



Estudio de emisiones de monóxido de carbono en gasodomésticos, y evaluación de la pertinencia de los mantenimientos preventivos.

Lady Johanna Betancur Hernández

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Química

Asesoras

Lina María González Rodríguez, Ingeniera Química, Doctor (PhD) en Ciencias Químicas
Mónica Alejandra Espinosa Guzmán, Ingeniera Industrial, Especialista (Esp) en Gerencia de
Proyectos

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Química
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

| | |
|----------------------------|--|
| Cita | (Betancur Hernández, 2022) |
| Referencia | Betancur Hernández, L. J. (2022). <i>Estudio de emisiones de monóxido de carbono en gasodomésticos, y evaluación de la pertinencia de los mantenimientos preventivos</i> . Trabajo de grado profesional. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. |
| Estilo APA 7 (2020) | |



Centro de Documentación de Ingeniería -CENDOI

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Jesús Francisco Vargas.

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi madre, por su apoyo incondicional en éste camino, y a mi hija, por motivarme y ser mi motor para cumplir éste sueño.

Agradecimientos

A mi Alma Máter, profesores y compañeros, por contribuir en mi desarrollo profesional e integral y a DISMOGAS por permitirme aprender y aportar a la labor de la compañía.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 10 |
| Abstract | 11 |
| Introducción | 12 |
| 1 Planteamiento del problema | 14 |
| 2 Justificación..... | 15 |
| 3 Objetivos | 16 |
| 3.1 Objetivo general | 16 |
| 3.2 Objetivos específicos..... | 16 |
| 4 Marco teórico | 17 |
| 4.1 El gas natural | 17 |
| 4.2 Monóxido de Carbono..... | 19 |
| 4.3 La combustión | 21 |
| 4.4 Exceso de aire..... | 21 |
| 4.5 La llama..... | 22 |
| 4.6 El Quemador | 23 |
| 4.6.1 Quemadores de mezcla previa | 24 |
| 4.6.2 Quemadores de mezcla previa por inducción atmosférica | 24 |
| 4.7 Sistema de Inducción | 25 |
| 4.8 Calentadores de agua..... | 27 |
| 5 Metodología | 30 |
| 5.1 Capacitación y adquisición de conocimiento | 30 |
| 5.2 Mediciones y ensayos..... | 30 |
| 5.3 Análisis y conclusiones | 30 |
| 6 Resultados | 32 |

| | |
|--|----|
| 6.1 Mediciones de CO antes de intervenciones..... | 33 |
| 6.1.1 Equipos de cocción | 33 |
| 6.1.2 Equipos de calentamiento | 40 |
| 6.2 Mediciones de CO después de intervenciones | 44 |
| 6.2.1 Equipos de cocción | 44 |
| 6.2.2 Equipos de calentamiento | 46 |
| 6.3 Validación de ubicación del equipo, condiciones de ventilación y periodicidad del mantenimiento..... | 49 |
| 7 Discusión..... | 51 |
| 8 Conclusiones | 52 |
| 9 Recomendaciones..... | 53 |
| Referencias | 54 |
| Anexos..... | 56 |
| Anexo 1. Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de cocción..... | 56 |
| Anexo 2. Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de calentamiento..... | 57 |
| Anexo 3. Perfil de cargo para especialista que efectúe mantenimiento a gasodomésticos. | 58 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Composición típica del gas natural | 17 |
| Tabla 2 Datos del Gas Natural | 18 |
| Tabla 3 Resultados de mediciones de CO para equipos de cocción marca 1, antes de intervención técnica..... | 33 |
| Tabla 4 Resultados de mediciones de CO para equipos de cocción marca 2, antes de intervención técnica..... | 34 |
| Tabla 5 Resultados de mediciones de CO para equipos de cocción marca 3, antes de intervención técnica, antes de mantenimiento..... | 35 |
| Tabla 6 Resultados de mediciones de CO en calentadores de paso. | 41 |
| Tabla 7 Resultados de mediciones de CO en equipos de cocción, luego del mantenimiento..... | 46 |
| Tabla 8 Resultados de mediciones de CO en calentadores de paso, luego del mantenimiento | 48 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Especificaciones para medición de CO según NTC 3833 | 20 |
| Figura 2 Imagen de llama con combustión correcta e incorrecta..... | 22 |
| Figura 3 Típico diseño de quemador atmosférico..... | 25 |
| Figura 4 Vena Contracta | 26 |
| Figura 5 Sistema Inductor: (a) Mezclador en forma de cilindro, b)Mezclador en forma de Venturi | 27 |
| Figura 6 Calentador Tiro Natural marca Bosch | 28 |
| Figura 7 Calentador Tiro Forzado marca CLASIC..... | 29 |
| Figura 8 Detector de CO marca SENKO, modelo SP2nd..... | 32 |
| Figura 9 Gráfica de resultados de medición de CO en equipos de cocción marca 1, antes de mantenimiento..... | 34 |
| Figura 10 Gráfica de resultados de medición de CO en equipos de cocción marca 2 | 35 |
| Figura 11 Gráfica de resultados de medición de CO en equipos de cocción marca 3, antes de mantenimiento..... | 36 |
| Figura 12 Resumen de resultados de mediciones de CO en equipos de cocción por intervalos de antigüedad, antes de mantenimiento. | 37 |
| Figura 13 Quemador tipo “hongo”..... | 38 |
| Figura 14 Representación de quemador tipo “hongo” y sus partes | 38 |
| Figura 15 Tubos quemadores de cubierta. | 39 |
| Figura 16 Quemador completo con cámara de combustión..... | 39 |
| Figura 17 Quemadores de diseño con cámaras de combustión (Rápido y Semirápido)..... | 40 |
| Figura 18 Cámara de mezcla, o cámara de combustión..... | 40 |
| Figura 19 Gráfica de resultados de mediciones de CO en calentadores Tiro Natural, antes de mantenimiento..... | 41 |
| Figura 20 Gráfica de resultados de mediciones de CO en calentadores Tiro Forzado, antes de mantenimiento..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Figura 21 Partes de un calentador de 5,5 litros | 43 |
| Figura 22 Partes de un calentador de paso con capacidad superior a 5,5 litros | 43 |
| Figura 23 Esquema de quemadores para calentador de paso | 44 |
| Figura 24 Esquema sencillo del paso a paso para un mantenimiento de equipos de cocción a GN. | 45 |
| Figura 25 Esquema sencillo del paso a paso para un mantenimiento de calentador de paso a GN. | 47 |
| Figura 26 Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de cocción | 56 |
| Figura 27 Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de calentamiento | 57 |
| Figura 28 Perfil de cargo para especialista que efectúe mantenimiento a gasodomésticos | 58 |

Siglas, acrónimos y abreviaturas

| | |
|-----------------------|------------------------------------|
| EPM | Empresas Públicas de Medellín |
| CO | Monóxido de Carbono |
| CO₂ | Dióxido de Carbono |
| G.L.P | Gas Licuado Propano |
| Ppm | Partes por millón |
| GN | Gas Natural |
| I.G.U. | International Gas Union |
| APA | American Psychological Association |
| Esp. | Especialista |
| PhD | Philosophiae Doctor |
| UdeA | Universidad de Antioquia |

Resumen

En este informe se presentan las emisiones de monóxido de carbono (CO) y la pertinencia de realizar mantenimientos preventivos para minimizarlas en gasodomésticos, equipos de cocción (estufas) y de calentamiento de agua en el Área Metropolitana del Valle del Aburrá. Se efectuaron mediciones en viviendas que cuentan con el servicio de gas natural, y en el banco de prueba de Dismogas, antes de intervención técnica, y después de realizar el mantenimiento por parte de personal técnico calificado. Para los equipos de cocción se encontró que, hay mayores niveles de CO en aquellos modelos que tienen más de 10 años de fabricados, ya que cuentan con un mezclador aire-gas tipo cilindro, mientras que los equipos de 5 a 10 años, cuentan con un mezclador tipo Venturi que garantiza una mezcla más homogénea y los de 1 a 5 años presentaron menores niveles de CO ya que se tiene un diseño de cámara de combustión con inyector incluido. Para el caso de los calentadores se determinó que los equipos de tiro natural tienen mayores emisiones de CO, ya que, mayor capacidad mayor potencia se requiere, y al no tener un ventilador interno que ayude a evacuar los gases de combustión, estos se acumulan. Con el mantenimiento, todos los equipos llegaron a niveles de CO inferiores a lo permitido. Se encontró que las variables que más inciden en la producción de CO, es el diseño del mezclador (aire-gas), la antigüedad del equipo, su ubicación, la ventilación y la capacidad.

