

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE EN LA PLANTA DE
FRACCIONAMIENTO DE LÍQUIDOS DE GAS NATURAL, PLUSPETROL
(PISCO), REALIZADO POR INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.**

PRESENTADO POR: GREGORY JIM LOZA ACEVEDO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

AYACUCHO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

El presente informe de experiencia profesional es dedicado con mucho amor y admiración a mi padre Modesto Loza Saavedra y a mi madre Felicita Acevedo Saavedra, por su apoyo incondicional para realizarme como un buen profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme guiado durante mis estudios y mi carrera profesional, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencia y sobre todo felicidad.

A mi esposa Betsy, por su amor incondicional y el apoyo que me brinda para hacer realidad mis anhelos como profesional.

A mi hijo Anderson, por ser la alegría y motivo de esfuerzo para estar a su lado y seguir adelante.

A mis hermanos, Mirian, Edwin, Pedro, Katty y sobrinos, por ser parte de mi vida y representar la unidad familiar y estuvieron apoyándome.

A mis tíos Melancio y Rosa, por su apoyo y acogerme en su casa, aconsejándome siempre para ser un buen profesional y sentirme como en familia.

A mi prima Luisa Guerra, por su apoyo y consejos para ser un profesional.

A mis primos, Odvar, Mirza, Kiusa, Nestor, Flavina, Nubia y Frank por ser como mis hermanos durante los 6 años que estude y por su apoyo incondicional en mis trabajos y tareas.

A mi amigo Herles, por ser como un hermano, apoyarme incondicionalmente en las buenas y en las malas, y vivir momentos de alegría y tristeza.

A mi amigo Marcelino, por ser como un padre, aconsejarme y acogerme en su hogar para poder realizar mis prácticas pre profesionales.

A todos mis amigos, Eddy, Karel, Abel, Julio, Jaqueline, Fara, Silvia, Brusela, Jhonny, Pilar, Carlos, Orlando por compartir los buenos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir el presente agradecimiento.

ÍNDICE	Página
Dedicatoria.....	<i>ii</i>
Agradecimiento.....	<i>iii</i>
Índice.....	<i>iv</i>
Índice de tablas.....	<i>viii</i>
Índice de figuras.....	x
Introducción.....	1
Objetivos.....	3

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Datos Generales.....	4
1.3 Reseña Histórica.....	5
1.4 Logo de la Empresa.....	6
1.5 Ubicación Geográfica.....	8
1.6 Objetivos y Finalidad de la Empresa.....	9
1.7 Política de la Empresa.....	9
1.8 Actividades de Inspectorate Service Perú SAC.....	11
1.8.1 Servicio de Monitoreo Ambiental.....	12
1.9 Estructura Organizativa de la Empresa.....	15

CAPITULO II: MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD DE AIRE

2.1 Introducción.....	16
2.2 Contaminación ambiental.....	16
2.3 Contaminación atmosférica.....	17
2.4 Contaminante.....	17
2.5 Contaminante de aire.....	17
2.6 Antecedentes de contaminación.....	17
2.7 Principales componentes del medio ambiente.....	19
2.7.1 La atmósfera.....	19
2.7.2 El aire.....	20
2.7.2.1 Propiedades físicas del aire.....	20

2.7.2.2 Composición del aire.....	21
2.8 Elementos contaminantes del aire.....	22

CAPITULO III: MONITOREO AMBIENTAL

3.1 Definición.....	35
3.2 Descripción de la metodología.....	36
3.3 Selección de parámetros de monitoreo.....	37
3.4 Criterios de monitoreo ambiental.....	39
3.5 Descripción y ubicación del proyecto.....	40
3.5.1 Descripción del proyecto.....	40
3.5.2 Ubicación del proyecto.....	42
3.5.3 Ubicación de las estaciones de monitoreo.....	43
3.5.4 Ubicación de la estación móvil (SHELTER) en la estación de muestreo.....	44
3.5.5 Montaje de equipos en la estación móvil (SHELTER).....	46
3.5.6 Materiales y equipos utilizados en el monitoreo de calidad de aire.....	48
3.5.6.1 Materiales y equipos.....	48

CAPITULO IV: MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

4.1 Monitoreo de material particulado.....	49
4.1.1 Metodología de muestreo de material particulado (PM ₁₀).....	49
4.1.2 Metodología de muestreo de plomo (Pb).....	50
4.1.3 Interferencias.....	51
4.1.4 Actividades pre-muestreo.....	52
4.1.5 Requerimientos de colocación de equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) para material particulado (PM ₁₀)....	53
4.1.6 Instalación del equipo de muestreo de alto volumen (High- Vol).....	54
4.1.7 Cargado de porta filtro.....	56
4.1.8 Puesta en marcha del equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol).....	57
4.1.9 Tiempo de muestreo.....	58

4.1.10	Retiro del filtro.....	58
4.1.11	Calculo de caudal para muestreadores de alto volumen (High-Vol) de volumen de flujo continuo utilizando datos del manómetro.....	59
4.2	Monitoreo de gases contaminantes de aire por métodos continuos	60
4.2.1	Actividades pre-muestreo.....	60
4.2.2	Verificación de calibración.....	60
4.2.3	Analizadores automáticos de gases Teledyne API.....	62
4.2.4	Conceptos sobre analizadores automáticos de gases.....	62
4.2.4.1	Definición.....	62
4.2.4.2	Ventajas.....	63
4.2.4.3	Desventajas.....	63
4.2.5	Componentes de analizador automático.....	63
4.2.6	Actividades durante el muestreo.....	64
4.2.7	Análisis de dióxido de nitrógeno (NO ₂) por quimioluminiscencia (método de referencia) NTP – 900.033:2004.....	66
4.2.7.1	Cálculos y expresión de resultados.....	68
4.2.8	Análisis de dióxido de azufre (SO ₂) por fluorescencia UV (Método Equivalente) NTP-ISO 10498:2002.....	68
4.2.8.1	Cálculos y expresión de resultados.....	70
4.2.9	Análisis de monóxido de carbono (CO) por fotometría Infrarroja no dispersiva (Método de Referencia) NTP-900.031:2003.....	70
4.2.9.1	Cálculo y expresión de resultados.....	71
4.2.10	Análisis de ozono (O ₃) por fotometría UV (Método Equivalente) NTP-900.034:2005.....	72
4.2.10.1	Cálculos y expresión de resultados.....	74
4.3	Estación meteorológica Davis Instruments Vantage PRO 2.....	74
4.3.1	Especificaciones de la estación meteorológica Davis Vantage PRO 2.....	75
4.3.1.1	Definiciones.....	75
4.3.1.2	Variables meteorológicas.....	76

4.3.2	Ubicación del sitio de instalación de la estación meteorológica.....	77
4.4	Sistema de posicionamiento global (GPS) utilizado en la ubicación del punto de monitoreo de la calidad de aire (operatividad del GPS)	78
4.4.1	Definiciones.....	78
4.4.2	Funcionamiento del GPS.....	79
4.5	Análisis de los contaminantes.....	81
4.6	Procesamiento de la información de analizadores continuos.....	81
4.7	Estándares de calidad ambiental de aire.....	83
4.7.1	Resultados de monitoreo de calidad ambiental de aire.....	84
4.8	Análisis de resultados de monitoreo de calidad ambiental de aire....	95

CAPITULO V: SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

5.1	Seguridad y salud ocupacional.....	102
5.2	Trabajos en geografía accidentada.....	104
5.3	Control de peligros.....	104
5.4	Vectores.....	105
5.5	Climas extremos.....	106
5.6	Trabajos en altura.....	106
	Aportes.....	108
	Conclusiones.....	110
	Recomendaciones.....	113
	Referencias bibliográficas.....	116
	Anexos.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla N° 1:	Composición volumétrica de la atmósfera libre de vapor de agua.....	21
Tabla N° 2:	Parámetros y frecuencia mensual de monitoreo de calidad de aire en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural – Pisco.....	38
Tabla N° 3:	Parámetros y frecuencia mensual de monitoreo meteorológico en planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural – Pisco.....	39
Tabla N° 4:	Estaciones de monitoreo de calidad de aire en planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural PFLGN – Pluspetrol – Pisco.....	44
Tabla N° 5:	Conversión de ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 1 atm y a 25°C.....	83
Tabla N°6:	Concentración promedio de material particulado PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	84
Tabla N° 7:	Concentración promedio de plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	85
Tabla N° 8:	Concentración promedio de ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	86
Tabla N° 9:	Concentración promedio móvil de monóxido de carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	87
Tabla N° 10:	Concentración promedio de monóxido de carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)..	88
Tabla N° 11:	Concentración promedio de móvil de dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	89
Tabla N° 12:	Concentración promedio de móvil de dióxido de nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	90

Tabla N° 13: Temperatura ambiental promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	91
Tabla N° 14: Humedad relativa promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	92
Tabla N° 15: Velocidad promedio de la dirección predominante del viento en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, Año 2015.....	93
Tabla N° 16: Presión atmosférica promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	94
Tabla N° 17: Valores comparativos de los distintos estándares de la calidad del aire.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1: Logo de Inspectorate Bureau Veritas.....	8
Figura N° 2: Organigrama de Inspectorate Services Perú S.A.C.....	15
Figura N° 3: Esquema de Operación del Analizador de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂).....	67
Figura N° 4: Esquema de Operación del Analizador de Dióxido de Azufre (SO ₂).....	69
Figura N° 5: Esquema de Operación del Analizador de Monóxido de Carbono (CO).....	72
Figura N° 6: Operación del Analizador de Ozono (O ₃).....	73
Figura N° 7: Componentes Básicos de un Analizador de Ozono (O ₃).....	74
Figura N° 8: Variación mensual de concentración promedio móvil de partículas PM ₁₀ (µg/m ³).....	84
Figura N° 9: Variación mensual de concentración promedio móvil de plomo (µg/m ³).....	85
Figura N° 10: Variación mensual de concentración promedio móvil de ozono (µg/m ³).....	86
Figura N° 11: Variación mensual de concentración promedio móvil de monóxido de carbono (µg/m ³).....	87
Figura N° 12: Variación mensual de concentración promedio móvil de monóxido de carbono (µg/m ³).....	88
Figura N° 13: Variación mensual de concentración promedio móvil de dióxido de azufre (µg/m ³).....	89
Figura N° 14: Variación mensual de concentración promedio móvil de dióxido de nitrógeno (µg/m ³).....	90

Figura N° 15: Variación mensual de temperatura ambiental promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	91
Figura N° 16: Variación mensual de humedad relativa promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	92
Figura N° 17: Variación mensual de velocidad del viento promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	93
Figura N° 18: Variación mensual de la presión atmosférica promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.....	94
Figura N° 19: Distancia libre de caída.....	107

INTRODUCCIÓN

El presente informe de experiencia profesional, tiene por finalidad mostrar las actividades que desempeñé en el área de monitoreo ambiental de la empresa *INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C*, dedicada al monitoreo ambiental de la calidad de agua, meteorológico, aire atmosférico e interior, suelo, ruido, emisiones gaseosas de combustión, agua de mar y además del monitoreo físico-químico y biológico.

El informe tiene todo el sustento de mi experiencia profesional en el monitoreo de calidad de aire adquirida en la empresa *INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C*, en su laboratorio ambiental de ensayos con valor oficial y es la encargada de la ejecución de servicios de monitoreo de calidad ambiental en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural (PFLGN) en Pisco.

El monitoreo ambiental no es un fin por sí mismo, sino un paso esencial en los procesos de administración del ambiente. Según estas definiciones, se puede observar la importancia que actualmente tiene el monitoreo en diversos procesos de la actividad humana; y como acertadamente se menciona, es una herramienta fundamental dentro de todo desarrollo o procedimiento que se desee sea controlado y con seguridad.

La planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural, cuyo operador Pluspetrol Perú Corporation S.A., se ubica en el distrito de Paracas, provincia de Pisco, Región Ica y se superpone a la Zona de Amortiguamiento de la

Reserva Nacional de Paracas, primera área natural del ecosistema marino peruano considerada dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE).

El principal impacto a la calidad de aire en las diferentes actividades del Proyecto Pisco se debe al funcionamiento de los equipos de la planta de fraccionamiento de líquido gas natural; si bien es cierto, dichos equipos funcionan con gas, es necesario verificar que no aporten contaminantes al ambiente en perjuicio de la calidad del mismo.

La experiencia profesional descrita en las siguientes páginas pretende proporcionar un amplio panorama acerca de las tecnologías empleadas por la empresa donde actualmente por intermedio de Inspectorate Services Perú S.A.C brindo mis servicios y consolido mi carrera profesional, y de las labores que realizo en este contexto como inspector senior dentro del área de operaciones de la división medio ambiente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Exponer y sustentar los procedimientos de monitoreo ambiental de la calidad del aire diseñados e implementados en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural de Pluspetrol (Pisco). Por Inspectorate Services Perú S.A.C.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Usar los equipos para monitoreo de la calidad del aire atmosférico.
- Desarrollar el procedimiento de monitoreo de la calidad del aire en las diferentes etapas del proceso.
- Describir la tecnología y funcionamiento de los equipos utilizados durante el monitoreo de la calidad del aire.
- Identificar los gases contaminantes del aire y su efecto en la salud y la importancia del monitoreo de la calidad de aire.
- Comparar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire y el metal plomo.
- Comparar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire, ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.
- Capacitar a trabajadores, estudiantes y personas interesadas en los procedimientos, tecnologías y funcionamiento de equipos utilizados durante el monitoreo de la calidad del aire.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 ANTECEDENTES

Inspectorate Services Perú S.A.C, es una compañía del Grupo Bureau Veritas, empresa transnacional dedicada a brindar servicios de inspección, ensayos, muestreo, consultoría y certificaciones.

Inspectorate Services Perú S.A.C fue adquirida por Bureau Veritas en el año 2010 como parte de su exitosa estrategia convirtiéndola así en uno de los líderes mundiales en inspección y análisis de materias primas. El mercado cubre una amplia gama de inspecciones y análisis de laboratorio: productos petrolíferos y petroquímicos, metales, minerales y productos agrícolas destinados a quienes soliciten sus servicios (productores, distribuidores, importadores y exportadores). Estos servicios cubren toda la secuencia de la cadena de valor de las materias primas. Inspectorate Services Perú S.A.C, proporciona servicios independientes de inspección, muestreo y ensayos las 24 horas del día, 365 días del año. ^(BV about isp)

1.2 DATOS GENERALES

- **Nombre o Razón Social:** Inspectorate Services Perú S.A.C.
- **RUC:** 20385739771

- **Tipo de Empresa:** Sociedad Anónima Cerrada
- **Estado/Condición:** Activo
- **Sector Económico:** Ensayos y Análisis Técnicos
- **Fecha de Inicio de Actividades:** 15/03/1998
- **Dirección:** Av. Elmer Faucett N° 444, distrito del Callao. Callao, Perú.

1.3 RESEÑA HISTÓRICA

Fundada en junio de 1828 en Amberes (Bélgica) por los aseguradores Alexandre Delehayé y Louis van den Broek, y el corredor de seguros, Auguste Morel, quienes crearon el Bureau de Renseignements pour les Assurances Maritimes (Oficina de Información para Seguros Marítimos). El nombre de Bureau Veritas fue adoptado en 1829, esto incluyó la adopción del símbolo de la verdad como logo oficial, el cual fue diseñado por Achille Deveria. La compañía fue fundada con el objetivo inicial de reunir, verificar y dotar a las empresas de seguros marítimos con información precisa y actualizada sobre el estado de los buques y sus equipos en todo el mundo.

A principios del siglo XX, Bureau Veritas se involucró en actividades nuevas: la inspección de piezas metálicas y equipos para la industria del ferrocarril, posteriormente para todo el sector industrial y construcción.

A finales del siglo XX, Bureau Veritas amplió su alcance para establecer un sistema de inspección de mercancías para importaciones y exportaciones antes de ser enviados y establecer la certificación de gestión de calidad.

A principios del siglo XXI, Bureau Veritas añadió dos nuevos negocios a su actividad: ensayos de productos de consumo y pruebas de materias primas.

La compañía comenzó a cotizar en la Bolsa de París en octubre de 2007. Ese mismo año publicó un video para lanzar su lema "Move forward with confidence" (Avanzar con Confianza). (Wikimedia BV)

En el año 2010, Bureau Veritas compra Inspectorate. La adquisición de Inspectorate significó un paso decisivo para Bureau Veritas en su estrategia global de liderazgo, convirtiéndose así en uno de los líderes mundiales en inspección y ensayos de commodities (materias primas).

(BVCom.Prensa2010)

El Grupo Inspectorate se había formado como resultado de la consolidación de varias compañías internacionales de inspección, algunas de ellas más que centenarias. (Avellaneda 2009 blog de la gente)

Neil Hopkins, Director General de Inspectorate de aquel entonces, se convirtió en miembro del comité ejecutivo de Bureau Veritas. (BVCom.Prensa2010)

1.4 LOGO DE LA EMPRESA

Bureau Veritas fue constituida para perseguir la verdad y contarla sin miedo o parcialidad. Se escogió como logo la figura alegórica de la Verdad, representada por una mujer emergiendo de un manantial.

El emblema de Bureau Veritas muestra a una mujer joven sentada sobre el borde de un manantial con los brazos en alto. Hay una antorcha en su mano derecha; en la izquierda, un espejo. Su pie izquierdo descansa sobre una esfera.

Sobre el terreno se encuentra una balanza, la vara de Mercurio (un caduceo), y un gallo con los ojos elevados hacia la mujer. El horizonte muestra un barco de tres mástiles, velas ondulantes, cruzando a través de una bahía. *(BV Perfil y logo)*

El significado de cada elemento del logo, se detalla a continuación:

- **La fecha de 1828 (nuestra permanencia):** es el símbolo de la trayectoria de Bureau Veritas como corresponde a su fundación.
- **El barco (actividad original):** las actividades navales dio a luz a Bureau Veritas al inicio del siglo XIX.
- **El sello (testimonio):** el aval, es el símbolo de la actividad realizada por el grupo.
- **La antorcha (conocimiento):** el conocimiento, la experiencia y el know-how del grupo.
- **El gallo (vigilancia):** representa la vigilancia, es decir, la atención constante en las actividades diarias de los empleados contratados por Bureau Veritas
- **El espejo (imparcialidad):** refleja la imparcialidad que guía todos los actos de los empleados
- **La balanza (equidad):** la justicia que posa la forma de actuar del grupo.
- **La esfera (universalidad):** la actividad mundial de Bureau Veritas.
- **El caduceo (comercio):** es el símbolo que define a Bureau Veritas como una empresa con ambición empresarial.
- **La silueta (verdad):** a veces también llamada "**La dama**" muestra tanto el aspecto humano de las personas que constituyen Bureau Veritas como la verdad que el grupo está buscando alcanzar.

Asimismo, INSPECTORATE después de ser comprado, cambia su logo original para adoptar el logo del grupo Bureau Veritas.



Figura N° 1: Logo de Inspectorate Bureau Veritas

1.5 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El Grupo Bureau Veritas tiene 1400 oficinas ^(Wikimedia BV) y 330 laboratorios ^(BVCom.Prensa2010), en 140 países. Su sede central se ubica en la ciudad de Neuilly-sur-Seine, París (Francia). ^(Wiki media BV)

Inspectorate tiene más de 100 filiales y 70 laboratorios especializados ^(Avellaneda blogdelagente), en 60 países. Su sede central se ubica en la ciudad de Witham, Essex (Reino Unido). ^(BVCom.Prensa2010)

En el Perú Inspectorate tiene su sede principal, en la Av. Elmer Faucett N° 444, en el distrito de Callao, provincia constitucional del Callao, en la región Lima.

Además cuenta con una sede en la ciudad de Pisco, la cual está compartida por dos áreas, operaciones división medio ambiente y operaciones división agricultura y pesquería, que es la encargada de los servicios de monitoreo ambiental en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural, cuyo operador es Pluspetrol Perú Corporation, cliente principal en esta parte del Perú.

1.6 OBJETIVOS Y FINALIDAD DE LA EMPRESA

- Ofrecer a los clientes y a la comunidad servicios de muestreo y análisis ambientales basados en un sistema de gestión integrado de la calidad, competencia técnica, gestión ambiental y seguridad y salud ocupacional; con personal capacitado y equipamiento de tecnología para satisfacer sus requerimientos.
- Fomentar la mejora continua planteando objetivos medibles y evaluables para la calidad, competencia técnica, medio ambiente, prevención de la contaminación, prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales para sus integrantes y personas en general que asistan a nuestras instalaciones, todo ello en concordancia con las normativas jurídicas vigentes y aplicables en cada país.

1.7 POLITICA DE LA EMPRESA

➤ **VISIÓN**

"Llegar a ser líderes en nuestra industria y el mayor actor en cada uno de nuestros segmentos de mercado y mercados geográficos clave".

➤ **MISIÓN**

"Entregar valor económico a los clientes a través de la gestión de la Calidad, Seguridad, Medio Ambiente y Responsabilidad Social de sus Activos, Proyectos, Productos y Sistemas, facilitándoles la reducción de los riesgos y la mejora de su rendimiento".

➤ **POLITICA AMBIENTAL, DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

El Grupo Bureau Veritas Perú, especializado en servicios de entrenamiento, supervisión, auditorías, inspección de conformidad y ensayos en temas relacionados a la calidad, seguridad y salud ocupacional, medio ambiente y responsabilidad social, reconoce sus obligaciones y responsabilidades y se compromete a:

1. Prevenir las lesiones, dolencias, enfermedades e incidentes relacionados con el trabajo y en el caso del medio ambiente prevenir la contaminación.
2. Concientizar a las personas que trabajan en nombre de la organización sobre la responsabilidad de cuidar de su propia salud y seguridad, y la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actos u omisiones en el trabajo.
3. Cuando el personal realice actividades de campo es responsable de cumplir los requerimientos aplicables a su propia seguridad, esto incluye actuar bajo instrucciones específicas brindadas por el representante de Seguridad y Salud en el lugar de trabajo y las normas propias de Bureau Veritas.
4. Tener una actitud positiva hacia los temas de medio ambiente y de seguridad y salud ocupacional, aplicando buenas prácticas dentro y fuera del centro laboral, como medio de prevención de la contaminación, lesiones, enfermedades e incidentes personales.
5. Evitar o minimizar los residuos, especialmente de materiales derivados de los recursos naturales y promover el ahorro de recursos no renovables.

6. Estar en conformidad con los requerimientos legales del país y otros requerimientos que la organización suscriba voluntariamente.
7. Promover la consulta y garantizar la participación de los trabajadores y sus representantes en la planificación, implementación y revisión continua del Sistema de Gestión de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional.
8. Asegurar la mejora continua del desempeño del Sistema de Gestión Integrado de Medio Ambiente, Salud Ocupacional, Seguridad, mediante la revisión de nuestros procesos y el entrenamiento permanente de los trabajadores de la organización.

1.8 ACTIVIDADES DE INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.

Inspectorate Services Perú S.A.C. o Bureau Veritas Group Company es un laboratorio de ensayo, un organismo de inspección y certificación de productos o materias primas. Su red de laboratorios, estratégicamente situados en lugares comerciales claves alrededor del mundo, proporciona ensayos analíticos de precisión tanto a los estándares reconocidas internacionalmente como a metodologías específicas para cada cliente. Los servicios de ensayo e inspección por parte de expertos se proporcionan a través de una amplia gama de sectores, incluyendo industria petroquímica, metales y minerales, seguridad alimentaria y agricultura, y productos de consumo. *(BV about isp)*

1.8.1 SERVICIOS DE MONITOREO AMBIENTAL

Como laboratorio de ensayo, *INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.* proporciona servicios de muestreo y análisis durante las 24 horas del día, 365 días del año. *(BV about isp)*

Realizan monitoreos, ensayos, interpreta los resultados obtenidos y los compara con la legislación ambiental nacional e internacional.

Es un laboratorio de análisis y monitoreo ambiental reconocido por Instituto Nacional de Calidad, Dirección de Acreditación (INACAL-DA) bajo la Norma Técnica Peruana NTP - ISO / IEC 17025:2006, con registro N° LE – 031. Comprometido con el medio ambiente, garantiza resultados analíticos confiables y oportunos, enfocados en el cumplimiento de las normativas legales vigentes, y aplicando metodologías estandarizadas según normas EPA, NTP, APHA, ASTM e ISO.

El área de operaciones ambientales cuenta con personal calificado y equipos de alta tecnología, necesarios para prestar todo tipo de servicios asociados a la problemática ambiental, programa de monitoreo establecidos por los clientes en diversos sectores productivos y de servicios con el fin de permitirles evaluar y controlar los aspectos ambientales que afectan la calidad de aire, agua y suelos.

➤ MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

- ✓ Muestreo de aguas naturales de acuerdo a los protocolos de monitoreo establecido por cada sector.
- ✓ Muestreo puntual y compuesto de aguas residuales domésticas e industriales.

- ✓ Muestreo de aguas para uso y consumo humano tales como aguas envasadas, agua potable y agua de uso recreacional.
- ✓ Muestreo de aguas salinas como agua de mar a diferentes profundidades.
- ✓ Medición en campo (oxígeno disuelto, pH, turbidez, temperatura, conductividad, cloro libre, cloro total, salinidad).
- ✓ Análisis de parámetros fisicoquímicos (aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (TPH), demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), metales, etc.), parámetros microbiológicos (coliformes, enterococos, virus, etc.) y parasitológicos de aguas.

➤ **MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE**

- ✓ Muestreo y análisis de material particulado ($PM_{2.5}$, PM_{10}) y partículas totales en suspensión (PTS), análisis de metales pesados en el aire mediante filtros.
- ✓ Muestreo y análisis de gases contaminantes como O_3 , CO, SO_2 , H_2S y NO_x .
- ✓ Muestreo y análisis de compuestos orgánicos volátiles (VOCs), hidrocarburos totales de petróleo (TPH), benceno, etc.

➤ **MONITOREO DE EMISIONES GASEOSAS**

- ✓ Muestreo y análisis de gases de combustión como CO, SO_2 y NO_x , CO_2 , velocidad de gases y material particulado ($PM_{2.5}$, PM_{10}) emitidos por fuentes fijas o estacionarias.

➤ **MONITOREO DE LA CALIDAD DE SUELO Y SEDIMENTOS**

- ✓ Muestreo y análisis de parámetros fisicoquímicos como aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (TPH), conductividad, pH, metales, materia orgánica, etc.

➤ **MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL**

- ✓ Niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación ambiental.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \frac{T}{8} \quad (1)$$

Donde:

$L_{Aeq,d}$ = nivel diario equivalente.

$L_{Aeq,T}$ = nivel de presión acústico continuo ponderado A.

T = Temperatura ambiente promedio durante el periodo de muestreo, (K)

➤ **MONITOREO HIDROBIOLÓGICO**

- ✓ Análisis cualitativo y cuantitativo (fitoplancton y zooplancton)

1.9 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA

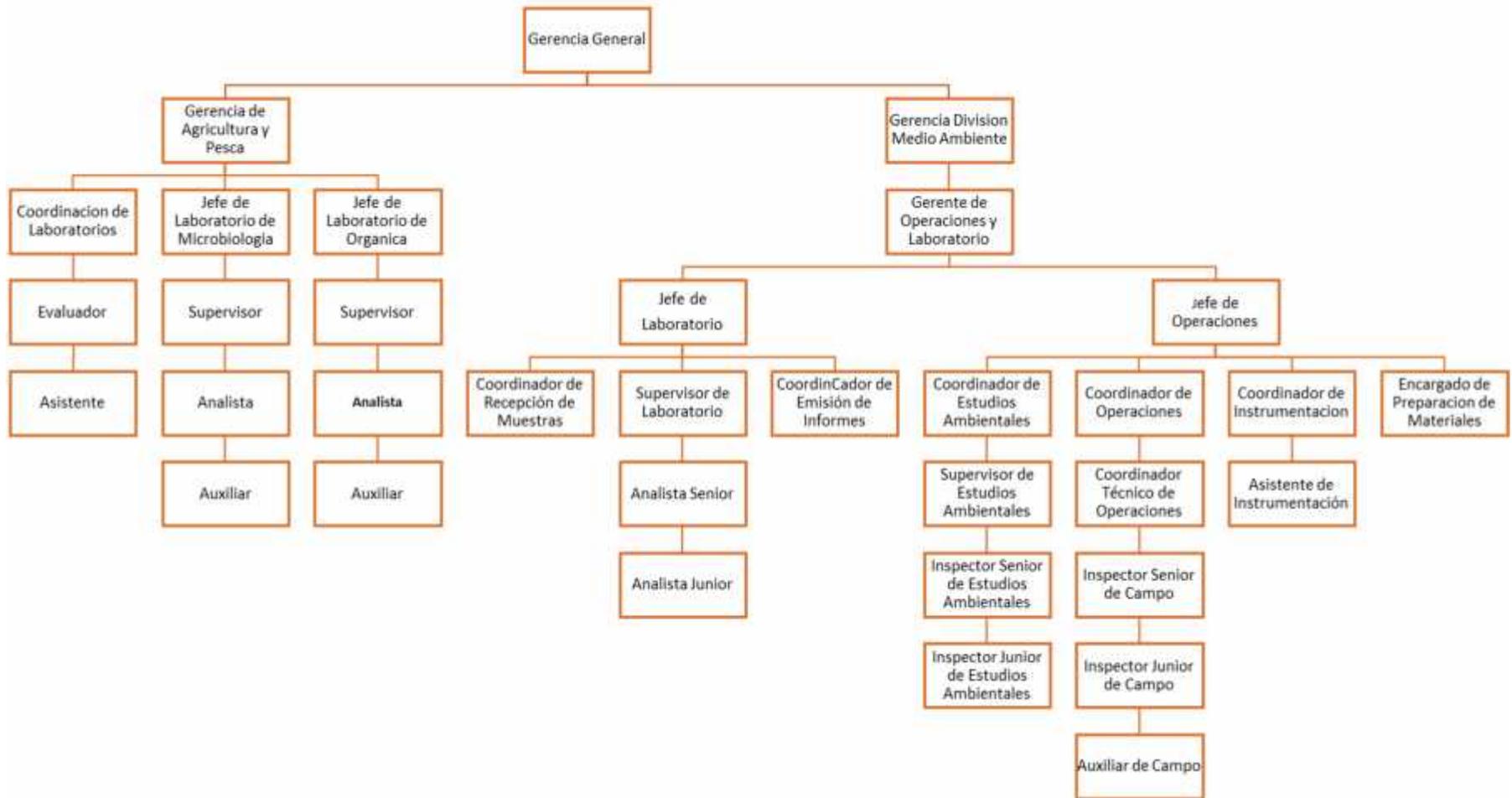


Figura N° 2: Organigrama de Inspectorate Services Perú S.A.C.

FUENTE: Inspectorate Services Perú S.A.C. – 2015.

CAPITULO II

MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD DE AIRE

2.1 INTRODUCCIÓN

"El ambiente es el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus interrelaciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida" (ONU-Estocolmo 1972). El ambiente está en constante modificación, positiva o negativa, por la acción del hombre o la naturaleza. Los cambios pueden ser hechos por los humanos o por la naturaleza misma. Sin duda transformamos lo que nos rodea pero también la lluvia modela el paisaje, el mar construye y destruye playas, el frío y el calor rompen las rocas, otras especies son arquitectas de su entorno, etc. Y por último nuestra definición dice que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida. Mira que importante es el ambiente que toda la vida de nuestro planeta depende de su buen estado, de su calidad.

2.2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) por encima de las concentraciones máximas permitidas y que pueden ser nocivos para la salud y el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impiden el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. *(Minan, glosario proy)*

2.3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Adición de cualquier sustancia que altera las propiedades físicas, químicas y biológicas de la atmósfera (Nevers, 1998). *(Minan retos)*

2.4 CONTAMINANTE

Cualquier sustancia química, física o biológica que no pertenece a la naturaleza del medio en que se encuentra, si cuya concentración excede los niveles permisibles causa efectos adversos en la salud humana y el ambiente. *(Oefa)*

2.5 CONTAMINANTE DE AIRE

Causada por sustancias de carácter físico, químico o biológico emitida a la atmósfera, generada por la actividad humana o por un proceso natural, que en determinados niveles de concentración en el aire generan riesgos a la salud y las especies que habiten en un espacio geográfico. *(Moragues Manual)*

2.6 ANTECEDENTES DE CONTAMINACIÓN

- Uno de los primeros accidentes de contaminación de aire con causa definida y documentados sucedió en 1950 en Poza Rica, México. El problema comenzó cuando una refinería de gas natural descargó inadvertidamente sulfuro de hidrógeno en el aire. Una inversión térmica simultánea agravó el problema. Con resultados de 22 muertes y más de 300 casos de enfermedades relacionadas, sobre todo irritación de las vías respiratorias y trastornos del sistema nervioso.
- Quizá el ejemplo más ilustrativo de cómo la descarga accidental de una sustancia química tóxica puede perjudicar a gran parte de la población fue el incidente producido en Bhopal, India, en 1984. Donde treinta toneladas de isocianato de metilo (CH_3NCO) escaparon a través de una válvula rota y cubrieron una comunidad adyacente a una planta industrial química, el

resultado, más de 2,500 muertes se atribuyeron a este caso y 17,000 personas quedaron permanentemente discapacitadas.

- Uno de los accidentes más conocido, que incluso se convirtió en sinónimo de desastre industrial fue el de Chernóbil en la Unión Soviética en el año 1986. A pesar de no haber sido el primer accidente que involucraba a una central nuclear, este fue y aún sigue siendo el peor de todos. La explosión fue la culminación de una serie de acontecimientos, atribuibles al mal funcionamiento mecánico y al error humano. Las consecuencias fueron muy graves. Murieron 30 trabajadores por exposición radiactiva en los primeros meses y otros 200 trabajadores y bomberos fueron hospitalizados con serios daños provocados por la radiación. Millones de personas en la antigua Unión Soviética y Europa del Este, estuvieron expuestas a la lluvia radiactiva y, por lo tanto, tienen mayores probabilidades de morir de cáncer que las que tenían antes del desastre.
- Otras fueron afectadas por medio de los alimentos provenientes tanto de plantas como de animales que estuvieron expuestos a la radiación. Además, debido a que la radiación es mutagénica (es decir, capaz de alterar el material genético), los efectos adversos del accidente de Chernóbil probablemente afectarán también a las próximas generaciones.
- la contaminación del aire es una de las principales causas ambientales de muerte por cáncer. *(OMS 2013)*

El 17 de octubre de 2013, Ginebra. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por siglas en inglés) de la Organismo Mundial de Salud (OMS), anunció que ha clasificado la contaminación del aire

como carcinógeno para los humanos (IARC Scientific Publication N° 161 - Air pollution and cáncer, página 9).

Los datos más recientes indican que en el año 2010, se produjeron 223,000 muertes por cáncer de pulmón en todo el mundo como resultado de la contaminación del aire.

"El aire que respiramos se ha contaminado con una mezcla de sustancias que causan cáncer", dice Kurt Straif, Jefe de la Sección de Monografías de la IARC.

"Ahora sabemos que la contaminación del aire exterior no sólo es un riesgo importante para la salud en general, sino también una causa ambiental de muerte por cáncer."

2.7 PRINCIPALES COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente es el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus interrelaciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida.

2.7.1 LA ATMÓSFERA

Protege a la Tierra del exceso de radiación ultravioleta y permite la existencia de vida es una mezcla gaseosa de nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua, otros elementos compuestos y partículas de polvo. Calentada por el Sol y la energía radiante de la Tierra, la atmósfera circula en torno al planeta y modifica las diferencias térmicas. Por lo que se refiere al agua, un 97% se encuentra en los océanos, un 2% es hielo y el 1% restante es el agua dulce de los ríos, los lagos, las aguas subterráneas y la humedad atmosférica y del suelo. El suelo es el delgado manto de materia que sustenta la vida terrestre. Es producto de la interacción del clima y del sustrato rocoso o

roca madre, como las morrenas glaciares y las rocas sedimentarias, y de la vegetación. De todos ellos dependen los organismos vivos, incluyendo los seres humanos. Las plantas se sirven del agua, del dióxido de carbono y de la luz solar para convertir materias primas en carbohidratos por medio de la fotosíntesis; la vida animal, a su vez, depende de las plantas en una secuencia de vínculos interconectados conocida como red trófica.

2.7.2 EL AIRE

Se denomina aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta. Es particularmente delicado, fino, etéreo y si está limpio transparente en distancias cortas y medias. En proporciones ligeramente variables, está compuesto por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles como criptón y argón; es decir, 1% de otras sustancias. Los porcentajes indicados expresan fracción en volumen, prácticamente igual a la fracción molar.

2.7.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL AIRE

- **Expansión:** aumento de volumen de una masa de aire por reducción de la presión ejercida por una fuerza o debido a incorporación de calor.
- **Contracción:** reducción de volumen del aire al ser presionado por una fuerza, pero el volumen llega a un límite y el aire tiende a expandirse.
- **Fluidez:** flujo de aire de un lugar de mayor concentración a otro de menor concentración, sin gasto de energía.
- **Presión atmosférica:** fuerza que ejerce el aire a todos los cuerpos.
- **Volumen:** espacio que ocupa el aire.

- **Densidad:** 1,18 kg/m³ (a 25 °C)
- **Viscosidad:** 0,018 cp. (a 20 °C)

2.7.2.2 COMPOSICIÓN DEL AIRE

El aire está compuesto principalmente por nitrógeno, oxígeno y argón. El resto de los componentes, entre los cuales se encuentran los gases de efecto invernadero, son vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozono, entre otros. En pequeñas cantidades pueden existir sustancias de otro tipo: polvo, polen, esporas y ceniza volcánica. También son detectables gases vertidos a la atmósfera en calidad de contaminantes, como cloro y sus compuestos, flúor, mercurio y compuestos de azufre.

Tabla Nº 1: Composición volumétrica de la atmósfera libre de vapor de agua.

Gas	Volumen (%)
Nitrógeno (N ₂)	78,084
Oxígeno (O ₂)	20,946
Argón (Ar)	0,9340
Dióxido de carbono (CO ₂)	0,035
Neón (Ne)	0,001818
Helio (He)	0,000524
Metano (CH ₄)	0,000179
Kriptón (Kr)	0,000114
Hidrógeno (H ₂)	0,000055
Óxido nitroso (N ₂ O)	0,00003
Monóxido de carbono (CO)	0,00001
Xenón (Xe)	0,000009
Ozono (O ₃)	0 a 7×10 ⁻⁶
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0,000002
Yodo (I ₂)	0,000001
Amoníaco (NH ₃)	Trazas

FUENTE: wikipedia.org/wiki/aire, año 2015.

