



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA  
RESPECTO AL NO<sub>2</sub> Y SU RELACIÓN CON LA FUENTE DE  
EMISIÓN EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE ICA, 2018”.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**CARBAJAL RAMOS, RUTH**

**ASESOR:**

**MAG. ROSAS LUJÁN, RICARDO ANTONIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**ICA-PERÚ**

**2018**

### **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, a mi madre por ser muy importante en vida y por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional, al estar siempre a mi lado. A mi tía Esther, a quién quiero como una madre, por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mi asesor el Ing. Carlos Blanco, gracias por su tiempo, por su apoyo que me transmitió en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

### **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar le doy gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valentía para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi madre por el apoyo brindado y la confianza. A mi tía Esther quién con su ayuda y comprensión ha sido parte fundamental de mi formación profesional. Al Ing. Ricardo Rosas por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	18
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	18
<b>1. Descripción del Problema de la Investigación</b>	18
<b>1.1 Descripción de la Realidad Problemática</b>	18
<b>1.2 Delimitaciones y Definición del Problema</b>	23
<b>1.2.1 Delimitaciones</b>	23
A. Delimitación Espacial	23
B. Delimitación Temporal	23
C. Delimitación Social	24
<b>1.2.2 Definición del Problema</b>	24
<b>1.3 Formulación del Problema</b>	24
1.3.1 Problema Principal	24
1.3.2 Problemas Específicos	24
<b>1.4 Objetivo de la Investigación</b>	24
1.4.1 Objetivo General	24
1.4.2 Objetivos Específicos	25
<b>1.5 Justificación de la Investigación</b>	25
1.5.1 Justificación Teórica	25
1.5.2 Justificación Metodológica	25
1.5.3 Justificación Práctica	25
<b>1.6 Importancia</b>	26
<b>1.7 Limitaciones</b>	26

<b>CAPÍTULO II</b>	27
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	27
<b>2. Marco Referencial</b>	27
<b>2.1 Antecedentes de la Investigación</b>	27
<b>2.2 Marco Teórico</b>	30
<b>2.3 Marco Histórico</b>	58
<b>2.4 Marco Legal</b>	59
<b>2.5 Marco Conceptual</b>	66
<b>CAPÍTULO III</b>	70
<b>PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS</b>	70
<b>3. Metodología</b>	70
<b>3.1 Hipótesis de la Investigación</b>	70
<b>3.1.1 Hipótesis General</b>	70
<b>3.1.2 Hipótesis Específicas</b>	70
<b>3.2 Variables</b>	70
<b>3.2.1 Variable Independiente</b>	70
<b>A. Indicadores</b>	70
<b>B. Índices</b>	71
<b>3.2.2 Variable Dependiente</b>	71
<b>A. Indicadores</b>	71
<b>B. Índices</b>	71
<b>3.3 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación</b>	71
<b>3.3.1 Tipo de la Investigación</b>	71
<b>3.3.2 Nivel de la Investigación</b>	71

<b>3.3.3</b> Diseño de la Investigación	72
<b>3.4</b> Método	72
<b>3.4.1</b> Método de la Investigación	72
<b>3.5</b> Cobertura del Estudio de la Investigación	73
<b>3.5.1</b> Universo de la Investigación	73
<b>3.5.2</b> Población de la Investigación	73
<b>3.5.3</b> Muestra de la Investigación	73
<b>3.6</b> Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos	73
<b>3.6.1</b> Técnicas de la Investigación	73
<b>3.6.2</b> Instrumentos de la Investigación	73
<b>3.6.3</b> Fuentes de Recolección de Datos	74
<b>CAPÍTULO IV</b>	75
<b>ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>	75
<b>4. Organización, Presentación y Análisis de Resultados</b>	75
<b>4.1</b> Organización de Información	75
<b>4.2</b> Presentación de Resultados y Contrastación de Hipótesis	85
<b>CONCLUSIONES</b>	92
<b>RECOMENDACIONES</b>	93
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	94
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	94
<b>LINCOGRAFÍA</b>	95
<b>ANEXOS</b>	97

<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla N°1:</b> Puntos de Monitoreo	75
<b>Tabla N°2:</b> Estación meteorológica San Camilo	79
<b>Tabla N°3:</b> Temperatura Máxima y Mínima (°C)	79
<b>Tabla N°4:</b> Precipitación total (mm)	81
<b>Tabla N°5:</b> Predominancia del Viento y Velocidad Media Mensual Multianual	82
<b>Tabla N°6:</b> Dirección y velocidad de viento 7horas (m/s) 2013-2018	82
<b>Tabla N°7:</b> Dirección y velocidad de viento 13horas (m/s) 2013-2018	83
<b>Tabla N°8:</b> Dirección y velocidad de viento 19horas (m/s) 2013-2018	83
<b>Tabla N°9:</b> Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) Muestreadores Pasivos	85
<b>Tabla N°10:</b> Fuentes fijas	85
<b>Tabla N°11:</b> Parque vehicular- Departamento de Ica	86
<b>Tabla N°12:</b> Inventario vehicular en el Parque Industrial de Ica con actividad académica (Día 14/09/18- Hora 7:30-18hrs)	86
<b>Tabla N°13:</b> Resultados de Análisis de NO <sub>2</sub>	88
<b>Tabla N°14:</b> Inventario vehicular en el Parque Industrial de Ica	90
<b>Tabla N°15:</b> Cálculo de emisiones de NO <sub>2</sub> sin actividad académica	90
<b>Tabla N°16:</b> Cálculo de emisiones de NO <sub>2</sub> con actividad académica	90
<b>Tabla N°17:</b> Encuesta vehicular en el Parque Industrial de Ica	118
<b>Tabla N°18:</b> Resultados en toneladas de vehículos	121

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>Página</b>
<b>Figura N°1:</b> Estándar de Calidad Ambiental para aire	32
<b>Figura N°2:</b> Fuentes de Área	35
<b>Figura N°3:</b> Emisiones de gases por fuentes móviles	36
<b>Figura N°4:</b> Emisiones volátiles y las emisiones de tubo de escape	37
<b>Figura N°5:</b> Anemómetro para medir los vientos	39
<b>Figura N°6:</b> Rosa de vientos	40
<b>Figura N°7:</b> Equipo básico para el muestreo de partículas	46
<b>Figura N°8:</b> Estación automática para monitoreo de contaminantes criterio (PM10, CO, SO2.NO2, O3)	47
<b>Figura N°9:</b> Monitoreo de la calidad del aire desde el espacio por medio de sensores remotos	48
<b>Figura N°10:</b> Captador pasivo	50
<b>Figura N°11:</b> Estructura física de los diferentes dispositivos	54
<b>Figura N°12:</b> Tubos de difusión	57
<b>Figura N°13:</b> Imagen de parque Industrial de Ica	76
<b>Figura N°14:</b> Imagen señalando los puntos de monitoreo	77
<b>Figura N°15:</b> Tubos de difusión Complejo Deportivo UAP	78
<b>Figura N°16:</b> Instalación de los tubos de difusión	78
<b>Figura N°17:</b> Tubos de difusión Patio Central de la UAP	78



<b>Figura N°18:</b> Croquis del parque Industrial de Ica con la dirección del viento y los puntos de monitoreo	84
<b>Figura N°19:</b> Muestreadores pasivos y contenedor	109
<b>Figura N°20:</b> Instalación de los contenedores y tubos difusores (1er punto- Hotel El Carmelo)	110
<b>Figura N°21:</b> Instalación de los tubos difusores listos (1er punto- Hotel El Carmelo)	110
<b>Figura N°22:</b> Instalación de los tubos difusores listos en el punto de monitoreo (1er punto- Hotel El Carmelo)	110
<b>Figura N°23:</b> Instalación de los contenedores y tubos difusores (2do punto-Complejo Deportivo UAP)	111
<b>Figura N°24:</b> Instalación de los contenedores y tubos difusores (3er punto-Innova Schools)	111
<b>Figura N°25:</b> Instalación de los tubos difusores (3er punto-Innova Schools)	112
<b>Figura N°26:</b> Instalación de los contenedores y tubos difusores (Patio de la UAP)	112
<b>Figura N°27:</b> Tubo difusor sin tapa inferior (Hotel El Carmelo)	113
<b>Figura N°28:</b> 1er punto de muestreo (Hotel El Carmelo)	114
<b>Figura N°29:</b> 2do punto de muestreo (Complejo Deportivo UAP)	114
<b>Figura N°30:</b> 3er punto de muestreo (Innova Schools)	115

<b>Figura N°31:</b> 4to punto de muestreo (Patio de la UAP)	115
<b>Figura N°32:</b> Foto donde de se retiró los tubos difusores en uno de los puntos de monitoreo	116
<b>Figura N°33:</b> Foto donde están los tubos difusores del primer punto de monitoreo	117
<b>Figura N°34:</b> Foto de tubos difusores en la UAP	117
<b>Figura N°35:</b> Foto de un tubo difusor con el muestreo del NO <sub>2</sub>	117
<b>Figura N°36:</b> Foto de tubos difusores colocándoles la tapa	118

<b>INDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>Página</b>
<b>Gráfico N°1:</b> Temperatura de Ica	38
<b>Gráfico N°2:</b> Variación de la Temperatura Ica Periodo 2008-2012	80
<b>Gráfico N°3:</b> Humedad Relativa Promedio vs Precipitación	81

## **RESUMEN**

La finalidad de este proyecto de investigación fue para determinar la calidad del aire respecto al NO<sub>2</sub> y su relación con la fuente de emisión para así saber la cantidad de concentración a la que estaban siendo expuestas la población en el parque industrial de Ica.

El tipo del proyecto fue aplicada porque se usaron leyes y experimental porque se tomó en cuenta los siguientes pasos: observar, hipótesis (posibles resultados), experimentación (se comprobó con el método pasivo), luego se analizó los resultados que se obtuvieron y por último se obtuvieron los resultados.

El método del proyecto fue comparativo porque se analizó las ideas y hechos en el presente proyecto y científico experimental porque se usó los pasos del método científico que me fue útil para determinar la concentración de NO<sub>2</sub> que son dañinos para las personas.

El nivel del proyecto fue descriptivo porque en el proyecto de investigación se describió el Método Pasivo, para qué está hecho, las partes que tiene y su utilidad, explicativo porque se usó leyes referentes y aplicativo porque en esta investigación aplica conocimientos adquiridos y existentes para proponer una alternativa de determinar la concentración de gas contaminante

(NO<sub>2</sub>), a través del Método Pasivo para que se tomen las medidas de poder controlarlo o minimizarlo.

El diseño del proyecto fue no experimental porque no se manipula la variable, se observa el fenómeno (contaminación) tal como se da en su contexto natural.

**Palabras claves:** Calidad Atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> y fuente de emisión.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research project was to determine the air quality with respect to NO<sub>2</sub> and its relationship with the emission source in order to know the amount of concentration to which the population in the industrial park of Ica were exposed.

The type of the project was applied because laws and experimental were used because the following steps were taken into account: observe, hypothesis (possible results), experimentation (it was verified with the passive method), then the results that were obtained were analyzed and finally the results were obtained.

The method of the project was comparative because the ideas and facts in the present project and experimental scientist were analyzed because the steps of the scientific method that was useful to determine the concentration of NO<sub>2</sub> that are harmful to people were used.

The level of the project was descriptive because in the research project the Passive Method was described, what it is made for, the parts it has and its usefulness, explanatory because reference and application laws were used because in this investigation applies acquired and existing knowledge to propose an alternative to determine the concentration of polluting gas (NO<sub>2</sub>), through the Passive Method so that measures are taken to control or minimize it.

The design of the project was not experimental because the variable is not manipulated, the phenomenon (contamination) is observed as it occurs in its natural context.

**Keywords:** Atmospheric quality with respect to NO<sub>2</sub> and emission source.

## INTRODUCCION

En la actualidad la contaminación atmosférica es un problema para los seres vivos ya que estamos expuestos a gases atmosféricos como el  $\text{NO}_2$  que causan daño tanto a las personas como al medio ambiente es por eso que este proyecto de investigación se va enfocar en analizar la cantidad de concentración de este gas contaminante a través del método pasivo y así saber si la concentración sobrepasa los estándares de la calidad del aire(ECA) .El objetivo de este proyecto es contribuir con los datos obtenidos para tomar las medidas necesarias en el parque industrial.

La importancia es para dar a conocer cuánto es la concentración que están siendo expuestos las personas que están en el parque industrial por parte de las industrias que están cerca y el parque automotor que circula día a día. Las dificultades que se presentan son que cada día el parque automotor circula con frecuencia y las industrias cerca del parque industrial que generan gases contaminantes por lo que esto es un problema tanto para los habitantes que están cerca de la zona especificada como para el medio que lo rodea.

En el capítulo 1 es donde se indicó la realidad problemática, describe como es el problema de la calidad atmosférica respecto al  $\text{NO}_2$  en otros países, también las delimitaciones, los objetivos, la justificación, la importancia y limitaciones del proyecto de investigación.



En el capítulo 2 se trató acerca de los antecedentes, Marco teórico, histórico, legal y conceptual del proyecto de investigación.

En el capítulo 3 es donde se indicó las hipótesis, variables independientes y dependiente, tipo, método, nivel, diseño de investigación, técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos del proyecto de investigación.

En el capítulo 4 se habló acerca de la organización, presentación y análisis de los resultados del proyecto de investigación.

El trabajo culminó con las conclusiones, recomendaciones y finalmente la bibliografía que contienen diversas informaciones que se han elaborado en el transcurso del proyecto de investigación.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1. Descripción del Problema de la Investigación

##### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En los últimos años, la contaminación atmosférica de las ciudades se ha convertido en un problema de salud pública mundial. De hecho, la contaminación del aire es considerada por la Organización Mundial de la Salud como una de las prioridades mundiales más importantes en salud. De modo que según un reciente estudio la contaminación del aire es responsable del 1,4 % de todas las muertes en el mundo. La mitad de este impacto es debido a las emisiones de los vehículos automotores. (Schlatter,2009)

##### *Descripción a nivel Latinoamérica*

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) presente en el aire de las ciudades es uno de los componentes atmosféricos de mayor importancia, ya que sus fuentes principales están asociadas a los procesos de combustión a elevadas temperaturas (termoeléctricas, refinerías de petróleo, motores de combustión interna; etc.). (Schlatter,2009)

Existen consecuencias muy importantes relacionadas con este contaminante atmosférico y asociadas a la salud del hombre. Los óxidos de nitrógeno son en general muy reactivos y al inhalarse afectan el tracto respiratorio, específicamente, los tramos más profundos de los pulmones, mediante la inhibición de algunas de sus funciones como la respuesta inmunológica y produciendo una merma de la resistencia a las infecciones. (Schlatter,2009)

#### *En Cuba*

Se han llevado a cabo algunos estudios relacionados con este tema, los cuales han revelado claramente que existen localidades específicas como Centro Habana, que poseen elevados índices de contaminación atmosférica y a su vez, se ha podido demostrar que existe una estrecha relación entre las concentraciones de dióxido de nitrógeno y otros contaminantes con el asma bronquial. (Schlatter,2009)

Se determinó la concentración de NO<sub>2</sub> en 14 sitios de Ciudad de La Habana y se evaluó la posible relación que existe con el volumen de tráfico en alguno de ellos, durante un mes de estudio, lo que constituye una investigación preliminar que permitirá crear las bases para un riguroso estudio posterior a largo plazo que incluya el resto de los factores que influyen en la contaminación del aire. (Schlatter,2009)

#### *México*

La contaminación del aire es uno de los principales problemas ambientales y de salud pública de México y del mundo. Es un fenómeno inherente al estado económico, poblacional y tecnológico de nuestro país, que tiene sus expresiones más graves en las grandes ciudades y las zonas fronterizas e industriales del territorio nacional.

A su vez, la contaminación atmosférica es uno de los problemas más difíciles de comprender, evaluar, normar y controlar, entre otras causas, por la gran cantidad y variedad de las fuentes emisoras, la dilución y/o transformación de los contaminantes en la atmósfera y los efectos que tienen los contaminantes sobre la salud humana y los ecosistemas. (Molina,2002)

Para medir y evaluar el impacto de la contaminación del aire en la población y los recursos naturales, es indispensable contar con sistemas, redes y programas adecuados de medición de la calidad del aire bajo esquemas uniformes de operación y aseguramiento de calidad. (Molina,2002)

#### *Descripción a nivel Nacional*

El Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014: Presenta la información de las 31 Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) para los parámetros: Material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Estos parámetros, objeto de evaluación y análisis son de importancia por los niveles alcanzados y los riesgos a la salud que conllevan. El PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> provienen tanto de fuentes móviles por el uso de combustibles fósiles, como de fuentes fijas y fuentes naturales; las primeras son las que contribuyen en un mayor porcentaje en las áreas urbanas. (MINAM,2014)

Las fuentes naturales más comunes del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) son los incendios forestales y de pastos, y la actividad volcánica; en tanto que la principal fuente antropogénica es la quema de combustibles fósiles. El NO<sub>2</sub> daña el sistema respiratorio porque es capaz de penetrar las zonas más profundas de los pulmones irritándolos. (MINAM,2014)

En todas las Zonas de Atención Prioritaria (ZAP), la contaminación proviene tanto de fuentes móviles como fijas, los porcentajes de aportes de los contaminantes emitidos varían dependiendo del tipo de fuente; en el caso de fuentes fijas, son de relevancia en todas las ciudades, el material particulado (MP), el monóxido de carbono (CO) y los contaminantes orgánicos volátiles (COV); mientras que el hidrógeno sulfurado (H<sub>2</sub>S) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) están asociados solo a determinadas ciudades y en porcentajes menores. Igualmente, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) está asociado principalmente a grandes fundiciones en Ilo, La Oroya y Chimbote, donde representan el mayor porcentaje de emisiones. (MINAM,2014).

#### *Descripción a nivel Local*

Teniendo en cuenta el monitoreo de calidad de aire por diversas Instituciones con resultados no menor a cinco años, monitoreo de calidad de aire realizado y coordinado con los integrantes del GESTA con el apoyo del MINAM en diciembre del 2013 y con las datos obtenidos de Epidemiología en la Zona de Atención Prioritaria de Ica, podemos señalar que las medidas a tomar requiere de una “gestión primordialmente a mantener la calidad del aire”, que contemple medidas a corto y mediano plazo que tengan un impacto importante sobre las fuentes móviles dado el mayor valor estimado en el inventario de emisiones comparado con los puntuales y de área y de un programa gradual de actualización de información del inventario de emisiones así como de una vigilancia permanente de la calidad del aire.

Dichas medidas forman parte del Plan quinquenal de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire, que propone mantener el objetivo en un plazo de cinco años, señalando actividades y funciones a diversas instituciones conformantes del Grupo de estudio Técnico Ambiental de Aire “GESTA de Ica”. Por los motivos antes expuestos,

se han elaborado diferentes estrategias que asegure el éxito de la gestión de la calidad del aire:

- Fortalecimiento Local de la Gestión de la Calidad del Aire
- Medidas para mejorar la Calidad del Aire y Prevenir su deterioro
- Programas de Vigilancia Epidemiológica y de la Calidad del Aire

Parque Industrial en la provincia de Ica, cuya construcción y funcionamiento fue dispuesto por la Ley 24190 el 20 de junio de 1985 por el presidente arq. Fernando Belaunde Terry quien ordena declarar de necesidad y utilidad públicas y como proyecto prioritario, la construcción de un parque industrial en provincia de Ica; así como su adecuación a la Ley 28183, Ley Marco de Desarrollo de Parques Industriales y a lo señalado en la presente Ley.