Palabras clave: Monóxido de carbono, mantenimiento, gas natural, calentador, equipos de cocción, emisiones, mezclador, capacidad, antigüedad.

Abstract

We studied the emissions of carbon monoxide (CO) and the relevance of preventive maintenance to minimize them in gas equipment such as water heater and gas stove in the Metropolitan Area of Aburrá's Valley homes. Measurements were made in the homes with natural gas service, as well in the test bench of the company Dismogas, before the technical intervention and after the maintenance performed by the qualified technical personnel. In the gas stoves, higher CO levels were found in 10 years old models since they have a cylinder type air-gas mixer. CO emissions lower in equipment between 5 and 10 years old due to a Venturi type mixer that guarantees a more homogeneous mixture. Equipment with less of 5 years old showed the lowest CO levels since they have a combustion chamber with an injector included. In the case of the water heaters with natural draft, it was found as the greater the capacity the higher the CO levels. The natural draft heaters do not have an internal fan to help evacuate the combustion gases, and the CO is accumulated. After the maintenance, all the equipment decreased CO levels emissions even below to the permitted ones. The variables than affect the most CO production are the design of the mixer (air-gas), the age of the equipment, its location, the ventilation and the capacity.

Keywords: carbon monoxide, maintenance, natural gas, heater, cooking equipment, emissions, mixer, capacity, age.

Introducción

El uso de gas natural y gas licuado del petróleo (G.L.P) es bastante cotidiano en la actualidad, ya que estos se convirtieron en combustibles necesarios en el Área Metropolitana, teniendo en cuenta que, se utilizan para cubrir las necesidades básicas de la mayoría de los habitantes, en la preparación de alimentos y para el calentamiento de agua. A partir del año 2009 comenzó el programa “Gas Sin Fronteras” con el objetivo de llevar el servicio de gas natural a los municipios de Antioquia, con la alternativa de transporte del gas natural comprimido, cerca de 1.300.000 familias disfrutaron del servicio de gas natural en sus hogares, en las diferentes regiones de Antioquia. (EPM, 2021).

A pesar de que con ésta alternativa, se reducen en los hogares los altos consumos de energía eléctrica, existe una preocupación en cuanto a la seguridad y salud de los habitantes; ya que, al usar estos gases como combustibles, pueden presentarse altas emisiones de contaminantes como el monóxido de carbono, el cual es un gas tóxico que no se puede ver, ni oler; el cual produce, cefaleas, cansancio, debilidad, náuseas, y a altas concentraciones puede producir dificultad respiratoria, colapso y muerte, más conocida como la “muerte dulce”, este desenlace se desencadena normalmente cuando el 70% de la hemoglobina se convierte en carboxihemoglobina.

Además de ésta gran problemática, la existencia de monóxido de carbono (CO), disminuye la eficiencia de los equipos, aumentando el consumo del combustible y los gastos en el hogar. (Gómez, 2000)

Uno de los consejos para evitar que los gasodomésticos produzcan monóxido de carbono, es efectuar periódicamente un mantenimiento y la revisión pertinente por parte de un técnico calificado (Centro Nacional de Salud Ambiental, 2021), esta labor ha sido desarrollada por DISMOGAS a lo largo de 14 años, y EPM, desde el año 2019 ha realizado pilotos con DISMOGAS como proveedor, para efectuar servicios de mantenimiento, reparación e instalación de gasodomésticos y electrodomésticos, proyecto que hoy se llama EPM A TU PUERTA, y está llegando a los hogares del Área Metropolitana desde el mes de abril del año 2020.

Con éste proyecto se analizará la efectividad del mantenimiento para la solución de ésta problemática, realizando pruebas con el detector de monóxido de carbono, en diferentes artefactos, como estufas y calentadores que trabajen con gas natural o G.L.P, estas mediciones se realizarán

antes y después de efectuar el mantenimiento, al cual también se le realizarán diferentes modificaciones, para concluir la manera más adecuada de efectuarse; estudiando así los factores determinantes en los componentes del equipo, y la periodicidad de éste servicio.

1 Planteamiento del problema

El gas natural es una alternativa muy eficiente, que se usa como combustible en los hogares, para equipos de cocción y para los calentadores de agua, ya que, se reducen los altos consumos de energía eléctrica y los tiempos de preparación de alimentos; es por esto que, el uso y distribución de éste combustible, se convirtió en Antioquia, en un servicio de primera necesidad.

EPM es la empresa pública, encargada de suministrar el gas natural a los hogares y con el fin de brindar un servicio íntegro, a partir del 20 de abril del año 2021 inició el proyecto EPM A TU PUERTA, en el cual se brinda el servicio de mantenimiento, reparación e instalación de gasoelectrodomésticos, en donde la empresa contratista encargada de ejecutar la labor es DISMOGAS.

Sin embargo, existe la preocupación de que con el uso de gas natural como combustible para los gasodomésticos, pueden presentarse altas emisiones de contaminantes como el monóxido de carbono, el cual es un gas tóxico que no se puede ver, ni oler; el cual produce, cefaleas, cansancio, debilidad, náuseas, y a altas concentraciones puede producir dificultad respiratoria, colapso y muerte, más conocida como la “muerte dulce”, este desenlace se desencadena normalmente cuando el 70% de la hemoglobina se convierte en carboxihemoglobina. Además de ésta gran problemática, la existencia de monóxido de carbono (CO), disminuye la eficiencia de los equipos, aumentando el consumo del combustible y los gastos en el hogar. Es por esto que, surge la necesidad de disminuir la emanación de CO en los hogares, analizando la efectividad del mantenimiento efectuado por un experto, estudiando así, los factores determinantes en los componentes del equipo, la periodicidad de éste servicio y la forma correcta de efectuarlo.

2 Justificación

Cerca de 1.300.000 familias disfrutaban del servicio de gas natural en sus hogares, en las diferentes regiones de Antioquia (EPM, 2021), haciendo uso de todo tipo de gasodomésticos; por éste motivo, el mercado referente al servicio técnico para éstos equipos ha cogido bastante fuerza, por los requerimientos de los usuarios, en cuanto reparación y mantenimiento preventivo, ya que, equipos como estufas, fogones, calentadores, entre otros, se convirtieron en productos de primera necesidad. Teniendo en cuenta que, DISMOGAS es una empresa líder en servicio técnico de gas natural, y es la contratista de EPM para el nuevo negocio llamado EPM A TU PUERTA, encargado de brindar el servicio de mantenimiento, reparación e instalación de gasoelectrodomésticos, surgió la necesidad de realizar un estudio de las diferentes marcas de gasodomésticos, sus componentes, la emanación de monóxido de carbono y la pertinencia de la realización de mantenimientos que contribuyan en la eliminación de emanación de gases tóxicos, como lo es el monóxido de carbono, con el fin de velar por la seguridad y bienestar de los usuarios, culturizando a la comunidad.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar la efectividad del mantenimiento preventivo en los gasodomésticos para disminuir y evitar la emanación de monóxido de carbono en estos artefactos, concluyendo la manera más adecuada de efectuar éste procedimiento, los factores determinantes y la periodicidad sugerida a los usuarios del servicio.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar consultas bibliográficas y asistir a capacitaciones con el fin de conocer el funcionamiento y componentes de los artefactos a gas, el proceso de mantenimiento y el fenómeno fisicoquímico.
- Realizar salidas de campo a los diferentes servicios de mantenimiento para estufas y calentadores programados por usuarios, y asistir al banco de prueba. actividades realizadas en compañía del personal técnico calificado, para conocer el proceso y realizar mediciones de monóxido de carbono, por medio del detector.
- Desarrollar una estrategia de capacitación para el entendimiento de la problemática de la emanación de monóxido de carbono en los artefactos a gas.
- Reunir y analizar los hallazgos obtenidos en la tarea de campo, determinando por tipo de equipo, marca, tipo de procedimiento de mantenimiento y componentes de los gasodomésticos, la influencia en la emanación de monóxido de carbono
- Realizar manejo de datos estadísticos con el fin de determinar la manera más adecuada de efectuar el mantenimiento preventivo, su periodicidad, y determinar la efectividad de éste.