2.8 ELEMENTOS CONTAMINANTES DEL AIRE

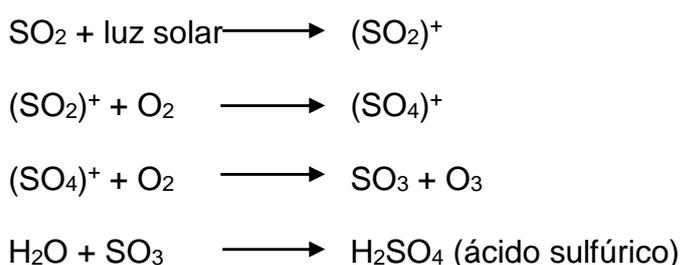
➤ EL SMOG O NEBLUMO

Es una mezcla de varios contaminantes primarios y secundarios, formados cuando algunos de los primarios interactúan bajo la influencia de la luz solar recibe el nombre de smog fotoquímico *“En él, los contaminantes reaccionan químicamente y dan origen a varios compuestos dañinos para la salud y el ambiente, como los ácidos sulfúrico y nítrico, y el ozono”* (Brack y Mendiola 2000).

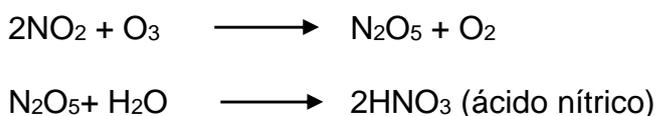
La frecuencia y la severidad del smog en un área dependen del clima y la topografía local, la densidad poblacional, las industrias, los principales combustibles usados, la calefacción y el transporte. (Solís y López 2003:206)

Los tres integrantes principales para su formación son la luz ultravioleta, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, y son los vehículos automotores los principales productores de dos de los tres principales (hidrocarburos reactivos y óxidos de nitrógeno). (Manahan, 2007:420)

El dióxido de azufre (SO₂), por reacciones químicas, da origen al ozono (O₃) y al ácido sulfúrico (H₂SO₄), en la siguiente reacción química:



El ozono en exceso reacciona con el dióxido de nitrógeno (NO₂) y da origen al ácido nítrico, según la siguiente reacción química:



El ácido sulfúrico, el ácido nítrico y otros compuestos (dióxido de azufre, monóxido de carbono) quedan suspendidos en el aire en forma de partículas finas (aerosoles) de influencia muy marcada sobre el ambiente y la salud.

➤ **LAS PARTÍCULAS**

Son pequeños entes sólidos o líquidos que están suspendidos en el aire y que usualmente de forma individual, son invisibles al ojo desnudo. Sin embargo las pequeñas partículas a menudo forman una neblina que disminuye la visibilidad. *(Baird 2004:116)*

De hecho, las partículas pueden ser lo que más comúnmente afecte la salud de las personas.

Las partículas pueden existir en cualquier forma, tamaño y pueden ser partículas sólidas o gotas líquidas. Se dividen las partículas en dos grupos principales: las más grandes de material particulado (PM₁₀) (entre 2.5 y 10 micrómetros) y las más pequeñas de material particulado (PM_{2.5}) (menores a 2.5 micrómetros).

Las partículas pequeñas son más ligeras y permanecen en el aire más tiempo y viajan lejos.

➤ **EFFECTOS DE LAS PARTÍCULAS**

Las partículas atmosféricas tienen numerosos efectos, muchos de los cuales constituyen una seria contaminación atmosférica. El más obvio de éstos es la reducción y distorsión de la visibilidad. Estas partículas, proporcionan superficies activas donde pueden ocurrir reacciones químicas atmosféricas heterogéneas y constituyen sitios de nucleación para la condensación de vapor de agua atmosférico, ejerciendo por ello una influencia significativa en el tiempo y los fenómenos de contaminación del aire.

Los efectos más visibles de las partículas de aerosol en la calidad de aire resultan de sus efectos ópticos. Las partículas de diámetro menor de aproximadamente $0.1 \mu\text{m}$ dispersan la luz casi igual que las moléculas, esto es, dispersión Rayleigh. Generalmente, dichas partículas tienen un efecto insignificante sobre la visibilidad en la atmósfera. Las propiedades de dispersar e interceptar la luz de las partículas mayores que $1 \mu\text{m}$, son aproximadamente proporcionales al área de la sección transversal de las partículas.

Las partículas solas o acompañadas representan un riesgo para la salud, estas pueden tener un efecto tóxico de una o más maneras que las presentadas:

- ✓ Las partículas pueden ser intrínsecas tóxicas, debido a sus características físicas o químicas propias.
- ✓ La partícula puede interferir con alguno de los mecanismos que despejan el aparato respiratorio.
- ✓ La partícula actúa como conductor de sustancias tóxicas absorbidas. (Campos 2003:96)

➤ **EL MONÓXIDO DE CARBONO (CO)**

Es un gas incoloro, inodoro, inflamable, venenoso y altamente tóxico, es un contaminante primario que se produce por la combustión incompleta del carbono en el proceso de la combustión, es decir por la combustión incompleta de combustibles fósiles como gas, gasolina, kerosene, carbón, petróleo o madera, en condiciones de déficit de O_2 (combustión ineficiente)

Su vida media en la atmósfera se estima en 1 a 2 meses. (HORN, 1989)

El monóxido de carbono (CO), es el contaminante más abundante en la atmósfera, se producen mayormente por fuentes naturales, aunque también es el contaminante que en mayores cantidades se emite a la atmósfera por las fuentes antropogénicas.

Las principales fuentes productoras de este contaminante son los vehículos automotores, que usan como combustible gasolina o diésel, los procesos industriales, los incendios forestales y urbanos y la incineración de materia orgánica. Las chimeneas, las calderas, los calentadores del agua y los aparatos domésticos que queman combustibles fósiles o derivados del petróleo, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores de querosene, también pueden producir monóxido de carbono (CO), si no están funcionando bien.

Las fuentes naturales de monóxido de carbono (CO) son: Oxidación del metano proveniente de los procesos de putrefacción de la materia orgánica, océanos (ciertas algas y otras fuentes biológicas producen monóxido de carbono (CO) en las aguas superficiales, luego éste es liberado a la atmósfera), descomposición de la clorofila, y erupciones volcánicas con desprendimiento de gas natural.

No afecta directamente a la vegetación o lo materiales, sin embargo, su importancia radica en los daños que puede causar a la salud humana.

➤ **EFFECTOS DEL MONÓXIDO DE CARBONO (CO)**

El monóxido de carbono en altas concentraciones puede causar cambios fisiológicos y patológicos y finalmente, la muerte. De hecho, el monóxido de carbono es un veneno (concentraciones mayores a 750 ppm), que inhalado priva a los tejidos del cuerpo del oxígeno necesario. La combinación del

monóxido de carbono con la hemoglobina de la sangre se llama Carboxihemoglobina (COHb), mientras que la combinación de oxígeno y hemoglobina se denomina oxihemoglobina (O₂Hb). La hemoglobina tiene una afinidad por el monóxido de carbono (CO) de aproximadamente 210 veces su afinidad del oxígeno, por lo que en presencia de monóxido de carbono (CO), la hemoglobina presente en la sangre no se combina con el oxígeno sino con el monóxido de carbono (CO), formando la carboxihemoglobina.

En general se considera 100 ppm como el límite superior de seguridad en la industria para individuos saludables dentro de ciertos rangos de edad y una exposición de ocho horas. A 100 ppm, la mayoría de las personas experimentan mareos, dolor de cabeza y cansancio. *(Campos 2003:94)*

➤ **EL OZONO (O₃)**

Es un gas oxidante, incoloro y de olor agradable. A nivel del suelo (ozono troposférico) se considera un agente contaminante del aire, mientras que el ozono presente en la estratosfera (ozono estratosférico) es crítico para la absorción de radiación ultravioleta que causa cáncer. Se estima que el ozono (O₃) troposférico tiene una vida media que va desde unos 5 días en verano hasta algunas semanas en invierno *(Brasseur et al 1999)*.

Es un contaminante secundario, es decir no lo emite una fuente directamente a la atmósfera, sino que se forma cuando los óxidos de nitrógeno (NO_x) reaccionan con los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) (provenientes del escape de los automóviles, de los vapores de la gasolina, de solventes químicos y también de algunas plantas aromáticas), en presencia de la luz solar (reacción fotoquímica), lo que ocasiona mayores concentraciones

durante los períodos de tiempo soleado. Es el principal componente del smog durante los procesos de inversión térmica. El conjunto de O_3 , NO_x y componentes orgánicos volátiles (VOCs) forman una neblina muy visible en zonas muy contaminadas denominada smog fotoquímico. El ozono se emite de forma natural por descargas eléctricas de una tormenta.

➤ **EFFECTOS DEL OZONO (O_3)**

Es un gas muy reactivo, tóxico que causa problemas a la salud humana, pues afecta al sistema respiratorio. Puede irritar el sistema respiratorio (inflamación de las vías respiratorias), provocando tos, irritación en la garganta y una sensación incómoda en el pecho, puede reducir la función pulmonar (la respiración comienza a sentirse difícil y sentirse incómoda, se comienza a respirar más rápido de lo normal), dañar el tejido pulmonar (puede inflamar y dañar células que recubren lo pulmones, al cabo de unos pocos días, las células dañadas son reemplazadas y las células viejas se desprenden, causando problemas respiratorios graves), puede causar daño permanente al pulmón (repetido daño en los pulmones en desarrollo de los niños resulta en función pulmonar reducida en adultos), puede originar enfermedades pulmonares. Cuando esta sustancia penetra al organismo a través de las vías respiratorias puede originar mutaciones a nivel celular.

El ozono (O_3) agrava el asma, cuando los niveles son altos, las personas con asma tienen ataques que necesitan de atención médica y medicamentos, esto debido a que el ozono (O_3) hace que las personas sean más susceptibles a los alérgenos (agentes que provocan los ataque de asma).

El ozono (O_3) puede empeorar las enfermedades pulmonares crónicas (enfisema y bronquitis), y puede reducir la capacidad del sistema

inmunológico para defender al sistema respiratorio de las infecciones bacterianas.

En altas concentraciones, también causa daño a las plantas, afecta el normal desarrollo y crecimiento de las mismas, provocan en los animales mayor susceptibilidad hacia las infecciones bacterianas en el pulmón, inflamación y alteraciones morfológicas en el pulmón. Tiene efectos corrosivos, ya que deteriora materiales como el hule, nylon, caucho, colorantes textiles y pinturas.

Los grupos más sensibles constituyen las personas que sufren asma, bronquitis crónica y enfisema.

➤ **EL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)**

Es un gas incoloro, no inflamable, de olor fuerte (acre), tóxico, reactivo e irritante. Su vida media en la atmósfera oscila entre horas a días *(Molina, 2002)*.

Es un contaminante primario, producido por la combustión de combustibles fósiles que contienen Azufre como el carbón y el petróleo (diésel).

El SO₂ es el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmósfera después del CO. La mayor parte de SO₂ que llega a la atmósfera es emitido por actividades humanas.

Fuentes de emisión de este gas son: Las centrales termoeléctricas, las industrias minero – metalúrgicas (refinación de minerales que contienen azufre, como los de Cu, Hg, Ni, Pb y Zn), refinerías de petróleo, calefacciones y en menor proporción los medios de transporte.

Fuentes naturales de SO₂ son: la oxidación del gas sulfhídrico (H₂S), el cual se forma por descomposición microbiológica de la materia orgánica; océanos (mayor sumidero de SO₂), actividades volcánicas.

Es un gas ácido que se combina con la humedad del aire para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4) y partículas sulfatadas, esto contribuye a la producción de lluvia ácida, provocando la acidificación de suelos, lagos y ríos con daños a la vegetación, deforestación, corrosión de metales, edificios y monumentos. Las partículas sulfatadas, contribuyen al aumento de los niveles de material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$), forman partículas secundarias en la atmósfera que dispersan la luz y contribuyen con el deterioro de la visibilidad.

Este gas, absorbido principalmente por el sistema nasal, en altas concentraciones puede ocasionar dificultad para respirar, humedad excesiva en las mucosas conjuntivas, (alteración en las mucosas de los ojos), irritación severa en las vías respiratorias (inflamación del sistema respiratorio) e incluso al interior de los pulmones por formación de partículas de H_2SO_4 , ocasionando vulnerabilidad de las defensas pues aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio (afecta las defensas del sistema respiratorio), ataques de tos, afecciones al pulmón. Es decir, el SO_2 afecta al sistema respiratorio y las funciones pulmonares.

El azufre que llega a la atmósfera lo hace desde fuentes muy diversas, tanto naturales como antropogénicas. Se incluyen en las primeras las emisiones volcánicas, las espumas marinas, los polvos terrestres, emisiones de los terrenos y piogénicas. Cerca del 90% del azufre que llega por estos conductos lo hace en forma de SO_2 . Aproximadamente de un tercio a un cuarto del azufre que llega a la atmósfera es de origen natural, y el restante, principalmente en forma de SO_2 , es consecuencia de actividades humanas como las derivadas de la combustión de combustibles fósiles (Figueruelo y Dávila 2004:40).

El problema principal de la emisión de óxidos de azufre es que estos pueden, por una serie de reacciones formar ácido sulfúrico el cual es muy perjudicial en las plantas, animales y estructuras cuando tiene contacto con ellos, y que puede llegar a la tierra en forma de lluvia (lluvia ácida).

➤ **EFFECTOS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)**

Aunque no es muy tóxico para la mayoría de las personas, los niveles bajos de dióxido de azufre en el aire si tiene algunos efectos en la salud. Su efecto primario es en el tracto respiratorio, produciendo irritación y aumentando la resistencia al flujo de aire de las vías respiratorias, sobre todo en las personas con debilidad respiratoria y asmáticos sensibles. La secreción de mucosidad está también estimulada por la exposición al aire contaminado por dióxido de azufre. Aunque el SO₂ causa la muerte en los seres humanos a 500 ppm, no se ha encontrado que dañe a los animales de laboratorio a niveles de 5 ppm.

El dióxido de azufre atmosférico es dañino para las plantas y algunas especies se ven más afectadas que otras. La exposición aguda a altos niveles de gas mata el tejido de las hojas, una condición llamada necrosis de la hoja. Los bordes y las áreas entre las venas de las hojas muestran daños característicos. La exposición crónica de las plantas al dióxido de azufre causa clorosis, blanqueando o poniendo amarillas las partes normalmente verdes de la hoja. (Manahan 2007:412-413)

➤ **LOS ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x)**

El óxido nítrico (NO) es un gas incoloro e inodoro, que se genera durante el proceso de combustión, por la oxidación del N₂ que forma parte de los combustibles fósiles.

El dióxido de nitrógeno (NO_2), es un gas color café rojizo y olor asfixiante, producido de forma directa o indirecta (a partir de la oxidación del NO por reacciones fotoquímicas) por la quema de combustibles (proceso de combustión). Es un contaminante secundario, cuya vida media en la atmósfera es alrededor de 1 día (Molina y Molina, 2002).

En el proceso de combustión, el nitrógeno en el combustible y el aire se oxidan para formar principalmente óxido nítrico (NO) y en menor proporción NO_2 .

Se utiliza el término “óxidos de nitrógeno” (NO_x) para denominar principalmente la suma de NO y NO_2 . Los NO_x se combinan con compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar para formar O_3 .

Al igual que el SO_2 , el NO_2 es otro de los contaminantes gaseosos que poseen carácter ácido. Su acción se manifiesta mediante la descomposición del NO_2 con la humedad presente en el sistema respiratorio, transformándose en ácido nítrico y nitroso; dado que el NO_2 no es muy soluble en agua pasa a través de la tráquea y bronquios, relativamente secos, alcanzando el área húmeda de los pulmones (los alvéolos) donde forma los ácidos mencionados, ambos irritantes y corrosivos para la cubierta mucosa de los pulmones.

Las emisiones más importantes provienen de las centrales termoeléctricas, calefacción, calderas, y de los motores de los vehículos.

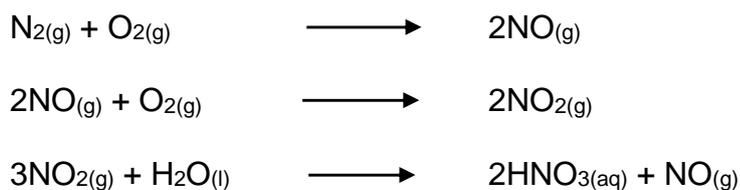
Fuentes naturales de NO_2 son: actividad bacteriana, tormentas con descargas eléctricas, erupciones volcánicas.

Es un gas que se combina con la humedad del aire para formar ácido nítrico (HNO_3) y nitratos, esto contribuye a la producción de lluvia ácida y al

aumento de los niveles de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}. Forman partículas secundarias en la atmósfera y a altas concentraciones causa una apreciable reducción de la visibilidad. Adicionalmente promueven la eutrofización de las masas de agua.

En la atmósfera se detectan tres óxidos de nitrógeno; el óxido nitroso (N₂O), el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) son gases altamente reactivos; son contaminantes primarios que contribuyen de forma significativa a la contaminación. Pueden ser de origen natural o antropogénicas, pero en cualquiera de los dos casos son responsables aproximadamente de una tercera parte de la acidificación.

El dióxido de nitrógeno es un gas que reacciona con el agua presente en la atmósfera, generando ácido nítrico, uno de los componentes de la lluvia ácida. Se origina de la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) con oxígeno (O₂). A su vez el monóxido de nitrógeno (NO) se origina por oxidación del nitrógeno presente en los combustibles y el oxígeno. A través de la siguiente reacción: *(Castestells 2005:52-53)*



➤ EFECTOS DE LOS OXIDOS DE NITROGENO (NO_x)

El NO tiene efectos relativamente inofensivos para la salud, pero estos efectos son apreciablemente menores en comparación con el NO₂, que es un gas irritante, tóxico, corrosivo y muy reactivo, que afecta principalmente al sistema respiratorio, como la inflamación de las vías respiratorias y en altas concentraciones puede irritar los alvéolos, dañar las células

pulmonares y puede causar cambios irreversibles en el tejido pulmonar similares a una enfisema, puede incrementar el riesgo de infecciones pulmonares (reducción de la resistencia respiratoria a las infecciones), puede causar pulmonía, bronquitis, disminución de la función pulmonar.

Al igual que el SO₂, los individuos que padecen de asma son más susceptibles de desarrollar una respuesta de constricción bronquial. Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO₂. Es decir, puede causar un incremento en la incidencia de enfermedades respiratorias en los niños, agravamiento de afecciones en individuos asmáticos y con enfermedades respiratorias crónicas.

➤ **EL PLOMO (Pb)**

El plomo ha sido un ingrediente importante en la fabricación de pinturas y gasolina. Pero la fuente primaria de contaminación del aire por plomo ha sido el uso de combustibles con plomo en automóviles. Debido a que el plomo no se consume en el proceso de combustión, se emite como material particulado.

El plomo es tóxico para los humanos. Su difícil remoción del cuerpo hace que se acumule en varios órganos y que puede dañar el sistema nervioso central. Un gran número de estudios científicos han documentado los efectos nocivos de la exposición al plomo, entre ellos bloquear el desarrollo intelectual en niños. Por eso, uno de los más grandes éxitos ambientales de los dos últimos decenios ha sido la reducción de plomo en el aire, gracias al mayor uso de gasolina sin plomo y a la reducción de su contenido en combustibles con plomo. (Moller 2006:211)

➤ **EFFECTOS DEL PLOMO (Pb)**

El plomo se va acumulando lentamente en los órganos del cuerpo humano, provocando lesiones que pueden llegar a ser de extrema gravedad en el sistema nervioso. También produce enfermedades de tipo crónico, como son la inhibición de la síntesis de hemoglobina, posibles efectos en las funciones digestivas y reproductivas, posibles daños en el cerebro y alteraciones en la conducta y disfunciones neurológicas, especialmente en niños. También puede ser causante de la aparición de anomalías cromosómicas en los individuos. *(Seoáñez 2001:28)*

CAPITULO III

MONITOREO AMBIENTAL

3.1. DEFINICIÓN

Monitoreo ambiental es el sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos, el monitoreo es una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control.

El monitoreo ambiental no es un fin por sí mismo, sino un paso esencial en los procesos de administración del ambiente. Según estas definiciones, se puede observar la importancia que actualmente tiene el monitoreo en los diversos procesos de la actividad humana; y como acertadamente se menciona, es una herramienta fundamental dentro de todo aquel desarrollo o procedimiento que se desee sea controlado y seguro. La tendencia a nivel mundial, es dar una mayor atención a las cuestiones ambientales, sobre todo aquellas relacionadas con el quehacer humano.

En los Estados Unidos de América, la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA), ha elaborado Normas tendientes a mejorar la operación de las instalaciones para el manejo de los residuos, así como para realizar la evaluación de impactantes. En algunos países europeos como Alemania, el monitoreo ha cobrado importancia en cierta medida y se realizan trabajos de investigación para conocer el comportamiento de los impactantes y su posible

influencia en las características de diversos elementos del entorno como aire, suelo y acuífero. En la actualidad, con el fin de que este tipo de instalaciones operen adecuadamente, es necesario crear un Programa de Monitoreo Ambiental que permitan mantener los diferentes impactantes ambientales producto de dicha operación, dentro de los límites máximos permisibles que marca la normatividad en materia ambiental. Los parámetros que se determinan y evalúan.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología de *INSPECTORATE SERVICES PERÚ SA.C.*, en el monitoreo de la calidad de aire se sustenta en lo señalado en el “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones” del Subsector Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y en el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de los Datos” de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA (R.D. N° 1404-2005-DIGESA-SA). Las metodologías de estos protocolos están basadas en recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US Environmental Protection Agency, EPA) y en los métodos de la Norma Técnica Peruana por estar basados técnicamente en lo recomendado por la EPA.

Se utilizan como equipos de monitoreo de calidad de aire, equipos de alto volumen para material particulado (PM_{10}), de la marca thermo electronic y los analizadores automáticos de gases, marca Teledyne / Advanced Pollution Instrumentation, que cumplen con los procedimientos de análisis descritos en el Reglamento Nacional de Estándares de Calidad de Aire (D.S. 074-2001-PCM), y cuentan con la aprobación de la Agencia de Protección Ambiental de

los Estados Unidos (U.S.E.P.A.), como métodos de referencia o equivalentes, definidos en 40 CFR, Part 50 y Part 53, USEPA.

Simultáneamente al monitoreo de los contaminantes gaseosos, se usa una estación meteorológica (Davis Instrumentación), para conocer las condiciones ambientales en las que se lleva a cabo el monitoreo del aire y por la influencia de los parámetros meteorológicos en la concentración y dispersión de los contaminantes del aire.

Para el monitoreo de la calidad de aire, Inspectorate Services Perú S.A.C. cuenta con procedimientos de muestreo e instructivos técnicos propios, tales como:

- ✓ P-OMA-001 “Muestreo de Material Particulado (PM₁₀) con Equipos de Alto Volumen (High-Vol)”
- ✓ P-OMA-052 “Muestreo de Ozono (O₃) en Calidad de Aire con Analizadores Automáticos”.
- ✓ P-OMA-050 “Muestreo de Monóxido de Carbono (CO) en Calidad de Aire con Analizadores Automáticos”.
- ✓ P-OMA-049 “Muestreo de Dióxido de Azufre (SO₂) en Calidad de Aire con Analizadores Automáticos”.
- ✓ P-OMA-051 “Muestreo de Óxidos de Nitrógeno (NO_x) en Calidad de Aire con Analizadores Automáticos”.
- ✓ I-OMA-009 “Instalación y Programación de Equipos Meteorológicos”

3.3 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE MONITOREO

Los parámetros que se miden en el monitoreo de la calidad de aire en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural - Pisco corresponden a los contemplados en los Decretos Supremos DS N°074-2001-PCM - “Reglamento

de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire” (Ver Anexo) y DS N°003-2008-MINAM - “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire ECA – Aire” (Ver Anexo 41 pág. 167).

Los parámetros del monitoreo de la calidad de aire en la PFLGN – Pisco y sus frecuencias de monitoreo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 2: Parámetros y frecuencia mensual de monitoreo de calidad de aire en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural – Pisco.

PARÁMETRO	PERÍODO DE EVALUACIÓN (horas)
Ozono (O ₃)	8
Monóxido de Carbono (CO)	8
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24
Plomo (Pb)	24
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24
Hidrocarburos Totales (HT) expresado como Hexano	24
Benceno	4

FUENTE: Pluspetrol Perú Corporation S.A., año 2008

Tabla N° 3: Parámetros y frecuencia mensual de monitoreo meteorológico en planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural – Pisco.

PARÁMETRO	PERÍODO DE MEDICIÓN (horas)
Temperatura del Ambiente	24
Humedad Relativa	24
Velocidad del Viento	24
Dirección del Viento	24
Presión atmosférica	24

FUENTE: Pluspetrol Perú Corporation S.A. – año 2008.

3.4 CRITERIOS DE MONITOREO AMBIENTAL

Existen varios criterios para determinar la logística de un programa de monitoreo, en especial para las instalaciones relacionadas con el manejo de residuos, deben tomarse en cuenta lo siguiente:

a) Según el tipo de instalación

- ✓ Estación de transferencia.
- ✓ Planta de tratamiento.
- ✓ Sitio de disposición final en operación o clausurado.

b) Según la ubicación de la instalación

- ✓ Tipo de asentamientos colindantes.
- ✓ Aspectos climatológicos.
- ✓ Condiciones geológicas y topográficas.
- ✓ Características de la zona de amortiguamiento.

c) Según la cantidad y el tipo de residuos manejados

- ✓ Residuos municipales.
- ✓ Residuos industriales y especiales.

d) Según la eficiencia de la operación

- ✓ Procedimientos operativos.
- ✓ Procedimientos de supervisión.
- ✓ Procedimientos de mantenimiento y limpieza.

e) Con base en los anteriores criterios y tomando en cuenta la normatividad existente, es posible definir los siguientes aspectos

- ✓ Selección de indicadores de impacto (impactantes ambientales).
- ✓ Frecuencia mínima necesaria de muestreos, para el análisis de tendencias y correlación de causa - efecto.
- ✓ Selección de puntos de monitoreo, tomando en cuenta la ubicación específica de las actividades que pueden generar impactantes.
- ✓ Tipo de datos a obtener y su forma de almacenamiento y análisis.
- ✓ Cabe señalar que el aspecto económico en muchas ocasiones limita los programas debido a que, por lo general, los análisis que deben realizarse implican un alto costo, es necesario tomar esto en cuenta, con el fin de llevar a cabo la programación de la mejor manera posible.

3.5 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO *(ERM EIA 2010)*

La construcción de la planta se inició en el año 2003 y su puesta en marcha tuvo lugar en agosto del año 2004; Pluspetrol Perú Corporation S.A. es una empresa dedicada a la exploración y explotación de hidrocarburos. Asimismo, Pluspetrol es operador de la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural (PFLGN) y su terminal marino de carga (TMC).

La planta procesa los líquidos de gas natural provenientes de la planta Malvinas para la obtención de propano, butano, nafta, diésel o Mezcla de

destilados medios (MDBS). El terminal marino de carga, recepciona los productos que son bombeados directamente desde la planta para la carga de embarcaciones nacionales e internacionales.

La planta de fraccionamiento forma parte del componente de exploración y explotación del proyecto Camisea.

La implementación de la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural (PFLGN), ha requerido la elaboración y aprobación de estudios de impacto ambiental como:

- ✓ Estudio de impacto ambiental y social del proyecto planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural e instalaciones de carga, playa Lobería - Pisco (aprobado con R.D. N° 284-2003-EM/DGAA el 11 de julio del 2003).
- ✓ Proyecto de ampliación de la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural del 2007). Para la ampliación de las unidades de procesamiento y almacenamiento de la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural (aprobado con R.D. N° 361-2010-MEM/AAE).

Estos estudios de impacto ambiental han incluido como parte de sus planes de manejo ambiental, la ejecución de programas de monitoreo ambiental que permiten realizar un seguimiento a los cambios que pudieran ocurrir en el ambiente como consecuencia del proyecto.

Para efectos de la ejecución de estos programas de monitoreo de la calidad ambiental, Inspectorate Services Perú S.A.C pone al servicio de Pluspetrol el personal, equipos e instrumentos adecuados para realizar de manera periódica su monitoreo de la calidad del aire en la PFLGN – Pluspetrol – Pisco.

3.5.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural de Pluspetrol en Pisco, se encuentra ubicada en el distrito de Paracas, provincia de Pisco, región Ica y se superpone a la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas, en el corredor costero comprendido entre la ciudad de Pisco y la localidad de Paracas. (Anexo N°01: Mapa de Ubicación del Proyecto).

El acceso a la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural se realiza desde la Carretera Panamericana Sur, a la altura del Km. 231 y luego a través de la vía Fermín Tangüis, continuando por la Av. Las Américas y la Carretera Pisco-Paracas (al frente de la Playa Lobería); y desde el Océano Pacífico a través del terminal portuario Paracas (ex Puerto San Martín), continuando en tierra por la carretera Pisco-Paracas. *(ERM EIA 2010)*

La elección del sitio propuesto para la instalación de la planta y su terminal marino, realizada en base a un estudio que Pluspetrol encargó a la empresa consultora H&O Ingenieros. El estudio de alternativas en diferentes sitios de la costa se basó principalmente en aspectos oceanográficos y ambientales relacionados con la operación del terminal marino y planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural, realizando un análisis de las condiciones físico-ambientales de 14 sitios diferentes a lo largo de 250 Km. entre Lima y Paracas. De los 14 sitios evaluados inicialmente, se escogieron 5 para una evaluación más detallada. En cada uno de estos sitios se realizaron los siguientes estudios: Estudio de Impacto Ambiental Preliminar, Estudio Meteorológico, Estudio Oceanográfico, Levantamiento Topográfico

y Batimétrico y una Evaluación Portuaria. Dichos estudios realizados por la empresa consultora H&O Ingenieros.

El análisis de alternativas determinó que la playa Lobería era la adecuada para la ubicación del Proyecto por las siguientes razones principales:

- ✓ El aspecto de seguridad con relación a maniobras de embarcaciones, que es fundamental para las operaciones del muelle.
- ✓ El aspecto ambiental que viene íntimamente ligado al aspecto de seguridad de instalaciones y de las maniobras de las embarcaciones (accidentes).
- ✓ Las más favorables condiciones portuarias en aspectos oceanográficos y meteorológicos. *(ERM EIA 2002)*

3.5.3 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

La selección de las estaciones de monitoreo de calidad de aire se efectúa considerando las áreas propensas a contaminación por actividades que se realizan a su alrededor, y que afectan directamente a la salud de las personas, flora y fauna.

Tabla N° 4: Estaciones de monitoreo de calidad de aire en planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural PFLGN – Pluspetrol – Pisco.

ESTACIÓN	COORDENADA (UTM) WGS84	DESCRIPCIÓN
PIS-PDF-CA-01	N 8476700 E 0368360	Lado Este de la Planta de Fraccionamiento de LGN, parte externa del cerco perimetral de la propiedad de Pluspetrol.
PIS-PDF-CA-02	N 8477900 E 0367250	Lado Norte de la Planta de Fraccionamiento de LGN, parte externa del cerco perimetral de la propiedad de Pluspetrol.
PIS-PDF-CA-03	N 8477500 E 0366320	Playa Lobería; a 200 m de la carretera Pisco Paracas; Lado Oeste de la Planta de Fraccionamiento de LGN.
PIS-PDF-CA-04	N 8476400 E 0366940	Lado Sur de la Planta de Fraccionamiento de LGN, a 300 m del cerco perimetral de la Planta dentro de la propiedad de Pluspetrol.
PIS-PDF-CA-05	N 8475865 E 0370206	Lado Sureste de la Planta de Fraccionamiento de LGN, parte externa del cerco perimetral de la propiedad de Pluspetrol en dirección a la Planta de Aceros Arequipa.
PIS-PDF-CA-06	N 8482157 E 0368947	Campiña de San Andrés, a 4 km al norte de la propiedad de Pluspetrol.

FUENTE: Pluspetrol – año 2008

3.5.4 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN MÓVIL (SHELTER) EN EL PUNTO DE MUESTREO

Para el muestreo se utiliza una estación móvil de monitoreo (SHELTER), en donde van instalados todos los equipos de monitoreo de la calidad de aire.

En su interior se instalan los analizadores automáticos, la parte superior la estación meteorológica y equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol); permitiendo trasladar los equipos de una estación a otra.

La estación móvil (SHELTER), se ubica teniendo en cuenta el “*Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de Datos – DIGESA*” ⁽⁸⁾.

- ✓ Para asegurar el flujo lo más libre posible, se deben evitar la presencia de árboles y edificios en un área de 10 metros alrededor del sitio de muestreo.
- ✓ Para minimizar los efectos de las fuentes locales, se debe instalar la estación de monitoreo a una distancia de 20 metros por lo menos de cualquier fuente industrial, doméstica o de carreteras con alto tráfico vehicular.
- ✓ La estación móvil (SHELTER), cuyo diseño tiene lugar según recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), cumple con requerimientos de condiciones ambientales (aire acondicionado) y suministro eléctrico (generador eléctrico) para asegurar la eficiencia y desempeño de los analizadores automáticos ⁽⁸⁾.
- ✓ Sistema eléctrico. Se recomienda colocar cuatro circuitos diferentes y separados, uno para el procesamiento de datos y comunicación, otro para sistema de muestreo y medición, otro para el acondicionador de aire y el último para la ventilación e iluminación ⁽⁸⁾.
- ✓ La parte superior debe contar con barandas para la seguridad del personal que instale los equipos de muestreo de alto volumen (High-Vol) y estación meteorológica.
- ✓ Aire acondicionado. Para mantener la humedad relativa interna entre 30% y 60%, pues la humedad por encima del 60% dificulta las mediciones de SO₂ por su reacción a condiciones muy húmedas. La

temperatura interior debe estar en el rango de +15°C y +30°C. Las puertas deben mantenerse cerradas, para evitar la entrada de aire contaminado y desfavorecer en intercambio de calor con el medio. La unidad de aire acondicionado debe mantener la temperatura interior entre 20°C y 25°C considerando la disipación del calor de los equipos de monitoreo y una temperatura ambiente (externa) que puede oscilar entre los 5°C y 35°C ⁽⁶⁾.

3.5.5 MONTAJE DE EQUIPOS EN LA ESTACIÓN MÓVIL (SHELTER)

Los equipos se instalan dentro de la estación móvil (SHELTER) según procedimientos P-OMA-001 “Muestreo de material particulado con equipos de alto volumen (High-Vol)”, los equipos de analizadores de gases automáticos se instalaran según procedimiento P-OMA-052 “Muestreo de ozono (O₃) en calidad de aire con analizadores automáticos”, P-OMA-050 “Muestreo de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire con analizadores automáticos”, P-OMA-049 “Muestreo de dióxido de azufre (SO₂) en calidad de aire con analizadores automáticos”, y P-OMA-051 “Muestreo de óxidos de nitrógeno (NO_x) en calidad de aire con analizadores automáticos” de Inspectorate Services Perú S.A.C.

- ✓ El equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) se instalara en la parte superior de la estación móvil (SHELTER), se colocara en una base con ángulos los cuales tienen pernos para asegurarlos y evitar se caigan con fuertes vientos o movimientos bruscos.
- ✓ Los analizadores automáticos de gases se colocan en sus respectivos racks dentro de la estación móvil (SHELTER) ajustando pernos y otros mecanismos de sujeción.

- ✓ Cuando se usa la estación móvil (SHELTER) las líneas de muestreo o “ramales” y el manifold o “toma de muestra de puertos múltiples” ya se encuentran acondicionados, solo se tiene que conectar el ingreso de muestra del equipo (Sample) al manifold mediante tubos de teflón.
- ✓ Las tomas del manifold que no son utilizadas deben ser cubiertas (selladas).
- ✓ Los analizadores se conectan al manifold en orden decreciente de flujo, es decir de arriba (techo) hacia abajo (piso) los de mayor a menor flujo.
- ✓ Inspeccionar el estado del filtro (sea en el propio equipo o en un porta filtro externo), si se observa que alguno se encuentra cargado de partículas proceder al cambiarlo.
- ✓ La línea de muestreo debe ser lo más corta posible, no exceder los 10 metros ⁽⁷⁾.
- ✓ La toma de muestra debe estar entre 1.5 y 4 metros sobre el nivel del piso (de 1.5 a 2.5 metros para estudios epidemiológicos o de tráfico vehicular, de 2.5 a 4 y hasta 8 metros para estudios de calidad de aire de fuentes fijas) ⁽⁸⁾.
- ✓ Cuando la toma de muestra se encuentra sobre un tejado o azotea, esta se ubicará a un mínimo de 1 metro de separación vertical y horizontal de las paredes, parapetos, áticos etc. ^(18,19,20 y 21)
- ✓ La estación meteorológica se instala sobre la estación móvil de acuerdo al IOMA-009 Rev. 01 “Instructivo de Instalación y Programación de Equipos Meteorológicos” de Inspectorate Services Perú S.A.C.

3.5.6 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

3.5.6.1 MATERIALES Y EQUIPOS

- ✓ Caja de herramientas que incluya: juego de desarmadores, llaves, alicate y multitéster.
- ✓ Filtros de microfibra de cuarzo u otro material y porta filtro, para muestreo de material particulado (PM₁₀ o PM_{2,5}).
- ✓ Cartillas de registro de flujo (flow-chart)
- ✓ Manómetro diferencial.
- ✓ Brújula y GPS.
- ✓ Silicona para retención de partículas mayores PM₁₀ para el equipo de alto volumen (High-Vol).
- ✓ Guantes de nitrilo (libre de talco).
- ✓ Cuaderno de apuntes y formatos de cadena de custodia para monitoreo de calidad de aire.
- ✓ Tablas Look Up.
- ✓ Certificados de calibración.
- ✓ Equipo de Alto Volumen (High-Vol) para Monitoreo de Material Particulado (PM₁₀).
- ✓ Cabezal selector de partículas PM₁₀.
- ✓ Cuerpo con controlador, timer y registrador de flujo.
- ✓ Motor, controlador de flujo volumétrico (Venturi) y soporte de filtro.
- ✓ Estación meteorológica y generador eléctrico 2500 Watts.
- ✓ Bolsas o tacho para residuos.

CAPITULO IV

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

4.1 MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO

4.1.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀).

