



Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Modalidad: Experiencia Profesional

Título del Proyecto:

Asesoría Ambiental al Sector Industrial

Datos del Alumno

Irving Reyna Villa

210301882

Nombre de la Empresa:

DAVIDA LyH, S.A. de C.V.

Nombre del jefe directo:

IBI. Minerva Hernández Hernández

Representante legal

Trimestre Lectivo

Trimestre: 20-I

21 de agosto de 2020

Declaratoria

Yo, Minerva Hernández Hernández, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de Proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la 12 Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.

Yo, Irving Reyna Villa, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.

Tabla de Contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO	7
2. DESARROLLO DE PROYECTOS	9
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ACTIVIDADES A LA QUE SE DEDICA.....	11
4. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O SECCIÓN	11
5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL PUESTO	13
6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL O DE LOS PROYECTOS EN QUE SE PARTICIPÓ, EN LA CUAL SE INCLUYA LA DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL TRABAJO REALIZADO Y RESPONSABILIDAD.	17
6.1. Proyecto de monitoreo de partículas suspendidas totales (PST's).....	17
Acondicionamiento del puerto de muestreo y colocación del tren de muestreo.....	18
Ejemplo de cálculo para la determinación de humedad y el diámetro de boquilla	27
Determinación del Factor K en el muestreo preliminar	32
6.2. Proyecto monitoreo de gases de combustión.	38
Ejecución del muestreo de gases de combustión	45
Cálculo de error del analizador, bias inicial, bias final y drift	46
Cálculo de la concentración corregida de Monóxido de Carbono (CO).	51
6.3. Proyecto de Secretaria del Trabajo y Previsión Social.....	54
NOM-006-STPS-2014 - Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Publicada en el DOF el 11/09/2014.	55
NOM-017-STPS-2008 - Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Publicada en el DOF el 09/12/2008.	60
NOM-019-STPS-2011 - Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. Publicada en el DOF el 13/04/2011.	65
NOM-026-STPS-2008 - Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Publicada en el DOF el 25/11/2008.	72
NOM-029-STPS-2011 - Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad. Publicada en el DOF el 29/12/2011.	80
6.4. Proyecto de Consultoría Ambiental.....	88
7. APÉNDICES	93
7.1. Apéndice del proyecto monitoreo de partículas suspendidas totales (PST's).....	93
7.2. Apéndice del proyecto monitoreo de gases de combustión.	99

7.3. Apéndice del proyecto Secretaria del Trabajo y Previsión Social.....	106
8. BIBLIOGRAFÍA.....	107

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social Participación.....	10
Tabla 6.1. Características generales de las fuentes fijas.....	17
Tabla 6.2. Relación de Ecuaciones en la determinación de Partículas Suspendidas Totales (PST's).	25
Tabla 6.3. Características del ducto o chimenea.....	27
Tabla 6.4. Parámetros de campo.....	28
Tabla 6.5. Determinación de gases de combustión.....	30
Tabla 6.6. Selección de Boquillas, Fuente: Expresión de resultados Norma NMX-AA-010-SCFI-2001.	32
Tabla 6.7. Parámetros para la determinación del Factor K.....	33
Tabla 6.8. Resumen de resultados de PST's Empresa Ilusión, S.A. de C.V.....	34
Tabla 6.9. Hoja de Campo 1 de Ilusión, S.A. de C.V.....	35
Tabla 6.10. Hoja de Campo 2 de Ilusión, S.A. de C.V.....	36
Tabla 6.11. Resumen de resultados de PST's Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V. .	37
Tabla 6.12. Resumen de resultados de PST's Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.....	37
Tabla 6.13. Resumen de resultados de PST's Solara Farmacéutica S.A. de C.V.....	37
Tabla 6.14. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos existentes a la entrada en vigor de la Norma Oficial Mexicana ⁽¹⁾	42
Tabla 6.15. Error de calibración del analizador (ACE).....	47
Tabla 6.16. Determinación de Bias y Drift para el Oxígeno (O ₂).....	48
Tabla 6.17. Determinación de Bias y Drift para el Monóxido de Carbono (CO).....	48
Tabla 6.18. Resumen de resultados de Bias inicial Oxígeno (O ₂) y Monóxido de Carbono (CO).....	48
Tabla 6.19. Resumen de resultados de corrida de condiciones finales Oxígeno (O ₂) y Monóxido de Carbono (CO).....	49
Tabla 6.20. Lecturas de Monóxido de Carbono (CO).....	49
Tabla 6.21. Resumen de resultados de Bias final Oxígeno (O ₂) y Monóxido de Carbono (CO).....	50
Tabla 6.22. Resumen de resultados de Drift Oxígeno (O ₂) y Monóxido de Carbono (CO).....	50
Tabla 6.23. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Ilusión, S.A. de C.V.	52
Tabla 6.24. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.....	53
Tabla 6.25. Actividades y periodicidad de revisión y mantenimiento de maquinaria.....	57
Tabla 6.26. Determinación del equipo de protección personal.....	61
Tabla 6.27. Señalamientos uso obligatorio de EPP.....	63

Tabla 6.28. Numeral C.7 de la tabla C.1 Señales de precaución de la Norma NOM-026-STPS-2008.	74
Tabla 6.29. Requerimientos de identificación en el sistema de tuberías.	74
Tabla 6.30. Identificación de tuberías.	75
Tabla 6.31. Señales de obligación.	77
Tabla 6.32. Altura de las partes vivas sin proteger sobre el espacio de trabajo.	82
Tabla 6.33 Actividades y tiempos de mantenimiento eléctrico.	84
Tabla 6.34. Parámetros para la determinación del factor de emisión.	88
Tabla 6.35. Resumen de resultados de emisión de partículas suspendidas totales para Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.	90
Tabla 6.36. Resumen de resultados de emisión de partículas suspendidas totales para Medidores Delaunet, S.A. de C.V.	90
Tabla 6.37. Resumen de resultados de emisión de partículas suspendidas totales para Solar Farmacéutica, S.A. de C.V.	91
Tabla 6.38. Emisiones Nacionales por Fuentes Antropogénicas (2016, SEMARNAT).	91
Tabla 6.39. Emisiones Nacionales por Fuentes Antropogénicas, determinación porcentual (2016, SEMARNAT).	92
Tabla 7.1. Hoja de Campo 1 de Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.	93
Tabla 7.2. Hoja de Campo 2 de Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.	94
Tabla 7.3. Hoja de Campo 1 de Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.	95
Tabla 7.4. Hoja de Campo 2 de Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.	96
Tabla 7.5. Hoja de Campo 1 Solara Farmacéutica S.A. de C.V.	97
Tabla 7.6. Hoja de Campo 2 Solara Farmacéutica S.A. de C.V.	98
Tabla 7.7. Hoja de campo parámetros de monitoreo de gases de combustión – Glas-co-mex, S.A. de C.V.	99
Tabla 7.8. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Ilusión, S.A. de C.V.	100
Tabla 7.9. Resumen de parámetros y lecturas de Monóxido de Carbono – Ilusión, S.A. de C.V. ...	101
Tabla 7.10. Hoja de campo parámetros de monitoreo de gases de combustión – Ilusión, S.A. de C.V.	102
Tabla 7.11. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.	103
Tabla 7.12. Resumen de parámetros y lecturas de Monóxido de Carbono – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.	104
Tabla 7.13. Hoja de campo parámetros de monitoreo de gases de combustión – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.	105
Tabla 7.14. Formato del Programa Especifico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria y equipo de la Norma NOM-006-STPS-2014.	106

Índice de Figuras

Figura 6.1 Arreglo de impactores para PST's (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)...	19
Figura 6.2. Diagrama del portafiltro (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)	20
Figura 6.3. Ejemplo del ensamble del sistema de muestreo para PST's (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)	21
Figura. 6.4. Soporte de la caja de muestreo (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual).....	21
Figura 6.5. Tren de muestreo (caja caliente y caja fría) (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual).....	22
Figura. 6.6. Diagrama de Ducto o Chimenea (Elaboración propia).....	27
Figura 6.7. Descripción del analizador de gases Testo modelo 340 (Fuente: Manual de Operación equipo analizador de gases Testo, modelo 340).	44
Figura 6.8. Diagrama de secuencia de monitoreo de gases de combustión (Fuente: EPA 7E, 2008 Testing Flow Chart).....	46
Figura 6.9. Ejemplo de Acta Verificación de la Comisión de Seguridad e Higiene (Fuente: Acta de Verificación de la Comisión de Seguridad e Higiene, NOM-019-STPS-2011, Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.).....	70
Figura 6.10. Evidencia de Acta de Inspección física. (Fuente: Acta de Verificación de la Comisión de Seguridad e Higiene, NOM-019-STPS-2011, Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.).	71
Figura 6.11. Código de colores para tuberías NOM-026-STPS-2008. (Fuente: Capacitación sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo).	73
Figura 6.12. Identificación de la tubería (Fuente: Capacitación sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo).	73
Figura 6.13. Evidencia de tierra física (Fuente: imagen tomada del archivo de levantamiento).	82
Figura 6.14. Formato de Permiso para Trabajos Especiales (Fuente: Elaboración propia).....	86
Figura 6.15. Gráfico de Inventario Emisiones Nacionales por fuentes antropogénicas (Fuente: SEMARNAT, 2018).....	92

1. RESUMEN EJECUTIVO

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio en el año de 1994, México se hizo partícipe de la Economía Global con dos grandes potencias comerciales que son Estados Unidos de América y Canadá, cuyas normativas en materia ambiental, económica y laboral son más avanzadas en la aplicación y formulación de políticas para el desarrollo de su industria. De lo anterior, fue imperativo para México insertarse en una serie de actualizaciones y regulaciones en materia de cuidado al medio ambiente, en lo laboral y lo económico para mejorar las condiciones prevalecientes en la industria y ser más competitivo.

Consecuencia de ello, son las publicaciones constantes en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2012, 2014) de distintas normas que ahora regulan a nivel federal, las condiciones de seguridad y salud que deben seguir los centros de trabajo, las emisiones o descargas de contaminantes por la industria y las multas a que son acreedores los centros de trabajo que no cumplen con lo que les aplica. Este trabajo está basado en el conocimiento y aplicación de la normativa mexicana para diferentes giros industriales, pero que bien aplicadas son una oportunidad para mejorar, ahorrar y cuidar el ámbito laboral como el medio ambiente.

El reporte de proyecto de integración comprende el desarrollo de cuatro proyectos, los cuales ofrecieron una ventana de oportunidad para aplicar conceptos, métodos de trabajo y conocimientos aprendidos durante la carrera de ingeniería ambiental.

El primer proyecto que se presenta corresponde a la realización de las pruebas preliminares para el armado del tren de muestreo con el fin de monitorear uno de los contaminantes presentes en la industria, las denominadas partículas suspendidas totales o PST's. Se presenta el desarrollo de cálculo para determinar la humedad de la corriente gaseosa, el diámetro de boquilla y el factor K y se compara con los límites máximos permisibles a que son sujetos las fuentes fijas para cuatros empresas, basado en la Norma NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas (SEMARNAT, 1993).

El segundo proyecto corresponde al monitoreo de gases de combustión para cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, cuyo objetivo es establecer los límites máximos permisibles de emisión de humo, partículas monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire (SEMARNAT, 2011). Con base en, el tipo de combustible empleado por las calderas, la zona geográfica en donde se encontraban, la capacidad térmica nominal – menor de 5.3 GJ/h – presente en todas las calderas y al uso de la Tabla 1 de la citada Norma de referencia, este segundo proyecto se centró solamente

en la determinación del gas denominado monóxido de carbono (CO). Este gas presenta las características de ser: incoloro, inodoro y en altas concentraciones puede ser fatal.

La intoxicación por este contaminante es uno de los tipos más comunes de envenenamiento, puede inhabilitar el transporte de oxígeno hacia las células y provocar mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte. Para este proyecto se muestra el desarrollo de la memoria de cálculo basada en los parámetros de los métodos USEPA 3A, USEPA 10 y el límite máximo permisible indicado en la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, para tres empresas y se determina la concentración total de monóxido de carbono (CO) en partes por millón volumétricas (ppm).

El tercer proyecto, corresponde a la materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, desarrollado en las siguientes normas: la NOM-006-STPS-2014 referida al manejo de cargas y materiales, la NOM-017-STPS-2008 que habla sobre la importancia de proporcionar equipo de protección personal (EPP) a los trabajadores; la NOM-019-STPS-2011 que indica administrativamente la obligación de una empresa a contar con una Comisión de Seguridad e Higiene; la NOM-026-STPS-2008 que obliga a la empresas a manejar códigos de colores en sus tuberías y la señalética dentro del centro de trabajo y por último, la NOM-029-STPS-2011 que requiere que se desarrollen los procedimientos y las condiciones de seguridad al realizar los mantenimientos eléctricos. Cabe mencionar que cada una de las Normas en materia de STPS, contiene puntos a cumplir o desarrollar en cada centro de trabajo por parte del patrón. Sin embargo, el trabajo desarrollado en este tercer proyecto tiene un alcance parcial de puntos indicados en las Normas, como son: desarrollo de procedimientos específicos, la identificación de factores de riesgos asociados a las diferentes actividades realizadas, elaboración de formatos para permisos de trabajo y la creación del acta de verificación de instalaciones, entre otros. Se presenta la aplicación de las Normas STPS para tres diferentes empresas.

El cuarto proyecto consiste en la consultoría ambiental aplicada a los trámites a que están sujetas las industrias que emiten contaminantes a la atmósfera a nivel estatal, ejemplo de ello, es la denominada Cédula de Operación Integral (COI). Que se constituye como un reporte anual relativo a la emisión de contaminantes a la atmósfera, generación de residuos no-peligrosos y la emisión de contaminantes en sus aguas residuales ocurridas en el año calendario anterior. Su presentación forma parte de las obligaciones fijadas en el Reglamento del Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México, facilitando tanto el seguimiento de la operación de la fuente fija como la integración del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera, al agua y la generación de residuos no peligrosos, de fuentes fijas.

En este último proyecto, se desarrolla y calcula la emisión anual de partículas suspendidas totales en kg/año, empleando para esto, los resultados de los informes del primer proyecto de la evaluación de PST's de las cuatro empresas y las ecuaciones mencionadas en el documento AP – 42 Compilation of Air Emissions Factors (AP-42, 1995). Este resultado fue el que se reporta para las COI's de las

empresas arriba mencionadas. Asimismo, se presenta el comparativo de la emisión anual por fuente fija para cada empresa.

2. DESARROLLO DE PROYECTOS

A) Proyecto monitoreo de partículas suspendidas totales: se llevó a cabo del 17 de septiembre del 2018 al 30 de enero del 2019, el cual consistió en determinar por método isocinético la emisión y concentración de partículas sólidas totales, contenidas en los gases que fluyen por un conducto provenientes de fuentes fijas, basado en los métodos NMX-AA-054-1978-SCFI, NMX-AA-009-1993-SCFI y NMX-AA-010-2001-SCFI, respectivamente. En dicho proyecto me desarrollé en el puesto de técnico de muestreo y dentro de las actividades que realicé se encuentran el colocar el tren de muestreo, determinar la humedad de los gases en la chimenea, llenado de las hojas de campo (SCFI, 1992; SCFI, 1993; SCFI, 2001).

Se llevó a cabo en varias empresas tales cómo; Ilusión S.A. de C.V., Servicios profesionales de impresión S.A. de C.V., Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V., Solara Farmacéutica, S.A. de C.V.

B) Proyecto monitoreo de gases de combustión: se llevó a cabo del 13 de febrero del 2019 al 10 de abril del 2019, el cual consistió en la medición y análisis de los gases emitidos por equipos de combustión de calentamiento indirecto, basándome en el método NMX-AA-035-SCFI-1976 y EPA 10 2008, en este proyecto me desempeñé como muestreador para el manejo del equipo TESTO 340 y en el llenado de las hojas de campo (SCFI, 1976). Cabe mencionar que el proyecto estuvo delimitado sólo a la determinación de monóxido de carbono (CO) debido a que la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, estipula tres condicionantes a determinar en cada fuente fija, las cuales son: primero, ubicación geográfica de la fuente fija; segundo tipo de combustible empleado por el equipo de combustión y tercero, la capacidad térmica nominal en GJ/h (o Caballos Caldera) (SEMARNAT, 2011). Una vez con estos tres datos, se procede a ingresar a la Tabla 1 o 2 de la Norma de referencia y se puede determinar el gas o gases de combustión que le aplican. Con base en, los datos de cada empresa en que se evaluó se determinaron que sólo aplicaba la determinación de monóxido de carbono (CO) y el oxígeno, pero este último es sólo para corregir el exceso de aire con que trabajan las calderas.

La determinación se realizó en las empresas: Glas-co-mex, S.A. de C.V., Ilusión S.A de C.V. y Servicios profesionales de Impresión S.A. de C.V.

C) Proyecto Secretaría del Trabajo y Previsión Social: se inició el 14 de mayo del 2019 y se terminó el 26 de octubre del 2019. La participación que tuve en este proyecto consistió en la aplicación de las normas enlistadas en la siguiente **Tabla 2.1**, que se muestra a continuación:

Tabla 2.1. Norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social Participación.

NOM-006-STPS-2014	Levantamiento de información en campo y llenado de las tablas identificando el tipo de riesgo que representa, el manejo de cargas y materiales que se realicen dentro de la empresa (STPS, 2014).
NOM-017-STPS-2008	Levantamiento de información en campo y la selección, uso y manejo del equipo de protección personal necesario para el personal interno de la empresa (STPS, 2008).
NOM-019-STPS-2011	Levantamiento de información en campo junto con la constitución y el funcionamiento que debe tener la comisión de seguridad e higiene dentro de la empresa (STPS, 2011).
NOM-026-STPS-2008	Levantamiento de información en campo y elaboración del informe en el cual se redacta, como debe de estar señalizada y pintada la tubería por la que transitan fluidos (STPS, 2008).
NOM-029-STPS-2011	Levantamiento de información en campo y elaboración del informe en el cual se redactan, las condiciones de seguridad que deben aplicarse para dar mantenimiento a instalaciones eléctricas (STPS, 2011).

Las normas se aplicaron en las siguientes empresas: Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V., Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V., Univar de México, S.A. de C.V., Corporativo DL, S.A. de C.V. Para su revisión en caso de que las empresas tengan una inspección por parte de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social o algún auditor externo.

- D) **Consultoría ambiental:** con base en la participación a los proyectos antes mencionados, la IBI. Minerva Hernández Hernández, en su carácter de representante legal de Davida LyH, S.A. de C.V., tomó la decisión de colocarme en el puesto de consultor ambiental, puesto en el cual me desarrollo a partir del 3 de noviembre del 2019 a la fecha, las funciones que desempeño son las de brindar asesoría a las empresas, sobre los trámites y normatividad que les aplica en los rubros de Protección Civil, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Medio Ambiente. Todo esto con el fin de brindar el servicio que el cliente requiera.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ACTIVIDADES A LA QUE SE DEDICA

DAVIDA LYH, S.A. DE C.V., fundada en el año 2009, es una empresa dedicada a la consultoría y asesoría ambiental dirigida al sector industrial, dentro de las actividades a las que se dedica, se encuentran: trámite de registro de descarga de agua residual, licencia ambiental única, cédula de operación anual e integral, registro de generación de residuos peligrosos y de manejo especial, desarrollo de las normas de Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) que le aplican al sector industrial para el control y vigilancia a la salud de los trabajadores, programa de protección civil a nivel municipal y estatal, junto con la capacitación a las brigadas de atención de emergencias, evaluación de fuentes fijas como lo son partículas suspendidas totales, gases de combustión y ruido perimetral.

4. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O SECCIÓN

Proyecto monitoreo de partículas suspendidas totales. El Departamento en materia de fuentes fijas, cuenta con personal de monitoreo, un Coordinador de Operaciones, tres consolas para monitorear las partículas suspendidas totales (PST's) con todos sus accesorios para montaje del tren de muestreo. Asimismo, se cuenta con una balanza analítica marca Ohaus para la determinación gravimétrica de las partículas sólidas, dentro del laboratorio que esta acondicionado a temperatura y humedad relativa bajo especificación de la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 (NMX-AA-010, 2001). Todo el personal que realiza los monitoreos en fuentes fijas debe usar siempre su equipo de protección personal (casco, tapones auditivos, arnés con línea de vida, zapato de seguridad, etc.) para realizar las evaluaciones.

Una vez que se realiza el monitoreo de partículas suspendidas totales en las fuentes fijas – ductos o chimeneas derivadas de procesos de la industria en donde se emiten partículas sólidas, líquidas o gaseosas -, la muestra obtenida se lleva al departamento de laboratorio en cajas petri etiquetadas, en

donde, por la técnica de gravimetría se determina la masa contenida en los filtros (en miligramos). Este dato al final del informe se captura en la memoria de cálculo, para determinar la concentración de las partículas suspendidas totales (concentración en miligramos/metro cúbico, mg/m³) para cada fuente fija y se compara con el límite máximo permisible que está definido en la Norma NOM-043-SEMARNAT-1993 y/o con la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, para equipos de calentamiento indirecto.

Proyecto monitoreo de gases de combustión: El Departamento en materia de fuentes fijas, cuenta con personal de monitoreo, un Coordinador de Operaciones, cinco analizadores de gases marca Testo para monitorear gases de combustión como son: el bióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y monóxido de carbono (CO) y un analizador marca Shimadzu que determina NO_x, bajo las especificaciones indicadas en la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 para equipos de calentamiento indirecto y sus accesorios para montaje del tren de muestreo. Todo el personal que realiza los monitoreos en fuentes fijas debe usar siempre su equipo de protección personal (casco, tapones auditivos, arnés con línea de vida, zapato de seguridad, etc.) para realizar las evaluaciones.

Para el caso del monitoreo de gases de combustión, la muestra se acondiciona en el equipo de muestreo o analizador marca Testo modelo 340. Dentro del mismo, la muestra se succiona y se retira la fracción de agua contenida en los gases de chimenea, por lo que, se dice que la muestra obtenida es analizada en fracción seca. Este monitoreo se considera *in situ*, por lo tanto, no es necesario llevar la muestra al laboratorio. El analizador determina la concentración de los gases mediante el principio de celda electroquímica para el caso del monóxido de carbono y los óxidos de azufre, para el caso del bióxido de carbono (CO₂), se realiza mediante la técnica de infrarrojo no dispersivo. La Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, especifica que se requiere un total de 60 lecturas por cada gas a determinar en la fuente fija para validar una corrida del gas de interés. Una vez determinado el valor se ingresa a la memoria de cálculo en donde se hacen ajustes tanto en porcentaje de oxígeno, como en concentraciones asociadas al error de medición (bias inicial y bias final), por último, se compara con el límite máximo permisible que está definido en las Tablas 1 y 2 de la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 y, se determina si la fuente fija cumple o no cumple con los límites máximos permisibles (SEMARNAT, 2011).

Proyecto Secretaría del Trabajo y Previsión Social: El departamento cuenta con ingenieros para el levantamiento de datos en materia de STPS y un Coordinador de Área. Los ingenieros son asignados a las empresas en donde se solicita el servicio y se especifica mediante una Orden de Servicio en donde se describe el alcance de las normas a desarrollar. También se cuenta con capacitación en el manejo del riesgo asociado por Norma en los centros de trabajo. Una vez que se entrega la orden de servicio, el ingeniero asignado a la actividad hace una cita con la empresa y le solicita información general de la empresa y de los rubros asociados a las normas a desarrollar. Es ahí en donde comienza el levantamiento de datos para revisar las condiciones de seguridad, los formatos con que cuenta para sus actividades – ejemplo, permisos de trabajo, listas de asignación de equipo de protección personal,

etc. -, se revisan las condiciones prevalecientes en los puestos de trabajo, en las tuberías, en las puestas a tierra, etc. Se llega a las instalaciones mediante automóvil y se realiza el recorrido en toda la instalación. Al final se comparan los requisitos que solicita la norma de referencia con los levantamientos en el centro de trabajo, por lo que se entregan observaciones de cumplimiento de las distintas normas de referencia contratadas.

Proyecto de Consultoría ambiental: El departamento cuenta con ingenieros para el levantamiento de datos en materia de STPS, medio ambiente y protección civil y, un Coordinador de área. Los ingenieros son asignados a las empresas en donde se solicita el servicio y se especifica mediante una Orden de Servicio en donde se describe el alcance de la asesoría a realizar. Una vez que se entrega la orden de servicio, el ingeniero asignado a la tarea hace una cita con la empresa y le solicita información general de la empresa y de los rubros asociados para la gestión ya sea ambiental, de protección civil o en inspecciones de Seguridad y Salud del trabajo.

Es ahí en donde comienza el levantamiento de datos o revisión de documentos legales para revisar los condicionantes que solicita la autoridad a cumplir o subsanar – actas de inspección, comunicados, repuestas a licencias de funcionamiento en materia de emisiones a la atmósfera, etc. Una vez con el análisis de información, se traza una ruta o varias rutas a seguir para dar cumplimiento a los requisitos de la autoridad. Ya desarrollado el trabajo se arman la(s) carpeta(s) con la evidencia de cálculos, fotografías, estudios ambientales o los requisitos que solicita la norma de referencia y se ingresan a la instancia que corresponda, pudiéndose ser Federal, Estatal y/o Municipal. Se espera la respuesta por parte de la autoridad y la misma se entrega al cliente.

5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL PUESTO

Proyecto monitoreo de partículas suspendidas totales.

El nombre del puesto para la determinación de partículas suspendidas totales (PST's), es técnico ambiental. Para el correcto desempeño en estos monitoreos tuve que desempeñarme como ayudante general en principio en la técnica determinación de partículas sólidas, el cual está basado en un procedimiento técnico interno denominado "Condiciones generales para la determinación de la concentración de partículas totales contenidas en los gases que fluyen por un conducto por muestreo Isocinético" (PR-AAR-006, 2014) y que está basado en lo estipulado y descrito en la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001, contaminación atmosférica - fuentes fijas -determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto - método isocinético (SEMARNAT, 2001).

En este procedimiento se describe de manera específica, como se debe realizar un reconocimiento preliminar de las condiciones prevalecientes en la chimenea o fuente fija, los puertos de muestreo, el armado del tren de muestreo, todos los materiales y reactivos a ocupar en la prueba, los tiempos de monitoreo, los cálculos con sus ecuaciones asociadas a la determinación del isocinetismo en la corriente gaseosa o de partículas, la extracción adecuada de la muestra (filtro con materia particulada) y el transporte de la muestra hasta su ingreso al laboratorio para su posterior análisis gravimétrico.

De lo arriba mencionado, las actividades asociadas al puesto en que me desempeñe principalmente fueron:

- a) Arribar al lugar de muestreo con la dirección en el horario acordado.
- b) Realizar un levantamiento físico de las dimensiones de las chimeneas para verificar las condiciones ideales de monitoreo.
- c) Cumplir con los cursos internos de seguridad y salud de cada instalación o empresa y las políticas de equipo de protección personal.
- d) Armar el tren de muestreo a la altura en donde se encuentren ubicados los puertos de muestreo.
- e) Determinar la composición de los gases de chimenea (O_2 , CO_2 y CO), la temperatura de los gases, presión absoluta, presión estática, presión velocidad (ΔP) de los gases en la chimenea, la humedad de la corriente gaseosa, la velocidad de los gases, el valor de la K para ajuste de consola y el diámetro de boquilla.
- f) Manejo de calculadora u hoja de cálculo Excel para la captura de datos.
- g) Ingreso de muestras – filtros con material de PST – a laboratorio.
- h) Llenado de formatos y hojas de campo relativos a la prueba de partículas sólidas.
- i) Captura de informe final.
- j) Acomodo y limpieza de equipo de monitoreo al finalizar la prueba.

Estas actividades arriba mencionadas, se realizaron en las cuatro empresas en donde colabore como técnico ambiental para la prueba de partículas sólidas.

