UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“PROGRAMACIÓN Y MANIPULACION DE EQUIPO PARTISOL PLUS 2025i PARA MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM10 Y PM2.5 BAJO VOLUMEN EN SOUTHERN PERU”

PRESENTADO POR:

BACH. JACKELYN BENIGNA PUMA VILLANUEVA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

"PROGRAMACIÓN Y MANIPULACION DE EQUIPO PARTISOL PLUS 2025i PARA MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM10 Y PM2.5 BAJO VOLUMEN EN SOUTHERN PERU"

Informe de trabajo de suficiencia profesional aprobado el 05 de Octubre del 2022; estando como asesor:

Presentado por:

Bachiller en Ing. Ambiental

Jackelyn Benigna Puma Villanueva

Revisada por:

Asesor de Informe

Dr. Milko Raúl Rivera Campano

UNAM

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Folio Nº 007

ACTA DE TITULACIÓN

I. Modalidad:

Examen Profesional

II. Documento de aprobación:

RESOLUCIÓN DE COMISION ORGANIZADORA Nº 774 - 2022-UNAM

Fecha: 23 DE SETIEMBRE DE 2022

III. Título de Informe de Examen Profesional:

"PROGRAMACION Y MANIPULACIÓN DE EQUIPO PARTISOL PLUS 2025; PARA MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM 10 Y PM 2.5 BAJO VOLUMEN EN SOUTHERN PERU"

Bachiller: JACKELYN BENIGNA PUMA VILLANUEVA

Asesor Principal: Dr. MILKO RAUL RIVERA CAMPANO

Co-Asesor: —

IV. Se dictamina con las siguientes notas:

Examen Escrito: 12.48 Entrevista: 2.53 Promedio: 15

Promedio en letras: QUINCE por lo que: Sí X No

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 11:35 horas, del 21 de OCTUBRE del año 20.22. Se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado.

Dr. MILKO RAUL RIVERA CAMPANO
ASESOR
DNI 29414070

JACKELYN BENIGNA PUMA VILLANUEVA
BACHILLER
DNI 73032400

M.Sc. Rodolfo Sánchez Valencia
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dr. Milko Rivera Campano
Presidente del Comité de Grados y Títulos
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEDICATORIA

Hoy agradezco a Dios, sin él mis pasos no hubiesen sido guiados, él me brindo la fortaleza suficiente para nunca rendirme ante la adversidad y me dio sabiduría para tomar buenas decisiones.

A mi núcleo principal mi padre Eusebio Puma, que siempre me brindo su apoyo en cada una de mis decisiones, a mi madre Juana Villanueva que me enseño que nunca es tarde para aprender, gracias a ustedes por el apoyo incondicional durante todos estos años.

A mis hermanos que siempre me motivaron a seguir, aunque las cosas se ponían difíciles, dándome consejos de preparación acerca de la vida profesional.

A mi pareja y compañero Elvis Choque Cusihuaman, porque pudimos sacar este sueño, que con esfuerzo y dedicación podemos disfrutar de este logro mutuo y de los próximos que se nos vienen.

A todos ellos les dedico este logro porque son parte de mi formación y de mi vida. Hoy todos nosotros cumplimos un gran sueño de los muchos que seguramente vendrán.

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias a Dios, por permitirme disfrutar cada día y orientarme en cada uno de mis pasos dados.

A mis padres por siempre apoyarme en cada uno de mis metas trazadas, porque me han formado con el deseo de siempre superarme y ser mejor cada día.

A mis compañeros que estuvieron en mi proceso universitario, dándome ánimos en los momentos de debilidad.

A los docentes de mi alma Mater "Universidad Nacional de Moquegua", por sus consejos continuos impulsando el aprendizaje continuo para hacer de nosotros profesionales de bien, a mi asesor el Dr. Milko Raúl Campano Rivera por el apoyo durante el desarrollo del presente informe.

RESUMEN

El presente informe detalla las actividades realizadas en la empresa Southern Peru en el Departamento de Servicios Ambientales Fundición, Laboratorio de Emisiones, Calidad de Aire y Meteorología, ubicado en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua. Tiene como objetivo describir las actividades encomendadas en la programación y manipulación de equipo Partisol Plus para monitoreo de calidad de Aire PM 10 y PM 2.5 bajo volumen.

Complementariamente se realizó la revisión y actualización de los documentos de gestión referentes a la acreditación del Laboratorio de Emisiones, Calidad de Aire y Meteorología ante INACAL bajo el estándar ISO17025:2017, mismo que son necesarios para poder salvaguardar los monitoreos constantes de la empresa.

Como aporte en el área de Servicios Ambientales Fundición se apoya al ingeniero de Calidad de Aire y Meteorología en el manejo de equipos de monitoreo ambiental cumpliendo su correcta manipulación para salvaguardar la confiabilidad de los resultados, estos procedimientos son indispensables ya que la empresa debe generar mensualmente reportes a las autoridades ambientales del estado como el OEFA, a fin de demostrar que sus procesos no generan un impacto en el medio ambiente.

Así mismo durante el tiempo que se estuvo laborando, la empresa solicito exhaustiva confidencialidad con los documentos que se manipulaban en el área se Servicios Ambientales Fundición.

Palabras Clave: Calidad del aire y meteorología, manipulación, confiabilidad

ABSTRACT

This report details the activities carried out in the company Southern Peru in the Department of Environmental Services Foundry, Emissions Laboratory, Air Quality and Meteorology, located in the district of Pacocha, province of Ilo, department of Moquegua. Its objective is to describe the activities entrusted in the programming and manipulation of Partisol Plus equipment for monitoring the quality of Air PM 10 and PM 2.5 low volume.

In addition, the management documents referring to the accreditation of the Emissions, Air Quality and Meteorology Laboratory before INACAL under the ISO17025: 2017 standard were reviewed and updated, which are necessary to be able to safeguard the constant monitoring of the company.

As a contribution in the Foundry Environmental Services area, the Air Quality and Meteorology engineer is supported in the management of environmental monitoring equipment, complying with its correct handling to safeguard the reliability of the results, these procedures are essential since the company must generate monthly reports to the state environmental authorities such as the OEFA, in order to demonstrate that their processes do not generate an impact on the environment.
Likewise, during the time that it was working, the company requested exhaustive confidentiality with the documents that were handled in the Foundry Environmental Services area.

Keywords: Air quality and meteorology, handling, reliability.