- ✓ Equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol): para muestreo de material particulado que aspira grandes volúmenes de aire atmosférico. Generalmente admite flujos entre 1,13 y 1,70 m³/min.
- ✓ Los muestreadores de partículas alto volumen (High-Vol) para muestreo de material particulado (PM₁₀) con flujo volumétrico controlado, tienen un controlador de flujo volumétrico (VFC, siglas en inglés), el cual es un dispositivo Venturi dimensional empleado para controlar flujos de gas. Cuando es colocado en el muestreador de alto volumen, este controlador de flujo principal opera como un Venturi de orificio de pared suave que gradualmente se abre hasta recuperar su sección.
- ✓ El vacío es producido por un motor colocado corriente abajo con referencia al Venturi. Más del 95% de las pérdidas de energía, producidas por la caída de presión a través del orificio de restricción son recuperadas en este diseño.
- ✓ Este equipo emplea el principio de “asfixia” o “flujo crítico” para mantener un caudal constante de 1.13 m³/min, actuales durante todo el período de

muestreo. Debido a que el flujo crítico a través del Venturi no es afectado de manera substancial por el aumento de la carga de polvo en el filtro, la temperatura ambiente o la presión barométrica; la velocidad del flujo volumétrico se mantiene estable en tanto que el motor ventilador se mantenga energizado.

- ✓ PM₁₀: Designación otorgada al material particulado de diámetro igual o menor a 10µm que permanece suspendido en el aire atmosférico.
- ✓ La concentración de PM₁₀ en el aire se mide como la masa total de las partículas acumuladas en el filtro, dividido por el volumen de aire de muestra corregido a las siguientes condiciones de referencia indicadas (25°C, 1atm). Esta concentración se expresa como microgramos por metro cúbico (µg/m³).
- ✓ Un equipo de alto volumen con cabezal PM₁₀ está formado por dos componentes básicos: una entrada diseñada para permitir el ingreso de partículas de diámetro <10 µm y un sistema de control de flujo capaz de mantener una proporción de flujo constante dentro de las especificaciones planteadas en la norma.

4.1.2 METODOLOGÍA DE MUESTREO DE PLOMO (Pb)

- ✓ Al igual que el muestreo de material particulado (PM₁₀), se utiliza un equipo de muestreo de alto volumen para la colección del material particulado suspendido en el aire ambiental, sobre un filtro de cuarzo.
- ✓ El material particulado retenido en el filtro es analizado por el laboratorio para determinar la concentración de plomo. El volumen total de aire

muestreado es determinado de la proporción de flujo volumétrico conocido y el tiempo expuesto.

- ✓ La concentración de plomo en el aire se determinará con la concentración de plomo en el filtro, dividido por el volumen de aire de muestra corregido a las siguientes condiciones de referencia indicadas (25°C, 1 atm). Esta concentración se expresa como microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.1.3 INTERFERENCIAS

- ✓ La caída de insectos al filtro incrementará su masa, por lo que para el post-pesado y análisis, deberán ser retirados cuidadosamente.
- ✓ La humedad puede ser retenida por el filtro influyendo en su masa.
- ✓ Algunos gases y vapores pueden ser absorbidos o adsorbidos y reaccionar en la superficie del filtro. Bajo ciertas condiciones el SO_2 y los NO_x pueden interferir. El dióxido de azufre, por ejemplo, puede conducir a errores cuando es retenido en un filtro alcalino formando sulfatos; por lo que se recomienda emplear filtros neutros o de baja alcalinidad.
- ✓ Metales en polvo provenientes de motores en funcionamiento, especialmente el cobre, podrían contaminar significativamente la muestra bajo ciertas condiciones.
- ✓ No instale el equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) cerca de tubos de escape, ductos de ventilación, aire acondicionado u otras fuentes de emisión a nivel del suelo (<2m), pues éstas afectarán directamente el muestreo.
- ✓ Cuando la energía para el funcionamiento del equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) es suministrada por un grupo electrógeno, no

ubique el grupo electrógeno cerca del equipo de muestreo, pues el material particulado emitido por el grupo electrógeno se incrementará a aquél que está captando de la atmósfera ambiental.

4.1.4 ACTIVIDADES PRE-MUESTREO

- ✓ Revisar la orden servicio (F-OMA-100) y el Check List de entrega de equipos para Calidad de Aire.
- ✓ Verificar la vigencia del certificado de calibración operacional del equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) para material particulado (PM₁₀).
- ✓ Verificar que se cuente con la carta para registro de flujo.
- ✓ Antes de instalar e iniciar las labores de monitoreo verifique las condiciones de seguridad de las instalaciones y/o áreas a muestrear, seguir los procedimientos y prácticas de seguridad del cliente
- ✓ Traslade los equipos, herramientas y materiales al área de trabajo. En caso el trabajo se realice a más de 1.80 m del piso colocarse los arnés completo y línea de vida.
- ✓ Asegúrese del suministro ininterrumpido de energía eléctrica durante el muestreo
- ✓ En caso no se cuente con energía eléctrica, emplear un generador eléctrico con una potencia mínima de 2500 watts.
- ✓ En caso de instalar un generador eléctrico, ubicarlo a sotavento de la estación de muestreo y lo suficientemente lejos de ella, para evitar que las emisiones del mismo no interfieran con el resultado del monitoreo.
- ✓ Realice las conexiones eléctricas empleando los guantes apropiados.

4.1.5 REQUERIMIENTOS DE COLOCACIÓN DE EQUIPO DE MUESTREO DE ALTO VOLUMEN (HIGH-VOL) PARA MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀)

- ✓ El equipo de muestreo debe estar a una distancia de al menos 20 metros de árboles edificios u otros obstáculos grandes. Una regla general de ubicación es que el equipo muestreo debe estar ubicado por lo menos a una distancia de 2 veces de la altura del obstáculo.
- ✓ El cabezal del equipo de muestreo debe estar de 1,5 a 7 metros sobre el piso.
- ✓ Ubique y fije el equipo de muestreo, de tal forma que la zona de ingreso del aire del cabezal se encuentre a la altura de respiración de las personas de preferencia, entre 2 a 7 metros, sobre una plataforma elevada. En caso se instalen dos (02) equipos considere una distancia de 2 a 4 metros entre ellos.
- ✓ El equipo de muestreo debe estar lejos de fuentes menores, tales como hornos o chimeneas de incineradores.
- ✓ El equipo de muestreo no debe tener restricción en flujo de aire.
- ✓ No ubicar el equipo de muestreo directamente sobre tierra o cascajo de los techos.
- ✓ No ubicar el equipo de muestreo cerca de la salida de chimenea o ventiladores.
- ✓ También debe de tenerse en cuenta el hecho de que las operaciones de rutina (es decir, la instalación del filtro y la recuperación, chequeos de flujo) implican el transporte de suministros y equipos hacia y desde el lugar de muestreo.

- ✓ La seguridad de la propia toma de muestras depende sobre todo de la ubicación. Las instalaciones en techos con sitios de acceso cerrado con llave y al nivel del suelo con vallas son comunes.

4.1.6 INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE MUESTREO DE ALTO VOLUMEN (HIGH-VOL)

- ✓ Transportar todos los componentes del equipo al lugar de colocación.
- ✓ Registrar la geo-referencia del punto de muestreo con el GPS en cadena de custodia de Aire FOMA-065.
- ✓ Delimite el área de trabajo con cintas de seguridad o conos.
- ✓ Una vez definida la ubicación del equipo de muestreo, colocar en posición vertical el cuerpo, luego la parte superior del cuerpo del equipo de muestreo y el cabezal selector de material particulado (PM₁₀).
- ✓ Arme el conjunto compuesto por el motor y trapecio, asegurando firmemente este ensamblaje. Proceda a abrir el cabezal selector de material particulado (PM₁₀) e introduzca con cuidado el conjunto armado (motor y trapecio) verifique que este conjunto se asiente bien y cierre el cabezal selector.
- ✓ Unir los siguientes componentes motor, Venturi y base porta filtro. (ensamble de motor completo).
- ✓ Abrir el cabezal y colocar el ensamble de motor completo.
- ✓ Inspeccionar el interior del cabezal para verificar la integridad de la estructura y la limpieza, limpiar si es necesario con pañuelo o con trapo húmedo.
- ✓ Realice las conexiones eléctricas empleando guantes con aislamiento eléctrico y utilizando las herramientas apropiadas.

- ✓ Asegure una tensión eléctrica de 220 V (50/60 Hz) y una potencia mínima de 2500 watts (de usarse generador eléctrico). En caso se empleen más equipos de monitoreo reconsidere la potencia mínima del generador eléctrico.
- ✓ En un lugar limpio y cerrado, usando guantes de nitrilo sin talco, coloque el filtro en el porta filtro (para situar el filtro en el porta filtro puede también utilizar pinzas de plástico de punta roma) y cúbralo con la tapa. El filtro debe colocarse con la parte rugosa hacia arriba (que es donde se depositará el material particulado). Traslade la porta filtro hasta donde se halla el equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) y levantando el cabezal instálelo. Ajuste la porta filtro con los pernos y tuercas, asegurando sus esquinas simultáneamente y en forma diagonal hasta fijarlo correctamente. Retire la tapa de porta filtro y cierre la cubierta del cabezal, asegurándolo con los ganchos externos.
- ✓ Al reverso de la carta de registro de flujo deberá anotarse el número de serie del equipo de alto volumen (High-Vol), el código de la estación, la fecha, hora de inicio y finalización del monitoreo. Anote igualmente estos datos en el cuaderno de campo.
- ✓ Inserte la carta de registro de flujo (flow-chart) en el equipo.
- ✓ Enchufe el equipo y programe el monitoreo para un periodo de 24h+/-1 hora y encienda el equipo.
- ✓ Después de 5 minutos de iniciado el muestreo mida la diferencia de presión entre el porta filtro y el ambiente con el manómetro diferencial. Debe de hacer lo mismo minutos antes de culminar el muestreo (con el motor encendido). A note estos datos en el cuaderno de campo.

- ✓ Culminado el periodo de muestreo, coloque la tapa al porta filtro y diríjase a un lugar limpio y cerrado. Allí, póngase los guantes y retire el filtro evitando pérdidas (para retirar el filtro puede también utilizar las pinzas de plástico); dóblelo por la mitad, hacia el lado que contiene la muestra y dispóngalo en el sobre correspondiente.
- ✓ Rotule el sobre y séllelo con cinta adhesiva.
- ✓ Desmunte el equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol), empáquelo y embálelo cuidadosamente.
- ✓ Anote las condiciones meteorológicas, topográficas e informe sobre las fuentes de emisión presentes durante el período de monitoreo.
- ✓ Guarde y ordene las herramientas, materiales e insumos utilizados.

4.1.7 CARGADO DE PORTA FILTRO

- ✓ Cargue cuidadosamente el filtro en el cartucho del filtro. Inspeccionar la malla del Porta filtros por depósitos o material extraño. Limpiar si es necesario.
- ✓ El filtro se debe centrar en la rejilla de modo que la empaquetadura forme un sello hermético en el borde externo cuando el porta filtro esté en su lugar. Los filtros mal alineados mostrarán desigualmente los bordes blancos después de la exposición.
- ✓ El cartucho del porta filtro no debe estar excesivamente apretado, pues el filtro puede pegarse a él o la empaquetadura puede dañarse de manera permanente.
- ✓ Compruebe que la empaquetadura se encuentre en buenas condiciones y no haya deteriorado.

- ✓ Ponga la cubierta protectora sobre el cartucho del filtro y procede a colocarlo en la base del porta filtros del equipo, las tuercas deben ser apretadas diagonalmente en esquinas opuestas simultaneas para asegurar una compresión de empaque igual.
- ✓ Retirar la tapa protectora, cerrar el cabezal y conectar las seis agarraderas.

4.1.8 PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO DE MUESTREO DE ALTO VOLUMEN (HIGH-VOL)

- ✓ Abrir la puerta del cuerpo central y la puerta de la grabadora de flujo, colocar la carta de registro de flujo levantando el brazo del lápiz y poniendo la carta en el centro del hueco, registrar el código de equipo, ubicación del equipo y fecha del periodo de muestreo. Rotando en dirección de las manijas del reloj el dispositivo avanza la carta, hasta que la hora deseada para comenzar el muestreo esté debajo del indicador sobre la parte derecha debajo de la grabadora.
- ✓ Estar seguro que la grabadora de flujo esté conectada al enjaulamiento del motor perilla de presión y que esté propiamente en cero (el lapicero descansa sobre la parte más interna del circulo de la carta).
- ✓ Activar el equipo de muestreo, Encender el equipo utilizando el temporizador/programador. Poner el switch principal "POWER" del temporizador en ON, Luego encender el equipo colocando el switch "SAMPLER" de encendido en ON.

4.1.9 TIEMPO DE MUESTREO

- ✓ El tiempo de muestreo es de 24 horas +/- 1 hora, si no es especificado por el cliente.
- ✓ Este será controlado con la carta de registro de flujo para tener la certeza que no habido problemas de fluido que apaguen el equipo conjuntamente con un cronómetro.

4.1.10 RETIRO DE FILTRO

- ✓ Una vez culminado el periodo de muestreo se procede al retiro de filtro del equipo de muestreo. Reversar el procedimiento de instalación.
- ✓ Cuidadosamente remueva el filtro de cuarzo del porta filtro. Maneje el filtro de cuarzo solamente por los bordes, doblar a lo largo y colocarlo dentro del envase protector de tamaño proporcional al del filtro que fue entregado. Etiquetar y rotular la muestra.
- ✓ Entregar el filtro al área de recepción de muestras, para que se genere la orden de análisis y sea analizado por el personal de laboratorio de medio ambiente.
- ✓ Si las muestras no son entregadas a recepción de muestras en periodos cortos de tiempo, el equipo de muestreo debe almacenar el filtro dentro de un revestimiento protector para reducir al mínimo la pérdida de partículas volátiles.
- ✓ Registre en el formato de cadena de custodia (F-OMA-065) toda la información del muestreo (fecha, hora, estación, resultados, etc.), así como cualquier observación relevante.
- ✓ En el transporte al laboratorio, el filtro o los filtros deben estar siempre acompañados de su respectiva cadena de custodia de Aire F-OMA-065.

4.1.11 CÁLCULO DE CAUDAL PARA MUESTREADORES DE ALTO VOLUMEN (HIGH-VOL) DE VOLUMEN DE FLUJO CONTINUO UTILIZANDO DATOS DEL MANÓMETRO

El caudal real promedio para el período de muestreo es calculado determinando el cociente de la presión absoluta de estancamiento promedio a la presión barométrica ambiental promedio (P_o/P_a) y la temperatura ambiental promedio (T) para el período de muestreo.

➤ **Cálculo del valor de P_o/P_a (en atmósferas):**

$$P_o/P_a = 1 - \left(\frac{P_f}{P_a}\right) \quad (2)$$

Donde:

P_o/P_a = Cociente de presión de estancamiento promedio.

P_a = Presión barométrica promedio para el período de muestreo, en atmósferas.

P_f = Promedio de lecturas inicial y final de presión de estancamiento relativa, en atmósferas.

Nota: Recuerde convertir las lecturas del manómetro de agua a atmósferas antes de registrarlas en la hoja de datos, para lo cual use:

$$P_{(atm)} = 0.03342 \times (\text{in. H}_2\text{O}) \quad (3)$$

➤ Utilice la tabla de operaciones del equipo para determinar Q_a del cociente de presión de estancamiento promedio P_f/P_o y Temperatura (T) para el período de muestreo. Este valor de Q_a es el caudal volumétrico promedio para el período de muestreo.

✓ **Cálculo del volumen estándar total de aire muestreado.**

$$V_s = Q_a \cdot t \cdot \left(\frac{P_a}{T}\right) \cdot \left(\frac{T_s}{P_s}\right) \quad (4)$$

Donde:

V_{std} = Volumen total de aire muestreado, (m³).

Q_a = Caudal promedio muestreado a condiciones ambientales, (m³/min).

Determinado con la tabla de operaciones del equipo o el valor registrado en la carta de registro de Flujo.

t = Tiempo transcurrido total de muestreo, (min).

T = Temperatura ambiente promedio durante el periodo de muestreo, (K)

T_{std} = Temperatura estándar, (298 K).

P_{std} = Presión estándar (1 atm)

4.2 MONITOREO DE GASES CONTAMINANTES DE AIRE POR MÉTODOS CONTINUOS

4.2.1 ACTIVIDADES DE PRE-MUESTREO

Previamente a la recolección de la muestra se define: la verificación de la calibración (Zero y Span) de los analizadores automáticos, y los equipos y materiales necesarios para el monitoreo.

4.2.2 VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN

Antes del muestreo en campo, se verifica la calibración de los equipos ⁽³⁾, esto para asegurar la calidad y exactitud de las mediciones (40 CFR 50 y 40 CFR 58 de la EPA). Para ello se utiliza los procedimientos de calibración señalados en los manuales de cada analizador.

Los analizadores de gases se calibran uno por uno, empleando para ello un generador de aire Zero (Teledyne API modelo 701), un dilutor o

calibrador (Teledyne API modelo 700E) y un gas patrón (PRAXAIR) certificado por la USEPA y de concentración conocida. ⁽¹³⁾

El procedimiento de verificación de la calibración consiste en los siguientes pasos:

- ✓ Se enciende el equipo, esperar por aproximadamente 30 minutos a que estabilice y desaparezcan todas las alarmas.
- ✓ Se ensambla el sistema de calibración: Se conecta con una tubería la salida del equipo generador de aire Zero a la entrada del equipo dilutor y se regula la presión entre 25 y 35 psi, luego se conecta la válvula reguladora al cilindro de gas patrón, se conecta una tubería hacia la entrada de gas del dilutor y se regula la presión entre 25 y 35 psi, luego se conecta una tubería de la salida del dilutor hacia el equipo a calibrar usando una conexión en "T" como venteo. Todas las tuberías y/o conexiones deben ser de un material inerte no reactivo (teflón).
- ✓ Se selecciona el rango de operación.
- ✓ Se selecciona el flujo de salida adecuado del dilutor.
- ✓ Se genera primero aire Zero (aire puro sin contaminante) y se deja que las lecturas estabilicen para luego hacer el ajuste a Zero.
- ✓ Luego se genera una concentración conocida (span) del 80% del rango de operación en uso y se deja que las lecturas alcancen el valor y estabilicen, luego ajustar el equipo al span del dilutor.
- ✓ Los valores obtenidos se registraron en un formato al que ahora denominaremos "Formato de calibración de analizadores de campo".

4.2.3 ANALIZADORES AUTOMÁTICOS DE GASES TELEDYNE API

Inspectorate Services Perú S.A.C. emplea equipos sofisticados de última generación, de marca Teledyne API, para el monitoreo continuo de gases contaminantes del aire. Teledyne API es líder mundial en el diseño y fabricación de analizadores de calidad de aire, los cuales son ampliamente utilizados por diversas agencias ambientales en todo el mundo.

Estos analizadores disponen de certificados de ensayo de aprobación de acuerdo a los métodos de referencia o equivalentes en los que están basados sus análisis, estos certificados de aprobación son emitidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos, definidos en 40 CFR, Part 53, “Ambient Air Monitoring Reference And Equivalent Methods” (USEPA).

4.2.4 CONCEPTOS SOBRE ANALIZADORES AUTOMÁTICOS DE GASES

A continuación se describen conceptos de los equipos, esto con el fin de tener un panorama más claro sobre los analizadores automáticos empleados por Inspectorate Services Perú S.A.C. en el monitoreo de la calidad de aire en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural PFLGN – Pluspetrol – Pisco.

4.2.4.1 DEFINICIÓN: Son instrumentos que combinan el muestreo y el análisis en una sola etapa, es decir la recolección y el análisis de la muestra están combinados en un solo instrumento. Estos aparatos realizan registros continuos y envían la señal de respuesta a un registrador analógico (datalogger). Se requiere una calibración adecuada para obtener mediciones confiables. *(Bravo 1990)*

Estos instrumentos se basan en propiedades físicas o químicas del gas que va a ser detectado continuamente, utilizando procesos opto electrónicos. El aire muestreado entra en una cámara de reacción donde, ya sea por una propiedad óptica del gas que pueda medirse directamente o por una reacción química que produzca quimioluminiscencia o luz fluorescente, se mide esta luz por medio de un detector que produce una señal eléctrica proporcional a la concentración del contaminante muestreado. *(Inche 2004)*

4.2.4.2 VENTAJAS: valores en tiempo real, alta resolución; concentraciones máximas y mínimas; permite por la detección de valores máximos en tiempo real establecer situaciones de alerta para implantar las respectivas medidas de contingencia. *(inecc manual 1)*

4.2.4.3 DESVENTAJAS: costo elevado de adquisición y operación; requieren personal capacitado para su manejo; requieren mantenimiento y calibración constantes. *(inecc manual 1)*

4.2.5 COMPONENTES DE ANALIZADOR AUTOMÁTICO

Todos los analizadores automáticos cuentan con 3 sistemas internos e interdependientes: sistema electrónico, sistema neumático y sistema óptico. *(inecc manual 3)*

- ✓ **El sistema electrónico:** contiene el software de operación, controla el funcionamiento del analizador y realiza automáticamente los cálculos para el reporte de los resultados.
- ✓ **El sistema neumático:** Consta principalmente de la bomba de succión y de las conexiones y tuberías por donde circula la muestra de gas.

- ✓ **El sistema óptico:** llamado también “sistema analítico”, es donde se aplica el método de medición del analizador, mediante procesos físicos y/o químicos, dependiendo del gas a analizar.

4.2.6 ACTIVIDADES DURANTE EL MUESTREO

El muestreo se desarrolla según procedimientos P-OMA-052 “Muestreo de ozono (O₃) en calidad de aire con analizadores automáticos”, P-OMA-050 “Muestreo de monóxido de carbono (CO) en calidad de aire con analizadores automáticos”, P-OMA-049 “Muestreo de dióxido de azufre (SO₂) en calidad de aire con analizadores automáticos”, y P-OMA-051 “Muestreo de óxidos de nitrógeno (NO_x) en calidad de aire con analizadores automáticos” de Inspectorate Services Perú S.A.C.

- ✓ Se enciende el aire acondicionado antes que los analizadores.
- ✓ Se procede a encender los equipos automáticos. procurando que la entrada de energía del estabilizador esté en 220 voltios. Se utiliza un grupo electrógeno Honda (generador eléctrico) para abastecer de energía a todos los analizadores automáticos durante 24 horas por estación.
- ✓ Se espera aproximadamente 60 minutos para que los equipos se estabilicen y desaparezcan las alarmas, luego se lleva a modo SAMPLE, en este modo el equipo está analizando y calculando la concentración del contaminante.
- ✓ Si durante el periodo de muestreo el Led rojo (FAULT) parpadea, indica la existencia de mensajes de advertencia.
- ✓ Para borrar los mensajes de advertencia presionar la tecla TEST, luego presionar la tecla MSG la activa los mensajes de advertencia

que mostraran en la pantalla del equipo. Luego presione la tecla CLEAR para borrar el mensaje de advertencia, si existen más mensajes de advertencia, el siguiente mensaje será mostrado, vuelva a presionar la CLEAR para borrar el siguiente mensaje. Una vez que los mensajes han sido borrados el equipo retornara al modo SAMPLE y continuara su operación de muestreo normalmente.

- ✓ Si el mensaje de advertencia persiste después de varios intentos de borrado del mensaje, entonces indicara un problema real y no un problema atribuido al proceso normal de calentamiento del equipo para estar condiciones óptimas de funcionamiento.
- ✓ El aire muestreado ingresa por el manifold (Toma de muestra) el cual es un tubo galvanizado que comunica el exterior con el interior de la estación móvil (SHELTER). Los muestreadores automáticos Teledyne API que se comunican con el manifold mediante tuberías de teflón succionan el aire proveniente del exterior mediante una bomba interna.
- ✓ El tiempo de residencia de la muestra de aire en el manifold antes de llegar al analizador no debe exceder los 20 segundos ⁽⁷⁾.
- ✓ Los equipos registran datos del gas según sea el caso y los almacena en el Datalogger interno del equipo, estos datos ya están corregidos a las condiciones de temperatura (25°C) y presión estándar (1 atm), ya que estos equipos cuentan con ambos sensores internamente.
- ✓ El muestreo se efectúa con una frecuencia mensual, es decir una vez al mes por cada estación; asimismo el tiempo de muestreo para cada estación será de 24 horas ⁽¹⁴⁾.

4.2.7 ANÁLISIS DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂) POR QUIMIOLUMINISCENCIA (MÉTODO DE REFERENCIA) NTP-900.033:2004

La quimioluminiscencia se basa en la emisión de luz por las moléculas excitadas de NO₂ (por reacción química del NO y el O₃) cuando vuelven a su estado fundamental.

Al ingresar la muestra de aire en el analizador, pasa a través de un filtro para prevenir la contaminación del sistema que transporta el gas. Luego llega a la cámara de reacción, donde se mezcla con un exceso de O₃ (reacción de quimioluminiscencia), el NO presente en la muestra reacciona con el O₃ para formar NO₂ en estado de excitación (NO₂^{*}) para luego decaer a un estado de energía inferior, emitiendo entonces una luz entre 500 y 3000 nm que pasa luego por un filtro óptico y se convierte en señal eléctrica mediante un tubo fotomultiplicador. La intensidad de la luz emitida es proporcional a la concentración de NO presente en la muestra de aire (Jahnke, 1993) ⁽⁵⁾

Primera etapa de la reacción: $\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2^* + \text{O}_2$

Segunda etapa de la reacción: $\text{NO}_2^* \rightarrow \text{NO}_2 + h\nu$

Otra muestra de aire pasa a través de un convertidor de molibdeno a 315°C donde el NO₂ se reduce a NO, para luego recién pasar a la cámara de reacción y se analiza del mismo modo al descrito anteriormente. La luminiscencia producida en esta etapa corresponde a la suma de las concentraciones de NO y NO₂, es decir (NO_x)

Reacción de la conversión: $x\text{NO}_2 + y\text{Mo} \rightarrow x\text{NO} + \text{Mo}_y\text{O}_x$

La concentración de NO₂ se calcula de la diferencia entre ésta concentración (NO_x) y la obtenida sólo del NO (cuando el aire muestreado no ha pasado a través del convertidor) El óxido nítrico (NO) y el ozono (O₃) reaccionan produciendo luminiscencia con intensidad proporcional a la concentración de NO ⁽¹⁴⁾.

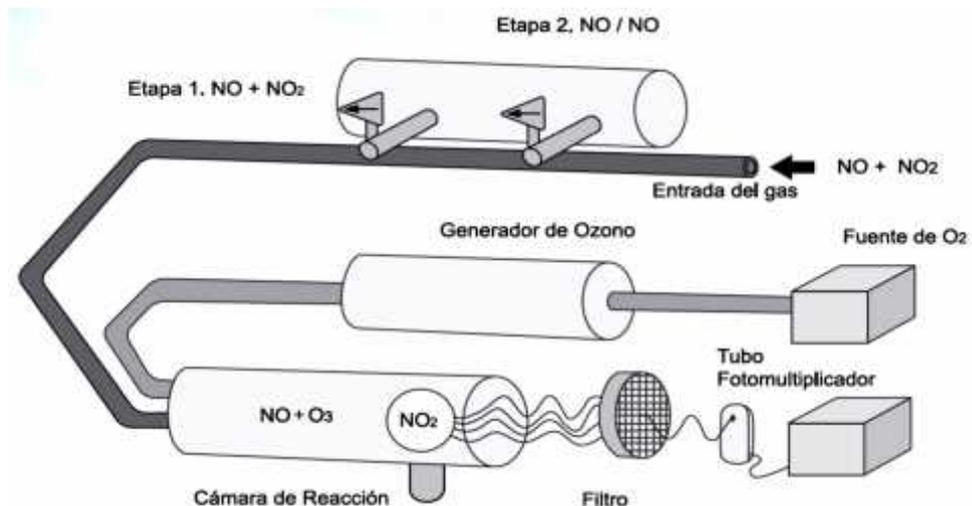


Figura N° 3: Esquema del Analizador de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) ⁽¹⁴⁾

El óxido nítrico (NO) y el ozono (O₃) reaccionan produciendo luminiscencia con intensidad proporcional a la concentración de NO. Emisiones de luz infrarroja resultan cuando las moléculas de NO₂ son excitadas decayendo a un estado de energía más bajo.



El NO₂ primero es transformado en NO usando la reacción de quimioluminiscencia. El NO₂ es convertido a NO por un convertidor NO₂-molibdeno-NO a una temperatura de 325°C.

Referencia: U.S. EPA Designated Method (RFNA-1289-074).

Equipo utilizado Analizador Thermo Electrón Modelo 42C. Analizador de NO-NO₂-NO_x.

4.2.7.1 CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$NO \left(\frac{\mu}{N^3} \right) = X \cdot \left(\frac{30}{24.45} \right) \cdot 1000 \quad (5)$$

Promedio 24 horas de monitoreo de NO en ppm = XNO

Masa molecular de NO (g/mol) = 30

Volumen del gas a 25°C = 24.45

Factor de conversión a µg. = 1000

$$NO_2 \left(\frac{\mu}{N^3} \right) = X_{O_2} \cdot \left(\frac{46}{24.45} \right) \cdot 1000 \quad (6)$$

Promedio 24 horas de monitoreo de NO₂ en ppm = XNO₂

Masa molecular de NO₂ (g/mol) = 46

Volumen del gas a 25°C = 24.45

Factor de conversión a µg = 1000

$$NO_x \left(\frac{\mu}{N^3} \right) = NO \left(\frac{\mu}{N^3} \right) + NO_2 \left(\frac{\mu}{N^3} \right) \quad (7)$$

Las concentraciones son reportadas a 25°C y 1 atm.

Expresar los resultados en µg /Nm³ con dos decimales.

4.2.8 ANÁLISIS DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂) POR FLUORESCENCIA UV (MÉTODO EQUIVALENTE) NTP-ISO 10498:2006)

La fluorescencia se basa en la emisión de luz por las moléculas excitadas de SO₂ por radiación UV cuando vuelven a su estado fundamental.

Al entrar la muestra de aire en el analizador, pasa a través de un filtro para excluir las interferencias causadas por la contaminación de partículas, y por un “scrubber” para eliminar interferencias de hidrocarburos.

Luego el aire muestreado se introduce en una cámara de reacción, donde el SO₂ presente en la muestra es irradiado por luz UV de una longitud de onda de 214nm entrando en un estado de excitación (SO₂^{*}) para luego

decaer a un estado de energía inferior, emitiendo entonces un pulso de luz fluorescente de una longitud de onda mayor 330nm, que luego pasa por un filtro óptico y se convierte en señal eléctrica mediante un tubo fotomultiplicador

La intensidad de la luz fluorescente emitida es proporcional a la concentración de SO₂ presente en la muestra de aire (Jahnke, 1993) ⁽¹⁴⁾.

Etapas de la reacción:

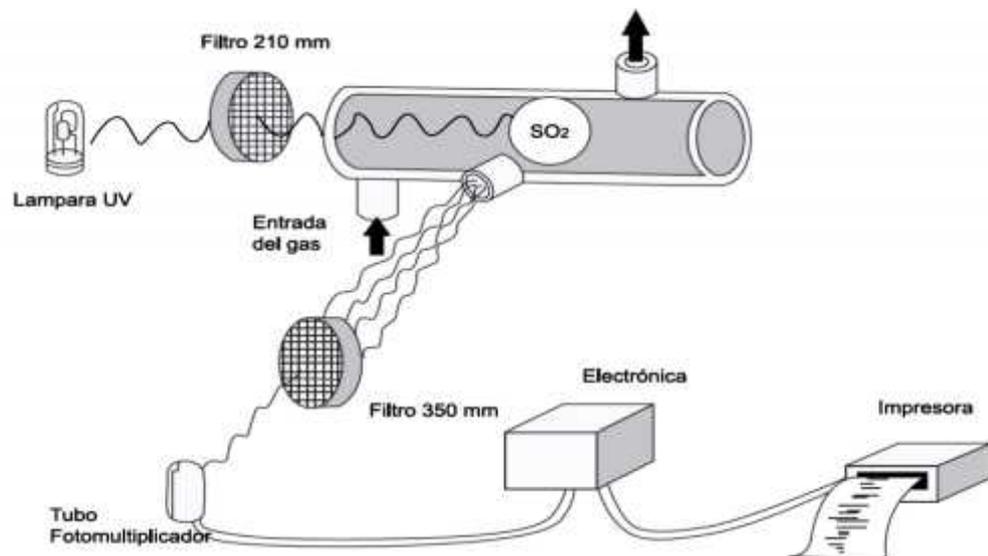


Figura N° 4: Esquema del Analizador de Dióxido de Azufre (SO₂) ⁽¹⁴⁾.

Se basa en el principio de la fluorescencia UV mediante el cual las moléculas de SO₂ absorben luz UV de una determinada longitud de onda y luego decaen a un menor nivel de energía donde emiten luz ultra violeta a otras longitudes de onda, a través de la siguiente ecuación.



Con este mismo equipo, añadiendo internamente un convertidor catalítico calentado de H₂S a SO₂, se reportan también las concentraciones de H₂S.

4.2.8.1 CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$SO_2 \left(\frac{\mu}{N^3} \right) = X \ O_2 \cdot \left(\frac{64}{24.45} \right) \cdot 1000 \quad (8)$$

Promedio 24 horas de monitoreo de SO₂ en ppm = XSO₂

Masa molecular de SO₂. (g/mol) = 64

Volumen del gas a 25°C = 24.45

Factor de conversión a µg = 1000

Expresar los resultados en µg/Nm³ con dos decimales.

4.2.9 ANÁLISIS DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) POR FOTOMETRÍA INFRARROJA NO DISPERSIVA (MÉTODO DE REFERENCIA) NTP-900.031:2003

Se basa en la absorción de radiación infrarroja (IR) por moléculas de CO en la longitud de onda específica de 4.7 µm. No dispersiva significa que la radiación infrarroja no es dispersada por un prisma, en lugar de ello se usa filtros para obtener longitudes de onda que el CO absorbe fuertemente.

No sólo las moléculas de CO absorben luz infrarroja, es por ello que el equipo debe distinguir entre la absorción por CO y la absorción de gases interferentes como vapor de agua H₂O, dióxido de carbono CO₂, óxido nítrico N₂O e hidrocarburos, para eso el equipo cuenta con un filtro de Correlación de Gas (GFC) y un filtro óptico para medir concentraciones de CO en forma fiable.

Al ingresar a la cámara de absorción (reacción) la muestra de aire a analizar, un haz de luz de banda ancha proveniente de una fuente infrarroja IR pasa alternadamente a través de un filtro rotatorio, conformado por 2 compartimientos, una celda de Referencia (contiene CO

en altas concentraciones) y una celda de Medición (contiene N₂) lo que hace que el haz de luz esté modulado en pulsos de referencia y medición. Durante un pulso de referencia, el compartimiento de CO del filtro giratorio descompone eficazmente el haz de toda la fuente IR en longitudes de onda donde el CO puede absorber. Como resultado se obtiene un haz que no es afectado por el CO en la cámara de absorción (reacción), dando lugar a un haz de referencia.

Durante el pulso de medición, el haz de luz no es afectado por el nitrógeno del filtro giratorio, por lo que el haz de luz se verá atenuado por la presencia de CO de la muestra en la cámara de absorción (reacción), dando lugar a un haz de medición.

Finalmente, el haz de luz intermitente se dirige a filtro óptico el cual filtra toda la luz excepto las de 4,7 μm, luego el detector (fotómetro) recibe y amplifica alternativamente las dos señales, entonces la concentración del gas es proporcional a la diferencia entre las dos señales. Los gases que pueden tener una sensibilidad cruzada con el gas a medir, generan la misma variación al haz medida y al haz de referencia, por lo tanto, la medida no se ve afectada ⁽¹⁴⁾.

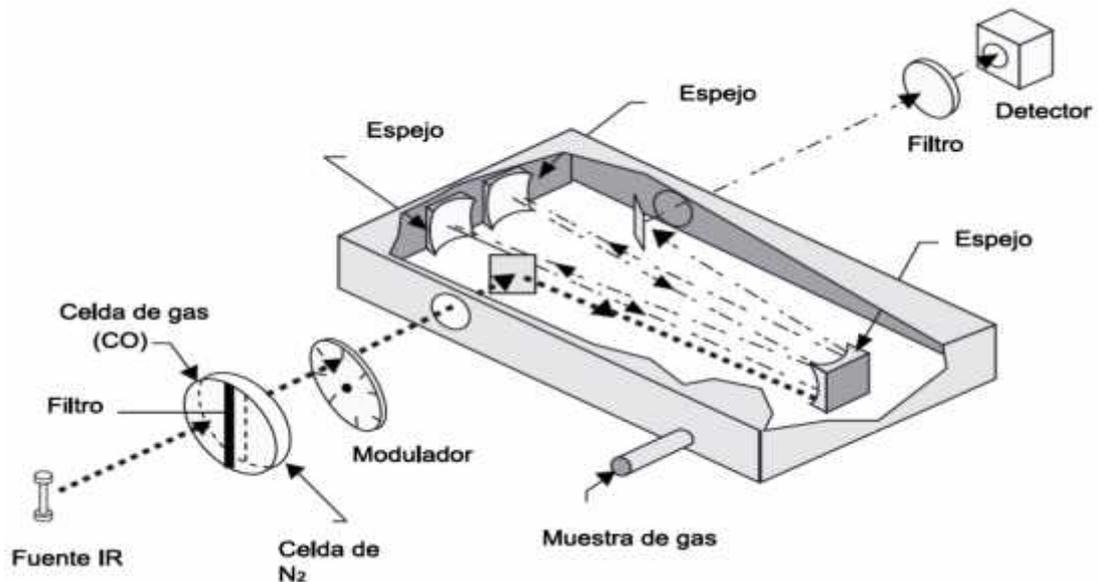


Figura N° 5: Esquema del Analizador de Monóxido de Carbono (CO)

4.2.9.1 CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$C \left(\frac{\mu}{N^3} \right) = X \cdot \left(\frac{28}{24.45} \right) \cdot 1000 \quad (9)$$

Promedio 8 horas de monitoreo de CO en ppm (mayor valor) = XCO

Masa molecular de CO (g/mol) = 28

Volumen del gas a 25°C = 24.45

Factor de conversión a μg = 1000

Las concentraciones son reportadas a 25°C y 1 atm.

Expresar los resultados en $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ con dos decimales.

4.2.10 ANÁLISIS DE OZONO (O₃) POR FOTOMETRÍA UV (MÉTODO EQUIVALENTE) NTP 900.034:2005

Se basa en medir la absorción de luz ultravioleta (UV) por moléculas de O₃ presente en una muestra a una longitud de onda de 254nm, el grado a la cual esta luz es absorbida es directamente proporcional a la concentración de ozono de acuerdo a la ley de Lambert y Beer.

En el analizador automático, la muestra de aire a analizar pasa por un filtro de partículas y se bifurca en 2 canales. Por el primer canal, una porción de

la muestra captada se hace pasar por un Scrubber que elimina el ozono presente en la misma; el resultado una muestra de aire libre de O_3 , que sirve como patrón de referencia en el analizador.