Proyecto monitoreo de gases de combustión.

El nombre del puesto para la determinación de gases de combustión es técnico ambiental. Toda la determinación de los gases de combustión comprende el procedimiento interno de laboratorio titulado “Determinación de Oxígeno, Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono por el método instrumental” (PR-AAR-016, 2014) y que está basado en lo estipulado y descrito en las norma americanas EPA 3A Determination of Oxygen and Carbon Dioxide Concentrations in Emissions From Stationary Sources (Instrumental Analyzer Procedure) (USEPA 3A, 2008) y EPA 10 Determination of Carbon Monoxide emissions from stationary sources (Instrumental Analyzer Procedure) (USEPA 10, 2008). Cabe señalar que estos procedimientos arriba mencionados, son los métodos de medición que especifica la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 en su Tabla 4, para determinar la composición de los gases de chimenea.

Con respecto a las actividades asociadas al puesto en que me desempeñe, puedo mencionar las siguientes:

- a) Siempre se llegó al lugar de muestreo con la dirección en el horario acordado.
- b) Realice antes de iniciar la medición de gases de combustión un levantamiento físico de las dimensiones de las chimeneas para verificar las condiciones ideales de monitoreo.
- c) Se cumplió con los cursos internos de seguridad y salud de cada instalación o empresa y las políticas de equipo de protección personal.
- d) Armé el tren de muestreo para determinación de gases a la altura en donde se encontraban ubicados los puertos de muestreo.
- e) Se determinó mediante la técnica de muestreo *in situ* – EPA 3A (2008) y EPA 10 (2008)– la composición de los gases de chimenea (O_2 , CO_2 , y CO), la temperatura de chimenea, presión absoluta, presión estática, presión velocidad (ΔP) de los gases, la humedad, la velocidad de los gases, bias inicial, bias final, drift.
- f) Se maneja calculadora u hoja de cálculo Excel para la captura de datos.
- g) Se manipularon tanques de gas de materiales de referencia para ajuste de celdas electroquímicas en el analizador Testo.
- h) Se realizó siempre el llenado de formatos y hojas de campo relativos a la prueba de gases de combustión, para el caso del monóxido de carbono (CO).
- i) Se capturó el informe final.
- j) Y al final de las pruebas siempre se limpió el equipo de monitoreo y se acomodó en maletines para su transporte seguro.

Proyecto Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

El trabajo por desempeñar en el desarrollo de normas de Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), está basado en el conocimiento y aplicación de los distintos rubros que marcan los preceptos derivados de la Ley Federal del Trabajo (LFT), su reglamento; el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) aplicables a los cinco rubros generales que se presentan en las empresas, los cuales son:

- a) Relativas a las instalaciones en los centros de trabajo.
- b) Relativas a la cuantificación de contaminantes en el medio ambiente laboral.
- c) Relativas al equipo de protección personal.
- d) Relativas a las actividades específicas.
- e) Relativas a la organización y trámites administrativos de la seguridad e higiene en el centro de trabajo.

Cada NOM solicita el cumplimiento de actas, formatos capacitación, diagnósticos, medidas de seguridad y control en cada rubro que pueda afectar la salud del trabajador. Por lo tanto, las habilidades técnicas asociadas al buen desempeño del puesto fueron:

- a) Tener conocimiento de la normatividad aplicable en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, para la cual revise las normas de STPS.
- b) Contar con conocimiento en paquetería de Excel y Word para redacción de documentos.
- c) Se tuvo tolerancia a la frustración y se soportó trabajo bajo presión, por la presencia de representantes de la empresa y trabajadores.
- d) Se realizó trabajo en equipo.
- e) Se realizó el levantamiento de datos, equipos, maquinaria, puestos de trabajo y condiciones prevalecientes de seguridad en los centros de trabajo.
- f) Se mantuvo una constante comunicación entre distintos puestos de trabajo de los centros de trabajo.
- g) Lo más importante fue escuchar al cliente y sus inquietudes.

Proyecto de Consultoría ambiental.

Las habilidades para el desempeño de Consultoría están basadas más en el conocimiento normativo del área de interés y de habilidades de comunicación hacia el cliente enfocados siempre a la resolución de sus problemas. A grandes rasgos la parte técnica que se emplea en la actividad de Consultor son:

- a) Conocimiento del área, demostrable vía experiencia, cursos y formación en la rama ambiental, de protección civil y seguridad y salud en el trabajo.
- b) Manejo de leyes, reglamentos, normas, estándares y formatos asociados al llenado y reporte de los diferentes rubros.
- c) Conocimiento de las instancias gubernamentales – Federal, Estatal y Municipal – y contactos para el ingreso, desahogo y atención de documentación y trámites en materia de medio ambiente, de protección civil y seguridad y salud en el trabajo.
- d) Actualización constante de la normativa, nuevas aplicaciones y estándares internacionales en las distintas ramas para atención de inspecciones federales o estatales.
- e) Conocimiento de las técnicas de muestreo o análisis de datos para la determinación ya sea de parámetros en fuentes fijas, agua residual, residuos peligrosos y no peligrosos, capacitaciones en brigadas de primeros auxilios, búsqueda y rescate, etc., y manejo de matrices de riesgo en la determinación de las condiciones seguras y peligrosas que se presentan en los centros de trabajo.
- f) Facilidad de palabra para la comunicación de ideas a resolver los problemas del cliente.

Dependiendo de la rama a la cual se solicite una asesoría o consultoría, es hacia donde en específico se enfocan los esfuerzos para desarrollar la o las ideas que puedan ayudar a liberar los asuntos concernientes al cumplimiento normativo, a las cuales están sujetos las industrias en México.

6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL O DE LOS PROYECTOS EN QUE SE PARTICIPÓ, EN LA CUAL SE INCLUYA LA DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL TRABAJO REALIZADO Y RESPONSABILIDAD.

6.1. Proyecto de monitoreo de partículas suspendidas totales (PST's).

Para este proyecto se participó en el muestreo preliminar de cuatro empresas, en donde cada una posee fuentes fijas, que emiten emisiones a la atmósfera en forma de partículas sólidas. En la **Tabla 6.1**, se desglosan las características generales de las fuentes fijas evaluadas.

Tabla 6.1. Características generales de las fuentes fijas.

No. Empresa	Razón Social	Giro	Fuente generadora	Tipo de calentamiento	Combustible empleado
1	Ilusión, S.A. de C.V.	Textil	Secadora de telas	Directo	Gas natural
2	Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.	Impresión de medio digitales	Impresoras	Directo	Eléctrico
3	Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.	Fabricación de medidores de agua	Horno curado de medidores	Directo	Gas natural
4	Solara Farmacéutica, S.A. de C.V.	Elaboración de productos farmacéuticos	Tableteadoras	No aplica	No aplica

Por lo tanto, en la determinación de partículas sólidas (PST's) se contemplaron lo que dicen dos normas. La primera, indica el método para determinar las partículas sólidas provenientes de fuentes fijas es la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 contaminación atmosférica - fuentes fijas -determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto - método isocinético (SEMARNAT, 2001). La segunda, corresponde a la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas (SEMARNAT, 1993), que sirvió para determinar el cumplimiento de los límites específicos de partículas sólidas en cada fuente fija.

Para cada empresa se realizó la colocación del tren de muestreo, la determinación de la humedad de la corriente gaseosa, la determinación del diámetro de boquilla y el llenado de hojas de campo.

Cabe mencionar que el fundamento de la prueba consiste en obtener materia particulada de forma isocinética – es decir, la igualación de velocidades, entre la corriente gaseosa y la obtenida en la succión por el dispositivo o Consola - de una fuente fija y recolectar en un filtro de fibra de vidrio, el cual está a una temperatura mayor o igual que 120 ± 14 °C (248 ± 25 °F). La masa de la materia particulada, la cual incluye cualquier material que se condensa por arriba de la temperatura de filtración dentro del tren de muestreo es determinada gravimétricamente después de la extracción del agua no combinada.

El monitoreo se llevó a cabo con la guía de un técnico signatario – personal evaluado y aprobado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA, A.C.) – de tal forma que la responsabilidad, solamente se extendió hasta el armado del tren de muestreo y el desarrollo de la corrida preliminar para la determinación de PST's. Por lo tanto, el técnico signatario completó el resto de las corridas que solicita la determinación de PST's – 1^{er} y 2^{do} definitivo – y sólo participé en el manejo de la sonda de muestreo en estos parámetros, lográndose el monitoreo completo de las partículas suspendidas totales en cada una de las fuentes fijas de las empresas arriba mencionadas.

A continuación, se describe como es el acondicionamiento del tren de muestreo para pasar con la actividad del desarrollo de memoria de cálculo con la determinación de humedad, diámetro de boquilla y el llenado de las hojas de campo en la corrida preliminar de PST's de cada empresa.

Acondicionamiento del puerto de muestreo y colocación del tren de muestreo

Una vez que se llegó a la empresa, nos registramos para el ingreso, se realizó un reconocimiento para revisar las condiciones de acceso a los puertos de muestreo de las chimeneas, de manera que las mismas sean seguras para poder realizar el monitoreo. Ya revisadas y cumplidas estas condiciones se procedió primero al acondicionamiento del puerto de muestreo para seguir con el armado del tren de muestreo.

Las actividades que se realizaron para acondicionar el ducto y el tren de muestreo en cada prueba fueron las siguientes:

Acondicionamiento del ducto para el muestreo (Figura 6.1)

- a) Se colocó la argolla sobre el puerto de muestreo, sin retirar la tapa o brida del puerto.
- b) Se sujetaron la cadena y riel mediante tornillos de presión.
- c) Se engancho el tensor del riel al ojillo ubicado en línea perpendicular al puerto de muestreo.

- d) Se introdujo el extremo opuesto del riel a la apertura de la argolla y se aseguró con tornillo.
- e) Se verificó que el riel quede perpendicular al ducto.
- f) Se colocó el segundo riel siguiendo los pasos descritos arriba.

Preparación y ensamble del tren de muestreo (Figura 6.2)

- a) Se acomodaron los maletines para sacar y armar el arreglo de impactores.
- b) Se pesaron cada uno de los impactores y registró el peso inicial en el formato de campo y en bitácora con un criterio de aceptación de ± 1.0 g, para ello se emplea una balanza granataria.
- c) Se colocaron los impactores dentro de la caja fría, sellando todas y cada una de las conexiones; así como las uniones que integran el tren, utilizando cinta teflón (Figura 6.1).
- d) Se colocó un filtro de fibra de vidrio sin acondicionar dentro del porta filtro, para lo cual se emplearon pinzas de plástico sin puntas filosas y guantes de plástico, para su manipulación, ver Figura 6.2.
- e) Una vez realizado el armado de los impactores, se coloca hielo en la caja fría y se cuelga la caja caliente y la caja fría en la carretilla del riel.
- f) Se conectaron las mangueras de muestreo, denominado cordón umbilical al tren de muestreo.
- h) Se coloca la sonda de acero de muestreo, conectándola a la entrada del porta filtros.
- i) Se verificó que todo estuviera conectado, corriente eléctrica, termopares, sondas y cordón umbilical.

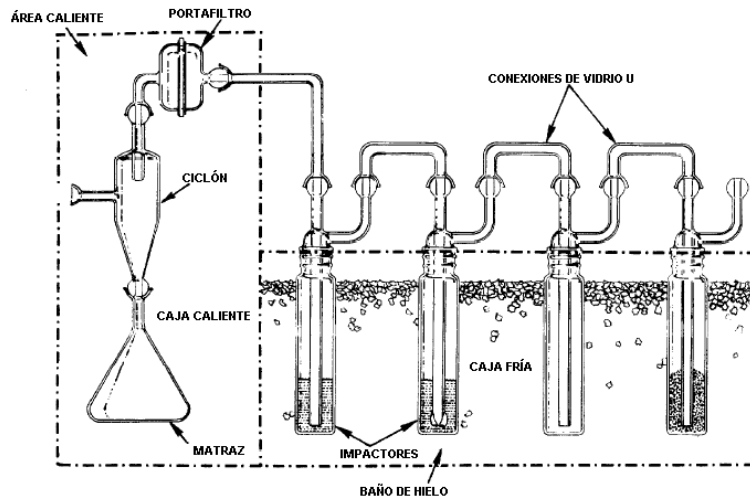


Figura 6.1. Arreglo de impactores para PST's (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)

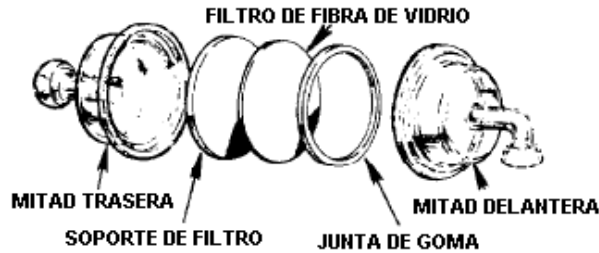


Figura 6.2. Diagrama del portafiltro (Fuente: Environmental Supply Operator’s Manual)

Montaje del tren de monitoreo para el muestreo preliminar

Se preparo y se ensablo el tren de muestreo de acuerdo con el procedimiento titulado, “Condiciones generales para la determinación de la concentración de partículas totales contenidas en los gases que fluyen por un conducto por muestreo Isocinético” (PR-AAR-006, 2014), en el apéndice de este proyecto se visualiza el procedimiento.

Con ayuda de la balanza granataria determinó el peso inicial de cada uno de los impactores según el siguiente arreglo: en el 1º y 2º impactor se colocaron 100 ml de agua destilada, en el 3er impactor se dejó vacío y en el 4º impactor se puso 200 g de silica gel seca. Se colocó hielo a la caja fría cuando los impactores estén listos.

De forma paralela la Consola que se empleó (marca Andersen), se ajustó a cero la columna de agua del manómetro diferencial, con el tornillo que se encuentra en la parte inferior de la columna de agua, quedando a nivel y girando las perillas negras de la columna que se encuentran en la parte inferior hasta llegar a cero.

Por último, se ensambló todo el sistema de muestreo mediante el cordón umbilical, primero a la Consola y luego a la caja caliente, caja fría y a la sonda de muestreo como se muestran en las **Figuras 6.3, 6.4 y 6.5.**

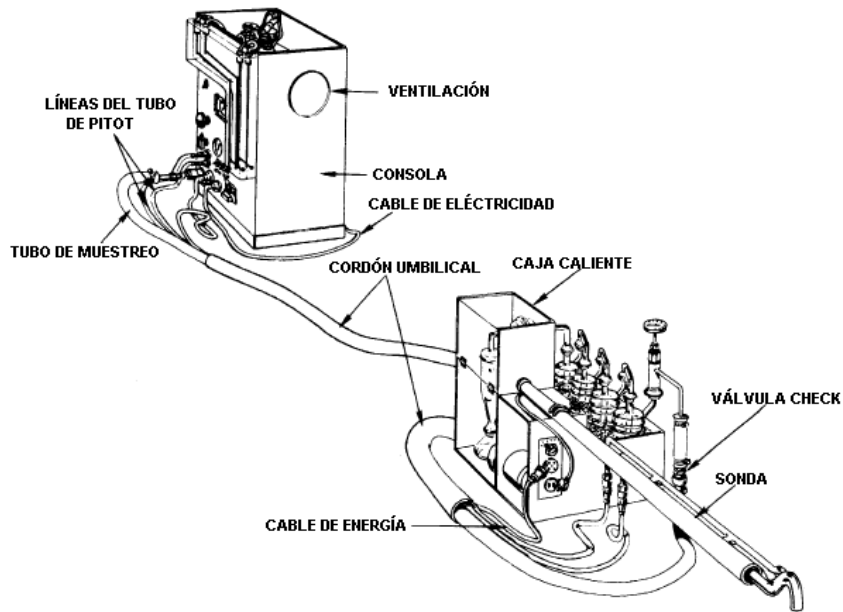


Figura 6.3. Ejemplo del ensamble del sistema de muestreo para PST's (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)

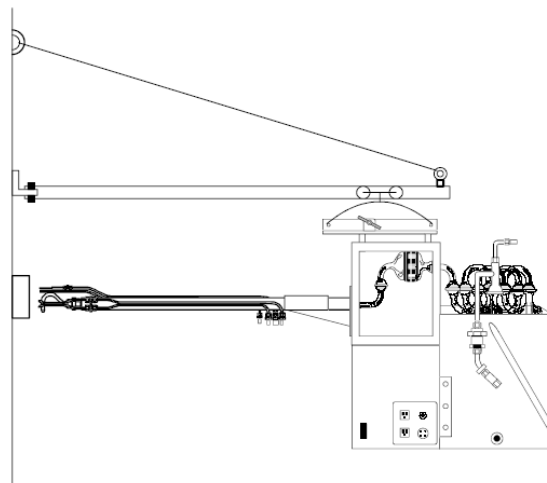


Figura. 6.4. Soporte de la caja de muestreo (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)

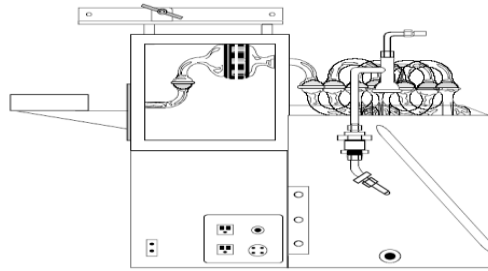


Figura 6.5. Tren de muestreo (caja caliente y caja fría) (Fuente: Environmental Supply Operator's Manual)

Procedimiento para la prueba de infiltraciones

Una vez ensamblado el sistema para muestrear las partículas suspendidas totales (PST's) del conducto, se debe hacer la prueba de infiltraciones tanto al inicio como al final del muestreo preliminar, así como, en cada definitivo del muestreo. La prueba de infiltraciones que se realizó se describe a continuación:

- a) Se arrancó la bomba y se tapó la boquilla, con la válvula de ajuste fino totalmente abierta y la válvula de ajuste grueso, completamente cerrada. Se va abriendo la válvula de ajuste grueso y lentamente cierra la válvula de ajuste fino hasta llegar al vacío deseado, que es de 15 in Hg. Una vez, que la aguja se encuentre totalmente parada, se debe esperar como mínimo 1 minuto, para cerciorarse de que la aguja no se mueva, una vez que sucedió el paro se anotó la lectura de infiltración. En caso de que el vacío alcanzado sea excedido en 15 in Hg, continuar realizando la prueba de infiltraciones con este alto vacío al inicio o al final del muestreo o en ambas partes cerciorándose que este vacío no cambie.
- b) Una vez que pasó el tiempo de 1 minuto se consideró que la prueba de infiltraciones estaba completa. Por lo que, se accedió a retirar el tapón de la entrada de la sonda sin apagar la bomba y regulando la entrada del aire. Esto ayudó a evitar que el agua de los impactores ejerza una fuerza de succión y entre al filtro y la silica gel pase al tercer impactor.
- c) El gasto de infiltración no debe exceder a $0.00058 \text{ m}^3/\text{min}$ ($0.02 \text{ ft}^3/\text{min}$) o al 4 % del promedio del flujo total de muestreo (cualquier valor obtenido menor a éste debe ser anotado en la hoja de campo si se presentan resultados mayores a este valor, la prueba debe ser invalidada), por lo que debe localizar y corregir las infiltraciones y realizar otra prueba. Esto viene indicado en el punto 6.2.4 inciso c) de la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 (NMX-AA-010, 2001). Para nuestro caso, se demostró que con la practica se pudo llegar al criterio de aceptación en la infiltración. Sin embargo, en un principio es difícil manejar las válvulas de manera correcta en la Consola. Este dato de infiltración viene anotado en cada una de las hojas de campo.

Ya con el equipo ensamblado, con el tren de muestreo listo y una vez pasada la prueba de infiltraciones, se procedió a realizar el muestreo preliminar, que fue la participación en que me desempeñe. Se describe en el siguiente apartado el muestreo preliminar.

Muestreo preliminar

El muestreo preliminar consiste en determinar una boquilla adecuada en condiciones isocinéticas en un tiempo mínimo 30 minutos a un flujo de 0.75 ft³/min con todo el tren de muestreo armado, según lo descrito en los puntos 6.2.4.5 de la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 (NMX-AA-010, 2001). Lo que se realizó en cada muestreo de cada fuente fija, en el muestreo preliminar se delinea a continuación:

a) Se determinaron con los equipos la temperatura, la presión estática, la concentración de los gases, el peso molecular húmedo y seco, el cálculo de velocidad promedio del flujo, tamaño de boquilla y el factor K promedio, la correlación de la presión de velocidad y la presión de succión en el tren de muestreo, mediante las ecuaciones 3, 4, 7, 12 y 19 de la **Tabla 6.2**.

b) Fracción de humedad preliminar. Ésta se determinó mediante el pesado del agua colectada una vez transcurridos los 30 minutos de prueba y con ayuda de la balanza granataria. La diferencia entre el peso inicial y final de la prueba arrojó los gramos ganados. Esta humedad se condensa dentro del arreglo de los impactores. Por lo que, se tuvieron que volver a armar y dejar sellados con grasa silícón una vez determinada la masa total de agua colectada (PTAC). Se empleó la ecuación 1 **Tabla 6.2**, para su determinación.

c) Análisis de gases. Este análisis se llevó a cabo empleando para ello dos analizadores de gases, el primero es el tipo Fyrite para determinar, oxígeno (O₂) y bióxido de carbono (CO₂) y el segundo fue un analizador marca Testo modelo 340 para determinar el monóxido de carbono (CO) mediante celdas electroquímicas. Esto se realizó con base en los procedimientos internos de laboratorio, el primero “Determinación de Bióxido de Carbono y Oxígeno en los Gases de Combustión” PR-AAR-002 y el segundo “Determinación de Oxígeno, Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono por el método instrumental” PR-AAR-016, según lo indicado en 6.1.2.4 de la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 (NMX-AA-010, 2001). El primer analizador consiste en dos mancuernas tipo buretas graduadas a una escala mínima de 0.5 % a 21.0 % en volumen, las cuales tienen soluciones capaces de adsorber el oxígeno (O₂) y el bióxido de carbono (CO₂). Mediante una válvula de succión se canalizan los gases y las mancuernas se giran entre 90 y 180° para que las soluciones adsorban los gases de combustión. Una vez que son adsorbidos, el nivel de la bureta sube en proporción al volumen ya sea de oxígeno (O₂) o bióxido de carbono (CO₂) presente en la muestra gaseosa. Esta determinación con el Fyrite se realizó por triplicado para cada gas. Una vez que se determinaron estos dos gases, se purgan de manera manual con su válvula tipo check y la columna de los gases dentro de las mancuernas regresa a la normalidad.

d) Para el caso de la determinación de monóxido de carbono (CO), se empleó un analizador de gases tipo celda electroquímica, por lo que se manejó, el instrumento e ingresando la sonda por el puerto de muestreo, la medición es de manera puntual por triplicado y las unidades mostradas en la pantalla del

equipo son partes por millón (ppm). En este caso el valor obtenido en las fuentes fijas en su mayoría fue de cero ppm. Esto se reporto en las hojas de campo.

e) Peso molecular promedio base seca. Se determinó de acuerdo con lo indicado en la ecuación 3 de **Tabla 6.2.**

f) Velocidad promedio. Se determinó de acuerdo con lo indicado en el procedimiento PR-AAR-001 Determinación del flujo de gases en un conducto por medio de un tubo de pitot, ver ecuación 12 de la **Tabla 6.2.**

g) Cálculo del tamaño de boquilla. Se utilizó la boquilla con el área y/o diámetro real más próximo a la calculada como se indica en la ecuación 19 de la **Tabla 6.2.**, y no el nominal.

h) Ya con el diámetro de boquilla determinado, se cambio la misma por la seleccionada de una tabla de siete boquillas. Una vez que se colocó la boquilla que va en el frente de la sonda de muestreo, se procede a calcular el valor del factor k. Para lo cual se empleó la ecuación 7 de **Tabla 6.2.**

i) Por último, con el factor k determinado y los valores de presión dinámica (ΔP) que poseen los gases, se determinó el valor de ΔH , mediante el empleo de la ecuación 29 de **Tabla 6.2.** Este valor nos indica, el rango mínimo y máximo (en unidades de in H₂O) en que debe operar la Consola para tomar una muestra de manera isocinética. Si un valor determinado de ΔH en un preliminar, está por arriba de 10 in H₂O, es indicativo de que el cálculo es erróneo, ya que la operación de la Consola llega a una succión de gases de hasta 10 in H₂O.

Ejecución de la prueba (1^{er} y 2^{do} muestreo definitivo)

Para efectos de esta determinación se llevaron a cabo dos muestreos definitivos, ambos se realizaron bajo las mismas condiciones del ducto a evaluar y, con base a las especificaciones de operación descritas en los instructivos de las Consolas de marca Andersen y Environmental Supply C-5000 y de la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 (NMX-AA-010, 2001). Aquí en esta prueba, el encargado de realizarla fue el signatario, por lo que, el reporte no pertenece al alcance delineado en este proyecto. Solamente se obtienen los resultados de las concentraciones del monitoreo en cada fuente fija en miligramos por metro cubico (mg/m³) para realizar el comparativo con el límite máximo permisible estipulado en la NOM-043-SEMARNAT-1993.

Ecuaciones en la determinación del diámetro de boquilla

Se emplean las siguientes ecuaciones mostradas en la **Tabla 6.2.**, para calcular los parámetros para determinar las partículas suspendidas totales (PST's) en fuentes fijas.

Tabla 6.2. Relación de Ecuaciones en la determinación de Partículas Suspendidas Totales (PST's).

