



Optimización del Proceso Analítico en el Laboratorio Ambiental X para el Equipo Mufla: Reducción de Tiempo y Controles de Seguridad

Autor: Lariann M Díaz Torres

Mentor: Rafael A. Nieves-Castro, PharmD.

Maestría en Manufactura Competitiva

Graduate Project EXPO, Mayo 2026

Resumen

El laboratorio ambiental X enfrenta retrasos en los resultados analíticos de los procedimientos que requieren la prueba de combustión, ya que la mufla se activa después del horario laboral. También, presenta el riesgo de exposiciones a gases nocivos, como el CO, al personal que labora al siguiente día debido a la difusión de los gases liberados en un sistema de ventilación cerrada. Para evaluar el evento, se desarrolló el proyecto con el objetivo de implementar un sistema de ventilación eficiente que transfiera los gases liberados por la mufla al exterior del laboratorio. La metodología DMADV se aplicó para seleccionar un ventilador adecuado. La implementación del ventilador dedicado a la mufla extrae los gases de combustión durante las horas laborables permitiendo la eficiencia en la jornada laboral y restablece la salud ocupacional. En adición, que el sistema cumpla con las regulaciones estatales y federales. Tras evaluar tres propuestas de ventiladores, se sugirió la campana “Sentry Air System” por su eficiencia, capacidad, costo y seguridad. Clave: *DMADV, Mufla, CO gases tóxicos, “hood”*

Revisión literaria

- ❑ El equipo térmico (mufla) se usa para convertir muestras de suelo en ceniza a 1100–1700 grados Celsius (°C), liberando gases tóxicos, como el monóxido de carbono (CO) [1].
- ❑ El CO es un gas incoloro e inodoro, altamente peligroso y requiere instrumentos especializados para su detección [2].
- ❑ OSHA ha desarrollado normas específicas (29 CFR 1910.1450) estableciendo Límites Permisibles de Exposición (LEP) a diversas sustancias tóxicas [3].
- ❑ DRNA junto a OSHA, establecen medidas de control el uso de un extractor de gases para proteger el ambiente y la salud personal [3].
- ❑ ANSI/AIHA Z9.5 establece normas para controlar emisiones y proteger la salud laboral mediante un sistema de extracción [4].

Problema y Objetivos

El laboratorio ambiental X, realizan análisis llamado “Lost On Ignition” (LOI), para determinar el porcentaje de carbono en muestras de suelo. Al activar la mufla, este procede a incrementar su temperatura hasta alcanzar el proceso de combustión. El proceso, libera concentraciones de gases, vapores y particulados nocivos directo al ambiente del laboratorio. Debido a este evento, se activa la mufla al finalizar la jornada laboral para evitar que el personal este expuesto a las emisiones. Esta acción genera retrasos analíticos, baja la eficiencia productividad y no asegura la ausencia de emisiones próximo día laboral.

- Los objetivos son:
- ❑ Reforzar la seguridad ocupacional.
 - ❑ Evaluar sistemas complementarios de ventiladores o extractores de aire
 - ❑ Mejorar la eficiencia laboral.
 - ❑ Sugerir revisiones de procedimientos y/o elaboración de nuevos documentos.

Metodología

La metodología usada para el proyecto es DMADV de Lean Six Sigma. Su enfoque es para desarrollar nuevos productos, procesos, servicios o mejorar los ya existentes.

DMADV se define en cinco fases presentada en la Tabla 1:

Metodología (cont.)

Tabla 1: Descripción de las fases de la metodología DMADV

Definir	Definir el problema central para orientar la continuidad a las siguientes fases del proyecto
Medir	Transformar las necesidades del cliente en medición cuantitativas científicas y físicas.
Analizar	Evaluar y analizar datos precisos que permitan explorar opciones que puedan manejar o controlar el problema existente.
Diseñar	Diseñar la solución y desarrollar los detalles del producto o proceso.
Verificar	Certificar y validar las ideas implementadas con base en su funcionamiento y resultados en las pruebas.

Discusión y Resultados

A continuación, la metodología DMADV se emplea para implementar un sistema extractor de gases asociado al uso de la mufla en el laboratorio.

Definir

- En el laboratorio ambiental X, la mufla emite gases nocivos en un área sin ventilación, lo que afecta la salud del personal y incumple normativas estatales e internacionales. Por ello, se procede a realizar lo siguiente:
- ❑ Recopilar datos medibles en unidades partes por millón (ppm) en concentraciones de gas CO usando el instrumento especializado.
 - ❑ Se evalúan opciones para instalar el ventilador en el área donde se encuentra la mufla.
 - ❑ Analizar los datos recopilados para determinar el equipo requerido para aislar los gases nocivos liberados al ambiente.
 - ❑ Se evaluarán los ventiladores que cumplan con las exigencias y necesidades del cliente.
 - ❑ Verificar la instalación y el funcionamiento del sistema de ventilación según las normas de OSHA y ANSI/ASSP Z9.5-2022.



Figura 1

Medir

- ❑ La medición cuantitativa se determina en base a las concentraciones de gases nocivos generados durante la combustión.
- ❑ El detector “Voice-Assisted Multi-Gas Detector” SN-FH307 registra concentraciones de gases como CO mayores de 30 ppm en el ambiente. Figura 2.
- ❑ El instrumento se ubica a 23 m³ para monitorear datos en función del tiempo y temperatura.
- ❑ La medición implica evaluar los parámetros físicos necesarios para implementar un sistema de ventilación en el uso de las muflas, sin afectar otras labores aledañas. Figura 3.



Figura 2

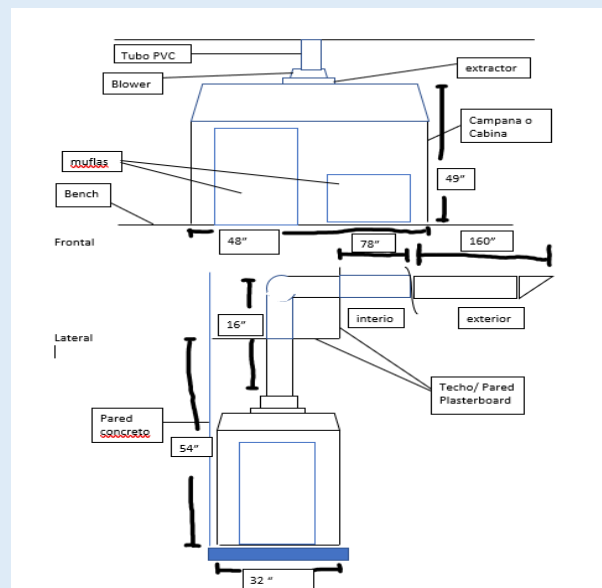


Figura 3

Discusión y Resultados (cont.)

Analizar

Durante la combustión, se registró las temperaturas (°C), tiempo en minutos (min) y concentraciones de CO (ppm), usando el detector SN-FH307. Las lecturas superiores a 31 ppm fueron cortos y precisos. A continuación, se presentan los datos graficados.