El Gobierno Regional de Ica, en concordancia con lo dispuesto mediante la Ley 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, determina, dentro de su circunscripción territorial, una zona de expansión del Parque Industrial de Ica. Para tal efecto, coordina con los gobiernos locales y los representantes de las empresas la ubicación o reubicación, delimitación y expansión del Parque Industrial de Ica.

En sus disposiciones complementarias indica que:

Primera. El Parque Industrial de Ica y su zona de expansión deben cumplir con las normas municipales de zonificación, compatibilidad de uso y demás sobre la materia.

Segunda. Predios conformantes del Parque Industrial de Ica Las construcciones existentes dentro del Parque Industrial de Ica y las que se construyan en su zona de expansión no pueden ser destinadas a casa habitación, depósitos o almacenes, pudiendo disponer, cuando se requiera, de áreas para permitir el funcionamiento, mantenimiento y seguridad de las empresas que se instalen, según lo disponga el Consejo Directivo del Parque Industrial de Ica.

A partir de allí se instalaron algunas industrias como el caso de:

- Refinería de aceites ALSOL
- Taller de maestranza donde hacen recubrimiento metálicos y pinturas
- 03 Aserraderos
- Y otros talleres de reparación de vehículos

Pero luego también se instalaron otras instituciones que no condicen con el espíritu de la ley como es el caso:

- Universidad Privada Alas Peruanas
- SENAMHI ( Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú)
- SENASA (El Servicio Nacional de Sanidad Agraria)
- Dirección Regional de Energía y Minas de Ica
- Institución Educativa Innova School

Estas instituciones que hoy funcionan en el parque industrial han cambiado el uso del suelo para el cual fue destinado según el instrumento legal mencionado, comprometiendo la salud de las personas que concurren a diario a estos centros, primero por las actividades industriales y talleres y luego por la masiva afluencia de los vehículos que transportan a más de 7 mil personas entre estudiantes y personas que están vinculadas con estas instituciones.

## **1.2 Delimitaciones y Definición del Problema**

### **1.2.1 Delimitaciones**

#### **A. Delimitación Espacial**

Estado de la calidad atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> del parque industrial de Ica.

#### **B. Delimitación Temporal**

Mayo a noviembre 2018

## **C. Delimitación Social**

Los habitantes (estudiantes universitarios, docentes, personal administrativo, y trabajadores) que están en el parque industrial serán los que se perjudican con la calidad atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> y su relación con la fuente de emisión.

### **1.2.2 Definición del Problema**

Visto el ámbito de la investigación encontramos claros indicios de que la atmósfera del parque industrial estaría con alta concentración de NO<sub>2</sub>, ya que tenemos las fuentes fijas como las móviles son generadoras de este contaminante criterio; la investigación afirmará o descarta al concluir.

## **1.3 Formulación del Problema**

### **1.3.1 Problema Principal**

¿En qué medida la calidad atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> se relaciona con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018?

### **1.3.2 Problemas Específicos**

**1PE:** ¿De qué modo el inventario de fuentes de emisión tiene relación con las emisiones de NO<sub>2</sub> del parque industrial, 2018?

**2PE:** ¿En qué medida la medición del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos permite relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018?

**3PE:** ¿En qué medida las actividades académicas permiten relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018?

## **1.4 Objetivo de la Investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

Establecer el nivel de relación que hay entre la calidad atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> y las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.



### **1.4.2 Objetivos Específicos**

**1OE:** Conocer las fuentes de emisión que tiene relación con las emisiones de NO<sub>2</sub> del parque industrial, 2018.

**2OE:** Medir la concentración del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos y establecer la relación con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

**3OE:** Demostrar que las actividades académicas tienen relación con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

## **1.5 Justificación de la Investigación**

### **1.5.1 Justificación Teórica**

Está demostrado que toda industria o actividad económica que utilice combustibles fósiles a altas temperaturas como los vehículos que usan combustible fósil generan en la combustión incompleta el NO<sub>2</sub>, así mismo es sabido que los óxidos de nitrógeno son en general muy reactivos y al inhalarse afectan el tracto respiratorio, específicamente, los tramos más profundos de los pulmones, mediante la inhibición de algunas de sus funciones como la respuesta inmunológica y produciendo una merma de la resistencia a las infecciones.

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

Se hizo uso del protocolo de monitoreo de la calidad atmosférica recomendado por el MINAM.

El método considerado para la captura del NO<sub>2</sub> es el Método Pasivo, específicamente los tubos difusores, método validado por la EPA.

### **1.5.3 Justificación Práctica**

La investigación se justificó porque en el parque industrial hay razones para creer que hay concentraciones altas de NO<sub>2</sub> que puede afectar a toda la población

estudiantil y padres de familia que acuden a la zona, y el resultado servirá para tomar medidas de corrección y salvaguardar la salud de todos.

### **1.6 Importancia**

La importancia fue para dar nuevos conocimientos obtenidos con este proyecto de investigación para que se puedan tomar las medidas correspondientes para salvaguardar la salud de las personas que están siendo afectadas por los gases atmosféricos( $\text{NO}_2$ ).

### **1.7 Limitaciones**

- **Económica**

El costo del método pasivo no es tan económico, porque no se encuentra en el mercado nacional, para este trabajo se importó desde Suiza y su análisis lo realizan en el mismo país.

- **Tiempo**

Tengo como meta concluir de acuerdo a mis cálculos en 7 meses y le estoy dedicando gran parte de mi tiempo.

- **Información**

Gran parte de la información es de primera como (inventario de fuentes fijas, fuentes, móviles, concentración de  $\text{NO}_2$ ), solo la información de viento fue facilitada por SENAMHI (2013-2018) - Estación meteorológica de San Camilo – Ica.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2. Marco Referencial**

##### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

**Título: Toma de muestras con captadores pasivos**

-Autor: José Bartual Sánchez

-Año: 2001

-País: España

-Resumen: La captación de contaminantes ambientales mediante el empleo de dispositivos pasivos es un sistema útil para la toma de muestras y posterior determinación analítica de una amplia variedad de sustancias de interés en Higiene Industrial. La presente Nota Técnica tiene por objeto la descripción de las bases y metodológico general de este sistema, señalando sus ventajas y limitaciones, con la finalidad de facilitar una correcta utilización de estos dispositivos de toma de muestras.

**Título: Determinación de NO<sub>2</sub> atmosférico mediante captadores pasivos y cromatografía de intercambio iónico.**

-Autor: Harol de Jesús Torres Noreña

-Año: 2009

-País: Colombia

-Resumen: En el presente trabajo se realiza un análisis comparativo de la determinación de NO<sub>2</sub> presente en la atmósfera empleando IC(Cromatografía de intercambio iónico) y espectrofotometría. Se realizó un muestreo del contaminante empleando captadores pasivos en un ambiente urbano e industrial de la ciudad de Medellín.

En una primera etapa, se hicieron muestreos de 1 a 3 meses, mientras que en una segunda etapa los muestreos fueron de 2, 5 y 7 días. Además, se estudiaron 2 tipos de sustancias empleadas en el análisis mediante IC para la extracción del NO<sub>2</sub>.

Particularmente se encontró que la técnica IC tiene un límite de detección más bajo que la técnica de espectrofotometría. Además, se presenta una revisión bibliográfica que incluye la química del NO<sub>2</sub>, las técnicas empleadas para su cuantificación, ventajas y desventajas de emplear captadores pasivos y los tiempos de exposición y almacenamiento de los mismos.

**Título: Uso de geles como captadores pasivos para la determinación de NO<sub>2</sub>**

Autor: Laura Crespo Bartolomé

-Año: 2016

-País: España

-Resumen: Este proyecto se basa en el estudio de las propiedades de formación de diferentes geles con el fin de desarrollar un novedoso modelo de determinación de la

concentración de gases contaminantes. Es un trabajo con una gran carga de investigación y trabajo experimental, en el que se trabaja con diferentes técnicas de laboratorio. Referido a la actualidad, este proyecto aborda el tema de la determinación de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Las altas concentraciones de este contaminante suponen un peligro tanto para la salud humana como para el desarrollo de otras actividades. El NO<sub>2</sub> se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas, es por esto que los vehículos tanto diésel como gasolina son los principales causantes de su formación.

**Título: Instructivo para el uso de los captadores pasivos según el cronograma establecido**

Autor: Heidelore Fliedler

-Año: 2010

-País: Uruguay

-Resumen: Este instructivo establece las indicaciones para el uso de los captadores pasivos (según el cronograma establecido que deberán llevar a cabo los países participantes del proyecto de manera tal de sistematizar el manejo de los mismos y unificar criterios al respecto.

**Título: Cuantificación de Dióxido de Nitrógeno con captadores pasivos tipo Radiello**

Autor: Alonso Quintero

-Año: 2011

-País: Cuba

-Resumen: Se realizó la cuantificación del dióxido de nitrógeno en una zona de la ciudad de Santa Clara con el uso de captadores pasivos tipo Radiello. Dos campañas fueron

realizadas durante el año 2010 con el objetivo de conocer los niveles de dicho contaminante en los dos períodos estacionales, invierno y verano. Seis puntos de muestreo se seleccionaron en la zona objeto de estudio, teniendo en cuenta las principales arterias de la zona y las fuentes fijas de mayor incidencia.

## 2.2 Marco Teórico

### *LA ATMÓSFERA*

La atmósfera es una cubierta protectora, actúa como un regulador térmico, además de traer lluvia de los océanos, calor de los desiertos, trópicos, ecuador y frío de los polos. Gracias a ella hay cielos brillantes y puestas del sol multicolores. (Pilco, 2017)

#### *Elementos:*

Los principales elementos que se encuentran en el aire son Nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Sin estos tres elementos, la vida en la tierra sería imposible. El aire contiene argón, que es un gas inerte, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), cantidades poco significativas de metano y radón. (Pilco, 2017)

#### *Propiedades físicas:*

- Es de menor peso que el agua.
- Es de menor densidad que el agua.
- No tiene volumen definido
- No existe en el vacío
- Es un fluido transparente, incoloro, inodoro e insípido.
- Es un buen aislante térmico y eléctrico.
- Un litro de aire pesa 1,29 gr., en condiciones normales.

#### *Propiedades químicas*

- Reacciona con la temperatura, condensándose en hielo a bajas temperaturas

## Composición del aire puro

El aire está en la atmósfera formando la capa gaseosa que envuelve la tierra. La atmósfera consta a su vez de varias capas:

- a) **Tropósfera:** Es la más cercana y se extiende aproximadamente a 15 Km. de la superficie de la tierra.
- b) **Estratósfera:** Se extiende desde el límite de la tropósfera, hasta los 50 Km de altura.
- c) **Mesósfera:** Zona que se sitúa entre los 50 y los 100 Km.
- d) **Ionósfera:** Empieza después de los 100 Km. y va desapareciendo gradualmente hasta los 50 Km. de altura.
- e) **Exósfera:** Comienza desde 500 Km de altura y se extiende más allá de los 1000 Km. está formada por una capa de hielo y otra de hidrógeno. Después de esa capa se halla una enorme banda de radiaciones (conocida como magnetósfera).

## ***CONTAMINANTE***

Una sustancia que se encuentra en un medio al cual no pertenece o que lo hace a niveles que pueden causar efectos (adversos) para la salud o el medio ambiente.

Por otro lado, dentro de los contaminantes, distinguimos:

**-Contaminantes primarios:** Son aquellos contaminantes procedentes directamente de las fuentes de emisión. (Mantilla,2018)

**-Contaminantes secundarios:** Son aquellos que sufren interacciones con otros componentes de la atmósfera lo que los modifica, convirtiéndose en contaminantes, aunque antes no lo fueran. (Mantilla,2018)

## ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL

Se define como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (MINAM,2017)

**Figura N°1:** Estándar de Calidad Ambiental para aire

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

NE: No Exceder.

<sup>[1]</sup> o método equivalente aprobado.

<sup>[2]</sup> El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

**Fuente:** <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>

### Emisiones

El proceso de combustión completa en la realidad, no se realiza prácticamente en ninguna de las condiciones de funcionamiento del motor, pues la mezcla comprimida luego de la combustión se transforma básicamente en vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y nitrógeno (N<sub>2</sub>), ninguno de los cuales es nocivo, pero además por el escape, se emiten otros productos en pequeñas cantidades como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos no quemados (HC), entre otros, los



cuales sí son nocivos para la salud y son considerados contaminantes, por lo cual deben ser reducidos o transformados en otros productos no perjudiciales. (Velasco 2001)

### *FORMACIÓN DEL NO<sub>2</sub>*

El **dióxido de nitrógeno** es de color marrón-amarillento. Se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Por ello es un contaminante frecuente en zonas urbanas y también en zonas industriales.

### *TIPOS DE FUENTES DE EMISIONES*

#### *FUENTES FIJAS*

Se conoce como fuente fija a la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa. Un contaminante es un fenómeno físico, puede ser una sustancia, un elemento en estado sólido, líquido o gaseoso, causante de efectos adversos en el medio ambiente, a los recursos naturales renovables y a la salud humana que solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire por causa de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas. (Velasco 2001)

Tipos de fuentes fijas generadoras de emisiones:

- 1) Fuentes puntuales:** Derivadas de la generación de energía eléctrica y de actividades industriales como son: la química, textil, alimentaria, maderera, metalúrgica, metálica, manufacturera y procesadora de productos vegetales y animales, entre otras. (Velasco 2001)

Las emisiones derivadas de la combustión utilizada para la generación de energía o vapor, dependen de la calidad de los combustibles y de la eficiencia de

los quemadores, mantenimiento del equipo y de la presencia de equipo de control al final del proceso (filtros, precipitadores y lavadores, entre otros). (Velasco 2001)

Los principales contaminantes asociados a la combustión son partículas ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  e hidrocarburos). Algunos ejemplos de este tipo de fuentes son las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo y fábricas. (Velasco 2001)

#### *Emissiones atmosféricas por fábricas*

Las fábricas contaminan el aire a través de emisiones de restos de combustible. Éstas incluyen dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. La combustión crea estos contaminantes tóxicos. Aunque todas son sustancias que se producen naturalmente, lo que causa preocupación es su alto nivel de emisión. Los procesos industriales también despiden emisiones provocadas por el hombre tales como los gases que contienen flúor, como el hidrofluorocarbono. (Dinesen, 2018)

- 2) Fuentes de área:** Incluyen la generación de aquellas emisiones inherentes a actividades y procesos, tales como el consumo de solventes, limpieza de superficies y equipos, recubrimiento de superficies arquitectónicas, industriales, lavado en seco, artes gráficas, panaderías, pollerías, distribución y almacenamiento de gas LP, principalmente. (Velasco 2001)

Esta fuente también incluye las emisiones de actividades como son: el tratamiento de aguas residuales, plantas de composteo, rellenos sanitarios, entre otros. En este tipo de emisión se encuentra un gran número de contaminantes, de muy variado nivel de impacto en la salud. (Velasco 2001)

**Figura N°2:** Fuentes de área

**Fuente:** <https://prezi.com/kzyt20j6owfi/fuentes-de-emisiones-fijas-y-moviles/>

### ***FUENTES MÓVILES***

Las emisiones por fuentes móviles se producen por la quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor ya que los vehículos automotores son los principales emisores de contaminantes como óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles. (Padilla, 2016)

Aquí se incluyen las diversas formas de transporte, como automóviles, camiones, ferrocarriles, autobuses, helicópteros, motocicletas y aviones, entre otros. Los principales contaminantes emitidos por este medio son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y los compuestos orgánicos volátiles (COV 's), producto de la combustión en los motores de éstos. (Padilla, 2016)

En la mayoría de las áreas urbanas, los vehículos automotores son los principales generadores de las emisiones de (Carbono Orgánico Total) COT, CO,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , PM, contaminantes tóxicos del aire y contaminantes que reducen la visibilidad. Debido a la magnitud de sus emisiones y a las consideraciones especiales requeridas para estimar su

volumen, los vehículos automotores se manejan separadamente de otras fuentes de área. (SEMARNAT, 2010)

Las emisiones de vehículos automotores están integradas por diversos contaminantes que son generados por diferentes procesos. Los más comúnmente considerados son las emisiones del escape, que resultan del uso del combustible y que son emitidos a través del escape del vehículo, y una variedad de procesos evaporativos, los cuales resultan en emisiones de COT y que incluyen: (SEMARNAT, 2010)

**Figura N°3:** Emisiones de gases por fuentes móviles



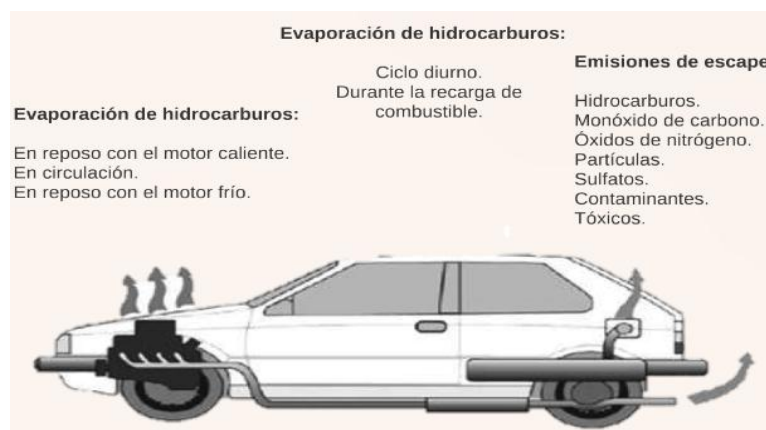
**Fuente:** <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/emisiones-por-fuentes-moviles>

### ***Proceso de Emisión de los Vehículos***

Los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes:

- a) Emisiones volátiles
- b) Humos de tubos de escape
- c) Material Particulado (por el desgaste tanto de los frenos como de las llantas)

**Figura N°4:** Emisiones volátiles y las emisiones de tubo de escape



**Fuente:** <https://prezi.com/ouwvdu-u0w6c/emisiones-por-fuentes-moviles/>

## **CLIMA**

El clima es el resultado de la interacción de diferentes factores atmosféricos, biofísicos y geográficos que pueden cambiar en el tiempo y el espacio. Los elementos del clima son los fenómenos meteorológicos que se producen en la atmósfera y explican tanto el tiempo como el clima de un lugar. Estos son: la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, el viento y las precipitaciones. (Bluemix,2018)

### ***El clima en Ica***

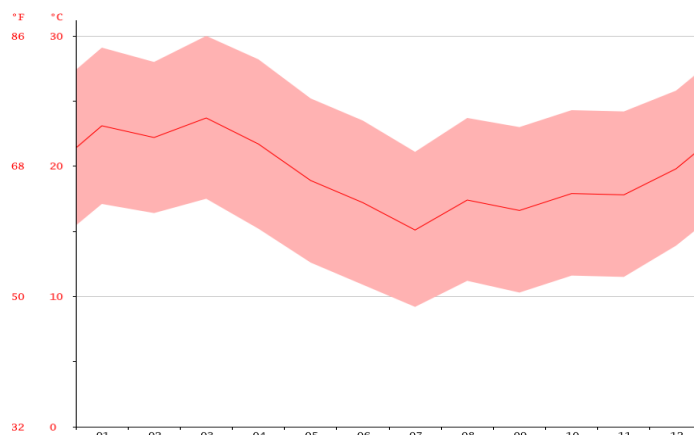
Ica posee un clima cálido desértico de tipo subtropical seco, con una temperatura media de alrededor de 22 °C. El clima iqueño es seco y soleado aún durante los meses de invierno, aunque se advierte que las noches invernales son más frías y puede bajar a 7 u 8 °C. (Bluemix,2018)