La porción de muestra de aire que ha pasado por el segundo canal pasa directamente al tubo de absorción (cámara de reacción), el resultado una muestra de aire con O_3 , que sirve como patrón de medición en el analizador.

Una fuente de luz UV irradiará todo el tubo de absorción; entonces la absorción de radiación ultravioleta por O_3 se determina suministrando alternativamente, al tubo de Absorción, aire muestreado conteniendo O_3 y aire muestreado libre de O_3 .

Esta radiación intermitente llega al detector (fotómetro) una señal eléctrica proporcional a la absorción. La diferencia entre las señales medidas y referencia permite calcular la concentración del gas ⁽¹⁴⁾.

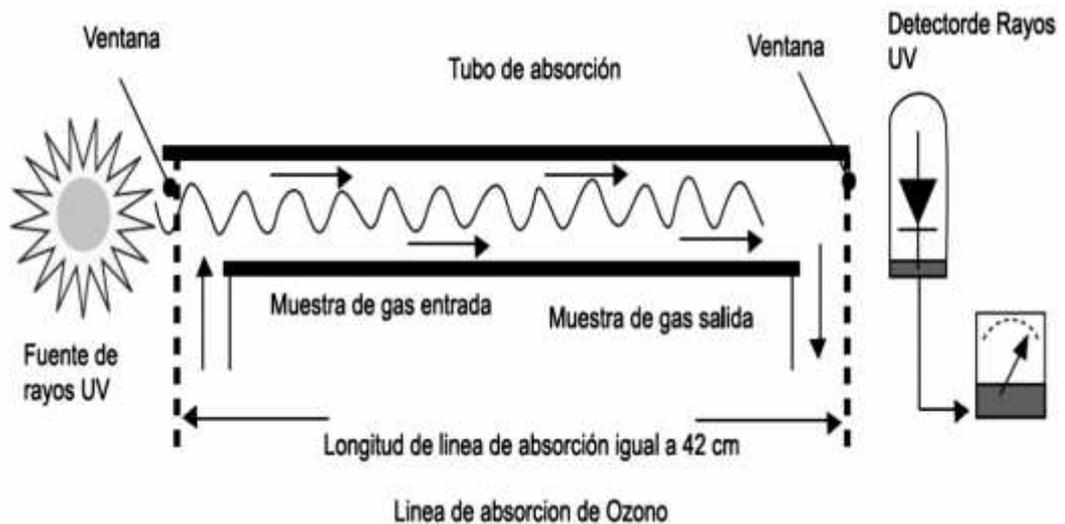


Figura N° 6: Analizador de Ozono (O_3)

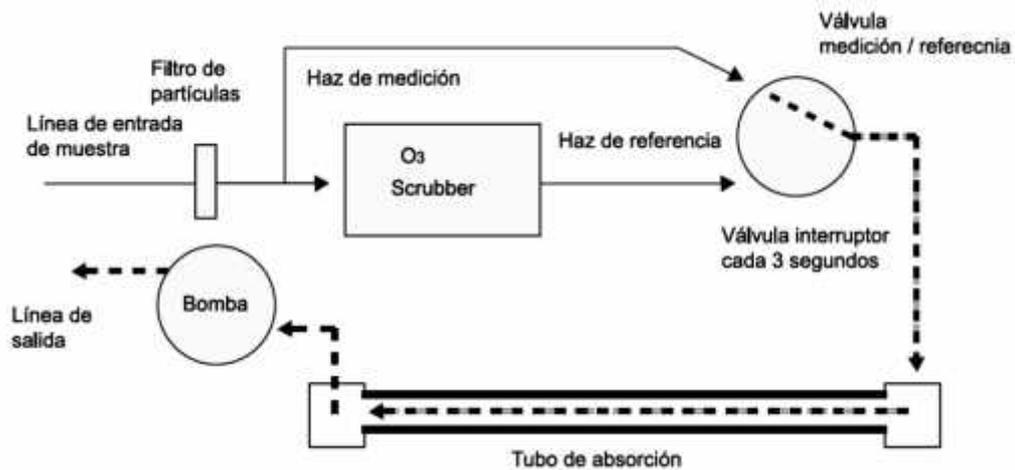


Figura N° 7: Componentes Básicos de un Analizador de Ozono (O₃).

4.2.10.1 CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$O_3 \left(\frac{\mu}{N^3} \right) = XO_3 \cdot \left(\frac{48}{24.45} \right) \cdot 1000 \quad (10)$$

Promedio 8 horas de monitoreo de O₃ en ppm (mayor valor) = XO₃

Masa molecular de O₃. (g/mol) = 48

Volumen del gas a 25°C = 24.45

Factor de conversión a µg = 1000

Las concentraciones son reportadas a 25°C y 1 atm.

Expresar los resultados en µg /Nm³ con dos decimales.

4.3 ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS (INSTRUMENTS VANTAGE PRO 2)

Es altamente recomendable que el monitoreo de la calidad del aire esté acompañado por un apropiado monitoreo meteorológico, considerando que el clima tiene una fuerte influencia en la dispersión y concentración de los contaminantes. (Digesa 2005)

Es por ello, que se registran datos meteorológicos al momento de realizar el monitoreo de la calidad de aire en la PFLGN – Pisco, instalándose para ello una estación meteorológica en el mismo sitio de muestreo.

La estación meteorológica que usa Inpectorate Services Perú S.A.C. paralelo al monitoreo del aire ambiental, corresponde a la marca Davis Instruments, específicamente el modelo Vantage Pro 2, el cual transmite datos meteorológicos inalámbricamente hasta 300 m., más de 3 veces la distancia de las estaciones de la competencia. Esta estación cumple además, con todos los lineamientos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

4.3.1 ESPECIFICACIONES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS (VANTAGE PRO 2)

Las especificaciones de los sensores Temperatura, Humedad, Velocidad y Dirección del Viento y Presión, de la estación meteorológica Davis Vantage Pro 2, usada en el monitoreo de la calidad de aire en el proyecto Pluspetrol en Pisco, se detallan en el anexo.

4.3.1.1 DEFINICIONES

- ✓ **Trípode:** Instrumento de 3 soportes regulables que sirve de soporte para los sensores de la estación meteorológica
- ✓ **Veleta:** dispositivo giratorio que consta de una placa que gira libremente, un señalador que indica la dirección del viento y una cruz horizontal que indica los puntos cardinales
- ✓ **Anemómetro:** Instrumento que sirve para medir la velocidad del viento.
- ✓ **Pluviómetro:** Instrumento que sirve para medir la cantidad de agua de precipitación (lluvia, llovizna) en un lugar y tiempo determinados.
- ✓ **Datalogger o Consola de control:** Es una pequeña computadora que recibe y calcula las lecturas de todos los sensores y las almacena en su memoria interna.

- ✓ **Brújula:** Instrumento que sirve de orientación. Por medio de una aguja imantada señala el Norte magnético apuntando hacia los polos norte y sur, y es diferente para cada zona del planeta, y distinto del Norte geográfico.
- ✓ **GPS:** Sistema de posicionamiento global por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de cualquier objeto o persona con una precisión hasta de centímetros.
- ✓ **Barómetro:** Instrumento que sirve para medir la presión barométrica.
- ✓ **Radiación solar:** Es la energía proveniente del sol recibida por la tierra.
- ✓ **Sensor de temperatura:** Instrumento que calcula variaciones de temperatura.
- ✓ **Estación Meteorológica:** Lugar escogido y que sirve para instalar diversos equipos para medir las variables meteorológicas de interés, en este lugar se instala la caseta meteorológica, trípode, veleta, anemómetro, sensor de temperatura, barómetro, pluviómetro, caja de conexiones, y la consola de programación y procesamiento de datos
- ✓ **Waterlink:** Software especializado en el manejo de datos meteorológicos utilizado como una interface entre el equipo y la PC.

4.3.1.2 VARIABLES METEOROLÓGICAS

- ✓ **Presión atmosférica:** La atmósfera está constituida por un conjunto de gases que constituyen el aire, este último aunque no es visible, tiene un cierto volumen, masa y por lo tanto ocupa un lugar. Por lo tanto, se denomina presión atmosférica a la masa que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.

- ✓ **Humedad relativa:** Es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica.
- ✓ **Temperatura:** La cualidad de la atmósfera que indica la cantidad de energía solar retenida por el aire en un momento dado se denomina Temperatura. El termómetro es el instrumento de fiabilidad que se utiliza para medir esa cantidad de energía. El resultado de ello se expresa en una escala centígrada o en grados Celsius, o bien en la escala de Fahrenheit.
- ✓ **Vientos:** son masas de aire en movimiento, que se trasladan desde las zonas de baja temperatura y alta presión, denominados centros anticiclónicos, hasta las zonas de alta temperatura y baja presión, llamados centros ciclónicos. Los anticiclones son los centros que emiten vientos, mientras que los ciclones son los centros que los atraen.

4.3.2 UBICACIÓN DEL SITIO DE INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Al ubicar el sitio de instalación, opcionalmente se puede colocar una caseta meteorológica y dentro colocar equipos que no necesiten estar al aire libre.

Idealmente colocar los sensores una altura mínima de 1,5m (5pies) sobre el suelo en una zona plana con cobertura superficial natural o con ligero declive cubierto de hierba en lo posible.

Idealmente instale el equipo al menos a 30m (100pies) de cualquier camino de asfalto u hormigón que absorba e irradie calor solar durante el día, evite instalar equipos cerca de paredes o lados de edificios que reciben mucho sol de día.

De no ser posible cumplir con esto instalar el equipo por lo menos a 10m (33 pies) o en la orilla de la cosecha principal para el caso de zonas agrícolas.

Si el equipo es inalámbrico o incluye sensores de radiación solar o UV, instálelo en un lugar con buena exposición al sol durante el día.

Una vez elegido el lugar, comenzar a montar todas las partes del equipo en la estación, los sensores se pueden colocar separados si es necesario.

Si se usan sensores inalámbricos, hay que asegurarse que las distancias y las posiciones de los sensores permitan una buena comunicación y recepción de datos.

Si se coloca en la parte más alta de un edificio, también se debe mantener como mínimo a 1,2m (4 pies) sobre la línea del tejado.

4.4 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) UTILIZADO EN LA UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE (Operatividad del GPS)

4.4.1 DEFINICIONES

- ✓ **Triangulación:** La base del GPS es la "triangulación" desde los satélites.
- ✓ **Distancias:** Para "triangular", el receptor de GPS mide distancias utilizando el tiempo de viaje de señales de radio.

- ✓ **Tiempo:** Para medir el tiempo de viaje de estas señales, el GPS necesita un control muy estricto del tiempo y lo logra conociendo la con exactitud la ubicación de los satélites.
- ✓ **Posición:** Además de la distancia, el GPS necesita conocer exactamente donde se encuentran los satélites en el espacio. Orbitas de mucha altura y cuidadoso monitoreo, le permiten hacerlo.
- ✓ **Corrección:** Finalmente el GPS debe corregir cualquier demora en el tiempo de viaje de la señal que esta pueda sufrir mientras atraviesa la atmósfera.
- ✓ **Interferencias:** Los receptores GPS utilizan una señal cuya frecuencia es de 1575.42 MHz en la banda de UHF. Las señales GPS se propagan en línea de vista, lo que significa que son capaces de atravesar nubes, cristal y plástico pero no son capaces de atravesar la mayoría de objetos sólidos. Señales múltiples, pueden ocurrir cuando la señal GPS es reflejada por objetos tales como edificios o superficies rocosas antes de llegar al receptor GPS, lo que incrementa el tiempo de viaje de la señal causando un error.

4.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL GPS

- ✓ Posiciónese en el sitio donde instaló la estación de monitoreo. Cerciórese que el lugar sea, preferentemente, descampado y no tenga obstáculos que impidan la señal del GPS.
- ✓ Encienda el GPS manteniendo presionado el botón “PWR”, u otro similar según el modelo del equipo.
- ✓ Verifique la carga de la batería (AA), presionando el botón “PAGE” hasta llegar a la opción con el título MENU”. El equipo emitirá un

mensaje de “batería baja” si en caso requiere su cambio, pero es recomendable como medida preventiva llevar un pack de pilas AA para reemplazo.

- ✓ Verifique la comunicación del GPS con los satélites. Presione “PAGE” hasta ubicar la opción con el título “Satélites”. El equipo estará listo para registrar la ubicación geográfica cuando en pantalla aparezca por lo menos 03 satélites detectados y el mensaje “Listo para navegar” con una precisión expresada en metros.
- ✓ Para tomar lectura de las coordenadas debemos esperar a una precisión ± 2 m. de aceptación satelital que registra el GPS.
- ✓ Verifique las unidades de registro. Presione “PAGE” para retornar al título “MENÚ”. Seleccione la opción “Ajuste” → “Unidades” → “Dat Map”, para definir el sistema de coordenadas.
- ✓ El sistema de coordenadas a elegir por definición es el WGS 84, o según lo solicitado cliente que puede ser PSAD 56.
- ✓ Presione “PAGE” varias veces para retornar al título “MENÚ”. Seleccione la opción “Marcar” presionando el botón “ENTER”, para guardar la ubicación de la estación de monitoreo en donde se encuentra. Aparecerá en pantalla el número de registro, altitud y coordenadas UTM. Acepte “SI” presionando “ENTER”, para guardar el registro.
- ✓ Para revisar los registros guardados, en el título “MENU” seleccione la opción “WAYPOINTS”. Encontrará todos los registros guardados en orden alfabético. Seleccione uno de ellos desplazándose con los botones “arriba y abajo”.

4.5 ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES

Los filtros de cuarzo que contiene el material particulado menores a 10 micras son colocados en sus respectivos sobres y enviados al laboratorio para su respectivo pesaje y también análisis del contenido de plomo.

Los analizadores continuos Teledyne API, analizan la muestra de aire, registran información minuto a minuto y reportan concentraciones promedio horarias, dichas concentraciones están corregidas a 25°C y a 1 atm. De presión, debido a que los equipos automáticos tienen sensores internos de temperatura y presión.

4.6 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LOS ANALIZADORES CONTINUOS

➤ Análisis de Información

El análisis de información obtenida en campo durante el monitoreo, involucra la verificación tanto de la data cruda obtenida de los equipos automáticos Teledyne API como de los datos de la estación meteorológica Davis Vantage Pro 2.

Esto incluye el análisis de los datos promediados y acciones a tomar cuando se pierden datos por falla o inactividad.

En el análisis de la data cruda (archivo Excel) se tiene en cuenta las siguientes pautas:

- ✓ Las columnas fecha/tiempo están en formato mm/dd/aa y hh: mm.
- ✓ Las columnas de concentración incluyen las unidades usadas.
- ✓ Se verifica las fechas y tiempos para asegurar que no existan vacíos.
- ✓ Identificar el tiempo que estuvo inoperativo el equipo y retirar los datos no válidos.

✓ Los datos crudos y procesados deben ser archivados.

Los ajustes realizados a los equipos usados en el monitoreo, deben ser comunicados al inspector.

Asimismo, hay que tener en cuenta que los datos meteorológicos, así como todas las observaciones registradas en campo, fortalecen el análisis y ayudan a una mejor interpretación de los resultados.

➤ **Reporte de información de analizadores de gases continuos**

Los valores de las concentraciones de los gases son reportados por los equipos automáticos en unidades de volumen partes por billón (ppb para el caso de O₃, SO₂ y NO₂) o partes por millón (ppm para el caso de CO), por lo que es necesario la conversión a unidades µg/m³, para su comparación con los estándares ambientales cuyas unidades están expresadas en µg/m³.

Para ello, Inspectorate cuenta con su “Planilla de Datos de Campo Monitoreo Continuo de Aire”, la cual es una planilla de cálculo ya formulada (en formato Excel), lo que permite la conversión de ppm a µg/m³, por lo que sólo es necesario alimentar datos y obtener así una data procesada.

Para el caso del CO, la data cruda se copia directamente a la planilla de cálculo, ya que el analizador automático de CO está configurado para reportar en unidades ppm.

En el caso de O₃, SO₂ y NO₂, hay que convertir la data cruda de ppb a ppm y luego copiarla a la planilla de cálculo, esto debido a que los analizadores automáticos de dichos gases están configurados para reportar en unidades ppb.

La relación entre ambas unidades es: 1000 ppb = 1 ppm, de donde 1ppb=1ppm/1000.

La conversión entre ppm y $\mu\text{g}/\text{m}^3$ depende del masa molecular (\bar{M}) y del volumen ocupado por un mol de la sustancia. Bajo condiciones de temperatura (25°C) y presión (1atm), la relación entre estas unidades es la siguiente: *(Inche2004)*

$$\text{De ppm a } \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \left(\frac{\mu}{\text{m}^3} \right) = \text{ppm} \cdot \bar{M} \cdot \left(\frac{1}{2.4} \right) \quad (11)$$

$$\text{De ppb a } \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \left(\frac{\mu}{\text{m}^3} \right) = \left(\frac{\text{ppb}}{1000} \right) \cdot \bar{M} \cdot \left(\frac{1}{2.4} \right) \quad (12)$$

Tabla N° 5: Conversión de ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 1 atm y a 25°C .

Contaminante	Símbolo	\bar{M} (g/mol)	25°C
Dióxido de azufre	SO ₂	64	2.62
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	46	1.88
Ozono	O ₃	48	1.96
Monóxido de carbono	CO	28	1.15
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	34	1.39

Para convertir ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$, multiplicar por el valor de la tabla.

FUENTE: DIGESA 2005.

4.7 ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DE AIRE

Los valores de las concentraciones de material particulado y los gases en el aire (cuerpo receptor) emitidos por la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural se comparan con los valores de los ECAs contemplados en las Normas Legales de Estado Peruano, Decreto Supremo N°074-2001-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire) ⁽¹⁴⁾ y D.S.N°003-2008– MINAM (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire) ⁽¹²⁾. Asimismo también se comparan con Estándares Internacionales, como los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud – OMS y con los Estándares de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos de América – USEPA.

4.7.1 Resultados del Monitoreo de Calidad Ambiental de Aire

Tabla N°6: Concentración promedio de material particulado PM₁₀ (µg/m³).

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	Valor Guía OMS
Enero	8.997	15.981	15.981	15.766	15.448	30.969	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Febrero	8.264	13.633	8.547	6.799	9.831	46.601	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Marzo	12.194	7.749	9.491	14.297	10.813	23.428	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Abril	19.158	16.439	31.762	16.139	23.346	18.517	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Mayo	13.558	30.962	5.771	28.670	24.132	39.498	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Junio	32.710	16.782	9.402	12.311	17.016	45.514	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Julio	20.332	54.991	21.862	37.294	24.176	64.248	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Agosto	17.317	36.959	26.071	22.810	33.627	17.192	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Setiembre	20.047	20.759	9.196	26.969	21.687	62.134	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Octubre	30.202	46.915	8.875	19.884	37.374	40.965	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Noviembre	24.248	17.723	24.225	24.418	15.729	51.327	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾
Diciembre	9.062	16.890	19.189	17.077	6.452	17.027	150 ⁽¹⁾	50 ⁽³⁾

(1) D.S. N° 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire" – Presidencia del Consejo de Ministros.

(3) OMS 2005 "Guidelines for Air Quality".

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 KPa de presión atmosférica. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del Sub Sector Hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 24 horas, 2015.

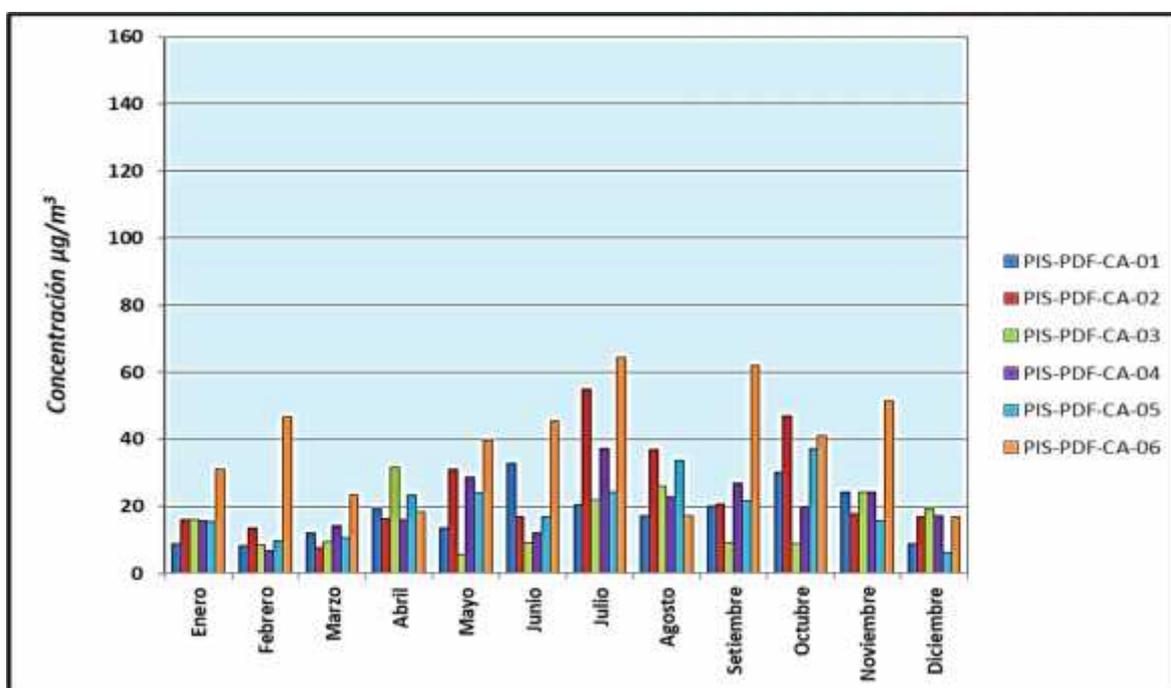


Figura N° 8: Variación mensual de concentración promedio móvil de partículas PM₁₀ (µg/m³).

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 24 horas, 2015.

Tabla N° 7: Concentración promedio de plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	Valor Guía OMS
Enero	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Febrero	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Marzo	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Abril	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Mayo	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Junio	0.017	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Julio	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Agosto	0.015	0.025	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Setiembre	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Octubre	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Noviembre	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾
Diciembre	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.5 ⁽¹⁾	0.5 ⁽³⁾

(1) D.S. N° 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire" – Presidencia del Consejo de Ministros.

(3) OMS 2005 "Guidelines for Air Quality".

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 KPa de presión atmosférica. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del Sub Sector Hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 24 horas, 2015.

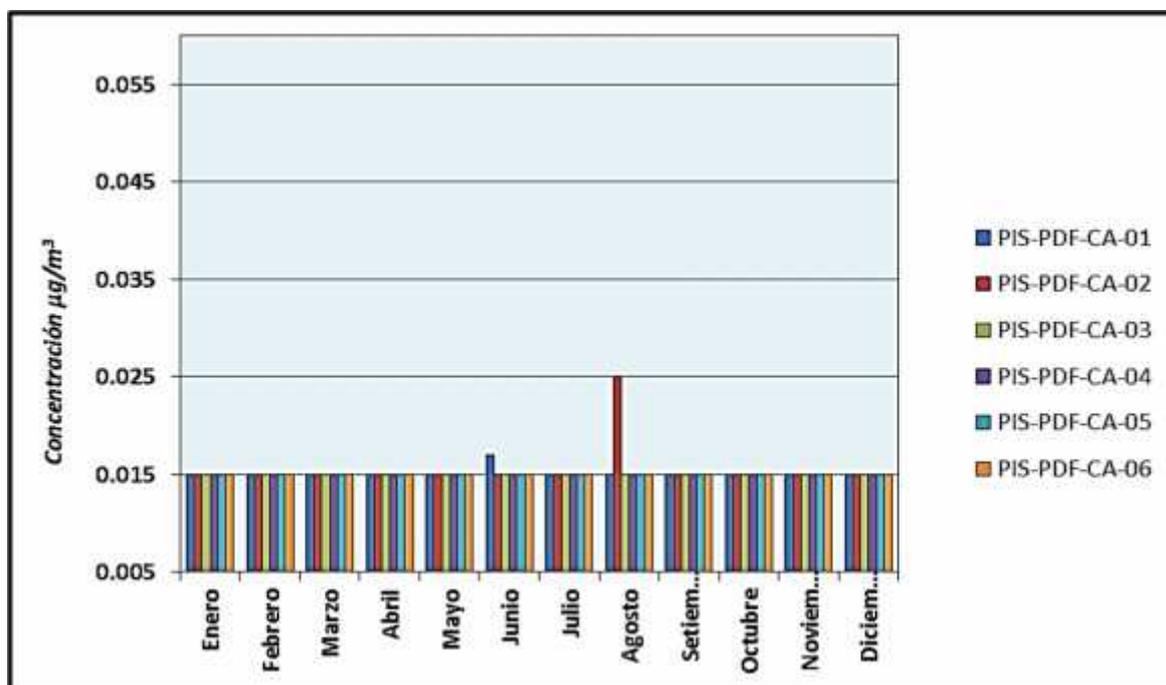


Figura N° 9: Variación mensual de concentración promedio móvil de plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 24 horas, 2015.

Tabla N° 8: Concentración promedio de ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	NAAQS USEPA	Valor Guía OMS
Enero	13.10	14.99	28.44	10.04	12.25	14.31	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Febrero	14.06	17.82	17.08	15.95	13.82	16.61	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Marzo	7.63	6.87	9.35	8.37	6.23	7.90	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Abril	13.35	13.28	13.28	13.69	14.85	14.63	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Mayo	14.21	9.25	12.44	12.42	16.27	9.25	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Junio	13.72	10.23	12.83	12.29	13.77	12.27	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Julio	14.75	7.14	14.50	8.64	12.17	13.69	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Agosto	11.46	10.92	12.25	12.27	13.89	14.18	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Setiembre	13.74	11.41	11.93	11.34	12.10	14.31	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Octubre	13.94	11.98	13.77	13.72	14.90	12.83	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Noviembre	12.76	12.96	12.98	12.74	13.72	14.21	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾
Diciembre	14.75	14.11	14.06	9.89	12.88	13.55	120 ⁽¹⁾	140 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾

(1) D.S. N° 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire" – Presidencia del Consejo de Ministros.

(2) USEPA 40 CFR Part 50 "National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards".

(3) OMS 2005 "Guidelines for Air Quality".

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 KPa de presión atmosférica.

Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del Sub Sector Hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 8 horas, 2015.

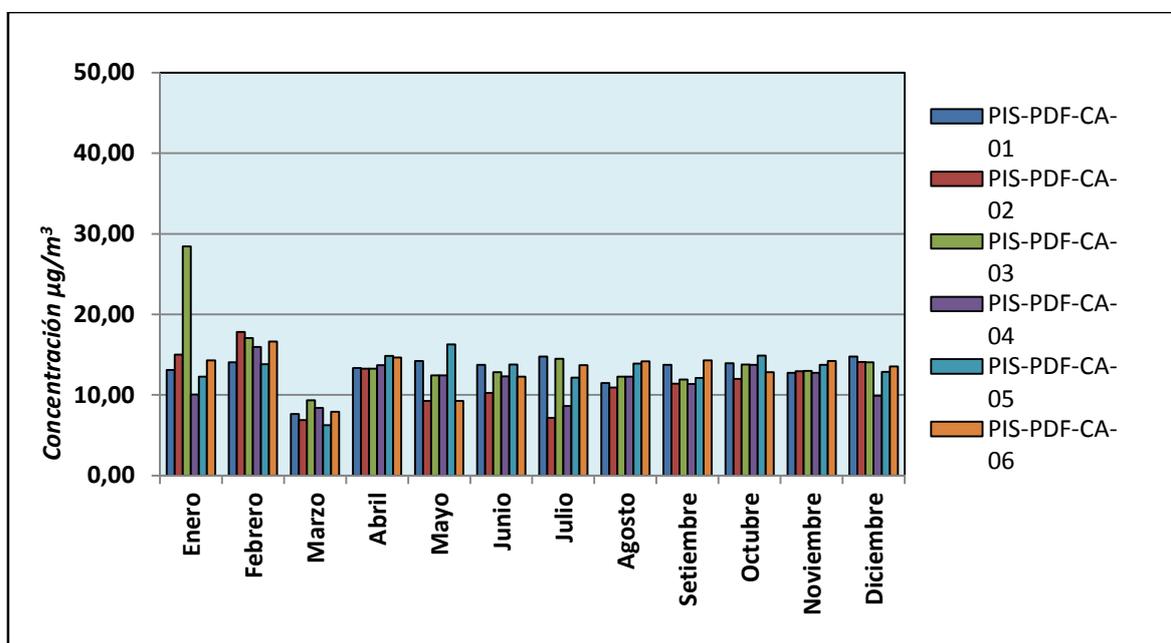


Figura N° 10: Variación mensual de concentración promedio móvil de ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 8 horas, 2015.

Tabla N° 9: Concentración promedio móvil de monóxido de carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	NAAQS USEPA	Valor Guía OMS
Enero	372.2	601.2	486.7	529.7	458.1	529.7	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Febrero	644.2	343.6	601.2	357.9	787.3	529.7	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Marzo	529.7	541.7	558.9	753.5	941.1	543.7	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Abril	601.2	558.3	501.0	629.9	672.8	544.0	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Mayo	341.4	336.7	345.3	349.7	369.6	345.6	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Junio	484.3	474.4	485.7	507.9	464.1	438.5	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Julio	229.0	229.0	272.0	214.7	243.4	286.3	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Agosto	272.0	286.3	314.9	272.0	286.3	357.9	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Setiembre	257.7	214.7	272.0	314.9	229.0	386.5	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Octubre	146.2	200.7	188.1	195.4	141.9	179.4	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Noviembre	386.4	381.6	340.4	324.8	335.4	364.9	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾
Diciembre	242.1	187.8	216.6	214.3	205.7	251.4	10000 ⁽¹⁾	10000 ⁽²⁾	10000 ⁽³⁾

(1) D.S. N° 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire" – Presidencia del Consejo de Ministros.

(2) USEPA 40 CFR Part 50 "National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards".

(3) OMS 1997 "Guidelines for Air Quality".

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 kPa de presión atmosférica. Protocolo de monitoreo de calidad de aire y emisiones del sub sector hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 8 horas, 2015.

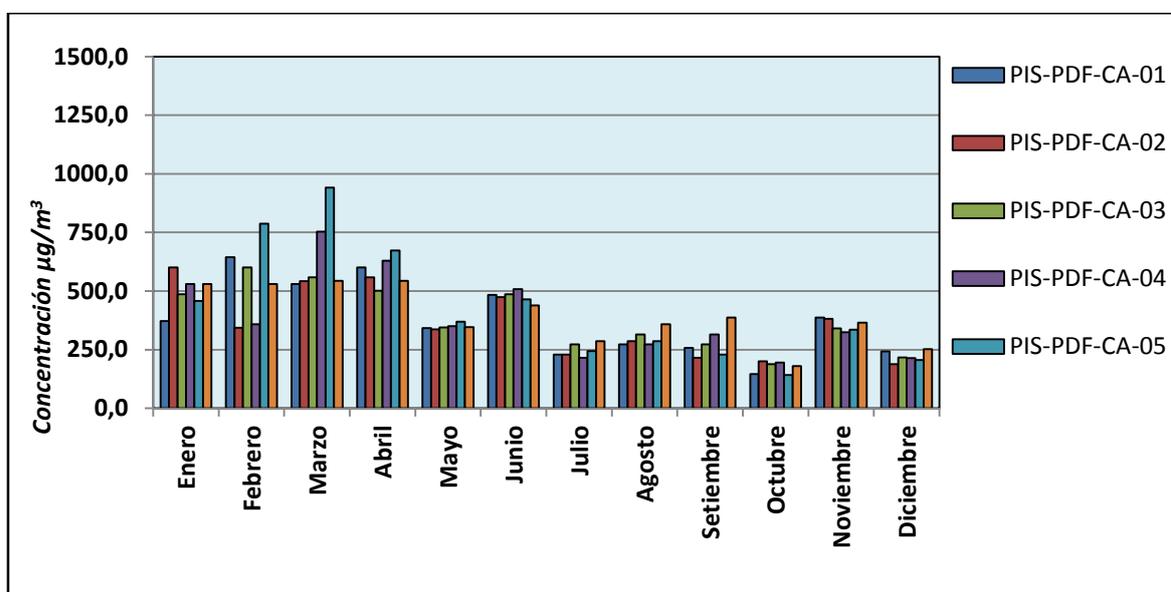


Figura N° 11: Variación Mensual de concentración promedio móvil de monóxido de carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 8 horas, 2015.

Tabla N° 10: Concentración promedio de monóxido de carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	NAAQS USEPA	Valor Guía OMS
Enero	458.1	687.1	572.6	572.6	572.6	687.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Febrero	801.6	458.1	801.6	458.1	801.6	687.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Marzo	708.9	631.0	801.6	842.9	989.4	737.5	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Abril	687.1	687.1	572.6	801.6	801.6	687.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Mayo	492.4	440.9	440.9	487.9	561.1	565.7	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Junio	568.0	542.8	564.6	605.8	549.7	523.4	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Julio	229.0	229.0	343.6	229.0	343.6	343.6	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Agosto	343.6	458.1	458.1	343.6	343.6	458.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Setiembre	343.6	343.6	343.6	343.6	343.6	458.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Octubre	168.3	253.1	280.6	258.8	166.1	261.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Noviembre	440.9	434.0	432.9	388.2	359.6	446.6	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾
Diciembre	371.0	272.6	356.2	356.2	295.5	340.1	30000 ⁽¹⁾	40000 ⁽²⁾	30000 ⁽³⁾

(1) D.S. N° 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire" – Presidencia del Consejo de Ministros.

(2) USEPA 40 CFR Part 50 "National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards".

(3) OMS 1997 "Guidelines for Air Quality".

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 kPa de presión atmosférica. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del Sub Sector Hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 1 hora, 2015.

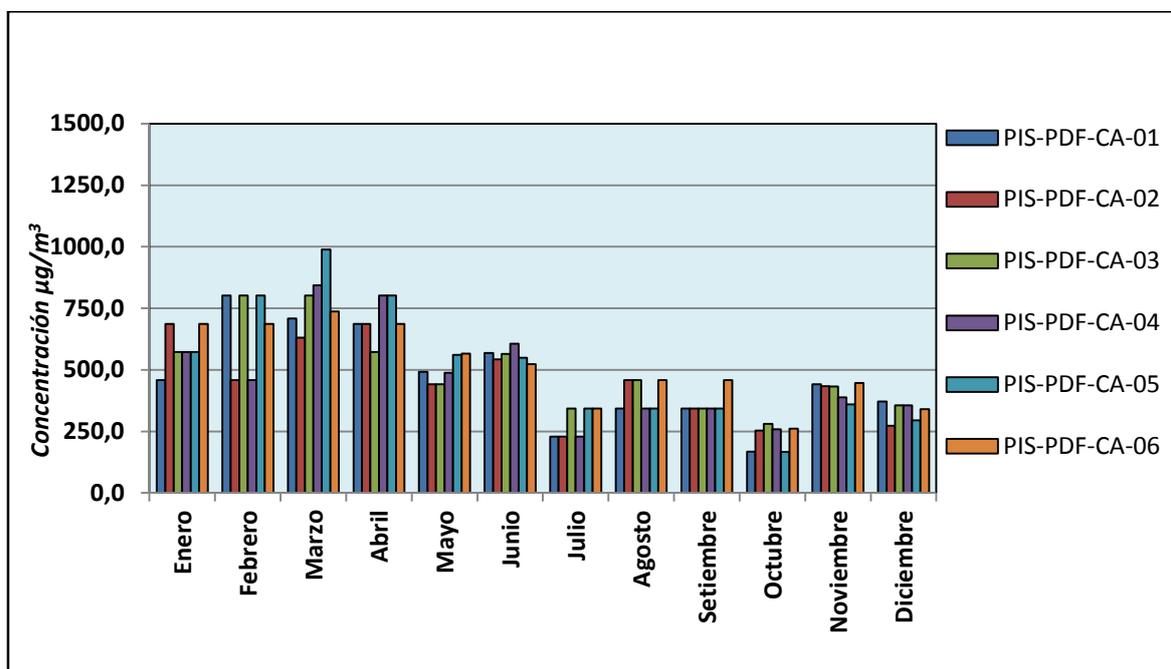


Figura N° 12: Variación mensual de concentración promedio móvil de monóxido de carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 1 hora, 2015.

Tabla N° 11: Concentración promedio de móvil de dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	Valor Guía OMS
Enero	14.40	14.42	15.89	14.41	16.56	14.40	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Febrero	16.73	14.77	16.61	15.02	15.64	16.23	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Marzo	10.55	10.87	11.30	11.30	10.91	9.30	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Abril	16.10	15.73	16.60	16.57	15.92	16.33	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Mayo	13.21	15.15	14.95	13.27	13.08	14.41	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Junio	5.84	5.42	6.67	6.40	5.98	8.20	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Julio	9.54	10.71	9.78	9.21	9.25	9.90	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Agosto	9.79	11.42	12.13	11.26	10.98	10.72	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Setiembre	9.64	9.93	9.79	9.24	10.11	9.79	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Octubre	9.63	9.28	9.51	9.55	9.65	9.53	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Noviembre	12.43	12.12	13.83	13.10	13.43	14.15	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾
Diciembre	14.80	13.38	14.69	14.24	14.08	14.15	20 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾

- (1) D.S. N° 003-2008-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire" – Ministerio del Ambiente.
 (2) USEPA 40 CFR Part 50 "National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards". Estándar de 24 horas revocado en el 2010.
 (3) OMS 2005 "Guidelines for Air Quality".
 Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 kPa de presión atmosférica. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del Sub Sector Hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 24 horas, 2015.