No. De Ecuación	Variables	Nomenclatura	Fórmula	Unidades
1	Fracción de gas húmedo	Fh	$FH = \frac{0.0756 \times PTAC_{[g]} \times \left(\frac{Tm_{[R]}}{Pm_{[pulgHg]}} \right)}{0.0756 \times PTAC_{[g]} \times \left(\frac{Tm_{[R]}}{Pm_{[pulgHg]}} \right) + Vc_{[lit]}}$	
2	Fracción de gas seco	Fgs	Fgs= 1- Fh	
3	Peso molecular base seca	PMS	$PM_s = (0,44 \times \%CO_2 + 0,32 \times \%O_2 + 0,28 (\%N_2 \times \%CO))$	g/gmol
4	Peso molecular base húmeda	PMH	$PM_H = (18 \times FGH) + (FGS \times PMS)$	g/gmol
5	Presión en el medidor	Pm	$Pm = Pb_{[pulgHg]} + (\Delta H \times 0,07355)$	in Hg
6	Presión en el conducto	Pc	$Pc = Pb_{[pulgHg]} + (Pe \times 0,07355)$	in Hg
7	Factor K	k	$K = 859,34033 \times FCTP^2 \times Db^4 \times \Delta H @ \times FGS^2 \times \left(\frac{PMS}{PMH} \right) \times \left(\frac{Tm_{(^{\circ}R)}}{Tch_{(^{\circ}R)}} \right) \times \left(\frac{Pc_{(pulgHg)}}{Pm_{(pulgHg)}} \right)$	Adim.
8	Volumen muestreado corregido a condiciones del medidor	Vtc	$Vtc = Vm \times FCG$	ft ³ m ³
9	Volumen total a condiciones del conducto	VTC	$VTC = \frac{PTAC_{[g]} \times 1,3554 + \left(Vtc \times Pm_{[pulgHg]} \times \left(\frac{508,3929}{Tm_{[R]}} \right) \right)}{28,316}$	ft ³ m ³
		VTC*	$VTC^* = \frac{17,65 \times Vtc \times Pm_{[pulgHg]}}{Tm_{[R]}}$	ft ³ m ³
		VTCC	$Vtcc = \frac{(vtm_{(ft^3)} \times FCG) \times Pm_{(pulgHg)} \times Tch_{(^{\circ}R)}}{FGS \times Pch_{(pulgHg)} \times Tm_{(^{\circ}R)}}$	ft ³ m ³
10	Volumen total corregido por fracción de gas seco	VTCN	$VTCN = Vtc \times FGS$	ft ³ m ³
11	Volumen total a condiciones normales en base seca	VCNBS	$VCNBS = VTCN \times \left(\frac{528}{Tm_{[R]}} \right) \times \left(\frac{Pm_{[pulgHg]}}{29,92} \right)$	ft ³ m ³
12	Velocidad promedio en el conducto	V	$Vch = 85.4 \times FCTP \times \sqrt{\frac{[Tch_{[R]}]}{(PM_{H[g/gmol]} \times Pch_{[pulg,Hg]})}} \times \sqrt{\Delta P_{[pulg,H_2O]}}$	ft/s
			m/s	

13	Gasto volumétrico en el conducto	G _{vc}	$G_{vc} = ((Ach_{(m)} \times 10,76))_{ft^2} \times Vch_{(ft/seg)} \times 60$	ft ³ /min
				m ³ /min
14	Gasto volumétrico en el conducto a condiciones normales (Base húmeda)	GCNBH	$GCNBH = G_{vc} \times \left(\frac{528}{Tch_{[R]}} \right) \times \left(\frac{Pch_{[pulgHg]}}{29,92} \right)$	ft ³ /min
				m ³ /min
15	Gasto volumétrico en el conducto a condiciones normales (Base seca)	GCNBS	$G_{vc} = GCNBH \times FGS$	ft ³ /min
				m ³ /min
16	Concentración de partículas	C _p	$C_{Particulas} = \left(\frac{P_{total\ de\ particulas}}{VCNBS} \right)$	g/m ³
				mg/m ³
17	Emisión de partículas	E _p	$EP = \left(\frac{60}{1000} \right) \times CP \times GCNBS$	Kg/h
				g/min
18	% de Isocinetismo	% ISO	$\%ISO = \frac{vtcc}{ab_{(pie^2)} \times Ttm_{(seg)} \times Vch_{(pie/seg)}} \times 100$	%
19	Área de la boquilla para el gasto deseado a condiciones normales	Ab	$Ab = \left(\frac{0.75}{(Vch_{(ft/s)} \times 60 \times FGS) \times \left(\frac{PC_{(in\ Hg)}}{29.92} \right) \times \left(\frac{537}{Tch_{(°F)} + 460} \right)} \right)$	ft ²
20	Emisión de partículas Zonas críticas	E	$E = 3020.0 \times (GCNBS)^{-0.42}$	g/m ³
21	Emisión de partículas Resto del País	E	$E = 4529.7 \times (GCNBS)^{-0.42}$	g/m ³
22	Factor de Emisión	FE	$FE = \left(\frac{CP}{E} \right)$	
23	Emisión Total	E _t	$Et = EP \times \left(\frac{1000000}{CP} \right)$	Kg/m ³
24	Volumen muestreado	V _m	$Vm = Vgf - Vgi$	ft ³
25	Peso de partículas en filtros	WT	$WT = Wf - Wi$	mg
26	Peso de partículas en lavado	WA	$WA = (Wf - Wi) - Bco\ del\ lavado$	mg
27	Peso total de partículas	P _{TP}	$PTP = WT + WA$	mg
28	PTAC	PTAC	$PTAC = (lf - li) + (lf - li) + (lf - li) + (lf - li)$	g
29	ΔH calculada	ΔH	$\Delta H = \Delta P \times K$	ln H ₂ O

Ejemplo de cálculo para la determinación de humedad y el diámetro de boquilla

En la **Figura 6.6**, se representa las características del ducto o chimenea que se evaluó y en las **Tablas 6.3 y 6.4**, los parámetros de campo obtenidos, con los cuales se desglosa el cálculo para obtener el diámetro de boquilla en un muestreo de partículas suspendidas totales. Este cálculo está hecho con base en los datos obtenidos de la empresa Ilusión S.A. de C.V., datos de campo:

Tabla 6.3. Características del ducto o chimenea.

Identificación:	Colector de Banco de Filtros BF-01				
Forma:	Rectangular		Diámetro Interior (Dch):	0.31	m
Largo (L1):	0.33	m	Ancho (L2):	0.3	m
Número de puertos de muestreo:	3		Extensión del puerto de muestreo (EPM):	0.09	m
Número de puntos seleccionados:	12	4	x por puerto	Lado Opuesto al puerto:	L1
Altura del puerto de muestreo a la salida de los gases (A):				0.8	m
Altura entre orificios o puertos de muestreo, para $0,1\text{ m} < D < 0,30\text{ m}$ (C):				N.A.	m
Altura de la última perturbación al puerto de muestreo (B):				2.56	m
Diámetros en (A):	2.58		Diámetros en (B):	8.26	
Diámetros en (C):	N.A				

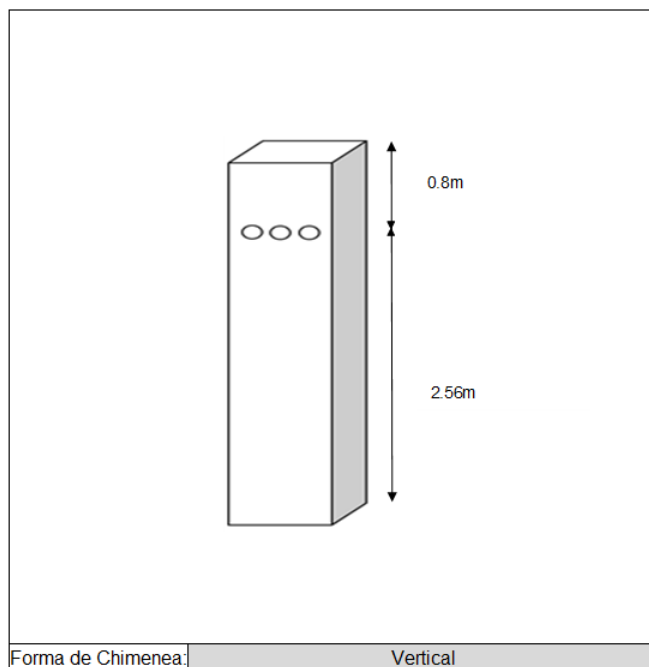


Figura. 6.6. Diagrama de Ducto o Chimenea (Elaboración propia).

Tabla 6.4. Parámetros de campo.

Parámetro	Valor	Unidades
Determinación del volumen muestreado en Preliminar, V_{TM}	22.68	ft ³
Temperatura de gasómetro a la entrada, $T_{in\ gas}$	75.67	°F
Temperatura de gasómetro a la entrada, $T_{out\ gas}$	73.67	°F
Temperatura ambiente, T_a	80.0	°F
Promedio de presión dinámica, ΔP ,	0.42	in H ₂ O
Raíz de presión dinámica, $\sqrt{\Delta P}$	0.648	in H ₂ O ^{1/2}
Temperatura gases de chimenea, T_{ch}	173.67	°F
Promedio ΔH_{real}	1.50	in H ₂ O
Valor de Consola $\Delta H_{@}$, orificio de calibración	1.6067	in H ₂ O
Factor de Calibración gasómetro, FCG	0.9321	Adimensional
Factor de calibración de tubo de pitot	0.84	Adimensional
Presión estática, P_e	0.10	in H ₂ O
Presión barométrica, P_{bar}	23.03	in Hg
Presión en el medidor, P_m	23.14	in Hg
Presión en el conducto, P_c	23.036	in Hg
Peso total de agua colectado, PTAC	5.3	g

Se inicia con el cálculo del Volumen total corregido por el factor de gasómetro. Esto es, mediante la siguiente ecuación:

$$V_C = V_{TM} * FCG$$

Sustituyendo valores de la tabla de campo, tenemos que:

$$V_C = 22.68 * 0.9321 = 21.14 \text{ ft}^3$$

$$V_C = 28.31 * 21.14 = 598.47 \text{ L}$$

El factor del gasómetro proviene del certificado de calibración de la Consola marca Andersen

Cálculo de la presión en el gasómetro y la presión en la chimenea, mediante las siguientes ecuaciones:

$$P_m = P_b + (\Delta H_{real} * 0.07355) \dots [in Hg]$$

$$P_c = P_b + (P_e * 0.07355) \dots [in Hg]$$

Donde:

ΔH_{real} , es la presión de succión de la consola a la cual se ajusta el flujo preliminar, este es igual en inicio a 1.5 in Hg para esta prueba. P_b , es la presión barométrica igual 23.03 in Hg y P_e , la presión estática dentro del ducto, igual a 0.10 in H₂O.

Con los datos arriba mencionados, obtenemos los valores que se muestran en la **Tabla 6.4**.

$$P_m = 23.03 + (1.5 * 0.07355) = 23.14 \text{ in Hg}$$

$$P_c = 23.03 + (0.10 * 0.07355) = 23.037 \text{ in Hg}$$

El volumen muestreado en el preliminar debe ser, por lo menos 30 minutos a un flujo mínimo de 0.75 ft³/min, con los datos de temperatura y presión en el ducto, podemos obtener la fracción húmeda del gas, mediante la siguiente ecuación.

$$FH = \left(\frac{0.0756 * PTAC_{(g)} * \left(\frac{Tm_{(R)}}{Pm_{(in\ Hg)}} \right)}{0.0756 * PTAC_{(g)} * \left(\frac{Tm_{(R)}}{Pm_{(in\ Hg)}} \right) + Vc_{(L)}} \right)$$

Sustituyendo valores, tenemos que:

$$FH = \left(\frac{0.0756 * 5.3 * \left(\frac{534.67\ R}{23.14\ in\ Hg} \right)}{0.0756 * PTAC_{(g)} * \left(\frac{534.67\ R}{23.14\ in\ Hg} \right) + 598.47\ L} \right) = 0.0152 \text{ adimensional}$$

Con el dato de la humedad de la corriente gaseosa, podemos utilizarlo para obtener la fracción del gas seca, FGS:

$$FGS = 1 - FH$$

$$FGS = 1 - 0.0152 = 0.9848$$

Ahora, se determina el peso molecular seco de la corriente gaseosa, con la siguiente ecuación:

$$PMS_{\left(\frac{g}{gmol}\right)} = (0.44 * \%CO_2) + (0.32 * \%O_2) + 0.28 * (\%N_2 + \%CO)$$

La determinación de la concentración de los gases se realiza empleando el método descrito en la norma NMX-AA-035-1976, Determinación de Bióxido de Carbono, Monóxido de Carbono y Oxígeno en los gases de combustión, para lo cual se emplean los analizadores de gases tipo Fyrite y marca

Testo, modelo 340. Cada valor se obtuvo por triplicado. Los datos obtenidos se muestran en la **Tabla 6.5.**, a continuación:

Tabla 6.5. Determinación de gases de combustión.

Corrida:	Preliminar			
Gases	1	2	3	Promedio
CO ₂ (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
O ₂ (%)	20.50	20.50	20.50	20.50
CO (%)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N ₂ (%)	79.5000	79.5000	79.5000	79.5000

Los valores de la concentración de los gases están en % en volumen. Sustituyendo, los promedios de estos datos, obtenemos el peso molecular seco.

$$PMS_{\left(\frac{g}{gmol}\right)} = (0.44 * 0.0) + (0.32 * 20.50) + 0.28 * (79.50 + 0.0) = 28.82g/gmol$$

Con la fracción humedad y el peso molecular, pasamos a determinar el peso molecular húmedo. Ver abajo ecuación:

$$PMH_{\left(\frac{g}{gmol}\right)} = (PMS * FGS) + (18 * FH)$$

$$PMH_{\left(\frac{g}{gmol}\right)} = (28.82 * 0.9848) + (18 * 0.0152) = 28.66 g/gmol$$

Con los parámetros calculados arriba, podemos emplear lo que menciona la Norma NMX-AA-009-1993-SCFI "Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de tubo pitot", para determinar la velocidad a la que salen los gases en la chimenea, con la siguiente expresión, esto es:

$$V_{ch} = 85.4 * FCTP * \sqrt{\frac{Tch_{(R)}}{PMH_{\left(\frac{g}{gmol}\right)} * PC_{(in Hg)}}} * \sqrt{\Delta P_{(in H_2O)}} \quad \dots [ft/s]$$

$$V_{ch} = 85.4 * 0.84 * \sqrt{\frac{(173.67 + 460)}{28.66 * 23.037}} * \sqrt{0.42} = 45.54 ft/s$$

Cálculo del área de la boquilla para el gasto deseado a condiciones normales.

Para determinar el área de la boquilla a emplear en el monitoreo, se utiliza la expresión que viene en la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001 “Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto – Método Isocinético”. Cabe mencionar que en el preliminar se puede emplear cualquiera de las boquillas que menciona la Norma NMX-AA-010-SCFI-2001, una vez determinada, se deberá cambiar en el tren de muestreo para lograr las condiciones de muestra isocinética.

$$Ab = \left[\frac{0.75 \text{ ft}^3}{V_{ch(\frac{ft}{s})} * 60 * FGS * \left(\frac{Pch(in\ Hg)}{29.92 \text{ in Hg}} \right) * \left(\frac{537 \text{ R}}{Tch(^{\circ}F) + 460} \right)} \right] \dots [ft^2]$$

Con los datos arriba obtenidos, se calcula la siguiente área de boquilla.

$$Ab = \left[\frac{0.75 \text{ ft}^3}{45.54 * 60 * 0.9848 * \left(\frac{23.037 \text{ in Hg}}{29.92 \text{ in Hg}} \right) * \left(\frac{537 \text{ R}}{173.67^{\circ}F + 460} \right)} \right] = 4.27 \times 10^{-4} \text{ ft}^2$$

Empleando, por último, la expresión para el área transversal de un círculo, se despeja el diámetro, de tal forma que queda, la siguiente expresión.

$$Db = \sqrt{\left(\frac{4 * Ab}{\pi} \right) * 12} \dots [in]$$

$$Db = \sqrt{\left(\frac{4 * 4.27 \times 10^{-4}}{\pi} \right) * 12} = 0.28 \text{ in}$$

El resultado arrojado para el diámetro de boquilla fue de 0.28 in, por lo tanto, se emplea la boquilla del diámetro superior inmediato en el juego de boquillas que maneja la Consola Andersen. Esto se realiza para obtener un flujo isocinético, de tal forma que sea una muestra representativa de PST's.

Tabla 6.6. Selección de Boquillas, Fuente: Expresión de resultados Norma NMX-AA-010-SCFI-2001.

Diámetro de la boquilla estándar (in)	Diámetro de la boquilla nominal Consola Andersen
I - 1/8 (0.125)	0.125
II - 3/16 (0.187)	0.186
III - ¼ (0.25)	0.249
IV - 5/16 (0.312)	0.323
V - 3/8 (0.375)	0.376
VI - 7/16 (0.437)	0.436
VII - ½ (0.500)	0.503

La boquilla que se seleccionó para este muestreo fue la boquilla IV con un diámetro nominal de 0.323 in, mostrada en la **Tabla 6.6**.

Determinación del Factor K en el muestreo preliminar

Un muestreo preliminar estaría incompleto si no va acompañado del cálculo del factor K. El valor del factor K involucra las condiciones reales a las cuales se encuentre la muestra gaseosa (temperatura, presión, humedad, diámetro de boquilla, composición de gases, etc.) y que deberá ser succionada por la Consola de marca Andersen. Con el valor del factor K más la presión velocidad a la cual salen impulsados los gases – presión dinámica ΔP - con partículas, se determina el valor de ΔH , que no es más que una presión a la cual se deberá ajustar la Consola a fin, de obtener una muestra isocinética.

Las ecuaciones empleadas vienen descritas en la Norma arriba mencionada NMX-AA-010-SCFI-2001 “Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto – Método Isocinético”.

Expresión del factor K

$$K = 859.340 * FCTP^2 * Db^4 * \Delta H@ * FGS^2 * \left(\frac{PMS}{PMH}\right) * \left(\frac{Tm}{Tch}\right) * \left(\frac{Pch}{Pm}\right)$$

Donde:

Tabla 6.7. Parámetros para la determinación del Factor K.

Parámetro	Valor	Unidades
Factor de calibración del tubo pitot, FCTP	0.84	Adimensional
Diámetro de boquilla nominal, calculado de muestreo preliminar, Db	0.323	in
Factor de calibración de orificio de Consola Andersen, ΔH@	1.6067	Adimensional
Fracción del gas seco, FGS	0.9848	Adimensional
Peso molecular seco, PMS	28.82	g/gmol
Peso molecular húmedo, PMH	28.66	g/gmol
Temperatura gases de chimenea, Tch	173.67	°F
Temperatura en el medidor, Tm	$(75.67+73.67) / 2 = 74.67$	°F
Presión en el medidor, Pm	23.14	in Hg
Presión en el conducto, Pc	23.036	in Hg

Sustituyendo los valores para la expresión de factor K de la **Tabla 6.7**, tenemos que:

$$K = 859.340 * 0.84^2 * 0.323^4 * 1.6067 * 0.9848^2 * \left(\frac{28.82}{28.66}\right) * \left(\frac{534.67}{633.67}\right) * \left(\frac{23.036}{23.14}\right)$$

$$K = 8.686 \quad \text{adimensional}$$

Solamente queda calcular la apertura de la Consola Andersen para el monitoreo, con la siguiente expresión:

$$\Delta P * K = \Delta H$$

La presión dinámica (ΔP) es la presión a la cual son arrastrados los gases y partículas dentro de la chimenea, el mayor y el menor valor obtenido en la corrida preliminar fue de 0.44 y 0.40 inH₂O, por lo que, la presión de succión (ΔH) en la Consola será de:

$$0.44 * 8.686 = 3.82 \text{ in H}_2\text{O}$$

$$0.40 * 8.686 = 3.47 \text{ in H}_2\text{O}$$

El rango de succión o apertura de la válvula para las Consolas independientemente de la marca va de 0.1 a 10 in H₂O, por lo que el valor calculado se considera adecuado y manejable para este monitoreo.

El resumen de los resultados se muestra en las **Tablas 6.8, 6.9 y 6.10**, a continuación:

Tabla 6.8. Resumen de resultados de PST's Empresa Ilusión, S.A. de C.V.

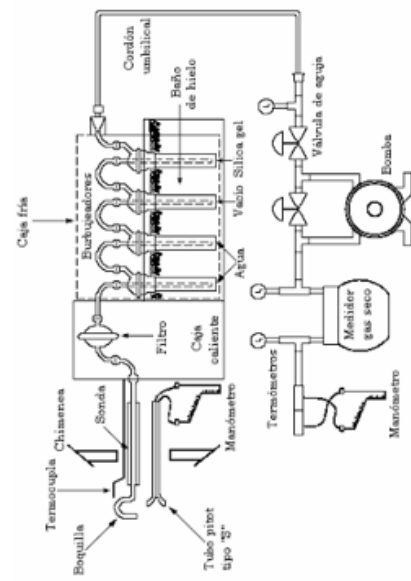
Parámetro	Valor	Unidades
Humedad de la corriente gaseosa, FH	0.0152	Adimensional
Diámetro de boquilla, Db	0.323	in
Valor de Factor K, K	8.69	Adimensional
Presión de succión mínima en Consola, ΔH	3.47	in H ₂ O
Presión de succión máxima en Consola, ΔH	3.82	in H ₂ O
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	19.20	m ³ /min
Concentración de Partículas, promedio, Cp	6.34	mg/m ³
Límite Máximo de Partículas Sólidas, Resto del país, LMP	872.94	mg/m ³

Las hojas de campo completadas para este muestreo se muestran en las **Tablas 7.1 a la 7.6** del apéndice 7.1 Proyecto de monitoreo de partículas suspendidas totales (PST's).

Tabla 6.9. Hoja de Campo 1 de Ilusión, S.A. de C.V.

Código de muestra:	190114-01FFP
Orden de Servicio:	19-0011
Fecha de Muestreo:	14-ene-19
Fecha de análisis:	16-ene-19
Fecha de informe:	23-ene-19

Método Utilizado:	ANDERSEN II	No. Serie:	234-836	Modelo:	30-800
Identificación de tubo de pilot:	MMX-AA-010-SCFI-2001	Material de la sonda:	Acero Inoxidable		
Factor de Calibración del Gasómetro (FCG):	0.9321	Factor de calibración Tubo de Picos (FCPTP):	0.84	VID-ET-048	
Impactores		Peso de Impactores		No. De filtro y material	
	Configuración	(1) 100 ml	(2) 100 ml	(3) Vacío	(4) 200g Silica
Preliminar		587.5	583.1	485.2	658.3
		588.3	590.6	485.6	660.3
	Ganancia	1.4	1.5	0.4	2
1er. Definitivo		588.3	590.6	485.6	660.3
	Ganancia	2.2	1.5	0.5	8.9
2do. Definitivo		591.1	592.1	486.1	663.8
	Ganancia	1.3	2.5	0.5	6.1



Volúmenes Total Corregido:

VC (ft ³)=	Vm	x	FCG	=	21.14
VC (ft ³)=	22.68	x	0.9321	=	21.14
VC (L)=	28.31	x	21.14	=	598.47

Fracción de Gas Húmero

$$FH = \frac{0.0756 * PTAC_x * \left(\frac{Tm(R)}{Pm(atm)} \right)}{0.0756 * PTAC_x * \left(\frac{Tm(R)}{Pch(atm)} \right) + VC(L)}$$

$$FH = \frac{0.0756 * 5.3 * \left(\frac{534.67}{23.14} \right)}{0.0756 * 5.3 * \left(\frac{534.67}{23.14} \right) + 598.47} = 0.0152$$

Fracción Seca:

$FGS = 1 - FH$

FGS = 0.9848

Peso Molecular Seco:

$PMS(g/gmol) = 0.44 * \%CO_2 + 0.32 * \%O_2 + 0.28 * \%N_2 + \%CO$

PMS(g/gmol) = 28.82

Peso Molecular Húmero:

$PMH(g/gmol) = PMS * FGS + 18 * (1 - FGS)$

PMH(g/gmol) = 28.66

Velocidad de Gases:

$Vch = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{Tch(R)}{g/mol} \right)^{\frac{1}{2}} * (\Delta P_{in H_2O})^{\frac{1}{2}}$

$Vch (ft/s) = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{633.67}{28.66} * 23.04 \right)^{\frac{1}{2}} = 0.420$

Vch (ft/s) = 45.54

Área de la Boquilla:

$Ab = \left[\frac{0.756 (ft^3/min)}{Vch(ft/s) * 60s * FGS * \left(\frac{Pch(atm)}{29.92(atm)} \right) * \left(\frac{537R}{Tch(R) + 460} \right)} \right]$

$Ab = \left[\frac{0.75}{45.54 * 60 * 0.9848 * \left(\frac{23.04}{29.92} \right) * \left(\frac{537}{633.67} \right)} \right]$

Ab = 0.000427

Dímetro de la Boquilla:

$DB = \left(\frac{4 * Ab}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}} * 12$

$Db = \left(\frac{4 * 0.000427}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}} * 12 = 0.280 \text{ in}$

Boquillas seleccionadas:

0.323 in

Cálculo de la K

$K = 859.34 * \left[0.84 * \left(\frac{1}{0.9848} \right) + 1.6067 * \left(\frac{23.04}{28.82} \right) + \left(\frac{534.67}{459.67} \right) * \left(\frac{23.04}{29.92} \right) \right] - 8.63$

Tabla 6.10. Hoja de Campo 2 de Ilusión, S.A. de C.V.

CORRIDA PRELIMINAR		Temperatura Ambiente:		Fecha de Muestreo:		14-ene-19																	
ΔH@		T _a (°F)		Infiltraciones (ft ³ /min)		Presión estática (in H ₂ O):																	
No. de puntos muestreados:		0.985		Inicial		P. Barométrica:																	
Hora inicial:		0.323		Final		23.03																	
08:10		0.000569		0.070		Pe																	
08:40		0.000569		Vació (in Hg)		Presión en medidor in Hg:																	
				15.0		Pm = Pb + ΔH x 0.07355:																	
				60 (s)		23.14																	
				60 (s)		Po = Pb + (Pe x 0.07355):																	
						23.036																	
Punto	Punto de muestreo	Tiempo muestreado (horas)	Lectura en gasómetro (ft ³)	Temperatura en el gasómetro T _m (°F)		Presión dinámica ΔP (in H ₂ O)	Temperatura de la chimenea T _c (°F)	ΔH _{real} (in H ₂ O)	Vació (in Hg)	Temperatura (°F)													
				Entrada	Salida					Impacitores	Sonda	Medio Filtrante											
1	1	0:05	80.356	75	73	0.42	173	1.5	3.0	43	173	170											
1	2	0:10	87.916	76	74	0.43	174	1.5	3.0	44	174	171											
1	3	0:15	91.696	76	74	0.44	174	1.5	3.0	44	174	171											
1	4	0:20	95.476	76	74	0.42	174	1.5	3.0	44	174	171											
1	5	0:25	99.256	75	73	0.41	173	1.5	3.0	43	173	170											
1	6	0:30	103.036	76	74	0.40	174	1.5	3.0	44	174	171											
$\sqrt{\Delta P}$																							
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>0.648</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.656</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.663</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.648</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.640</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0.632</td> </tr> </table>												1	0.648	2	0.656	3	0.663	4	0.648	5	0.640	6	0.632
1	0.648																						
2	0.656																						
3	0.663																						
4	0.648																						
5	0.640																						
6	0.632																						
SUMA		30	777	22.68	75.67	73.67	2.52	9	18.0														
PROMEDIO		5			74.67		0.420	150	3.0														
										VTM= Volumen Total Medido													

Este desglose de cálculo de humedad, diámetro de boquilla y factor K, se realizó de la misma forma para los otros tres muestreos, los resultados se muestran en las siguientes **Tablas 6.11, 6.12 y 6.13:**

Empresa - Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.

Tabla 6.11. Resumen de resultados de PST's Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.

Parámetro	Valor	Unidades
Humedad de la corriente gaseosa, FH	0.0149	Adimensional
Diámetro de boquilla, Db	0.323	in
Valor de Factor K, K	10.13	Adimensional
Presión de succión mínima en Consola, ΔH	2.84	in H ₂ O
Presión de succión máxima en Consola, ΔH	3.14	in H ₂ O
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	51.48	m ³ /min
Concentración de Partículas, promedio, Cp	4.28	mg/m ³
Límite Máximo de Partículas Sólidas, Resto del país, LMP	865.36	mg/m ³

Empresa - Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.,

Tabla 6.12. Resumen de resultados de PST's Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.

Parámetro	Valor	Unidades
Humedad de la corriente gaseosa, FH	0.0124	Adimensional
Diámetro de boquilla, Db	0.376	in
Valor de Factor K, K	18.71	Adimensional
Presión de succión mínima en Consola, ΔH	2.62	in H ₂ O
Presión de succión máxima en Consola, ΔH	2.81	in H ₂ O
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	37.83	m ³ /min
Concentración de Partículas, promedio, Cp	3.12	mg/m ³
Límite Máximo de Partículas Sólidas, Resto del país, LMP	984.84	mg/m ³

Empresa - Solara Farmacéutica S.A. de C.V.

Tabla 6.13. Resumen de resultados de PST's Solara Farmacéutica S.A. de C.V.

Parámetro	Valor	Unidades
Humedad de la corriente gaseosa, FH	0.0299	Adimensional
Diámetro de boquilla, Db	0.435	in
Valor de Factor K, K	25.80	Adimensional
Presión de succión mínima en Consola, ΔH	2.58	in H ₂ O
Presión de succión máxima en Consola, ΔH	3.096	in H ₂ O
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	18.87	m ³ /min
Concentración de Partículas, promedio, Cp	65.96	mg/m ³
Límite Máximo de Partículas Sólidas, Resto del país, LMP	1319.09	mg/m ³

6.2. Proyecto monitoreo de gases de combustión.

La Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, especifica los límites máximos permisibles que deben cumplir los equipos de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales y sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire y los métodos para determinar los gases, productos de la combustión como: monóxido de carbono (CO), mancha de hollín, bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas totales (PTS's) (SEMARNAT, 2011). Esta Norma rige en todo el territorio nacional.