INDICE

INTRODUCCION VIII
CAPITULO I 1
ASPECTOS GENERALES 1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 1
1.1.1. UBICACIÓN 1
1.1.2. ACCESIBILIDAD 2
1.1.3. VISIÓN Y MISION DE LA EMPRESA 2
1.1.4. HISTORIA 3
CAPITULO II 6
DESCRIPCION DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA 6
2. MONITOREO DE PM 2.5 Y PM 10 6
2.1. PROGRAMACIÓN DE EQUIPO PARTISOL 6
2.2. MANIPULACIÓN DE FILTROS PARA EQUIPO LOW VOL 11
CAPITULO III 15
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS 15
3.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES 15
3.2. ANTECEDENTES NACIONALES 17
3.3. OBJETIVOS 19
CAPITULO IV 20
4.1. DISCUSIONES 20
4.2. APORTES 21
CONCLUSIONES 22
RECOMENDACIONES 23
BIBLIOGRAFIA 24

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Fundición Cobresur *1*
Ilustración 2 Mapa de Ubicación Fundición *2*
Ilustración 3 Organigrama de Servicios Ambientales Fundición *5*
Ilustración 4 Partisol Plus 2025i *7*
Ilustración 5 Flujograma de muestreo *11*
Ilustración 6 Diagrama de Flujo para establecer el tiempo máximo de pesado luego del muestreo *13*
Ilustración 7 Flujograma de Pesado y Manipulacion de Filtros *14*

ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

ACRONIMOS

- **DGCA:** Dirección General de Calidad Ambiental
- **SCC:** Southern Copper Corporation
- **BVL:** Bolsa de Valores de Lima
- **PAMA:** Programa de Adecuación al Manejo Ambiental
- **SPCC:** Southern Peru Copper Corporation
- **LECAM:** Laboratorio de Emisiones, Calidad de Aire y Meteorología
- **INACAL:** Instituto Nacional de Calidad
- **MINAM:** Ministerio del Ambiente
- **OEFA:** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- **PM:** Material particulado
- **PM10:** Partículas gruesas menores a 10 μm
- **PM2,5:** Partículas finas menores a 2,5 μm
- **SSAA:** Servicios Ambientales.
- **ID Lab:** Identificación del Laboratorio
- **LMP:** Limite Máximo Permisible
- μg **:** Microgramos
- μm **:** Micrómetros

INTRODUCCION

Southern Perú es una empresa de clase minera metalúrgica mundial, que se encuentra ubicado al sur del departamento de Moquegua en Ilo.

Cuenta con 2 áreas en Ilo que son: la Refinería y Fundición como también con dos minas a cielo abierto que se encuentra en Toquepala y Cuajone de las cuales se extrae diferentes minerales siendo el principal el cobre y subproductos valiosos como el molibdeno.

Al ser una empresa del sector minero tienes responsabilidades con la población y el medio ambiente por lo cual usa tecnologías de última generación, para evitar cualquier tipo de impacto o alteración al ambiente del mismo brinda oferta laboral a la población.

En el departamento de Servicios Ambientales que se encuentra en Fundición, cuenta con laboratorios, de los cuales hacen seguimientos a los monitoreos constantes de emisión, calidad de aire y meteorología para que puedan estar al tanto de cualquier percance o alteración al medio ambiente.

La programación de equipos de monitoreo como el Partisol Plus son necesarios puesto que son muestreadores automáticos de partículas suspendidas, en donde se realiza su programación quincenalmente cumplimiento los requerimientos mínimos como la medición de su temperatura en su trasladó al laboratorio, estos aseguramientos son necesarios para validad la muestra, así ser pesado y registrar los resultados, cumpliendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire DS 010-2019-MINAM.

Estos son enviados a través de un reporte a las autoridades correspondientes como el OEFA, para dar conformidad que los procesos metalúrgicos cumplen con los Estándares de Calidad de Aire DS N° 003-2017-MINAM

CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1.1. UBICACIÓN

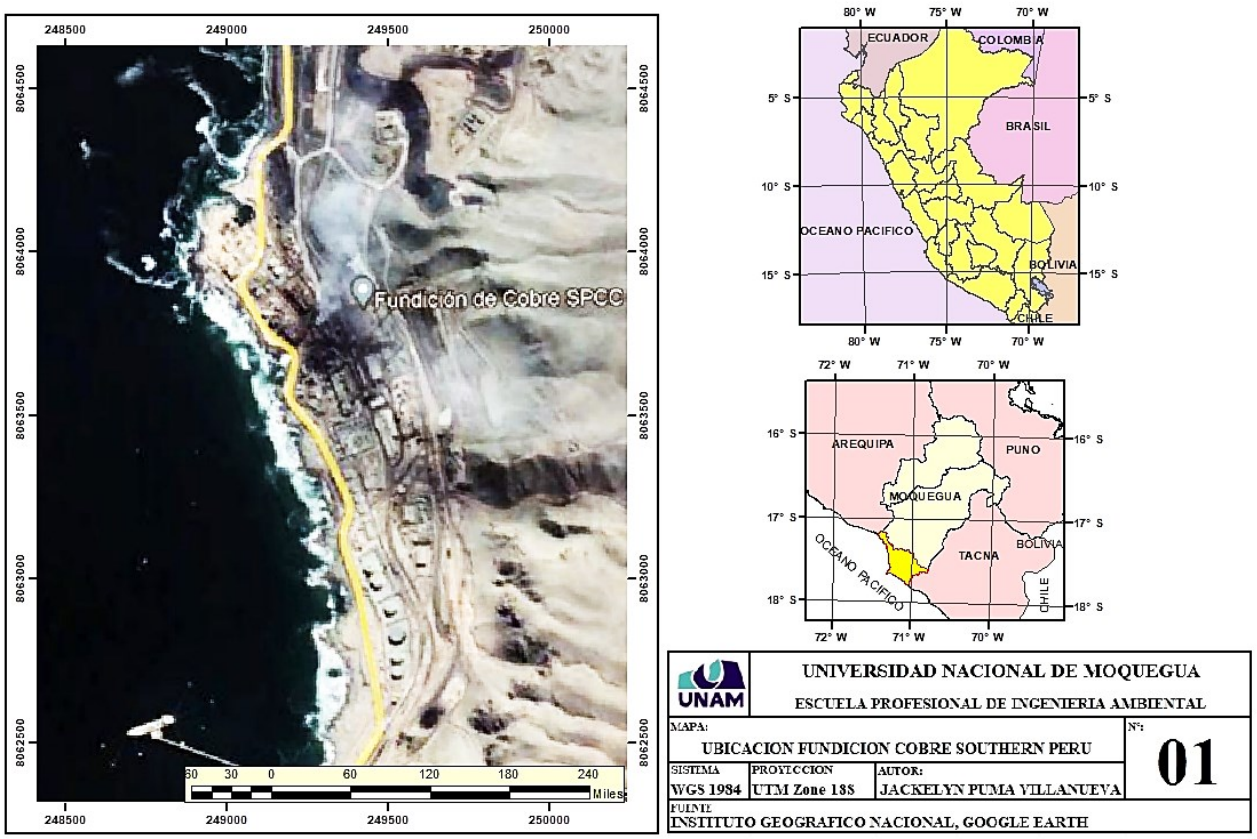
Ubicado en el distrito de pachocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua, al norte de Ilo, por la carretera Costanera Norte con las coordenadas UTM 71° 21' 33" oeste al 17° 30' 20" sur, cerca la Central Térmica Ilo 1 - ENGIE.