4 Marco teórico

4.1 El gas natural

Es una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente ya que es la que contiene menos dióxido de carbono y la que lanza menores emisiones a la atmósfera. Es, además, una energía económica y eficaz. Una alternativa segura y versátil capaz de satisfacer la demanda energética en los sectores domésticos, comercial e industrial (Enagas, 2020). Se trata de un hidrocarburo formado principalmente por metano, la composición típica está dada en la siguiente tabla:

Tabla 1 *Composición típica del gas natural*

| Compuesto | Fórmula Química | % |
|--------------------|--------------------------------|-------|
| Metano | CH ₄ | 81,86 |
| Etano | C ₂ H ₆ | 11,61 |
| Propano | C ₃ H ₈ | 1,92 |
| I-Butano | C ₄ H ₁₀ | 0,23 |
| N-Butano | C ₄ H ₁₀ | 0,22 |
| Nitrógeno | N ₂ | 0,98 |
| Dióxido de carbono | CO ₂ | 3,18 |

Fuente. <https://www.grupovanti.com/conocenos/el-gas-natural/que-es/>. (Vanti)

El gas natural se encuentra en depósitos subterráneos profundos; en algunas zonas de Colombia, los depósitos de gas natural están bajo la superficie del suelo como en el Huila, el Casanare o el Magdalena Medio y en otros sitios, como la Guajira, se halla en el fondo del mar. El gas natural se extrae perforando la tierra hasta llegar a los yacimientos, donde también se encuentra el petróleo, y puede estar en uno de los siguientes estados: asociado, cuando al ser extraído del yacimiento está mezclado con el crudo; y libre o no asociado, cuando se encuentra en un yacimiento que sólo contiene gas natural. (Vanti, 2021)

Su composición, su gravedad específica, su peso molecular y su poder calorífico son diferentes en cada yacimiento. El rango de variación del poder calorífico oscila entre 900 y 1.400 BTU/PC (BTU por pie cúbico).

Tabla 2 Datos del Gas Natural

| Variable | Unidad | Valor |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Presión manométrica del flujo (Pg) | mbar | 16 |
| Poder Calorífico Inferior (PCI) | Kj/kg | 48427,84 |
| Densidad (ρ) | kg/m ³ | 0,72 |
| Relación de calores específicos | | 1,27 |
| Peso Molecular (MW) | Kg/kmol | 17,7 x 10 ⁻³ |
| Densidad Relativa (s) | | 0,5878 |

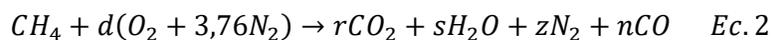
Fuente. Rojas (2016)

El gas natural debe ser tratado para eliminar sustancias nocivas, como, por ejemplo, deshidratarlo, purificarlo y separar los compuestos de azufre, adicionalmente, en su estado natural no posee un olor característico ni distintivo, por lo cual, antes de distribuirlo se le adiciona una sustancia característica, que resulta de la combinación (50% y 50%) de THT (tetrahidrotiofeno) y TBM (terbutiltiol) (Vanti, 2021); con el fin de alertar posibles fugas de gas y evitar riesgos.

La combustión estequiométrica del gas natural tiene lugar mediante la siguiente ecuación:



Pero en realidad la combustión no es completa debido a que algunas veces no existe el oxígeno suficiente para quemar todo el combustible (defecto de aire) o por diversos fenómenos fisicoquímicos asociados al proceso, por lo tanto, se genera monóxido de carbono (CO): (Bermejo, 2013)



Donde los coeficientes d, r, s, z y n, representan el número de moles necesarios para balancear la ecuación anterior.

4.2 Monóxido de Carbono

A medida que disminuye la eficiencia del equipo, aumenta el flujo de monóxido de carbono hacia el recinto. Pero este parámetro generalmente no es entregado por los fabricantes de estos artefactos, por lo tanto, se toma como base la norma NTC 2832 – 1 (tercera actualización) [10] para establecer que la concentración máxima de «CO» libre de aire y vapor de agua permitida en este tipo de gasodomésticos debe ser de 0,1% en volumen (1000 ppm); en un ambiente habitual (con ventilación), lo máximo permitido de emanación de CO es de 45 ppm. (EL TIEMPO, 2006)

La liberación de CO luego de la combustión está determinada por el poder calorífico del gas el cual afecta el desempeño del quemador; también la aireación primaria, el flujo de gas, la presión de suministro y la altura del recipiente de carga con respecto al quemador (Bermejo, 2013). Otro factor determinante es la geometría del mezclador (venturi), y la caída de presión del gas en la salida del inyector, que induce el arrastre del aire, pero no garantiza el previo mezclado para la combustión. La ventilación de la vivienda, principalmente en la zona donde está ubicado el gasodoméstico, influye de manera importante en las emisiones de CO, se debe tener en cuenta, que el gas natural al ser menos pesado que el aire, puede evacuarse de manera natural en la vivienda, por medio de las ventilaciones de las que esté prevista ésta; también, se deben evitar corrientes de aire directas, que ocasionen enfriamiento de la llama, ya que genera mayores emisiones de CO y problemas de inestabilidad y eficiencia en los equipos (Gómez, 2000).

El monóxido de carbono, es un gas tóxico que no se puede ver, ni oler; el cual produce, cefaleas, cansancio, debilidad, náuseas, y a altas concentraciones puede producir dificultad respiratoria, colapso y muerte, este desenlace se desencadena normalmente cuando el 70% de la hemoglobina se convierte en carboxihemoglobina. Además de ésta gran problemática, la existencia de monóxido de carbono (CO), disminuye la eficiencia de los equipos, aumentando el consumo del combustible y los gastos en el hogar. (Gómez, 2000). A pesar de que lo máximo permitido es de 45 ppm, la cantidad mínima de monóxido de carbono que puede soportar un ciudadano no fumador es hasta del 2 por ciento; y en fumadores, hasta el 4 por ciento. La situación se agrava cuando se

instala un calentador de paso, por ejemplo, en un baño: que generalmente es un espacio cerrado, sin ventilación; cuando se prende el calentador el vapor de agua desplaza el oxígeno rápidamente y el gasodoméstico hace mala combustión, generando el monóxido de carbono: en estas circunstancias, la persona puede fallecer entre 10 o 15 minutos. El monóxido de carbono llega a los pulmones, pasa la sangre donde desplaza al oxígeno, este último empieza a faltar en las células, con lo cual afecta especialmente al cerebro y al corazón; la gente pierde el estado de conciencia y se va quedando dormida y las funciones vitales se les disminuyen hasta que se paran las funciones del corazón y la respiración, y se produce el paro cardiorrespiratorio. (EL TIEMPO, 2006)

Las mediciones de monóxido de carbono se pueden realizar por medio de equipos especializados, como lo es el detector de CO el cual se rige bajo la norma NTC 3833. Las mediciones se deben realizar en un periodo de 5 minutos por cada corrida, tiempo establecido por la norma NTC 3833 al momento de medir concentraciones de (CO) generadas por artefactos a Gas Natural en interiores. (Bermejo, 2013)

Figura 1 Especificaciones para medición de CO según NTC 3833

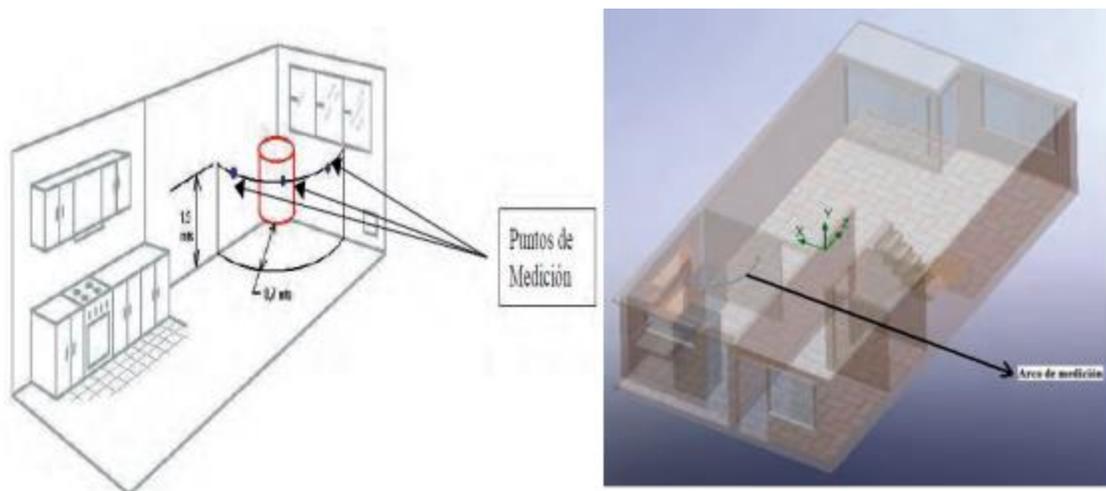


Figura 2. Puntos de medición recomendados por la NTC 3833 para la monitoreo del CO.