Los veranos son más cálidos y secos que la costa central del Perú y puede llegar cerca de los 36 C°, sobre todo en la ciudad de Ica que está ubicada tierra adentro. (Bluemix,2018)

La presencia de paracas o vientos fuertes, es muy común durante los meses de verano. La precipitación media aproximada es de 8 mm.. La menor cantidad de lluvia ocurre en abril. El promedio de este mes es 0 mm. (Bluemix,2018)

La mayor parte de la precipitación aquí cae en enero, promediando 3 mm. Las temperaturas son más altas en promedio en marzo, alrededor de 23.7 ° C. julio es el mes más frío, con temperaturas promediando 15.1 ° C. (Bluemix,2018)

**Grafica N°1: Temperatura en Ica**



**Fuente:** <https://es.climate-data.org/location/3173/>

La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 3 mm. A lo largo del año, las temperaturas varían en 8.6°C. El viento es la circulación del aire de un lugar a otro, con más o menos fuerza. Su principal efecto es el de mezclar distintas capas o bolsas de aire. Cuando se concentra la humedad en una zona y esta asciende hasta una capa de aire más fría, se producen las precipitaciones. (Iniestra, 2011)

**El viento** se produce cuando una masa de aire se vuelve menos densa, al aumentar su temperatura, asciende y entonces, otra masa de aire más densa y fría se mueve para ocupar el espacio que la primera ha dejado. (Iniestra, 2011)

Hay vientos generales y permanentes que recorren todo el globo terráqueo como consecuencia de la circulación general de la atmósfera, y otros vientos que se desencadenan a causa de los cambios meteorológicos locales. (Iniestra, 2011)

Algunos de estos últimos son periódicos, otros no; algunos afectan grandes regiones de la tierra, otros tienen un ámbito de actuación muy limitado. Los vientos se miden con el anemómetro, el **anemómetro** nos permite medir inmediatamente la velocidad pico de una ráfaga de viento. (Iniestra, 2011)

**Figura N°5:** Anemómetro para medir los vientos



**Fuente:** <http://outdoorclass.ie/the-garden/weather-station-65808>

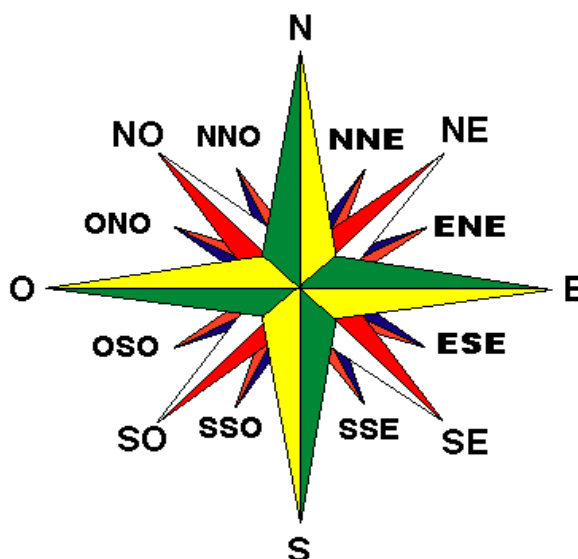
### ***La Rosa de los Vientos***

La rosa de los vientos consiste en un círculo donde hay marcados los 32 rumbos en que se suele dividir la circunferencia del horizonte. Las cuatro divisiones fundamentales son las orientaciones más conocidas: norte, sur, este y oeste. Por tanto, el horizonte queda dividido en 4 partes de 90° cada una. Estas 4 partes se vuelven a dividir, creando los rumbos

u orientaciones laterales: noreste, sureste, sur este y noroeste. Finalmente, hay todavía una división más, que acaba de concretar el rumbo. (Danish,2003)

De esta última división surgen los rumbos colaterales, son: Norte-noreste, este-noreste, este-sureste, sur-sureste, sur-suroeste, oeste-suroeste, oeste-noroeste y norte-noroeste. Aunque parezca envuelto si lo leemos, en la imagen podemos ver de manera fácil y gráfica a que nos referimos. (Danish,2003)

**Figura N°6:** Rosa de Vientos



**Fuente:** <https://www.neptuno.es/rosa-de-los-vientos/>

Una rosa de los vientos proporciona información sobre las velocidades relativas del viento en diferentes direcciones, es decir, cada uno de los tres grupos de datos ha sido multiplicado por un número que asegura que la cuña más larga del grupo mide exactamente lo mismo que el radio del círculo más exterior del diagrama. (Danish, 2003)



## ***DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)***

El estado de oxidación que el nitrógeno adquiere en los diferentes óxidos les confiere propiedades químicas particulares. El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), conocido como gas de la risa (“hilarante”), tiene propiedades narcóticas, por lo que encuentra aplicaciones en odontología. En la industria alimenticia se utiliza para hacer los alimentos (natas, yogures etc.) más espumosos. Otra aplicación consiste en inyectar dicho gas en los motores convencionales o en algunos cohetes para lograr un incremento de la potencia de los mismos. (Patiño, 2018)

El NO<sub>2</sub> es un potente agente oxidante y actúa como comburente frente a materiales combustibles. Se disuelve en muchos compuestos orgánicos (sulfuro de carbono, hidrocarburos halogenados, etc.) y reacciona con el agua dando una mezcla de ácidos nítrico y nitroso. A elevadas temperaturas se descompone en NO y oxígeno, pudiendo reaccionar de forma violenta con riesgo de inflamación y/o explosión con compuestos tales como: boro, óxido de cloro, hidrocarburos, fosfina, olefinas, nitrobenzono, amoníaco, sulfuro de carbono, hidrocarburos halogenados, etc. (Patiño, 2018)

El N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> es un dímero del NO<sub>2</sub>, coexistiendo uno con otro en distintas proporciones en función de la temperatura. Dicho compuesto es un poderoso oxidante, altamente tóxico y corrosivo. Desde finales de los años cincuenta el N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> viene siendo utilizado como propelente oxidante de los cohetes espaciales. Se trata de un propulsor hipergólico (combustibles y oxidantes que entran en ignición cuando se ponen en contacto) usado en combinación con combustibles hechos a base de hidracina. (Patiño, 2018)

En cuanto al NO, además de su papel contaminante en la atmósfera, presenta propiedades muy importantes desde un punto de vista biológico. En 1987 se descubrió que el cuerpo humano produce pequeñas cantidades de NO a partir del aminoácido arginina. Actualmente se sabe que el NO participa en procesos que permiten la supervivencia de los

organismos, tales como la regulación de la presión sanguínea, el desarrollo del sistema nervioso central, la transmisión nerviosa en los procesos de aprendizaje y memoria, y la activación de la respuesta inmune. (Patiño, 2018)

Finalmente, el NO también sirve como conservante. Es liberado del nitrito que se utiliza en la conservación de la carne; de hecho, algunos virus y microorganismos liberan NO para matar células. (Patiño, 2018)

### ***Fuentes***

Los óxidos de nitrógeno se producen de forma natural durante la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, la combustión vegetal (incendios forestales y quema de rastrojeras), las tormentas eléctricas, las erupciones volcánicas, etc. (Patiño, 2018)

Las actividades humanas contribuyen a la emisión de óxidos de nitrógeno mediante el escape de vehículos motorizados, sobre todo de tipo diésel, la combustión del carbón, petróleo o gas natural, procesos tales como la soldadura al arco, galvanoplastia, grabado de metales y la detonación de dinamita. (Patiño, 2018)

También son producidos comercialmente al hacer reaccionar el ácido nítrico con metales o con celulosa. Del conjunto de óxidos de nitrógeno emitidos a la atmósfera el más abundante es el óxido nítrico (NO) y, en menor proporción, el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). (Patiño, 2018)

A pesar de que las fuentes antropogénicas son cuantitativamente menores que las biogénicas, en las últimas décadas se ha producido un incremento notable de las primeras, provocando que las concentraciones de NO<sub>x</sub> sean claramente superiores en los entornos urbanos e industriales (Patiño, 2018)

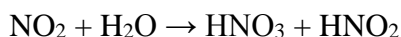
### ***Efectos***

Los compuestos NO<sub>2</sub> y NO constituyen los dos óxidos de nitrógeno más importantes desde el punto de vista toxicológico, siendo el primero de ellos el más nocivo. Diversos

estudios epidemiológicos muestran que la exposición aguda a NO<sub>2</sub> puede provocar lesiones en las vías respiratorias y en los pulmones, ocasionando una reducción de la capacidad pulmonar y una mayor sensibilidad a los alérgenos. En el caso de exposiciones prolongadas se observan cambios irreversibles en la estructura y función de los pulmones, especialmente en los niños y en las personas que padecen alguna patología respiratoria (P. ej. asmáticos). (Patiño, 2018)

Puesto que en Europa la contaminación por NO<sub>x</sub> se debe fundamentalmente al tráfico rodado, aquellas poblaciones próximas a carreteras muy transitadas presentarán mayor riesgo de padecer los efectos de estos contaminantes. Además de sus efectos en la salud, los óxidos de nitrógeno causan importantes afecciones al medio ambiente. (Patiño, 2018)

Así, el dióxido de nitrógeno se oxida fácilmente en el vapor de agua de las nubes para formar ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), uno de los principales constituyentes de la lluvia ácida. Éste ácido fuerte, de gran poder oxidante y altamente corrosivo, también puede formarse en fase gaseosa debido a la reacción del NO<sub>2</sub> con el radical hidroxilo. (Patiño, 2018)



En cuanto al NO, una vez liberado a la atmósfera es oxidado rápidamente por el ozono para generar NO<sub>2</sub>, que a su vez interviene en el ciclo de formación del ozono troposférico, constituyente esencial del “smog” fotoquímico. Puesto que en las ciudades los niveles de NO son más elevados que los de NO<sub>2</sub>, las concentraciones de ozono son siempre inferiores en las áreas urbanas, donde predominan los procesos de destrucción del ozono. (Patiño, 2018)

Por el contrario, en la periferia de las ciudades o en áreas rurales alejadas de las fuentes contaminantes las concentraciones de  $\text{NO}_2$  son superiores a las de  $\text{NO}$ , favoreciéndose la formación de ozono. (Patiño, 2018)

Finalmente, el óxido nitroso es un gas con potente efecto invernadero, siendo considerado, a pesar de su baja concentración en la atmósfera, el tercer gas que más contribuye al calentamiento global (por detrás del dióxido de carbono y el metano). Ello se debe a su largo tiempo de residencia en la atmósfera y a su gran capacidad para absorber energía (unas 300 veces superior a la del  $\text{CO}_2$ ). (Patiño, 2018)

#### *Impactos a la salud y al ambiente*

El  $\text{NO}_2$  daña el sistema respiratorio porque es capaz de penetrar las zonas más profundas de los pulmones irritándolos, puede bajar la resistencia a infecciones respiratorias, como la gripe. La exposición continua o frecuente a las concentraciones más altas que las típicamente encontradas en el aire ambiental, puede causar una mayor incidencia de enfermedades respiratorias en niños. Al igual que el  $\text{SO}_2$  contribuye en la formación de la lluvia ácida (ácido nítrico), con los subsecuentes efectos adversos para el ambiente, vida animal e infraestructura. (Patiño, 2018)

#### ***MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE***

El monitoreo sirve de herramienta para la identificación y evaluación de problemas de la calidad del aire (OMS, 2000). El monitoreo, junto con los modelos de predicción y los inventarios de emisiones, son parte integral de la gestión de la calidad del aire. Ésta se encuentra directamente vinculada con el cumplimiento de objetivos económicos, de evaluación y de regulación. En el desarrollo de un plan efectivo de gestión de la calidad del aire es necesario contar con información confiable relacionada con los niveles de contaminación en el aire a través del monitoreo. (Molina, 2002).

Para llevar a cabo el monitoreo de calidad del aire se utilizan diversos equipos, como analizadores, monitores y sensores que se agrupan en un espacio físico confinado denominado estación de monitoreo. Un grupo de estaciones de monitoreo forma redes de monitoreo, las cuales forman parte del sistema de medición de la calidad del aire. (Molina, 2002).

### *DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES MÉTODOS*

Los métodos de monitoreo se pueden dividir en cuatro tipos genéricos principales con diferentes costos y niveles de desempeño e incluyen a los muestreadores pasivos, muestreadores activos, analizadores automáticos y sensores remotos.

#### **1-Muestreadores pasivos:**

Este método de muestreo colecta un contaminante específico por medio de su adsorción y/o absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un periodo adecuado de muestreo, que puede variar desde una hora hasta meses o inclusive un año, la muestra se regresa al laboratorio donde se realiza la desorción del contaminante para ser analizado cuantitativamente. (Sánchez, 2001)

Los equipos utilizados se conocen como muestreadores pasivos que se presentan en diversas formas y tamaños, principalmente en forma de tubos o discos. Ventajas: Simplicidad en la operación y bajo costo (no requiere energía eléctrica). Desventajas: No desarrollados para todos los contaminantes, sólo proporcionan valores promedios con resoluciones típicas semanales o mensuales; no tienen gran exactitud (sirven solo como valor referencial), en general requieren de análisis de laboratorio. (Sánchez, 2001)

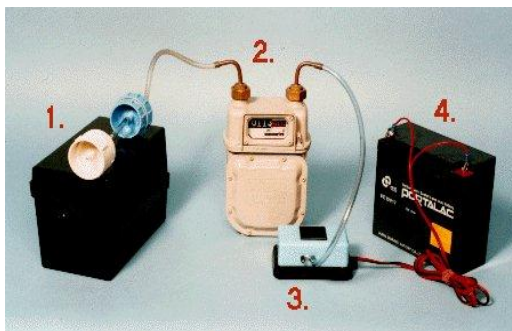
## 2-Muestreadores activos

A diferencia de muestreo pasivo, en estos métodos se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector (un filtro a una solución química) por un periodo de tiempo conocido, El colector se remueve del sistema de bombeo y es mas tarde analizado en el laboratorio. De manera general, el muestreo activo utiliza métodos físicos o químicos para coleccionar el aire contaminado. Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. (Sánchez, 2001)

Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático)- durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. (Sánchez, 2001)

Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales. (Sánchez, 2001)

**Figura N°7:** Equipo básico para el muestreo de partículas



**Fuente:** <https://es.scribd.com/document/350179517/Metodos-de-Medicion-de-La-Calidad-Del-Aire>

### 3-Analizadores automáticos

Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único punto para varios contaminantes criterio ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{MP}$ ), así como para otros contaminantes importantes como los COV. La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimiluminiscencia son principios comunes de detección. Para asegurar la calidad de los datos de los analizadores automáticos, es necesario contar con procedimientos adecuados para el mantenimiento, la operación y el aseguramiento y control de calidad. (Sánchez, 2001)

**Figura N°8:** Estación automática para monitoreo de contaminantes criterio ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ )



**Fuente:** <https://es.scribd.com/document/350179517/Metodos-de-Medicion-de-La-Calidad-Del-Aire>

### 4-Sensores remotos

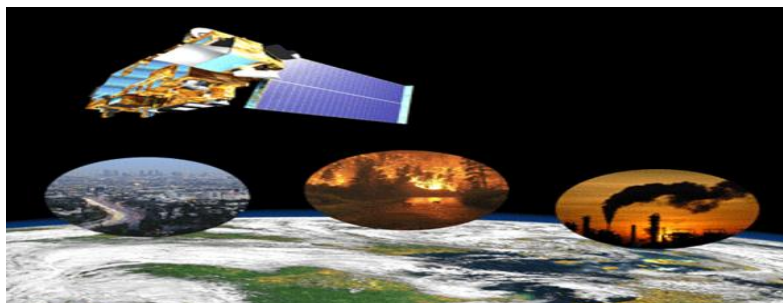
Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada. Los sistemas de monitoreo de larga trayectoria pueden cumplir un papel importante en diferentes situaciones de monitoreo, principalmente cerca de las fuentes. (Sánchez, 2001)

Para obtener datos significativos con estos sistemas, es necesario contar con procedimientos adecuados para la operación, calibración y manejo de datos. Estos métodos requieren de mucha atención en la calibración de los instrumentos y el aseguramiento de la calidad para obtener datos significativos. (Sánchez, 2001)

Algunas aplicaciones clave de los métodos de percepción remota incluyen:

- Análisis de la tendencia de la calidad del aire ambiente
- Validación de modelos de dispersión
- Evaluación de las acciones implementadas para reducir las emisiones
- Evaluación de los riesgos a la salud
- Evaluaciones de impacto ambiental
- Identificación de fuentes de contaminación del aire y suelo
- Impacto de las emisiones provenientes de procesos y zonas industriales.
- Mantenimiento de los objetivos de calidad del aire

**Figura N°9:** Monitoreo de la calidad del aire desde el espacio por medio de sensores remotos.



**Fuente:** <https://es.scribd.com/document/350179517/Metodos-de-Medicion-de-La-Calidad-Del-Aire>



Ventajas:

- Sin contacto directo
- Sin contaminación
- Alto nivel de seguridad
- Tiempo Real

Voy a usar el Método Pasivo porque es el método para poder determinar la calidad del aire respecto al NO<sub>2</sub>

### *MÉTODO PASIVO*

Para el caso de esta investigación se opta por este método porque ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada. A través de la difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una semana y un mes). (Sánchez, 2001)

Los bajos costos por unidad permiten muestrear en varios puntos del área de interés, lo cual sirve para identificar los lugares críticos donde hay una alta concentración de contaminantes, como las vías principales o las fuentes de emisión, y donde se deben realizar estudios más detallados. Para aprovechar al máximo esta técnica, se debe contar con un diseño cuidadoso del estudio y vigilar los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad seguidos en el laboratorio durante el análisis de la muestra. (Sánchez, 2001)

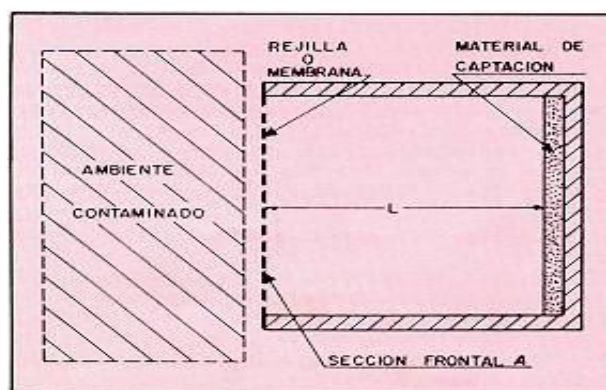
### *Fundamento del sistema de captación pasivo*

El procedimiento pasivo de captación de muestras tiene su fundamento en los fenómenos de difusión y permeación, por los cuales las moléculas de un gas, que están en

constante movimiento, son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta repartirse uniformemente en su seno, así como de atravesar una membrana sólida que le presente una determinada capacidad de permeación. (Sánchez, 2001)

Debido a estos fenómenos, un dispositivo que responda al esquema representado en la figura 1, situado en un ambiente contaminado durante cierto tiempo, será capaz de incorporar sobre el material captador dispuesto en su interior una determinada cantidad del contaminante que será proporcional, entre otros factores, a la concentración ambiental del mismo. (Sánchez, 2001)