Basados en esta Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, el proyecto a desarrollar consistió en realizar tres evaluaciones del gas denominado monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂) para tres fuentes fijas o calderas. Considerando los errores descritos en los procedimientos del USEPA 3A y USEPA10 como son: error del analizador, bias inicial, bias final y drift. Asimismo, se calculó la concentración del monóxido de carbono, reportándose en partes por millón (ppm) y se comparó con el límite máximo permisible fijado en la Norma de referencia, para las tres calderas.

La participación con la que me desempeñé fue la de técnico ambiental, supervisado en todo momento por un signatario – personal evaluado y aprobado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA, A.C.) – de tal forma que la responsabilidad, solamente se extendió en la manipulación del analizador de gases marca Testo, la obtención de la muestra, la determinación de los parámetros de calidad bajo los procedimientos USEPA 3A y USEPA 10, el cálculo de la concentración corregida por oxígeno (O₂) presente en la muestra y la comparación de los límites máximos permisibles que marca la Norma de referencia.

Para este proyecto iniciamos con las definiciones principales que se manejan en el monitoreo de gases de combustión y los parámetros que permiten la determinación del error asociado al monitoreo de gases. Seguido, se describe la razón de por qué aplica para las fuentes fijas evaluadas solamente la determinación de monóxido de carbono (CO) y no óxidos de nitrógeno (NO_x), por ejemplo; se continúa con la descripción de la obtención de la muestra en campo y por último, se describen los cálculos realizados para obtener la concentración en partes por millón volumétricas (ppm) corregidas a las condiciones de referencia que son: 25 °C, 101325 Pa (1 atm) y 5 % de O₂.

Definiciones principales para la determinación de gases de combustión

Equipo de combustión de calentamiento indirecto: Aquellos en que el calor generado se transfiere a través de los gases de combustión, los cuales no entran en contacto directo con los materiales del proceso, como son: las calderas, generadores de vapor, calentadores de aceite térmico u otro tipo de fluidos y los hornos y secadores a base de sistemas de calentamiento indirecto. (SEMARNAT, 2011).

Fuente Fija: Es toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. (SEMARNAT, 2011).

Error de Calibración del Analizador – La diferencia entre la concentración de un gas dada por el analizador y la concentración conocida del gas de calibración, cuando el gas de calibración se introduce directamente al analizador.

Error de Calibración del Analizador. Utilizar la siguiente ecuación para calcular el error de calibración del analizador para los gases de calibración de cero, media y alta escala.

$$ACE = \frac{C_{Dir} - C_v}{CS} \times 100$$

donde:

ACE – Error de calibración del Analizador, por ciento del rango de calibración (span)

C_{Dir} – Concentración medida de un gas de calibración (baja, media o alta escala) cuando es introducido en modo directo de calibración, % vol. o ppm según analito medido.

C_v – Concentración del gas de calibración certificada del fabricante (baja, media y alta), % vol. o ppm según analito medido

CS – Rango de calibración o span, % vol. o ppm según analito medido. (USEPA 7E, 2008).

Bias (Sesgo) – La diferencia entre la concentración medida por el analizador de gases cuando la concentración conocida de un gas de calibración es introducida en la sonda de muestreo y cuando el mismo gas es introducido directamente al analizador. El desempeño del sistema para la prueba del BIAS debe estar dentro del ± 5 por ciento del SPAN para todos los gases de calibración (gas baja, media y alta escala) (USEPA 7E, 2008).

Cálculo de Bias:

$$\% \text{ BIAS} = \frac{\text{Respuesta de la Cal. del Sist.} - \text{Respuesta de calibración del analizador}}{\text{SPAN}} * 100$$

Calibration SPAN (Rango de Calibración) – El límite superior en la calibración del analizador que es fijado por la elección de un gas de calibración de alta escala. Ninguna concentración promedio de corridas validas podrá exceder la calibración span. En la medida de lo posible, las emisiones medidas deberán estar entre el 20 y el 100 por ciento de la calibración span seleccionada. Esto no podría ser práctico en algunos casos como en las mediciones de bajas concentraciones o pruebas de

cumplimiento de límites de emisión, cuando las emisiones son sustancialmente menores que los límites. (USEPA 7E, 2008).

Drift (Desplazamiento) – Es la diferencia entre las pre y post corridas del BIAS a una escala específica de concentración del gas de calibración. (USEPA 7E, 2008).

Cálculo del desplazamiento de la calibración:

$$\% DRIFT = \text{Respuesta final de Cal. del Sist.} - \text{Respuesta Inicial de Cal. del Sist}$$

Concentración promedio de los gases de combustión en el efluente ajustado por el bias.

El promedio de la concentración del gas en el efluente es determinado con base al promedio de la concentración del gas desplegado en el analizador y corregida por el desajuste del gas cero, del gas de mayor concentración, así como, por la desviación del sistema de medición. Calcule la concentración del gas del efluente con la siguiente ecuación, si emplea como gas de calibración de baja concentración un gas diferente de cero:

$$C_{GAS} = (C_{AVG} - C_M) * \frac{C_{MA} - C_{OA}}{C_M - C_O} + C_{MA}$$

En caso de emplear un gas cero de calibración como gas de baja concentración en la medición, use la siguiente ecuación:

$$C_{GAS} = (C_{AVG} - C_O) * \frac{C_{MA}}{C_M - C_O}$$

Donde:

C_{GAS} – Concentración promedio del gas del efluente ajustado por el sesgo (BIAS), ppm.

C_{AVG} – Concentración promedio del gas no ajustada indicada por el analizador para la n corrida, ppm.

C_{OA} – Concentración real del gas de calibración de baja, ppm.

C_O – Promedio de las verificaciones inicial y final para la desviación (BIAS) de la calibración del sistema para el gas cero, en ppm.

C_{MA} – Concentración real del gas de calibración de mayor escala, en ppm.

C_M – Promedio de los resultados de la verificación inicial y final para la desviación de la calibración del sistema para el gas de mayor concentración, en ppm. (USEPA 7E, 2008).

Concentración calculada al valor de referencia del O₂.

Para el caso solamente del monóxido de carbono (CO), se deberá corregir la concentración medida a la referencia de 25 °C, 101325 Pa (1 atm) y 5 % de O₂. Esto mediante la siguiente ecuación, (SEMARNAT, 2011):

$$C_R = \frac{20,9 - O_R}{20,9 - O_M} C_M$$

donde:

CR – Concentración del monóxido de carbono calculada al valor de referencia del O₂, ppm o % vol.

OR – Nivel de referencia para el O₂, para este caso OR = 5 % vol.

OM – Valor medido para el O₂, % vol. Para valores medidos para el O₂ entre 15.1 y 20.9 % se deberá emplear un valor de OM de 15 %.

CM – Concentración medida de monóxido de carbono, ppm.

Determinación de los gases para cada fuente fija, con base en lo descrito en la Tabla 1 de la Norma de referencia NOM-085-SEMARNAT-2011.

Para poder determinar que gases son aplicables a medir en cada fuente fija, es necesario contar con tres datos, como son:

- 1) La ubicación geográfica de la fuente fija.
- 2) El combustible (gaseoso, líquido o sólido) que emplea el equipo de calentamiento indirecto y,
- 3) La capacidad térmica nominal del equipo (en GJ/h, BTU/h, kW, kcal/h, etc.).

Con estos datos se emplea la Tabla 1 para los equipos existentes (ya instalados en la industria, antes de la publicación en el Diario Oficial de la Federación – DOF) o la Tabla 2 de la Norma de referencia (SEMARNAT, 2011) para equipos nuevos (apenas a instalarse en la industria una vez publicada la norma) y se determina si es necesario evaluar todos los gases producto de la combustión o solamente los que se indiquen en las Tablas 1 y 2 de la Norma de referencia.

Primero, la empresa Glas-co-mex, S.A. de C.V. se encuentra en el municipio de Ecatepec de Morelos, del Estado de México, lo que en la norma equivale a una zona denominada Zona del Valle de México (ZVM), de tal forma que se considera una Zona Crítica (ZC) también. Esto debido a que sus condiciones topográficas y meteorológicas dificultan la dispersión y se registran altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera en estas áreas. Segundo, el combustible que se emplea en los equipos de calentamiento indirecto en Glas-co-mex, es Gas Natural, por lo tanto, se considera combustible convencional tipo gaseoso. Tercero, la capacidad térmica nominal de la Caldera en la industria reportada fue de 5.3 GJ/h.

Adicional, la caldera se compró e instaló en el año 2009, que fueron años previos a la publicación de la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2012), cuya fecha de publicación fue el 2 de febrero del 2012, por lo que, esta caldera cae en la definición de equipo

existente y le aplican los parámetros indicados en la Tabla 1 (aquí definida como la **Tabla 6.14**) de la Norma de referencia.

Con estas características mencionadas y la **Tabla 6.14**, se dice que el parámetro a evaluar en la Caldera debe ser solamente el monóxido de carbono (CO) y el oxígeno (O₂) con el fin de corregir el exceso de aire que pueda emplear la caldera al momento de la combustión.

Tabla 6.14. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos existentes a la entrada en vigor de la Norma Oficial Mexicana⁽¹⁾.

(Calderas, generadores de vapor, calentadores de aceite térmico u otro tipo de fluidos, y hornos y secadores de calentamiento indirecto)

Valores expresados en unidades de concentración

CAPACIDAD TERMICA NOMINAL DEL EQUIPO GJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE	HUMO # de mancha	Partículas, mg/m ³			Dióxido de azufre, ppm _v			Oxidos de nitrógeno, ppm _v			Monóxido de carbono, ppm _v		
			ZVM	ZC	RP	ZVM	ZC	RP	ZVM	(2) ZC	RP	ZVM	ZC	RP
			Mayor de 0.53 a 5.3 (Mayor de 15 a 150 CC)	Líquido	3	NA	NA	NA	550	1 100	2 200	NA	NA	NA
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	400	450	500
Mayor de 5.3 a 42.4 (Mayor de 150 a 1 200 CC)	Líquido	NA	75	350	450	550	1 100	2 200	190	190	375	400	450	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190	190	375	400	450	500
Mayor de 42.4 a 106 (Mayor de 1 200 a 3 000 CC)	Líquido	NA	60	300	400	550	1 100	2 200	110	110	375	400	450	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500
Mayor de 106 a 530 (Mayor de 3 000 a 15 000 CC)	Sólido y Líquido	NA	60	250	350	550	1 100	2 200	110	110	375	400	400	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500
Mayor de 530 (Más de 15 000 CC)	Sólido y Líquido	NA	60	250	350	550	600 ³	2 200	110	110	375	400	400	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500

NA: No Aplica

(1) Para el caso de Partículas, SO₂, NO_x y CO los límites se establecen como concentraciones en volumen y base seca, en condiciones de referencia de 25°C, 101 325 Pa (1 Atm) y 5% de O₂.

Para corregir las concentraciones medidas a la referencia de 5% O₂, se utiliza la ecuación siguiente:

$$C_R = \frac{20.9 - O_R}{20.9 - O_M} \cdot C_M$$

donde: C_R = Concentración calculada al valor de referencia del O₂, C_M = Concentración medida (Partículas, CO, NO_x o SO₂).

O_M = Valor medido para el O₂ (%), O_R = Nivel de referencia para el O₂ (5%).

Los métodos por emplear en la determinación de los gases de combustión vienen también especificados en la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, que para este caso fue el método USEPA 3A para el oxígeno (O₂) y el método USEPA 10 para el monóxido de carbono (CO).

Cabe mencionar que las siglas en inglés, USEPA significan Environmental Protection Agency (Agencia del Protección al Ambiente de Estados Unidos de América), la cual es la Agencia Federal encargada de generar, aplicar y vigilar la normativa en materia ambiental para las industrias en los rubros de agua residual, pesticidas, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos, capa de ozono, etc. Las normas se obtienen vía internet y son publicadas en la página de métodos de prueba promulgados (Promulgated Test Methods) que, a su vez, son parte de un cuerpo mayor de normas ordenadas, como el Código Federal de Registro o CFR (Code Federal Register).

México a través de la Secretaria de Salud actualmente cuenta con Normas en calidad del aire publicadas en donde se limita la emisión de contaminantes tipo criterio – ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_2), partículas suspendidas totales, (PST's) y plomo (Pb) - a la atmósfera. Sin embargo, no cuenta con Normas vigentes en fuentes fijas publicadas por SEMARNAT, para la determinación de parámetros gaseosos, por lo que, permite a los laboratorios de prueba o ensayo que realicen estas pruebas empleando los métodos de USEPA, vía acreditación ante EMA, A.C. o aprobación ante PROFEPA.

Esto anterior, se refuerza con el punto 6.2 y 6.3 de la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, que dice:

6.2 Las mediciones de número de mancha, CO, partículas, NO_x , y SO_2 para comprobar el cumplimiento de la norma, deben ser realizadas por laboratorios acreditados y aprobados en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Los resultados y/o informes de los análisis deben estar disponibles para su revisión por parte de la autoridad ambiental.

6.3 Los métodos analíticos indicados para los contaminantes gaseosos miden directamente su concentración en los gases de combustión; el método isocinético para partículas mide su concentración en mg/m^3 . En forma simultánea se debe medir o calcular el flujo de gases en la chimenea, (Φ), así como la concentración de O_2 para corregir los resultados a las condiciones de referencia de $25^\circ C$, 1 atm y 5% de O_2 , base seca.

Resultado de lo descrito arriba, se estableció que el alcance fue determinar la concentración de monóxido de carbono (CO) y el oxígeno (O_2) como gas de referencia, las condiciones de monitoreo – presión y temperatura de los gases – y los resultados corregidos a las condiciones de referencia. Todo esto fue bajo la supervisión nuevamente de un técnico signatario que me acompañó en las mediciones.

A continuación, de manera general se describe el procedimiento para la obtención de la muestra.

Extracción de muestra de Monóxido de Carbono (CO) y Oxígeno (O₂)

Una muestra se extrajo continuamente de la chimenea mediante un sistema de succión por sonda de acero para medir la concentración de O₂, CO y de CO₂. La extracción se realiza de manera puntual ya que el analizador tiene una bomba de succión la cual genera un flujo a razón de 1 a 2.5 L/min. Esta acción se realizó mediante el accionamiento del panel de control del analizador. Cabe mencionar que las muestras fueron extraídas a un flujo de 1.0 L/min para no forzar a la bomba, **ver Figura 6.7.**

La medición del O₂ se hizo mediante una celda electroquímica, la cual tiene dos medias celdas equivalentes del mismo material pero que sólo difieren en concentraciones. Una celda calcula el potencial mediante la ecuación de Nerst. La celda de concentración produce un voltaje mientras intenta alcanzar el equilibrio, el cual ocurrirá cuando la concentración en ambas celdas sea igual.

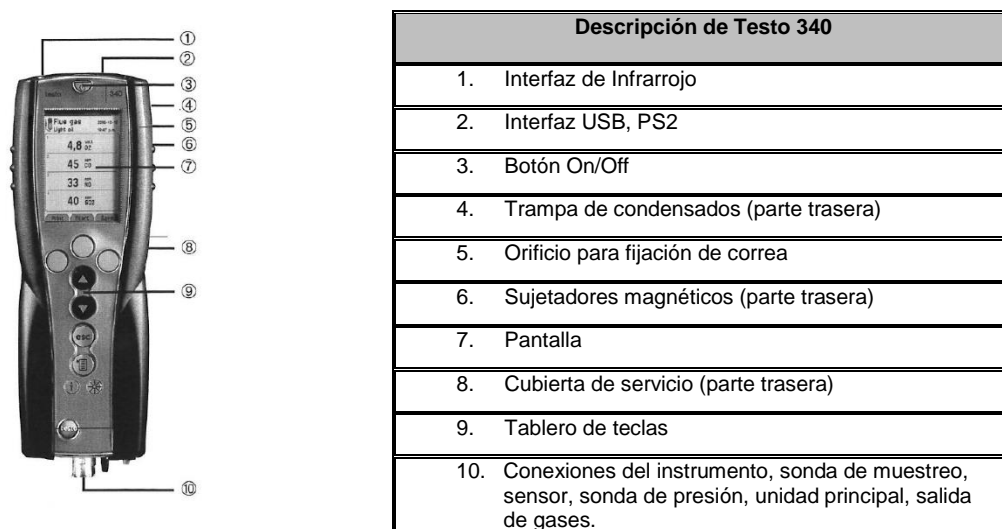


Figura 6.7. Descripción del analizador de gases Testo modelo 340 (Fuente: Manual de Operación equipo analizador de gases Testo, modelo 340).

La muestra se obtuvo siempre desde el puerto de muestreo que está en la parte superior de la chimenea. Usualmente los puertos de muestreo tienen un diámetro de 4 in (0.10 m) y se debe quitar la tapa antes de ingresar la sonda. En el retiro de los puertos de muestreo se empleó pinzas tipo perico y pinzas de presión.

El analizador marca Testo contiene una pila que otorga una independencia de operación de hasta 8 horas continuas de monitoreo. Esta batería viene en la parte posterior del equipo y siempre se verifica antes de portar el analizador a un muestreo de gases. En caso de que se tuviera batería baja, simplemente se carga a la corriente eléctrica de 120 V y 15 A o se sustituye por un analizador con mejor carga.

Ejecución del muestreo de gases de combustión

Una vez realizada, la distribución de los puntos dentro de la chimenea, la medición del flujo en el ducto y, cumpliendo con el criterio de aceptación para las verificaciones del error de calibración, el bias inicial. Conecte e inicie la operación del analizador de acuerdo con el instructivo interno de laboratorio “Operación, Mantenimiento y Verificación de la Calibración del Analizador Testo 340” (IN-AAR-016, 2014).

Posicione la sonda en el primer punto de muestreo e inicie la medición de los gases de combustión tomando siete lecturas para el caso de O₂ en condiciones normales de operación del equipo a evaluar durante al menos una hora.

En forma conjunta, para la determinación de CO se tomaron 60 lecturas durante al menos una hora y 20 minutos con el fin de obtener valores promedios representativos, con el equipo de combustión en condiciones normales de operación. Esto se debió a que los métodos USEPA indican que el tiempo mínimo de muestreo para cada punto deberá ser dos veces el tiempo de respuesta del analizador. Para este caso el analizador marca Testo establece un tiempo a 90 % de la respuesta estable de 40 s. Por lo tanto, un punto valido dentro de la corrida equivale a 80 segundos o 1 minuto y 20 segundos.

Para obtener los promedios se tomaron lecturas a intervalos iguales durante el tiempo que duró la corrida. Y debido a que la medición de la concentración del CO fue en base seca no se hizo necesario agregar una línea de muestreo precalentada.

Se registraron las concentraciones arrojadas por el equipo, así como el flujo del sistema mostrado por el analizador, en el formato correspondiente. El tiempo total de muestreo fue de aproximadamente 2 horas con 30 minutos por cada fuente fija, ya considerando los ajustes de los parámetros de calidad que piden los métodos USEPA para una muestra gaseosa como son: error de calibración del analizador, bias (sesgo) inicial, bias final y drift (desplazamiento).

Una vez terminado el tiempo de muestreo retiramos la sonda de la chimenea y dejamos purgar el analizador por lo menos cinco minutos. Cabe mencionar que los gases de combustión siempre salen por arriba de los 120 °C, por lo que, siempre se tuvo cuidado con el manejo de estas temperaturas en las chimeneas, mediante el uso de guantes de carnaza.

Se muestra a continuación el diagrama de flujo seguido en cada una de las tres determinaciones, ver **Figura 6.8**. Este procedimiento está basado en el USEPA 7E y rige para todas las determinaciones de gases en fuentes fijas tipo instrumentales.

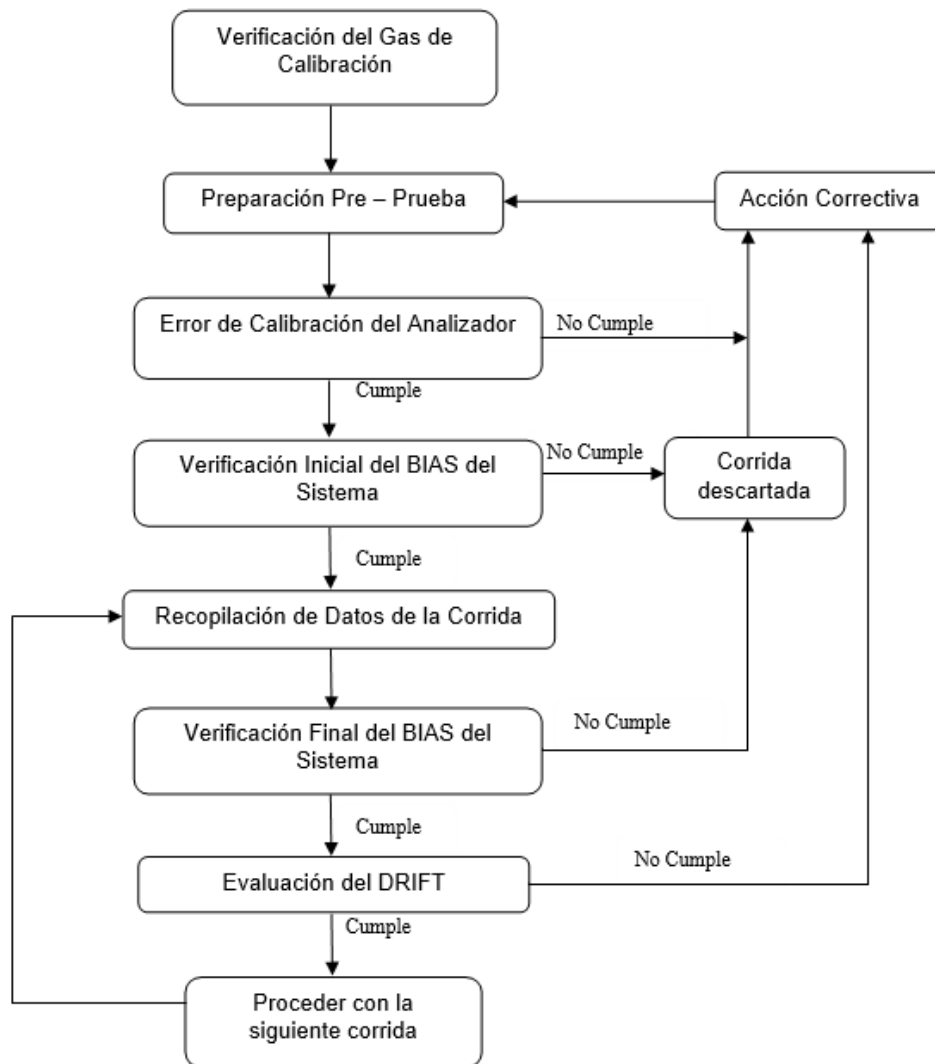


Figura 6.8. Diagrama de secuencia de monitoreo de gases de combustión (Fuente: EPA 7E, 2008 Testing Flow Chart).

Cálculo de error del analizador, bias inicial, bias final y drift

Los parámetros de calidad bajo los criterios USEPA para la determinación de los gases de combustión son cuatro, principalmente - error de calibración del analizador, bias inicial (sesgo), bias final y drift

(desplazamiento). A continuación, se describen los mismos y su forma de cálculo, ya que se emplearon en la determinación de la concentración final de monóxido de carbono (CO).

Se realizó el montaje del tren de muestreo y con las mezclas de los gases de referencia se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la **Tabla 6.15**, tanto para monóxido de carbono (CO) como para oxígeno (O₂):

Tabla 6.15. Error de calibración del analizador (ACE).

Cilindro (SPAN)			Respuesta de calibración del analizador			% Error del Analizador (ACE)		
O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂
Gas cero/baja								
0	0	N.A.	0.02	1	---	0.125	0.204	
Gas media								
1.997	9.83	N.A.	1.96	9	---	-0.232	-0.169	
Gas alta								
15.944	491	N.A.	15.91	488	---	-0.213	-0.611	

Primero se determina el error del analizador (ACE), para lo cual se empleó la siguiente ecuación:

$$ACE = \frac{C_{Dir} - C_v}{CS} \times 100$$

ACE – Error de calibración del Analizador, por ciento del rango de calibración (span)

C_{Dir} – Concentración medida de un gas de calibración (baja, media o alta escala) cuando es introducido en modo directo de calibración, % vol. o ppm según analito medido.

C_v – Concentración del gas de calibración certificada del fabricante (baja, media y alta), % vol. o ppm según analito medido

CS – Rango de calibración o span, % vol. o ppm según analito medido.

Sustituyendo los valores para las mezclas de media concentración, tenemos que:

$$ACE (O_2) = \frac{1.96 - 1.997}{15.944} \times 100 = -0.232 \%$$

$$ACE (CO) = \frac{9.0 - 9.83}{491} \times 100 = -0.169 \%$$

Estos valores coinciden con los de la Tabla 6.15, de arriba mencionados, por lo que, se considera que el cálculo es correcto y que se cumple con el criterio de aceptación que debe ser menor al 2 % en todas las mediciones de los dos componentes gaseosos.

Los valores preliminares del monóxido de carbono (CO) como del oxígeno (O₂), fueron 125 ppm y 5.86 % vol., respectivamente. Con este dato se armó el tren de muestreo para determinar el bias inicial y bias final. Con estas concentraciones preliminares, el método USEPA 10 y USEPA 3A, menciona que para determinar el bias inicial, bias final y drift, se deben elegir solamente dos mezclas de gases en donde caiga este valor medido. Los datos que arrojó el sistema al comparar las dos mezclas de los gases de calibración se detallan en las **Tablas 6.16 y 6.17**:

Tabla 6.16. Determinación de Bias y Drift para el Oxígeno (O₂).

Cilindro (% vol)	Respuesta de cal. del analizador	Valores iniciales		Valores finales		DRIFT	Coo	Cmo
		Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)	Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)			
Gas cero / baja 1.997	1.95	1.92	-0.188	1.91	-0.251	0.063	1.915	
Gas alta 15.944	15.88	15.82	-0.376	15.69	-1.192	0.815		15.755

Tabla 6.17. Determinación de Bias y Drift para el Monóxido de Carbono (CO).

Cilindro (ppmv)	Respuesta de cal. del analizador	Valores iniciales		Valores finales		DRIFT	Coo	Cmo
		Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)	Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)			
Gas cero / baja 9.83	9	8	-0.204	8	-0.204	0.000	8	
Gas alta 491	486	482	-0.815	480	-1.222	0.407		481

Segundo, el cálculo de Bias inicial para monóxido de carbono (CO) como del oxígeno (O₂), mostrado en la **Tabla 6.18**.

$$\% \text{ BIAS} = \frac{\text{Respuesta de la Cal. del Sist.} - \text{Respuesta de calibración del analizador}}{\text{SPAN}} * 100$$

Tabla 6.18. Resumen de resultados de Bias inicial Oxígeno (O₂) y Monóxido de Carbono (CO).

Bias inicial Oxígeno (O ₂)	Bias inicial Monóxido de Carbono (CO)
$\% \text{ BIAS ini (O}_2) = \frac{1.92 - 1.95}{15.944} * 100 = -0.188 \%$	$\% \text{ BIAS inicial(CO)} = \frac{8 - 9}{491} * 100 = -0.2036 \%$
$\% \text{ BIAS ini (O}_2) = \frac{15.82 - 15.88}{15.944} * 100 = -0.376 \%$	$\% \text{ BIAS inicial(CO)} = \frac{482 - 486}{491} * 100 = -0.8146 \%$

El criterio de aceptación para la prueba de Bias inicial debe ser menor a 5%, por lo tanto, se cumple y el cálculo es correcto.