Fuente. (Bermejo, 2013)

Las mediciones se recomiendan realizar con y sin ventilación, y antes y después de la intervención por mantenimiento y/o reparación.

4.3 La combustión

Es el conjunto de fenómenos físico-químicos que se producen tras la reacción exotérmica de oxidación de sustancias combustibles por elementos comburentes, dando como resultado la formación de llamas, generando así un desprendimiento de calor y luminosidad (Borras, 1987). Para que una combustión tenga lugar han de coexistir los siguientes tres elementos:

- **Combustible:** Interviene como reductor en las reacciones de oxidación. Pueden ser naturales o artificiales, y pueden existir en cualquiera de estos tres estados: sólido, líquido y gaseoso. En la industria actual se suelen utilizar hidrocarburos (C_xH_y).
- **Comburente:** Su presencia permite la combustión del gas, y actúa como oxidante. El comburente más utilizado es el aire, constituido en aproximadamente 20% de oxígeno y 80% de gases inertes (nitrógeno, gases nobles, dióxido de carbono); siendo el oxígeno puro utilizado en casos excepcionales (Borras, 1987).
- **Energía de activación:** Corresponde a la energía que debe aportarse a la mezcla conformada por el combustible y el comburente para que se inicie la combustión, de modo que se supere a la temperatura de inflamación (Asociación Española del Gas (SEDIGAS), 2011) y (Borras, 1987).

4.4 Exceso de aire

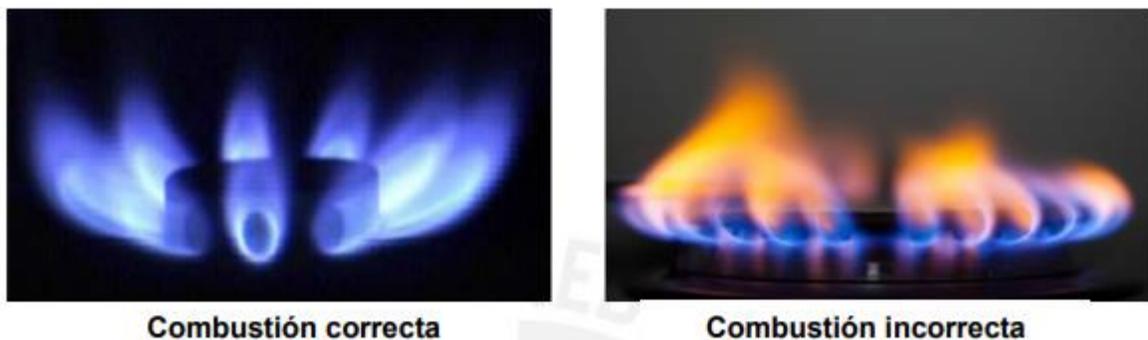
En la realidad es prácticamente imposible que todo el oxígeno del aire se combine con el combustible para completar la combustión estequiométrica. Por ende, se requerirá un exceso de aire que permita la utilización total de combustible, permitiendo a su vez una menor tasa de emisiones contaminantes (Borras, 1987). La tasa de aireación o índice de exceso de aire (λ) es la relación entre el aire real utilizado en la combustión y el aire teórico que se necesitaría en la combustión estequiométrica (Asociación Española del Gas (SEDIGAS), 2011). Se pueden clasificar las mezclas de la siguiente manera: $\lambda = 1$ combustión estequiométrica, $\lambda > 1$ combustión con exceso de aire (mezcla pobre), $\lambda < 1$ combustión con defecto de aire (mezcla rica) (Borras,

1987). Se recomienda para combustibles gaseosos $\lambda = 1.1$ a 1.4 (exceso de aire de 10 a 40 %). Asimismo, el exceso de aire genera una llama con tendencia a ser corta y luminosa. Mientras que, en una combustión incompleta, la llama será más larga (Barreras & Pujol, 1966).

4.5 La llama

Es la zona en la que tiene lugar la reacción entre el gas combustible y el comburente, acompañada de la descomposición y recombinación de las moléculas, presentando una manifestación visible y calorífica de la reacción de combustión (Martínez, 1992). Su forma y color permiten reconocer la proporción de combustible. Para mezclas pobres de combustibles de hidrocarburo, el color de la llama suele ser azulado, debido a la radiación de excitación de radicales CH (Martínez, 1992). Por otro lado, cuando la cantidad de aire primario en la mezcla no es la suficiente o si la flama es interrumpida por una superficie fría, terminando la reacción de combustión prematuramente, se generan las llamadas puntas amarillas en la flama (Flores, s.f). Las puntas amarillas son flecos amarillos que surgen en la parte superior de la llama, provocados por la formación de partículas de carbono, las cuales son formadas por la incorrecta combustión de los hidrocarburos que componen al gas combustible (Asociación Española del Gas (SEDIGAS), 2011).

Figura 2 *Imagen de llama con combustión correcta e incorrecta.*



Fuente. (Asociación Española del Gas (SEDIGAS), 2011).

Como consecuencia, se permite la formación de hollín que puede no quemarse totalmente y causar depósitos, afectando tanto el desempeño de los equipos, así como su vida útil. Asimismo, se genera mayor cantidad de monóxido de carbono, debido a que no todo es completamente oxidado a CO₂ (Flores, s.f).

4.6 El Quemador

Un quemador puede definirse como un dispositivo que permite el desarrollo de la combustión, de manera controlada y regulable, manteniendo la mezcla aire-gas en proporciones convenientes, buscando desarrollar la potencia calorífica esperada, y transferir el calor producido a la carga deseada (Márquez, 2005). En cuanto a su clasificación, la Comisión de Utilización de la I.G.U. (International Gas Union) ha establecido una numeración para sus diferentes variables, independiente de que un tipo de quemador pueda recibir una denominación diferente por su constructor. En esta clasificación, cada quemador queda designado por un grupo de 6 cifras, de las que cada cifra puede tener diversas variantes (Borras, 1987):

- 1° Cifra: Modo de formación de la mezcla aire-gas (7 variantes).
- 2° Cifra: Categorías de presión de alimentación en aire y en gas (7 variantes).
- 3° Cifra: Vía de salida de aire-gas en los orificios (6 variantes).
- 4° Cifra: Manera de estabilizar la llama (4 variantes).
- 5° Cifra: Localización de la combustión (7 variantes).
- 6° Cifra: Precalentamiento o no del aire de combustión (3 variantes).

Los mezcladores para un quemador de combustibles gaseosos, específicamente de gas natural o gas licuado de petróleo se nombran con el código 611042, debido a que:

1° Cifra: El número 6 representa que la formación de la mezcla aire-gas será de forma parcial antes del quemador.

2° Cifra: El número 1 representa que ambos gases (gas licuado de petróleo y gas natural) trabajarán a presión baja (menor a 50 mmH₂O), mientras que el aire a presión atmosférica.

3° Cifra: El número 1 indica que la salida de la mezcla a través del quemador será por orificios simples.

4° Cifra: El número 0 denota que la estabilización de la llama se dará sin ningún artificio.

5° Cifra: El número 4 indica que la combustión se dará sobre una superficie refractaria.

6° Cifra: El número 2 expresa que el quemador podría funcionar con precalentamiento de aire; sin embargo, esto no se desarrollará en el presente estudio, ya que se presentan condiciones de una cocina doméstica estándar.