Ilustración 1 Fundición Cobresur



FUENTE: Pagina de Facebook (COBRESUR, 2021)

Ilustración 2 Mapa de Ubicación Fundición



FUENTE: Elaboración Propia

1.1.2. ACCESIBILIDAD

Southern Peru – Fundición está ubicado en el Distrito de Pacocha Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua, localizado en la zona sur del Perú.

Tiene como acceso a unos 17 kilómetros por la costanera norte, limitando por parte Sur el Terminal Portuario Tablones Ilo, hacia el Este terreno del estado, así como en el lado norte distintas quebradas como la de Miraflores y por el Oeste el Océano Pacifico.

1.1.3. VISIÓN Y MISION DE LA EMPRESA

a. Visión

"Ser la empresa minero-metalúrgica más rentable y con reconocido liderazgo en producción y ventas a nivel mundial,

con el mejor capital humano y a través de las mejores estrategias, procesos, servicios y calidad, cumpliendo estrictamente con las normas del entorno." (SouthernCopperCorporation, 2022)

b. Misión

"Extraer recursos minerales, para transformarlos y comercializarlos satisfaciendo las necesidades del mercado, cumpliendo con nuestra responsabilidad social y ambiental, y maximizando la creación de valor para nuestros accionistas." (SouthernCopperCorporation, 2022)

1.1.4. HISTORIA

Southern Copper Corporation es uno de los productores integrados de cobre (concentrado, cátodos y alambrón) más grandes del mundo. Producimos molibdeno, zinc, plata, plomo y otros subproductos.

La Compañía fue constituida el 12 de diciembre de 1952, de acuerdo a las Leyes del estado de Delaware de los Estados Unidos de Norteamérica, bajo la denominación original de Southern Peru Copper Corporation ("SPCC").

En 1954 se estableció una sucursal en el Perú, la cual suscribió un convenio bilateral con el Gobierno Peruano bajo el mandato del presidente Manuel Prado Ugarteche para el desarrollo y explotación de la mina Toquepala en Tacna, Perú. Los trabajos para el desarrollo de la mina comenzaron en 1956 y entró en operaciones en 1960 con una capacidad de producción inicial de 46,000 t/día.

En 1960, la capacidad de fusión de concentrados de la Fundición alcanzó 1,400 t/día; además, se pusieron en operación el ferrocarril y el puerto industrial, en Ilo, Moquegua, Perú.

El complejo minero Cuajone fue inaugurado e inició operaciones en 1976, con una capacidad de producción de 58,000 t/día de molienda.

Se constituye Grupo Industrial Minera Mexico S.A. de C.V. con capitales mexicanos. La planta concentradora de La Caridad inició operaciones en 1979, con una capacidad de molienda de 72,000 t/día.

En el año 1994 SPCC adquirió del Estado Peruano, la refinería de cobre de Ilo que, por entonces, tenía una capacidad de producción de 190,000 t/año.

El Programa de Adecuación al Manejo Ambiental (PAMA) fue aprobado en 1997 por el gobierno peruano. De acuerdo con el mismo, las operaciones de Toquepala y Cuajone tenían un plazo de cinco años para adecuarse a lo establecido en el PAMA. Para la operación de fundición de Ilo el plazo establecido fue de diez años.

En el año 2003 el proyecto de modernización de la Fundición de Ilo se inició con la finalidad de mejorar la eficiencia en la producción de cobre para capturar, al menos, el 92% de las emisiones de SO2 y fundir 1.1 millones de toneladas de concentrado de cobre por año.

En abril del 2005 Southern Peru Copper Corporation se fusiona con Minera Mexico y subsidiarias, consolidándose como la compañía minera más importante de México y Perú, así como la empresa con las mayores reservas de cobre entre compañías listadas en bolsa y una de las corporaciones minero-metalúrgicas más grandes del mundo. Cerro Trading Company, Inc. Con el fin de reflejar adecuadamente el alcance de las operaciones de la Compañía consolidada, el Directorio aprobó el cambio de denominación social de Southern Peru Copper Corporation (SPCC) a Southern Copper Corporation (SCC) y recibió grado de inversión de S&P y

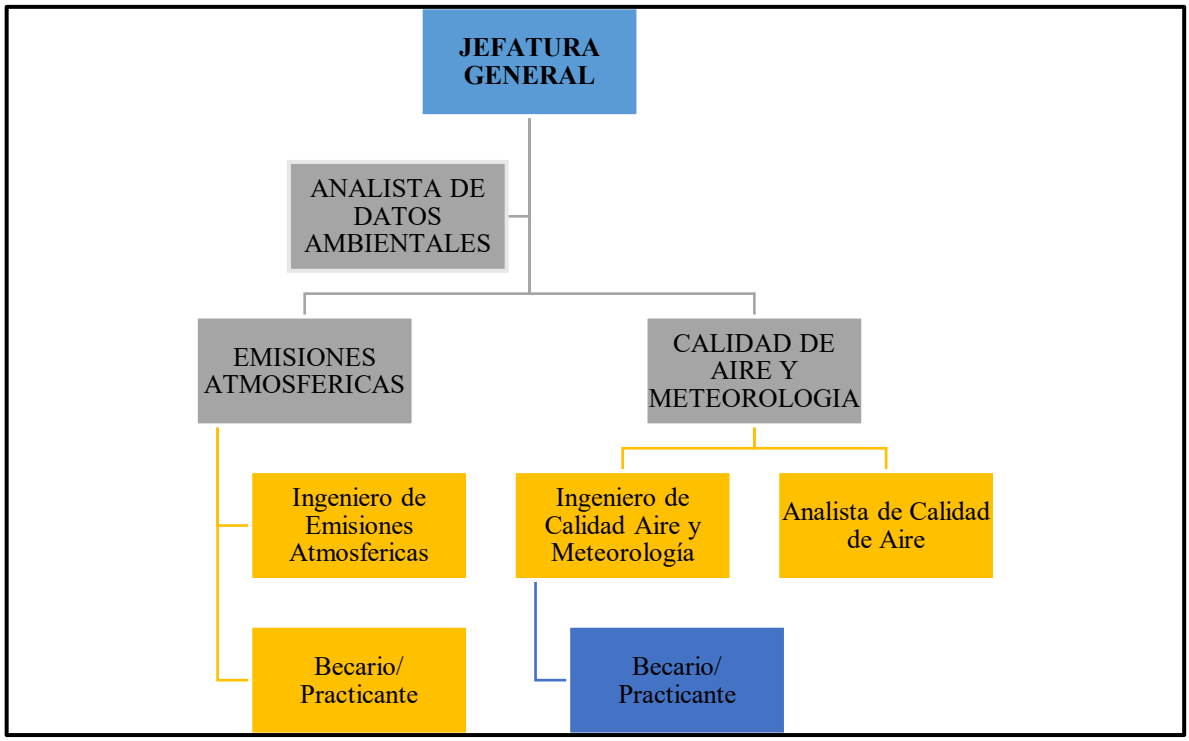
Fitch. Posteriormente, Moody's otorgó a SCC el grado de inversión.