**Figura N°10:** Captador pasivo



**Fuente:** <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/>

[Ficheros/101a200/ntp\\_151.pdf](#)

Considerando las leyes físicas de la difusión se llega a la expresión:

$$c = \frac{M \cdot L}{D \cdot A \cdot t}$$

Siendo:

C = Concentración ambiental media del contaminante

M = Masa de contaminante captada

t = Tiempo de captación

A = Sección frontal del dispositivo de captación

L = Longitud del espacio interno de difusión

D= Coeficiente de difusión del contaminante que relaciona la concentración ambiental del contaminante con los parámetros reseñados y constituye la base para, la utilización analítica de los dispositivos de captación de muestras por difusión. Los parámetros de diseño físico A y L del captador y el coeficiente de difusión D del contaminante pueden englobarse en una constante Q, siendo:

$$Q = \frac{D \cdot A}{L}$$

Que tiene las dimensiones de un caudal (volumen/tiempo), por lo que se denomina caudal equivalente de muestreo. De este modo resulta una expresión más sencilla para la concentración ambiental del contaminante captado:

$$C = \frac{M}{Q \cdot t}$$

Los valores de Q deben ser determinados para cada analito y modelo de captador y suele facilitarlos el fabricante del dispositivo de muestreo. También es posible integrar los parámetros L y A en una constante K, tal que  $K = L/A$ , y que será característica de cada modelo de captador, con lo que la concentración ambiental del contaminante responderá a la expresión:

$$C = \frac{M \cdot K}{D \cdot t}$$

Algunos fabricantes de captadores pasivos facilitan el valor de esta constante K, con lo que el empleo de sus dispositivos sólo precisa el complemento del conocimiento de los coeficientes de difusión de los diversos contaminantes. (Sánchez, 2001)

En cualquiera de las expresiones indicadas para la concentración ambiental del contaminante, el valor de M corresponde a la masa del contaminante realmente captado, por lo cual el valor analítico encontrado deberá corregirse siempre que el coeficiente de recuperación analítico sea inferior a la unidad. La determinación de estos coeficientes se puede realizar mediante procedimientos semejantes a los empleados con el mismo fin en los captadores activos y sus valores suelen facilitarlos también los fabricantes de los dispositivos pasivos. (Sánchez, 2001)

#### *Campo de aplicación*

Debido al mecanismo de los fenómenos de difusión, la captación pasiva de muestras sólo es posible para sustancias en fase gaseosa o de vapor. En consecuencia, el campo de aplicación de los captadores pasivos se centra en la toma de muestras de compuestos volátiles, mayoritariamente de naturaleza química orgánica, cuya presencia en el ambiente sea en estado gaseoso y excluyendo las sustancias que aparezcan, en todo o en parte, en forma de aerosoles. (Sánchez, 2001)

La lista de compuestos específicos que pueden ser captados con estos dispositivos es ya bastante extensa y continúa incorporando nuevas sustancias, por lo que es recomendable acudir a los catálogos de los fabricantes para obtener una información actualizada. (Sánchez, 2001)

No obstante, puede indicarse que, aparte de otras sustancias, prácticamente todos los compuestos muestreables mediante el sistema activo de captación sobre carbón activo también son susceptibles de captación mediante sistema pasivo. (Sánchez, 2001)

Las características de la captación pasiva hacen que la utilización de estos dispositivos sea particularmente ventajosa en los casos en que interesan muestras promediadas a lo largo de un tiempo prolongado, de una a varias horas, así como en aquellas circunstancias en que es preciso evitar la distorsión en el ambiente u operaciones de trabajo que conlleva el muestreo activo, o existe una disponibilidad de espacio muy limitado. (Sánchez, 2001)

#### *Ventajas y limitaciones*

La toma de muestras con captadores pasivos presenta algunas características ventajosas, tales como:

- a.** La simplicidad operativa del sistema y su mínima necesidad de mano de obra.
- b.** La facilidad de su empleo debida a no ser necesarias actividades de mantenimiento y calibración de bombas de aire.
- c.** Posibilidad de tiempos de muestreo prolongados.
- d.** Mínima probabilidad de comisión de errores personales.
- e.** Fiabilidad general del método aceptable.

Asimismo, como limitaciones más importantes cabe señalar:

- a.** La necesidad de tener un conocimiento exacto del caudal equivalente de muestreo para cada contaminante y tipo de captador.
- b.** La invariabilidad del caudal equivalente de muestreo y su valor relativamente bajo.
- c.** La sensibilidad del sistema pasivo a factores ambientales físicos y químicos

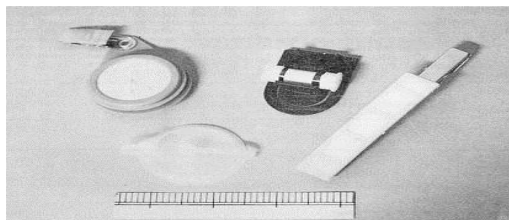
### *Tipos de dispositivos*

La variedad de modelos de muestreadores pasivos disponibles en el mercado es creciente. La diferencia fundamental entre ellos se concreta en los materiales empleados como soportes de captación, que incluyen una amplia gama de sustancias, algunas de las cuales son las mismas que se utilizan en los sistemas activos. En general los captadores pasivos pueden clasificarse en dos tipos: específicos e inespecíficos. Los primeros están diseñados para la captación de un compuesto o un reducido grupo de compuestos en concreto, utilizando un material captador apropiado, que suele actuar por absorción química del analito. (Sánchez, 2001)

Los captadores inespecíficos, en cambio, permiten el muestreo de un conjunto de compuestos muy amplio, utilizando material captador de tipo adsorbente, por lo general. Otra posible distinción entre los muestreadores pasivos se basa en la utilización de una rejilla o placa porosa para cerrar la boca del captador, propia de los dispositivos normales de difusión, o el empleo como cierre de una membrana permeable, característico de los dispositivos que actúan mediante permeación - difusión. (Sánchez, 2001)

En cuanto a la estructura física, se da una cierta variedad de modelos, presentándose con formas circulares, rectangulares o cilíndricas, construidas con materiales diversos, siempre de dimensiones y peso muy reducidos. (Sánchez, 2001)

**Figura N°11:** Estructura física de los diferentes dispositivos



**Fuente:** [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Fichas Técnicas/NTP/Ficheros.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Fichas_Técnicas/NTP/Ficheros.pdf)

### *Condiciones de la toma de muestras*

Debido a las características de los captadores pasivos, la toma de muestras con uno de estos dispositivos sólo admite como variable de elección la duración del muestreo. El valor máximo para este tiempo dependerá del caudal equivalente del contaminante a determinar, de su concentración ambiental estimada y de la capacidad de carga límite  $M_{max}$  del muestreador, debiéndose cumplir la relación:

$$t < \frac{M_{max}}{C \cdot Q}$$

Como ya se ha indicado, el caudal equivalente  $Q$  (o la constante  $K$ ) y también la capacidad de carga límite  $Max$  son datos específicos que debe suministrar el fabricante del dispositivo utilizado. Cuando puedan estar presentes en el ambiente varios contaminantes se deberán considerar especialmente el tiempo de muestreo, para evitar la saturación del captador por el conjunto de los contaminantes o la posible disminución de la capacidad límite para alguno de ellos por la influencia de otro. (Sánchez, 2001)

Un caso frecuente, en el que deberán tenerse en cuenta estas indicaciones, será cuando la humedad ambiental sea alta y se realice una toma de muestras de compuestos poco polares (disolventes u otros compuestos orgánicos) con un dispositivo provisto de captador adsorbente. Otra condición a cumplir en la toma de muestras con dispositivos pasivos es que la masa de aire alrededor del captador no esté en reposo absoluto. Esta situación negativa no es fácil que se produzca en las tomas de muestras personales, pero sí deberá cuidarse en las tomas de muestras de ambiente. (Sánchez, 2001)

Una velocidad frontal del aire mayor de 7 cm/seg. es suficiente para evitar cualquier factor de desviación por este motivo. En cuanto a la influencia de la temperatura, debe tenerse en cuenta que los valores extremos pueden producir ligeras variaciones en los

resultados de los muestreos. En general se considera posible una variación máxima en el valor experimental de la cantidad de analito captada de un 0,2% por cada  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  de diferencia de temperatura. (Sánchez, 2001)

#### *Procedimiento de muestreo*

Los captadores pasivos deben mantenerse en todo momento, aparte del periodo de muestreo, perfectamente cerrados o al abrigo de sus envoltorios de protección. Por esta razón, la apertura y preparación de estos dispositivos deberá realizarse de modo inmediato antes de iniciar la toma de muestras. La elección de los puntos de muestreo y colocación de los captadores pasivos se debe realizar con los mismos criterios empleados con los sistemas activos para asegurar la representatividad de las muestras, cuidando el aspecto ya señalado de evitar los lugares en los que el aire pudiera estar en completo reposo. (Sánchez, 2001)

Transcurrido el periodo de muestreo, se volverá a cerrar los captadores con cuidado, identificándolos adecuadamente y anotando los correspondientes tiempos de muestreo. Debido al hecho de no precisar sistemas de bombeo, ni perturbar de modo apreciable la labor del trabajador, los captadores pasivos son adecuados para realizar muestreos simultáneos con dos o más unidades, a efectos de promediar resultados o resaltar diferencias significativas de exposición o nivel de contaminación ambiental. (Sánchez, 2001)

Esta posibilidad tiene particular interés en situaciones de gran irregularidad en el nivel de presencia del contaminante o de la exposición personal. No obstante, en los casos de toma de muestras simultáneas es recomendable no acumular demasiados dispositivos en una vecindad inmediata, para evitar una captación competitiva que proporcionaría resultados inferiores a los reales. (Sánchez, 2001)



### *Transporte y almacenamiento*

En su manipulación los captadores pasivos deben ser objeto de los mismos cuidados que los dispositivos de muestreo activo. En el caso de los muestreadores que utilizan material de captación por adsorción se deberá cuidar particularmente de la temperatura a la que puedan estar sometidos, recomendándose su conservación en nevera siempre que sea posible. (Sánchez, 2001)

En estas condiciones la estabilidad de los captadores pasivos, debidamente cerrados, es suficiente para la práctica analítica habitual, permitiendo un almacenamiento en nevera de hasta dos semanas sin pérdidas apreciables. Para enviar las muestras al laboratorio deberán tenerse en cuenta las instrucciones generales sobre la toma y envío de muestras, relativas principalmente a la muestra "blanco", al etiquetado e identificación y a la solicitud de análisis. (Sánchez, 2001)

**Figura N°12:** Tubos de difusión



**Fuente:** [https://es.scribd.com/document/350179517/Metodos-de-Medicion-de-La-Calidad-](https://es.scribd.com/document/350179517/Metodos-de-Medicion-de-La-Calidad-Del-Aire)

[Del-Aire](#)

### 2.3 Marco Histórico

En la provincia de Ica recién se va a desarrollar un plan de descontaminación dentro de 5 cinco años por lo que hasta ahora no ha habido una solución con respecto a la contaminación del aire. El crecimiento demográfico acelerado en los centros urbanos ha incrementado la demanda de transporte masivo, cuya oferta no crece en la misma proporción: la infraestructura vial rígida, falta de coordinación interinstitucional y el deficiente dinamismo de la planeación hace que se tomen medidas correctivas, más que preventivas en materia de transporte.

El tráfico y la movilidad, en términos de transporte, son la causa principal de los impactos negativos al ambiente urbano como la contaminación del aire, el ruido, el consumo excesivo de recursos y la ocupación extensiva del espacio. (Díaz, 2014)

Actualmente el sistema de transporte de la ciudad de Ica genera trastornos sociales, ambientales, de infraestructura, de tiempo y de cobertura haciendo que la ciudad se vuelca caótica, desordenada y contaminada. (Díaz, 2014)

En ese sentido, es claro que el actual sistema de transporte de la ciudad de Ica adolece de un plan de manejo integral, que no solo mitigue los problemas actuales de movilización, congestión vehicular y tiempos de viajes, si no que desarrolle las condiciones para operar un sistema de transporte sostenible, donde el público usuario este satisfecho por los servicios que se les presta y que minimice los grandes problemas ambientales y de calidad de vida generados por el sistema actual. (Díaz, 2014)

Sin embargo no todo es bueno, toda vez que el parque automotor vienen generando diferentes problemas en la sociedad como son contaminación ambiental de la atmósfera, y ruidos, congestión vehicular, etc. En el Perú, en el año de 2013 se importaron 130,075 motocicletas nuevas, cantidad mayor en 45.62 por ciento a

las 89,328 unidades importadas en el 2006, que a su vez representó un incremento frente a las 63,229 unidades importadas en el 2014. (Díaz, 2014).

## 2.4 Marco Legal

### ➤ **Constitución Política del Perú Artículo 2°, Inciso 22.**

- Dice que todo ser humano tiene derecho a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

### ➤ **Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 Artículos N° 73, 80.**

- Art.73°.- ARTÍCULO 73.- MATERIAS DE COMPETENCIA MUNICIPAL

La Ley de Bases de la Descentralización establece la condición de exclusiva o compartida de una competencia. Las funciones específicas municipales que se derivan de las competencias se ejercen con carácter exclusivo o compartido entre las municipalidades provinciales y distritales, con arreglo a lo dispuesto en la presente ley orgánica. Dentro del marco de las competencias y funciones específicas establecidas en la presente ley, el rol de las municipalidades provinciales comprende:

a) Planificar integralmente el desarrollo local y el ordenamiento territorial, en el nivel provincial. Las municipalidades provinciales son responsables de promover e impulsar el proceso de planeamiento para el desarrollo integral correspondiente al ámbito de su provincia, recogiendo las prioridades propuestas en los procesos de planeación de desarrollo local de carácter distrital.

- Art.80°.- SANEAMIENTO, SALUBRIDAD Y SALUD

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

1.1 Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.

1.2 Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

➤ **Ley General de Salud Ley N° 26842, Artículos N° 103,104.**

- Art.103°- La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.
- Art.104°- Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. (MINSA, 2013)

➤ **Ley General del Ambiente Ley N° 28611.**

- Artículo I.- Del derecho y deber fundamental

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. (MINAM, 2017)

➤ **Decreto Legislativo N° 1013, Ley de creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.**

- Artículo 7.- Funciones Específicas

- d) Elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante decreto supremo.
  - e) Aprobar los lineamientos, las metodologías, los procesos y los planes para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) en los diversos niveles de gobierno.
  - f) Dirigir el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y el Sistema Nacional de Información Ambiental. (MINAM, 2017)
  - g) Establecer los criterios y procedimientos para la formulación, coordinación y ejecución de los planes de descontaminación y recuperación de ambientes degradados. (MINAM, 2017)
- **Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA CONSIDERANDO: Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la citada Ley; (MINAM, 2017)

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del

grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley, establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas y es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. (MINAM, 2017)

Que, de acuerdo con lo señalado en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo. (MINAM, 2017)

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso; Que, de conformidad con lo establecido en el literal del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo. (MINAM, 2017)

Que, mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM se aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, el cual tiene por objetivo establecer los ECA para Aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos

progresivamente; Que, a través del Decreto Supremo N° 069-2003- PCM, se adiciona el valor anual de concentración de Plomo a los ECA para Aire establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM. (MINAM, 2017)

Que, mediante Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, se aprueban nuevos parámetros y valores en los ECA para Aire y se modifica, entre otros, el valor del Dióxido de Azufre; Que, mediante Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM, se aprueban las disposiciones complementarias para la aplicación del ECA de Aire para el Dióxido de Azufre; Que, a través de la Resolución Ministerial N° 205-2013-MINAM se establecen las cuencas atmosféricas a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2 del Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM. (MINAM, 2017)

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país; Que, en mérito del análisis técnico realizado por el citado Grupo de Trabajo se ha identificado la necesidad de actualizar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para Aire. (MINAM, 2017)

Que, por otro lado, mediante Resolución Suprema N° 768-98-PCM, modificada por Resolución Suprema N° 588- 99-PCM y Resolución Suprema N° 007-2004-VIVIENDA, se creó el Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao, con la finalidad de proponer mecanismos de coordinación interinstitucional y los cambios normativos orientados a la mejora de la calidad del aire de Lima y Callao. (MINAM, 2017)

Resulta necesario que el referido Comité se enmarque dentro de lo dispuesto en el numeral 3 del artículo 36 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, que establece que las Comisiones Multisectoriales de naturaleza permanente son creadas con fines específicos para cumplir funciones de seguimiento, fiscalización, o emisión de informes técnicos. Se crean formalmente mediante decreto supremo refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y los titulares de los Sectores involucrados. Cuentan con Reglamento Interno aprobado por Resolución Ministerial del Sector al cual están adscritas. (MINAM, 2017)

Que, mediante Resolución Ministerial N° 094-2017- MINAM, el Ministerio del Ambiente dispuso la pre publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba los ECA para aire y establece disposiciones complementarias, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, (MINAM, 2017)

El artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo; De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo. (MINAM, 2017)

#### **DECRETA:**

#### **Artículo 1.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire**

Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.



## **Artículo 2.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire como referente obligatorio**

2.1 Los ECA para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios.

2.2 Los ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios. (MINAM, 2017)

## **Artículo 3.- Financiamiento**

El financiamiento para la aplicación de lo dispuesto en la presente norma, se realizará con cargo al presupuesto institucional de los pliegos involucrados, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público. (MINAM, 2017)

## **Artículo 4.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, la Ministra de Salud, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Energía y Minas, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MINAM, 2017)

## **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

### **Primera. - Aplicación de los ECA para Aire en los instrumentos de gestión ambiental aprobados**

La aplicación de los ECA para Aire en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos

correctivos, la aplicación de los ECA para Aire se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial. (MINAM, 2017)

#### **Segunda. - Monitoreo de la calidad del aire Mediante**

Decreto Supremo, a propuesta del Ministerio del Ambiente, en coordinación con las autoridades competentes, se aprobará el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, en un plazo máximo de ciento ochenta (180) días calendario, contados desde la entrada en vigencia del presente dispositivo. En tanto se apruebe el citado Protocolo Nacional, el monitoreo de la calidad del aire se realizará conforme a la normativa vigente. (MINAM, 2017)

## **2.5 Marco Conceptual**

### **Capa de Ozono**

Es una capa protectora de la atmósfera que permite preservar la vida sobre la tierra y actúa como escudo para proteger la tierra de la irradiación ultravioleta.

### **Concentración de Material Particulado**

Es el valor promedio temporal detectado en el aire en microorganismos por metro cúbico normal ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de material particulado.

### **Concentración de Monóxido de Carbono**

El valor promedio temporal detectado en el aire en partes por millón (ppm) o en miligramos por metro cúbico normal ( $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ ). La condición normal corresponde a la presión de 1 atmósfera y a una temperatura de 25 grados Celsius ( $25^\circ\text{C}$ ).

### **Contaminación**

La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente, de manera que puedan ser

nocivos para la salud, seguridad o bienestar humano, la vida animal o vegetal, o impidan el aprovechamiento normal de un ecosistema.

### **Contaminación Atmosférica**

Presencia de contaminantes en la atmósfera, tales como polvo, gases o humo en cantidades y durante períodos de tiempo tales que resultan dañinos para los seres humanos, la vida silvestre y la propiedad. Estos contaminantes pueden ser de origen natural o producidos por el hombre directa o indirectamente.