4.6.1 Quemadores de mezcla previa

Para realizar el proceso de combustión completa, el aire necesario se mezcla con el gas a la entrada del quemador, o justo antes de iniciarse la combustión. La mezcla previa efectuada entre el gas combustible y el aire puede ser parcial, utilizando solo una parte del aire requerido, denominada como aire primario (Borras, 1987). En estos quemadores, el mezclador tiene por objeto suministrar al quemador una mezcla de aire y gas combustible, para lo cual se fijan la proporción aire/gas, el caudal y la presión de gas. Los sistemas de mezcla previa pueden ser (Borras, 1987):

- Máquina de mezcla o grupo de mezcla: Consta de un recipiente que posee una presión inferior a la atmosférica, el cual es alimentado a través de dos agujeros calibrados, uno para aire atmosférico y el otro con gas regulado a presión atmosférica. Se utiliza principalmente para quemadores que exigen una mezcla total a una presión determinada.

- Cámara de mezcla: Alimentada mediante aire y gas a presión por canales provistas de válvulas de regulación progresivas y de mando simultáneo.

- Mezclador de inducción: En este método, el gas inductor es desembocado al ambiente mediante un inyector, arrastrando al gas inducido hacia el mezclador. De este se desprenden los siguientes casos:

- o Mezcladores de inducción atmosférica;

- o Mezcladores de aire inductor y gas despresurizado: el aire comprimido aspira al gas, que es parcialmente despresurizado o reducido a presión atmosférica;

- o Mezcladores donde el aire y el gas están a presión.

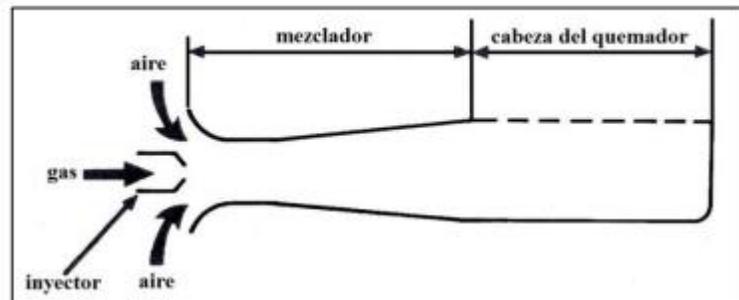
Siendo los quemadores de mezcla previa por inducción atmosférica los más usados.

4.6.2 Quemadores de mezcla previa por inducción atmosférica

El gas combustible es el fluido inductor; mientras que el aire se induce del ambiente. El principio de funcionamiento es la inducción y el efecto Venturi (Universidad de Valladolid, 2011).

Funcionan con premezclado parcial, de modo que las tasas de aireación son menores a uno (Borras, 1987). En la **Figura 3** se muestra una imagen esquematizada del diseño básico de un quemador de premezcla. El gas emerge del inyector hacia la cámara de mezcla, donde se combina con el aire primario. Esta cámara puede poseer una figura en forma de un Venturi cónico o un tubo con lados paralelos, y debe garantizar, como su nombre lo indica, la mezcla de aire y gas, así como permitir que esta sea direccionada hacia el puerto del quemador (Jones, 1989).

Figura 3 Típico diseño de quemador atmosférico.



Fuente. (Jones, 1989).

Las ventajas principales son su simplicidad y bajo costo, empleándose cuando se posee presiones de mezcla cercanas a la presión atmosférica. Su inconveniente es la sensibilidad en el arrastre de aire que se pueden producir por las variaciones de presión en la cámara o del recinto donde se coloca el quemador (Jones, 1989).

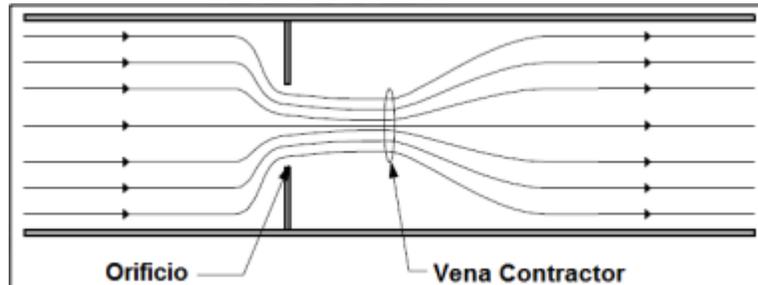
4.7 Sistema de Inducción

Este sistema consta de dos elementos principales:

- **Inyector:** Es la pieza que permite convertir la energía potencial asociada a la alta presión del suministro de gas en la energía cinética del gas expulsado. El tamaño y la forma del orificio de salida pueden variar el caudal del gas y, por lo tanto, la energía que puede ser brindada por esta (Jones, 1989). El área del agujero no es necesariamente el mismo que el del flujo del gas a través del orificio, este cambio en el área del flujo es provocado por la denominada "vena contracta",

como se ve en la **Figura 4**, la cual es un estrechamiento del flujo a un área más pequeña que la del propio agujero (Fulford, 1996).

Figura 4 *Vena Contracta*



Fuente. (Fulford, 1996).

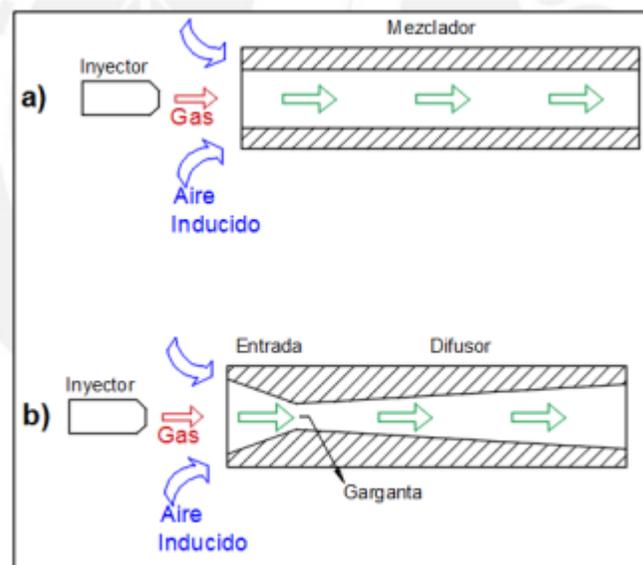
- Mezclador: Tal como su nombre lo indica, su función es la de propiciar una correcta combinación del gas combustible con el aire, por lo que es de importancia reconocer qué aspectos influyen en su correcto diseño. Está dividido en tres secciones (Baukal, 2003):

- Entrada: Posee una forma cónica convergente para reducir las pérdidas de presión del aire inducido al entrar al sistema inductor, permitiendo así una mejora del proceso de inducción.

- Garganta: El diseño que se otorgue al diámetro de esta sección influirá en el rendimiento del arrastre al sistema inductor, dependiendo del impulso del gas inductor.

- Difusor: Presenta una forma cónica, usualmente con un ángulo dentro del rango de 5° y 10°; este bajo valor le permite reducir las pérdidas y mejorar el proceso de mezclado. En la **Figura 5** se puede ver al gas inductor expulsado hacia dos modelos de mezcladores diferentes, en los cuales se generan una zona de baja presión, empujando al aire circundante hacia el mismo camino.

Figura 5 Sistema Inductor: (a) Mezclador en forma de cilindro, b) Mezclador en forma de Venturi



4.8 Calentadores de agua

Los calentadores de agua se dividen en calentadores de paso y de acumulación (tanque cilíndrico), en éste trabajo se estudiaron los calentadores de paso, que son los más usados y que a su vez, producen mayor cantidad de monóxido de carbono. Los calentadores de paso se dividen en tiro natural y tiro forzado. Los calentadores de agua de tiro natural, son aquellos que funcionan con baterías para el encendido electrónico y que requieren un sistema de ventilación adicional para evacuar los humos de combustión, este proceso se hace de manera natural por diferencia de temperatura; estos equipos, por norma técnica, deben llevar un ducto de 5" al exterior del recinto, a excepción del calentador de 5,5 litros, que por su potencia no requiere ducto. Este tipo de calentadores son ideales para sector rural, pues no se ven afectados por la inestabilidad en el sistema de energía, ni existe el riesgo que en alguna tormenta sea alcanzado por un rayo y lo dañe. Por no requerir ducto de evacuación, son los calentadores de 5.5 litros los preferidos al momento instalar calentadores de agua en edificios. Estos calentadores de agua vienen desde 5.5 litros hasta 16 litros.