En el año 2006 la Compañía emitió $400 millones adicionales de notas de su programa a 30 años, y el producto de la emisión fue usado en sus programas de expansión. Como parte de la Modernización de la fundición de cobre en Ilo (Perú), se reemplazó la producción de blíster por la de ánodos. La captura de sulfuros aumentó de 33% a más del 92%, de acuerdo al compromiso adquirido con el gobierno peruano en 1997.

El cuarto trimestre del año 2018 comenzó a operar la concentradora II en Toquepala una capacidad de molienda de 60,000 toneladas por día.

A pesar de la pandemia por el COVID-19, Southern Copper, por primera vez en su historia, superó la barrera del millón de toneladas de cobre; llegando a producir 1,001,369 toneladas.

Ilustración 3 Organigrama de Servicios Ambientales Fundición



FUENTE: Elaboración Propia

CAPITULO II

DESCRIPCION DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

2. MONITOREO DE PM 2.5 Y PM 10

La empresa Southern Peru en sus procesos metalúrgicos desarrollados en Fundición, emite diferentes agentes, como el PM10 y PM2.5 y gases como el SO_2 y CO_2 al medio ambiente, estos generan un impacto en la Provincia de Ilo, debido que el procesamiento está ubicado al norte de la ciudad.

Como parte del cumplimiento de la normativa ambiental, se debe realizar un monitoreo ambiental para verificar que dicho proceso cumple los Estándares de Calidad de Aire.

Cumpliendo sus compromisos ambientales como la reducción del 5% de intensidad de emisiones de gases. (SouthernCopperCorporation, Desarrollo Sustentable, Cambio Climatico, 2022)

2.1. PROGRAMACIÓN DE EQUIPO PARTISOL

a. Partisol Plus Modelo 2025iD

   Es un equipo de muestreo automatizado tipo secuencial, que recoge las partículas en filtros de 47 mm para su posterior pesado o análisis, estos filtros están instalados en un magazine con capacidad de hasta 16 filtros que mediante un dispositivo de cambio permite que los filtros realicen su corrida sin la presencia del personal operativo.

Ilustración 4 Partisol Plus 2025i



FUENTE: Pagina Web (ThermoScientific, 2022)

b. Operación del Equipo

El sistema colecta material particulado sobre dos filtros de 47mm el cual puede determinar partículas de fracciones gruesas (coarse) partículas con diámetro aerodinámico entre 2.5 µm - 10 µm y finos (fine) partículas con diámetro aerodinámico menores a 2.5 µm, simultáneamente alojados en portafiltros reutilizables. El sistema contiene 04 cargadores o magazines de forma tubular, 02 para

suministros de filtros y 02 para recepción y almacenamiento de los filtros después del muestreo. Cada magazine tiene capacidad para contener hasta 16 portafiltros, así como un mecanismo de intercambio de filtro que sustituye a 02 portafiltros a la vez.

c. Instalación de Magazine

- Verificar el estado del equipo y ver si existe algún tipo de alarma.
- Coloque el muestreador en modo de operación STOP (La esquina derecha de la pantalla debe mostrar Stop), para ello debe presionar <Run/Stop> y aparecerá en la pantalla solicitando Audit o Stop.
- Abrir la caja metálica y extraer el magazine correspondiente.
- Identificar la ubicación correcta para colocar el magazine que se va a instalar (lugar izquierdo para suministrar y lugar derecho para almacenar, al fondo los High flow y adelante los Low flow).
- Alinear las ranuras de la parte superior del depósito portafiltros con el montaje de postes en el anillo de metal que sujeta al magazine.
- Empujar el magazine hacia arriba y girar suavemente hacia la derecha para ubicarlo en su lugar.
- Unir el bulbo de la manguera que conecta la bomba al conector de aire del magazine. Ajustar el bulbo hasta que el pistón alcance el tope. Repetir los mismos pasos para instalar los otros magazines.

d. Retiro del Magazine

- Abrir la tapa del Partisol Plus y girar el depósito de porta-filtros, magazines, hacia la izquierda y tirar suavemente hacia abajo.

- Colocar los magazines con su respectiva tapa naranja en el depósito portafiltros para proteger su contenido durante el transporte.

- Registrar, en el formato, la información final de cada corrida la cual debe realizarse con mucho cuidado ya que será utilizada en el cálculo de la concentración de material particulado.

  Para proceder, se deberá seguir la siguiente secuencia.

  - Una vez en el menú principal, presionar ▶ seleccionar modo STOP.
  - Presionar el botón 🗐 y ubicar la opción VIEW RECORDS.
  - Ubicar la opción FILTER para que se muestren los registros y datos del muestreo.
  - Con los botones ⬅ o ➡podemos ir cambiando los datos de registros (fecha, datos de temperatura, flujos volumétricos, etc.) y ⬇ o ⬆ para ir cambiando de muestreo.
  - Repetir el proceso hasta registrar todos los muestreos programados en el formato.