Una vez, que se obtienen datos dentro del criterio de aceptación, para ACE y BIAS inicial, se inicia con la corrida del muestreo – 60 lecturas, los datos obtenidos tanto de oxígeno como de monóxido de carbono se muestran en las **Tablas 6.19 y 6.20**. Cabe aclarar que al ser el oxígeno un gas de referencia para correcciones de la concentración, según lo estipulado en la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, no es necesario determinar las 60 lecturas, por procedimiento interno sólo se determinan seis valores y su promedio, correspondiente.

Tabla 6.19. Resumen de resultados de corrida de condiciones finales Oxígeno (O₂) y Monóxido de Carbono (CO).

CONDICIONES FINALES							
Parámetro	1	2	3	4	5	6	Promedio
Temperatura °C	215.8	214.9	216.9	217.1	216.5	215.4	216.1
O ₂ %	5.39	5.38	5.42	5.46	5.51	5.47	5.44
CO ₂ %	9.86	9.99	9.77	9.23	9.12	9.68	9.61
Parámetro	Preliminar	1	2	3	Promedio		
Número de mancha de hollín	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	---		
Volumen Muestreado, cm ³	3353.34		3362.26		3350.60		

Tabla 6.20. Lecturas de Monóxido de Carbono (CO).

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)											
Lectura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Flujo (L/min)
CO ppm	126	125	125	127	133	133	134	136	134	133	1.1
Lectura	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Flujo (L/min)
CO ppm	134	135	136	134	135	133	138	138	138	139	1.1
Lectura	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Flujo (L/min)
CO ppm	137	137	138	138	138	139	137	137	141	141	1.1
Lectura	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Flujo (L/min)
CO ppm	142	142	142	146	146	148	151	153	153	154	1.1
Lectura	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Flujo (L/min)
CO ppm	151	149	151	156	154	153	158	153	154	155	1.1
Lectura	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Flujo (L/min)
CO ppm	154	153	154	151	152	151	153	153	151	152	1.1

	CO ppm	Flujo L/min
PROMEDIO	143.07	1.1

Una vez finalizado el muestreo de las 60 lecturas en el monóxido de carbono y la obtención de promedios para la concentración de oxígeno y temperatura de gases, se vuelve a realizar la verificación del parámetro bias final, el cual ya se reportó, pero esta vez sólo se demostrará su cálculo, ver **Tabla 6.21**.

Tabla 6.21. Resumen de resultados de Bias final Oxígeno (O₂) y Monóxido de Carbono (CO).

Bias final Oxígeno (O ₂)	Bias final Monóxido de Carbono (CO)
$\% \text{BIAS final (O}_2\text{)} = \frac{1.91 - 1.95}{15.944} * 100 = -0.251 \%$	$\% \text{BIAS final (CO)} = \frac{8 - 9}{491} * 100 = -0.2036 \%$
$\% \text{BIAS final (O}_2\text{)} = \frac{15.69 - 15.88}{15.944} * 100 = -1.192 \%$	$\% \text{BIAS final (CO)} = \frac{480 - 486}{491} * 100 = -1.22 \%$

Nuevamente el valor está por debajo del 5% para todos los resultados, por lo que, se considera que la prueba del bias final es aprobada y el cálculo es correcto.

Por último, se calcula el drift (desplazamiento), empleando para ello los valores del bias y el método USEPA 3A y USEPA 10, indican que debe ser menor al 3% en valor absoluto, esto se muestra a continuación:

$$\% \text{DRIFT} = \text{Respuesta final de Cal. del Sist.} - \text{Respuesta Inicial de Cal. del Sist}$$

Tabla 6.22. Resumen de resultados de Drift Oxígeno (O₂) y Monóxido de Carbono (CO).

DRIFT Oxígeno (O ₂)	DRIFT Monóxido de Carbono (CO)
$\% \text{DRIFT(O}_2\text{)} = -0.251 - (-0.188) = 0.063$	$\% \text{DRIFT(CO)} = -0.204 - (-0.204) = 0.0$
$\% \text{DRIFT(O}_2\text{)} = -1.192 - (-0.376) = 0.815$	$\% \text{DRIFT(CO)} = -1.222 - (-0.815) = 0.407$

El resultado calculado de drift para cada concentración de monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂) están por debajo del 3%, ver **Tabla 6.22**, por lo que, se dice que se cumplieron las pruebas de control de calidad en el muestreo del gas monóxido de carbono (CO). Solamente queda ajustar la concentración obtenida del promedio de las 60 lecturas y el ajuste basado en la corrección del oxígeno para reportar el analito gaseoso como lo especifica la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 (SEMARNAT, 2011).

Cálculo de la concentración corregida de Monóxido de Carbono (CO).

Para el cálculo de la concentración corregida por oxígeno, primero se debe ajustar el valor promedio de monóxido de carbono (CO) con los sesgos obtenidos de las verificaciones con los gases de calibración y debido a que se empleó una mezcla diferente a cero, (valor de gas de calibración diferente a cero para el CO, fue de 9.83 ppm), el método solicita que se emplee la siguiente ecuación.

$$C_{GAS} = (C_{AVG} - C_M) * \frac{C_{MA} - C_{OA}}{C_M - C_O} + C_{MA}$$

Donde:

C_{GAS} – Concentración promedio del gas del efluente ajustado por el sesgo (bias), ppm.

C_{AVG} – Concentración promedio del gas no ajustada indicada por el analizador para la n corrida, ppm.

C_{OA} – Concentración real del gas de calibración de baja, ppm.

C_O – Promedio de las verificaciones inicial y final para la desviación (bias) de la calibración del sistema para el gas cero, en ppm.

C_{MA} – Concentración real del gas de calibración de mayor escala, en ppm.

C_M – Promedio de los resultados de la verificación inicial y final para la desviación de la calibración del sistema para el gas de mayor concentración, en ppm.

Sustituyendo los valores de Bias para el monóxido de carbono obtenemos la concentración ajustada por bias, esto es:

$$C_{GAS\ CO} = (143.07 - 481) * \frac{491 - 9.83}{481 - 8} + 491 = 147.23 \text{ ppm}$$

Lo mismo se realiza para el oxígeno, lo cual se muestra a continuación:

$$C_{GAS\ O_2} = (5.44 - 15.755) * \frac{15.944 - 1.997}{15.755 - 1.915} + 15.944 = 5.55 \% \text{ vol.}$$

Con estos datos de monóxido de carbono y oxígeno corregido por bias, se realiza el ajuste por exceso de oxígeno que es alimentado usualmente a las calderas, para reportarse según lo especificado en la Norma NOM-085-SEMARNAT-2011, se muestra la ecuación de ajuste por oxígeno:

$$C_R = \frac{20,9 - O_R}{20,9 - O_M} C_M$$

donde:

C_R – Concentración del monóxido de carbono calculada al valor de referencia del O_2 , ppm o % vol.

O_R – Nivel de referencia para el O_2 , para este caso $O_R = 5\%$ vol.

O_M – Valor medido para el O_2 , % vol. Para valores medidos para el O_2 entre 15.1 y 20.9 % se deberá emplear un valor de O_M de 15 %.

C_M – Concentración medida de monóxido de carbono, ppm.

Sustituyendo ahora lo valores de monóxido de carbono y oxígeno corregidos por bias, tenemos que:

$$C_R = \frac{20.9 - 5.0}{20.9 - 5.55} * (147.23) = 152.50 \text{ ppm}$$

El límite máximo permisible para el monóxido de carbono (CO), de un equipo de calentamiento indirecto (caldera) ubicado en Zona Crítica, que emplea combustible gaseoso, con una capacidad térmica nominal de 5.3 GJ/h es de 450 ppm. Por lo que, se concluye que la caldera de Glas-co-mex, S.A. de C.V., está dentro de los límites máximos permisibles; existiendo conformidad con la norma de referencia.

Este desglose de cálculo de los parámetros de calidad: error de calibración del analizador, bias inicial, bias final, drift, y concentración medida para monóxido de carbono (CO) se realizó de la misma forma para las otras dos empresas, los resultados se muestran en las **Tablas 6.23 y 6.24**:

Empresa - Ilusión S.A de C.V.

Tabla 6.23. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Ilusión, S.A. de C.V.

Parámetro	Valor			Unidades
Error de calibración del analizador, ACE para el CO	0.204	0.035	-0.204	%
Error de calibración del analizador, ACE para el O ₂	0.188	-0.107	-0.088	%
Bias inicial para el CO, SBini	-0.204	-0.601		%
Bias final para el CO, SBfinal	-0.407	-1.018		%
Drift de la prueba para CO, D	0.204	0.407		%
Bias inicial para el O ₂ , SBini	-0.125	-0.439		%
Bias final para el O ₂ , SBfinal	-0.188	-1.004		%
Concentración promedio del CO, C _{AVG}	231.37			ppm
Concentración ajustada por Bias del CO, C _{GAS}	234.41			ppm
Concentración promedio del O ₂ , C _{AVG}	6.21			% vol.
Concentración ajustada por Bias del O ₂ , C _{GAS}	6.27			% vol.
Concentración corregida por 5% de O ₂ de CO	254.76			ppm
Límite Máximo de Permisible de CO, Resto del País, LMP	500.0			ppm

Empresa - Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.

Tabla 6.24. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.

Parámetro	Valor			Unidades
Error de calibración del analizador, ACE para el CO	0.204	0.035	0.204	%
Error de calibración del analizador, ACE para el O ₂	0.188	-0.107	-0.151	%
Bias inicial para el CO, SBini	-0.204		-0.611	%
Bias final para el CO, SBfinal	-0.407		-1.018	%
Drift de la prueba para CO, D	0.204		0.407	%
Bias inicial para el O ₂ , SBini	-0.188		-0.063	%
Bias final para el O ₂ , SBfinal	-0.314		-0.753	%
Concentración promedio del CO, C _{AVG}	59.77			ppm
Concentración ajustada por Bias del CO, C _{GAS}	61.38			Ppm
Concentración promedio del O ₂ , C _{AVG}	7.33			% vol.
Concentración ajustada por Bias del O ₂ , C _{GAS}	7.41			% vol.
Concentración corregida por 5% de O ₂ de CO	72.34			ppm
Límite Máximo de Permissible de CO, ZC, LMP	450			ppm

Se puede concluir que, en las otras dos empresas, se esta por debajo del limite máximo permisible para las calderas en el parámetro de Monóxido de Carbono (CO), por lo que, existe conformidad con la norma de referencia. Cabe hacer mención que este estudio tiene una frecuencia anual, por lo que se debe realizar cada año.

En el apéndice 7.2 Proyecto monitoreo de gases de combustión se muestran las **Tablas 7.7 a la 7.13**, que contienen los resultados obtenidos de las hojas de campo para estas dos empresas.

6.3. Proyecto de Secretaria del Trabajo y Previsión Social

Se realizaron cinco levantamientos en diferentes normas de STPS para tres empresas diferentes. El orden se muestra a continuación:

Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.

NOM-006-STPS-2014 - Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Publicada en el DOF el 11/09/2014.

NOM-017-STPS-2008 - Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Publicada en el DOF el 09/12/2008.

Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.

NOM-019-STPS-2011 - Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. Publicada en el DOF el 13/04/2011.

Corporativo DL, S.A. de C.V.

NOM-026-STPS-2008 - Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Publicada en el DOF el 25/11/2008.

NOM-029-STPS-2011 - Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad. Publicada en el DOF el 29/12/2011.

La responsabilidad que se me adjudicó en este trabajo estuvo limitada a cada Norma de STPS arriba mencionada, por lo que, de manera general se puede decir que participé en:

- 1) Realización de levantamientos de datos generales.
- 2) Entrevista de personal que laboraba en los centros de trabajo.
- 3) Comunicación del cumplimiento del manejo de equipo de protección personal.
- 4) Se realizó la generación de tablas, actas de inspección.
- 5) Se capacitó y verificó el cumplimiento de la señalética en las tuberías eléctricas, señales de obligación, etc.
- 6) Se generaron procedimientos para el mantenimiento seguro de instalaciones en energía eléctrica.

Todos estos trabajos desarrollados fueron supervisados en su totalidad, por la Ing. Minerva Hernández y solamente se reproduce la parte en que me desempeñé, cabe destacar que cada Norma tiene un mayor número de puntos a cubrir, los cuales se cubrieron y se entregaron al cliente, pero que por

cuestiones de confidencialidad de la información no se imprimen en este reporte de proyecto de integración.

Por último, derivado de las condiciones de seguridad prevalecientes en cada centro de trabajo. Al final de cada norma se emitieron recomendaciones para el cumplimiento cabal de los puntos específicos de las NOM's en que participé.

NOM-006-STPS-2014 - Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Publicada en el DOF el 11/09/2014.

En el caso de la Norma NOM-006-STPS-2014, se revisó que en la empresa Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V., no contaba con un programa de revisión y mantenimiento de maquinaria, para el manejo y almacenamiento de materiales, por lo que, nos dimos a la tarea de revisar las condiciones prevalecientes en el transporte de materiales; se comunicó a mantenimiento que debían revisar su maquinaria en el manejo de materiales con una periodicidad, diaria, semanal o mensual, según corresponda su uso; se establecieron las responsabilidades en el programa entre el jefe, los supervisores y los trabajadores; la importancia de la fecha de ejecución y el responsable en la ejecución y se identificaron las condiciones mínimas a tener presentes en el manejo de cargas y maquinaria.

Todas estas observaciones quedaron plasmadas en un documento denominado “Programa específico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria empleada en el manejo y almacenamiento de materiales”, que corresponde al punto 5.1, del apartado 5. Obligaciones del patrón de la Norma NOM-006-STPS-2014 (NOM-006-STPS, 2014).

A continuación, se reproduce parte del “Programa específico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria empleada en el manejo y almacenamiento de materiales”. Por último, derivado del levantamiento en campo se presentan recomendaciones para el mejor manejo y cumplimiento de la Norma NOM-006-STPS-2014.

Programa específico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria empleada en el manejo y almacenamiento de materiales

Objetivo

Conseguir que los equipos se conserven en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos, y consiguiendo así que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.

Alcance

Todos los equipos utilizados para las actividades de manejo y almacenamiento de materiales.

Implicaciones y responsabilidades.

Responsable de mantenimiento:

- Elaborará un programa de mantenimiento que asegure la conservación de los equipos en condiciones óptimas y velará por el cumplimiento de este considerando las especificaciones y recomendaciones marcadas por los fabricantes en los manuales de los equipos y maquinaria.

Mandos intermedios:

- Velarán por los equipos se encuentren en correcto estado y las actuaciones de mantenimiento se desarrollen de acuerdo con lo establecido.

Trabajadores:

- Deberán comunicar inmediatamente a su mando directo cualquier defecto o indicio de avería detectado en el equipo.

Desarrollo

Es responsabilidad del área de mantenimiento hacer las revisiones correspondientes, para lo cual, cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, ver **Tabla 6.25**, que considera los siguientes puntos:

1. Maquinaria objeto de la revisión.

En este punto se deberá incluir el nombre de la maquinaria y en caso de contar con algún número de identificación, también se deberá mencionar este.

2. Actividad a llevar a cabo.

En este punto se deberán señalar las actividades realizadas, así como si fueron realizadas como actividades de mantenimiento preventivo o correctivo.

3. Periodicidad con la que se desarrolla.

De los manuales de los equipos que se anexan en el presente estudio ahí se indica la periodicidad en la cual se desarrollará el mantenimiento de estos.

Pudiendo darse lo siguiente:

Tabla 6.25. Actividades y periodicidad de revisión y mantenimiento de maquinaria.

Actividad	Periodicidad
Inspección visual de la maquinaria y equipo a emplearse en el manejo y almacenamiento de materiales previo al inicio de actividades	Diaria
Inspección visual de la maquinaria y equipo a emplearse en el manejo y almacenamiento de materiales al concluir actividades	Diaria
Limpieza general de maquinaria y equipo empleada en el manejo y almacenamiento de materiales	Semanal
Revisión de piezas mecánicas y componentes eléctricos de la maquinaria y equipo empleado en el manejo y almacenamiento de materiales	Semanal
Cambio de piezas mecánicas o componentes eléctricos por mal funcionamiento	Toda vez que sea requerido
Cambio programado de piezas metálicas o componentes eléctricos	De acuerdo con especificaciones del fabricante (revisar manuales y especificaciones del fabricante)

4. Tipo de revisión y mantenimiento efectuado.

En este punto se indicará la actividad realizada considerando la **Tabla 6.25**, del presente procedimiento.

5. Fecha de ejecución.

6. Responsable de la ejecución.

En este punto se indicará el nombre y la firma del personal responsable de llevar a cabo dichas actividades.

En el apartado del Apéndice 7.3 se presenta el formato del Programa Específico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria empleada en el manejo y almacenamiento de materiales.

Asimismo, se determinaron las medidas generales de seguridad en el manejo de cargas. Esto se muestra a continuación.

a. Realizar al inicio de cada jornada una revisión visual y prueba funcional de la maquinaria, según aplique, para verificar el buen estado y funcionamiento de los elementos siguientes:

- Controles de operación y de emergencia;
- Dispositivos de seguridad;
- Sistemas neumáticos, hidráulicos, eléctricos y de combustión;
- Señales de alerta y control;
- Estado físico que guarda la estructura en general, y
- Cualquier otro elemento especificado por el fabricante;

b. Contar con dispositivos de paro de emergencia de la maquinaria, y con avisos sobre su capacidad máxima de carga;

c. Disponer de al menos un extintor del tipo y capacidad específica a la clase de fuego que se pueda presentar.

d. Delimitar y evitar el acceso a las áreas de operación de la maquinaria a trabajadores o personas ajenas a los trabajos de manejo de materiales, así como mantener dichas áreas libres de obstáculos.

e. Disponer de la señalización relativa a la velocidad máxima de circulación de la maquinaria empleada en el manejo de materiales, así como de precaución, particularmente en los cruces o vías con pendientes.

f. Colocar espejos convexos en los cruces de corredores, pasillos o calles donde circule maquinaria empleada en el manejo de materiales y, en caso de ser necesarios, de medios físicos en el piso para reducir su velocidad;

g. Supervisar que los trabajadores usen el equipo de protección personal durante el desempeño de sus actividades;

h. Dar seguimiento al programa específico de revisión y mantenimiento para la maquinaria;

i. Revisar la maquinaria por personal capacitado, en los casos siguientes:

- Cuando se detecten condiciones anormales durante su operación.
- Después de la sustitución o reparación de alguna pieza sometida a esfuerzos y,

- Con base en el programa específico de revisión y mantenimiento, establecido, conforme a la frecuencia indicada por el fabricante.

j. Contar con protecciones en las partes de la maquinaria que puedan generar riesgos a los trabajadores, de acuerdo con lo que prevé la NOM-004-STPS-1999, o las que la sustituyan.

k. Prohibir que se exceda la carga máxima de utilización de la maquinaria empleada en el manejo de materiales.

l. Prohibir que se deje una carga suspendida sin la presencia del operador.

m. Prohibir que los trabajadores empleen la maquinaria destinada para el manejo de materiales como medio de transporte de personal, y,

n. Prohibir que menores de 18 años y mujeres en estado de gestación realicen actividades de instalación, operación o mantenimiento de la maquinaria utilizada en el manejo de materiales.

Recomendaciones para la correcta aplicación de la Norma NOM-006-STPS-2014.

Derivado de la visita y del recorrido en la empresa Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V., se presentaron las siguientes recomendaciones para dar cumplimiento a los numerales de la Norma NOM-006-STPS-2014.

Se deberá contar con señalización referente al EPP necesario para ingresar a las diversas áreas del centro de trabajo, de conformidad con la NOM 026 STPS 2008.

Se deberá contar con el registro de la revisión (check list) de los montacargas.

Se deberá llenar el formato correspondiente al programa específico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria y equipo, y conservar la evidencia de dicho registro por lo menos durante un año, o en su caso, adaptarlo al programa de mantenimiento con el que se cuente.

Contar con señalización que indique la altura máxima de estiba.

Los pasillos peatonales, así como las rutas de evacuación y salidas de emergencia no deberán ser obstruidos por equipo auxiliar o materiales.

El médico deberá determinar la aptitud física de los trabajadores para realizar actividades de manejo y almacenamiento de materiales de manera manual.

NOM-017-STPS-2008 - Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Publicada en el DOF el 09/12/2008.

Para el caso de la Norma NOM-017-STPS-2008 se aplica también en la empresa Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V. Y con base en, el levantamiento en planta se identificó la importancia en la determinación del equipo de protección personal mediante la relación de los puestos de trabajo con sus correspondientes regiones anatómicas y la comunicación de los riesgos al no emplear equipo de protección personal (EPP). También se hizo énfasis, en las condiciones que debe cumplir el EPP para poder cubrir puntos del capítulo 5 Obligaciones del patrón, específicamente se desarrolló trabajo para cumplir los puntos 5.2, 5.4 y 5.5 de la Norma de referencia.

De la primera visita por las áreas se detectó que varios trabajadores no conocían las características mínimas a cumplir por el EPP y que también no todos los trabajadores portaban el equipo de protección personal de manera adecuada.

Por lo tanto, iniciamos con una junta para comunicar al personal administrativo (compras) y al encargado de seguridad e higiene la importancia al adquirir un EPP que cumpla con las condiciones para desempeñar el trabajo de manera segura. Se descubrió que el EPP se desgastaba y se perdía fácilmente ya que el trabajador no lo usaba, porque consideraba que no era el adecuado para la realización de las actividades. Asimismo, se encontró que no se llevaba una lista por parte del encargado de seguridad y salud y los trabajadores aprovechaban esta situación para pedir EPP tanto al departamento de compras como al de seguridad e higiene, lo que ocasionaba un mayor gasto en este rubro.

Se explicó a los dos departamentos, que el equipo de protección personal seleccionado deberá, contar con la certificación emitida por un organismo de certificación, acreditado y/o aprobado en los términos de la Ley de Metrología y Normalización, cuando existan normas oficiales mexicanas, y organismos acreditados para certificar los equipos regulados por dichas normas, vigilando siempre que cumpla con las siguientes condiciones:

- 1) Atenuar la exposición del trabajador con los agentes de riesgo.
- 2) Ser de uso personal.
- 3) Contar con las indicaciones e instructivos de uso, revisión, reposición, limpieza, mantenimiento, resguardo y disposición final de los mismos.
- 4) Ser acorde a las características físicas de los trabajadores.

En el trabajo realizado se empleó la **Tabla 6.26**, que relaciona las regiones anatómicas del cuerpo humano con el equipo de protección personal, así como los tipos de riesgo a cubrir. Esta tabla procede de la guía de Referencia de la Norma NOM-017-STPS-2008 (NOM-017-STPS, 2008)

Tabla 6.26. Determinación del equipo de protección personal.

Clave y región anatómica	Clave y EPP	Tipo de riesgo en función de la actividad del trabajador
Cabeza	<ul style="list-style-type: none"> A. Casco contra Impacto B. Casco dieléctrico C. Capuchas 	<ul style="list-style-type: none"> A. Golpeado por algo, que sea una posibilidad de riesgo continuo inherente a su actividad. B. Riesgo a una descarga eléctrica (considerar alto o bajo voltaje, los cascos son diferentes). C. Exposición a temperaturas bajas o exposición a partículas. Protección con una capucha que puede ir abajo del casco de protección personal.
Ojos y cara	<ul style="list-style-type: none"> A. Anteojos de protección B. Goggles C. Pantalla facial D. Careta para soldador E. Gafas para soldador 	<ul style="list-style-type: none"> A. Riesgo de proyección de partículas o líquidos. En caso de estar expuesto a radiaciones, se utilizan anteojos de protección contra la radiación. B. Riesgo de exposición a vapores o humos que pudieran irritar los ojos o partículas mayores o a alta velocidad. C. Se utiliza también cuando se expone a la proyección de partículas en procesos tales como esmerilado o procesos similares; para proteger ojos y cara. D. Específico para procesos de soldadura eléctrica. E. Específico para procesos con soldadura autógena.
Oídos	<ul style="list-style-type: none"> A. Tapones auditivos B. Conchas acústicas 	<ul style="list-style-type: none"> A. Protección contra riesgo de ruido; de acuerdo con el máximo especificado en el producto o por el fabricante. B. Mismo caso del inciso A.
Aparato respiratorio	<ul style="list-style-type: none"> A. Respirador contra partículas B. Respirador contra gases y vapores C. Mascarilla Desechable D. Equipo de respiración autónomo. 	<p>En este tipo de productos es importante verificar las recomendaciones o especificaciones de protección del equipo, hecha por el fabricante del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Protección contra polvos o partículas en el medio ambiente laboral y que representan un riesgo a la salud del trabajador. B. Protección contra gases y vapores. Hay que considerar que hay diferentes tipos de gases y vapores para los cuales aplican también diferentes tipos de respiradores, incluyendo para gases o vapores tóxicos. C. Mascarilla sencilla de protección contra polvos. D. Se utiliza cuando el trabajador entra a espacios confinados o cuando un respirador no proporciona la protección requerida.




Clave y región anatómica	Clave y EPP	Tipo de riesgo en función de la actividad del trabajador
Extremidades superiores	<p>A. Guantes contra sustancias químicas</p> <p>B. Guantes dieléctricos</p> <p>C. Guantes contra temperaturas extremas</p> <p>D. Guantes</p> <p>E. Mangas</p>	<p>En este tipo de productos es importante verificar las recomendaciones o especificaciones de los diferentes guantes existentes en el mercado, hecha por el fabricante del producto. Su uso depende de los materiales o actividad a desarrollar.</p> <p>A. Riesgo por exposición o contacto con sustancias químicas corrosivas.</p> <p>B. Protección contra descargas eléctricas. Hay que considerar que son diferentes guantes dependiendo de protección contra alta o baja tensión.</p> <p>C. Riesgo por exposición a temperaturas bajas o altas.</p> <p>D. Hay una gran variedad de guantes: tela, carmaza, piel, PVC, látex, entre otros. Dependiendo del tipo de protección que se requiere, actividades expuestas a corte, vidrio, etc.</p> <p>E. Se utilizan cuando es necesario extender la protección de los guantes hasta los brazos.</p>
Tronco	<p>A. Mandil contra altas Temperatura</p> <p>B. Mandil contra sustancias químicas</p> <p>C. Overol</p> <p>D. Bata</p> <p>E. Ropa contra sustancias peligrosas.</p>	<p>A. Riesgo por exposición a altas temperaturas; cuando se puede tener contacto del cuerpo con algo que esté a alta temperatura.</p> <p>B. Riesgo por exposición a sustancias químicas corrosivas; cuando se puede tener contacto del cuerpo con este tipo de sustancias.</p> <p>C. Extensión de la protección en todo el cuerpo por posible exposición a sustancias o temperaturas. Considerar la facilidad de quitarse la ropa lo más pronto posible, cuando se trata de sustancias corrosivas.</p> <p>D. Protección generalmente usada en laboratorios u hospitales.</p> <p>E. Es un equipo de protección personal que protege cuerpo, cabeza, brazos, piernas pies, cubre y protege completamente el cuerpo humano ante la exposición a sustancias altamente tóxicas o corrosivas.</p>
Extremidades inferiores	<p>A. Calzado ocupacional</p> <p>B. Calzado contra impactos</p> <p>C. Calzado conductivo</p> <p>D. Calzado dieléctrico</p> <p>E. Calzado contra sustancias químicas</p> <p>F. Polainas</p> <p>G. Botas impermeables.</p>	<p>A. Proteger a la persona contra golpes, machucamientos, resbalones, etc.</p> <p>B. Protección mayor que la del inciso anterior contra golpes, que pueden representar un riesgo permanente en función de la actividad desarrollada.</p> <p>C. Protección del trabajador cuando es necesario que se elimine la electricidad estática del trabajador; generalmente usadas en áreas de trabajo con manejo de sustancias explosivas.</p> <p>D. Protección contra descargas eléctricas.</p> <p>E. Protección de los pies cuando hay posibilidad de tener contacto con algunas sustancias químicas. Considerar especificación del fabricante.</p> <p>F. Extensión de la protección que pudiera tenerse con los zapatos exclusivamente.</p> <p>G. Generalmente utilizadas cuando se trabaja en áreas húmedas.</p>
Otros	<p>A. Equipo de protección contra caídas de altura</p> <p>B. Equipo para brigadista contra incendio</p>	<p>A. Específico para proteger a trabajadores que desarrollen sus actividades en alturas y entrada a espacios confinados.</p> <p>B. Específico para proteger a los brigadistas contra altas temperaturas y fuego. Hay equipo adicional en función de las actividades rescate a realizar.</p>

La **Tabla 6.26** arriba mostrada, nos permitió maximizar la obtención de EPP en el centro de trabajo, mediante la optimización tanto de los recursos como de la aplicación a la cual iba dirigido.