Figura 6 *Calentador Tiro Natural marca Bosch*



Fuente. <https://www.bosch-climate.co/>

Los calentadores de agua tiro forzado, son los que funcionan con corriente eléctrica y manejan un ventilador con el cual evacuan los humos de combustión. Por norma técnica deben llevar un ducto entre 2” y 3”, según la marca y el tamaño del calentador. Esto asegura un espacio fresco y ventilado para un rendimiento óptimo del equipo con la máxima seguridad. Estos equipos vienen desde 6 litros hasta 21 litros. Aunque hay una referencia específica de Bosch, especializado en climatizar grandes cantidades de agua, el calentador Bosch Therm 8000 que ofrece 30 litros de agua por minuto, automodulante, termostático y muy eficiente. Estos calentadores son regularmente usados en áreas urbanas, donde la calidad del suministro de la energía está garantizada, disminuyendo el riesgo de daños por la sobrecarga del sistema eléctrico.

Figura 7 Calentador Tiro Forzado marca CLASIC



Fuente. <https://clasic.com.co/categoria-producto/calentadores-de-paso/>

5 Metodología

5.1 Capacitación y adquisición de conocimiento

En ésta primera fase se realizarán diferentes actividades con el fin de obtener el conocimiento apropiado para el desarrollo del proyecto.

- Inducción y capacitación por parte de recursos humanos, para conocer el personal, los procesos y la planeación estratégica de la compañía.
- Capacitación técnica por parte del coordinador técnico de la compañía, para conocer el manejo de los equipos (gasodomésticos, partes, detectores, y herramientas), las labores de reparación y mantenimiento, y las normas NTC que se requieren.
- Capacitación por parte de la directora de operaciones, para conocer los procesos.
- Capacitación por parte de la gestora técnica de EPM, encargada del proyecto EPM A TU PUERTA, para conocer todo lo relacionado con el proyecto.
- Salidas de campo con el personal técnico para conocer el proceso de toma de mediciones de CO y gas, y cómo se efectúa un mantenimiento y reparación de los diferentes gasodomésticos.

5.2 Mediciones y ensayos

En ésta fase del proyecto se reunirá toda la información y conocimiento obtenido en la primera fase, en donde se desarrollarán las diferentes mediciones y pruebas.

- Realizar mediciones en salidas de campo con el detector de monóxido de carbono en gasodomésticos (estufas y calentadores) de diferentes marcas, antes de ser intervenidos en un proceso de mantenimiento o reparación por parte del personal técnico, y nuevamente, una medición después de éste proceso.
- Realizar las mismas pruebas anteriores, modificando las intervenciones (maneras de efectuar el mantenimiento y/o reparación).
- Realizar las mismas pruebas, cambiando las condiciones de ventilación, tipo de mezclador del gasodoméstico, tipo de inyectores, tipo de quemador y ubicación del equipo (en el banco de prueba).

5.3 Análisis y conclusiones

En ésta última fase se analizará todos los resultados obtenidos en la anterior fase y se concluirá el proyecto.

- Reunir los hallazgos por tipo de gasodoméstico, tipo de mantenimiento, variaciones en quemadores, mezcladores, inyectores, ventilación y ubicación del equipo.

- Después de reunir los diferentes hallazgos y mediciones, clasificados, analizar la influencia en la emanación de monóxido de carbono.
- Concluir respecto a los diferentes ensayos, cual es la mejor condición para evitar emanación de monóxido de carbono.
- Realizar capacitaciones al personal interno y externo referente a lo hallado.

6 Resultados

Se realizaron varias salidas de campo, visitando a usuarios de EPM A TU PUERTA; y estudios en el banco de prueba de DISMOGAS, a equipos como calentadores, cubiertas y estufas que trabajan con gas natural. Se evaluaron diferentes marcas y modelos según antigüedad. Para el estudio solo se analizaron equipos que trabajan con gas natural, ya que, los equipos que trabajan a G.L.P se encuentran en una menor proporción.

Se realizaron pruebas con el detector de monóxido de carbono, marca SENKO, modelo SP 2nd; El equipo SP2nd es un detector monogas para CO, está diseñado para operar continuamente durante dos años sin cambio de sensor y batería, requiere calibración cada 6 meses, efectuada por la empresa PREMAC. El gas es medido continuamente y su concentración es mostrada en pantalla, cuando haya algún riesgo las alarmas serán activadas.

Figura 8 *Detector de CO marca SENKO, modelo SP2nd*



Las mediciones con el detector se efectúan con el recinto cerrado, los equipos funcionando, a una distancia de un metro, y para el caso de los equipos de cocción, con un recipiente con agua sobre los quemadores.

6.1 Mediciones de CO antes de intervenciones

Se efectuaron mediciones inicialmente a los equipos sin haber recibido ninguna intervención técnica en un año o más tiempo.

6.1.1 Equipos de cocción

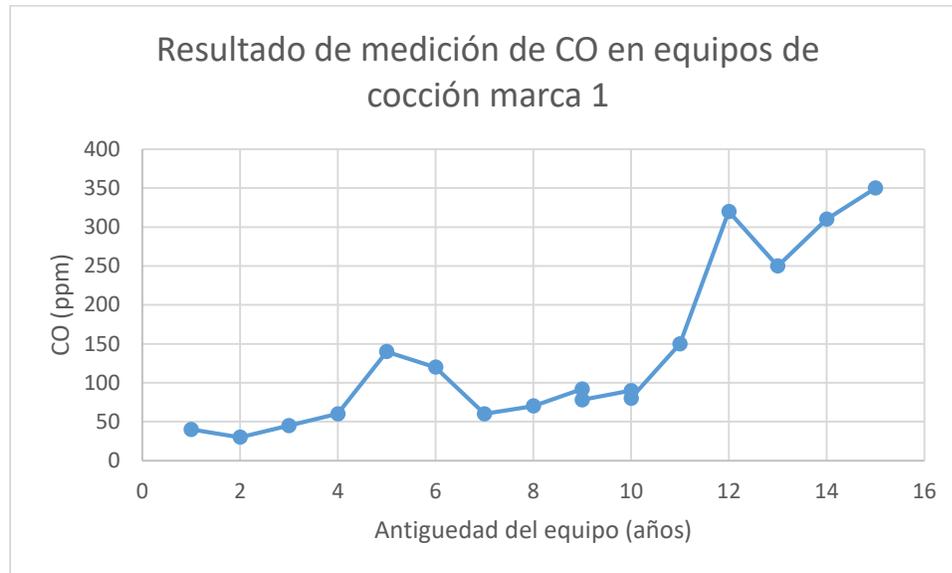
Para los equipos de cocción, se analizaron tres marcas, que predominan en el Área Metropolitana, las cuales son nombradas marca 1, marca 2 y marca 3, por temas de confidencialidad y protección de datos.

Los resultados para los equipos de cocción marca 1, se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 3 Resultados de mediciones de CO para equipos de cocción marca 1, antes de intervención técnica

| EQUIPO | ANTIGÜEDAD (AÑOS) | MEDICIÓN DE CO (ppm) |
|---------------|--------------------------|-----------------------------|
| Estufa | 15 | 350 |
| Estufa | 14 | 310 |
| Estufa | 13 | 250 |
| Estufa | 12 | 320 |
| Estufa | 11 | 150 |
| Estufa | 10 | 80 |
| Estufa | 10 | 90 |
| Estufa | 9 | 78 |
| Cubierta | 9 | 92 |
| Cubierta | 8 | 70 |
| Cubierta | 7 | 60 |
| Cubierta | 6 | 120 |
| Cubierta | 5 | 140 |
| Cubierta | 4 | 60 |
| Cubierta | 3 | 45 |
| Cubierta | 2 | 30 |
| Cubierta | 1 | 40 |

Figura 9 Gráfica de resultados de medición de CO en equipos de cocción marca 1, antes de mantenimiento.