### **Contaminante**

Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

### **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Es producido directa e indirectamente por la quema de combustibles a altas temperaturas, en el proceso de combustión el nitrógeno se oxida para formar principalmente monóxido de nitrógeno (NO) y en menor proporción dióxido de nitrógeno. El NO se transforma en NO<sub>2</sub> mediante reacciones fotoquímicas.

### **Estándar**

Es un conjunto de reglas que deben cumplir los productos, procedimientos o investigaciones que afirmen ser compatibles con el mismo producto.

### **Estándar de Calidad del aire (ECA)**

Es la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias, químicas o biológicas que se encuentran y se miden en el aire.

**Exposición**

Está determinada por la cantidad de contaminante que estuvo en contacto con una persona, población o medio y el tiempo que dicho contaminante actúa directamente sobre esa persona.

**Fuente de Contaminación Atmosférica Móvil o Fuente Móvil**

Es toda aquella fuente que tiene un elemento propulsor propio (motor), que es capaz de desplazarse entre distintos puntos pudiendo utilizar las vías públicas y que genera contaminantes.

**Material Particulado (MP)**

Es una mezcla de partículas líquidas, sólidas o líquidas y sólidas suspendidas en el aire que difieren en tamaño, composición y origen. El tamaño de las partículas suspendidas en la atmósfera varía en más de cuatro órdenes de magnitud, desde unos pocos nanómetros a decenas de micrómetros.

**Métodos automáticos**

Estos métodos son los mejores en términos de la alta resolución de sus mediciones, permitiéndonos la realización de un monitoreo continuo para concentraciones horarias hasta menores.

**Microgramo ( $\mu\text{g}$ )**

Unidad de masa que corresponde a la millonésima parte de un gramo.

**Monitoreo**

Es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en post de la concesión de sus objetivos.

**Monóxido de Carbono (CO)**

Esta sustancia es producida por la combustión incompleta de carburantes y ciertos procesos biológicos e industriales. Actúa en la sangre suplantando al oxígeno (O<sub>2</sub>) e impidiendo su llegada al cerebro y los músculos, incluyendo el corazón.

**Muestreo activo**

Es un método que bombea un volumen conocido de aire a través de un colector (un filtro a una solución química) por un periodo de tiempo conocido, El colector se remueve del sistema de bombeo y es mas tarde analizado en el laboratorio.

**Muestreo pasivo**

Son métodos de calidad aires confiables y costo efectivo. Son buenos indicadores de la concentración promedio de contaminación en periodos de semanas a meses. Se denomina muestro pasivo porque los equipos de muestreo no tienen sistema de bombeo alguno.

**Óxido de Nitrógeno (NO)**

También conocidos como NO<sub>x</sub>. Son producidos por actividad volcánica, bacteriana, tormentas eléctricas y la combustión a altas temperaturas de combustibles fósiles. Combinados con la luz solar y otros contaminantes forman Ozono.

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

Molécula compuesta por tres átomos de oxígeno. Juega un papel esencial en la protección de los organismos vivos del planeta debido a que en la estratósfera actúa como filtro de la radiación ultravioleta dañina.

**Parámetro**

Es el dato que se considera como imprescindible y orientado para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva.

## CAPÍTULO III

### PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS

#### 3. Metodología

##### 3.1 Hipótesis de la Investigación

###### 3.1.1 Hipótesis General

Existiría una relación significativa entre la calidad atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> y las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

###### 3.1.2 Hipótesis Específicas

**1HE:** Existiría una relación entre las fuentes de emisión y las emisiones de NO<sub>2</sub> encontradas en el parque industrial, 2018.

**2HE:** La medición del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

**3HE:** El desarrollo de las actividades académicas permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

##### 3.2 Variables

###### 3.2.1 Variable Independiente (X): Calidad atmosférica respecto al NO<sub>2</sub>

#### A. Indicadores

- Concentración de NO<sub>2</sub>

#### B. Índices

- Microgramos por metro cúbico (ug/m<sup>3</sup>)

### 3.2.2 Variable Dependiente (Y): Fuentes de emisión

#### A. Indicador

- Fuentes móviles
- Fuentes fijas
- Método Pasivo

#### B. Índices

- Número de vehículos
- Número de fuentes fijas
- Concentración del NO<sub>2</sub>

### 3.3 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación

#### 3.3.1 Tipo de la Investigación

**Aplicada:** Es aplicada porque se usaron leyes conocidas en el presente proyecto

**Experimental:** Es experimental porque se tomó en cuenta los siguientes pasos: observar hipótesis (posibles resultados), experimentación (comprobar con el método pasivo), luego analizar los resultados que se va obtener y por ultimo las conclusiones.

#### 3.3.2 Nivel de la Investigación

**Descriptivo:** Es descriptivo porque el proyecto de investigación describió el Método Pasivo (captador) para qué está hecho, las partes que tiene y su utilidad.

**Explicativo:** Es explicativo porque en el proyecto de investigación se explicó con leyes y se explica cómo se desarrolla.

**Aplicativo:** Es aplicativo porque en esta investigación se aplicó conocimientos adquiridos y existentes para proponer una alternativa de determinar la concentración de gas contaminante( $\text{NO}_2$ ), a través del Método Pasivo ya que existe un problema existente para que puedan tomar las medidas de poder controlarlo o minimizarlo.

### 3.3.3 Diseño de la Investigación

**No experimental:**

Porque no se manipuló la variable, se observa el fenómeno (contaminación) tal como se da en su contexto natural.

El procedimiento que se siguió es el siguiente:

- Se definió el ámbito de la investigación
- Se elaboró la red de monitoreo
- Se definió el parámetro de monitoreo
- La frecuencia de monitoreo
- Se seleccionó el método de monitoreo (método pasivo – tubos difusores)
- Las muestras capturadas en los tubos difusores según el protocolo se entregaron al laboratorio especializado para que se analice.
- El resultado se analizó e interpretó, tomando en consideración los factores que influyeron como el clima.
- Luego se contrastó con las normas de la calidad atmosférica (ECA-Aire).
- El resultado sirvió para contrastar la hipótesis formulada
- Si hace falta reajustar se vuelve hacer los análisis, haciendo los ajustes.



### 3.4 Método

#### 3.4.1 Método de la Investigación

**Comparativo:** Es comparativo porque analizó las ideas y hechos en el presente proyecto de investigación.

**Científico experimental:** Los pasos del método científico me fueron útil para determinar la concentración de NO<sub>2</sub> que son dañinos para las personas.

### 3.5 Cobertura del Estudio de la Investigación

#### 3.5.1 Universo de la Investigación

Parque Industrial de Ica

#### 3.5.2 Población de la Investigación

La atmósfera de la superficie del Parque Industrial

#### 3.5.3 Muestra de la Investigación

Muestra 1 m<sup>3</sup> de aire

### 3.6 Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos

#### 3.6.1 Técnicas de la Investigación

- Monitoreo de la calidad de aire según protocolo del MINAM
- Análisis en laboratorio acreditado
- Consulta a expertos

#### 3.6.2 Instrumentos de la Investigación

- Fotos
- Tubos difusores
- Informes de laboratorio

#### Evaluación de resultados

Se empleará procedimientos operativos estándar; en este último sentido, describe todos los aspectos de un método de análisis (utilizando a menudo un formato

prescrito por la ISO) que permitirá a otro analista repetir el análisis en el futuro. Suele comprender secciones tales como Introducción, Principios, Seguridad, Ámbito de aplicación, Toma de muestras, Reactivos, Patrones, Aparatos, Procedimientos, Cálculo y Control de calidad.

### **3.6.3 Fuentes de Recolección de Datos**

- <http://conceptodefinicion.de/aire/>
- <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>

## CAPÍTULO IV

### ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN

##### a) Ubicación de la red de monitoreo

La investigación se circunscribe en el parque industrial de la ciudad de Ica.

En la que se señala la red de monitoreo:

**Tabla N°1: Puntos de Monitoreo**

<b>Punto</b>	<b>Dirección</b>	<b>N° de tubos pasivos</b>
1	Hotel El Carmelo	3
2	Complejo deportivo de la UAP	3
3	Colegio Innova School	3
4	Patio central de la UAP	3

**Fuente:** Elaboración propia del autor

Estos puntos son elegidos tomando en cuenta:

-La presencia de personas que podrían estar afectadas al NO<sub>2</sub>, como es el caso de los estudiantes de la universidad Alas Peruanas, estudiantes del colegio INNOVA

SCHOOL, personal del SENAMHI. SENASSA, y público en general que acude al parque industrial.

-La alta circulación de vehículos en días de actividad académica

-La presencia de fuentes fijas que hay dentro del área de investigación

-La dirección del viento

-Los puntos están ubicados en los extremos del parque industrial (formando un rectángulo), porque se quiere tener bajo control toda el área.

Como se muestra en la figura N°13

**Figura N°13:** Imagen de Parque Industrial de Ica



**Fuente:** [https://www.google.com/maps/search/complejo+uap+ica/@-14.0511939,-](https://www.google.com/maps/search/complejo+uap+ica/@-14.0511939,-75.7492672,17z)

[75.7492672,17z](https://www.google.com/maps/search/complejo+uap+ica/@-14.0511939,-75.7492672,17z)

**Figura N°14:** Imagen señalando los puntos de monitoreo



Fuente: <https://www.google.com/maps/search/complejo+uap+ica/@-14.0520786,-75.7467781,797m/data=!3m1!1e3>

#### **b) Instalación de los tubos de difusión**

Los muestreadores pasivos, tubos de difusión se colocaron en los puntos indicados siguiendo los siguientes criterios:

- Seguridad de que no lo saquen o destruyan por alguna razón
- De 2 a 3 metros de altura sujeta en postes existentes dentro de los sitios elegidos.
- Se dejó por 2 meses, manteniendo durante ese tiempo un monitoreo permanente.

**Figura N°15:** Tubos de difusión complejo deportivo UAP



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°16:** Instalación de los tubos de difusión



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°17:** Tubos de difusión Patio central de la UAP



**Fuente:** Elaboración propia del autor

### c) Parámetro químico

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es la que se monitoreo en esta investigación a través de los difusores de gases.

### d) Parámetros climatológicos

Los factores climáticos como la temperatura, precipitación, humedad relativa y dirección y velocidad del viento que influyen en el comportamiento del contaminante en la zona de investigación son las proporcionadas por SENAMHI -Ica, de la estación de San Camilo, distrito de Parcona.

**Tabla N°2:** Estación meteorológica San Camilo

ESTACION	TIPO	FUENTE	COORDENADAS		ALTITUD (msnm.)	UBICACIÓN			PERIODO REGISTRO	VARIABLES
			Latitud Sur	Longitud Oeste		DPTO.	PROVINCIA	DISTRITO		
San Camilo	MAP	SENAMHI	14°04'	75°43'	398	Ica	Ica	Parcona	1995 - 2001 1999 - 2001	EVA, HS HR

**Fuente:** SENAMHI -Ica, de la estación de San Camilo, distrito de Parcona.

- **Temperatura:**

La temperatura media anual de la ciudad de Ica es de 23° C, la máxima es de 27,4°C y la mínima de 13,6° C. La temperatura máxima extrema llega a 33,6° C en el mes de marzo y la mínima extrema llega a 9,8° C en el mes de agosto.

**Tabla N°3:** Temperatura Máxima y Mínima (°C)

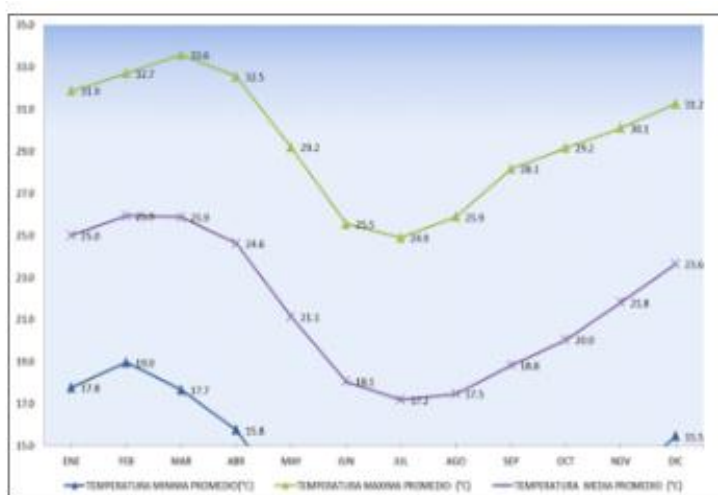
TEMPERATURA MAXIMA (°C)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	32.7	33.8	34.0	33.0	29.2	26.4	26.1	27.5	s/d	29.7	29.7	32.0
2014	32.7	34.2	33.9	31.8	27.8	25.4	25.8	27.2	28.2	29.9	30.6	31.5
2015	31.9	32.3	33.2	33.0	29.8	27.0	26.3	26.2	28.4	29.5	29.9	32.0
2016	32.2	33.6	34.3	33.1	31.3	28.3	26.2	27.2	28.9	29.8	31.9	32.2
2017	32.7	34.4	34.5	32.4	29.5	26.1	24.5	25.4	27.2	31.2	31.1	31.4
2018	33.0	32.5	32.6	31.7	29.7							

**Fuente:** SENAMHI -Ica, de la estación de San Camilo, distrito de Parcona.

TEMPERATURA MINIMA (°C)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	16.2	17.7	16.5	13.1	10.9	9.6	9.3	8.8	10.2	10.6	11.3	15.1
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	10.5	11.3	11.6	13.3	14.0	15.9
2015	17.4	20.0	19.5	17.3	14.2	12.6	11.7	11.6	12.8	14.2	14.5	16.6
2016	17.5	20.1	19.5	17.0	13.7	11.0	11.6	11.4	12.1	12.8	13.5	15.2
2017	20.2	20.5	20.2	17.0	15.4	12.7	11.2	10.6	11.6	12.6	12.7	14.6
2018	18.1	18.8	19.1	16.7	14.3							

**Fuente:** SENAMHI -Ica, de la estación de San Camilo, distrito de Parcona.

**Gráfico N°2:** Variación de la Temperatura Ica Periodo 2008 - 2012



**Fuente:** SENAMHI. Estación San Camilo – Distrito de Parcona.

Parámetro: Temperatura máxima mensual (°C), Temperatura mínima mensual (°C)

Dirección y velocidad de viento (m/s), Precipitación Total (mm)

Latitud: 14°04'

Longitud: 75°42'

Altitud: 419msnm



- **Precipitación:**

Las precipitaciones son mínimas en la parte baja del valle, siendo las de mayor intensidad en la parte alta y media de la cuenca del río Ica.

**Tabla N°4:** Precipitación Total (mm)

PRECIPITACION TOTAL(mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	7.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2015	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.3	0.2
2016	T	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0
2017	35.7	1.2	1.2	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018	0.0	1.1	0.0	2.0								

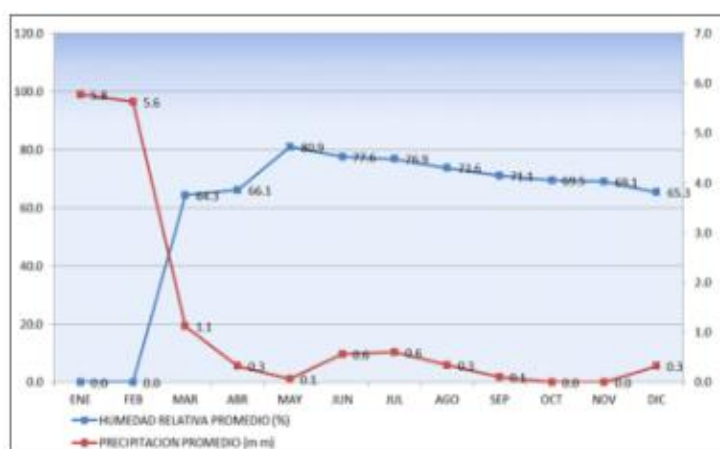
**Fuente:** SENAMHI, estación de San Camilo, distrito de Parcona.

- **Humedad relativa**

Mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada. La Humedad relativa se puede medir con un higrómetro.

El promedio anual de la humedad relativa de la ciudad de Ica según los resultados obtenidos durante los años 2008 y 2012 de la estación meteorológica del SENAMHI son de 79 %.

**Gráfico N°3:** Humedad Relativa Promedio vs Precipitación



**Fuente:** SENAMHI. Estación San Camilo – Distrito de Parcona

- **Dirección, Velocidad y Variabilidad del Viento**

La máxima velocidad media mensual del viento registrada por SENAMHI en la estación de San Camilo es de 6.6 m/s en el mes de Mayo y la menor velocidad de 1.2 m/s durante los meses de invierno. La dirección predominante es de Sur - Este para la ciudad de Ica.