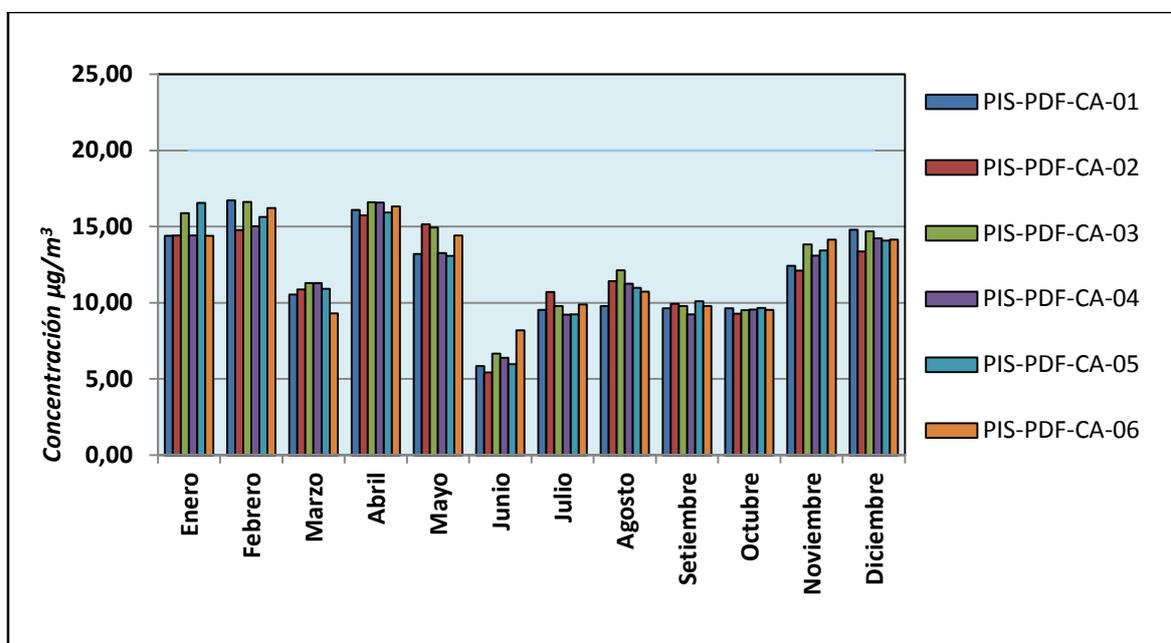


Figura N° 13: Variación mensual de concentración promedio móvil de dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 24 horas, 2015.

Tabla N° 12: Concentración promedio de móvil de dióxido de nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

MES	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Estándar Nacional	NAAQS USEPA	Valor Guía OMS
Enero	5.68	5.61	6.78	6.10	5.96	5.21	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Febrero	9.18	6.69	6.99	4.76	4.84	5.32	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Marzo	5.90	6.69	6.07	4.76	4.84	6.26	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Abril	4.57	5.56	5.00	6.23	4.97	5.49	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Mayo	9.66	10.45	10.56	10.93	9.35	10.62	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Junio	5.34	7.36	7.84	9.40	7.77	8.01	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Julio	7.20	9.08	8.59	7.39	8.92	8.66	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Agosto	7.05	6.17	7.95	6.11	6.46	6.64	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Setiembre	9.95	7.82	7.95	7.82	6.64	6.46	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Octubre	7.81	7.16	6.47	7.47	7.23	6.59	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Noviembre	7.25	6.42	6.71	8.08	6.83	7.07	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾
Diciembre	6.97	5.59	6.20	7.12	6.83	4.50	200 ⁽¹⁾	190 ⁽²⁾	200 ⁽³⁾

(1) D.S. N° 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire" – Presidencia del Consejo de Ministros.

(2) USEPA 40 CFR Part 50 "National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards".

(3) OMS 1997 "Guidelines for Air Quality".

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico de aire corregidos a condiciones estándar: 25°C de temperatura y 101.325 kPa de presión atmosférica. Protocolo de monitoreo de calidad de aire y emisiones del sub sector hidrocarburos.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 1 hora, 2015.

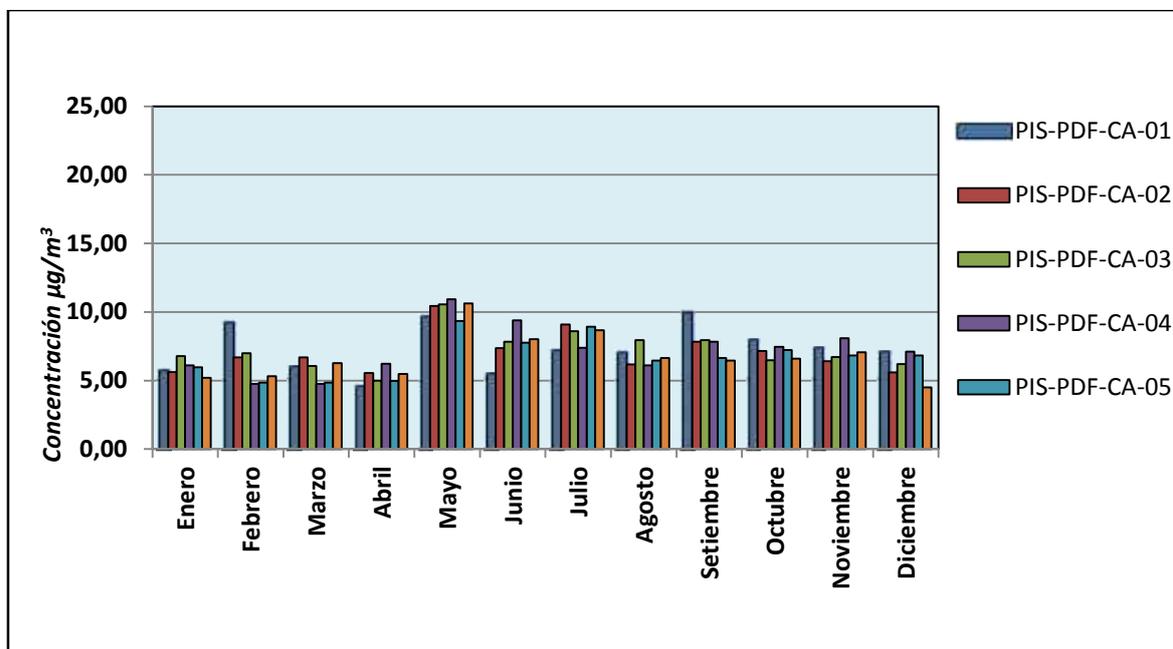


Figura N° 14: Variación mensual de concentración promedio móvil de dióxido de nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco. Periodo 1 hora, 2015.

Tabla N° 13: Temperatura ambiental promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

ESTACION DE MONITOREO	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Temperatura Promedio (°C)	Temperatura Maxima (°C)	Temperatura Minima (°C)
MES									
Enero	21.5	21.3	20.5	20.5	21.5	20.4	21.0	21.5	20.4
Febrero	24.1	22.9	21.3	23.8	24.9	23.3	23.4	24.9	21.3
Marzo	25.5	23.9	24.3	25.2	26.0	23.9	24.8	26.0	23.9
Abril	21.0	21.6	20.5	20.9	21.0	21.9	21.2	21.9	20.5
Mayo	20.1	21.1	20.8	20.0	19.3	20.4	20.3	21.1	19.3
Junio	19.8	21.3	20.8	20.1	20.3	21.6	20.7	21.6	19.8
Julio	18.2	18.3	18.0	17.5	17.5	19.5	18.2	19.5	17.5
Agosto	17.5	17.1	17.5	17.8	17.8	17.7	17.6	17.8	17.1
Setiembre	18.3	18.0	17.3	18.4	18.3	17.9	18.0	18.4	17.3
Octubre	18.6	18.8	18.6	19.1	19.2	19.3	18.9	19.3	18.6
Noviembre	19.2	19.1	18.9	18.9	19.1	19.1	19.1	19.2	18.9
Diciembre	20.2	20.0	20.3	20.1	20.1	19.5	20.0	20.3	19.5

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

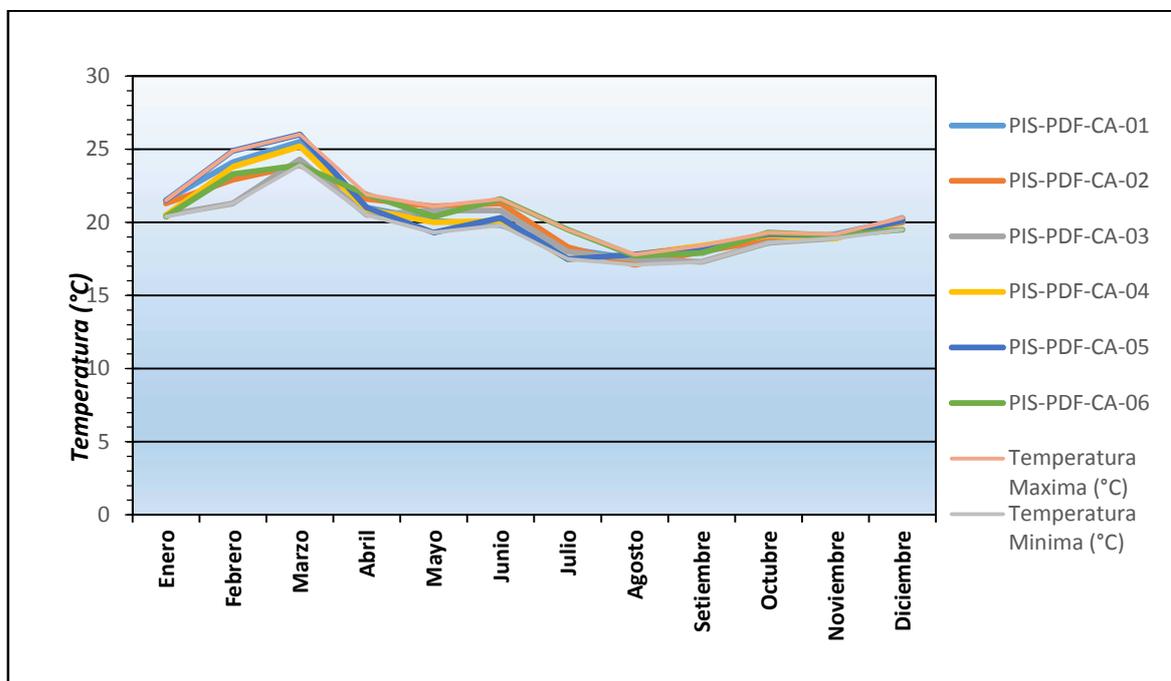


Figura N° 15: Variación mensual de temperatura ambiental promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

Tabla N° 14: Humedad relativa promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

ESTACION DE MONITOREO	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Humedad Relativa Promedio (%)	Humedad Máxima (%)	Humedad Mínima (%)
MES									
Enero	78.9	80.5	85.2	83.3	76.9	80.3	80.9	85.2	76.9
Febrero	81.6	83.5	90.3	85.5	81.3	83.1	84.2	90.3	81.3
Marzo	77.8	85.5	86.3	79.6	75.8	85.5	81.8	86.3	75.8
Abril	82.0	81.8	85.8	83.6	80.5	82.4	82.7	85.8	80.5
Mayo	72.8	79.0	84.7	74.8	75.3	84.0	78.4	84.7	72.8
Junio	72.0	74.8	77.5	78.1	72.5	77.1	75.3	78.1	72.0
Julio	79.4	78.1	79.4	80.3	77.5	73.2	78.0	80.3	73.2
Agosto	76.2	80.8	85.2	85.0	77.0	84.1	81.4	85.2	76.2
Setiembre	78.9	83.8	81.5	81.0	79.5	81.8	81.1	83.8	78.9
Octubre	77.7	79.7	83.1	80.6	77.6	80.9	79.9	83.1	77.6
Noviembre	79.4	78.2	83.5	81.4	78.8	77.5	79.8	83.5	77.5
Diciembre	79.7	80.3	84.5	83.7	82.6	82.7	82.3	84.5	79.7

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

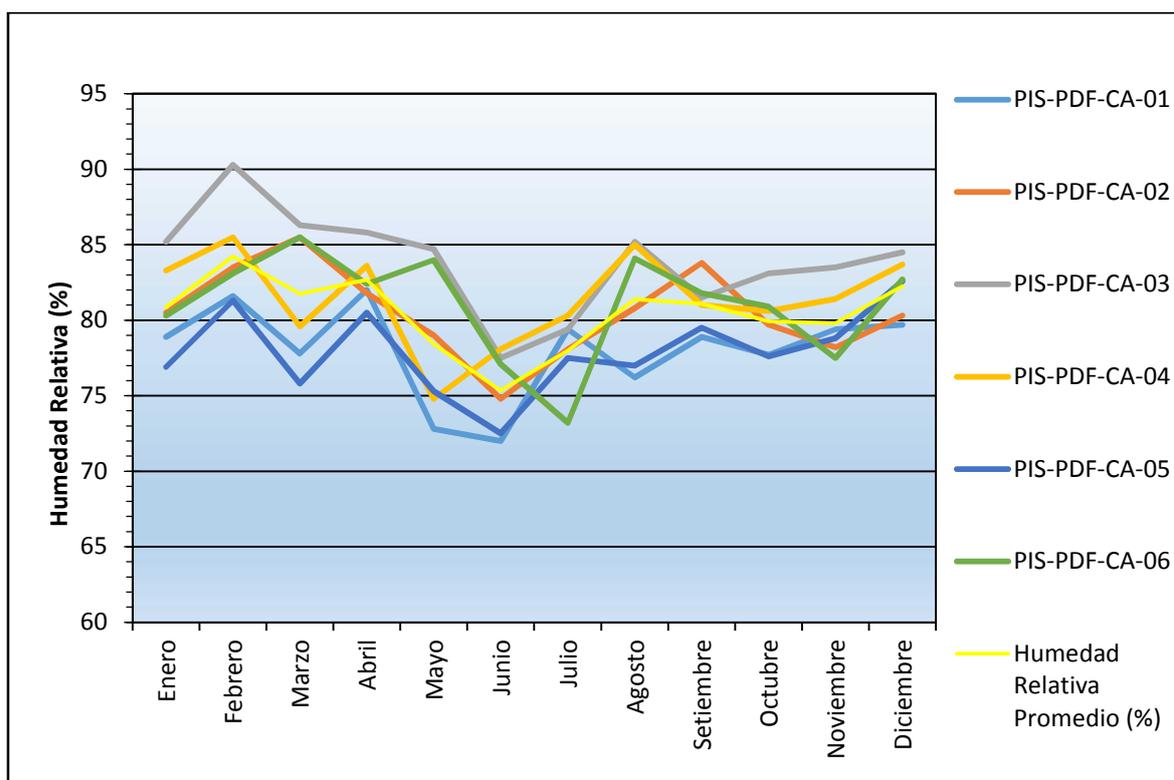


Figura N° 16: Variación mensual de humedad relativa promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

Tabla N° 15: Velocidad promedio de la dirección predominante del viento en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, Año 2015.

ESTACION DE MONITOREO	PIS-PDF-CA-01		PIS-PDF-CA-02		PIS-PDF-CA-03		PIS-PDF-CA-04		PIS-PDF-CA-05		PIS-PDF-CA-06		Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad Maxima (m/s)	Velocidad Mínima (m/s)	Dirección Predominante del Viento
	Velocidad (m/s)	Dirección Predominante														
Enero	5.2	SW	4.9	SW	5.4	S	7.6	S	4.1	S	5.7	S	5.5	7.6	4.1	S
Febrero	4.3	SW	6.0	SW	4.6	S	3.4	SW	4.3	W	6.3	S	4.8	6.3	3.4	SW
Marzo	5.5	SW	4.9	SW	4.4	S	4.8	SW	4.6	NE	3.5	W	4.6	5.5	3.5	SW
Abril	5.0	SW	5.9	SW	5.3	SW	6.2	S	4.8	SW	3.8	S	5.2	6.2	3.8	SW
Mayo	5.5	S	4.6	SW	4.7	SW	5.6	S	5.2	NE	4.0	S	4.9	5.6	4.0	S
Junio	5.6	W	3.9	SE	5.1	S	6.1	S	5.9	NE	3.3	S	5.0	6.1	3.3	S
Julio	4.8	SW	4.9	W	4.8	SW	5.5	SE	5.3	SE	3.8	S	4.9	5.5	3.8	W-SE
Agosto	5.7	SW	4.2	SW	4.8	SW	4.0	SW	4.2	SW	4.2	SW	4.5	5.7	4.0	SW
Setiembre	4.6	S	3.9	SW	4.7	SW	4.7	S	5.5	SW	3.9	S	4.6	5.5	3.9	S-SW
Octubre	6.8	SW	5.0	W	5.2	SW	6.4	S	5.2	SW	4.7	S	5.6	6.8	4.7	SW
Noviembre	5.7	S	5.8	SW	6.7	SW	6.5	SW	5.4	SW	4.8	SW	5.8	6.7	4.8	SW
Diciembre	5.5	SW	4.0	SW	6.3	SW	7.4	SW	5.1	SW	4.4	S	5.5	7.4	4.0	SW

NE: Noreste, W: Oeste, SW: Suroeste, S: Sur, SE: Sureste.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

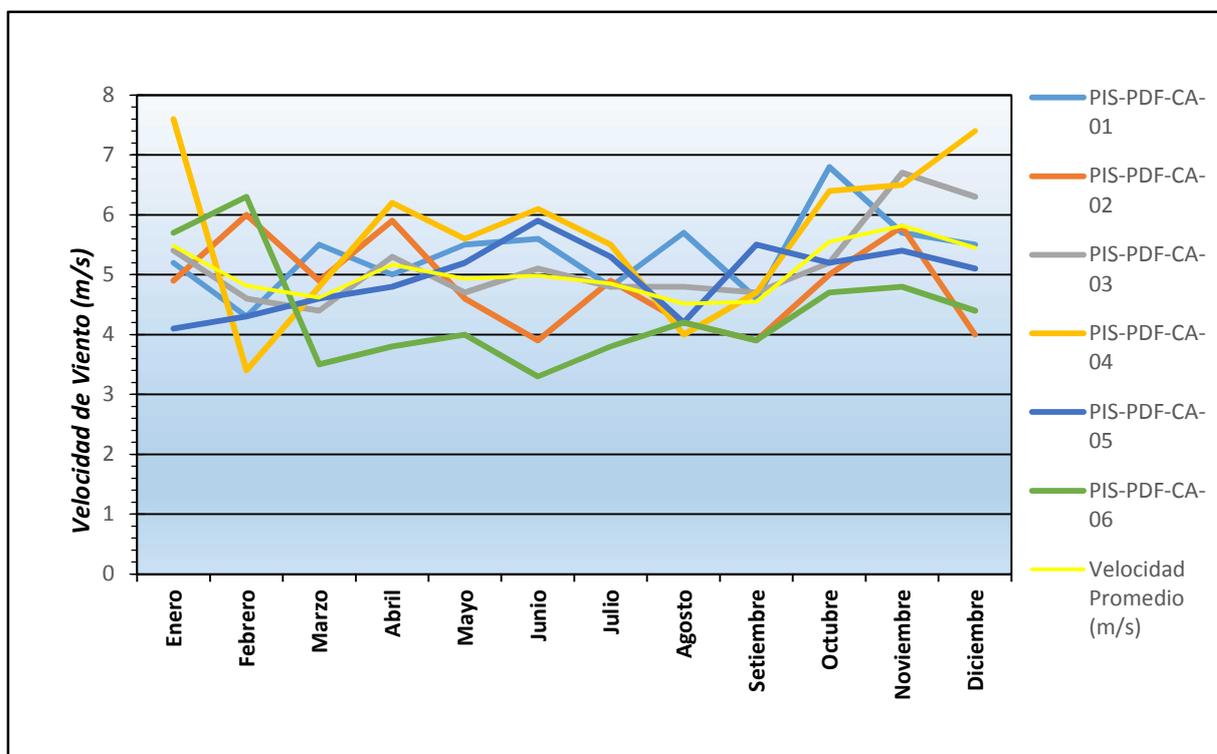


Figura N° 17: Variación mensual de velocidad del viento promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

Tabla N° 16: Presión atmosférica promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

ESTACION DE MONITOREO	PIS-PDF-CA-01	PIS-PDF-CA-02	PIS-PDF-CA-03	PIS-PDF-CA-04	PIS-PDF-CA-05	PIS-PDF-CA-06	Presión Atmosférica Promedio (mmHg)	Presión Máxima (mmHg)	Presión Mínima (mmHg)
MES									
Enero	759.2	757.9	758.6	758.3	756.8	759.1	758.3	759.2	756.8
Febrero	757.5	756.2	757.7	758.5	756.1	755.9	757.0	758.5	755.9
Marzo	757.2	758.0	758.3	758.1	756.9	757.5	757.7	758.3	756.9
Abril	755.6	757.0	757.2	757.4	755.7	757.7	756.8	757.7	755.6
Mayo	759.0	758.6	759.4	759.3	757.1	758.6	758.7	759.4	757.1
Junio	756.7	759.0	759.3	758.3	757.2	758.6	758.2	759.3	756.7
Julio	758.5	760.4	762.5	759.9	757.0	760.9	759.9	762.5	757.0
Agosto	758.3	759.8	762.5	757.9	757.1	759.8	759.2	762.5	757.1
Setiembre	758.8	760.0	759.8	758.6	757.8	758.4	758.9	760.0	757.8
Octubre	757.9	759.4	760.4	758.2	757.3	758.7	758.7	760.4	757.3
Noviembre	756.8	758.1	758.6	756.9	754.4	759.4	757.4	759.4	754.4
Diciembre	761.2	759.4	759.0	756.5	755.1	757.1	758.1	761.2	755.1

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

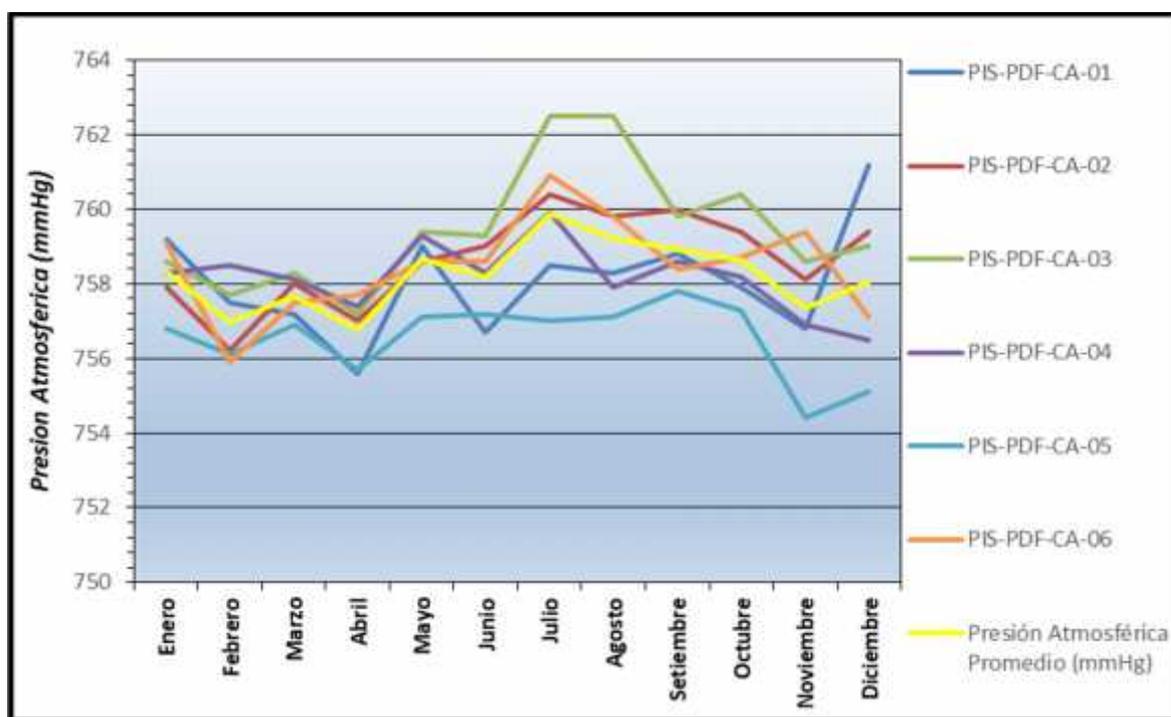


Figura N° 18: Variación mensual de la presión atmosférica promedio en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

FUENTE: Registrado en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco, año 2015.

4.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE AIRE

De los contaminantes como material particulado, plomo y gases:

➤ **Material Particulado (PM₁₀)**

En la Tabla N° 6, se muestran los valores de la concentración del material particular (PM₁₀), registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco, durante el año 2015.

Todos los resultados están expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire y son comparados con los Estándares de Calidad de Aire para este parámetro, durante 24 horas.

Los niveles de concentración de PM₁₀, registrados en las estaciones de monitoreo, fueron inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y a los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2005 “Guidelines for Air Quality”, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

➤ **Plomo (Pb)**

En la Tabla N° 7, se muestran los resultados de concentración de plomo, registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco, durante el año 2015. Todos los resultados están expresado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire y son comparados con los Estándares de Calidad de Aire para este parámetro, durante un mes.

Los niveles de concentración de plomo, registrados en las estaciones de monitoreo, fueron inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM, $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y a los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2005 “Guidelines for Air Quality”, $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

➤ **Ozono (O₃)**

En la Tabla N° 8, se muestran los resultados de concentraciones de ozono, registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco, durante el año 2015. Todos los resultados están expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire y son comparados con los Estándares de Calidad de Aire para este parámetro, durante 8 horas.

Los niveles de concentración de ozono, registrados en las estaciones de monitoreo, fueron inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM, $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), los Estándares de la Agencia de Protección Ambiental (USEPA 40 CFR Part 50 “National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards”, $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y a los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2005 “Guidelines for Air Quality”, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

➤ **Monóxido de Carbono (CO)**

En las Tablas N° 9 y N° 10 se muestran los valores de las concentraciones de monóxido de carbono, registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco, durante el año 2015. Los resultados están expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire, son comparados con los Estándares de Calidad de Aire para este parámetro, 8 horas y 1 hora.

Los niveles de concentración de monóxido de carbono, obtenidas en las estaciones de monitoreo, fueron inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM, para el periodo de 8 horas y 1 hora, siendo $10\ 000$ y $30\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente), los Estándares de la Agencia de Protección Ambiental (USEPA 40 CFR Part 50 “National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards”, para el periodo de 8 horas y 1

hora, siendo 10 000 y 40 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente), y a los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1997 “Guidelines for Air Quality”, para el periodo de 8 horas y 1 hora, siendo 10 000 y 30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente).

➤ **Dióxido de Azufre (SO₂)**

En la tabla N° 11 se muestran los valores de las concentraciones de dióxido de azufre registrados en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco, durante el año 2015. Los resultados están expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire y son comparados con los Estándares de Calidad de Aire para este parámetro, por 24 horas.

Los niveles de concentraciones de dióxido de azufre obtenidas en las estaciones de muestreo fueron inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Perú (D.S. N° 003-2008-MINAM, 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), y a los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2005 “Guidelines for Air Quality”, 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

➤ **Dióxido de Nitrógeno (NO₂)**

En la tabla N° 12 se muestran los valores de las concentraciones de dióxido de nitrógeno registrados en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco, durante el año 2015. Los resultados están expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire y son comparados con los Estándares de Calidad de Aire para este parámetro, por 1 hora.

Los niveles de concentración de dióxido de nitrógeno obtenidas en las estaciones de muestreo fueron inferiores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Perú (D.S. N° 074-2001-PCM, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), los Estándares de la Agencia de Protección Ambiental (USEPA 40 CFR Part 50 “National

Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards”, 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), y a los Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1997 “Guidelines for Air Quality”, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

De los parámetros meteorológicos:

➤ Temperatura

En la tabla N°13 se presentan los valores promedios diarios de temperatura ambiental registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco durante el año 2015.

La temperatura ambiental presentó durante el período de monitoreo fluctuaciones entre 17,1 y 26,0°C, donde el máximo valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-05 en marzo, mientras el mínimo valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-02 en agosto.

En la figura N°15 se muestra la tendencia de la temperatura ambiente durante el año 2015, donde se observa el mayor valor de temperatura mensual promedio en el mes de febrero (24,8°C) y el menor valor de temperatura mensual promedio en el mes de agosto (17,6°C).

➤ Humedad Relativa

En la tabla N°14 se presentan los valores promedios diarios de humedad relativa registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco durante el año 2015.

La humedad relativa presentó durante el período de monitoreo fluctuaciones entre 72,0% y 90,3%, donde el máximo valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-03 en febrero, mientras el mínimo valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-01 en junio.

En la figura N°16 se muestra la tendencia de la humedad relativa durante el año 2015, donde se observa el mayor valor de humedad relativa mensual promedio en el mes de febrero (84,2%) y el menor valor de humedad relativa mensual promedio en el mes de junio (75,3%).

➤ **Viento**

En la tabla N°15 se presentan los valores promedios diarios de velocidad del viento, así como la dirección predominante del viento, registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco durante el año 2015.

La velocidad del viento presentó durante el período de monitoreo fluctuaciones entre 3,3 m/s y 7,6 m/s, donde se observa el mayor valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-04 en enero, mientras el mínimo valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-06 en Junio.

Asimismo, el valor predominante de la dirección del viento durante el período de monitoreo se encuentra entre el Suroeste (SW) y Sur (S).

En la figura N°17 se muestra gráficamente la tendencia de velocidad del viento durante el año 2015, donde se observa el mayor valor de la velocidad del viento mensual promedio en el mes de noviembre (5,8 m/s) y el menor valor mensual promedio en el mes de agosto (4,5 m/s).

➤ **Presión Atmosférica**

En la tabla N°16 se presentan los valores promedios diarios de presión atmosférica, registradas en las estaciones de monitoreo de la PFLGN – Pisco durante el año 2015.

La presión atmosférica presentó durante el período de monitoreo fluctuaciones entre 754,4 mmHg y 762,5 mmHg, donde se observa el mayor valor registrado

en la estación PIS-PDF-CA-03 entre julio y agosto del 2015, mientras el mínimo valor registrado tuvo lugar en la estación PIS-PDF-CA-05 en Noviembre.

En la figura N°18 se muestra gráficamente la tendencia de presión atmosférica durante el año 2015, donde se observa el mayor valor de presión atmosférica mensual promedio en el mes de julio (759,9 mmHg) y el menor valor mensual promedio en el mes de abril (756,8 mmHg).

El análisis meteorológico considera las siguientes variables: temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión, se obtuvieron valores promedio máximos y mínimos diarios, mensuales y anuales para cada estación.

Los valores meteorológicos sirven para evaluar el comportamiento del medio ambiente y verificar los valores con las estaciones del año como son primavera, verano, otoño e invierno

Los valores de temperatura y velocidad del viento se incrementan en la estación primavera verano y disminuyen en las estaciones otoño e invierno.

Los valores de humedad relativa se incrementan en la estaciones otoño e invierno y disminuyen en las estaciones de primavera verano.

En la tabla N° 17 adjunta a esta sección, se muestra los valores comparativos entre los resultados obtenidos en la PFLGN y los estándares de calidad de aire (nacionales e internacionales) obtenidos en un intervalo de tiempo, para el monitoreo de calidad ambiental del aire, y realizando un análisis de estos resultados se concluye que la planta de Pluspetrol no sobrepasa el umbral de contaminación, haciendo de esta empresa colaboradora del cuidado del medio ambiente por la utilización de las tecnologías amigables con su entorno en todas sus operaciones de la PFLGN – Pluspetrol – Pisco.

Tabla N° 17: Valores comparativos de los distintos estándares de calidad del aire.

CONTAMINANTES	PERIODO	Resultados del Monitoreo de Calidad del Aire Pluspetrol Pisco – PFLGN 2015 (valores promedios de las 6 estaciones)	Decreto Supremo N° 074-2001-PCM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.	Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental para Aire	USEPA 40 CFR Part 50: National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards (Estándares nacionales primarios y secundarios de calidad del aire ambiental).	OMS, 2005: Guidelines for Air Quality (Guías para la Calidad del Aire)
		Valor comparativo de los distintos estándares de la calidad del aire				
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S)	24 horas	2.81	----	150	----	----
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	14.22	365	20	365	20
Monóxido de carbono (CO)	24 horas	198.5	30000	----	30000	30000
Ozono (O ₃)	8 horas	13.21	120	----	140	100
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	4.05	200	----	190	200
PM – 10	24 horas	14.28	150	----	150	50
PM – 2.5	24 horas	3.482	----	25	35	25
Plomo (Pb)	24 horas	0.0017	0.05	----	0.0017	0.00137
Compuestos orgánicos volátiles (VOC' s)	24 horas	< 1.875	----	2	----	----
Hidrocarburos totales	24 horas	0.002	----	100000	----	----

FUENTE: Elaboración propia – 2015.

CAPITULO V

SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

5.1 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

- a) Antes de iniciar el monitoreo, se realizó una inspección previa y reconocimiento al lugar, se verificó las zonas de acceso, los puntos de muestreo, con la finalidad de garantizar que se cuente con materiales, equipos, herramientas necesarias para llevar a cabo la tarea.
- b) En el lugar de muestreo, se identifican los peligros y riesgos asociados a la actividad. Si el peligro o riesgo a los que se expondrá durante los trabajos no se hayan contemplados en el IPER para monitoreo de calidad de aire, monitoreo de agua, monitoreo de suelos, monitoreo de emisiones gaseosas en fuentes fijas y monitoreo de ruido, se efectúa un análisis de riesgo, para determinar si son necesarias medidas y equipos de seguridad adicionales.
- c) Todo analista de campo de Inspectorate Services Perú S.A.C, dependiendo del lugar (o lugares) donde realiza actividades de monitoreo, debe contar con un certificado de vacunas y pase médico vigentes, que lo habilite para ingresar a las distintas zonas donde efectuarán trabajos.

- d) Todo analista de campo de Inspectorate Services Perú S.A.C, estará siempre provisto de un equipo de comunicaciones (radio, nextel, teléfono satelital o celular) el cual les permitirá mantenerse en contacto con los supervisores (superintendentes), personal responsable de las actividades en campo y con la unidad médica o centro hospitalario más cercano.
- e) Todo analista de campo de Inspectorate Services Perú S:A.C, deberá portar como mínimo:
- ✓ Equipo básico de seguridad (casco, lentes, zapato de seguridad y uniforme con cinta reflectante).
 - ✓ Herramientas, equipos, necesarios para llevar a cabo el muestreo en las mejores condiciones.
 - ✓ Las hojas MSDS de los materiales o reactivos peligrosos que utilizará durante el muestreo.
 - ✓ Cuando se realiza caminatas o trabajos a campo abierto sobre todo en selva se utiliza de preferencia, caminos y accesos frecuentados por los lugareños; evite transitar por bosque tupido, a no ser que sea absolutamente necesario. A menos que conozca bien el lugar y a la población; toda caminata debe ser liderada por un guía de la zona. Labores en zonas remotas, poco exploradas, boscosas o agrestes deben ser realizadas por, al menos, dos analistas. De ser necesario lleve consigo un botiquín.
 - ✓ En instalaciones industriales y en lugares de alto tráfico de vehículos y personas, el área donde se desarrollarán las labores de monitoreo deberá ser delimitada y señalizada con cinta

reflectante y cuando sea necesario con conos de seguridad, para aislarla de riesgos externos y no exponer a personas ajenas a las actividades a los riesgos propios de la labor a ejecutarse.

5.2 TRABAJOS EN GEOGRAFÍA ACCIDENTADA

Antes de iniciar el muestreo, se inspecciona la zona. Se busca suelo firme para instalar los equipos, aléjese de las rocas ya que estas podrían soltarse y caer. Se busca el camino más adecuado para transitar, de preferencia que sea el más corto y el de menos obstáculos. Si encuentra impedimentos, memorícelos. No ubicarse en cuevas o terrenos con mucha pendiente. Busque las zonas llanas.

5.3 CONTROL DE PELIGROS

➤ Partes metálicas de los equipos

Antes de manipular los equipos de monitoreo revíselos, reconozca las partes puntiagudas y tómelas en cuenta, busque las zonas más idóneas para poder cogerlos. En la medida de lo posible cambie aquellas partes que representan riesgos de cortes, reporte lo encontrado.

Para manipular todo equipo, específicamente aquellos que tienen partes metálicas, utilice guantes de cuero o badana.

➤ Instalación de generador eléctrico y conexiones eléctricas

Al realizar instalaciones eléctricas considere los peligros por contacto eléctrico.

Tome precauciones para permanecer aislado eléctricamente

Evite quemaduras e incendios. Instale los equipos poniéndose guantes aislantes y lleve consigo un extintor.

➤ **Polvos de filtros y sílica gel**

Manipule los filtros utilizando guantes de nitrilo, evite inhalar el material particulado (povos) ya que pueden producir alergias.

Tenga especial cuidado en la manipulación de la sílica gel este producto es muy tóxico y puede provocar cáncer. Durante su manipulación evite hacer polvo, utilice mascarillas contra povos o respiradores con cartuchos contra povos; utilice guantes para su manipulación, evite el contacto con la piel y lávese bien las manos luego de terminar la tarea.

En caso de contacto con la piel lávese con abundante agua y quítese la ropa contaminada, estos deben ser lavados previamente antes de volver a ser usados. Adopte las medidas de primeros auxilios descritos en la MSDS del producto

5.4 VECTORES

- ✓ Infórmese sobre las características de la zona (clima) así como también de las enfermedades.
- ✓ Lleve prendas de vestir el cual le cubran lo más posible.
- ✓ Aplíquese el repelente de insectos tanto en ropa como en piel, de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
- ✓ Cuando regrese el monitoreo revise sus prendas, asegúrese de que no trae consigo algún insecto.
- ✓ No toque ningún animal muerto. Evite tocarse los ojos, nariz y boca con las manos a menos que estas estén limpias.
- ✓ Tenga presente que algunas fragancias atraen a los insectos, así que utilice jabones y otros productos para la higiene que no estén aromatizados.

5.5 CLIMAS EXTREMOS

Clima tropical (temperaturas por encima de los 18°C, radiación solar, lluvias): utilice ropa de trabajo ligera de manga larga, botas de caña alta, capote impermeable, bebidas rehidratantes, bloqueador y anteojos para radiación solar; Clima frío (temperaturas por debajo de los 18°C, altura, lluvias con granizo o nieve): utilice ropa que conserve el calor de manga larga, capote impermeable.

5.6 TRABAJOS EN ALTURA

Si el trabajo se realiza en altura (a más de 1.80 metros del piso) el titular de la actividad o propietario de las instalaciones deberá acondicionar la zona de muestreo, construyendo como mínimo, las siguientes instalaciones adicionales que deberán cernirse a las más estrictas normas de seguridad:

- ✓ Escaleras y vías de acceso al área donde se instalaran los equipos de muestreo.
- ✓ Plataformas o andamios, donde los analistas puedan ejecutar su trabajo con comodidad y sin riesgo. Esta área deberá estar delimitada por barandas y/o pasamanos.
- ✓ Puntos o líneas de anclaje, Ubicados de modo que puedan garantizar la distancia mínima de caída libre.
- **Distancia de caída libre:** La distancia libre de caída es la altura mínima que debe tener un sistema para evitar llegar al suelo en caso de un accidente. La línea de anclaje no deberá permitir una distancia de caída de más de 1.80 metros y deberá estar asegurado por encima de la cabeza u hombro.