e. Programación del muestreo

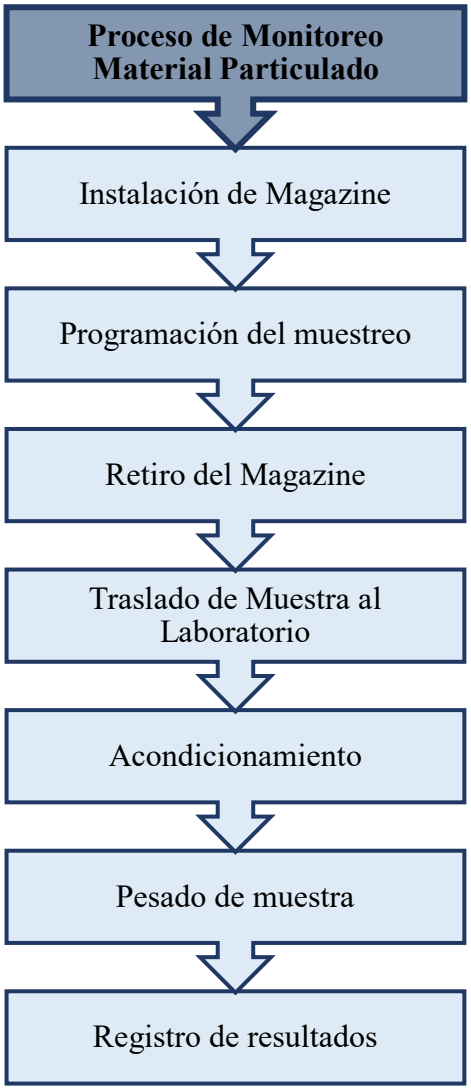
- Para proceder con la programación, el estado del equipo (mostrado en la pantalla) deberá presentar stat "S" y mode "STOP", porque anteriormente ya sé retiraron los filtros.
- Para programar la corrida de muestreos cada seis días, entrar a main menu presionando 🗐 . En main menú ir a la opción SAMPLE SETUP y presionar ↵. En la nueva pantalla, ubicarse en APPLY DEFAULT TIMES y presionar ↵, luego presionar ➡ para grabar la programación.
- Para ingresar los datos de filtros, presionar el botón correspondiente a FILTID.
- A continuación, aparecerá, una pantalla con título EDIT FILT/CASS ID, posicionarse en FILTER/CASETTE ID y presionar ↵.

- En esta pantalla se deberá llenar los datos de ID de Laboratorio de filtro e ID de portafiltros de los filtros Fine.
- Luego de ingresar todos los filtros a muestrear, ingresar una casilla más para el filtro de blanco. Para el filtro blanco, sólo se llenará el valor de la celda CASETTE, dejando la celda FILTER con el valor de 0.
- Salir de la pantalla de edición de FILT/CASS ID apretando y repetir los últimos 3 pasos. para el FILTER2/CASETTE2 ID, al que le corresponde los filtros Coarse.
- Salir a main menu presionando la tecla 🗐, posicionarse en la opción SAMPLE SETUP y presionar ↵ . Aparecerá la programación de corridas. Verificar que coinciden las fechas y horas de cada filtro programado.
- Una vez verificada la programación, salir del menú con la tecla 🗐. Cuando esté en la pantalla principal apretar la tecla ▶ , luego de lo cual aparecerá la pantalla preguntando ENTER SAMPLE MODE?; presionar ➡ para confirmar.
- Verificar que la pantalla muestre status WAIT cuando se retiren de la estación.

f. Manipulación del equipo

- El equipo Partisol-Plus Modelo 2025 es manipulado por el Analista de Calidad del Aire, Ingeniero de Calidad del Aire y Meteorología y/o personal autorizado de SSAA que cuente con competencia técnica.

Ilustración 5 Flujograma de muestreo



Fuente: Elaboración Propia

2.2. MANIPULACIÓN DE FILTROS PARA EQUIPO LOW VOL

a. Inserción a los portafiltros de muestreo

- Instalar los filtros en cada portafiltro. Los filtros que son destinados para muestrear PM 2.5 (fine), se les asigna un portafiltro con un número par, de la misma manera, los filtros que muestrean PM 10 (coarse), se les asigna un portafiltro con un número impar.

- Los filtros se colocan en los portafiltros correspondientes con ayuda de una pinza, y antes de cerrarlos, asegurarse que el tope y

el fondo del portafiltro estén encajados correctamente. Seguidamente, se coloca en el Petri Dish el código de filtro según corresponda a la estación y registrar los “Códigos de Laboratorio” y el “ID portafiltros” en el formato.

b. Preparación de los Magazine

- Se identifica 02 magazines etiquetándolos como “High Flow” (coarse) para ser instalados en la parte posterior del compartimiento de muestreo, etiquetar otros 02 magazines como “Low Flow” (fine) que son instalados en el compartimiento frontal.

- Los portafiltros correspondientes a las partículas coarse se colocan en el magazine correspondiente a Low Flow y los filtros designados a las partículas fine se colocan en el magazine High Flow.

- Retirar la tapa anaranjada del magazine y colocar el primer portafiltro con un “filtro dummy”, luego se debe insertar un segundo portafiltro que contiene el filtro blanco de campo, posteriormente insertar los portafiltro que será muestreado al último y así sucesivamente hasta terminar con el filtro que será el primero en muestrear, presionar para mover el pistón hacia abajo, haciendo espacio para el siguiente portafiltro.

- Después de haber insertado todos los portafiltros dentro del magazine, colocar nuevamente la tapa anaranjada para prevenir contaminación de los filtros. Este proceso se realiza en la sala de pesado y se verifica la correcta ubicación de cada filtro, el ID del laboratorio, la fecha, la hora de inicio y fin de la corrida.

- El magazine ya listo es transportado cuidadosamente en la caja metálica hasta la estación correspondiente para su instalación.