Una vez determinada la importancia del EPP por parte de los departamentos de compras y de seguridad e higiene, pasamos a iniciar la comunicación efectiva con los trabajadores sobre los riesgos asociados a los que están expuestos al no utilizar el EPP de manera correcta. La participación en este punto fue realizar el curso de inducción, reforzando la utilización del EPP, la obligación de cuidar y mantener en buen estado el equipo y reglas de seguridad que deberán seguir trabajadores y contratistas al ingresar a la planta.

Además de lo anterior, se comunicaron las señales de obligación del uso del equipo de protección personal, con fondo en color azul y símbolo en color blanco, en toda la planta, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, señaladas en la **Tabla 6.27**:

Tabla 6.27. Señalamientos uso obligatorio de EPP.

Señalamiento	Descripción
	<p>Uso obligatorio de protección ocular (Contorno de cabeza humana portando anteojos)</p>
	<p>Uso obligatorio de protección auditiva (Contorno de cabeza humana portando protección auditiva)</p>
	<p>Uso obligatorio de calzado de protección (Zapato de protección)</p>
	<p>Uso obligatorio de equipo de protección personal (Equipo de protección personal)</p>

Por último, se emitieron recomendaciones para la correcta aplicación y seguimiento de la Norma NOM-017-STPS-2008, las cuales se muestran a continuación.

Recomendaciones para la NOM-017-STPS-2001.

Se debe incorporar evidencia documental de que se entrega equipo de protección personal a los trabajadores en el centro de trabajo.

Se deberá incorporar la evidencia documental de que se informa a trabajadores, contratistas y visitantes los riesgos presentes en cada área de trabajo y las reglas de seguridad.

También se deberá incorporar evidencia documental de que se otorga capacitación por lo menos una vez al año a los trabajadores sobre los procedimientos de uso, revisión, reposición, limpieza, mantenimiento, limitaciones, resguardo y disposición final del equipo de protección personal.

Contar con todas las fichas técnicas del equipo de protección personal que se utiliza en el centro de trabajo e incorporarlas a la carpeta de la misma Norma mediante el apoyo de proveedores.

También se deberán incorporar las facturas de la compra de equipo de protección personal, ya que esto servirá con evidencia de que el patrón procura la compra y distribución del EPP.

Cuando ingresen proveedores y visitantes a la planta, sobre todo a los que ingresarán a las áreas de producción y mantenimiento, el personal de vigilancia deberá comunicar verbalmente que deberán de portar de forma obligatoria, calzado de seguridad, lentes, chaleco reflejante y casco.

NOM-019-STPS-2011 - Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. Publicada en el DOF el 13/04/2011.

El objetivo de la Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2011 es, establecer los requerimientos para la constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. De lo anterior, la empresa Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V., solicitó a DAVIDA LyH, S.A. de C.V. el apoyo para elaborar el reglamento de la comisión de seguridad e higiene, así como, la creación del formato acta de verificación y ejemplos en donde se revisan el contenido como los hallazgos levantados.

Por lo tanto, mi participación se limitó a desarrollar primero el reglamento de la comisión de seguridad e higiene en donde vienen especificadas las funciones de cada uno de los integrantes, tales como: el coordinador, el secretario y los vocales. Se elaboraron las listas que contenían los datos de la comisión de seguridad e higiene, el acta de recorridos de verificación. Estipulando para ello una frecuencia mínima de 3 meses. Al contar con esta información se realizó una junta de difusión de material en la cual se expuso el formato del acta de verificación a los integrantes de la Comisión de Seguridad e Higiene, ver **Figura 6.9**.

Una vez con esta acta de verificación se procedió a iniciar un recorrido acompañado siempre de los integrantes. Identificando los lugares que presentan condiciones riesgosas mediante fotografías, determinando el agente o condición peligrosa, el área en donde se realiza el hallazgo, la acción preventiva, identificando el responsable y el porcentaje de cumplimiento por parte del área afectada. La **Figura 6.10**, muestra la evidencia de los hallazgos para tres áreas, en el centro de trabajo.

Con esto, se pudo dar cumplimiento a los puntos 5.1, 5.4, 5.5 y 5.6 del capítulo 5. Obligaciones del patrón, enunciados en la Norma de referencia. (NOM-019-STPS, 2011). Se reproduce una parte del Reglamento de la Comisión de Seguridad e Higiene que se elaboró, para continuar con el formato del acta de verificación y un breve ejemplo de los hallazgos encontrados en el recorrido a la planta.

Reglamento de la Comisión de Seguridad e Higiene del centro de trabajo.

El coordinador será responsable de:

- a) Presidir las reuniones de trabajo de la comisión
- b) Dirigir y coordinar el funcionamiento de la comisión
- c) Integrar en el acta de verificación de la comisión, la propuesta de medidas para la prevención de accidentes y enfermedades de trabajo que emitan los miembros de ella, constatando que estén sustentadas en la normatividad en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo;
- d) Promover la participación responsable de los integrantes de la comisión y constatar que cada uno de ellos cumpla con las tareas asignadas;
- e) Presentar al patrón la programación anual de las verificaciones, a fin de integrarlas en el programa de seguridad e higiene de la empresa o en la relación de actividades a cumplir, conforme a lo establecido en el artículo 130 del Reglamento de Seguridad y Salud;
- f) Vigilar que se realicen las investigaciones de las causas de accidentes de trabajo para su análisis e integrar las conclusiones en el acta de verificación, la cual será turnada al secretario;
- g) Elaborar al término de la verificación, juntamente con el secretario, el acta de verificación de la comisión, misma que será validada mediante la firma de todos los que hayan participado en la misma y entregarla al patrón de inmediato;
- h) Participar juntamente con el secretario en las inspecciones de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo que practique la autoridad laboral en el centro de trabajo;
- i) Coadyuvar con el patrón en asesorar a los vocales y al personal de los centros de trabajo, para la detección de condiciones peligrosas presentes en su medio ambiente laboral;
- j) Solicitar, previo acuerdo de la comisión, la sustitución de sus integrantes;
- k) Proponer al patrón, los temas de capacitación necesarios para mejorar el desempeño de la comisión de seguridad e higiene en el trabajo.

El secretario será responsable de:

- a) Mantener bajo custodia copia del acta de constitución, y de la evidencia documental que se genere por la sustitución o cambio de algún integrante, así como de la capacitación de los integrantes de la propia comisión.
- b) Convocar a los integrantes de la comisión para efectuar las verificaciones programadas.
- c) Organizar y apoyar el desarrollo de las reuniones de trabajo de la comisión, de acuerdo con el coordinador.
- d) Integrar al acta de verificación de la comisión, la relación de las violaciones a la normatividad y condiciones peligrosas encontradas en la verificación.

- e) Integrar al acta de verificación las recomendaciones para la prevención, eliminación o reducción de condiciones peligrosas o actos inseguros que aseguren la integridad de los trabajadores y la protección del medio ambiente de trabajo e instalaciones, con fundamento en la normatividad aplicable y en experiencias operativas en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
- f) Integrar al acta de verificación, los resultados de las investigaciones de incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo, así como las recomendaciones que se apliquen para evitar su recurrencia.
- g) Participar juntamente con el coordinador en las inspecciones de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo que practique la autoridad laboral en los centros de trabajo.
- h) Asesorar a los vocales y al personal de los centros de trabajo en la verificación y en la detección de condiciones peligrosas presentes en el mismo.
- i) Mantener bajo custodia una copia de las actas de verificación por lo menos doce meses más a partir de la terminación del programa anual de verificación, para revisar el seguimiento de las propuestas de medidas para la prevención de incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo, así como cualquier documentación que se relacione con la integración, funcionamiento y organización de la comisión.
- j) Vigilar que los integrantes de la comisión que participaron en la verificación firmen el acta respectiva.
- k) Participar con el coordinador, presentar y entregar el acta de verificación al patrón.
- l) Integrar el programa anual de capacitación para los integrantes de la comisión con los temas en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo que hayan sido aprobados por la comisión de seguridad e higiene, para optimizar el desempeño del grupo.

Los vocales serán responsables de:

- a) Participar en la verificación.
- b) Detectar y recabar información sobre condiciones peligrosas y necesidades de capacitación y actualización en temas de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo en el área que le designe verificar la comisión a cada uno de ellos.
- c) Participar en la elaboración del acta correspondiente aportando sus observaciones y las violaciones a las normas que se detectaron durante la verificación.
- d) Apoyar las actividades de promoción y de orientación a los trabajadores, que se indiquen en el seno de la comisión.

Datos que debe contener el acta constitutiva de la comisión de seguridad e higiene.

Datos del centro de trabajo:

- a) El nombre, denominación o razón social.
- b) El domicilio completo (calle, número, colonia, municipio o delegación, ciudad, entidad federativa, código postal).
- c) El Registro Federal de Contribuyentes.
- d) El Registro Patronal otorgado por el Instituto Mexicano del Seguro Social.
- e) La rama industrial o actividad económica.
- f) La fecha de inicio de actividades.
- g) El número de trabajadores del centro de trabajo, y
- h) El número de turnos.

Datos de la Comisión de Seguridad e Higiene:

- a) La fecha de integración de la comisión (día, mes y año), y
- b) El nombre y firma del patrón o de su representante, y del representante de los trabajadores, tratándose de centros de trabajo con menos de 15 trabajadores, el nombre y firma del coordinador, secretario y vocales, en el caso de centros de trabajo con 15 trabajadores o más.

Datos que debe contener el acta de los recorridos de verificación.

A continuación, se muestran los datos que debe contener el acta de verificación.

- a) Fecha del acta.
- b) Número consecutivo del acta.
- c) Lugar en que se reúne la comisión para preparar el acta de verificación.
- d) La hora en que se reúne la comisión para preparar el acta de verificación.
- e) Fecha en que se reúne la comisión para preparar el acta de verificación.
- f) Periodo que comprende la verificación.
- g) Denominación del centro de trabajo.
- h) Denominación de la comisión.
- i) Domicilio (calle, número, colonia, ciudad, entidad federativa, código postal).
- j) Cantidad total de trabajadores; (Mencionar si se trata de una verificación ordinaria - conforme al programa anual - o si es extraordinaria).
- k) Áreas, instalaciones o centros de trabajo verificados (deben coincidir con el programa anual).

- l) Las condiciones peligrosas detectadas durante el recorrido por las instalaciones del centro de trabajo.
- m) La causa - efecto de cada condición o acto inseguro detectado.
- n) Citar la normatividad que se está incumpliendo en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
- o) Recomendar la solución que por consenso en el seno de la comisión se considere como la óptima para prevenir, eliminar o reducir condiciones peligrosas.
- p) Asignar la prioridad con la que se deben atender las recomendaciones.
- q) Designar al responsable de atender directamente la recomendación.
- r) El avance de las recomendaciones en proceso.
- s) La causa de las recomendaciones pendientes.
- t) El resultado de las recomendaciones atendidas.
- u) Los resultados del análisis de los incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo ocurridos en el periodo que se reporta, así como las medidas que se recomienden para evitar su recurrencia.
- v) Actividades relevantes.
- w) Asuntos generales.
- x) Nombre y firma de los representantes del patrón, integrantes de la comisión, y
- y) Nombre y firma de los representantes de los trabajadores que participaron en la verificación.

ACTA DE VERIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE
2º Recorrido

Razón social	----
<hr/>	
Domicilio:	----
<hr/>	
Teléfonos:	----
<hr/>	
Actividad económica:	----
<hr/>	
Registro federal de contribuyentes:	----
<hr/>	
Registro patronal del IMSS:	----
<hr/>	
Fecha de inicio de actividades:	----
<hr/>	
Fecha de realización	----
<hr/>	
Hora de inicio de recorrido	----
<hr/>	
Hora de finalización del recorrido:	----
<hr/>	
No. de trabajadores:	----
<hr/>	

Cabe señalar que el personal que labora en **Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.** forma parte de **Dealers Club, S.A. de C.V.** cuyo RFC es ---- y registro patronal ----.

Los integrantes de la Comisión de Seguridad e Higiene se reunieron con el objeto de llevar a cabo la verificación trimestral de carácter **ORDINARIA**, de conformidad con el programa anual de recorridos establecido, a fin de detectar condiciones inseguras o posibles violaciones al reglamento y normas aplicables en la materia de seguridad e higiene y evitar, así, riesgos a los trabajadores.

Este recorrido se realizó en **todas las áreas del centro de trabajo**, durante el cual se observaron las siguientes condiciones inseguras y/o actos inseguros.

Prioridad de atención de acciones:

- Alta
- Moderada

Figura 6.9. Ejemplo de Acta Verificación de la Comisión de Seguridad e Higiene (Fuente: Acta de Verificación de la Comisión de Seguridad e Higiene, NOM-019-STPS-2011, Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.).




No.	Fotografía	Agente, condición peligrosa o insegura, acto inseguro, incumplimiento normativo	Área	Acción preventiva y/o correctiva/recomendación	Responsable	% de cumplimiento
1		Personal sin equipo de protección personal completo	Almacén	Supervisar que el personal porte el equipo de protección personal en todo momento; en caso de carecer de él, proporcionar el EPP	Jefe de almacén/seguridad e higiene	50%
2		El área de almacén esta desordenado	Almacén	Tener el almacén de orden y limpieza	Jefe de almacén	0%
3		Extintor obstruido	Almacén	Retirar los objetos para liberar el extintor	Jefe de almacén	0%

Figura 6.10. Evidencia de Acta de Inspección física. (Fuente: Acta de Verificación de la Comisión de Seguridad e Higiene, NOM-019-STPS-2011, Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.).

Por último, se emitieron recomendaciones para la correcta aplicación y seguimiento de la Norma NOM-019-STPS-2011, las cuales se muestran a continuación.

Recomendaciones para la NOM-019-STPS-2011.

Derivado de la verificación física y documental realizada en Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V., se puede concluir que se cuenta con el acta constitutiva de la comisión de seguridad e higiene.

Se cuenta además con un programa de recorridos de la comisión de seguridad e higiene, en el cual se establecen las fechas de realización de los recorridos de verificación. Sin embargo, los recorridos deberán estar firmados por los integrantes de la comisión, de las cuales se desprenderán acciones preventivas y correctivas.

Adicionalmente se cuenta con un programa de capacitación para la Comisión de Seguridad e Higiene en materia de cumplimiento normativo de las condiciones de seguridad que establece la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, el cual se debe dar seguimiento para conocer y familiarizarse con las obligaciones de la comisión.

NOM-026-STPS-2008 - Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Publicada en el DOF el 25/11/2008.

En la empresa **Corporativo DL, S.A. de C.V.**, se trabajó en la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo. Proporcionándose capacitación sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización, principalmente para el personal de mantenimiento. En un principio se contaba con una interpretación errónea de la Norma por lo que fue necesario, realizar reuniones para aclarar las señales de prohibición, las señales de obligación, señales de precaución y las señales de información, entre el personal de mantenimiento y el responsable de seguridad e higiene.

Por otro lado, se hizo la identificación de señales de seguridad e higiene con que contaban en donde se levanto una observación y el área en donde se encontraba la tubería. Esto se realizó para las tuberías eléctricas, las tuberías que transportan fluidos, las señales de obligación y de prohibición. En esta actividad estuve acompañado por el jefe de mantenimiento y el encargado de seguridad e higiene, por lo que, se obtuvo una retroalimentación directa a las desviaciones encontradas.

Cabe destacar que salió a la luz que no contaban con un programa de revisión y mantenimiento para mejorar el estado de los señalamientos. Derivado del trabajo realizado, se pudo dar cumplimiento a los puntos 5.2 y 5.4, del capítulo 5. Obligaciones del patrón, enunciados en la Norma de referencia. (NOM-026-STPS, 2008).

A continuación, se reproducen algunos puntos de la capacitación de colores y señales de seguridad en la cual se participó. Así como, los hallazgos encontrados en las diferentes tuberías con que cuenta la planta. Por último, se muestran las recomendaciones para el correcto seguimiento y aplicación de la Norma NOM-026-STPS-2008, en el centro de trabajo.

Capacitación sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo.

El centro de trabajo es el responsable de brindar mantenimiento preventivo, y en su defecto, mantenimiento correctivo a todo el sistema de señalización, así como a las tuberías por las cuales se conducen fluidos.

Aplicación de color. La aplicación de color en el sistema de tuberías de las instalaciones corre por cuenta del personal de mantenimiento; respecto al color de la tubería con la que se debe contar, se muestra en la **Figura 6.11 y 6.12.**



Figura 6.11. Código de colores para tuberías NOM-026-STPS-2008. (Fuente: Capacitación sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo).

Señalización

La señalización de la instalación es responsabilidad de **Corporativo DL, S.A. de C.V.** Al detectar que algún señalamiento este deteriorado o en malas condiciones, se informa al responsable de Seguridad e Higiene, el cual se coordina con el responsable de mantenimiento para el reemplazo o reparación del señalamiento en cuestión.

Identificación de la tubería

Cuenta con fluidos conducidos en tuberías, para los cuales se deberá contar con un código de identificación de acuerdo con el sistema de identificación que se establece en la presente norma.



Figura 6.12. Identificación de la tubería (Fuente: Capacitación sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo).


Señalización de tubería en el centro de trabajo.

Flujo eléctrico

Para las instalaciones eléctricas la identificación recomendada por la presente norma es de la siguiente manera, ver **Tabla 6.28**:

“IV. Identificación de tubería eléctrica. Las tuberías visibles o accesibles a los trabajadores, destinadas a contener conductores eléctricos, para diferenciarse de las tuberías que conducen sustancias químicas, pueden contener leyendas, símbolos, marcas o colores para comunicar el riesgo eléctrico, por ejemplo, la leyenda “RIESGO ELÉCTRICO”, el valor del potencial, “220 V” o el símbolo de riesgo eléctrico (véase tabla C.1, numeral C.7).”

Tabla 6.28. Numeral C.7 de la tabla C.1 Señales de precaución de la Norma NOM-026-STPS-2008.

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Advertencia de riesgo eléctrico	Flecha quebrada en posición vertical hacia abajo	

En el siguiente cuadro de la **Tabla 6.29**, se presenta la identificación de los sistemas de tubería para las instalaciones eléctricas.

Tabla 6.29. Requerimientos de identificación en el sistema de tuberías.

Fluido	Condición	Color de identificación NOM-026-STPS-2008	Leyenda de identificación	Tipo de fluido
Flujo eléctrico general	Tuberías visibles o accesibles a los trabajadores	No definido	Electricidad	No obligatorio



Un hallazgo que se presentó en el levantamiento fue que en la tubería eléctrica no se cuenta con señalamientos de riesgo eléctrico tampoco indican el voltaje en los contactos de la instalación eléctrica.



Determinación de los sistemas de señalización de seguridad e higiene en el centro de trabajo.

La determinación de los sistemas de señalización de seguridad e higiene para el centro de trabajo y el sistema de identificación de tuberías de **Corporativo DL, S.A. de C.V.**, es realizado mediante un recorrido a las instalaciones.

Se muestran en las **Tablas 6.30 y 6.31**, el tipo de señalización con la cual cuenta la empresa y se realizan observaciones en caso de no cumplir con lo marcado en la NOM-026-STPS-2008.

Tabla 6.30. Identificación de tuberías.

Tubería	Observación	Área
	<p>La tubería cumple parcialmente ya que no indica dirección de flujo y fluido que transporta con forme a lo que establece la NOM-026-STPS-2008</p>	<p>Planta</p>
	<p>Las tuberías que conducen aire para limpieza de las máquinas "Flexo" no están señalizadas e identificadas como lo establece la NOM-026-STPS-2008</p>	<p>Planta</p>

Tubería	Observación	Área
	<p>Las tuberías de los pulmones acumuladores de aire no están señalizadas e identificadas como lo establece la NOM-026-STPS-2008</p>	<p>Mantenimiento</p>
	<p>La tubería eléctrica no se encuentra señalizada, se recomienda colocar la leyenda o símbolo de riesgo eléctrico o el valor del voltaje.</p>	<p>Planta</p>

Señales de prohibición




Durante el recorrido se observó que el centro de trabajo cuenta con señales prohibitivas de generar llama abierta, prohibido fumar, prohibido el paso. Las cuales fueron adecuadas a la forma geométrica, la banda y color rojo de prohibición.

Señales de obligación

El centro de trabajo cuenta con señales de obligación en materia de uso de Equipo de Protección Personal, esto se muestra en la siguiente **Tabla 6.31**.

Tabla 6.31. Señales de obligación.

Señalamiento	Observación	Área
	<p>Si esta acción es considerada como obligatoria, el señalamiento no cumple con la norma, estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco.</p>	<p>Almacén de producto terminado</p>
	<p>El señalamiento cumple con lo establecido en la NOM-026-STPS-2008, forma circular, fondo color azul y símbolo blanco</p>	<p>Almacén de producto terminado</p>
	<p>El señalamiento cumple con lo establecido en la NOM-026-STPS-2008, forma circular, fondo color azul y símbolo blanco.</p>	<p>Almacén de producto terminado.</p>
	<p>Si esta acción es considerada como obligatoria, el señalamiento no cumple con la norma, estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco.</p>	<p>Mantenimiento</p>

Señalamiento	Observación	Área
	<p>Si esta acción es considerada como obligatoria, el señalamiento no cumple con la norma, estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco.</p>	<p>Baños Oficinas</p>
	<p>Este señalamiento es considerado como obligatorio, el señalamiento no cumple con la norma, estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco.</p>	<p>Baños Planta</p>
	<p>Si este señalamiento se considera como obligatorio, el señalamiento no cumple con la norma, estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco.</p>	<p>Baños Planta</p>

Por último, se emitieron recomendaciones para la correcta aplicación y seguimiento de la Norma NOM-026-STPS-2008, las cuales se muestran a continuación.

Recomendaciones para la NOM-026-STPS-2008.

Las tuberías del centro de trabajo deberán estar identificadas conforme a lo establecido en la NOM-026-STPS-2008.

Reemplazar los señalamientos que se encuentra en mal estado.

Continuar con la capacitación a los trabajadores acerca de la NOM-026-STPS-2008.

Se deberán mantener todos los señalamientos visibles, libres de obstáculos.

Se deberá de elaborar un programa de mantenimiento que garantice la aplicación del color en tuberías y el buen estado de los señalamientos.

NOM-029-STPS-2011 - Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad. Publicada en el DOF el 29/12/2011.

El objetivo del desarrollo de esta norma fue establecer las condiciones de seguridad para realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en Corporativo DL, S.A. de C.V., a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas, asimismo se diseñó el formato para permisos de trabajos especiales.

La parte en que participe en este proyecto fue la elaboración de un procedimiento para identificar las actividades y tiempos que llevan los mantenimientos eléctricos, estableciéndose la autorización necesaria para efectuar trabajos de mantenimiento eléctrico, mediante la aprobación de un permiso de trabajo especial. Cabe mencionar que, en principio en la empresa, no se tenía implementado y se llevaba a cabo de manera verbal por parte del supervisor de mantenimiento con los proveedores. Por lo que, se llevo a cabo una reunión en donde se mostró la obligación por parte del patrón y las consecuencias negativas que pueden ocurrir en estas actividades, entre las partes interesadas. Se especificaron las tres áreas que deben contar con permiso de trabajo y se hizo énfasis en que estas actividades se realicen solamente por personal capacitado.

Asimismo, se hizo hincapié en la importancia de tener equipos aterrizados de manera adecuada mediante una tierra física o electrodo, con el fin de evitar sobretensiones eléctricas. De lo anterior, se implementó el formato de permisos de trabajo que incluye: el personal que interviene en el trabajo, hora de inicio y hora de finalización, área en donde se realizará la operación, tipo de trabajo a efectuar, identificación de peligros durante las operaciones, las protecciones a seguir durante el mantenimiento, el equipo de protección personal a emplear y la autorización por parte del personal encargado. Por último, se mostró el correcto llenado del mismo.

Mi responsabilidad estuvo limitada solamente a responder los puntos 5.4 y 5.13 correspondientes al capítulo 5. Obligaciones del patrón de la norma de referencia. (NOM-029-STPS, 2011)

En seguida se muestra un extracto del “Procedimiento de Seguridad para las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas” y en ese orden se muestra el formato de Permiso de trabajos especiales.

Procedimiento de Seguridad para las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

Medidas y condiciones de seguridad

Protecciones requeridas - Subestaciones.

Se requiere candado de seguridad en la puerta de acceso principal, del cual deberán tener llave solo el personal responsable del mantenimiento preventivo y el jefe de seguridad para revisiones y mantenimiento extraordinario.

Señalamientos de riesgos eléctricos, que deben mencionar la tensión nominal de cada transformador, el equipo de protección personal necesario para el trabajo de acuerdo con las condiciones específicas de la subestación, herramientas de trabajo requeridas y primeros auxilios necesarios

Identificación de tierras físicas con el color gris o blanco

Para operación de herramientas eléctricas, instalación o mantenimiento de lámparas eléctricas y los trabajos en tuberías de conducción se requiere emplear sistemas de tensiones de seguridad.

Los dispositivos conductores deberán ser canalizados adecuadamente, mediante la colocación dentro de tubería o bien, colocación de resguardos obstructivos (tales como rejillas o pantallas).

Delimitar la zona donde se ubican las subestaciones considerando como radio de seguridad para la realización de trabajos de mantenimiento.

Colocar etiquetas de seguridad, tales como, señales de riesgo eléctrico, de identificación de equipo y de EPP, de instrucciones de operación y procedimientos, de primeros auxilios y de acceso restringido. Así como banderines o barreras cuando se delimite la zona para mantenimiento.

Equipos con partes vivas, ver Tabla 6.32.

- a) La mayoría de los equipos presentan partes metálicas en su estructura, existen dispositivos de conducción que conectan directamente con dichas partes, la identificación de aquellos equipos con este riesgo debe ser señalizados, así como desarrollar una correcta comunicación, procedimientos y capacitación con el personal operador para reducir el riesgo de electrocución.
- b) La existencia de áreas con humedad elevada o mojadas, causan daños en el funcionamiento del equipo, deteriorándose por corrosión y generando una superficie viva en el suelo; se deben implementar guardas o barreras para evitar la interacción del agua con superficies vivas.
- c) Las partes vivas sin proteger por encima del espacio de trabajo se deben mantener a una altura no-inferior a la requerida en el siguiente cuadro.

Tabla 6.32. Altura de las partes vivas sin proteger sobre el espacio de trabajo.

Tensión eléctrica nominal entre fases (V)	Altura (m)
601-7500	2.60
7501-35000	2.75
Más de 35000	2.7+ 0.01 por cada kV
	arriba de 35

Desconexión y resguardo

Medios de desconexión para los fusibles. Se deben instalar medios de desconexión en el lado de suministro de todos los fusibles en circuitos de más de 150 V a tierra y en los fusibles de cartucho de cualquier tensión eléctrica, cuando sean accesibles a personal no-calificado, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.

- a. Localización. Los fusibles e interruptores deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemen ni sufran otro tipo de daño.
- b. Partes que se mueven de repente. Las manijas o palancas de los interruptores y otras partes similares que se pueden mover de repente de modo que pudieran herir a las personas que hubiera en la cercanía, deben estar resguardadas o separadas.