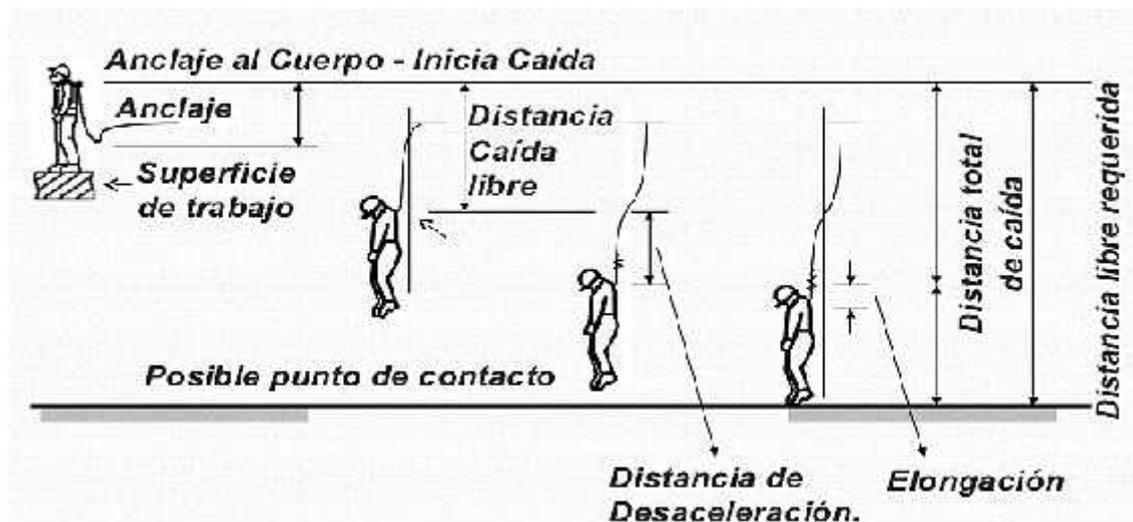


Figura Nº 19: Distancia libre de caída.

Fuente: Wikipedia 2015

Distancia caída libre 1.8 m, distancia de desaceleración 1.2 m, altura del cuerpo 1.8 m, distancia total de caída 4.8 m, distancia libre requerida 5.4 m

APORTES

1. La estación meteorológica se colocaba sobre un trípode el cual quedaba a la altura del manifold y del equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol), se observó interferencias con la velocidad del aire y la temperatura del ambiente que evalúa la estación meteorológica; para evitar estas interferencias y tener una mejor ubicación se diseñó e implemento un mástil retráctil colocado en una esquina de la estación móvil (SHELTER), en la cual, la estación meteorológica tenía mayor altura y sin interferencias.
2. El equipo de muestreo de alto volumen (High-Vol) que se coloca en la parte superior de la estación móvil, para asegurar su estabilidad ante fuertes vientos y movimientos bruscos se amarraba en las baranda con cabos, resultando muy engorroso y demoraba para el inicio del monitoreo, por ello se diseñó e implementó una base con ángulos y pernos para asegurar su estabilidad, la instalación del equipo es más rápido.
3. El personal que realiza trabajos de ensamblaje de equipos en la parte superior de la estación móvil utilizaba arnés y línea de vida, el cual colocaba la línea de vida en las barandas de la estación móvil, al hacer una evaluación de caída libre, se determinó que como mínimo debe haber 4.80 metros y una distancia requerida de 5.40 metros, en la cual la estación móvil tiene de altura 2.50 metros, el personal al sufrir una caída libre llegaría a impactar con el suelo, Se

implementó la colocación de un punto de anclaje en el centro de la parte superior de la estación móvil (SHELTER) y el uso de una línea retráctil que es colocado en el punto de anclaje que solo le permite llegar hasta los bordes de la estación móvil y así evita la caída a desnivel del personal y accidente.

4. Para el registro de datos y observaciones durante los monitoreos ambientales, se realizaban en hojas bond o la parte posterior de las cadenas de campo las cuales se extraviaban la información registrada, se diseñó e implementó el uso de un cuaderno de campo para el registro de datos y observaciones en forma auto copiable para que quede evidencia de los datos registrados para evitar pérdida de la información.
5. La cadena de custodia de monitoreo de calidad de aire, era una cadena hecha en Excel el cual se registraban los datos y luego se imprimían, y una copia se entregaba al cliente, el cliente desconfiaba ya que sus datos podrían ser modificados por ser digitalizados. Para que el cliente no desconfiara se recomendó al personal del área de control de calidad, la mejora de la cadena de custodia de monitoreo de calidad de aire para que sean impresas en cuadernillos auto copiables y el personal registre los datos directamente en las cadenas de custodia de aire el cual se entrega una copia al cliente, una para el ingreso de las muestras y para el archivamiento ante una pérdida y también se sugirió que al reverso contara con información sobre el tiempo de muestreo, métodos de referencia de los análisis y caudal de muestreo que se realizan en el monitoreo de calidad de aire.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos durante el monitoreo en las diversas estaciones no sobre pasan los valores establecidos en los estándares de la calidad de aire, (nacionales e internacionales), convirtiendo así a la empresa Pluspetrol una empresa comprometida con el cuidado del medio ambiente.
2. Los analizadores automáticos para análisis de gases contaminantes son apropiados porque permiten identificar alertas tempranas por los datos reportados minuto a minuto y en tiempo real, lo cual facilita la toma de decisiones, acciones y lineamiento oportuno en materia ambiental para Pluspetrol Perú Corporation S.A.
3. Los equipos de material particulado utiliza una propiedad física de la materia para el diseño y buen funcionamiento en la recolección del material particulado que es la propiedad aerodinámica, los equipos automáticos para su diseño, buen funcionamiento y para hacer una medición de los gases utiliza una propiedad química de los diferentes gases a medir como son la quimioluminiscencia, la fluorescencia UV, fotometría, fotometría infrarroja no dispersiva.
4. Las concentraciones de material particulado y de metal plomo no exceden los valores establecidos en los estándares nacional (ECA), como de la agencia de protección ambiental (EPA) ni el valor guía del Organismo Mundial de la Salud

(OMS) en ninguna de las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco durante el año 2015.

5. Las concentraciones de los parámetros gaseosos ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno no excedieron sus respectivos estándares nacional (ECA), como de la agencia de protección ambiental (EPA) ni sus valores guía del Organismo Mundial de Salud (OMS) en ninguna de las estaciones de monitoreo de calidad de aire de la PFLGN – Pisco durante el año 2015.
6. Con respecto al dióxido de azufre si bien no sobrepasa los estándares de calidad de aire nacional (ECA) ni el valor guía del Organismo Mundial de Salud (OMS) en ningún mes, se reportan concentraciones medias diarias muy cercanas tanto al estándar nacional como al valor guía de la OMS.
7. Con los valores obtenidos se comprobaron que el monóxido de carbono, es el más abundante en la atmósfera como, también fue el contaminante que en mayores cantidades se emitió a la atmósfera por la actividad humana, puesto que los valores registrados se encontraron comprendidos entre 166,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 989,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, muy por encima de las concentraciones de otros gases monitoreados.
8. El análisis de las concentraciones de los gases monitoreados y reportados por Inspectorate Services Perú S.A.C. como laboratorio acreditado por INACAL, permitió separar a la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural PFLGN – Pisco, debido a que las concentraciones de dichos gases en el aire como cuerpo receptor, se encuentran muy por debajo de los estándares vigentes aplicables.

9. La existencia de otras fuentes de emisión, también son responsables de la presencia de gases contaminantes en el aire de la atmósfera de Pisco; existen fuentes fijas de emisión, tales como las plantas pesqueras industriales y artesanales cuyas emisiones son intensas durante la época de producción de harina y aceite de pescado (2 cuotas de pesca al año), la planta de fundición y refinería de MINSUR, y la planta Aceros Arequipa, cuyas emisiones son visibles; existen igualmente fuentes móviles, como camiones cisternas que transportan combustible, vehículos particulares como unidades del transporte público, los cuales transitan por la carretera a Paracas, y que también aportan contaminantes al aire.
10. Diversas investigaciones científicas han demostrado que la contaminación del aire afecta el sistema respiratorio y cardiovascular, causando daños a la salud, dichos daños dependen del tipo de contaminante, de su concentración en el aire y del tiempo de exposición. A largo plazo, la contaminación del aire significa una reducción de la esperanza de vida de la población expuesta.
11. Los valores de los gases en el aire (cuerpo receptor) registrados en la planta de fraccionamiento de líquidos de gas natural, se debe a que Pluspetrol usa tecnologías limpias en sus operaciones, como los turbogeneradores y los hornos Hot Oil y Nafta, los cuales funcionan a gas natural.
12. Pluspetrol Perú Corporation S.A utiliza tecnologías limpias en sus procesos y está comprometido en el cuidado del medio ambiente usando adecuadamente un sistema de gestión ambiental.
13. Los involucrados fueron capacitados y están comprometidos a reducir la cantidad de emisiones gaseosas al cuerpo receptor para mejorar la calidad del aire de su entorno.

RECOMENDACIONES

1. El uso de gas natural como combustible principal para el funcionamiento de equipo y maquinaria en el sector empresarial y parque automotriz, el gas natural es un combustible que emite menos contaminantes al medio ambiente.
2. Promover inversiones económicas que implementen tecnologías limpias, capacidades humanas, responsabilidad social y cuidado de la biodiversidad, como motor del desarrollo sostenible en la región Ica.
3. Que Pluspetrol Perú Corporation S.A continúe realizando la vigilancia de calidad de aire como cumplimiento del Monitoreo de Calidad Ambiental en la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural en Pisco. Por estar en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Paracas.
4. No descuidar el monitoreo de calidad de aire, evaluar los valores del dióxido de azufre cuyas concentraciones están cercanas al límite máximo permisible de calidad de aire (LMP) y más aun sabiendo que este gas es muy peligroso para la salud por su efecto perjudicial a las vías respiratorias, sobre todo en invierno donde las enfermedades respiratorias aumentan.
5. El uso de equipo de muestreo de alto volumen (High Vol) y analizadores automáticos en el monitoreo de la calidad del aire, porque permiten identificar alertas tempranas por los datos reportados minuto a minuto y en tiempo real, lo cual facilita la toma de decisiones, acciones y lineamientos oportunos en materia ambiental.

6. Antes de iniciar el monitoreo de calidad de aire verificar los pronósticos meteorológicos de la página web de la marina de guerra, para ver el comportamiento de la velocidad de vientos durante la semana del monitoreo, si la velocidad de los vientos superan los 12 m/s a mas, se deberá cancelar el monitoreo, habrá mucho material particulado en el ambiente y se duplicaría el valor de material particulado.
7. Antes de iniciar el monitoreo de calidad de aire se debe de verificar que los equipos de material particulado y analizadores automáticos de gases deben de contar con los certificados de calibración en vigencia, los equipos calibrados garantiza valores y resultados aceptables.
8. Utilizar siempre los equipos de protección personal (EPPs) adecuados durante la instalación de los equipos.
9. Utilizar siempre guantes de látex durante la colocación y retiro del filtro de cuarzo en el equipo de alto volumen (High Vol.) para evitar contaminación y alteración en el pesado del filtro.
10. Antes de registrar el valor de presión inicial del equipo de alto volumen (High – Vol) esperar mínimo 30 minutos, antes de registrar los valores de los equipos automáticos de gases esperar como mínimo 60 minutos.
11. Registrar todo lo acontecido durante el monitoreo de calidad de aire, como son los cambios de temperatura, la velocidad del viento, emisión de contaminantes de otras fuentes como industrias cercanas o tránsito vehicular.
12. Al trasladar la estación móvil (SHELTER) de una estación de monitoreo a otra, debe realizar lentamente, no realizar movimientos bruscos, los analizadores automáticos son muy sensible a los movimientos y pueden des calibrar loe

equipos, afectando el funcionamiento de los equipos automáticos analizadores de gases y reportaría valores errados.

13. Que el personal de Inspectorate Services Perú S.A.C. debe ser capacitado constantemente en el manejo y funcionamiento de analizadores automáticos de gases, cada año fabrican nuevos modelos, la tecnología evoluciona muy rápido los modelos actuales son digitalizados con pantalla táctil, las capacitaciones son muy importantes para el desempeño del personal.
14. Realizar monitoreo permanentes en diferentes puntos críticos de la ciudad de Pisco y sus distritos, donde haya mayor tráfico vehicular, mayor actividad industrial (plantas pesqueras, etc.), y mayor población expuesta, entre otros. Ello con el fin de realizar muchas observaciones y representar lo mejor posible la influencia de las fuentes de los contaminantes sobre la calidad de aire y el impacto sobre la salud de los cuerpos receptores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **BALLESTER, F.** 2005. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. Rev. Española de Salud Pública [en línea], vol.79, pp. 159-175 [citado 13 de Abril 2015]. Disponible en la web:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200005&lng=es&nrm=iso
2. **BRAVO, H. y R. SOSA,** 1990. Métodos de Monitoreo de la calidad de Aire. [en línea] [citado el 14 Abril 2015]. Disponible en la web:
<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/eco/036993-l/036993-1.4.pdf>
3. **BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA DE LOS ESTADOS UNIDOS,** 2016. Enciclopedia Médica. MedlinePlus, Información de Salud para Ud. Estados Unidos [en línea] [citado el 14 Abril 2015]. Disponible en la web:
<https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>
4. **BUREAU VERITAS GROUP,** 2016. Nuestra Historia. Paris – Francia [en línea] [citado el 16 Abril 2016]. Disponible en la web:
<http://www.bureauveritas.com.ar/home/about-us/our-history/>
5. **BUREAU VERITAS GROUP,** 2016. Nuestro Perfil. Nuestros 8 negocios globales. Paris – Francia [en línea] [citado el 16 Abril 2016]. Disponible en la web:
<http://www.bureauveritas.es/home/about-us/profile-logo/>

6. **BUREAU VERITAS GROUP**, 2016. Perfil y Logo. El Logo en detalle. Paris – Francia [en línea] [citado el 16 Abril 2016]. Disponible en la web:
<http://www.bureauveritas.com.ar/home/about-us/profile-logo/>
7. **BUREAU VERITAS GROUP**, 2016. Visión, Misión y Ética. Paris – Francia [en línea] [citado el 16 Abril 2016]. Disponible en la web:
<http://www.bureauveritas.com.ar/home/about-us/our-vision-our-mission-our-ethics>
8. **CABRERA, C., M. MALDONADO, W. AREVALO, et al.** 2002. Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana. Rev. Instituto de investigación de la Facultad de Minas , Metalurgia y Ciencias Geográficas [en línea], vol.5, p.48-53 [citado 13 Abril 2015], Disponible en la web:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v05_n9/relacio_cali.htm
9. **CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE, MINISTERIO DE JUSTICIA Y SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL, 2005.** Ley General del Ambiente. LEY Nº 28611. Diario El Peruano. Lima – Perú [en línea] [citado el 28 Marzo 2015]. Disponible en la web: www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/.../ley-general-del-ambiente.pdf
10. **CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE**, 2001. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. DECRETO SUPREMO Nº 074 - 2001- PCM. Diario El Peruano. Lima – Perú [en línea] [citado el 14 Mayo 2015]. Disponible en la web:
http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/d.s_074-2001- cm_eca_para_aire.pdf

11. **DAVIS INSTRUMENTS**, 2015. Vantage Pro2. User Manual. Davis Instruments Corporation, 60 p. California – USA. [en línea] [citado el 09 Abril 2015]. Disponible en la web:
http://www.davisnet.com/product_documents/weather/manuals/07395-234_IM_06312.pdf
12. **DEFENSORÍA DEL PUEBLO PERÚ**, 2008. Informe de la Defensoría del Pueblo desnuda la Inseguridad Vial, 12 Noviembre 2008. [en línea] [citado el 30 Marzo 2016]. Disponible en la web:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/A8D3031BAE0E2687052575A6001084EF/\\$FILE/4\[1.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/A8D3031BAE0E2687052575A6001084EF/$FILE/4[1.pdf)
13. **DIGESA PERÚ**, 2005. Modifican Reglamento de los Niveles de Estado de Alerta para Contaminantes del Aire. DECRETO SUPREMO N° 012-2005-SA. Diario El Peruano. Lima – Perú [en línea] [citado el 29 Marzo 2015]. Disponible en la web:
<http://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2005/10mayoDS012-2005-SA.pdf>
14. **E.R.M. PERÚ S.A.**, 2002. Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Planta de Fraccionamiento de LGN e Instalaciones de Carga. Playa Lobería, Pisco, Perú. [en línea] [citado el 02 Abril 2016]. Disponible en la web:
http://www.southperupanel.org/files/eias/06.%20EIA_EIS_PLAYA%20LOBERIA/EIA_PISCO_Cap1.PDF
15. **E.R.M. PERÚ S.A.**, 2010. Estudio de Impacto Ambiental para la Ampliación de las Unidades de Procesamiento y Almacenamiento de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural – Playa Lobería – Pisco. Resumen Ejecutivo. [en línea] [citado el 02 Abril 2016]. Disponible en la web:
www.southperupanel.org/files/eias/44...PISCO/Resumen_Ejecutivo.pdf

16. **GUTIÉRREZ, J.** 2008. La Contaminación del Aire por Emisiones Gaseosas y su Regulación en el Perú, 21 p. Lima - Perú [en línea] [citado 13 Abril 2015]. Disponible en la web: www.teleley.com/revistaperuana/4gutierrez-65.pdf
17. **INCHE, J.** 2004. Gestión de la Calidad del Aire: Causas, efectos y soluciones. Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 118p. Lima – Perú [en línea] [citado 13 Abril 2015]. Disponible en la web:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/mambiente/gest_cal/pdf/t_completo.pdf
18. **INECC,** 2010. Manual 1. Principios de Medición de la Calidad del Aire. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 43 p. Distrito Federal – México. [en línea] [citado el 15 de Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/621.pdf>
19. **INECC,** 2010. Manual 2. Sistemas de Medición de la Calidad del Aire. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 75 p. Distrito Federal – México. [en línea] [citado el 15 de Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/622.pdf>
20. **INSIVUMEH,** 2009. Glosario de Términos. Programa de Calidad de Aire del Instituto Nacional De Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala para la República de Guatemala. Ciudad de Guatemala [en línea] [citado el 28 Marzo 2015]. Disponible en la web:
<http://www.insivumeh.gob.gt:8080/calidadaire/glosario.htm>
21. **INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.AC.,** 2012. Política Ambiental, de Seguridad y Salud en el Trabajo. Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo - RISST, 43 p. Lima – Perú.

22. **INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.AC.**, 2014. Muestreo de Dióxido de Azufre (SO₂) en Calidad de Aire con Analizadores Automáticos. Procedimiento Técnico P-OMA-049, 8 p. Lima – Perú.
23. **INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.AC.**, 2014. Muestreo de Óxidos de Nitrógeno (NO_x) en Calidad de Aire con Analizadores Automáticos. Procedimiento Técnico P-OMA-051, 8 p. Lima – Perú.
24. **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2014.** Aprueban Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. DECRETO SUPREMO N° 039-2014-EM. Diario El Peruano. Lima – Perú [en línea] [citado el 28 Marzo 2015]. Disponible en la web:
[www.minem.gob.pe/minem/archivos/DS-039-2014-EM\(2\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/DS-039-2014-EM(2).pdf)
25. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2008.** Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para el Aire. DECRETO SUPREMO N° 003-2008-MINAM. Diario El Peruano. Lima – Perú [en línea] [citado el 14 Mayo 2015]. Disponible en la web:
<http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds-003-2008-minam.pdf>
26. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2009.** Aprueban el Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. DECRETO SUPREMO N° 019-2009-MINAM. Diario El Peruano. Lima – Perú [en línea] [citado el 29 Marzo 2016]. Disponible en la web:
www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/.../ds-019-2009-minam-a.pdf
27. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2012.** Glosario de términos para la Formulación de Proyectos Ambientales, 118 p. Lima – Perú [en línea] [citado el 29 Marzo 2016]. Disponible en la web:
cdam.minam.gob.pe/novedades/glosarioterminosambientales.pdf

28. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2012.** Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana, 396 p. Lima – Perú [en línea] [citado el 29 Marzo 2016]. Disponible en la web:
www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf
29. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015.** Calidad Ambiental. Los Retos en la Gestión de la Calidad del Aire. Lima – Perú [en línea] [citado el 29 Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://siar.regionlalibertad.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=2262&idformula=f>
30. **MORAGUES, J. y P. GALÁN; SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y POLÍTICA AMBIENTAL DE ARGENTINA, 1999.** Manual de tecnologías de medición de concentraciones de gases y material particulado en chimeneas y atmósfera, 132 p. Buenos Aires – Argentina [en línea] [citado el 19 Marzo 2014]. Disponible en la web:
www.medioambiente.gov.ar/documentos/prodia/contaminacion/manual01.pdf
31. **ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL, 2015.** Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental, 29p. Lima – Perú [en línea] [citado el 28 Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://www.oefa.gob.pe/publicaciones/instrumentos-basicos-para-la-fiscalizacion-ambiental>
32. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2006.** Guías de Calidad de Aire de la OMS relativas al Material Particulado, el Ozono, el Dióxido de Nitrógeno y el Dióxido de Azufre – Actualización Mundial 2005, 25p. Ginebra – Suiza [en línea] [citado el 19 Marzo 2015]. Disponible en la web:
http://www.who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/

33. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**, 2014. 7 Millones de muertes cada año debidas a la contaminación del aire. Comunicado de Prensa del 25 marzo 2014. Ginebra – Suiza [en línea] [citado el 30 Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/>
34. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**, 2014. La calidad de aire en deterioro en muchas de las ciudades del mundo, base de datos 2014. Comunicado de Prensa del 07 de Mayo 2014. Ginebra – Suiza [en línea] [citado el 31 Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-quality/en/>
35. **PERUDALIA.COM**, 2016. Inspectorate Services Perú S.A.C. Guía Empresas Perú. Perúdalia.com. El Perú en Internet. Lima – Perú [En línea] [Citado el 30 Marzo 2016]. Disponible en la web:
<http://perudalia.com/empresa/20385739771-inspectorate-services-peru-sac.html>
36. **PLUSPETROL PERÚ CORPORATION S.A., 2004**. Programa de Monitoreo del Cumplimiento de la Calidad Ambiental – Pisco. Documento DOC-45-02, 28p. Lima – Perú.
37. **SELLERS, C.** 2013. Publicación de los Contaminantes Atmosféricos de la Estación de Monitoreo en Tiempo Real de la ciudad de Cuenca, utilizando Servicios Estándares OGC. Tesis de Maestría. Universidad del Azuay. Cuenca – Ecuador [en línea] [citado el 05 Abril 2016]. Disponible en la web:
dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2546/1/09734.pdf
38. **STOCKER, H. y L. SEAGER**, 1981. Química Ambiental; Contaminación del Aire y del Agua. [en línea] Editorial Blume. Barcelona, 320 p. [citado el 14

Mayo 2015]. Disponible en la web: <http://www.buscarpdf.net/14095/stocker-seager/8/>

39. **QUEROL, X.** 2008. Calidad del aire, partículas en suspensión y metales. Rev. Esp. Salud Publica [en línea], vol.82, pp. 447-454.[Citado el 13 de Abril 2015], Disponible en la web:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S113557272008000500001&script=sci_arttext
40. **TELEDYNE API,** 2009. Model 700E Dynamic Dilution Calibrator. Operator's Manual. Teledyne Instruments Advanced Pollution Instrumentation (TAPI), 326 p. San Diego, California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:
http://www.teledyne-api.com/manuals/05621B4_700E.pdf
41. **TELEDYNE API,** 2010. Model 200E Nitrogen Oxide Analyser. Technical Manual. Teledyne Advanced Pollution Instrumentation Division (TAPI), 451 p. San Diego, California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:
http://www.teledyne-api.com/manuals/04410D_200E.pdf
42. **TELEDYNE API,** 2011. Model 400E Photometric Ozone Analyzers. Technical Manual. Teledyne API Advanced Pollution Instrumentation Division (TAPI), 357 p. San Diego California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:
http://www.teledyne-api.com/manuals/04316F_400E.pdf
43. **TELEDYNE API,** 2011. Model 300E Carbon Monoxide Analyzers Family. Operation Manual. Teledyne Advanced Pollution Instrumentation, 398 p. San

Diego, California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:

http://www.teledyne-api.com/manuals/04288D_300E-EM.pdf

44. **TELEDYNE API**, 2011. Model 101E UV Fluorescence H₂S Analyzer. Operation Manual. Teledyne Advanced Pollution Instrumentation (TAPI), 348 p. San Diego, California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:

http://www.teledyne-api.com/manuals/04740B_101E.pdf

45. **TELEDYNE API**, 2011. Model 100E UV Fluorescence SO₂ Analyzer. Operation Manual. Teledyne Advanced Pollution Instrumentation, 388 p. San Diego, California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:

http://www.teledyne-api.com/manuals/04740B_101E.pdf

46. **TELEDYNE API**, 2011. Model 701 Zero Air Generator. Operation Manual. Teledyne Advanced Pollution Instrumentation Division (TAPI), 69 p. San Diego, California – USA. [en línea] [citado el 06 Abril 2016]. Disponible en la web:

http://www.teledyne-api.com/manuals/01671H_701.pdf

47. **USEPA**, 2004. Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Ozone in the Atmosphere. EPA CFR 40 Part 50 App. D. United States Environmental Protection Agency.

48. **USEPA**, 2004. Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Carbon Monoxide in the Atmosphere (Non- Dispersive Infrared Photometry). EPA CFR 40 Part 50 App. C. United States Environmental Protection Agency.

49. **USEPA**, 2004. Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Nitrogen Dioxide in the Atmosphere (Gas Phase

Chemiluminescence). EPA CFR 40 Part 50 App. F. United States Environmental Protection Agency.

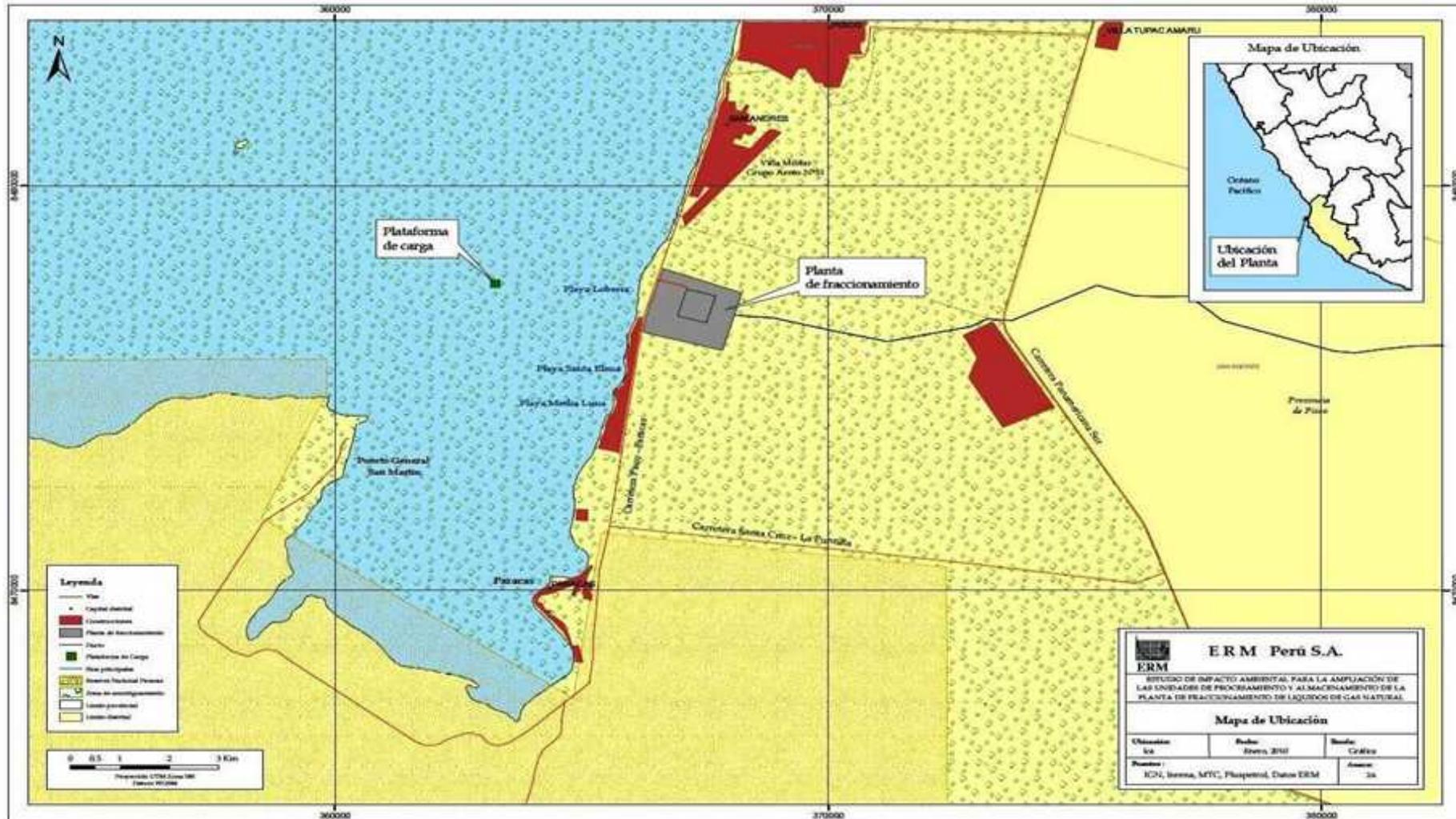
50. **USEPA**, 2015. Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS). Revisión de Normas. Washington DC – USA [citado 19 de Marzo 2015]. Disponible en la web:

<https://translate.google.com.pe/translate?hl=es&sl=en&u=https://www3.epa.gov/ttn/naaqs/criteria.html&prev=search>

51. **USGPO**, 2016. Title 40: Protection of Environment. Environmental Protection Agency. Electronic Code of Federal Regulations, e-CFR Government Publishing Office of United States. USA [citado 07 de Marzo 2016]. Disponible en la web: http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title40/40tab_02.tpl

ANEXOS

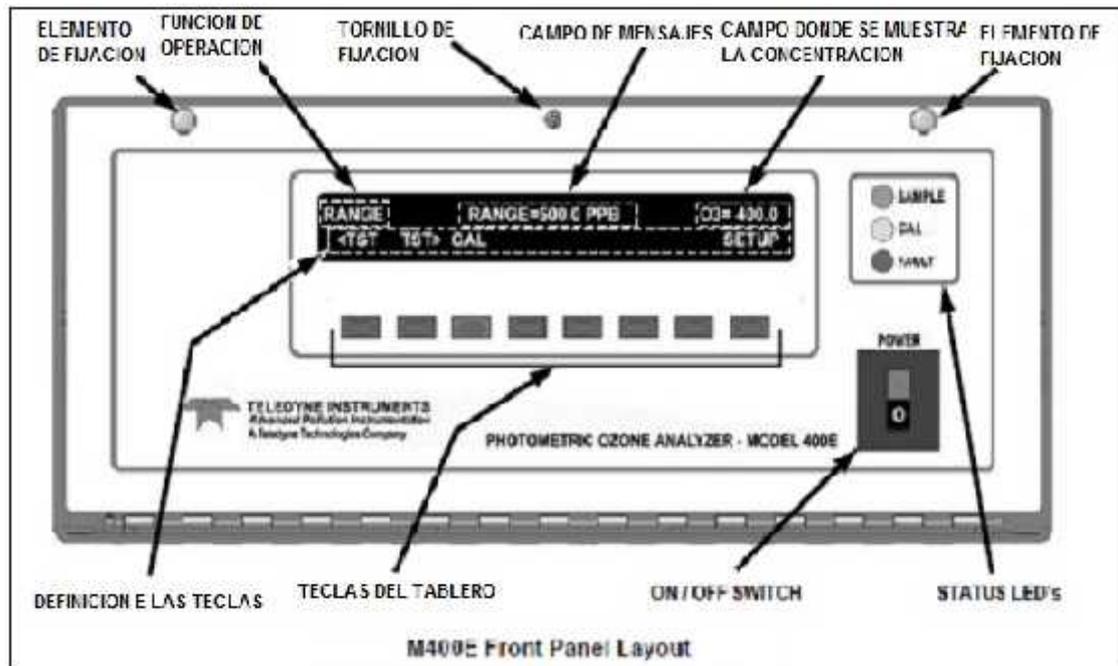
ANEXO N° 1: Mapa de Ubicación de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural Pluspetrol



Fuente: E.R.M. Perú S.A.C.

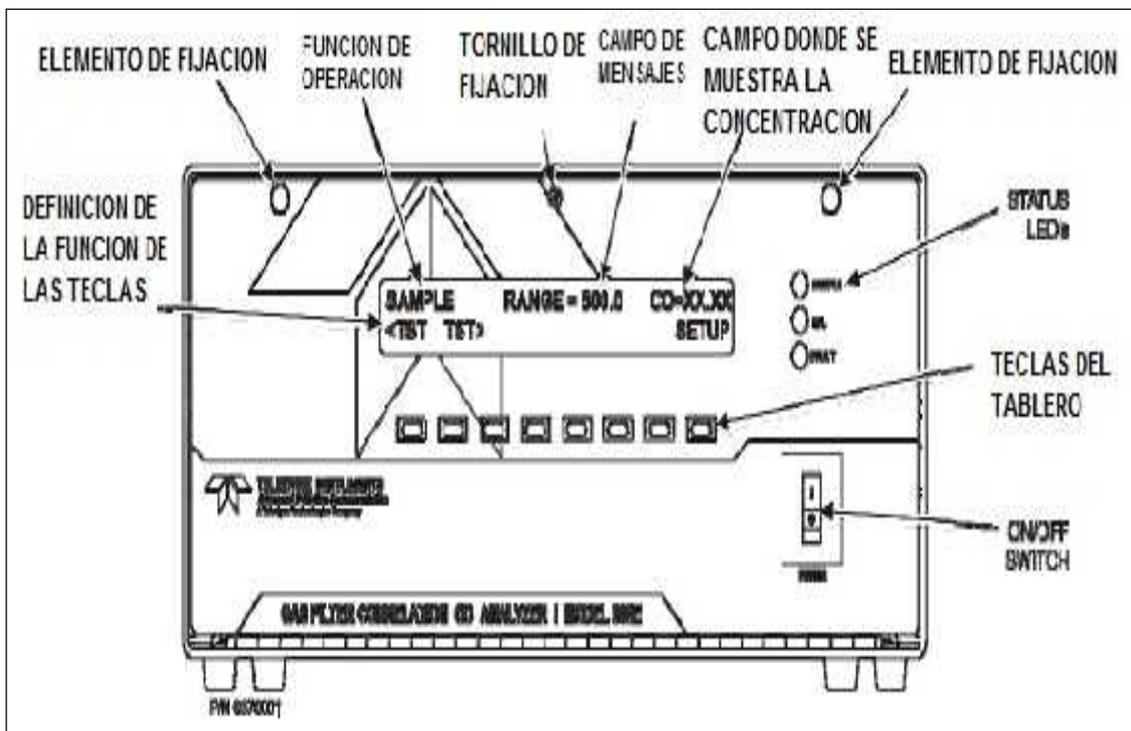
ANEXO N° 2: Elementos de los analizadores automáticos.

1. Analizador automático de ozono.



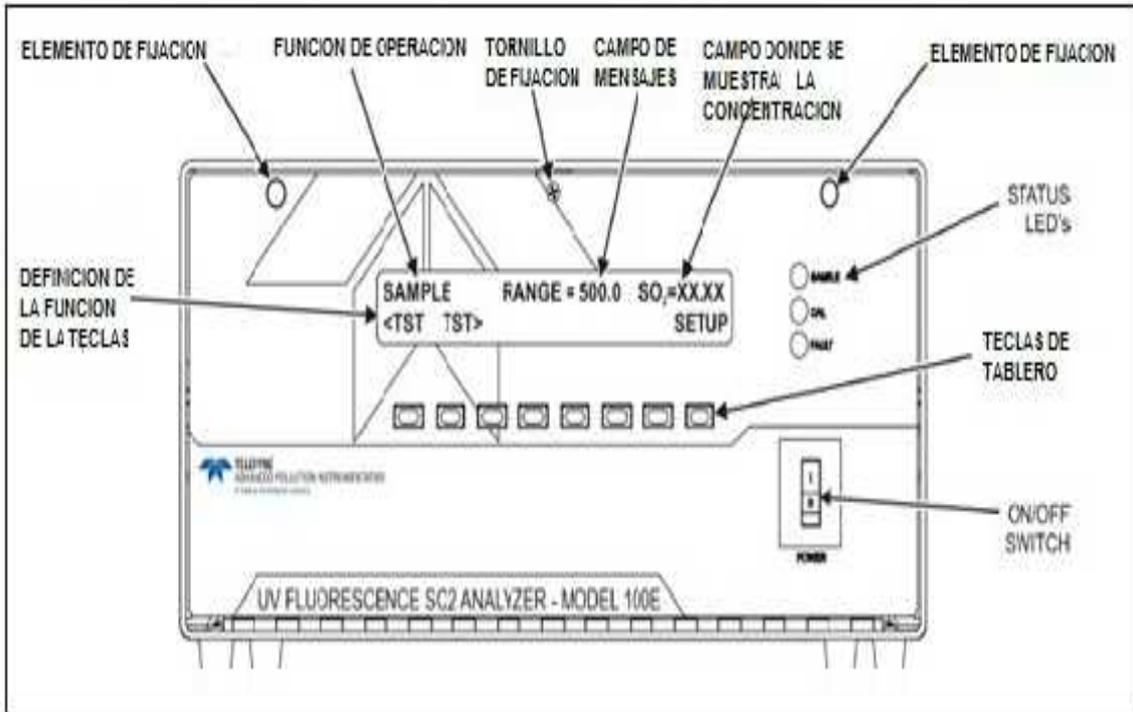
Panel Frontal

2. Analizador automático de monóxido de carbono



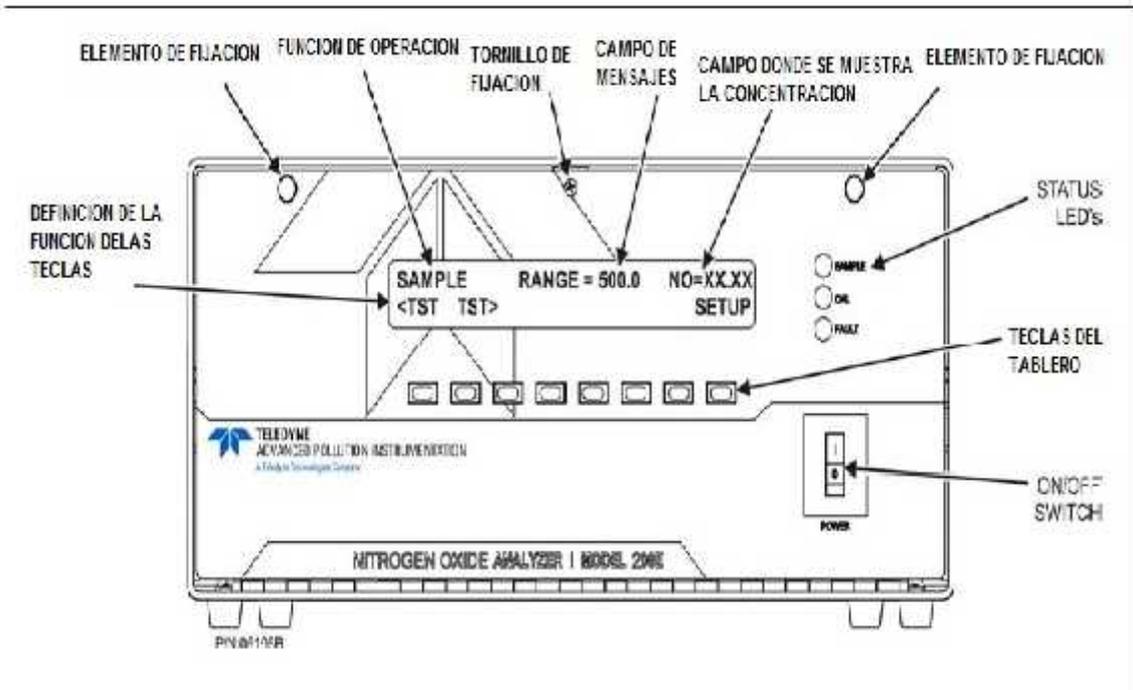
Panel Frontal.