**Tabla N°5:** Predominancia del Viento y Velocidad Media Mensual Multianual

AÑO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	SE-2.0	SE-2.1	SE-2.3	SE-2.6	SE-3.0	SE-2.7	SE-2.7	SE-2.9	SE-2.9	SE-2.7	SE-2.5	SE-2.2
2009	NW-3.9	SE-4.5	SE-4.2	SE-4.1	SE-3.6	SE-4.2	SE-4.8	SE-5.2	SE-6.0	SE-5.8	SE-5.8	SE-5.9
2010	SE-5.9	SE-6.6	SE-6.3	SE-6.1	SE-6.1	SE-6.1	SE-6.4	SE-6.1	SE-6.8	SE-6.6	SE-6.0	SE-5.8
2011	SE-5.6	SE-5.3	SE-5.8	SE-6.4	SE-6.6	SE-4.6	SE-4.9	SE-5.6	SE-6.3	SE-6.2	SE-6.0	SE-6.0
2012	S/D	S/D	SE-2.6	SE-2.0	NW-1.8	SE-1.3	SE-1.2	SE-2.1	NW-2.1	SE-2.8	SE-2.9	NW-3.0

**Fuente:** SENAMHI. Estación San Camilo – Distrito de Parcona

**Tabla N°6:** Dirección y velocidad de viento 7horas (m/s) 2013-2018

DIRECCION Y VELOCIDAD DE VIENTO 07 HORAS (m/s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	C-0	SE-0.8	SE-0.7	SE-1.0	SE-0.6	SE-1.2	SE-1.5	SE-1.2	SE-1.0	SE-1.2	SE-0.8	C-0
2014	C-0	SE-0.6	SE-0.5	SE-1.6	SE-1.8	SE-2.1	SE-2.1	SE-1.0	SE-1.9	SE-1.0	SE-1.3	SE-1.0
2015	SE-1.1	SE-1.6	SE-0.8	SE-0.8	SE-0.7	SE-1.1	C-0	SE-1.0	SE-0.9	SE-1.1	SE-1.0	SE-1.3
2016	C-0	S/D	SE-0.7	SE-0.9	SE-0.8	SE-1.3	SE-1.4	SE-1.6	SE-0.9	C-0	C-0	S/D
2017	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	SE-0.7	SE-0.7	C-0	C-0	C-0	C-0
2018	C-0	C-0	C-0	C-0	SE-1.0							

**Fuente:** SENAMHI. Estación San Camilo – Distrito de Parcona

**Tabla N°7:** Dirección y velocidad de viento 13horas (m/s) 2013-2018

DIRECCION Y VELOCIDAD DE VIENTO 19 HORAS (m/s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	NW-3.1	SE-3.1	SE-3.7	SE-3.2	SE-2.4	SE-3.0	SE-2.6	SE-2.8	SE-2.6	SE-2.9	NW-2.3	SE-2.8
2014	SE-2.4	SE-2.4	SE-2.0	SE-2.8	SE-2.3	SE-3.1	SE-1.9	SE-2.3	SE-2.5	SE-1.9	SE-2.6	SE-2.7
2015	SE-2.7	SE-4.0	SE-3.4	SE-2.3	SE-2.3	SE-1.6	SE-5	SE-1.3	SE-2.5	SE-2.7	SE-3.2	SE-2.8
2016	SE-3.1	S/D	SE-2.9	SE-3.0	SE-2.1	SE-2.1	SE-1.8	SE-2.0	SE-1.8	SE-2.0	SE-2.1	S/D
2017	SE-2.2	SE-1.6	SE-2.2	SE-2.2	SE-1.8	SE-1.2	SE-2.1	SE-2.3	SE-3.0	SE-1.0	SE-9	SE-6
2018	SE-8	SE-9	SE-1.4	SE-2.1	SE-2.0							

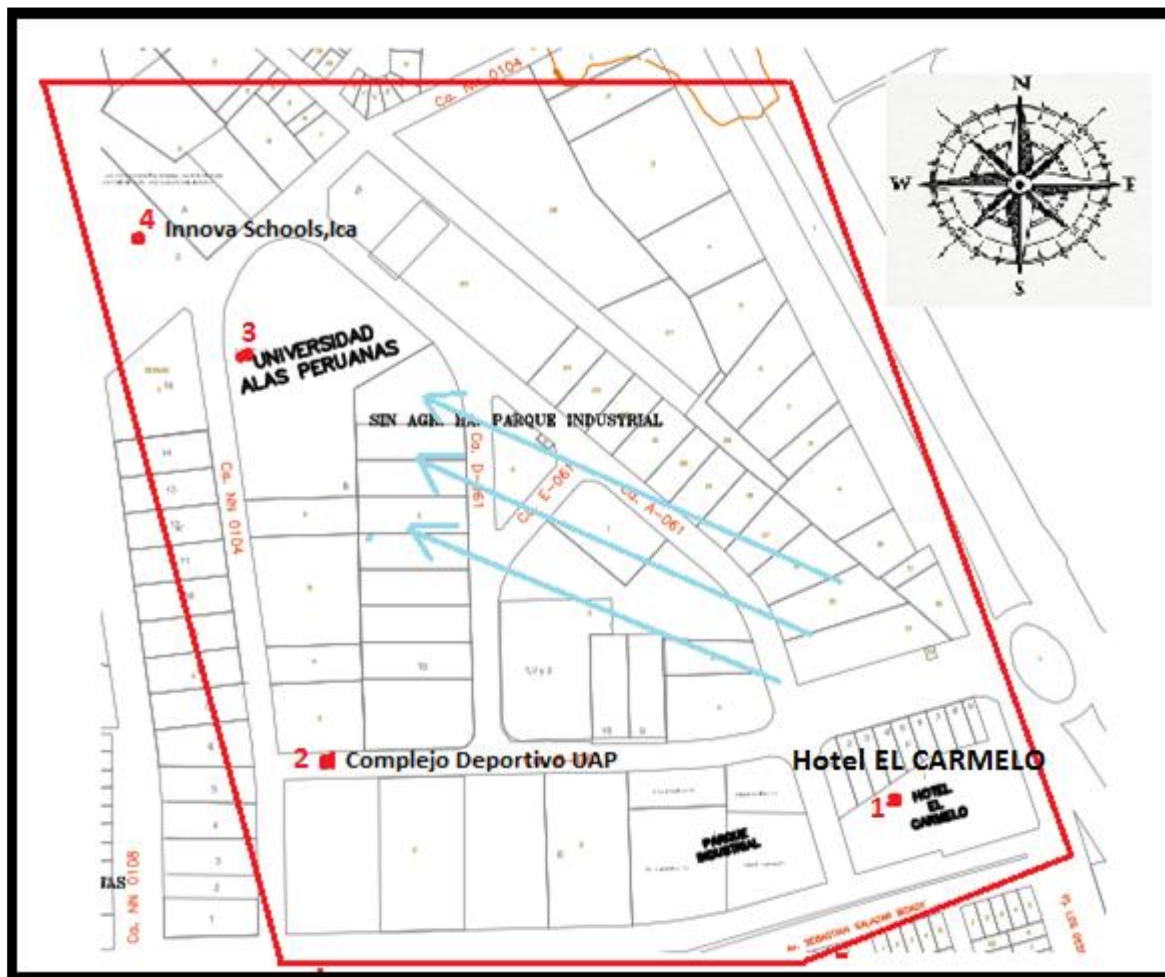
**Fuente:** SENAMHI. Estación San Camilo – Distrito de Parcona.

**Tabla N°8:** Dirección y velocidad de viento 19horas (m/s) 2013-2018

DIRECCION Y VELOCIDAD DE VIENTO 19 HORAS (m/s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	NW-3.1	SE-3.1	SE-3.7	SE-3.2	SE-2.4	SE-3.0	SE-2.6	SE-2.8	SE-2.6	SE-2.9	NW-2.3	SE-2.8
2014	SE-2.4	SE-2.4	SE-2.0	SE-2.8	SE-2.3	SE-3.1	SE-1.9	SE-2.3	SE-2.5	SE-1.9	SE-2.6	SE-2.7
2015	SE-2.7	SE-4.0	SE-3.4	SE-2.3	SE-2.3	SE-1.6	SE-5	SE-1.3	SE-2.5	SE-2.7	SE-3.2	SE-2.8
2016	SE-3.1	S/D	SE-2.9	SE-3.0	SE-2.1	SE-2.1	SE-1.8	SE-2.0	SE-1.8	SE-2.0	SE-2.1	S/D
2017	SE-2.2	SE-1.6	SE-2.2	SE-2.2	SE-1.8	SE-1.2	SE-2.1	SE-2.3	SE-3.0	SE-1.0	SE-9	SE-6
2018	SE-8	SE-9	SE-1.4	SE-2.1	SE-2.0							

**Fuente:** SENAMHI. Estación San Camilo – Distrito de Parcona.

**Figura N°18:** Croquis del parque Industrial de Ica con la dirección del viento y los puntos de monitoreo



**Fuente:** Elaboración propia del autor

#### e) Protocolo

En las fichas de protocolo se anotó el código del muestreador (código PASSAM), el punto de muestreo, la fecha y hora de inicio de la medición, la fecha y hora del final de la medición.

**Tabla N°9:** Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) Muestreadores pasivos

Lugar de muestreo	Código Passam	Inicio			Fin		
		Fecha	Hora	Responsable	Fecha	Hora	Responsable
Punto 1 (Hotel El Carmelo)	Pasam1	17-09-18	14:35	Ruth Carbajal	19-11-18	16:30	Ruth Carbajal
	Pasam2						
	Pasam3						
Punto 2(Complejo Deportivo UAP)	Pasam4	17-09-18	15:05	Ruth Carbajal	19-11-18	16:50	Ruth Carbajal
	Pasam5						
	Pasam6						
Punto3 (Innova Schools)	Pasam7	17-09-18	15:30	Ruth Carbajal	19-11-18	17:10	Ruth Carbajal
	Pasam8						
	Pasam9						
Punto 4(Patio de la UAP)	Pasam10	17-09-18	16:15	Ruth Carbajal	19-11-18	17:30	Ruth Carbajal
	Pasam11						
	Pasam12						

**Fuente:** Elaboración propia del autor

Culminado el periodo de monitoreo los tubos difusores (12) con la muestra capturada se envió al laboratorio (Alemania) para la determinación de la concentración del NO<sub>2</sub>

## 4.2 PRESENTACION DE RESULTADOS Y CONTRASTACION DE HIPOTESIS

### 4.2.1 Inventario de fuentes de emisión

#### a) Fuentes fijas

Las actividades identificadas en el parque industrial son:

**Tabla N°10:** Fuentes Fijas

Fuentes Fijas	Cantidad	Rubro
Grifos	1	Ventas de combustibles
Aserraderos	3	Trabajo en madera
Taller soldaduras	1	Trabajo en metálicos y pinturas
Refinería de aceite (ALSOL)	1	Fábrica de aceite comestible

**Fuente:** Elaboración propia del autor

**b) Fuentes móviles**

Se muestra como referencia el inventario del parque vehicular proporcionado por la municipalidad de Ica.

**Tabla N°11:** Parque vehicular- Departamento de Ica

DEPARTAMENTO	CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR AÑO (2004-2012)								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ICA	22 692	22 753	22 834	23 170	25 498	25 691	26 135	26 419	26 551

**Fuente:** Elaboración OGPP - Oficina Nacional de Estadística

Para los fines de esta investigación se realizó el inventario de los vehículos que ingresan al parque industrial, lo que se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla N°12:** Inventario vehicular en el Parque Industrial de Ica con actividad académica Día: 14/09/18 - Hora: 07:30am -18:00hrs

Categoría Vehicular	N° de Vehículos
Ticos	1150
Autos	222
Camioneta	223
Moto Lineal	191
Mototaxi	1465

**Fuente:** Elaboración propia por el autor

#### 4.2.2 Contrastación de Hipótesis Específica 1

**H0** = Existiría una relación entre las fuentes de emisión y las emisiones de NO<sub>2</sub> encontradas en el parque industrial de Ica, 2018

**H1** = No existiría una relación entre las fuentes de emisión y las emisiones de NO<sub>2</sub> encontradas en el parque industrial de Ica, 2018.

En el marco teórico de esta investigación se sostiene que las fuentes de formación del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), son las fuentes fijas y móviles, quienes a través de la combustión interna del petróleo y sus derivados generan dichas sustancias.

En la tabla N°10 fuentes fijas se observan que hay una refinería de aceite (ALSOL) que utiliza el petróleo para la generación de energía para su proceso productivo, en consecuencia, genera emisiones de NO<sub>2</sub>.

Así mismo se muestra en cuadros N°11 y N°12 de inventarios del parque vehicular de Ica y del parque industrial, zona de la investigación, que también son fuentes de emisión de NO<sub>2</sub>.

**Con lo cual se acepta la Hipótesis Específica 1, que afirmar que, si existe relación entre las fuentes de emisión y las emisiones de NO<sub>2</sub> encontradas en el parque industrial de Ica, 2018.**

### 4.2.3 Medición del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos

**Tabla N°13: Resultados de Análisis de NO<sub>2</sub>**

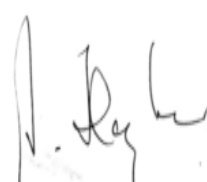
<b>Dioxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) medida por colector pasivo</b>																	
							método de muestreo: tubo pasivo				método de análisis: Saltzmann SP01						
Peru																	
Cliente: Protransporte							Periodo 17/09/2018 hasta 16/11/2018										
Projekt: Septiembre, Octubre y Noviembre 2018							Fecha de análisis: 07.01.2019		Analyste: IA Blanco		0.009		Color reactivo: 11.12.2018		tasa 9°C		0.8536 ml/min
lugar codigo PEK	inicio		fin		tiempo decimal	PEK codigo	absorción bruto			concentración ug/m3			media ug/m3	desviación estándar			
	fecha	hora	fecha	hora			valor 1	codigo	valor 2	codigo	valor 3	valor 1			valor 2	valor 3	
Punto 1 Hotel Carmelo	17/09/2018	14:35	16/11/2018	09:30	1434.92	1	0.342	cobweb			2 x color reactivo	20.0			20.0		
Punto 1 Hotel Carmelo	17/09/2018	14:35	16/11/2018	09:30	1434.92	2	0.371				2 x color reactivo	21.8			21.8		
Punto 1 Hotel Carmelo	17/09/2018	14:35	16/11/2018	09:30	1434.92	3	0.377				2 x color reactivo	22.2			22.2		
Punto 2 UAP Complejo Deportivo	17/09/2018	15:05	16/11/2018	10:00	1434.92	4	0.335					9.8			9.8		
Punto 2 UAP Complejo Deportivo	17/09/2018	15:05	16/11/2018	10:00	1434.92	5	0.324					9.5			9.5		
Punto 2 UAP Complejo Deportivo	17/09/2018	15:05	16/11/2018	10:00	1434.92	6	0.305					8.9			8.9		
Punto 3 Innova Schools	17/09/2018	15:30	16/11/2018	10:30	1435.00	7	0.471					13.9			13.9		
Punto 3 Innova Schools	17/09/2018	15:30	16/11/2018	10:30	1435.00	8	0.486					14.4			14.4		
Punto 3 Innova Schools	17/09/2018	15:30	16/11/2018	10:30	1435.00	9	0.481					14.2			14.2		
Punto 4 UAP Patio	17/09/2018	16:15	16/11/2018	11:00	1434.75	10	0.321					9.4			9.4		
Punto 4 UAP Patio	17/09/2018	16:15	16/11/2018	11:00	1434.75	11	0.341					10.0			10.0		
Punto 4 UAP Patio	17/09/2018	16:15	16/11/2018	11:00	1434.75	12	0.282					8.2			8.2		

Fecha de entrada: 04.01.2019

límite de detección 0.4 ug/m<sup>3</sup> 14 días  
Incertidumbre www.passam.ch/products.htm

Los valores son solo representativas para el lugar de medida inmediato. Conclusiones para lugares más lejos con reserva.  
Los datos son parte de una seria a largo plazo y no es permitido de publicar en extracto sin permisión de passam S.A.

Probado: CP

Abierto: 

**Fuente:** Laboratorio Passam-Suiza



#### 4.2.4 Contrastación de la Hipótesis Específica 2

**H<sub>0</sub>** = La medición del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

**H<sub>1</sub>** = La medición del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos NO permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

De la tabla N°13 de resultados del análisis de la muestra enviada al laboratorio (Passam S.A – Suiza), se observa valores de NO<sub>2</sub> en la columna de concentraciones para las 12 muestras que se colocaron en la red de monitoreo; donde se observa también que los valores están por debajo de 22.2ug/m<sup>3</sup> y comparando con los estándares de calidad atmosféricos del Perú (ECA-2017) se concluye que no existe contaminación de NO<sub>2</sub> en el parque industrial de Ica.

Como he sostenido en el marco teórico que la producción de NO<sub>2</sub> viene de la combustión de energías fósiles (combustible derivado de petróleo) queda demostrada que las fuentes indicadas en el parque son las responsables de la presencia del contaminante NO<sub>2</sub>.

**Con lo cual se acepta la Hipótesis Específica 2, que afirma que La medición del NO<sub>2</sub> a través de los métodos pasivos permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.**

#### 4.2.5 Inventario de fuentes de emisión de NO<sub>2</sub> sin actividad académica

**Tabla N°14:** Inventario vehicular en el Parque Industrial de Ica

**Día: 07/01/19 - Hora: 07:30am -18:00hrs**

Categoría Vehicular	N° de Vehículos
Ticos	61
Autos	35
Camioneta	25
Moto Lineal	48
Mototaxi	87

**Fuente:** Elaboración propia por el autor

**Tabla N°15:** Cálculo de emisiones de NO<sub>2</sub> sin actividad académica

Categoría vehicular	Tamaño del motor	n° de vehiculos	E(PST) Tn/año	E(SO <sub>2</sub> ) Tn/año	E(NO <sub>x</sub> ) Tn/año	E(CO) Tn/año	E(COV) Tn/año
Ticos	796 cc	61	2.93	0.10	8.29	71.50	9.94
Autos (taxis)	>2000cc	35	0.85	0.04	3.03	18.16	2.27
Camionetas	>2000CC	25	0.44	0.02	1.55	9.26	1.16
Moto lineal	>50cc dos tiempos	48	21.33	0.10	8.91	1,750.80	1,050.48
Mototaxi	199 cc GLP/4tiempos	87	61.21	0.27	25.58	5,024.42	3,014.65
					<b>47.37</b>		

**Fuente:** Elaboración propia por el autor

**Tabla N°16:** Cálculo de emisiones de NO<sub>2</sub> con actividad académica

Categoría vehicular	Tamaño del motor	n° de vehiculos	E(PST) Tn/año	E(SO <sub>2</sub> ) Tn/año	E(NO <sub>x</sub> ) Tn/año	E(CO) Tn/año	E(COV) Tn/año
Ticos	796 cc	1150	55.29	1.91	156.34	1,348.00	187.49
Autos (taxis)	>2000cc	222	5.41	0.26	19.24	115.17	14.43
Camionetas	>2000CC	223	3.88	0.18	13.80	82.63	10.35
Moto lineal	>50cc dos tiempos	191	84.87	0.38	35.47	6,966.71	4,180.02
Mototaxi	199 cc GLP/4tiempos	1465	1,030.66	4.61	430.72	84,606.57	50,763.94
					<b>655.58</b>		

**Fuente:** Elaboración propia por el autor

#### 4.2.6 Contrastación de la Hipótesis Específica 3

**H<sub>0</sub>** = El desarrollo de las actividades académicas permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018

**H<sub>1</sub>** = El desarrollo de las actividades académicas NO permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

En la tabla N°14 del Inventario vehicular en el parque industrial de Ica, realizada el día 07 de enero del 2019, fecha donde las labores académicas entraron en suspensión por la culminación académica, se observa que el número de vehículos por categoría ha disminuido (Tabla N°14) sustancialmente respecto al inventario realizada en fecha donde había labores académicas 14 de setiembre del 2018 (Tabla N°12).

Así mismo se calculó las emisiones de NO<sub>2</sub> con actividad y sin actividad académica, observando los valores de la concentración de NO<sub>2</sub> para el caso de sin actividad académica igual a 47.37 Tn/Año y con actividad académica es 655.58 Tn/Año.

Comparando con la ECA del aire se afirma que la concentración de NO<sub>2</sub> en el parque industrial no sobrepasa niveles.

**Con lo cual se acepta la Hipótesis Especifica 3, que afirma que el desarrollo de las actividades académicas permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.**

## CONCLUSIONES

- 1- Del inventario de fuentes de emisión de NO<sub>2</sub> realizado en el parque industrial se precisa que existen actividades que son fuentes de emisión de NO<sub>2</sub>, como la refinería de aceite (ALSOL S.A.) y el parque automotor que se muestra según su categoría y cantidad en las tablas N° 12 y 14.
- 2- De acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio de Suiza se puede observar los valores de NO<sub>2</sub> (tabla N°13) en la columna de concentración de NO<sub>2</sub>, valores para las 12 muestras que se colocaron en las red de monitoreo, obteniéndose valores que oscilan entre 8.2 a 22.2 ug/m<sup>3</sup>, con lo que se concluye que si hay NO<sub>2</sub> en el ámbito de la investigación.
- 3- De los inventarios realizados sin actividad académica y con actividad académica se puede concluir que sin actividad académica el número de vehículos de transporte es mucho menor (Tabla N°14) que con actividad Académica (tabla N°12.)
- 4- También se puede concluir que hay una estrecha relación entre la cantidad de vehículos con la cantidad de emisiones de NO<sub>2</sub> en la zona de investigación, como se demuestra en los cuadros N°15 y 16.
- 5- De todo lo antes indicado se concluye que en la zona de investigación la concentración de NO<sub>2</sub> está por debajo de los valores de 200ug/m<sup>3</sup>/hr y 100 ug/m<sup>3</sup>/año-ECA-Perú.
- 6- Toda la información de este proyecto de investigación queda a disposición de todos los interesados con la intención de que haya investigaciones futuras que puedan mejorar el proyecto presentado.