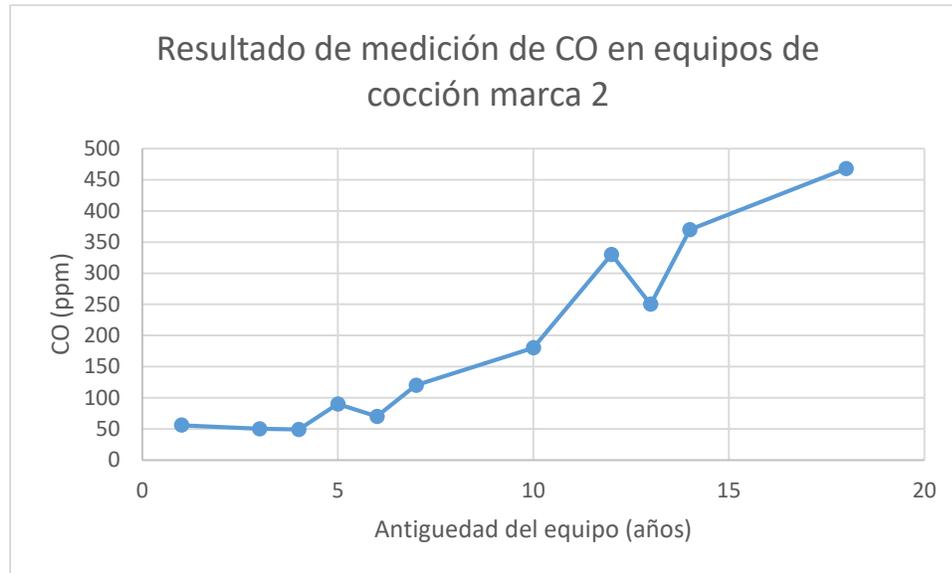


Los resultados para los equipos de cocción marca 2, se muestran en la **Tabla 4**.

Tabla 4 Resultados de mediciones de CO para equipos de cocción marca 2, antes de intervención técnica

| EQUIPO | ANTIGÜEDAD (AÑOS) | MEDICIÓN DE CO (ppm) |
|----------|-------------------|----------------------|
| Cubierta | 18 | 468 |
| Cubierta | 14 | 370 |
| Cubierta | 13 | 250 |
| Cubierta | 12 | 330 |
| Cubierta | 10 | 180 |
| Cubierta | 7 | 120 |
| Cubierta | 6 | 70 |
| Cubierta | 5 | 90 |
| Cubierta | 4 | 49 |
| Cubierta | 3 | 50 |
| Cubierta | 1 | 56 |

Figura 10 Gráfica de resultados de medición de CO en equipos de cocción marca 2

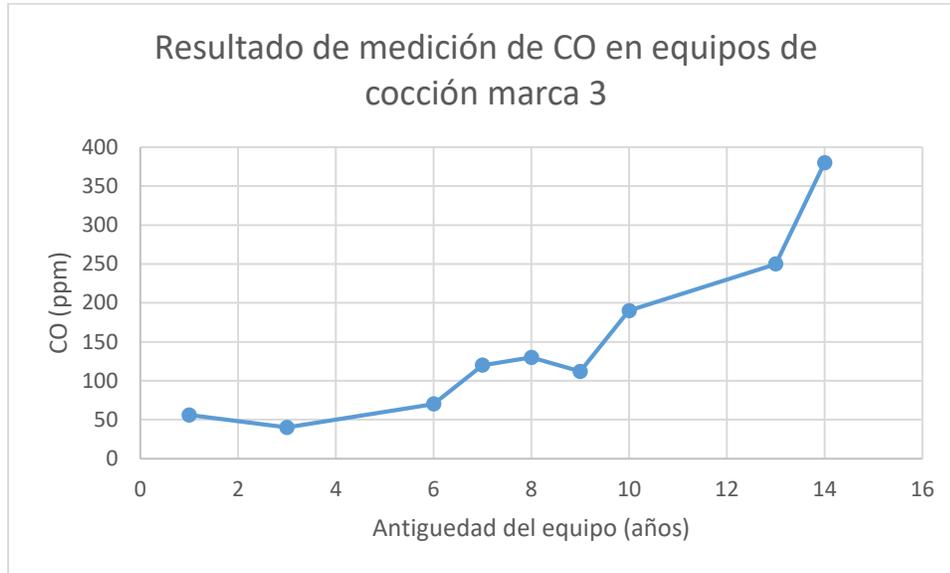


Los resultados para los equipos de cocción marca 3, se muestran en la **Tabla 5**.

Tabla 5 Resultados de mediciones de CO para equipos de cocción marca 3, antes de intervención técnica, antes de mantenimiento.

| EQUIPO | ANTIGÜEDAD (AÑOS) | MEDICIÓN DE CO (ppm) |
|---------------|--------------------------|-----------------------------|
| Estufa | 14 | 380 |
| Cubierta | 13 | 250 |
| Cubierta | 10 | 190 |
| Cubierta | 9 | 112 |
| Cubierta | 8 | 130 |
| Cubierta | 7 | 120 |
| Cubierta | 6 | 70 |
| Cubierta | 3 | 40 |
| Cubierta | 1 | 56 |

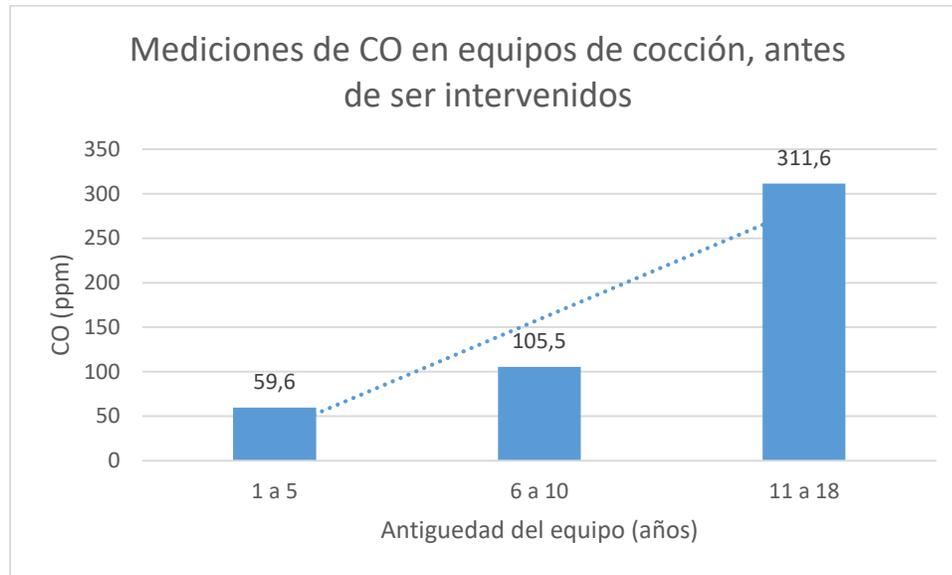
Figura 11 Gráfica de resultados de medición de CO en equipos de cocción marca 3, antes de mantenimiento.



Los anteriores resultados, muestran que, a mayor antigüedad del equipo, mayor producción de CO, en donde la llama empieza a tener puntas amarillas, y va incrementando a medida que incrementan los valores de ppm de CO medidos, lo cual se debe al desgaste de sus componentes, y al avance tecnológico, ya que, dependiendo de la antigüedad del equipo, se tienen diferentes tipos de quemadores y de mezcladores de aire primario, por lo cual, juega un factor importante, la aireación primaria (calibración de Venturi) y la geometría del mezclador. El comportamiento de las gráficas, que es una línea creciente (a mayor cantidad de años del equipo, mayor emanación de CO), tiene ciertas fluctuaciones, debido principalmente a la suciedad del equipo, y a que unos usuarios tienen un uso más constante del equipo que otros.

Se efectúa un promedio por resultados de antigüedad, obteniendo lo siguiente:

Figura 12 Resumen de resultados de mediciones de CO en equipos de cocción por intervalos de antigüedad, antes de mantenimiento.