Puesta a tierra de los equipos – Evidencia de tierra física, Figura 6.13.



Figura 6.13. Evidencia de tierra física (Fuente: imagen tomada del archivo de levantamiento).

Los sistemas se conectan a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los equipos se conectan a tierra de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, y que faciliten el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra

- a) Equipo fijo o conectado de forma permanente. Las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ponerse a tierra si se presenta cualquiera de las circunstancias mencionadas en los siguientes incisos:

- b) Distancias horizontales y verticales. Si están a menos de 2.5 m en vertical o de 1.50 m en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas.
- c) Lugares mojados o húmedos. Cuando estén instaladas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.
- d) Contacto eléctrico. Cuando estén en contacto eléctrico con metales.
- e) Método de alambrado. Cuando estén alimentados por medio de cables con forro metálico, recubiertos de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de instalación que pueda servir de puesta a tierra del equipo
- f) De más de 150 V a tierra. Cuando el equipo funcione con cualquier terminal a más de 150 V a tierra.
 - Excepción 1: Las cubiertas de desconectadores o interruptores automáticos de circuitos que se utilicen para medios que no sean de equipo de acometida y sólo sean accesibles a personal calificado.
 - Excepción 2: Carcasas metálicas de aparatos eléctricos de calefacción exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.
 - Excepción 4: No es necesario poner a tierra equipo aprobado y listado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

Equipo fijo o conectado de forma permanente. Se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica del equipo y de envolventes descritas

- a) Armazones y estructuras de tableros de distribución. Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.
 - Excepción: Los armazones de tableros de distribución de c.c. a dos conductores que estén eficazmente aislados de tierra.
- b) Órganos de tubos. Las estructuras y carcasas de motores y generadores de órganos de tubos que funcionen con motor eléctrico.
 - Excepción: Cuando el generador esté eficazmente aislado de tierra y de su motor.
- c) Armazones de motores. Las armazones de motores.
- d) Cubiertas de los controladores de motores. Las cubiertas de los controladores de motores.
 - Excepción 1: Envolventes conectados a equipo portátil no-puesto a tierra.
 - Excepción 2: Las tapas continuas de interruptores de acción rápida.
- e) Bombas de agua operadas por motor. Las bombas de agua operadas por motor, incluso las de tipo sumergible.

Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito derivado se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris claro. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del

sistema esté puesto a tierra, deberá tener forro exterior de color blanco o gris claro. Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas, si son necesarios, deberán tener forro exterior de color blanco con una tira de color identificable (que no sea verde) que vaya a lo largo del aislamiento o por cualquier otro medio.

A continuación, en la **Tabla 6.33**, se muestran los tiempos requeridos por actividad, cualquiera que no esté contemplada a continuación será responsabilidad de cualquiera de los jefes encargados de autorizar los trabajos de este tipo.

Tabla 6.33. Actividades y tiempos de mantenimiento eléctrico.

Actividad	Duración
Mantenimiento a luminarias (aditivo metálico)	45 – 60 minutos
Mantenimiento a luminarias (oficinas)	25 minutos
Mantenimiento a cableado, tableros, contactos eléctricos y centros de carga	25 – 40 minutos
Mantenimiento eléctrico a maquinaria	9 horas
Mantenimiento a subestación eléctrica	9 horas

Lugar donde se desarrollará la actividad

Los trabajos se realizan en el área donde se localiza el desperfecto en caso de poder retirar la parte afectada del lugar de trabajo o si se observa algún peligro mayor en el área se realiza el mantenimiento en el área de mantenimiento, tomando las medidas de seguridad necesarias.

Autorización para realizar los trabajos de mantenimiento a instalaciones eléctricas

Para actividades de mantenimiento de las instalaciones en altura, en subestaciones, así como a los que manejan instalaciones eléctricas energizadas, antes de realizar dichas actividades se dará aviso al responsable de Seguridad e higiene y al encargado, los cuales firmaran de enterado en el formato de **“PERMISO PARA TRABAJOS ESPECIALES”**.

Las actividades que requieren autorización con el permiso de trabajo son las siguientes:


- a. Cambio de luminarias en alturas
- b. Mantenimiento eléctrico a las grúas viajeras.
- c. Trabajos en cualquiera de las tres subestaciones.

El formato utilizado por **Corporativo DL, S.A. de C.V.** para los trabajadores que realizan actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, cumple con los siguientes aspectos:

- a. Nombre del responsable del trabajo,
- b. Nombre del jefe o supervisor,
- c. Equipo en el que se desarrollara la actividad,
- d. Tipo de los trabajos a efectuar,

- e. Procedimientos de seguridad en la ejecución,
- f. Tipo de trabajo por realizar
- g. Firma del jefe de personal
- h. Firma del responsable del trabajo

En la **Figura 6.14**. Se muestra el formato de permiso para realizar trabajos en instalaciones eléctricas.



Permiso para Trabajos Especiales

Tiempo estimado actividad: _____

Fecha: ____/____/____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____

Personal que interviene:

Es obligatorio trabajar en pareja. Personal Interno Proveedor de Confianza

Nombre y firma:

1.- _____	4.- _____
2.- _____	5.- _____
3.- _____	6.- _____

Área donde se realiza la Operación:

Tipo de Operación a realizar:

Cambio de instalación eléctrica <input type="checkbox"/>	Trabajo en alturas <input type="checkbox"/>	Trabajo con sustancias peligrosas <input type="checkbox"/>
Cambio de balastos y lámparas <input type="checkbox"/>	Trabajo en caliente (soldadura) <input type="checkbox"/>	Trabajo de albañilería <input type="checkbox"/>
Apertura de líneas <input type="checkbox"/>	Otro: _____	

Peligros durante las operaciones:

Descarga de voltaje <input type="checkbox"/>	Quemaduras <input type="checkbox"/>	Caídas <input type="checkbox"/>	Asfixia <input type="checkbox"/>
Fracturas <input type="checkbox"/>	Fibrilación <input type="checkbox"/>	Golpes <input type="checkbox"/>	Otros: _____

Protecciones durante las operaciones:

Equipo fuera de operación <input type="checkbox"/>	Señales <input type="checkbox"/>	Herramientas aisladas <input type="checkbox"/>
Equipo y área limpia <input type="checkbox"/>	Candados y tarjetas de bloqueo <input type="checkbox"/>	Trasformadores de seguridad <input type="checkbox"/>
Aviso al personal <input type="checkbox"/>	Delimitar la zona <input type="checkbox"/>	Trasformadores de aislamiento <input type="checkbox"/>
Avisos de seguridad <input type="checkbox"/>	Lámparas portátiles <input type="checkbox"/>	Otro: _____
Tarimas aislantes <input type="checkbox"/>	Vainas aislantes <input type="checkbox"/>	

Equipo de protección personal:

Ropa de trabajo <input type="checkbox"/>	Arnés de seguridad <input type="checkbox"/>	Guantes de carnaza <input type="checkbox"/>
Casco de seguridad <input type="checkbox"/>	Careta <input type="checkbox"/>	Zapatos dieléctricos <input type="checkbox"/>
Zapato de seguridad <input type="checkbox"/>	Tapones auditivos <input type="checkbox"/>	Mandil <input type="checkbox"/>
Lentes o goggles <input type="checkbox"/>	Mascarilla autónoma <input type="checkbox"/>	Otro: _____

Equipo de seguridad contra incendios:

Extintor Otro: _____

Autorización:

Nombre y firma del encargado del Trabajo

Figura 6.14. Formato de Permiso para Trabajos Especiales (Fuente: Elaboración propia).

Por último, se emitieron recomendaciones para la correcta aplicación y seguimiento de la Norma NOM-029-STPS-2011, las cuales se muestran a continuación.

Recomendaciones para la NOM-029-STPS-2011.

Se detectó que las actividades de mantenimiento con mayor riesgo en la planta son:

Limpieza y mantenimiento de subestación de laminación, limpieza y mantenimiento de subestación de mantenimiento, limpieza y mantenimiento de subestación receptora y cambio y mantenimiento de luminarias en alturas.

Mantener la señalización de conformidad con lo establecido en la NOM-026-STPS-2008.

Dar mantenimiento y limpieza a las tierras físicas que se encuentran en las subestaciones eléctricas.

Se deberá controlar el acceso a la subestación por medio de candado para que este restringido el acceso.

Contar con el equipo de protección personal y seguir las instrucciones para que se encuentre en buenas condiciones como se indica a continuación: Guantes de cuero (carnaza), guantes de protección aislantes dieléctricos, Protección ocular, casco de seguridad, botas dieléctricas

6.4. Proyecto de Consultoría Ambiental

Dentro de la gama de servicios de asesoría y consultoría que en DAVIDA LyH, S.A. de C.V. se solicitan por parte de la industria, se tiene la aclaración de cálculos para reportar las emisiones anuales de las fuentes fijas. Esto es para su reporte de emisiones a la atmósfera que pide la Cédula de Operación Integral (COI) a nivel Estatal. En la misma se pide reportar los kilogramos emitidos del contaminante i al año (kg Contaminante i /año), para lo cual, basados en los informes de emisiones a la atmósfera de PST's y las horas que funciona el equipo al año se determinó con las siguientes ecuaciones.

Esta determinación está sustentada en alguno de los capítulos del AP-42 Compilation of Air Emissions Factor- Compilación de Factores de Emisiones al Aire – (AP-42, 1995), el cual describe los tipos de factores a emplear en la rama de fuentes fijas.

La responsabilidad que se me confirió en esta tarea fue la de obtener la ecuación, analizar los datos de emisiones y calcular la emisión anual para su entrega y reporte a los clientes en el parámetro de PST's. Estos cálculos fueron revisados y aprobados por la Ing. Minerva Hernández.

A continuación, se muestran las ecuaciones empleadas y se desarrolla la determinación del factor de emisión anual para PST's en las cuatro empresas del proyecto del apartado 6.1. Proyecto de monitoreo de partículas suspendidas totales (PST's).

Determinación de la emisión anual (kg/año) del contaminante tipo PST's.

$$\text{Emisión de PST} = \left(\frac{\text{Concentración del}}{\text{contaminante } i} \right) \left(\frac{\text{Flujo volumetrico del}}{\text{contaminante } i} \right)$$

$$\text{Emisión de PST} = \left(\frac{mg}{m^3} \right) \left(\frac{m^3}{min} \right) \dots \left[\frac{mg}{min} \right]$$

Atrayendo los datos de las evaluaciones de PST's, tenemos que la **Tabla 6.34**, muestra los parámetros de la empresa, Ilusión, S.A. de C.V.

Tabla 6.34. Parámetros para la determinación del factor de emisión.

Parámetro	Valor	Unidades
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G_{CNBS} , promedio	19.20	m ³ /min
Concentración de Partículas, promedio, C_p	6.34	mg/m ³
Límite Máximo de Partículas Sólidas, Resto del país, LMP	872.94	mg/m ³

$$Emisión\ de\ PST = \left(\frac{6.34\ mg}{m^3}\right)\left(\frac{19.20\ m^3}{min}\right) = 121.73\ mg/min$$

Solamente ahora necesitamos las horas al año que funciona el equipo, esto es conocido como el factor de servicio.

$$Emisión\ anual\ PST = (emisión\ de\ PST)(factor\ de\ servicio)$$

Para este caso, el factor de servicio fue de 95 %, el otro 5% restante corresponde a tiempos de mantenimiento en planta. Sabemos que el horario de la empresa para este equipo en producción es de lunes a sábado de 08:00 a 22:00 horas – equivalente a 14 horas al día – y que el año en producción cubre 52 semanas. Por lo tanto, el 95 % del factor de servicio para este equipo, equivale a:

$$factor\ de\ servicio = \left(\frac{14\ horas}{día}\right)\left(\frac{6\ días}{semana}\right)\left(\frac{52\ semanas}{año}\right)\left(\frac{95\ \% \ servicio}{100\ \% \ servicio}\right) = 4149.6\ h/año$$

Sustituyendo los valores anteriores, tenemos que la emisión anual de PST's para esta fuente fija es de:

$$Emisión\ anual\ PST = \left(\frac{121.73\ mg}{min}\right)\left(\frac{4149.6\ h}{año}\right)\left(\frac{1\ kg}{1x10^6mg}\right)\left(\frac{60\ min}{1\ h}\right) = 30.308\ kg/año$$

Este valor determinado, es el que se debe reportar en la COI por parte del cliente o industria en el apartado de fuentes fijas. Presentándose por la industria, siempre antes de que finalice el mes de marzo del año en curso.

Lo mismo se realizó para las otras tres empresas, a continuación, se muestran los resultados obtenidos en las **Tablas 6.35, 6.36 y 6.37**.

Tabla 6.35. Resumen de resultados de emisión de partículas suspendidas totales para Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.

Empresa - Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.		
Concentración de Partículas, promedio, Cp	4.28	mg/m ³
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	51.48	m ³ /min
Emisión de PST's	220.33	mg/min
Factor de servicio	90	%
Horario de funcionamiento	12	h
Días a la semana trabajados	6	días/semana
Semanas trabajadas al año	52	semanas
Emisión anual de PST's	44.55	kg/año

Tabla 6.36. Resumen de resultados de emisión de partículas suspendidas totales para Medidores Delaunet, S.A. de C.V.

Empresa - Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.		
Concentración de Partículas, promedio, Cp	3.12	mg/m ³
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	37.83	m ³ /min
Emisión de PST's	118.03	mg/min
Factor de servicio	90	%
Horario de funcionamiento	12	h
Días a la semana trabajados	5	días/semana
Semanas trabajadas al año	52	semanas
Emisión anual de PST's	19.89	kg/año

Tabla 6.37. Resumen de resultados de emisión de partículas suspendidas totales para Solar Farmacéutica, S.A. de C.V.

Empresa - Solar Farmacéutica, S.A. de C.V.		
Concentración de Partículas, promedio, Cp	65.96	mg/m ³
Flujo de gases a condiciones normales base seca en el conducto, G _{CNBS} , promedio	18.87	m ³ /min
Emisión de PST's	1244.67	mg/min
Factor de servicio	95	%
Horario de funcionamiento	18	h
Días a la semana trabajados	6	días/semana
Semanas trabajadas al año	52	semanas
Emisión anual de PST's	398.43	kg/año

En conclusión, se dice que, aunque la fuente fija cumpla con los límites máximos permisibles estipulados en la Norma NOM-043-SEMARNAT-1993, la misma no deja de emitir material a la atmósfera, por lo que se debe cuantificar, para conocer la aportación de las industrias en este contaminante y poder incorporar cuando sea necesario mejores controles y menores límites permisibles con el fin de disminuir las afectaciones a la salud por este tipo de partículas emitidas a la atmósfera.

Actualmente la contribución de PST's, cuya definición es todo material particulado mayor de 10 µm (1000 µm = 1 mm = 0.1 cm) de diámetro aerodinámico, que es emitido a la atmósfera por una fuente fija, no perfila como un mayor contribuyente en la contaminación atmosférica. Sin embargo, el material particulado que sí afecta de manera grave a la salud de la población actualmente es el material particulado de 10 y 2.5 µm de diámetro, mejor conocido como PM₁₀ y PM_{2.5}, cuyas contribuciones para distintas fuentes se muestra en la **Tablas 6.38 y 6.39**.

Tabla 6.38. Emisiones Nacionales por Fuentes Antropogénicas (2016, SEMARNAT).

EMISIONES NACIONALES POR FUENTES ANTROPOGÉNICAS, 2016 (t/año)							
FUENTE DE EMISIÓN	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOx	COV'S	NH ₃
FUENTES FIJAS	193,527.0	128,063.0	1,314,310.0	288,916.0	439,065.0	101,035.0	3,028.0
FUENTES DE ÁREA	603,763.0	391,647.0	17,640.0	2,727,762.0	130,341.0	1,591,541.0	843,906.0
FUENTES MÓVILES	92,455.0	82,843.0	28,989.0	5,225,820.0	1,337,571.0	519,009.0	9,077.0
TOTAL GENERAL	889,745.0	602,553.0	1,360,939.0	8,242,498.0	1,906,977.0	2,211,585.0	856,011.0

Tabla 6.39. Emisiones Nacionales por Fuentes Antropogénicas, determinación porcentual (2016, SEMARNAT).

EMISIONES NACIONALES POR FUENTES ANTROPOGÉNICAS, 2016 (%)							
FUENTE DE EMISIÓN	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOx	COV'S	NH3
FUENTES FIJAS	21.8	21.3	96.6	3.5	23.0	4.6	0.4
FUENTES DE ÁREA	67.9	65.0	1.3	33.1	6.8	72.0	98.6
FUENTES MÓVILES	10.4	13.7	2.1	63.4	70.1	23.5	1.1
TOTAL GENERAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

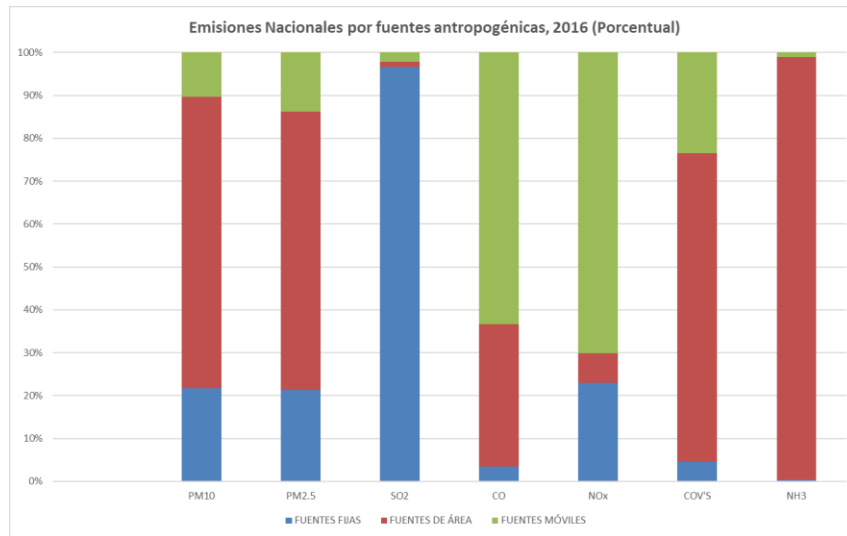


Figura 6.15. Gráfico de Inventario Emisiones Nacionales por fuentes antropogénicas (Fuente: SEMARNAT, 2018).

Como se muestra en el gráfico de la **Figura 6.15.**, la aportación de PM₁₀ y PM_{2.5} ronda el 21.8% y 21.3%, respectivamente para las fuentes fijas. Sin embargo, el mayor emisor se lo lleva el bióxido de azufre (SO₂) con un 96.6 % de contribución, según datos del Inventario de Emisiones Antropogénicas 2016 de SEMARNAT (SEMARNAT, 2018).

En conclusión, convendría actualizar la normativa que limita la emisión de partículas sólidas, enfocándose más a las partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, emitidas por las fuentes fijas. En un principio bajo la norma USEPA 201A - PM₁₀ and PM_{2.5} - Constant Sampling Rate Procedure y actualizando el o los métodos para la determinación de SO₂ y sus límites máximos permisibles en la industria que lo genera, para su posterior adaptación a las capacidades técnicas y controles de calidad, que se manejan en los laboratorios de ensayo (USEPA 201A, 2014).

7. APÉNDICES

7.1. Apéndice del proyecto monitoreo de partículas suspendidas totales (PST's).

Tabla 7.1. Hoja de Campo 1 de Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.

Fecha de análisis: 19-sep-18
Fecha de informe: 24-sep-18

Equipo utilizado: AMERSEN II	No. Serie: 294-836	Modelo: 90-800
Identificación de tubo de pitot: NIMK-AA-010-SCFI-2001	Material de la sonda: Acero inoxidable	
Factor de Calibración del Gasómetro (FCG): 0.9321	Factor de calibración del tubo de Pitot (FCTP): 0.84	Factor de Calibración del filtro (FCF): 1.0067
Impactores		
Configuración	(1) 100 ml (3) Vacío (4) 200g Silica	No. De filtro y material
Peso Inicial (g)	588.5	No. Filtro: M108
Peso Final (g)	583.7	Filtro inicial (V): 0.3568
Peso Inicial (g)	1.5	Filtro final (Vf): 0.3617
Peso Final (g)	583.9	L. de sonda inicial (Vf): 0.4422
Ganancia	581.7	L. de sonda final (Vf): 0.4426
Peso Inicial (g)	592.1	B. Lavado: 0.0001
Peso Final (g)	591.7	Peso total de partículas: 0.0067
Ganancia	594.4	
Peso Inicial (g)	594.4	
Ganancia	594.4	

Volumen Total Corregido:

Vm (ft³)	x	FCG	
VC (ft³)	x	0.9321	= 21.60
VC (L)	x	21.60	= 611.40

Fración de Gas Húmedo

$$FH = \frac{0.0756 * PTAC + \left(\frac{Tm(R)}{Pm} \right)}{0.0756 * PTAC + \left(\frac{Tm(R)}{Pch} \right) + TC(L)}$$

$$FH = \frac{0.0756 * 5.3 + \left(\frac{532.83}{23.14} \right)}{0.0756 * 5.3 + \left(\frac{532.83}{23.14} \right) + 611.40} = 0.0149$$

Fración de Gas Seco:

$$FGS = 1 - FH = 0.9851$$

Peso Molecular Seco:

$$PMS(g/mol) = 0.44\%CO_2 + 0.32\%O_2 + 0.28\%N_2 + \%CO$$

$$PMS(g/mol) = 28.82$$

Peso Molecular Húmedo:

$$PMH(g/mol) = PMS * FGS + 18 * (1 - FGS)$$

$$PMH(g/mol) = 28.86$$

Velocidad de Gases:

$$Vch = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{Tch(R)}{Pm} + \frac{Pch}{g_{mol}} \right)^{-1/2} * (\Delta P_{inh_2O})^{-1/2}$$

$$Vch (ft/s) = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{541.83}{28.66 * 23.03} + 0.295 \right)^{-1/2} = 35.29$$

Área de la Boquilla:

$$Ab = \frac{0.75(F * /min)}{Tch(F) * 60 * FGS * \left(\frac{Pch}{29.92 * 10^3} \right) * \left(\frac{537.8}{Tch(F) * 460} \right)}$$

$$Ab = \frac{0.75 * 35.29 * 60 * 0.9851}{23.03 * 28.92} = 0.323 \text{ in}$$

Dámetro de la Boquilla:

$$DB = \left(\frac{4 * Ab}{\pi} \right)^{1/2} * 12 = 0.294 \text{ in}$$

Cálculo de la K:

$$k = 859.34 * FCTP * Db^4 * \Delta H @ * FGS^2 * \left(\frac{PMS}{PMH} \right) * \left(\frac{Tm}{Tch} \right) * \left(\frac{Pch}{Pm} \right)$$

$$k = 859.34 * 0.84^2 * \left(\frac{0.323}{12} \right)^4 * (16067) * (0.9851)^2 * \left(\frac{28.82}{28.66} \right) * \left(\frac{532.83}{541.83} \right) * \left(\frac{23.03}{23.14} \right) = 10.13$$

Tabla 7.2. Hoja de Campo 2 de Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.

CORRIERA PRELIMINAR		Código de muestra:		Orden de Servicio:							
16.067		181228-01FFP		18-0085							
No. de puntos muestreados:		Temperatura Ambiente:		Fecha de Muestreo:							
6		T _a (F) 72		11-sep-18							
Hora inicio:		Fracción de gas seco, F _{gs} :		Infiltraciones (l/min)							
08:15		0.985		Inicial 0.000							
FCG:		Fracción de gas húmedo, F _H :		Final 0.000							
0.3321		0.015		Vacio (in Hg):							
FCTP:		Área de la boquilla, Ab (ft ²):		15.0							
0.84		0.000563		60 (±)							
VID-ET-043-IV		Díametro de la Boquilla, D _r (in):		3.0							
08:45		0.323		60 (±)							
Hora final:		Vacio (in Hg)		60 (±)							
		ΔH real (in H ₂ O)		60 (±)							
		Temperatura de la chimenea T _c (F)		60 (±)							
		√ΔP		60 (±)							
		Presión dinámica ΔP (in H ₂ O)		60 (±)							
		Temperatura en el gasómetro T _m (F)		60 (±)							
		Entrada		60 (±)							
		Salida		60 (±)							
		Lectura en gasómetro (ft ³)		60 (±)							
		373.020		60 (±)							
		382.870		60 (±)							
		386.630		60 (±)							
		390.580		60 (±)							
		394.430		60 (±)							
		398.400		60 (±)							
		402.180		60 (±)							
		Tiempo muestreado (min)		60 (±)							
		0:00		60 (±)							
		0:05		60 (±)							
		0:10		60 (±)							
		0:15		60 (±)							
		0:20		60 (±)							
		0:25		60 (±)							
		0:30		60 (±)							
		Punto de muestreo		60 (±)							
		1		60 (±)							
		2		60 (±)							
		3		60 (±)							
		4		60 (±)							
		5		60 (±)							
		6		60 (±)							
		SUMA		60 (±)							
		PROMEDIO		60 (±)							
		SOMATARIO		60 (±)							
		INGENIERO DE SERVICIO		60 (±)							
		SUPERVISION		60 (±)							
1	1	0:05	373.020	67	85	81	15	3.0	51	181	178
1	2	0:10	382.870	74	72	81	15	3.0	51	181	178
1	3	0:15	386.630	76	74	82	15	3.0	52	182	179
1	4	0:20	390.580	76	74	82	15	3.0	52	182	179
1	5	0:25	394.430	75	73	82	15	3.0	52	182	179
1	6	0:30	398.400	75	73	83	15	3.0	53	183	180
SUMA		30	FTM 23.17	73.83	71.83	431	3	18.0			
PROMEDIO		5		12.83	12.83	81.83	1.50	3.0			
INGENIERO DE SERVICIO		Jesús Pérez Baeza		YTM= Volumen Total Medido		Dr= Diametro Real de la Boquilla					
SUPERVISION		Irving Reina Villa									
		Manuel Rojas Melendez									

10 de 14

Tabla 7.3. Hoja de Campo 1 de Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.