## RECOMENDACIONES

1. Las fuentes fijas como la refinería de aceite ALSOL.SA se propone que disminuyan en cuanto a sus actividades que generan fuentes de emisión y también disminuir el flujo de vehículos en el parque industrial.
2. Se sugiere a los alumnos de cursos de investigación o autoridades que se continúe haciendo un monitoreo (Método Pasivo) en el parque industrial de Ica durante un periodo más amplio y compararlos con los ECAs para saber si sobrepasan o no lo permitido.
3. En el parque industrial la pista genera polvo y a la vez se disminuye la velocidad por lo que demora el tránsito vehicular y genera más combustible y sería conveniente gestionar en cuanto a su mejoramiento.
4. Los buses de servicio de la universidad Alas Peruanas debe entrar en funcionamiento para así no contribuir a la contaminación de NO<sub>2</sub> en el parque Industrial de Ica.
5. En la zona de investigación (Parque Industrial de Ica) se recomienda la implementación de transportes masivos para que así sea mínimo el NO<sub>2</sub>.
6. Sugerir a los docentes y alumnos en los cursos de investigación informarse sobre este proyecto de investigación a fin de que pudieran tener alguna iniciativa en cuanto a su mejoramiento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.** C.K. Varshney, A.P. Singh, "Tubos pasivos para el monitoreo de NO<sub>2</sub>: una revisión crítica". The Environmentalist, vol. 23,2003.
- 2.** D. Krochmal, A. Sánchez, "Un método de determinación de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en el aire ambiente mediante el uso de muestreadores pasivos y cromatografía de iones", Ambiente Atmosférico, vol. 31, pp. 3473 - 3479,2001.
- 3.** D. Shooter, Diensen, 2018"Dióxido de nitrógeno y su determinación en la atmósfera: un método simple para estudiar las concentraciones de contaminación ambiental", Revista de monitoreo ambiental.
- 4.** Heidelore Fliedler, Instructivo para el uso de los captadores pasivos según el cronograma establecido,2010.
- 5.** M. R. Heal Velasco, "Sobreestimación del dióxido de nitrógeno urbano por tubos pasivos de difusión: una exposición comparativa y estudio modelo", Ambiente Atmosférico, vol. 33, pp. 513-524, 2001.

## LINCOGRAFÍA

- <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>
- <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/1556/4481>
- <http://conceptodefinicion.de/aire/>
- <https://www.lenntech.es/faq-calidad-del-aire.htm>
- <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/contaminante.htm>
- [https://prezi.com/raj9v7x8e2e\\_/contaminacion-del-aire-producido-por-las-fabricas/](https://prezi.com/raj9v7x8e2e_/contaminacion-del-aire-producido-por-las-fabricas/)
- <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/ContamAut.htm>
- <https://ucontinental.edu.pe/medios-uc/medios-impresos/el-sol/70-contaminacion-aire-producto-del-parque-automotor/>
- <https://gestion.pe/economia/indecopi-multaria-s-1-6-millones-empresas-importen-vehiculos-tecnologia-euro-iv-230344>
- [http://www.crana.org/es/contaminacion/mas-informacion\\_3/axidos-nitrigeno-nox-no2](http://www.crana.org/es/contaminacion/mas-informacion_3/axidos-nitrigeno-nox-no2)
- <https://es.scribd.com/document/350179517/Metodos-de-Medicion-de-La-Calidad-Del-Aire>
- <http://www.minam.gob.pe/el-ministerio/organismos-adscritos/senamhi/>
- <http://www.carder.gov.co/index.php/web/es/fuentes-fijas>
- <https://prezi.com/kzyt20j6owfi/fuentes-de-emisiones-fijas-y-moviles/>
- [http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5\\_8080/ibi\\_apps/WFServlete5c8.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlete5c8.html)
- <http://www.enperu.org/cual-es-el-clima-en-ica-clima-altitud-viajar-por-sitios-turisticos-su-clima-pronostico.html>
- <http://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/1-%20Principios%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf>

- <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCQ/sites/default/files/articulos/CQ-2009-1-023-025.pdf>
- [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/protocolo\\_calidad\\_de\\_aire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/protocolo_calidad_de_aire.pdf)
- <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- [http://oa.upm.es/42971/1/TFG\\_LAURA\\_CRESPO\\_BARTOLOME.pdf](http://oa.upm.es/42971/1/TFG_LAURA_CRESPO_BARTOLOME.pdf)
- <http://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/1-%20Principios%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf>
- [http://www.ciu.com.uy/innovaportal/file/42609/1/gesta\\_aire\\_web\\_dinama\\_fuentes\\_moviles.pdf](http://www.ciu.com.uy/innovaportal/file/42609/1/gesta_aire_web_dinama_fuentes_moviles.pdf)
- <http://pe.globedia.com/que-es-la-trietanolamina-y-en-que-se-utiliza>



**ANEXOS**

**Matriz de consistencia**

**Título:** Determinación de la Calidad Atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> y su relación con la fuente de emisión del parque industrial de Ica, 2018.

**Nivel:** Descriptivo, Explicativo y Aplicativo

**Tipo:** Aplicada, Experimental

**Método:** Comparativo, Científico Experimental

**Diseño:** No experimental

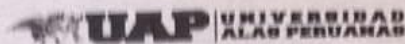
**Apellido y Nombre:** Carbajal Ramos Ruth

	<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>Dimensiones e Indicadores</b>
<b>P R I N C I P A L</b>	¿En qué medida la calidad atmosférica respecto al NO <sub>2</sub> se relaciona con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018?	Establecer el nivel de relación que hay entre la calidad atmosférica respecto al NO <sub>2</sub> y las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.	Existiría una relación significativa entre la calidad atmosférica respecto al NO <sub>2</sub> y las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.	Variable X: Calidad Atmosférica respecto al NO <sub>2</sub>	<b>Dimensión: Medición de NO<sub>2</sub> generadas por la fuente de emisión</b>  <u>Indicador:</u> IX1: Concentración de NO <sub>2</sub>  <u>Índice:</u> ix1: Microgramos por metro cúbico(ug/m <sup>3</sup> )
	¿ De qué modo el inventario de fuentes de emisión tiene relación con las emisiones de NO <sub>2</sub> del parque industrial de Ica, 2018?	Conocer las fuentes de emisión que tiene relación con las emisiones de NO <sub>2</sub> del parque industrial de Ica, 2018.	Existiría una relación entre las fuentes de emisión y las emisiones de NO <sub>2</sub> encontradas en el parque industrial de Ica, 2018.		
	<b>E S P E C I F I C O S</b>	¿ En qué medida la medición del NO <sub>2</sub> a través de los métodos pasivos permite relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018?	Medir la concentración del NO <sub>2</sub> a través de los métodos pasivos y establecer la relación con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.	La medición del NO <sub>2</sub> a través de los métodos pasivos permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.	Variable Y: Fuentes de emisión
¿En qué medida las actividades académicas permiten relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018?		Demostrar que las actividades académicas tienen relación con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.	El desarrollo de las actividades académicas permitiría relacionar con las fuentes de emisión del parque industrial de Ica, 2018.		

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

Proyecto:

Lugar de muestreo código	Código passam	Inicio		Responsable		Fin		Observaciones
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**CARTA DE PRESENTACIÓN**



Ica, 24 de Agosto de 2018

**ING: DARIO FIERRO ZAPATA**

Jefe de SENAMHI

Ica,

Tengo el agrado de saludarle, a nombre de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la **Universidad Alas Peruanas Filial – Ica**, y al mismo tiempo solicitarle apoyo consistente en información de Temperatura, Viento y precipitación de los últimos 05 años a la **Srta. Carbajal Ramos Ruth**, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quien tiene interés en desarrollar su trabajo de investigación Titulada "**determinación de la calidad atmosférica, respecto al N02 y su relación con la fuente de emisión en el parque industrial de Ica, 2018**"

Agradezco anticipadamente su gentil atención a la presente y seguro de contar con su aceptación, me despido, no sin antes renovarle las muestras de mi consideración.

Atentamente,



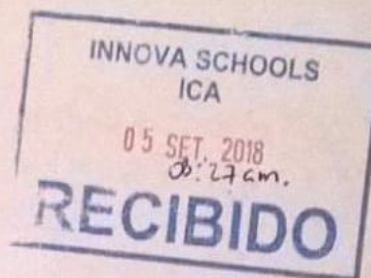
**UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
AL ICA

Dr. CARLOS BLANCO CONTRERAS  
CATEDRÁTICO ACADÉMICO  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ING. AMBIENTAL

Ica, 03 de setiembre 2018

**Oficio N° 030 – 2014 - UAP- ICA**

Señor:  
 Gerardo Lugo Maldonado  
 DIRECTOR  
 INNOVA SCHOOLS  
**Presente.-**



**Asunto:** Permiso para monitorear la calidad de aire

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, a fin de saludarlo cordialmente a nombre de la Universidad Alas Peruanas - Ica y a la vez manifestarle que la señorita Ruth Carbajal Ramos, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental viene desarrollando un trabajo de investigación titulada "**Determinación de la Calidad Atmosférica respecto al NO<sub>2</sub> y su relación con la fuente de emisión en el parque industrial de Ica**".

Para este propósito necesita instalar un muestreado del contaminante NO<sub>2</sub> en distintos puntos donde hay la probabilidad de encontrar altas concentraciones de este compuesto, y uno de los puntos de interés es el interior de sus instalaciones.

Siendo un trabajo de interés, acudo a Ud. Para que tenga bien apoyar esta investigación.

Cabe indicar que el equipo es pequeño y no generará ninguna incomodidad ni deterioro de su infraestructura y se le dejará por dos meses, la investigadora ingresará a ver el funcionamiento una vez por semana en horas que se lo permitan.

Sin otro en particular me despido agradeciendo por antelado su comprensión y apoyo.

Atentamente,

 UNIVERSIDAD  
 ALAS PERUANAS  
 FILIAL - ICA  
 Dr. CARLOS FERRERO CONTRERAS  
 COORDINADOR ACADÉMICO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE ING. AMBIENTE

CARGO

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

*"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"*

**OFICIO N° 032-EAPIA-UAP-FICA**

**Señor** : JESUS SANTOS RAMOS CHECCLO  
 Gerente de la Empresa New Región Ica

**Asunto** : Permiso para Realizar Encuesta


**Fecha** : 05 de Setiembre del 2018

Por la presente tengo el agrado de saludarlo cordialmente y al mismo tiempo solicitarle a usted tenga a bien brindarle las facilidades a la Srta. Ruth Carbajal Ramos, con DNI N° 70408696 quien es estudiante de la Escuela de Ingeniería Ambiental, y se encuentra desarrollando un trabajo de investigación titulado **DETERMINACION DE LA CALIDAD ATMOSFERICA RESPECTO AL NO2 Y SU RELACION CON LAS FUENTES DE EMISION EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE ICA- 2018**. Para este propósito necesita realizar una encuesta en la que le brinden información de Fuentes Móviles a los choferes de su prestigiosa empresa.

Los resultados de esta investigación será de mucha utilidad para el trabajo de investigación de la referida estudiante.

Sin otro particular y agradeciendo su atención, me despido de usted.

Atentamente

  
 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
 ICA  
 ANCO CONTRERAS  
 PROFESOR ACADÉMICO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE ING. AMBIENTE

  
 EMPRESA DE TAXI  
 NEW REGIÓN ICA  
 Santos Checclo Gamboa  
 GERENTE GENERAL

Recibido  
05-09-2018

“Año del dialogo y la reconciliación nacional”

Ica, 10 de setiembre del 2018

Oficio N°032. 2018 EPIA

Señora  
 Carolina Bernalles  
 EL CARMELO  
 HOTEL & HACIENDA



**Asunto: Permiso para monitorear la calidad de aire**

Por la presente me dirijo a usted a fin de saludarlo a nombre la Universidad Alas Peruanas – Ica y a la vez manifestarle que la señorita Ruth Carbajal Ramos egresada de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental viene desarrollando un trabajo de investigación titulado “**Determinación de la calidad atmosférica, respecto la NO<sub>2</sub> y su relación con las fuentes de emisión en el parque Industrial de Ica**”, para ese propósito necesita instalar un muestreador del contaminante NO<sub>2</sub> en distintos puntos donde hay la probabilidad de encontrar altas concentraciones de este compuesto y uno de los puntos de interés es el interior de sus instalaciones.

Siendo un trabajo de interés acudo a Ud. para que tenga a bien apoyar esta investigación permitiendo instalar el equipo.

Cabe indicar que el equipo es pequeño y no generara ninguna incomodidad y deterioro de su infraestructura y se le dejará por dos meses, la investigadora entrará una vez por semana a ver el funcionamiento

Seguros de contar con su colaboración me despido agradeciendo por antelado su atención al presente.

Atentamente,


 UNIVERSIDAD  
 ALAS PERUANAS  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
 ICA

DR. CARLOS BLANCO CONTRERAS  
 DORADO 1000  
 ESCUELA PROFESIONAL DE ING. AMBIENTAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
 "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
 "Año del Dialogo y de la Reconciliación Nacional"

**ESTACION MAP - SAN CAMILO**  
 Parametro: Temperatura maxima mensual (°C), Temperatura minima mensual (°C)  
 Direccion y velocidad de viento (m/s), Precipitacion Total (mm)  
 Latitud: 14°04' 23.7"  
 Longitud: 75°42' 39.5"  
 Altitud: 419msnm

Dpto. : Ica  
 Provincia : Ica  
 Distrito : Parcona

**TEMPERATURA MAXIMA (°C)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	32.7	33.8	34.0	33.0	29.2	26.4	26.1	27.5	s/d	29.7	29.7	32.0
2014	32.7	34.2	33.9	31.8	27.8	25.4	25.8	27.2	28.2	29.9	30.6	31.5
2015	31.9	32.3	33.2	33.0	29.8	27.0	26.3	26.2	28.4	29.5	29.9	32.0
2016	32.2	33.6	34.3	33.1	31.3	28.3	26.2	27.2	28.9	29.8	31.9	32.2
2017	32.7	34.4	34.5	32.4	29.5	26.1	24.5	25.4	27.2	31.2	31.1	31.4
2018	33.0	32.5	32.6	31.7	29.7							

**TEMPERATURA MINIMA (°C)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	16.2	17.7	16.5	13.1	10.9	9.6	9.3	8.8	10.2	10.6	11.3	15.1
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	10.5	11.6	13.3	14.0	15.9
2015	17.4	20.0	19.5	17.3	14.2	12.6	11.7	11.6	12.8	14.2	14.5	16.6
2016	17.5	20.1	19.5	17.0	13.7	11.0	11.6	11.4	12.1	12.8	13.5	15.2
2017	20.2	20.5	20.2	17.0	15.4	12.7	11.2	10.6	11.6	12.6	12.7	14.6
2018	18.1	18.8	19.1	16.7	14.3							

INFORMACION PROPORCIONADA PARA: CARBAJAL RAMOS RUTH  
 REFERENCIA: CARTA DE PRESENTACION UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS - FILIAL ICA  
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE ING. AMBIENTAL

VÁLIDO SÓLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

**ESTACION MAP - SAN CAMILO**  
 Parametro: Temperatura maxima mensual (°C), Temperatura minima mensual (°C)  
 Direccion y velocidad de viento (m/s), Precipitacion Total (mm)  
 Latitud: 14°04'  
 Longitud: 75°42'  
 Altitud: 419msnm

Dpto. : Ica  
 Provincia : Ica  
 Distrito : Parcona

**PRECIPITACION TOTAL(mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	7.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2015	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.3	0.2
2016	T	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0
2017	35.7	1.2	1.2	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018	0.0	1.1	0.0	2.0								

T: Traza (precipitación < 0.1mm)  
 mm=1/m<sup>3</sup>  
 S/D= Sin Datos

**DIRECCION Y VELOCIDAD DE VIENTO 07 HORAS (m/s)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	C-0	SE-0.8	SE-0.7	SE-1.0	SE-0.6	SE-1.2	SE-1.5	SE-1.2	SE-1.0	SE-1.2	SE-0.8	C-0
2014	C-0	SE-0.6	SE-0.5	SE-1.6	SE-1.8	SE-2.1	SE-2.1	SE-1.0	SE-1.9	SE-1.0	SE-1.3	SE-1.0
2015	SE-1.1	SE-1.6	SE-0.8	SE-0.8	SE-0.7	SE-1.1	C-0	SE-1.0	SE-0.9	SE-1.1	SE-1.0	SE-1.3
2016	C-0	S/D	SE-0.7	SE-0.9	SE-0.8	SE-1.3	SE-1.4	SE-1.6	SE-0.9	C-0	C-0	S/D
2017	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	SE-0.7	SE-0.7	C-0	C-0	C-0	S/D
2018	C-0	C-0	C-0	C-0	SE-1.0							

INFORMACION PROPORCIONADA PARA: CARBAJAL RAMOS RUTH  
 REFERENCIA: CARTA DE PRESENTACION UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS - FILIAL ICA  
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE ING. AMBIENTAL

Ica, 06 de setiembre del 2018

VÁLIDO SÓLO EN ORIGINAL



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

ESTACION MAP - SAN CAMILO

Parámetro: Temperatura máxima mensual (°C), Temperatura mínima mensual (°C)  
 Dirección y velocidad de viento (m/s), Precipitación Total (mm)

Latitud: 14°04'

Longitud: 75°42'

Altitud: 419msnm

Dpto. : Ica  
 Provincia : Ica  
 Distrito : Parcona

DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE VIENTO 13 HORAS (m/s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	NW-5.2	NW-4.9	NW-6.0	NW-3.9	SE-2.1	SE-3.8	SE-3.7	SE-4.3	NW-5.7	NW-5.5	NW-5.2	NW-4.6
2014	NW-4.3	NW-3.3	NW-2.7	NW-3.6	NW-2.5	SE-2.8	SE-2.8	SE-4.0	SE-4.3	NW-3.8	NW-3.6	NW-4.0
2015	NW-4.2	NW-4.8	SE-4.3	SE-2.1	SE-2.1	SE-1.1	SE-7	SE-3.0	NW-4.2	NW-3.5	NW-4.4	NW-4.0
2016	NW-4.8	S/D	NW-3.5	NW-3.9	NW-2.8	NW-2.4	NW-1.9	NW-2.1	NW-3.1	NW-3.4	NW-5.0	S/D
2017	NW-4.3	NW-4.3	NW-4.6	NW-4.2	NW-3.1	NW-2.5	NW-2.7	NW-4.9	NW-6.0	NW-3.7	NW-4.9	NW-5.0
2018	NW-4.8	NW-2.6	NW-1.2	NW-2.1	NW-2.4							

DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE VIENTO 19 HORAS (m/s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	NW-3.1	SE-3.1	SE-3.7	SE-3.2	SE-2.4	SE-3.0	SE-2.6	SE-2.8	SE-2.6	SE-2.9	NW-2.3	SE-2.8
2014	SE-2.4	SE-2.4	SE-2.0	SE-2.8	SE-2.3	SE-3.1	SE-1.9	SE-2.3	SE-2.5	SE-1.9	SE-2.6	SE-2.7
2015	SE-2.7	SE-4.0	SE-3.4	SE-2.3	SE-2.3	SE-1.6	SE-5	SE-1.3	SE-2.5	SE-2.7	SE-3.2	SE-2.8
2016	SE-3.1	S/D	SE-2.9	SE-3.0	SE-2.1	SE-2.1	SE-1.8	SE-2.0	SE-1.8	SE-2.0	SE-2.1	S/D
2017	SE-2.2	SE-1.6	SE-2.2	SE-2.2	SE-1.8	SE-1.2	SE-2.1	SE-2.3	SE-3.0	SE-1.0	SE-9	SE-6
2018	SE-8	SE-9	SE-1.4	SE-2.1	SE-2.0							

DIRECCIÓN DE VIENTO:

E: Este

N: Norte

NE: Nor Este

NW: Nor Oeste

S: Sur

SE: Sur Este

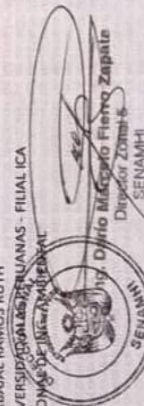
SW: Sur Oeste

C: Calmas

INFORMACION PROPORCIONADA PARA: CARBAJAL RAMOS RUTH

REFERENCIA: CARTA DE PRESENTACION UNIVERSIDAD DE HUANUCAS - FILIAL ICA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE METEOROLOGÍA



Ica, 06 de setiembre del 2018

VÁLIDO SÓLO EN ORIGINAL

\*\*\*\*\*  
 \* BBVA CONTINENTAL \*  
 \*\*\*\*\*

FECHA HORA CAJERO OPERACIÓN  
 -----  
 17/07/2018 15:56:31 1577 000000001002


DEPÓSITO EN EFECTIVO

NÚMERO DE CUENTA : 0011 0138 0100026946  
 NOMBRE DEL TITULAR: KLEPEL CONSULTING SA

NÚMERO MOVIMIENTO: 8848  
 IMPORTE DEPÓSITO : S/ 950.00  
 I.T.F. : S/ 0.00  
 IMPORTE DE ABONO : S/ 950.00

CARGO POR SU OPERACIÓN: S/ 0.00

Guarda tu voucher de DEPÓSITO y verifica en [bbva.info/consejodepata](http://bbva.info/consejodepata) si ganaste.