3. Analizador automático de dióxido de azufre



Panel Frontal

4. Analizador automático de dióxido de nitrógeno



Panel Frontal.

ANEXO N° 3: Información descargada de equipos analizadores continuos de gases Teledyne API exportada a archivos Excel

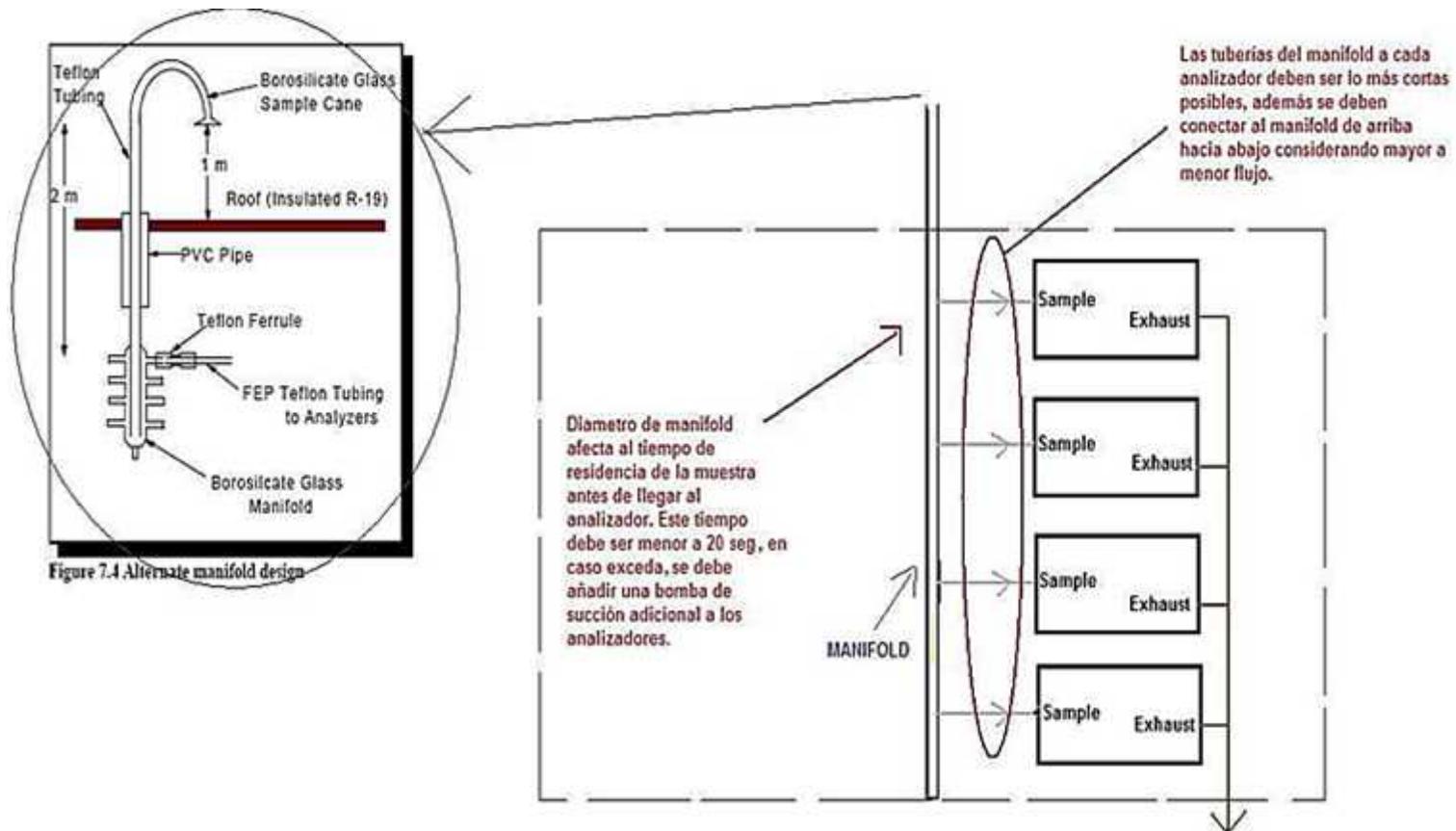
The image displays three Excel spreadsheets from Teledyne API monitoring equipment. The top row shows 'Data Bruta O₃', 'Data Bruta CO', and 'Data Bruta SO₂'. The bottom row shows 'Data Bruta NO/NO₂/NO_x'. In the O₃ and SO₂ sheets, red circles highlight the 'CO (PPM)' and 'SO₂ (PPM)' columns. In the CO sheet, a blue circle highlights the 'CO (PPM)' column. In the NO/NO₂/NO_x sheet, red circles highlight the 'NO (PPM)', 'NO₂ (PPM)', and 'NO_x (PPM)' columns.

Para el caso de O₃, SO₂ y NO/NO₂/NO_x (ppb) dividir entre 1000 (conversión de ppb a ppm), luego copiarlos a la "Planilla de Datos de Campo - Monitoreo continuo de Aire"

Para CO copiarlos directamente a la "Planilla "Datos de Campo - Monitoreo continuo de Aire"

FUENTE: Registro en las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de la PFLGN – Pisco – 2015.

ANEXO N° 4: Diagrama de instalación entre equipos automáticos y el “manifold” (Toma de muestra de distribución múltiple) en una estación móvil de monitoreo de calidad del aire (SHELTER).



FUENTE: Green Group Perú S.A.C, año 2015.

ANEXO N° 5: Vista panorámica satelital de las estaciones de monitoreo de calidad de aire en la PFLGN - Pisco



FUENTE: Google Earth – 2015.

ANEXO Nº 6: Fotografías panorámicas de las estaciones de monitoreo.

1. Estación "PIS-PDF-CA-01"



2. Estación "PIS-PDF-CA-02"



3. Estación "PIS-PDF-CA-03"



4. Estación "PIS-PDF-CA-04"



5. Estación "PIS-PDF-CA-05"



6. Estación "PIS-PDF-CA-06"



ANEXO N° 7: Ubicación del equipo de muestreo de alto volumen (high-vol) para material particulado (PM₁₀) en la estación móvil (SHELTER).



ANEXO N° 8: Estación automática de monitoreo de calidad del aire en operación durante la noche (vista exterior).



ANEXO N° 9: Partes del muestreador PM10, motor con el estrangulador de flujo Venturi y trapecio.



ANEXO N° 10: Partes y componentes del muestreador para PM10

1. Cuerpo del PM10



2. Timer para programación de encendido y apagado del motor.



3. Cabezal con el selector de partículas o toberas.



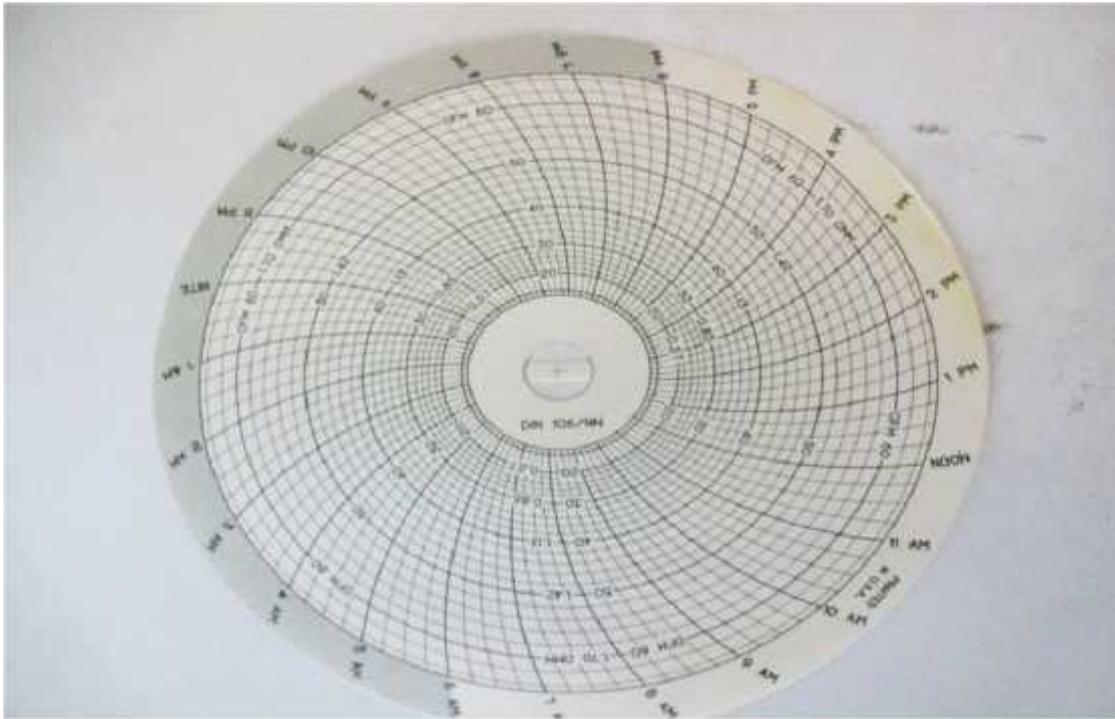
4. Porta filtro.



ANEXO N° 11: Filtros de cuarzo sus respectivos sobres rotulados con etiquetas, indicando estación de muestreo, fecha y hora de inicio del muestreo.



ANEXO N° 12: Cartilla de Flujo.



ANEXO N° 13: Interfaz analógico del analizador automático.

1. Analizador automático de ozono (O_3), modelo 400E.



2. Analizador automático de monóxido de carbono (CO), Modelo 300E.



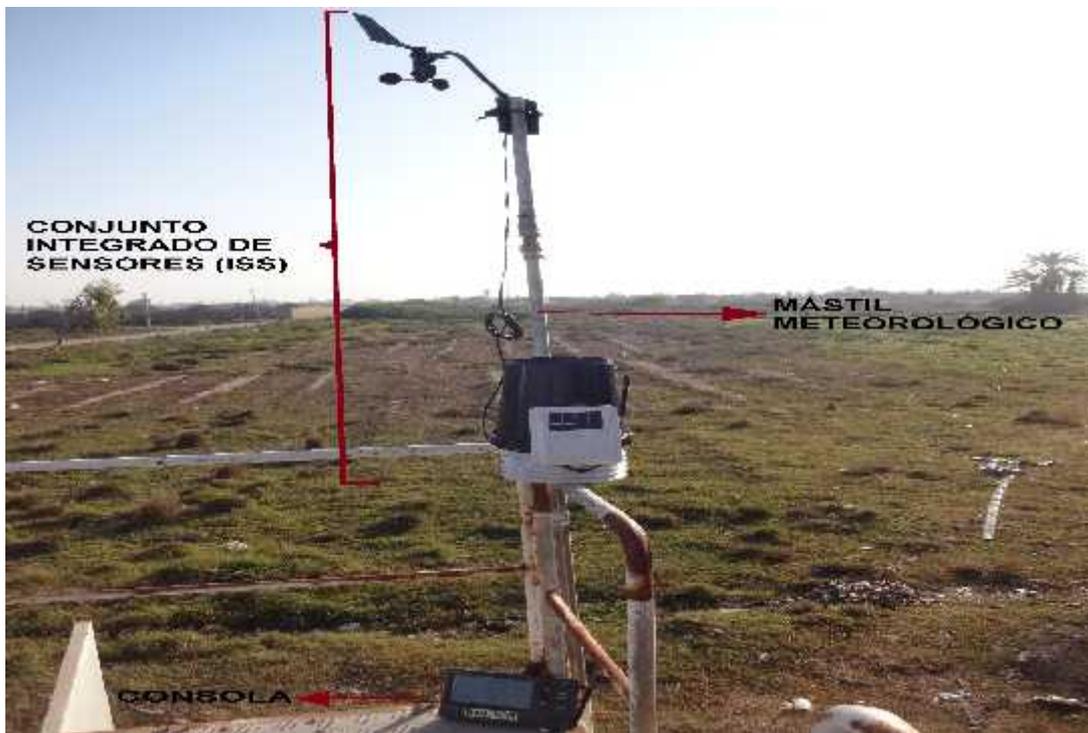
3. Analizador automático de dióxido de azufre (SO₂), Modelo 100E.



4. Analizador automático de dióxido de nitrógeno (NO₂), Modelo 200E.



ANEXO N° 14: Estación meteorológica Davis Instruments modelo Vantage Pro 2
Componentes: módulo integrado de sensores (ISS) y consola.



ANEXO N° 15: Brújula y consola de la estación meteorológica Davis



ANEXO N° 16: Módulo interfaz de sensores de la estación meteorológica Davis Instruments.



ANEXO N° 17: Consola de la estación meteorológica Davis Instruments.



ANEXO N° 18: GPS Garmin modelo Etrex 10.



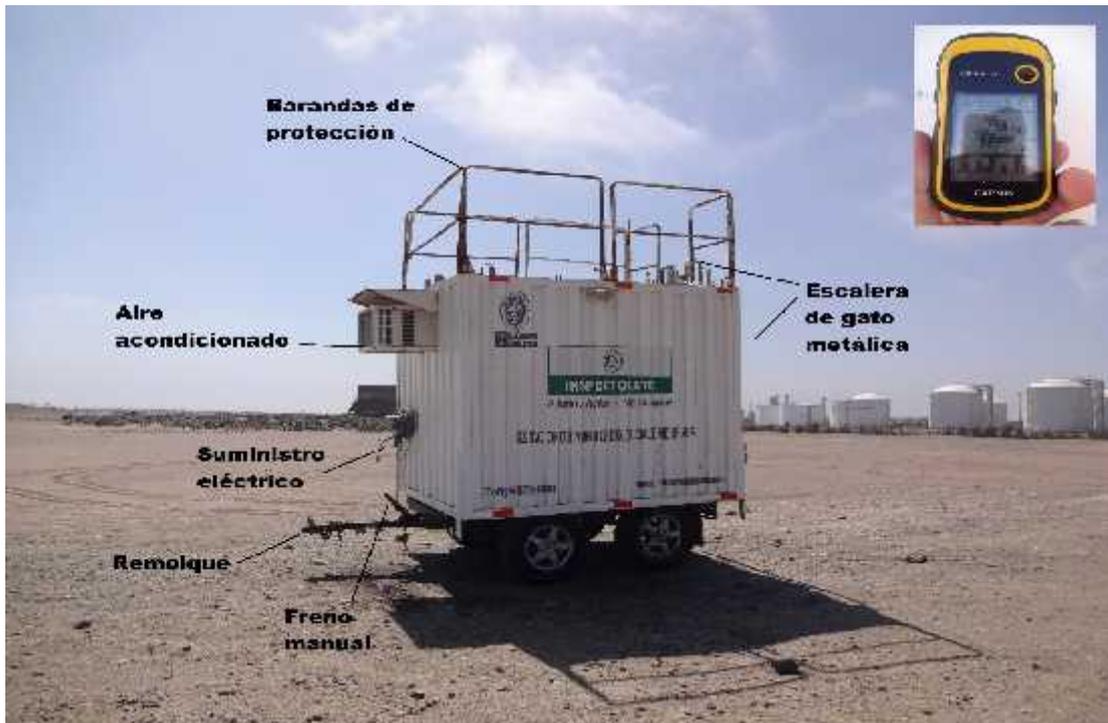
ANEXO N° 19: Generador eléctrico Honda modelo EP6500CX.



ANEXO N° 20: Traslado de la estación móvil de monitoreo “SHELTER” y equipos al lugar de monitoreo de calidad de aire.



ANEXO N° 21: Ubicación del “SHELTER” en el lugar del monitoreo de calidad de aire con el uso del GPS.



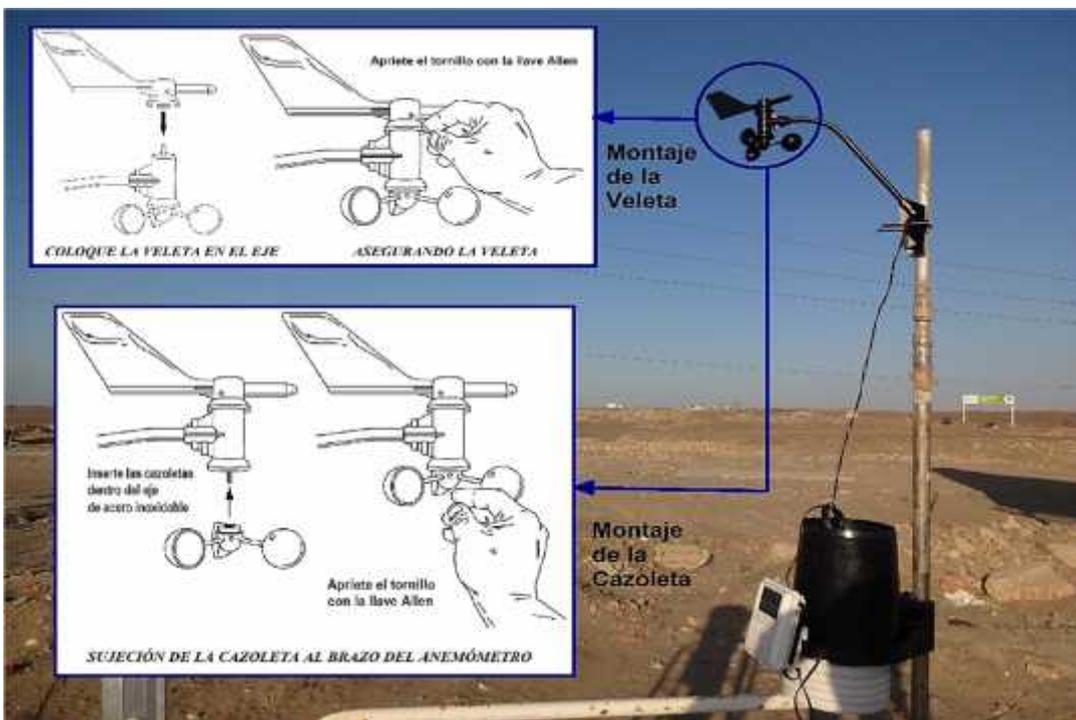
ANEXO N° 22: Conexión de los analizadores automáticos de gases al Manifold mediante tuberías de teflón, en el interior del SHELTER.



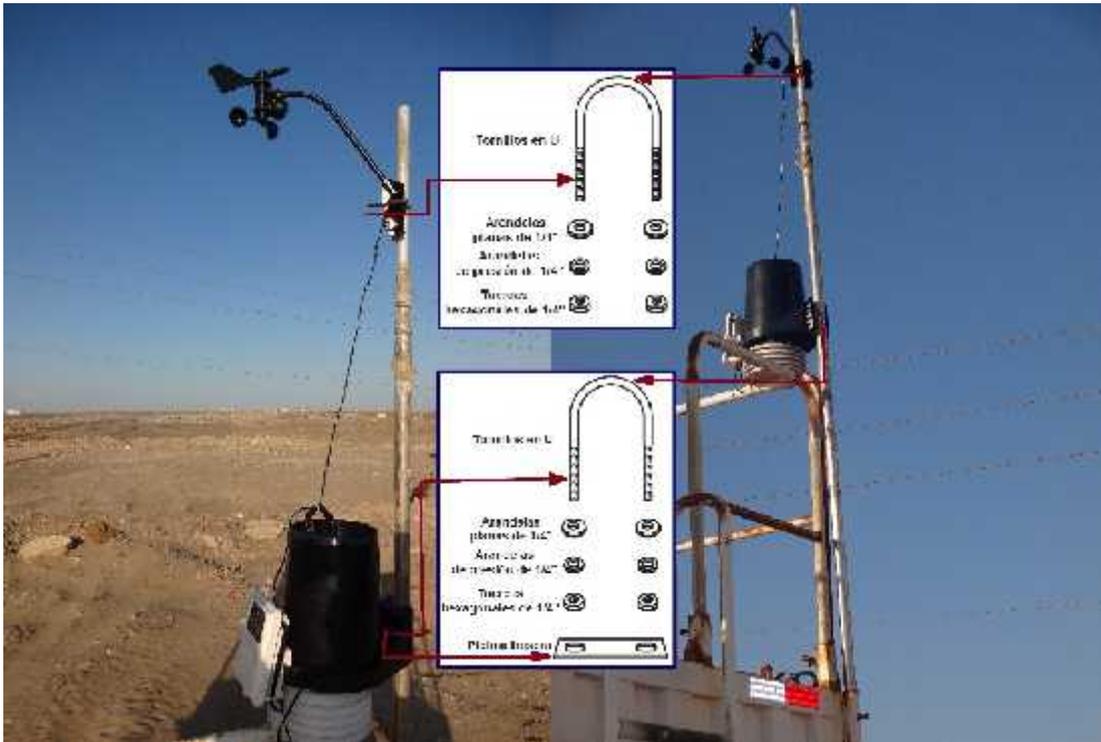
ANEXO N° 23: Instalación del “Manifold” (toma de muestra) en la estación de monitoreo de calidad de aire (SHELTER).



ANEXO N° 24: Montaje del anemómetro (veleta y cazoleta) de la estación meteorológica Davis Vantage Pro 2.



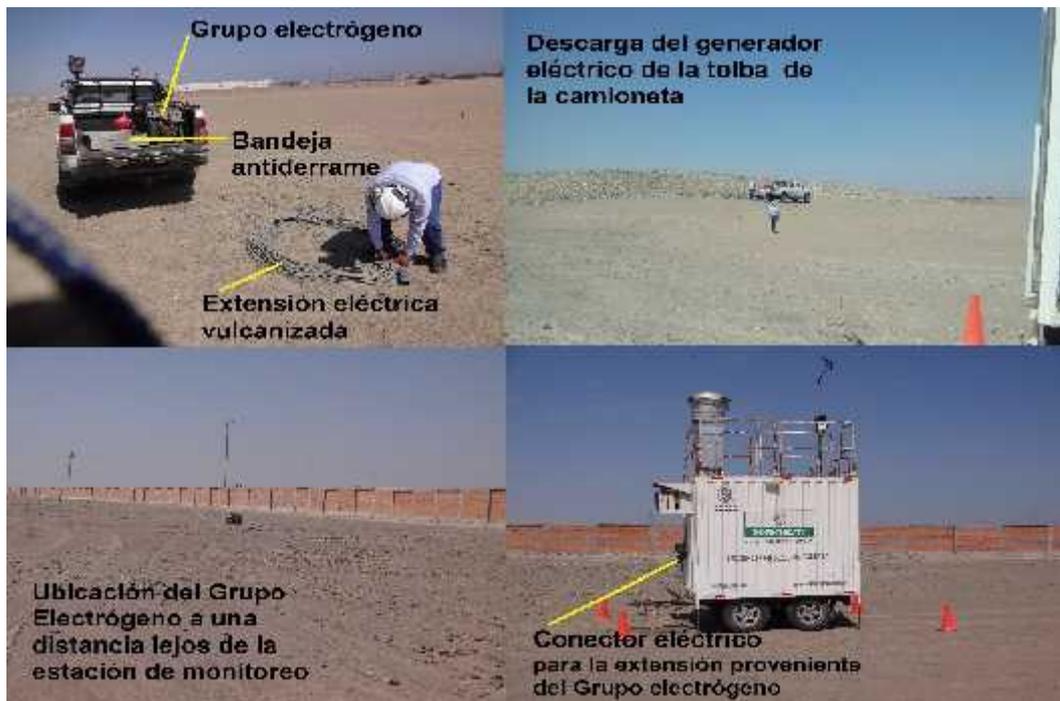
ANEXO N° 25: Ferrería de fijación para el montaje del módulo integrado de sensores (ISS).



ANEXO N° 26: Conjunto integrado de sensores (ISS) ya instalado y listo para usarse inmediatamente en el monitoreo de calidad del aire.



ANEXO N° 27: Ubicación de la FUENTE de suministro eléctrico (grupo electrógeno) y conexión de la extensión eléctrica.



ANEXO N° 28: Traslado del SHELTER y equipos de monitoreo y traslado a la siguiente estación.



ANEXO N° 29: Registro de monitoreo en la cadena de custodia para muestras de aire y emisiones (FOMA-065)

CC - N° 003431



Oficina de Control para Muestras de Aire y Emisiones
FOMA-065

Rev. 02
Fecha: 01/05/16
Página 1 de 2

CLIENTE: PUNTA TRONC. PARA SUSPENSIÓN S.A.
BOGOTÁ D.C. / BOGOTÁ D.C. / BOGOTÁ D.C.
CALLE 100 No. 100-100-100
TEL: 333.1111

FECHA DE MUESTREO: 05/05/16

HORA DE MUESTREO:

SECTOR DEL PAIS: Bogotá

TIPO DE MUESTREO: Emisión

USO: Control

IDENTIFICACION: P0-P01-CA-04

RECORRIDO DE LA ESTACION: 0288997

EMISOR: ENERJIA

RECORRIDO DE LA ESTACION:

ESTACION: 24

TIPO DE MUESTRA: 1B

CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura ambiente (°C): 24,0

Temperatura del agua (°C): 23,0

Presión atmosférica (mm Hg): 758,3

Presión atmosférica (kPa): 759,4

DETALLE DEL MUESTREO																								
MUESTRA	ESTACION	TIPO DE MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES												CONDICIONES DE MUESTREO						OBSERVACIONES			
			Temperatura ambiente (°C)	Temperatura del agua (°C)	Presión atmosférica (mm Hg)	Presión atmosférica (kPa)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Velocidad del viento (km/h)	Velocidad del viento (mph)	Velocidad del viento (m/s)	Velocidad del viento (km/h)	Velocidad del viento (mph)	Velocidad del viento (m/s)	Velocidad del viento (km/h)	Velocidad del viento (mph)	Velocidad del viento (m/s)	Velocidad del viento (km/h)	Velocidad del viento (mph)					
005330	24	1B	24	23	758,3	759,4	75	1,5	3,3	7,4	16,4	36,3	80,7	180,4	401,7	885,8	1958,9	4330,0	9528,1	21063,2	46239,3	101928,4	225363,5	500000,0

RECOMENDACIONES:

RESUMEN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MUESTREO

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIAL	CONDICIONES INTERNAS
ANALIZADOR DE OXIGENO	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE CO2	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE CO	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE NOX	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE SO2	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE H2S	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE NH3	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCL	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HF	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCN	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH2	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH4	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH6	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH8	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH10	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH12	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH14	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH16	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH18	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK
ANALIZADOR DE HCNH20	TECNOLOGIA A.P.I.	2007-001-2007	4812-3400-1685	OK

OTROS:

FECHA DE EMISIÓN: 05/05/16

HORA DE EMISIÓN: 19:00:00

FECHA DE RECEPCIÓN: 05/05/16

HORA DE RECEPCIÓN: 19:00:00

FECHA DE EMISIÓN: 05/05/16

HORA DE EMISIÓN: 19:00:00

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO N° 30: Normas, métodos de referencia y principios de análisis de contaminantes gaseosos según tipo de analizador automático usado en el proyecto Pluspetrol Pisco.

Equipo Automático	Contaminante Criterio	Norma Técnica Peruana	Descripción	Método de Referencia	Descripción
Analizador de O ₃ Marca Teledyne API Modelo 400E	Ozono (O ₃)	NTP 900.034:2005	Gestión Ambiental. Calidad de aire. Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de ozono en la atmósfera. Fotometría UV	EPA CFR 40 Part 50 App. D (Método equivalente)	Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Ozone in the Atmosphere
Analizador de CO Marca Teledyne API Modelo 300 E	Monóxido de Carbono (CO)	NTP 900.031:2003	Gestión ambiental. Calidad de aire. Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de monóxido de carbono en la atmósfera (Fotometría Infrarroja No Dispersiva)	EPA CFR 40 Part 50 App. C (Método de Referencia)	Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Carbon Monoxide in the Atmosphere (Non-Dispersive Infrared Photometry)
Analizador de SO ₂ Marca Teledyne API Modelo 100 E	Dióxido de Azufre (SO ₂)	NTP ISO 10498:2006	Aire Ambiental. Determinación de dióxido de azufre. Método de fluorescencia ultravioleta. 1ª Edición	EPA CFR 40 Part 50 App. A-1 (Método equivalente)	Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Ultraviolet Fluorescence Method)
Analizador de NO/NO ₂ /N O _x Marca Teledyne API Modelo 200 E	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	NTP 900.033:2004	Gestión ambiental. Calidad del aire. Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de dióxido y nitrógeno en la atmósfera (Quimioluminiscencia en fase gaseosa)	EPA CFR 40 Part 50 App. F (Método de Referencia)	Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Nitrogen Dioxide in the Atmosphere (Gas Phase Chemiluminescence)

FUENTE: Teledyne Advanced Pollution Instrumentations - 2015

ANEXO N°31: Especificaciones de Analizadores Automáticos de Gases usados en la planta de fraccionamiento.

ESPECIFICACIONES ANALYZER	TELEDYNE API O ₃ ANALYZER Model 400E	TELEDYNE API CO ANALYZER Model 300E	TELEDYNE API H ₂ S ANALYZER Model 101E SO ₂ ANALYZER Model 100E	TELEDYNE API NO/NO _x ANALYZER Model 200E
Ranges (Rangos)	desde 0-100 ppb hasta 0-10 ppm	desde 0-1 ppm hasta 0-1000 ppm	desde 0-50 ppb (H ₂ S - Model 101E) hasta 0-10 ppm (H ₂ S - Model 101E) desde 0-50 ppb (SO ₂ - Model 100E) hasta 0-20 ppm (SO ₂ - Model 100E)	desde 0-50 ppb hasta 0-20 000 ppb
Units (Unidades)	ppb, ppm, µg/m ³ , mg/m ³	ppb, ppm, µg/m ³ , mg/m ³	ppb, ppm, µg/m ³ , mg/m ³	ppb, ppm, µg/m ³ , mg/m ³
Zero noise (Ruido cero)	<0.3 ppb RMS (EPA)	<0.02 ppm RMS (EPA)	0.2 ppb RMS (EPA)	0.2 ppb RMS (EPA)
Span noise (Ruido del Span)	<0.5% de lectura encima de 100 ppb (EPA)	<0.5% de Lectura encima de 5 ppm (EPA)	0.5% de Lectura encima de 50 ppb (EPA)	0.5% de Lectura encima de 50 ppb (EPA)
Lower Detectable Limit (Límite Detectable más bajo)	<0.6 ppb (EPA)	<0.04 ppm (EPA)	<0.4 ppb (EPA)	<0.4 ppb (EPA)
Zero Drift (Desviación del Zero)	<1.0 ppb (24h) <1.0 ppb (7d)	<0.1 ppm (24h) <0.2 ppm (7d)	<0.5 ppb (24h) <1.0 ppb (7d)	<0.5 ppb (24h) <1.0 ppb (7d)
Span Drift (Desviación del Span)	<1% de lectura (24h) <1% de lectura (7d)	<0.5% de Lectura (24h) ó 0.1ppm <1% de Lectura (7d) ó 0.5ppm	<0.5% de F.S. (24h) <1% de F.S. (7d)	<0.5% de Lectura (24h) <1% de Lectura (7d)
Linearity (Linealidad)	<1% de F.S (Full Scale)	Mejor que 1% de F.S (Full Scale)	1% de F.S (Full Scale)	1% de F.S (Full Scale)
Precisión	<0.5% de lectura (EPA)	0.5% de Lectura ó 0.2ppm	<0.5% de Lectura (EPA)	0.5% de Lectura
Lag Time (Tiempo de Retraso)	<10 seg (EPA)	10 seg (EPA)	20 seg (EPA)	20 seg (EPA)
Rise/Fall Time (Tiempo de Subida/Caída)	<20 seg al 95% (EPA)	<60 seg al 95% (EPA)	<100 seg al 95% (EPA)	<60 seg al 95% (EPA)
Sample Flow Rate (Flujo de Muestra)	800±80 cc/min (±10%)	800 cc/min ±10% (80cc/min)	650 cc/min ±10% (SO ₂ - Model 100E) 600±75 cc/min (H ₂ S - Model 101E)	500 cc/min ±10%
Temperature Range (Rango de Temperatura)	5 – 40°C	5 – 40°C	5 – 40°C	5 – 40°C

Humidity Range (Rango de Humedad)	0-90% RH, No Condensante	0-95% RH, No Condensante	0-95% RH, No Condensante	0-95% RH, No Condensante
Altitude Range (Rango de Altitud)	0-2000 m.	0-2000 m.	0-2000 m.	0-2000 m.
Dimensions (HxWxD) Dimensiones (Altura x Ancho x Profundidad)	7"x17"x23.5" (17.8cmx43.2cmx 59.7cm)	7"x17"x23.5" (17.8cmx43.2cmx 59.7cm)	7"x17"x23.5" (17.8cmx43.2cmx5 9.7cm)	7"x17"x23.5" (17.8cmx43.2cmx5 9.7cm)
Weight (Masa)	30.6lbs. (13.9Kg) con IZS 28lbs. (12.7kg)	50lbs. (22.7kg) 40lbs. (18.1Kg)	45lbs. (20.4kg) (H ₂ S - Model 101E) 41.45lbs. (18.8 kg) (SO ₂ - Model 100E)	40lbs. (18.1kg)
AC Power (Suministro)	100V 50/60Hz (3.25A), 115V 60Hz (3.0A), 220 – 240V 50/60 Hz (2.5A)	100V 50/60Hz (3.25A), 115V 60Hz (3.0A), 220 – 240V 50/60 Hz (2.5A)	100V 50/60Hz (3.25A), 115V 60Hz (3.0A), 220 – 240V 50/60 Hz (2.5A)	100V 50/60Hz (3.25A), 115V 60Hz (3.0A), 220 – 240V 50/60 Hz (2.5A)
Serial output (Salida del Puerto Serial)	Serial Port 1:COM1: RS-232 (DB-9M); Serial Port 2: COM2: standar RS-232 ó RS-485 (DB-9F)	Serial Port 1:COM1: RS-232 (DB-9M); Serial Port 2: COM2: standar RS-232 ó RS-485 (DB-9F)	Serial Port 1:COM1: RS-232 (DB-9M); Serial Port 2: COM2: standar RS-232 ó RS-485 (DB-9F)	Serial Port 1:COM1: RS-232 (DB-9M); Serial Port 2: COM2: standar RS-232 ó RS-485 (DB-9F)
Approvals (Certificaciones)	USEPA EQOA-0992-087 40 CFR Part 53	USEPA RFCA-1093-093 40 CFR Part 53	USEPA EQSA-0495-100 40 CFR Part 53	USEPA RFNA-1194-099 40 CFR Part 53

FUENTE: Teledyne Advanced Pollution Instrumentations - 2015

ANEXO N°32: Especificaciones de la Estación Meteorológica Davis instruments usada en el Proyecto Pluspetrol Pisco.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS INSTRUMENTS MODELO VANTAGE PRO 2				
SENSORES	RESOLUCION	RANGO	EXACTITUD +/-	
TEMPERATURA	Temperatura al aire exterior (incluido en el Sistema Integrado de Sensores-ISS) Intervalo de Actualización: 10 a 12 seg.	0.1°C ó 1°C 0.1°F ó 1°F (seleccionable)	-40°C a +65°C ó -40°F a +150°F (seleccionable)	0.5 °C ó 1°F (seleccionable)
TEMPERATURA	Temperatura del aire interior (incluida en la consola) Intervalo de Actualización: 1 min.	0.1°C ó 1°C 0.1°F ó 1°F (seleccionable)	0°C a + 60°C ó +32°F a +140°F (seleccionable)	0.5°C ó 1°F (seleccionable)
HUMEDAD	Humedad exterior (incluido en el Sistema Integrado de Sensores-ISS) Intervalo de actualización: 50seg. a 1min.	1%	1% a 100%	3% (0 a 90%HR), 4% (90 a100%HR)
HUMEDAD	Humedad interior (incluida en la consola) Intervalo de Actualización: 1min.	1%	1% a 1000%	3% (0 a 90%HR), 4% (90 a100%HR)
VIENTO	Velocidad del viento (cazoletas pequeñas) (incluido en el Sistema Integrado de Sensores-ISS) Intervalo de Actualización: 2.5 a 3seg.	0.4m/s ó 1km/h ó 1mph ó 1kt (seleccionable)	1 a 89 m/s 3 a 322 km/h 2 a 200mph 2 a 173kts (seleccionable)	1m/s 'o 3km/h ó 2mph ó 2kts ó 5% (seleccionable)
VIENTO	Velocidad del viento (cazoletas grandes) (incluido en el Sistema Integrado de Sensores-ISS) Intervalo de Actualización:	0.4m/s ó 1km/h ó 1mph ó 1kt (seleccionable)	1 a 80m/s ó 3 a 290Km/h ó 2 a 180mph ó 2 a 156kts (seleccionable)	1m/s ó 3Km/h ó 2mph ó 2kts ó 5% (seleccionable)

VIENTO	Dirección del viento (incluido en el Sistema Integrado de Sensores-ISS) Intervalo de Actualización: 2.5 a 3seg.	1°	0° a 360°	3°
VIENTO	Rosa de vientos (consola)	22.5°	16 puntos cardinales	0.3 punto cardinal

PRESIÓN BAROMÉTRICA	Límite de altitud: - 305 a +4570m (incluido en la consola) Intervalo de Actualización: 1min.	0.1mmHg ó 0.1mbar ó 0.1hPa ó 0.01inHg (seleccionable)	410 a 820mmHg ó 540 a 1100mbar ó 540 a 1100hPa ó 16 a 32.5inHg (seleccionable)	0.8 mmHg ó 1.0 mbar ó 1.0 hPa ó 0.03inHg (seleccionable)
------------------------	--	---	---	--

CONSOLA	<p>Temperatura de Funcionamiento: 0°C a +60°C</p> <p>Consumo de energía: 0.9mA promedio 30mA máximo (+120mA pantalla iluminada) de 4 a 6 vdc</p> <p>Adaptador de corriente: 5 vdc, 300mA</p> <p>Batería de respaldo: 3 pilas tipo C</p> <p>Vida útil de la batería (sin alimentación AC): hasta 9 meses</p> <p>Dimensiones: 27.0cm x15.6 cmx4.1cm (con antena) 24.4cm x15.6cm x4.1cm (sin antena)</p> <p>Masa (con pilas): 0.85 kg</p>
---------	--

COMUNICACIÓN INALÁMBRICA: Alcance: Línea visual hasta 300 m (1000 pies)
A través de paredes 75 a 150 m (200 a 400 pies)

FUENTE: Davis Instruments - 2015

ANEXO N°33: Orden de servicio (F-OMA-100) requerido para el inicio del monitoreo de calidad del aire.