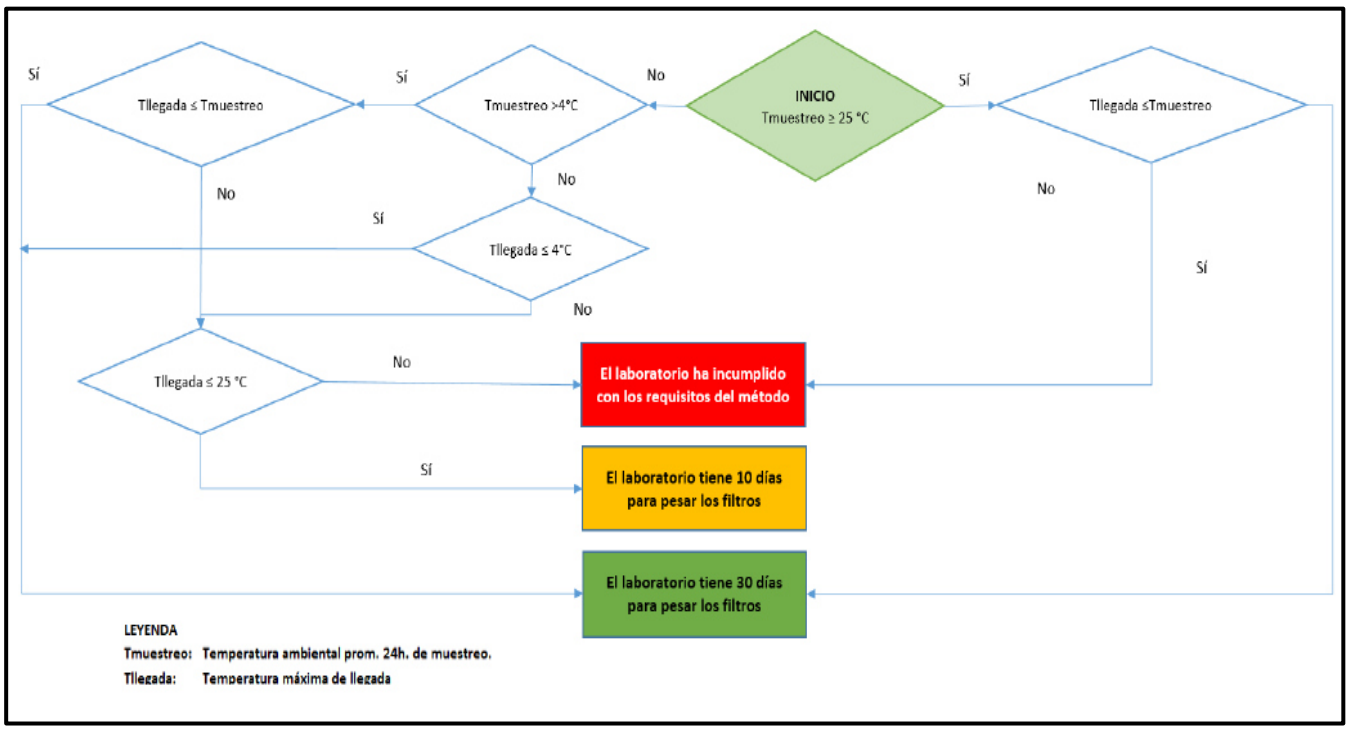
c. Traslado y recepción de los Magazine

- Una vez finalizado el muestreo, el traslado de filtros se tendrá que realizar en un cooler, que deberá contener como mínimo 4 ice packs para mantener la temperatura máxima de traslado inferior a la temperatura de muestreo y un termómetro digital.

- El cooler con los filtros se recepcionan en la "Sala de balanzas y preparación de filtros".

- El personal programado en la recepción procede a abrir el cooler y registra la temperatura máxima de llegada de las muestras, esta temperatura se compara con la temperatura de muestreo y se determina el tiempo máximo para realizar el pesado de los filtros luego del muestreo.

Ilustración 6 Diagrama de Flujo para establecer el tiempo máximo de pesado luego del muestreo



FUENTE: Southern Peru (SouthernCopperCorporation, 2022)

Ilustración 7 Flujograma de Pesado y Manipulación de Filtros



FUENTE: Southern Peru (SouthernCopperCorporation, 2022)

CAPITULO III
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

3.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Quijano Parra & Orozco M., 2005). En el aire se encuentran presentes diversos materiales, tanto en estado gaseoso como sólido y líquido. A estos materiales sólidos y líquidos se les conoce en las ciencias de la atmósfera como partículas. Las partículas han sido desde siempre un constituyente natural de la atmósfera, ya que pueden generarse a partir de procesos tan variados como la erosión del suelo ocasionada por el viento, los incendios forestales, el desprendimiento de polen de la vegetación y hasta las erupciones volcánicas.

El diseño del equipo de muestreo y la velocidad a la que se hace pasar el aire, hacen que solamente se capten en el filtro las partículas suspendidas de interés, en este caso la fracción respirable PM 2.5

El equipo de muestreo de la Ruprecht y Patashnick- Partisol 2025 Plus que cumple con todas las especificaciones de los métodos de referencia federal para la medición de PM 2.5, se instaló en la azotea de la facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Pamplona., que nos capta las emisiones vehiculares producidas por las fuentes móviles que utilizan como combustible el Diesel y la gasolina y además es una zona densamente poblada en la ciudad, con un flujo vehicular pesado.

(Sanchez Martinez, 2006). La toma de muestras y datos se llevó a cabo en tres campañas de monitoreo en dos lugares seleccionados del área metropolitana de Monterrey. Estas campañas fueron llevadas a cabo durante tres estaciones del año: invierno, primavera-verano y otoño. En estos periodos se utilizaron tres equipos de muestreo de partículas. Para determinar los tamaños de PMio se usó un contador de partículas Climet CI-500. La concentración de PM2.5 se midió en tiempo real mediante un nefelómetro óptico Data RAM 4. Simultáneamente, se tomaron muestras

de PM2.5 mediante un muestreador secuencial de aire Partisol Plus 2025. En la campaña de monitoreo de otoño se empleó un equipo muestreador de aire de alto volumen con el cual se obtuvieron una serie de filtros con una cantidad de muestra mayor que las que recupera el Partisol usado en las 3 campañas, esos filtros fueron sometidos a análisis específicos para toxicidad en las muestras.

Este equipo es útil para la obtención de muestras de contaminantes presentes en el aire. La muestra se colecta en un filtro, del cual se conoce su peso limpio, y, por diferencia, uno puede saber la masa de contaminantes que este colectó dentro de un volumen determinado en un intervalo de tiempo fijo si el objeto del muestreo es realizar un análisis gravimétrico.

(Rojano, Angulo, & Restrepo, 2012). La concentración de PM10 se determinó por el método gravimétrico, según lo establecido en el Método de referencia de la CFR para determinar materia particulado en la atmosfera menor de 10 micrómetros (Code of Federal Regulations. Appendix J to Part 50, 1997). Se empleó un muestreador de alto volumen con cabezal PM10, marca GRASEBY ANDERSEN modelo G310. Los equipos Hi-Vol, operaron 24 horas desde las 7:00 am hasta las 7:00 am del día siguiente. Se utilizó filtros de fibra de vidrio para las PST y filtros de fibra de cuarzo para las PM10. Los muestreos se desarrollaron con un flujo constante e de 1,130 m3 /min para las PM10 y de 1.24 m3 /min para los PST. Los filtros se colocaron antes y después del muestreo en un desecador marca VACUMFEST-DURAN que utiliza como elemento desecante la sílice gel por un periodo de 24 horas y de igual manera, se pesaban antes y después del muestreo en una balanza analítica con cámara de pesaje marca OHAUS ADVENTURER de referencia AR2140, con precisión de medida de 0.001 mg (1 μg). Los filtros fueron codificados teniendo el nombre de la estación, la numeración del equipo y la fecha. Los equipos se calibraron siguiendo el estándar de calibración recomendado por el fabricante. La concentración de las partículas PM2.5 se determinó