**KLEPEL CONSULTING S.A.C.**  
 Consultores en Medio Ambiente,  
 Análisis, Retiro de Asbesto y Residuos Peligrosos  
 Representaciones de Equipos Meteorológicos y Ambientales

Domicilio Fiscal:  
 Av. Grau 412 - Miraflores - Lima - Lima  
 Teléfono: +51 (1) 4455749  
 e-mail: [info@klepel.ch](mailto:info@klepel.ch)  
 Página web: <http://www.klepelconsulting.com.pe>

**R.U.C. N° 20509114626**

**FACTURA**

**001 0001003**

Señor (es): Ruth Carbajal Ramos

Dirección: Santo Domingo de Guzman, Cuarta Etapa N7 Ica Lima, 24 de Agosto del 20 18

R.U.C.: 10704086968 Guía de Remisión: \_\_\_\_\_

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR DE VENTA
12 u.	Muestreadores pasivos de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) -	

SON: Novcientos cincuenta y 00/100 Soles

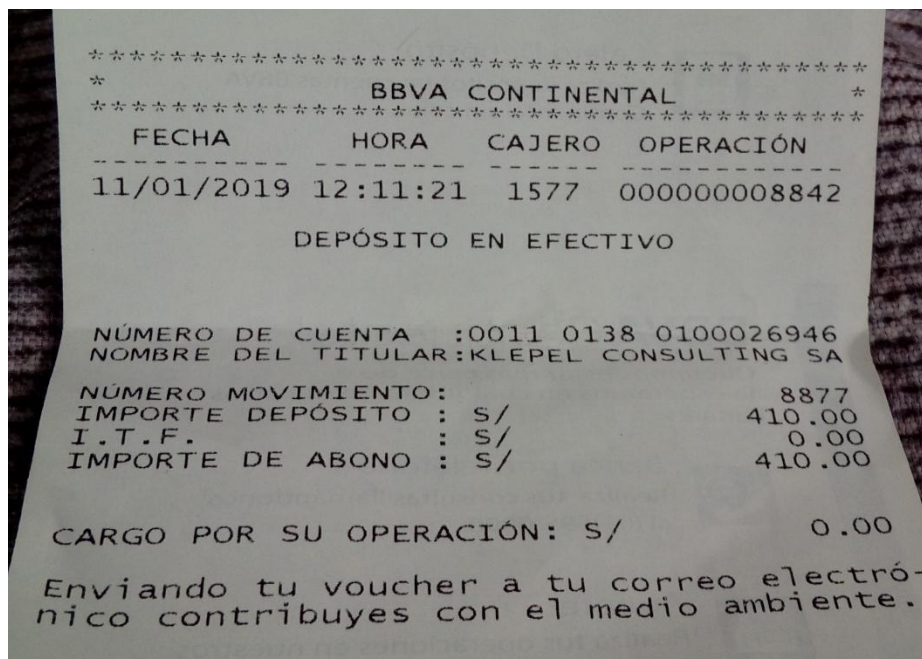
SUB-TOTAL	S/ 805.09
I.G.V. 18 %	144.91
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 950.00</b>


**Formularios A-1** nuc: 29481240388  
 Calle San Martín N° 302 Alto Mochica - Trujillo  
 226526 - Aut. Sunat: 19489319023 - F.I. 15-06-2018

**CANCELADO**

Lima, 24 de Agosto de 2018

USUARIO



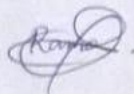
 <p><b>KLEPEL CONSULTING S.A.C.</b>                  Consultores en Medio Ambiente,                  Análisis, Retiro de Asbesto y Residuos Peligrosos                  Representaciones de Equipos Meteorológicos y Ambientales</p> <p>Domicilio Fiscal:                  Av. Grau 412 - Miraflores - Lima - Lima                  Teléfono: +51 (1) 4455749                  e-mail: info@klepel.ch                  Página web: http://www.klepelconsulting.com.pe</p>	<p><b>R.U.C. N° 20509114626</b></p> <p><b>FACTURA</b></p> <p><b>001 0001022</b></p>	
	<p>Señor (es): <u>Ruth Carbajal RAMOS</u></p> <p>Dirección: <u>Santo Domingo de Guzmán Costa Eliza N7</u> Lima, <u>11</u> de <u>Enero</u> del 20 <u>19</u></p> <p>R.U.C.: <u>10704086968</u> Guía de Remisión: _____</p>	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR DE VENTA
12 u.	Muestreadores pasivos de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ); -  KLC 18049EK	
SON: <u>Centrocientos Cinco y 76/100 Soles</u>		
CANCELADO		SUB-TOTAL S/ <u>343.86</u> I.G.V. 18% <u>61.90</u> TOTAL S/ <u>405.76</u>
Lima, ..... de Página <u>1</u> del de <u>1</u>		USUARIO

**RECIBO**

He recibido de la empresa **KLEPEL CONSULTING SAC**, con RUC No. 20509114626 y con domicilio legal en Av. Grau 412, Miraflores, Lima, Perú, lo siguiente:

- 12 muestreadores pasivos de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), con su respectiva Factura N° 001-0001003, y
- 06 contenedores portatubos en calidad de préstamo, los cuales serán devueltos en un (1) mes, en perfectas condiciones de uso tal como se están entregando.

Miraflores, 27 de Agosto de 2018.



**Ruth Carbajal Ramos**

DNI N° 70408696

Dirección: Santo Domingo de Guzmán, Cuarta Etapa N7, Ica, Perú

## MONITOREO NO<sub>2</sub> (TUBOS DIFUSORES)

### Muestreadores Pasivos

Una vez que se recibieron los tubos (captadores pasivos) enviados desde Suiza y con los contenedores se procedió a instalar en los puntos de monitoreo correspondientes.

**Figura N°19:** Muestreadores pasivos y contenedor



**Fuente:** Elaboración propia del autor

### Instalación en los puntos de muestreo

Se seleccionaron lugares (4 puntos de monitoreo) con concentraciones representativas del contaminante a evaluar (NO<sub>2</sub>)

Los muestreadores pasivos fueron instalados dentro de contenedores para su protección contra las influencias atmosféricas.

Los contenedores deben ser colocados a una altura de a dos a cuatro metros. Los postes, rejas o parantes fueron usados para este fin. Los contenedores fueron sujetos con alambres.

Estos contenedores fueron instalados fuera del alcance de personas no autorizadas.

Primero se instaló el contenedor y luego se fue colocando uno a uno el tubo difusor hasta que haya 3 tubos difusores por contenedor y por punto de monitoreo

## 1ER PUNTO DE MUESTREO (HOTEL EL CARMELO)

**Figura N°20:** Instalación de los contenedores y tubos difusores (1er Punto-Hotel EL Carmelo)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°21:** Instalación de tubos difusores listos (1er Punto-Hotel EL Carmelo)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°22:** Instalación de tubos difusores listos en el punto de monitoreo (1er Punto-Hotel EL Carmelo)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

## 2DO PUNTO DE MUESTREO (COMPLEJO DEPORTIVO UAP)

**Figura N°23:** Instalación de los contenedores y tubos difusores (Complejo Deportivo UAP)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

## 3ER PUNTO DE MUESTREO (INNOVA SCHOOLS)

**Figura N°24:** Instalación de los contenedores y tubos difusores (3er Punto-Innova Schools)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°25:** Instalación de tubos difusores (3er Punto-Innova Schools)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

4TO PUNTO DE MUESTREO (Patio de la UAP)

**Figura N°26:** Instalación de los contenedores y tubos difusores (UAP)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

Los muestreadores pasivos se colocaron dentro del contenedor una vez que este haya sido sujetado en el punto de medición. Antes de instalar los muestreadores, se retiró la tapa de uno de los extremos. La tapa ha sido conservada para colocarla nuevamente en el muestreador al terminar el periodo de exposición.





**Fuente:** Elaboración propia del autor

Luego de la instalación de los muestreadores dentro del contenedor, se recolocó la tapa superior. La tapa inferior es opcional según las condiciones del punto de muestreo.

**Figura N°27:** Tubo difusor sin tapa inferior (Hotel El Carmelo)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

#### Descripción del punto de muestreo

El muestreo es representativo del punto de medición. Para que así facilite la interpretación de los valores medidos, fue importante describir el lugar de muestreo.

Información importante que se registró:

- Altura del contenedor
- El tráfico vehicular
- Otras informaciones relevantes

**Figura N°28:** 1er punto de muestreo (Hotel El Carmelo)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

Altura del contenedor: 3 metros aprox.

Se observó que entre las horas 7:30am-7:45am y entre 13:00hrs -13:15hrs hay mayor movimiento de vehículos que circulan cerca del Hotel El Carmelo que es donde está el primer punto de monitoreo para determinar la calidad del NO<sub>2</sub>.

En este punto de monitoreo se observó que puede haber mayor probabilidad de que haya mayor concentración de NO<sub>2</sub> por lo mismo que está ubicado en un punto donde los vehículos circulan a todas horas.

**Figura N°29:** 2do punto de muestreo (Complejo Deportivo UAP)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

Altura del contenedor: 4 metros aprox.

Se observó que entre las horas 7:45am 8:00am y entre 13:00hrs-13:20hrs hay mayor movimiento vehicular por horario de entrada y salida de la universidad y el colegio Innova Schools y que también está cerca de fábrica de aceite ALSOL y este hace emisiones contaminantes entre las 10:30am y puede haber mayor concentración de NO<sub>2</sub>.

**Figura N°30:** 3er punto de muestreo (Innova Schools)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

Altura del contenedor: 3metros aprox

Se observó que en este punto más que nada que es donde puede ser sustraído porque no hay mucha seguridad, pero también es un punto que es donde hay vehículos que están circulando a todas horas y más las mototaxis y en las horas punta que son en la entrada 7:30am del colegio Innova Schools y en la salida 13:15hrs y luego 14:45hrs porque tienen 2horarios de salida, primero la salida del alumnado de inicial, primaria y luego la salida del alumnado de secundaria. En este punto se ha estado monitoreando 2 veces por semana y mayores veces mejor para cerciorarme de que siga en el lugar instalado y que se pueda concluir el monitoreo.

**Figura N°31:** 4to punto de muestreo (Patio-Universidad Alas Peruanas)



**Fuente:** Elaboración propia del autor

Altura del contenedor: 2 metros aprox

Se observó que en este punto hay actividad académica y los estudiantes están más expuestos a este contaminante que es el NO<sub>2</sub> y en horas de tráfico que es donde hay mayor movimiento de vehículos fueron en las horas de 7:00am , 10:15 y a las 13:00hrs,18:45hrs y 22:00 hrs horas en las que los estudiantes universitarios entran y salen de clases, y también se observó que ha habido construcción al lado de la universidad entre las 19:00hrs y ha habido levantamiento de polvo y otras partículas contaminantes, y también las fábrica de aceite que están cerca también generan contaminación y que están siendo expuestos los estudiantes.

### **Después de 2 meses de monitoreo**

Se procedió a retirar el contenedor pequeño de cada punto de muestreo donde estaban los tubos difusores para llevarlos luego a Lima en consulting KLEPEL para que los envíen de inmediato a Suiza en el laboratorio y esperar un mes aproximadamente para tener los resultados de la cantidad de concentración de NO<sub>2</sub> en el parque industrial de Ica a la que están siendo expuestos la población con este gas contaminante y que con futuras investigaciones se plantee posibles soluciones para este contaminante para poder controlarlo o minimizarlo.

**Figura N°32:** Foto donde de se retiró los tubos difusores en uno de los puntos de monitoreo



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°33:** Foto donde están los tubos difusores del primer punto de monitoreo



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°34:** Foto de tubos difusores en la UAP



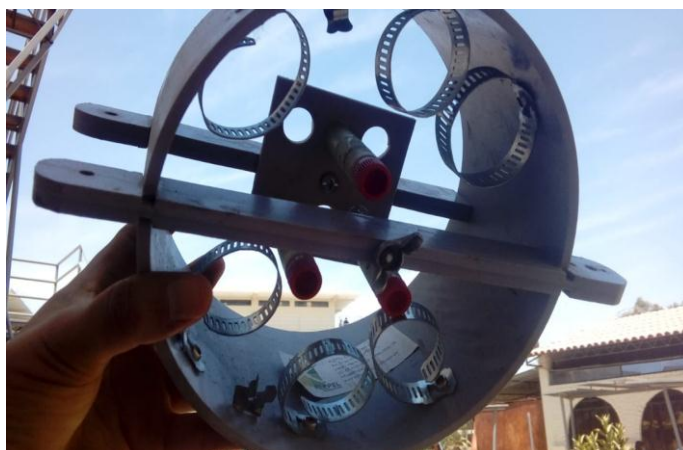
**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°35:** Foto de un tubo difusor con el muestreo del  $\text{NO}_2$



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**Figura N°36:** Foto de tubos difusores colocándoles la tapa



**Fuente:** Elaboración propia del autor

**c) Encuesta**

Para determinar el consumo de combustible de estos vehículos se hizo una encuesta a una muestra, de donde estable el consumo total de combustible.

**Tabla N°17:** Encuesta vehicular en el Parque Industrial de Ica

N° Ticos	N° galones(glns)
Tico 1	3
Tico 2	4
Tico 3	3
Tico 4	2
Tico 5	2
Tico 6	4
Tico 7	3
Tico 8	4
Tico 9	4
Tico 10	3
Tico 11	3
Tico 12	2
Tico 13	3

Tico 14	4
Tico 15	3
Tico 16	3
Tico 17	4
Tico 18	3
Tico 19	3
Tico 20	2
Tico 21	3
Tico 22	3
Tico 23	4
Tico 24	3
Tico 25	4
Tico 26	4
Tico 27	3
Tico 28	3
Tico 29	3
Tico 30	2
Tico 31	3
Tico 32	2
Tico 33	3
Tico 34	2
Tico 35	4
Tico 36	4
Tico 37	3
Tico 38	3
Tico 39	3
Tico 40	3
<b>TOTAL</b>	<b>124 galones</b>

**Fuente:** Elaboración propia del autor

**CALCULOS:****Datos**

$$\bar{\rho}_{\text{petróleo}} = 0.8\text{g/cm}^3 \times \text{Tn}/10^3\text{g} \times 10^3/\text{L} = 0.8 \text{ TN/L}$$

$$1 \text{ Galón América} = 3.78541 \text{ Litros}$$

$$\text{Galón} = \text{gln}$$

$$\text{Gasolina} = \text{gasos.}$$

$$\text{Litro} = \text{L}$$

$$\text{Tonelada} = \text{TN ó Tn}$$

$$\text{Gasolina 84} = \text{s}/11.60$$

$$\text{Gasolina 90} = \text{s}/13.10$$

$$\text{GNV} = \text{s}/15.00 \quad \text{s}/28.00$$

**Ticos**

4 galones x día consume un tico al día, es según el tamaño del tanque del vehículo y del uso que le da.

$$\text{N}^\circ \text{ ticos } 1150 \times 4 \text{ glns} \times 0.8 \text{ Tn/L} = 4600\text{glns} \times 3.78541 \text{ litros/gln} \times 0.8 \text{ Tn/lit} = 13930.30 \text{ Tn/día}$$

$$13930.30 \text{ Tn/ día} \times 365 \text{ días/ año} = 5084559.5 \text{ TN/AÑO}$$

**Autos**

4 galones x día consume un auto al día, es según el tamaño del tanque del vehículo y del uso que le da.

$$\text{N}^\circ \text{ autos } 222 \times 4 \text{ glns gasolina 90} \times 0.8 \text{ Tn/L} = 888\text{glns} \times 3.78541 \text{ L/gln} \times 0.8 \text{ Tn/L} = 2689.15 \text{ Tn/ día}$$

$$2689.15 \text{ Tn/ día} \times 365 \text{ días/ año} = 981539.75 \text{ TN/AÑO}$$

**Camioneta**

4 galones consumen una camioneta al día, es también según el tamaño del tanque del vehículo y según su uso de recorrido que le da.

$$\text{N}^\circ \text{ camionetas } 223 \times 4 \text{ glns gaso.90} \times 0.8 \text{ Tn/L} = 892\text{glns} \times 3.78541 \text{ L/gln} \times 0.8 \text{ Tn/L} = 2701.26 \text{ Tn/día}$$

$$2701.26 \text{ Tn/día} \times 365\text{días/ año} = 985959.9 \text{ TN/AÑO}$$



**Moto Lineal**

1 galón consume una moto lineal al día, y según el tamaño del tanque y del uso que le da en el recorrido.

Nº moto lineal  $191 \times 1 \text{ gln gasolina } 90 \times 0.8 \text{ Tn/L} = 191 \text{ gln/} \times 3.78541 \text{ L/gln} \times 0.8$

Tn/L=

578.41Tn/día

$578.41 \text{ Tn/día} \times 365 \text{ días/ año} = 211119.65 \text{ TN/AÑO}$

**Mototaxi**

3 galones consumen una mototaxi al día, es también de acuerdo al tamaño del tanque y del recorrido que le da.

Nº mototaxi  $1465 \times 3 \text{ glns gaso } 84 \times 0.8 \text{ Tn/L} = 4395 \text{ glns} \times 3.78541 \text{ L/gln} \times 0.8 \text{ Tn/L} =$

13309.50 Tn/ día

$13309.50 \text{ Tn/ día} \times 365 \text{ días/ año} = 4857967.5 \text{ TN/AÑO}$

**Tabla N°18:** Resultados en Toneladas de vehículos

<b>Nombre Vehículos</b>	<b>TN/AÑO</b>
Ticos	5084559.5
Autos	981539.7
Camioneta	985959.9
Moto lineal	211119.6
Mototaxi	4857967.5

**Fuente:** Elaboración propia del autor