Fecha de informe: 15-oct-18	
Equipo utilizado: AMDERSENII	No. Serie: 294-836
Merodo Utilizado: NIMX-AA-010-SCFI-2001	Materia de la sonda: Acero Inoxidable
Identificación de tubo de pitot: VID-ET-048	
Factor de Calibración del Gasómetro (FCG): 0.9321	Factor de calibración del Tubo de Pitot (FCPT): 0.84
Peso de Impactores (4) 200g Silica	
Configuración (1) 100 ml (3) Vacío	No. De filtro y material
Peso Inicial (g): 588	No. Filtro: M10
Peso Final (g): 583.2	Filtro Inicial (V): 0.3688
Ganancia: 1.2	Filtro final (V): 0.3619
Peso Inicial (g): 589.2	L. de sonda inicial (V): 0.4416
Peso Final (g): 581.7	L. de sonda final (V): 0.4411
Ganancia: 2.5	B. Lavado: 0.0001
Peso Inicial (g): 591.7	Peso total de partículas: 0.0036
Peso Final (g): 584.2	
Ganancia: 3	

Volumen Total Corregido:

VC (R ³)=	x	FCG	=	2163
VC (R ³)=	x	0.9321	=	612.46
VC (L)=	x	2163	=	

Fracción de Gas Húmedo

$$FH = \frac{0.0756 * PTAC * \left(\frac{Tm(R)}{Pm(Hg)} \right)}{0.0756 * PTAC * \left(\frac{Tm(R)}{Pch(Hg)} \right) + FC(L)}$$

FH =	0.0756	*	4.4	*	$\frac{534.83}{23.14}$
	0.0756	*	4.4	*	$\frac{534.83}{23.14} + 612.46$
					0.0124

Fracción Seca:

$$FGS = 1 - FH$$

FGS = 0.9876

Peso Molecular Seco:

$$PMS(g/mol) = 0.14 * CO_2 + 0.33 * O_2 + 0.28 * N_2 + \%CO$$

PMS(g/mol) = 28.82

Peso Molecular Húmedo:

$$PMHg(g/mol) = PMS * FGS + 18 * (1 - FGS)$$

PMH(g/mol) = 28.69

Velocidad de Gases:

$$Vch = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{Tch(R)}{Pm(Hg)} * \frac{Pch(Hg)}{g/mol} \right)^{\frac{1}{2}} * (\Delta P_{intH_2O})^{\frac{1}{2}}$$

Vch (ft/s) = 85.4 * 0.84 * $\left(\frac{543.00}{28.69 * 23.03} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.160$

Vch (m/s) = 25.18

Área de la Boquilla:

$$Ab = \left[\frac{0.715(f' / \text{min})}{Tch(R) * 60 * FGS * \left(\frac{Pch(Hg)}{29.92 * Hg} \right) * \left(\frac{537.R}{Tch(R) * 4.60} \right)} \right]$$

Ab =	$\left[\frac{0.75}{25.18 * 60 * 0.9876} \right]$
	$\left[\frac{23.03}{23.92} \right]$
	$\left[\frac{537}{943.00} \right]$

Ab = 0.000660 ft²

Diametro de la Boquilla:

$$DB = \left(\frac{4 * Ab}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}} * 12$$

Db = $\left(\frac{4 * 0.000660}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}} * 12 = 0.348$ in

Boquilla seleccionada: 0.376 in

Cálculo de la K

$$K = 859.34 * FCTP^2 * Db^4 * \Delta H @ * FGS^2 * \left(\frac{PMS}{PMH} \right) * \left(\frac{Tm}{Tch} \right) * \left(\frac{Pch}{Pm} \right)$$

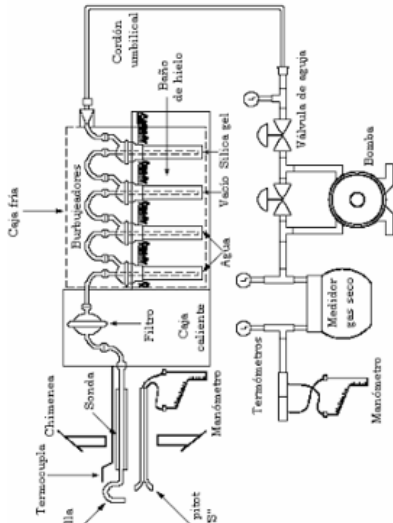
K = 859.34 * (0.84)² * (0.376)⁴ * (16067) * (0.9876)² * $\left(\frac{28.82}{28.69} \right)$ * $\left(\frac{534.83}{943.00} \right)$ = 18.71

Tabla 7.4. Hoja de Campo 2 de Medidores Delaunet, S.A.P.I. de C.V.

CORRIDO PRELIMINAR		Orden de Servicio:		Temperatura Ambiente:		Orden de Servicio:						
18-0085		08-oct-18		84		08-oct-18						
18067		84		0.988		Presión estática (in H2O):						
No. de puntos muestreados:		Fración de gas seco, Fgs:		0.012		Pe:						
6		VID-ET 043-V		0.000771		Presión en medidor in Hg:						
Hora inicial:		Identificación de la boquilla:		0.000771		Pm = Pb + (ΔH x 0.07355):						
13:30		Hora final:		0.000771		Presión en conducto in Hg:						
13:30		14:00		0.000771		Pc = Pb + (Pe x 0.07355):						
13:30		14:00		0.000771		23.033						
Puerto	Punto de muestreo	Tiempo muestreado (h:min)	Lectura en gasómetro (ft³)	Temperatura en el gasómetro Tm (°F)	Presión dinámica ΔP (in H2O)	Temperatura de la chimenea Tc (°F)	ΔHreal (in H2O)	Vacio (in Hg)	Impactor	Sonda	Temperatura (°F)	Medio Filtrante
1	1	0:05	524.620	79	0.15	82	1.5	3.0	52	182	173	
1	2	0:10	528.480	74	0.14	82	1.5	3.0	52	182	173	
1	3	0:15	532.300	76	0.15	83	1.5	3.0	53	183	180	
1	4	0:20	536.280	76	0.15	83	1.5	3.0	53	183	180	
1	5	0:25	540.190	75	0.16	84	1.5	3.0	54	184	181	
1	6	0:30	543.980	75	0.15	84	1.5	3.0	54	184	181	
SUMA		30	3211	75.83	0.90	498	9	18.0				
PROMEDIO		5	535.333	74.83	0.150	83.00	1.50	3.0				
VTM= Volumen Total Medido Df= Diámetro Real de la Boquilla												
SIGNATARIO: Jesús Pérez Baeza INGENIERO DE SERVICIO: Ivirna Reyna Villa												

Tabla 7.5. Hoja de Campo 1 Solara Farmacéutica S.A. de C.V.

Fecha de informe: 07-feb-19	
Equipo utilizado: ENVIRONMENTAL SUPPLY	No. Serie: 2063
Modelo: C-5000	Acero inoxidable
Mercedo Utilizado: MMV-AA-010-SCFI-2001	Material de la sonda: VID-ET-071
Factor de Calibración de la Peca de Orificio (FPCG): 1.0446	Factor de Calibración de la Peca de Orificio (FPCG): 0.84
Identificación de tubo de pitot: 10446	Material de la sonda: 13116
Factor de Calibración del Gasómetro (FCG):	
Configuración	(1) 100 ml (2) 100 ml (3) Vacío (4) 200g. Silica
Peso Inicial (g): 577.6	586.6
Peso Final (g): 581.3	570.8
Ganancia: 3.7	4.2
Peso Inicial (g): 581.3	570.8
Peso Final (g): 581.6	580.4
Ganancia: 10.3	9.6
Peso Inicial (g): 591.6	580.4
Peso Final (g): 602.1	589.9
Ganancia: 10.5	9.4
No. De filtro y material	
Fibra de vidrio	
No. Filtro: M198	
Filtro inicial (V): 0.376	
Filtro final (V): 0.4805	
L. de sonda inicial (V): 0.5719	
L. de sonda final (V): 0.5728	
B.L. lavado: 0.0001	
Peso total de partículas: 0.1063	



Volumen Total Corregido:

VC (R ²)=	x	FCG	=	23.85
VC (R ¹)=	x	10446	=	675.14
VC (L)=	x	23.85	=	

Fracción de Gas Húmedo

$$FH = \frac{0.0756 * P * TAC_{a} * \left(\frac{T_m(R)}{P * T_{m(H_2O)}} \right)}{0.0756 * P * TAC_{a} * \left(\frac{T_m(R)}{P * T_{m(H_2O)}} \right) + YC(L)}$$

$$FH = \frac{0.0756 * 15.4 * \left(\frac{535.67}{30.00} \right)}{0.0756 * 15.4 * \left(\frac{535.67}{30.00} \right) + 675.14} = 0.0239$$

Fracción Secca:

$$FGS = 1 - FH$$

$$FGS = 0.9701$$

Peso Molecular Secco:

$$PMS(g/gmo) = 0.44 * CO_2 + 0.32 * O_2 + 0.28 * N_2 + \%CO$$

$$PMS(g/gmo) = 30.1375642$$

Peso Molecular Húmedo:

$$P_{MH}(g/gmo) = PMS * FGS + 18 * (1 - FGS)$$

$$P_{MH}(g/gmo) = 29.77$$

Velocidad de Gases:

$$Vch = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{Tch(R)}{P_{MH} * \left(\frac{P_{ch}}{gmo} + P_{ch(mol)} \right)} \right)^{1/2} * (\Delta P_{tmH_2O})^{1/2}$$

$$Vch(m/s) = 85.4 * 0.84 * \left(\frac{818.00}{23.77 * 29.89} \right)^{1/2} * 0.110 = 22.80$$

Area de la Boquilla:

$$Ab = \left[Tch(R) * \left(\frac{0.75 * (F / min)}{Tch(R) * 60 * FGS * \left(\frac{P_{ch}}{gmo} + P_{ch(mol)} \right)} \right) + \left(\frac{537 R}{Tch(R) * 460} \right) \right]$$

$$Ab = \left[22.80 * 60 * 0.9701 * 0.75 + \left(\frac{537}{29.82} \right) \right] = 29.89 \text{ (818.00)}$$

Diametro de la Boquilla:

$$DB = \left(\frac{4 * Ab}{3.1416} \right)^{1/2} * 12$$

$$DB = \left(\frac{4 * 29.89}{3.1416} \right)^{1/2} * 12 = 0.398 \text{ in}$$

Boquilla seleccionada: 0.435 in

Cálculo de la K

$$K = 859.34 * FCG^2 * D_b^4 * \Delta H @ FGS * \left(\frac{PMS}{P_{MH}} \right) * \left(\frac{T_m}{Tch} \right) * \left(\frac{Pch}{Pm} \right)$$

$$K = 859.34 * (0.84)^2 * (0.435)^4 * (1.3116) * (0.9701) * \left(\frac{30.14}{23.77} \right) * \left(\frac{535.67}{818.00} \right) = 25.80$$

Tabla 7.6. Hoja de Campo 2 Solara Farmacéutica S.A. de C.V.

CORRIDA PRELIMINAR		Orden de Servicio:		Temperatura Ambiente:		Fecha de Muestreo:		P. Barométrica:			
19116		10446		89		30-ene-18		29.889			
FCG:		VID-ET-070-VI		Fracción de gas seco, Fgs:		Infiltraciones (ft ³ /min)		Presión estática (in H ₂ O):			
6		Hora final:		0.030		Inicial		Pe:			
08:10		09:40		0.970		Final		0.01			
No. de puntos muestreados:		Identificación de la boquilla:		Fracción de gas húmedo, FH:		Presión en medidor in Hg:		Pm = Pb + (Pe x 0.07355):			
6		Hora final:		0.001032		Vacio (in Hg):		30.00			
08:10		09:40		Área de la boquilla, Ab (ft ²):		15.0		Presión en conducto in Hg:			
				0.001032		60 (s)		Pe = Pb + (Pe x 0.07355):			
						60 (s)		29.887			
Puerto	Punto de muestreo	Tiempo muestreado (min)	Lectura en gasómetro (ft ³)	Temperatura en el gasómetro Tm (F)	Presión dinámica ΔP (in H ₂ O)	Temperatura de la chimenea Tc (F)	ΔHreal (in H ₂ O)	Vacio (in Hg)	Impaectores	Sonda	Medio Filtrante
1	1	0:05	685.430	Entrada 84	0.11	356	1.5	3.0	326	456	463
1	2	0:10	692.980	74	0.10	356	1.5	3.0	326	456	463
1	3	0:15	696.780	76	0.12	358	1.5	3.0	328	458	455
1	4	0:20	700.660	76	0.12	358	1.5	3.0	328	458	455
1	5	0:25	704.470	75	0.10	360	1.5	3.0	330	460	457
1	6	0:30	708.280	75	0.11	360	1.5	3.0	330	460	457
	SUMA	30	771	76.67	0.66	2148	9	18.0			
	PROMEDIO	5	75.67	75.67	0.110	358.00	150	3.0			
VTMs= Volumen Total Medido Dr= Diámetro Real de la Boquilla											
SIGNATARIO		Alejandro Castro Buendía									
INGENIERO DE SERVICIO		Irving Reyna Villa									

7.2. Apéndice del proyecto monitoreo de gases de combustión.

Se adjuntan las capturas de las hojas de campo de la determinación de Monóxido de Carbono (CO) Glas-co-mex, S.A. de C.V., realizado el 13 de febrero del 2019.

Tabla 7.7. Hoja de campo parámetros de monitoreo de gases de combustión – Glas-co-mex, S.A. de C.V.



No. de Informe: 190213-09FFP

5) Memoria de Cálculo

5.1) Parámetros obtenidos en campo

	Valor	Unidades		Valor	Unidades	
Concentración real del gas mayor (O ₂)	C _A	15.944	% vol	Concentración real del gas mayor (CO ₂)	C _{MAB} N.A.	% vol
Concentración real del gas de baja (O ₂)	C _{OAA}	1.997	% vol	Concentración real del gas de baja (CO ₂)	C _{OAB}	N.A. % vol
Promedio respuesta inicial y final gas mayor (O ₂)	C _{MO}	15.755	% vol	Promedio respuesta inicial y final gas mayor (CO ₂)	C _{MB}	N.A. % vol
Promedio respuesta inicial y final gas baja (O ₂)	C _{OO}	1.915	% vol	Promedio respuesta inicial y final gas baja (CO ₂)	C _{OB}	N.A. % vol
Corrección por gas efuente ajustado de O ₂	O ₂	5.55	% vol	Concentración calculada por el analizador de CO ₂	CO ₂	9.61 % vol
Concentración real del gas mayor (CO)	C _{MA}	491	ppm _v	N.A.: No Aplica		
Concentración real del gas de baja (CO)	C _{OA}	9.83	ppm _v			
Promedio respuesta inicial y final gas mayor (CO)	C _M	481	ppm _v			
Promedio respuesta inicial y final gas de baja (CO)	C _O	8	ppm _v			
Corrección por gas efuente ajustado de CO	CO	147.2	ppm _v			

*La determinación de la concentración del CO₂ al emplearse el Testo 335 y 340, se realiza por estimación del equipo. Para el Testo 350S la concentración de CO₂ se mide directamente, realizando sus ajustes por bias y correcciones por oxígeno.

Lectura	1	2	3	Promedio
Temperatura de gases (°C)	215.8	217.1	215.4	216.10
Oxígeno, O ₂ (%)	5.39	5.46	5.47	5.44
Bióxido de Carbono, CO ₂ * (%)	9.86	9.23	9.68	9.61
Nitrógeno, N ₂ (%)	84.7	85.3	84.8	85.0

Lectura	1	11	21	31	41	51	60	Promedio
Monóxido de Carbono, CO (ppm _v)	126	134	137	142	151	154	152	143.07
$O_2 = (O_2 \text{ prom} - CMO) * ((COO - COA) / (CMO - CA)) + COO$								5.55
$CO = (CO \text{ prom} - CM) * ((CMA - COA) / (CM - CO)) + CMA$								147.23
CO ₂ promedio								9.61

Ilusión, S.A. de C.V. realizado el 20 de febrero del 2019.

Tabla 7.8. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Ilusión, S.A. de C.V.

Error de Calibración del Analizador

Cilindro (SPAN)			Respuesta de calibración del analizador			% Error del Analizador (ACE)		
O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂
Gas cero/baja			0.03	1	---	0.188	0.204	
0	0	N.A.						
Gas media			1.98	10	---	-0.107	0.035	
1.997	9.83	N.A.						
Gas alta			15.93	490	---	-0.088	-0.204	
15.944	491	N.A.						

Calculo de BIAS y DRIFT Oxígeno O₂

Cilindro (% vol)	Respuesta de cal. del analizador	Valores iniciales		Valores finales		DRIFT	C _{oo}	C _{mo}
		Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)	Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)			
Gas cero / baja	1.98	1.96	-0.125	1.95	-0.188	0.063	1.955	
1.997								
Gas alta	15.93	15.86	-0.439	15.77	-1.004	0.564		15.815
15.944								

Calculo de BIAS y DRIFT Monóxido de Carbono CO

Cilindro (ppmv)	Respuesta de cal. del analizador	Valores iniciales		Valores finales		DRIFT	C _{oo}	C _{mo}
		Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)	Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)			
Gas cero / baja	10	9	-0.204	8	-0.407	0.204	8.5	
9.83								
Gas alta	490	487	-0.611	485	-1.018	0.407		486
491								

Tabla 7.9. Resumen de parámetros y lecturas de Monóxido de Carbono – Ilusión, S.A. de C.V.

CONDICIONES FINALES							
Parámetro	1	2	3	4	5	6	Promedio
Temperatura °C	203.4	205.8	210.1	208.8	209.5	207.9	207.6
O ₂ %	6.18	6.29	6.33	6.16	6.09	6.18	6.21
CO ₂ %	8.86	8.96	8.67	8.38	8.23	8.11	8.54
Parámetro	Preliminar	1	2	3	Promedio		
Número de mancha de hollín	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	---		
Volumen Muestreado, cm ³		3268.28	3305.32	3299.15			

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)											
Lectura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Flujo (L/min)
CO ppm	221	221	221	225	228	228	228	229	231	230	1.1
Lectura	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Flujo (L/min)
CO ppm	229	228	229	228	231	231	231	231	232	231	1.1
Lectura	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Flujo (L/min)
CO ppm	233	233	232	233	233	234	234	233	233	234	1.1
Lectura	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Flujo (L/min)
CO ppm	231	231	231	232	232	232	232	232	233	234	1.1
Lectura	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Flujo (L/min)
CO ppm	234	234	235	235	231	231	231	232	232	232	1.1
Lectura	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Flujo (L/min)
CO ppm	233	233	234	234	235	235	234	234	234	234	1.1

	CO ppm	Flujo L/min
PROMEDIO	231.37	1.1

Tabla 7.10. Hoja de campo parámetros de monitoreo de gases de combustión – Ilusión, S.A. de C.V.



No. de Informe: 190220-11FFP

5) Memoria de Cálculo

5.1) Parámetros obtenidos en campo

	Valor	Unidades		Valor	Unidades
Concentración real del gas mayor (O ₂)	C _A	15.944	% vol	Concentración real del gas mayor (CO ₂)	C _{MAB} N.A. % vol
Concentración real del gas de baja (O ₂)	C _{OAA}	1.997	% vol	Concentración real del gas de baja (CO ₂)	C _{OAB} N.A. % vol
Promedio respuesta inicial y final gas mayor (O ₂)	C _{MO}	15.815	% vol	Promedio respuesta inicial y final gas mayor (CO ₂)	C _{MB} N.A. % vol
Promedio respuesta inicial y final gas baja (O ₂)	C _{COO}	1.955	% vol	Promedio respuesta inicial y final gas baja (CO ₂)	C _{OB} N.A. % vol
Corrección por gas efuente ajustado de O ₂	O ₂	6.27	% vol	Concentración calculada por el analizador de CO ₂	CO ₂ 8.54 % vol
Concentración real del gas mayor (CO)	C _{MA}	491	ppm _v	N.A.: No Aplica	
Concentración real del gas de baja (CO)	C _{OA}	9.83	ppm _v		
Promedio respuesta inicial y final gas mayor (CO)	C _M	486	ppm _v		
Promedio respuesta inicial y final gas de baja (CO)	C _O	8.5	ppm _v		
Corrección por gas efuente ajustado de CO	CO	234.4	ppm _v		

*La determinación de la concentración del CO₂ al emplearse el Testo 335 y 340, se realiza por estimación del equipo. Para el Testo 350S la concentración de CO₂ se mide directamente, realizando sus ajustes por bias y correcciones por oxígeno.

Lectura	1	2	3	Promedio
Temperatura de gases (°C)	203.4	208.8	207.9	207.58
Oxígeno, O ₂ (%)	6.18	6.16	6.18	6.21
Bióxido de Carbono, CO ₂ (%)	8.86	8.38	8.11	8.54
Nitrógeno, N ₂ (%)	84.9	85.4	85.7	85.4

Lectura	1	11	21	31	41	51	60	Promedio
Monóxido de Carbono, CO (ppm _v)	221	229	233	231	234	233	234	231.37
$O_2 = (O_2 \text{ prom} - CMO) * ((COO - COA) / (CMO - CA)) + COO$								6.27
$CO = (CO \text{ prom} - CM) * ((CMA - COA) / (CM - CO)) + CMA$								234.41
CO ₂ promedio								8.54

Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V., realizado el 10 de abril 2019.

Tabla 7.11. Resumen de parámetros de monitoreo de gases de combustión – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.

Error de Calibración del Analizador								
Cilindro (SPAN)			Respuesta de calibración del analizador			% Error del Analizador (ACE)		
O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂	O ₂	CO	CO ₂
Gas cero/baja			0.03	1	---	0.188	0.204	
0	0	N.A.						
Gas media			1.98	10	---	-0.107	0.035	
1.997	9.83	N.A.						
Gas alta			15.92	492	---	-0.151	0.204	
15.944	491	N.A.						

Calculo de BIAS y DRIFT Oxígeno O ₂								
Cilindro (% vol)	Respuesta de cal. del analizador	Valores iniciales		Valores finales		DRIFT	C _{oo}	C _{mo}
		Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)	Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)			
Gas cero / baja	1.98	1.95	-0.188	1.93	-0.314	0.125	1.94	
1.997								
Gas alta	15.9	15.89	-0.063	15.78	-0.753	0.690	15.835	
15.944								

Calculo de BIAS y DRIFT Monóxido de Carbono CO								
Cilindro (ppmv)	Respuesta de cal. del analizador	Valores iniciales		Valores finales		DRIFT	C _{oo}	C _{mo}
		Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)	Respuesta de cal. del sistema	BIAS (< 5% SPAN)			
Gas cero / baja	10	9	-0.204	8	-0.407	0.204	8.5	
9.83								
Gas alta	491	488	-0.611	486	-1.018	0.407	487	
491								

Tabla 7.12. Resumen de parámetros y lecturas de Monóxido de Carbono – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.

CONDICIONES FINALES								
Parámetro	1	2	3	4	5	6	Promedio	
Temperatura °C	225.7	231.1	228.4	226.4	224.5	222.1	226.4	
O ₂ %	7.15	7.45	7.33	7.46	7.48	7.11	7.33	
CO ₂ %	9.11	9.12	9.20	9.06	8.68	9.08	9.04	
Parámetro	Preliminar	1		2		3		Promedio
Número de mancha de hollín	N.A.	N.A.		N.A.		N.A.		---
Volumen Muestreado, cm ³		3421.26		3426.06		3396.56		

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)											
Lectura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Flujo (L/min)
CO ppm	57	57	57	58	58	58	58	58	58	58	1.1
Lectura	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Flujo (L/min)
CO ppm	59	59	59	59	59	61	61	61	61	61	1.1
Lectura	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Flujo (L/min)
CO ppm	61	62	62	62	62	63	63	60	60	60	1.1
Lectura	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Flujo (L/min)
CO ppm	60	60	59	59	59	59	58	58	58	58	1.1
Lectura	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Flujo (L/min)
CO ppm	58	58	58	58	58	58	58	59	59	59	1.1
Lectura	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Flujo (L/min)
CO ppm	63	62	63	63	63	63	63	63	60	60	1.1

	CO ppm	Flujo L/min
PROMEDIO	59.77	1.1

Tabla 7.13. Hoja de campo parámetros de monitoreo de gases de combustión – Servicios Profesionales de Impresión S.A. de C.V.



No. de Informe: 190410-17FFP

5) Memoria de Cálculo

5.1) Parámetros obtenidos en campo

		Valor	Unidades		Valor	Unidades
Concentración real del gas mayor (O ₂)	C _A	15.944	% vol	Concentración real del gas mayor (CO ₂)	C _{MAB}	N.A. % vol
Concentración real del gas de baja (O ₂)	C _{OAA}	1.997	% vol	Concentración real del gas de baja (CO ₂)	C _{OAB}	N.A. % vol
Promedio respuesta inicial y final gas mayor (O ₂)	C _{MO}	15.835	% vol	Promedio respuesta inicial y final gas mayor (CO ₂)	C _{MB}	N.A. % vol
Promedio respuesta inicial y final gas baja (O ₂)	C _{OO}	1.94	% vol	Promedio respuesta inicial y final gas baja (CO ₂)	C _{OB}	N.A. % vol
Corrección por gas efluente ajustado de O ₂	O ₂	7.41	% vol	Concentración calculada por el analizador de CO ₂	CO ₂	9.04 % vol
Concentración real del gas mayor (CO)	C _{MA}	491	ppm _v	N.A.: No Aplica		
Concentración real del gas de baja (CO)	C _{OA}	9.83	ppm _v			
Promedio respuesta inicial y final gas mayor (CO)	C _M	487	ppm _v			
Promedio respuesta inicial y final gas de baja (CO)	C _O	8.5	ppm _v			
Corrección por gas efluente ajustado de CO	CO	61.4	ppm _v			

*La determinación de la concentración del CO₂ al emplearse el Testo 335 y 340, se realiza por estimación del equipo. Para el Testo 350S la concentración de CO₂ se mide directamente, realizando sus ajustes por bias y correcciones por oxígeno.

Lectura	1	2	3	Promedio
Temperatura de gases (°C)	225.7	226.4	222.1	226.37
Oxígeno, O ₂ (%)	7.15	7.46	7.11	7.33
Bióxido de Carbono, CO ₂ † (%)	9.11	9.06	9.08	9.04
Nitrógeno, N ₂ (%)	83.7	83.5	83.8	83.7

Lectura	1	11	21	31	41	51	60	Promedio
Monóxido de Carbono, CO (ppm _v)	57	59	61	60	58	63	60	59.77
$O_2 = (O_2 \text{ prom} - C_{MO}) * ((COO - COA) / (C_{MO} - CA)) + COO$								7.41
$CO = (CO \text{ prom} - C_M) * ((CMA - COA) / (C_M - CO)) + CMA$								61.38
CO ₂ promedio								9.04

7.3. Apéndice del proyecto Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

Formato del Programa Especifico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria y equipo de la Norma NOM-006-STPS-2014.

Tabla 7.14. Formato del Programa Especifico para la revisión y mantenimiento de la maquinaria y equipo de la Norma NOM-006-STPS-2014.

Servicios Profesionales de Impresión, S.A. de C.V.						
Nombre de la empresa:	ACTIVIDAD REALIZADA	FRECUENCIA O PERIODICIDAD	TIPO DE REVISIÓN (PREVENTIVO, CORRECTIVO)	FECHA	RESPONSABLE (NOMBRE Y FIRMA)	
MAQUINARIA O EQUIPO						

8. BIBLIOGRAFÍA

AP – 42 Compilation of Air Emissions Factors (AP-42, 1995).

Diario Oficial de la Federación (DOF, 2012). NORMA Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012.

Diario Oficial de la Federación (DOF, 2014). NORMA Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5359717&fecha=11/09/2014.

Inventario de Emisiones Nacionales por Fuentes Antropogénicas, (SEMARNAT, 2016).

Ley Federal del Trabajo (LFT, 2012)

NMX-AA-009-1993-SCFI. Contaminación atmosférica-fuentes fijas- Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de tubo de pitot.

NMX-AA-010-SCFI-2001. Contaminación atmosférica - fuentes fijas - determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto - método isocinético.

NMX-AA-035-1976. Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión. Método Fyrite u Orsat.

NMX-AA-054-1978. Contaminación atmosférica - determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto. - Método gravimétrico.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Publicada en el DOF el 18/10/1993.

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Publicada en el DOF el 11/09/2014.

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Publicada en el DOF el 09/12/2008.

NOM-019-STPS-2011. Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. Publicada en el DOF el 13/04/2011.

NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Publicada en el DOF el 25/11/2008.

NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad. Publicada en el DOF el 29/12/2011.

PR-AAR-006, 2014. Condiciones generales para la determinación de la concentración de partículas totales contenidas en los gases que fluyen por un conducto por muestreo Isocinético. Procedimiento interno de laboratorio.

PR-AAR-016, 2014. Determinación de Oxígeno, Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono por el método instrumental. Procedimiento interno de laboratorio.

Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo (RFSST, 2014).

USEPA 3A (2008). Determination of Oxygen and Carbon Dioxide Concentrations in Emissions From Stationary Sources (Instrumental Analyzer Procedure).

USEPA 7E (2008). Determination of Nitrogen Oxides Emissions From Stationary Sources (Instrumental Analyzer Procedure).

USEPA 10 (2008). Determination of Carbon Monoxide emissions from stationary sources (Instrumental Analyzer Procedure).

USEPA 201A (2014). PM10 and PM2.5 - Constant Sampling Rate Procedure.