utilizando un muestreador de bajo volumen (Partisol), regulado como método equivalente de la CFR (40 CFR Part 58). El equipo cuenta con separador de partículas finas de diámetro aerodinámico de 2.5 μm, localizado en la entrada del aire. El muestreador operó 24 horas desde las 7:00 am hasta las 7:00 am del día siguiente, con flujo aproximado de 16.3 L/min. Se utilizo filtros de fibra de teflón de 47 mm. El Partisol está equipado con un mecanismo para cambiar automáticamente los filtros al final de un período de muestreo. Los filtros se mantienen dentro ± 5 °C de la temperatura ambiente. En cada punto se tomaron 30 muestras en el periodo comprendido desde el 4 de noviembre de 2010 hasta el 2 de febrero de 2011.

3.2. ANTECEDENTES NACIONALES

(Pacsi Valdivia & Murriel Gonzales, 2018). La principal fuente de contaminantes atmosféricos tales como el PM2,5 y sus precursores es el parque automotor que circula en las avenidas La Molina, Raúl Ferrero y Alameda del Corregidor, las cuales se caracterizan por presentar un flujo vehicular permanente y abundante en horas punta. Existen en el entorno del área de estudio zonas residenciales y comerciales, fuentes naturales asociadas a cerros sin vegetación y zonas agrícolas asociados a los campos de experimentación de la UNALM. La UNALM cuenta con aproximadamente 6424 estudiantes, de los cuales 5176 son estudiantes de pregrado y 1248 son estudiantes de posgrado (UNALM, 2014), personas que diariamente utilizan sus instalaciones y se exponen al nivel de calidad del aire de la zona. Para el muestreo de PM2,5 se utilizó un equipo muestreador de bajo volumen marca Partisol modelo 2000-H, que trabaja con un flujo de 16,7 litros/min y utiliza filtros de fibra de cuarzo de 47 mm de diámetro. El muestreador fue previamente calibrado por un laboratorio acreditado en la ciudad de Lima y el proceso de monitoreo se realizó según lo establecido por el protocolo de monitoreo de calidad del aire y gestión de datos de la DIGESA (DIGESA, 2005). Muestreo y evaluación de la concentración de PM2,5Los muestreos del PM2,5 se llevaron a cabo en

cinco puntos de monitoreo distribuidos en el campus de la UNALM. Los criterios de selección de los puntos de monitoreo son la facilidad de acceso, seguridad contra vandalismo, disponibilidad de energía eléctrica, ausencia de obstáculos y ser representativos (DIGESA, 2005). El período de monitoreo para las mediciones de las concentraciones de PM2,5 se realizó entre el 04 de julio y 19 de noviembre del 2016. La toma de muestras fue interdiaria durante el período de monitoreo. El tiempo de toma de muestra fue de 24 ± 1 hora (DIGESA, 2005). El equipo muestreador se desplazó de un punto de monitoreo a otro cada dos semanas. En total se registraron 70 datos diarios de concentración de PM2,5.

(Alvarez Tolentino & Suárez Salas, 2020). La campaña de monitoreo de PM10 y PM2.5 se llevó a cabo con un muestreador de bajo volumen (Partisol FRM 2000 de Thermo Scientific, EUA) a 16.7 L/min por un tiempo de 24 horas. Se empleó un ciclón para la colecta de PM2.5 y un cabezal de tipo inlet para PM10 (USEPA). En cada estación, el equipo se instaló entre los 8 y 10 m del suelo, cerca de las intersecciones de calles de gran confluencia vehicular y comercial; complementariamente se instaló una estación meteorológica (modelo 232 de Weatherhawk, EUA). La campaña de monitoreo se inició el 31 de julio de 2007 y terminó el 17 de octubre de 2008; durante este tiempo se realizaron colectas de PM10, con una frecuencia de monitoreo de cada tres días, y colectas de PM2.5, con una frecuencia de monitoreo de cada 15 días. Ambos tamaños de partículas fueron colectados en filtros de teflón con diámetro de 47 mm y tamaño de poro de 2.0 μm.

La colecta de PM10 y PM2.5 se desarrolló en forma secuencial, por ello, los equipos de monitoreo se trasladaron de una estación a otra, cada mes.

Los filtros obtenidos en toda la campaña fueron analizados por el Laboratorio Chester LabNet en EUA, certificado por el Programa Nacional de Acreditación de Laboratorios Ambientales (NELAC, por sus siglas en inglés). La masa se determinó por el método gravimétrico.

La concentración de PM10 en el centro urbano de Huancayo (65 ±31 µg/m3) fue significativamente mayor ($F = 44.25$; $p < 0.0001$) con respecto a las demás estaciones. Por lo tanto, el área urbana de Huancayo posee la mayor problemática de partículas del VM. Huancayo es considerada la capital comercial y económica de la región Junín y alberga el 84 % de la población del VM (aproximadamente 500000 habitantes). No se encontró diferencia significativa ($T = 0.09$; $p = 0.93$) entre las PM10 de JA (32 ± 12 µg/m3) y CON (28 ± 13 µg/m3), lo cual se debe a que son ciudades más pequeñas. Los tres elementos químicos con mayor concentración registrada en las PM10 en las tres estaciones de monitoreo fueron Si, Ca y Al, trazadores de fuentes geológicas o suelo. Este resultado es razonable por la mezcla de vientos que transporta materiales de áreas rurales y calles que no están pavimentados, por otro lado, en el tiempo de monitoreo se observaron diversas construcciones de edificios.

3.3. OBJETIVOS

a) Objetivo General

- Evaluar la calidad de aire ambiental en la provincia de Ilo por influencia de procesos metalúrgicos desarrollados en Fundición en material particulado utilizando equipo de bajo volumen.

b) Objetivos Específicos

- Programación de equipo Partisol Plus para monitoreo de material particulado PM10 y 2.5 bajo volumen.
- Asegurar la correcta manipulación de filtros en la determinación de material particulado.

CAPITULO IV

4.1. DISCUSIONES

El manejo del equipo Partisol Plus 2025i cumple con los protocolos Nacional de Monitoreo de Calidad de Aire, así mismo ha demostrado que puede muestrear de manera continua por un lapso de 24 horas, desarrollando un monitoreo continuo.

Registra adicionalmente parámetros como temperatura, presión barométrica y el volumen acumulado. Esta información puede ser descargada a un laptop de manera automática, así como también podemos verlo en la pantalla del equipo.