 ORDEN DE SERVICIO		Código: F-OMA-100 Versión: 02 Fecha: 09/03/2016		
ORDEN DE SERVICIO N°:	04025-16/OMA Según Procedimiento POMA-046	COTIZACIÓN N°:	OMA-0446/16	
REALIZADO POR:	Raída Toribio	FECHA:	04/04/2016	
I.- DATOS DEL CLIENTE				
Razón Social	PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A		RUC:	20304177552
Dirección	Av. Republica de Panama N° 3055 (Edif. Bco. Continental Piso 9)		Ciudad:	Lima
Factur a:	PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A			
Dirección entrega de factura:	Av. Republica de Panama N° 3055 (Edif. Bco. Continental Piso 9)		RUC:	20304177552
Contacto:	Ricardo Quispe Yarasca		Teléfono:	4117100 Anexo 7332
Cargo:			E-mail:	aquispe2@pluspetrol.net
II.- DATOS DEL SERVICIO				
Descripción del Servicio:	Monitoreo Calidad de Agua, Aire, Suelo, Emisiones y Sedimentos			
Contacto para envío de informes:	Ricardo Quispe Yarasca	Teléfono:	4117100 Anexo 7332	
E-mail:	aquispe2@pluspetrol.net	Reporte QA/QC (Lab):	-	
Tiempo de Entrega Informe Digital (días hábiles):	12 Días	Prioridad de análisis:	Normal	
Fecha de Inicio del servicio:	06/04/2016	Fecha de Término del servicio:	06/04/2016	
Ensayos subcontratados:	Alquiler de equipo para emisiones vehiculares	Laboratorio Subcontratado:	no aplica	
		Tiempo de entrega Informe de Ensayo:	no aplica	
III.- NÚMERO DE INFORMES ORIGINALES Y COPIAS REQUERIDOS				
SERVICIOS OMA		SERVICIOS LMA		
Ente Informe de Monitoreo	SI	N° copias	01 + CD	
Ente Reporte de resultados		N° copias		
Ente Informe de Ensayo		N° copias		
IV.- LOGÍSTICA PARA EL SERVICIO				
Tipo de transporte para viaje a campo:	Camioneta (ISP-PISCO)	Equipos alquilados:	Equipo de emisiones vehiculares	
Tipo de transporte para movilización de equipos:	Camioneta (ISP-PISCO)	Hospedaje:	No aplica	
Alimentación:	Si aplica	Suministro eléctrico:	3 puntos de aire	
Guardiana de equipos:	no aplica (Personal de Pisco)	Apoyo en campo:	No aplica	
Alquiler de sitio de muestreo:	no aplica	Otros:	envío de equipos Bus - Soyus	
ENVÍO DE MATERIALES				
Lugar de Entrega:		Fecha de entrega:		
Nombre Agencia/Aerolínea/Otro:		Contacto para el envío:		
V.- DATOS OPERATIVOS				
Lugar de Toma de muestras:	Pisco			
Contacto en Campo:	Alejo Alejandro Vasquez Loarte	Cargo:	--	
Teléfono:	9448177029	e-mail:	avasquez@pluspetrol.net	
N° inspectores considerados en la cotización:	Lo Determinará el Coor. De Monitoreo de PPC	Fecha de entrega de equipos a operaciones:	Lo solicitará el Coor. de Monitoreo de PPC	
Fecha prevista inicio del muestreo (previsto):	06/04/2016	Días en campo (previsto):	Lo determinará el Coor. De Monitoreo de PPC	
Otros:				
PERSONAL OPERATIVO DESIGNADO				
Grupo de trabajo:				
Inspector de campo responsable:				
Observaciones:				

Nota 1: Se Adjunta VI. Detalle del servicio.

Nota 2: Se adjunta Anexo 1 (Descripción y/o Ubicación de las estaciones de monitoreo) y Anexo 2 (Control de Calidad en Campo)

Nota 3: Se adjunta Anexo 3 (sólo para Control Interno del Área de Instrumentación)

Continuación

VI.- DETALLE DEL SERVICIO					
TIPO DE MATRIZ : Calidad de aire					
Item	Parámetro	Norma de referencia	Acreditado	Cotizado	Realizado
1	Dióxido de azufre (24 horas) - continuo	NTP-ISO 10498 2006	NO	6	
2	Dióxido de nitrógeno (1 hora) - continuo	EPA CFR 40 Part 50 App. F-2004	NO	6	
3	Monóxido de carbono (8 horas) continuo	EPA CFR 40 Part 50 App. C-2004	NO	6	
4	Ozono (8 horas) - continuo	EPA CFR 40 Part 50 App. D-2004	NO	6	
5	Partículas en suspensión PM10 (24 horas) - HI VOL	EPA Compendium Method IO - 2.1	SI	6	
6	Plomo - análisis en filtro	EPA Compendium Method IO-3.2	SI	6	
7	Sulfuro de hidrógeno (24 horas) continuo	ISP-OMA 501	NO	6	
8	VOCs (expresado como benceno)	Basado en ASTM D3687 - 07(2012)	NO	6	
9	Hidrocarburos totales (24 horas) - manual	Hidrocarburos Totales (expresado como hexano)	NO	6	
10	Materia particulada PM2.5 (24 horas) - HI VOL	Basado en EPA625R-98010a - Compendium Method IO-2	NO	6	
11	Parámetros Meteorológicos	ASTM D5741 - 86 (2011)	NO	6	

Nombre y Firma del Cliente

Nombre y firma Inspector de Campo

Nombre y firma Inspector de Estudios

FUENTE: Inspectorate Services Perú S.A.C.-2015

ANEXO N°36: Reverso del formato de cadena de custodia para muestras de emisiones (FOMA-065) de Inspectorate Services Perú S.A.C.

	Cadena de Custodia para Muestras de Aire y Emisiones FOMA-065	Rev. 02 Fecha: 2014/05/16 Página 2 de 2
---	--	--

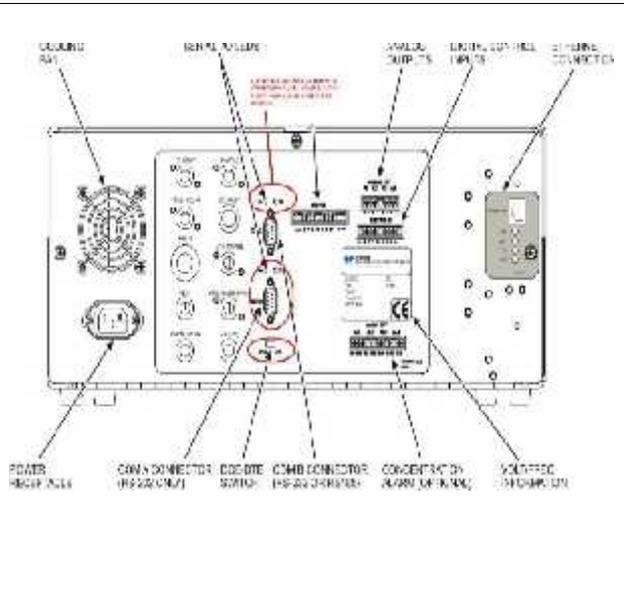
CRITERIOS ESPECIALES PARA EL MUESTREO EN CALIDAD DE AIRE								
MATERIAL PARTICULADO Y PTS								
Item	Parámetro	Metodología Muestreo (Análisis en Laboratorio)	Solución Absorbente / Medio de captación	Descripción	Tiempo de Muestreo (hr)	Flujo de Aire Q (L/min)	Tolerancia Flujo Q (L/min)	
1	PM10 (Alto Volumen)	EPA Compendium Method IO 2.1	Fibra Cuarzo	Método Gravimétrico	24 +/- 1	1130	+/-10 %	
2	PM2.5 (Alto Volumen)	EPA Compendium Method IO 2.1	Fibra Cuarzo		24 +/- 1	1130	+/-10 %	
3	PTS (Alto Volumen)	EPA CFR 40 Part 50 Appendix B	Fibra fibra de vidrio		24 +/- 1	1130	+/-10 %	
4	PM10 (Bajo Volumen)	EPA Compendium Method IO 2.3	Fibra de Cuarzo/Fibra de Teflón		24 +/- 1	16.7	+/-10 %	
5	PM2.5 (Bajo Volumen)	EPA 40 CFR 50, Appendix L to Part 50	Fibra de Cuarzo/Fibra de Teflón		24 +/- 1	16.7	+/-10 %	
TIPOS DE FILTROS PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO Y PTS								
Item	Parámetro	Tip de Filtro	Contenedor	Calificación de Filtros	Dimensiones	Metodología	Observaciones	
1	PM 10 (Alto Volumen)	Fibra de cuarzo	Sobre manija amarilla	020200 (número foliado de 06 dígitos en color negro)	8"x10"	EPA IO 2.1	En todos los casos	
2	PM 10 (Bajo Volumen)	Fibra de cuarzo	Portafiltro-Sobre manija amarilla	020200 (foliado de 06 dígitos en color negro)	47 mm	EPA IO 2.3	Si solicitan sólo peso	
3	PM 10 (Bajo Volumen)	Teflón	Portafiltro-Sobre manija amarilla	L-0202002 (de fabrica una letra + 07 dígitos)	47 mm	EPA IO 2.3	Si solicitan peso + metales	
4	PM 2.5 (Alto Volumen)	Fibra de cuarzo	Sobre manija blanco	020200 (número foliado de 06 dígitos en color azul)	8"x10"	EPA IO 2.1	En todos los casos	
5	PM 2.5 (Bajo Volumen)	Fibra de cuarzo	Portafiltro- Sobre manija blanco	020200 (foliado de 06 dígitos en color azul)	47mm	EPA 40 CFR 50, Appendix L to Part 50	Si solicitan sólo peso	
6	PM 2.5 (Bajo Volumen)	Teflón	Portafiltro- Sobre manija blanco	L-0202002 (de fabrica una letra + 07 dígitos)	47 mm	EPA 40 CFR 50, Appendix L to Part 50	Si solicitan peso + metales	
7	PTS (Alto Volumen)	Fibra de Vidrio	Sobre manija amarilla	020200 (número foliado de 06 dígitos en color rojo)	8"x10"	EPA IO 2.1	En todos los casos	
8	Muestreo Isocinético	Mono Fibra de Vidrio	Portafiltro-Sobre manija amarillo	020200 (número foliado de 06 dígitos en color verde)	110 mm	EPA 5	En todos los casos	
SOLUCIONES CAPTADORAS								
Item	Parámetro	Metodología Muestreo (Análisis en Laboratorio)	Descripción	Solución Absorbente / Medio de captación	Vol. Sol. Captadora	Tiempo de Muestreo (hr)	Flujo de Aire Q (L/min)	Tolerancia Flujo Q (L/min)
1	Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA CFR 40 Appendix A-2 to Part 50	Método de la pararosanilina	Tetratiónomercurato de Potasio (TCM)	50 mL	24	0.2	+/-10 %
2	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ASTM D1607 - 91(2011)	Método del arsénito de selenio	Solución Alcalina de Arsénito	30 mL	1	0.4	+/-10 %
3	Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	Referenciado en Methods of Air Sampling and Analysis(Lodge) -701	Método del Azul de metileno	Hidruro de Cadmio	50 mL	24	0.2	+/-10 %
4	Monóxido de Carbono (CO)	Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire Peter O. Warner Pág 115	Método del Ácido Para-Sulfaminotereftálico	Solución Alcalina de p-SABA	50 mL	8	0.5	+/-10 %
5	Oxeno (O ₃)	Referenciado en Methods of Air Sampling and Analysis (Lodge) -411	Método de la solución buffer de yoduro	Solución de 1% KI en Buffer de Fosfato 0.1M	50 mL	8	0.5	+/-10 %
6	Benceno, VOCs	ASTM D 3688-2013/ ASTM D 3687-07 (2012)	Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by the Activated charcoal Tube Adsorption Method	Tubos adsorbentes de carbón activado (Coconut Charcoal, 20/40 mesh 50/100 mg)	D1 unidad por parámetro	4	0.1	+/-10%
7	HCT-Hexano, HCT, HCNM	ASTM D 3688-2013/ ASTM D 3687-07 (2012)	Practice for Analysis of Organic Compound Vapors Collected by the Activated charcoal Tube Adsorption Method	Tubos adsorbentes de carbón activado (Coconut Charcoal, 20/40 mesh 50/100 mg)	D1 unidad por parámetro	24	0.2	+/-10%

Indicaciones importantes:

- Las soluciones captadoras y las muestras que en ellas se colocan no deberán exponerse a la luz en ningún momento (ni durante el transporte, preparación o muestreo), hasta su ingreso al Laboratorio.
- Durante el muestreo se debe forzar el aspirador o burbujeador con papel aluminio.
- Finalizado el muestreo de SO₂, NO₂ y H₂S enjuague el aspirador (burbujeador) con un poco de agua desionizada (unos 5 mL) y vierta la solución de enjuague al frasco que contiene la muestra.
- Para los casos del CO y O₃ el enjuague no es necesario; trasvase la solución directamente al frasco.
- Para evitar las pérdidas y la contaminación de las muestras éstas deberán taparse (adicionalmente) con sus respectivas contratapas.
- Una vez obtenidas, las muestras deberán refrigerarse inmediatamente a una temperatura de 8 ± 1 °C.
- Para los casos de Benceno, VOC's, HCT-Hexano, HCT, HCNM, cada tubo adsorbente debe envolverse con papel de aluminio y ser colocado por separado en una bolsa ziploc (colocar la etiqueta de muestras sobre la bolsa)
- El tubo de carbón activado debe encontrarse libre de restos de adhesivos, no pegar la etiqueta sobre el tubo adsorbente.

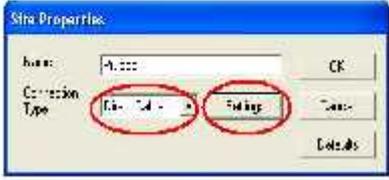
ANEXO N°37: Instructivo para la descarga de datos de equipos de monitoreo continuo de aire Teledyne API (I-OMA-054) de Inspectorate Services Perú S.A.C.

- a) Primero se ubicará en la parte trasera del equipo el puerto serial y el swich DCE-DTE
- b) Conectar el cable serial al equipo y también realizar la conexión a la PC, inmediatamente se encenderá uno de los led's superiores de RX (verde) o TX (rojo), mover el swich DCE-DTE hasta que encienda el led verde del RX.



- c) Verificar luego la configuración de la velocidad de comunicación del equipo: Presionar SETUP - MORE - VARS - COM1. Luego con las flechas NEXT buscar el parámetro BAUD RATE (valor 19200), de no encontrarse en ese valor modificarlo con EDIT y guardarlo. Hasta aquí se ha realizado la configuración en el propio equipo.



<p>d) Luego acceder al software APICOM, la pantalla principal se muestra en blanco y procedemos a hacer click en el icono “New Site”.</p> <p>e) Inmediatamente aparece una ventana donde podemos colocar el nombre que deseamos asignarle.</p>	 
<p>f) En tipo de conexión seleccionar “Direct Cable” y luego ingresar a la opción de “Settings”,</p> <p>g) En la siguiente ventana es donde se debe seleccionar el puerto que tiene la PC (COM 1)</p> <p>h) Luego en “Settings” se debe sólo verificar que la velocidad de comunicación sea la misma que se configuro en el equipo (19200)</p>	 
<p>i) Luego click en el ícono “New Instrument” y en la ventana que aparece colocarle un nombre al instrumento.</p>	

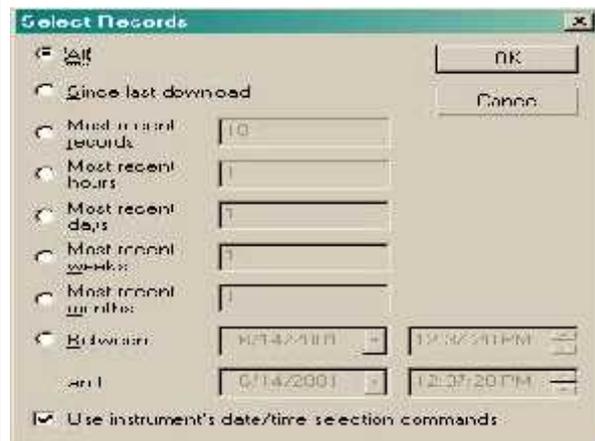
m) En la ventana que se abre existen dos parámetros en la parte final que son:

Sample Period: el equipo muestrea los datos que va leyendo en tiempo real, se debe colocar siempre en 1 minuto.

Report Period: equipo va a almacenar los datos promediados que luego se descargan para ser reportados, pueden trabajarse ya sea en 30 o 60 minutos.



n) Para realizar la descarga de datos se debe hacer un check en el recuadro del parámetro **CONC** y luego se habilitará el botón "Get data", haciendo click aparece una ventana en la cual se puede filtrar la descarga de datos al gusto del usuario (todos, por fechas, por cantidad de datos, etc.)



o) Al presionar en **OK** se iniciará el proceso de descarga, cuando este termine hacer click en el botón **“View Data”** y se mostrará toda la data descargada con fecha, hora y concentración.

TimeStamp	SHFLW.	SHFPS.	VACUUM.	Samples
06/16/2001 11:13:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:14:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:15:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:16:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:17:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:18:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:19:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:20:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:21:01	751.4	30.0	6.8	1
06/16/2001 11:22:01	751.4	30.0	6.8	1

p) Finalmente hacer click en **“Save Data”**, seleccionar la ruta donde desea almacenar y trabajar el archivo para ser exportado a Excel.

Date, Time	CONC1 (PPH)	CO2CNC (%)	STABIL (PPH)
2001/09/24, 17:00	0.277	0.00	-0.000
2001/09/24, 18:00	0.278	0.00	-0.000
2001/09/24, 19:00	0.155	0.00	-0.000
2001/09/24, 20:00	0.125	0.00	-0.000
2001/09/24, 21:00	0.358	0.00	-0.000
2001/09/24, 22:00	0.242	0.00	-0.000
2001/09/24, 23:00	0.066	0.00	-0.000
2001/09/25, 00:00	0.075	0.00	-0.000

ANEXO N° 38: Planilla de cálculo de la data bruta de gases para su conversión de ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{ppm} \times \text{PM} \times 10^3/24.45$) a 25°C y 1 atm, y posterior reporte

PLANILLA DE DATOS DE CAMPO-MONITOREO CONTINUO DE CALIDAD DE AIRE															
ESTACIÓN DE MUESTREO :		PIS-PDF-CA-03													
INICIO :	09-sep-15	Hora:	13:00	Responsables del Muestreo:											Tino J. Núñez Sánchez
TERMINO:	10-sep-15	Hora:	13:00												
HORA	PARAMETROS (ppm)						Promedio móvil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PARAMETROS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	CO	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	O ₃	CO (Prom. 8 h)	O ₃ (Prom. 8 h)	CO	NO	NO _x	NO ₂	SO ₂	O ₃	
13:00	0.3000	0.0046	0.0031	0.0078	0.0038	0.0063	271.9	11.63	343.6	5.66	11.58	5.92	9.95	12.37	
14:00	0.3000	0.0048	0.0031	0.0079	0.0036	0.0054	243.3	11.26	343.6	5.91	11.79	5.88	9.42	10.60	
15:00	0.3000	0.0050	0.0032	0.0082	0.0035	0.0070	214.7	11.19	343.6	6.17	12.18	6.01	9.16	13.74	
16:00	0.2000	0.0059	0.0032	0.0091	0.0038	0.0076	186.1	10.26	229.0	7.19	13.28	6.08	9.95	14.92	
17:00	0.2000	0.0056	0.0024	0.0080	0.0036	0.0050	171.8	8.91	229.0	6.91	11.36	4.45	9.42	9.82	
18:00	0.2000	0.0057	0.0029	0.0086	0.0035	0.0048	157.4	8.32	229.0	7.01	12.52	5.50	9.16	9.42	
19:00	0.2000	0.0057	0.0022	0.0079	0.0039	0.0058	143.1	7.80	229.0	7.01	11.18	4.17	10.21	11.39	
20:00	0.2000	0.0056	0.0027	0.0083	0.0042	0.0055	128.8	7.12	229.0	6.82	11.89	5.07	10.99	10.80	
21:00	0.1000	0.0056	0.0029	0.0085	0.0038	0.0048	114.5	7.17	114.5	6.89	12.36	5.47	9.95	9.42	
22:00	0.1000	0.0057	0.0030	0.0087	0.0040	0.0051	114.5	7.14	114.5	7.01	12.63	5.62	10.47	10.01	
23:00	0.1000	0.0056	0.0032	0.0088	0.0040	0.0032	114.5	7.07	114.5	6.91	12.87	5.96	10.47	6.28	
00:00	0.1000	0.0050	0.0031	0.0082	0.0037	0.0021	114.5	7.61	114.5	6.17	12.08	5.91	9.69	4.12	
01:00	0.1000	0.0046	0.0029	0.0075	0.0035	0.0026	114.5	8.64	114.5	5.66	11.18	5.52	9.16	5.10	
02:00	0.1000	0.0049	0.0023	0.0072	0.0035	0.0027	114.5	9.82	114.5	6.05	10.35	4.30	9.16	5.30	
03:00	0.1000	0.0049	0.0012	0.0061	0.0035	0.0030	114.5	10.87	114.5	6.07	8.31	2.24	9.16	5.89	
04:00	0.1000	0.0043	0.0037	0.0080	0.0034	0.0057	114.5	11.80	114.5	5.30	12.20	6.90	8.90	11.19	
05:00	0.1000	0.0044	0.0039	0.0083	0.0036	0.0047	114.5	11.93	114.5	5.35	12.67	7.32	9.42	9.23	
06:00	0.1000	0.0044	0.0028	0.0071	0.0036	0.0048			114.5	5.34	10.58	5.24	9.42	9.42	
07:00	0.1000	0.0046	0.0032	0.0077	0.0036	0.0054			114.5	5.60	11.59	5.99	9.42	10.60	
08:00	0.1000	0.0048	0.0042	0.0089	0.0038	0.0063			114.5	5.84	13.65	7.81	9.95	12.37	
09:00	0.1000	0.0045	0.0032	0.0076	0.0038	0.0074			114.5	5.47	11.42	5.94	9.95	14.53	
10:00	0.1000	0.0049	0.0038	0.0087	0.0039	0.0070			114.5	6.03	13.18	7.15	10.21	13.74	
11:00	0.1000	0.0055	0.0042	0.0097	0.0040	0.0068			114.5	6.71	14.66	7.95	10.47	13.35	
12:00	0.1000	0.0057	0.0034	0.0092	0.0042	0.0062			114.5	7.05	13.50	6.45	10.99	12.17	
							271.9	11.93	343.6		14.66	7.95	9.79		
									167.0		12.04	5.78			

	LD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Dióxido de azufre (24h)	0.30	9.79
Monóxido de Carbono (1h)	57.00	343.6
Monóxido de Carbono (8h)	57.00	271.9
Monóxido de Carbono (24h)	57.00	167.0
Ozono (8hrs.)	1.18	11.93
Dióxido de Nitrógeno (1h)	0.90	7.95
Dióxido de Nitrógeno (24h)	0.90	5.78
Oxidos de Nitrógeno (1h)	0.50	14.66
Oxidos de Nitrógeno (24h)	0.50	12.04

FUENTE: Inspectorate Services Perú S.A.C.-2015

**ANEXO N°39: Formato de Registro de Datos Meteorológicos (F-OMA-074) de
Inspectorate Service Perú S.A.C**

	Registro de Datos Meteorológicos	Código: F-OMA-074 Versión: 01
---	---	----------------------------------

Cliente	PLUSPETROL CORPORATION PERU S.A.	
N° Orden de Servicio	09002-15/OMA	
Procedencia/Proyecto	PISCO/PFLGN	
Estación de monitoreo	PIS-PDF-CA-03	
Coordenadas UTM (WGS 84)	N : 8477500	E : 0366320
Código interno del equipo	N/S: A120516P082 ELAB-1618	

Data Meteorológica Procesada							
N°	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (24 h)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mm Hg)
1	09/09/2015	13:00	21	76	8.0	S	760.4
2	09/09/2015	14:00	21	77	4.9	SW	759.9
3	09/09/2015	15:00	20	75	7.6	SW	759.2
4	09/09/2015	16:00	20	77	8.5	SW	758.8
5	09/09/2015	17:00	19	77	7.6	SW	758.7
6	09/09/2015	18:00	18	82	9.8	SW	758.6
7	09/09/2015	19:00	18	84	11.2	SW	758.8
8	09/09/2015	20:00	17	86	8	SW	759.2
9	09/09/2015	21:00	18	85	6.3	SW	759.4
10	09/09/2015	22:00	17	86	4	SW	759.2
11	09/09/2015	23:00	16	81	2.2	E	759.4
12	10/09/2015	00:00	16	82	1.3	SW	759.3
13	10/09/2015	01:00	16	85	2.7	W	759.2
14	10/09/2015	02:00	15	84	2.7	NE	759.2
15	10/09/2015	03:00	15	84	2.2	NE	759.1
16	10/09/2015	04:00	15	85	2.7	SE	759.3
17	10/09/2015	05:00	14	85	1.8	E	759.8
18	10/09/2015	06:00	13	86	3.1	SE	760.4
19	10/09/2015	07:00	15	85	2.7	SE	761.2
20	10/09/2015	08:00	17	81	3.6	SE	761.7
21	10/09/2015	09:00	18	79	3.1	SE	761.9
22	10/09/2015	10:00	18	83	2.7	SW	761.9
23	10/09/2015	11:00	19	76	4.5	SW	761.0
24	10/09/2015	12:00	20	74	2.4	SW	760.7
25							
RESUMEN	Mínimo		13	74	1.3	S	758.6
	Máximo		21	86	11.2	SW	761.9
	Promedio		17.3	81.5	4.7	SW	759.8

FUENTE: Inspectorate Services Peru S.A.C

ANEXO N°40: Reporte de resultados del monitoreo de calidad del aire Pluspetrol Pisco – planta de fraccionamiento de líquidos y gas natural – PFLGN.



INSPECTORATE

**REPORTE DE RESULTADOS – MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE
PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A. – PLANTA DE FRACCIONAMIENTO DE LGN PISCO
DICIEMBRE 2015**

PLANTA DE FRACCIONAMIENTO LGN		Estación de Muestreo	PIS-PDF-CA-01		PIS-PDF-CA-02		PIS-PDF-CA-03		PIS-PDF-CA-04		PIS-PDF-CA-05		PIS-PDF-CA-06	
		Fecha y Hora de Muestreo	12/12/15 15:00		08/12/15 11:00		09/12/15 12:00		10/12/15 13:00		11/12/15 14:00		07/12/15 10:00	
		Coordenadas	Norte	Este										
			8 476 700	368 360	8 477 900	367 250	8 477 500	366 320	8 476 400	366 940	8 475 865	370 206	8 482 157	368 947
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado											
Parámetros Meteorológicos (Campo)*														
Velocidad del Viento	--	m/s	5.5	4.0	6.3	7.4	5.1	4.4						
Dirección de Viento	--	--	SW	SW	SW	SW	SW	SW						
Temperatura Ambiente	--	°C	20.2	20.0	20.3	20.1	20.1	19.5						
Presión Atmosférica	--	mmHg	761.2	759.4	759.0	756.5	756.1	757.1						
Humedad Relativa	--	%	79.7	80.3	84.5	83.7	82.6	82.7						
Sulfuro de Hidrógeno (Campo)*														
Sulfuro de hidrógeno (1h)	0.80	ug/m ³	3.62	3.89	3.20	4.17	8.20	6.85						
Sulfuro de hidrógeno (24h)	0.80	ug/m ³	2.69	2.29	2.22	2.42	3.09	4.16						
Dióxido de azufre (Campo)*														
Dióxido de azufre (24h)	0.13	ug/m ³	14.80	13.38	14.69	14.24	14.08	14.15						
Monóxido de Carbono (Campo)*														
Monóxido de Carbono (1h)	57	ug/m ³	371.0	272.8	356.2	356.2	295.5	340.1						
Monóxido de Carbono (8h)	57	ug/m ³	242.1	187.8	216.8	214.3	205.7	251.4						
Monóxido de carbono (24h)	57	ug/m ³	202.2	164.2	192.1	195.5	173.8	209.4						
Ozono (Campo)*														
Ozono (8h)	1.18	ug/m ³	14.75	14.11	14.06	9.89	12.88	13.55						
Dióxido de Nitrógeno (Campo)*														
Dióxido de nitrógeno (1h)	0.9	ug/m ³	6.97	5.59	6.20	7.12	6.83	4.50						
Dióxido de nitrógeno (24h)	0.9	ug/m ³	4.67	3.26	4.05	3.34	5.63	3.13						
Oxidos de nitrógeno (1h)	0.5	ug/m ³	12.92	12.65	12.99	13.22	13.42	11.57						
Oxidos de nitrógeno (24h)	0.5	ug/m ³	11.13	9.60	10.82	8.81	11.92	9.21						
Parámetros Fisicoquímico														
Material Particulado PM ₁₀	--	ug/m ³	2.212	5.197	4.111	2.339	2.897	4.136						
Material Particulado PM _{2.5}	0.005	ug/m ³	0.062	16.89	19.189	17.077	6.452	17.027						
Metales														
Piomo (Pb)	0.01	ug/m ³	0.0010	0.0062	0.0005	0.0008	0.0008	0.0009						
Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's)														
Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's)	< 0.20	ug/m ³	<1.875	<1.875	<1.875	<1.875	<1.875	<1.875						
Hidrocarburos Totales (HT)														
Hidrocarburos Totales (HT)	--	mg/m ³	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003						

FUENTE: Pluspetrol – planta de fraccionamiento de líquidos y gas natural – PFLGN 2015.

ANEXO N°41: Decreto Supremo N° 074-2001-PCM: “Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire”

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS ^[1]
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Añual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez /año	
PM – 10	Añual	50	Media aritmética anual	Separación inercial /filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/ año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez /año	
Dióxido de Nitrógeno	Añual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/ año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/ año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Añual ^[2]	0.5 (*)	Promedio aritmético de los valores mensuales	Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/ año	
Sulfuro de Hidrogeno	24 horas ^[2]			Fluorescencia UV (método automático)

^[1] O Método equivalente aprobado.

^[2] A determinarse según lo establecido en el Artículo 5° del presente reglamento.

^(*) De conformidad con el artículo 1 del D.S. N° 069-2003-PCM, se adiciona el valor anual de concentración de Plomo.

NE: No exceder

Todos los valores son concentraciones en µg/m³

FUENTE: Presidencia de Consejo de Ministros 2001.

ANEXO N°42: Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM: “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire”

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR µg/m ³	VIGENCIA	FORMATO	MÉTODO DE ANÁLISIS
Estándar de Calidad Ambiental para el Dióxido de Azufre SO ₂					
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	80	1 de Enero 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	20	1 de Enero del 2014		
Estándar de Calidad Ambiental para Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's); Hidrocarburos Totales (HT); Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Benceno ^[1]	Anual	4	1 de Enero 2010	Media aritmética	Cromatografía de gases
		2	1 de Enero del 2014		
Hidrocarburos totales (HT) Expresado como hexano	24 horas	100	1 de Enero 2010	Media aritmética	Ionización de la llama de hidrógeno
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	1 de Enero 2010	Media aritmética	Separación inercial filtración (gravimetría)
	24 horas	25	1 de Enero del 2014		
Hidrógeno Sulfurado (H ₂ S)	24 horas	150	1 de Enero 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

^[1] Único Compuesto Orgánico Volátil regulado (COV)

FUENTE: Ministerio del medio ambiente 2008.

ANEXO N°43: USEPA 40 CFR Part 50: National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards (Estándares nacionales primarios y secundarios de calidad del aire ambiental).

CONTAMINANTES	PERIODO	VALOR	TIPO DE ESTÁNDAR	FORMA
Ozono (O ₃)	8 horas ^[10]	0,070 ppm (140 µg/m ³)	Primario y Secundario	Annual fourth-highest daily maximum 8 hour average concentration, averaged over 3 years
	1 hora ^[2]	0,12 ppm (235 µg/m ³)	Primario y Secundario	Attainment is defined when the expected number of days per calendar year, with maximum hourly average concentration greater than 0.12 ppm, is equal to or less than 1
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas ^[1]	9 ppm (10000 µg/m ³)	Primario	Maximum, not to be exceeded more than once in a year
	1 hora ^[1]	35 ppm (40000 µg/m ³)	Primario	Maximum, not to be exceeded more than once in a year
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual ^[8]	0,03 ppm (80 µg/m ³)	Primario	Annual arithmetic average
	24 horas ^[8]	0,14 ppm (365 µg/m ³)	Primario	Not to be exceeded more than once per year
	3 horas ^[1]	0,5 ppm (1300 µg/m ³)	Secundario	Not to be exceeded more than once per year
	1 hora ^[7]	75 ppb (196 µg/m ³)	Primario	99th percentile, averaged over 3 years
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual ^[1]	0,053 ppm (100 µg/m ³)	Primario y Secundario	Annual arithmetic average
	1 hora ^[7]	100 ppb (190 µg/m ³)	Primario	98th percentile, averaged over 3 years
Material Particulado con diámetro menor a 10	Anual ^[5]	50 µg/m ³	Primario y Secundario	Annual arithmetic mean, averaged over 3 years
	24 horas ^[3]	150 µg/m ³	Primario y Secundario	Not to be exceeded more than once per year on average over a 3-year
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	Anual ^[9]	12,0 µg/m ³	Primario	Annual arithmetic mean, averaged over 3 years
	Anual ^[9]	15,0 µg/m ³	Secundario	Annual arithmetic mean, averaged over 3 years
	24 horas ^[4]	35 µg/m ³	Primario y Secundario	98th percentile, averaged over 3 years
Plomo (Pb)	3 meses ^[6]	0,15 µg/m ³	Primario y Secundario	Not to be exceeded

^[1] USEPA NAAQS 1971, aún vigente

^[2] USEPA NAAQS 1979, aún vigente

^[3] USEPA NAAQS 1987, aún vigente

^[4] USEPA NAAQS 2006, vigente

^[5] USEPA revocó la anual de PM₁₀ en 2006

^[6] USEPA NAAQS 2008, vigente

^[7] USEPA NAAQS 2010, vigente

^[8] USEPA revocó la anual y 24 horas de SO₂ en 2010

^[9] USEPA NAAQS 2012, vigente

^[10] USEPA NAAQS 2015, vigente

FUENTE: USEPA 2005

ANEXO N°44: OMS, 2005: Guidelines for Air Quality (Guías para la Calidad del Aire)

CONTAMINANTES	PERIODO	VALOR	FUNDAMENTO DEL NIVEL ELEGIDO
Ozono (O ₃)	8 horas ^[3]	100 µg/m ³	Proporciona una protección adecuada de la salud pública, aunque puede haber efectos en la salud por debajo de este nivel. El límite recomendado en las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire, de 2005, se redujo del nivel de 120 µg/m ³ establecido en ediciones precedentes de esas Directrices, a raíz de pruebas concluyentes sobre la relación entre la mortalidad diaria y concentraciones de ozono inferiores.
	1 hora ^[1]	150-200 µg/m ³	
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas ^[2]	10000 µg/m ³	Los valores guía y periodos de exposición se han determinado de tal modo que no se excede el nivel de 2,5% de COHb. Para proteger a los no fumadores, a las personas de mediana y tercera edad con enfermedades coronarias documentadas o latentes causadas por ataques cardíacos agudos y a los fetos de madres no fumadoras de efectos hipóxicos adversos, el nivel de COHb no debe ser mayor de 2,5%.
	1 hora ^[2]	30000 µg/m ³	
	30 min. ^[2]	60000 µg/m ³	
	15 min. ^[2]	100000 µg/m ³	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual ^[2]	50 µg/m ³	La revisión de la directriz referente a la concentración de SO ₂ en 24 horas, que ha descendido de 125 a 20 µg/m ³ , se basa en que los efectos nocivos sobre la salud están asociados a niveles muy inferiores a los aceptados hasta ahora, por lo que se requiere mayor grado de protección.
	24 horas ^[3]	20 µg/m ³	La concentración de SO ₂ en periodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m ³ . Los estudios indican que un % de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO ₂ de tan sólo 10 minutos.
	10 min. ^[2]	500 µg/m ³	
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual ^[2]	40 µg/m ³	El valor guía de 40 µg/m ³ (media anual) se estableció para proteger al público de los efectos del NO ₂ gaseoso en la salud, y no ha cambiado respecto a Directrices anteriores.
	1 hora ^[2]	200 µg/m ³	En concentraciones de corta duración superiores a 200 mg/m ³ , es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias.
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Anual ^[3]	20 µg/m ³	Las medias anuales son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con más del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP _{2.5} .
	24 horas ^[3]	50 µg/m ³	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	Anual ^[3]	10 µg/m ³	Las guías de 24 horas se basan en la relación entre los niveles de MP de 24 horas y anuales.
	24 horas ^[3]	25 µg/m ³	
Plomo (Pb)	Anual ^[2]	0.5 µg/m ³	El valor guía se ha determinado de tal modo que no se exceda el nivel de 100 µg/L de Pb en la sangre. Para proteger al menos al 98% de una población expuesta, incluidos los niños en edad preescolar y adultos, el nivel de Pb no debe ser mayor 100 µg/L.

^[1] Valor Guía OMS 1987, obsoleto desde el 2000 (la guía de 8 horas protegería contra exposiciones agudas de 1 hora y, por tanto, no se necesitaría un valor guía de 1 hora)

^[2] Valor Guía OMS 1997, aún vigente

^[3] Valor Guía OMS 2005, vigente

FUENTE: Organización mundial de la salud OMS 2005.