El uso del equipo en las distintas estaciones meteorológicas no hay presentado problemas durante los muestreos, constatando su efectividad a pesar que las estaciones se encuentran alejadas de la ciudad y con poco de presencia de cobertura de red internet.

Los monitoreos de material particulado realizados en Estación Jardín no han presentado falla durante le periodo de muestreo, ni se han registrado datos anómalos, teniendo en cuenta que es una estación que se encuentra situada al aire libre y que por las noches es expuesta ante las frías corrientes provenientes del Océano Pacifico.

4.2. APORTES

El tiempo laborado en la empresa Southern Peru, en el Departamento de Servicios Ambientales Fundición se aplicaron los conocimientos adquiridos en la universidad, pudiendo desarrollar los siguientes aportes profesionales:

- En conjunto con los Ingenieros de Calidad de Aire y Meteorología se realizo el mantenimiento trimestral de los equipos de monitoreos de material particulado como el cambio de cabezales, ajuste de sensores de temperatura, así como la limpieza interna y externa del equipo.

- Se ejecuto la preparación de magazine con filtros para el muestreo de material particulado, así como su envío en un cooler con ice packs para mantener la temperatura máxima traslado, la cual debe ser inferior a la temperatura de muestreo y un termómetro digital, para así determinar el tiempo máximo para realizar el peso de los filtros.

- En simultaneo se realizó la revisión y actualización de los documentos técnicos y de gestión referentes a la acreditación del Laboratorio de Emisiones, Calidad de Aire y Meteorología ante INACAL bajo el estándar ISO17025:2017 en 11 métodos de ensayo EPA 40: Método 1, método 2, método 3, método 4, método 5 y método 6, PM10 bajo volumen, PM2.5 bajo volumen, PM10 alto volumen, SO2 y Temperatura del aire.

CONCLUSIONES

- El monitoreo de material particulado realizado registró que los procesos metalúrgicos desarrollados en Fundición cumplen los Estándares de Calidad del Aire, salvaguardando la calidad del aire.

- La programación del equipo Partisol es desarrollada quincenalmente y tiene registrado monitoreos cada 3 días, durante 24 horas, en distintas estaciones instaladas dentro de la Provincia de Ilo, cumpliendo de la guía de aseguramiento de la calidad.

- El manejo de los filtros post-muestreo son cuidadosamente transportados, así como también se lleva un registro la temperatura máxima de trasladó con un termómetro digital esto nos sirve para poder determinar el tiempo máximo para poder realizar el pesado.

- El tiempo en la empresa fueron de gran provecho para poder formarme como profesional, llevando mis conocimientos adquiridos en mi etapa universitaria a la práctica.

RECOMENDACIONES

- Los resultados de los monitoreos de calidad del aire deberían ser de acceso público, puesto que sirven como antecedentes para la investigación, del mismo modo al ser publicado pueden dar fe del cumplimiento de los Estándares de Calidad de Aire.

- Realizar el mantenimiento, cambio de cabezales, ajuste a los sensores de temperatura de manera mensual ayudara a que el equipo Partisol Plus no presenten fallas debido están expuesto a las condiciones climáticas del medio ambiente.

  Finalmente, se recomienda la capacitación constante del personal del laboratorio para la manipulación de los equipos, sabiendo que estos son renovados constantemente y que las normativas ambientales se actualizan periódicamente.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez Tolentino, D., & Suárez Salas, L. (2020). *Aporte cuantitativo de las fuentes de pm10 y pm2.5 en sitios urbanos del valle del Mantaro, Perú.* Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v36n4/0188-4999-rica-36-04-875.pdf

COBRESUR. (2021). *FUNDICION.* Obtenido de https://www.facebook.com/COBRESURSPCC/photos/pb.100057268465813.-2207520000../4435230469893134/?type=3

Corporation, S. C. (2022). Obtenido de https://southerncoppercorp.com/historia/

Direct Industry, C. (2022). *Muestreador de aire Partisol 2025i.* Obtenido de https://www.directindustry.es/prod/cleanair-engineering-europe/product-115699-2298804.html

MINAM. (2017). *Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire.* Obtenido de https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Proyecto-de-DS-ECA-AIRE.pdf

MINAM. (2019). *"Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire.* Obtenido de https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/DS_N_10-2019-MINAM.PDF

Pacsi Valdivia, S., & Murriel Gonzales, F. A. (2018). *Evaluación espaciotemporal del material particulado PM2,5 y su relación con las variables meteorológicas en la Universidad Nacional Agraria La Molina.* Obtenido de https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/992/pdf_109

Quijano Parra, A., & Orozco M., J. A. (2005). *Monitoreo de Material Particulado-Fracción Respirable (PM 2.5) en Pamplona - Colombia.* Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/903/90330201.pdf

Rojano, R., Angulo, L., & Restrepo, G. (2012). *Niveles de Partículas Suspendidas Totales (PST), PM10 y PM2.5 y su Relación en Lugares Públicos de la Ciudad Riohacha.* Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v24n2/art06.pdf

Sanchez Martinez, L. A. (2006). *Estudio de las particulas de PM 2.5 y PM 10 en 2 zonas de area metropolitana de Monterrey durante 3 epocas del año.* Instituto Tecnologico de Estudios Superiores Monterrey. Mexico.

SouthernCopperCorporation. (2022). Obtenido de https://southerncoppercorp.com/acerca-de-scc/

SouthernCopperCorporation. (2022). *Desarrollo Sustentable, Cambio Climatico.* Obtenido de https://southerncoppercorp.com/cambio-climatico/

ThermoScientific. (2022). *Partisol Plus 2025i.* Obtenido de https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/2025I?SID=srch-srp-2025I

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Jackelyn Benigna Puma Villanueva
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 73032400
Correo electrónico : jpumavillanueva@gmail.com
Teléfono/Celular : 975032664

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado ( )
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía (X)
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis ( )
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico (X)

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: PROGRAMACIÓN Y MANIPULACIÓN DE EQUIPO PARTISOL PLUS 2025i PARA MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM10 Y PM 2.5 BAJO VOLUMEN EN SOUTHERN PERU

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.00
c) Fecha de publicación: 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : MILKO RAUL RIVERA CAMPANO
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29414070
c) ORCID : 0000-0002-4313-037X

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73032400
NOMBRES Y APELLIDOS : JACKELYN BENIGNA PUMA VILLANUEVA

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73032400

NOMBRES Y APELLIDOS : JACKELYN BENIGNA PUMA VILLANUEVA

FECHA : 2022