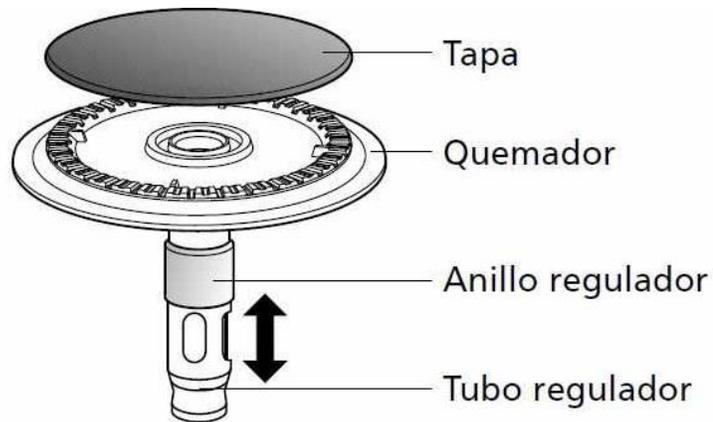
Del resultado anterior, se procede a verificar los tipos de quemadores y mezcladores, con el fin de analizar su incidencia.

- Equipos de 11 a 18 años: Por lo general utilizan quemadores tipo hongo, en donde se tiene un sistema de inducción de mezclador tipo cilindro, el quemador está dotado de un cilindro metálico sujeto por un tornillo, el cual, permite graduarse de maneras diferentes, deslizándose, para modificar la entrada de aire. Al extremo contrario del quemador, se ubica el inyector.

Figura 13 Quemador tipo “hongo”.



Figura 14 Representación de quemador tipo “hongo” y sus partes



- Equipos de 6 a 10 años: Por lo general utilizan quemadores con un sistema de tubo quemador, al cual, en su extremo, tiene incorporado un mezclador tipo Venturi, que garantiza una mezcla más homogénea del aire y el gas.

Figura 15 *Tubos quemadores de cubierta.*



- Equipos de 1 a 5 años: Utilizan quemadores con cámaras de mezcla incorporadas, en donde no se tiene un mezclador tipo cilindro ni tipo Venturi, y el inyector viene incorporado, en éste caso, la toma de aire primario, se realiza directamente del ambiente, ya que ésta parte queda expuesta en la parte superior de la cubierta. Éste diseño permite una mayor eficiencia en el proceso de combustión, y, por ende, menor producción de CO.

Figura 16 *Quemador completo con cámara de combustión.*



Figura 17 *Quemadores de diseño con cámaras de combustión (Rápido y Semirápido)*

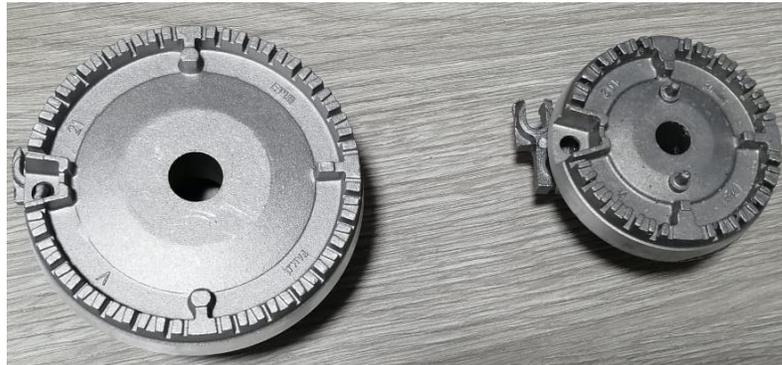


Figura 18 *Cámara de mezcla, o cámara de combustión.*



6.1.2 Equipos de calentamiento

En el Área Metropolitana, los equipos de calentamiento que funcionan con gas natural más utilizados, son los calentadores de paso, tanto tiro natural, como tiro forzado, y el de la capacidad más común, es el de 5.5 litros tiro natural, ya que no requiere ducto de evacuación y puede abastecer varias duchas a la vez, con la única restricción de que no pueden ser utilizadas dos o más duchas de manera simultánea, por éste motivo se le conoce como calentador apartamentero o monousuario.

Se realizaron mediciones en diferentes tipos de calentadores de paso, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 6 Resultados de mediciones de CO en calentadores de paso.

| TIPO DE CALENTADOR DE PASO | CAPACIDAD (Litros) | MEDICIÓN DE CO (ppm) |
|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Tiro Natural | 5,5 | 78 |
| Tiro Natural | 6 | 178 |
| Tiro Natural | 10 | 180 |
| Tiro Natural | 12 | 182 |
| Tiro Forzado | 6 | 154 |
| Tiro Forzado | 10 | 165 |
| Tiro Forzado | 12 | 159 |
| Tiro Forzado | 18 | 197 |

A continuación, se presentan las gráficas para cada tipo de calentador (tiro forzado, tiro natural):

Figura 19 Gráfica de resultados de mediciones de CO en calentadores Tiro Natural, antes de mantenimiento.

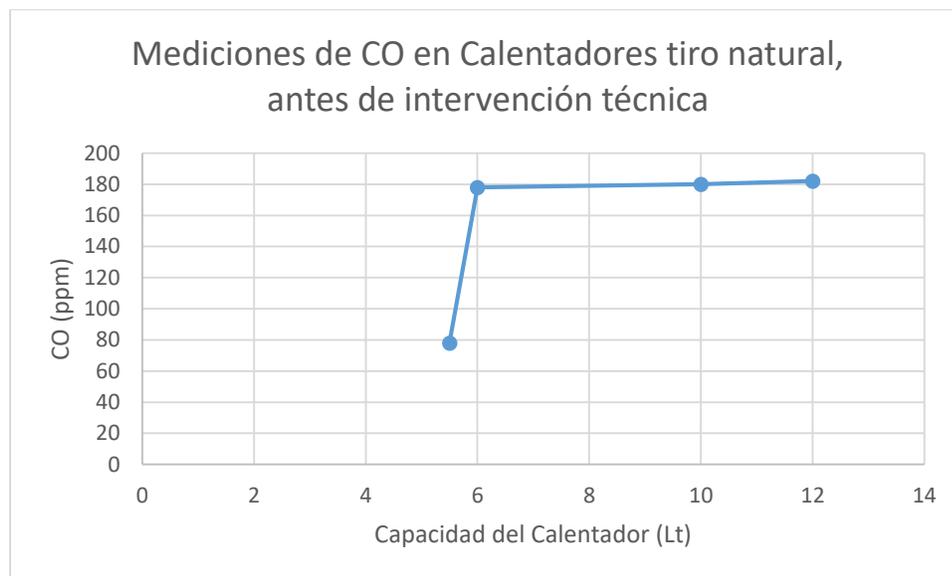
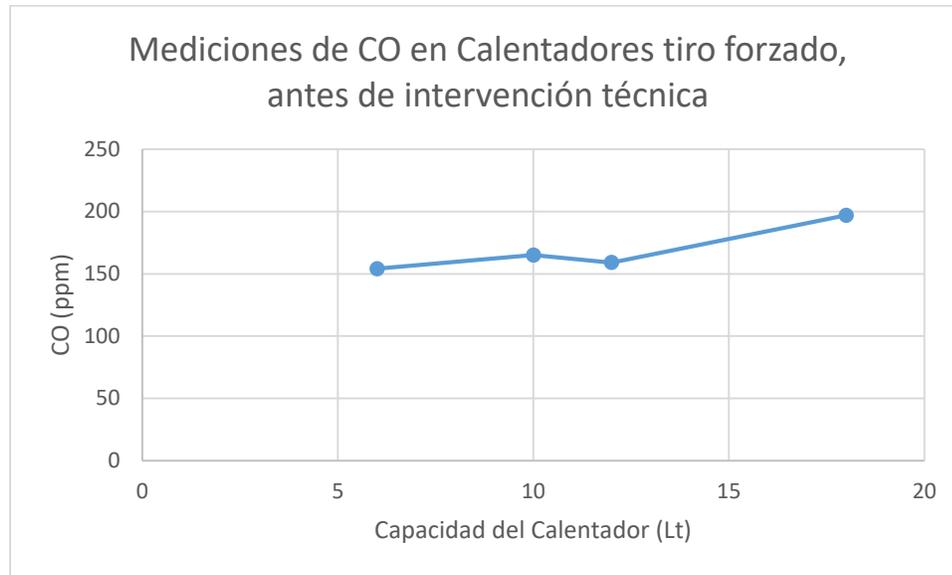


Figura 20 Gráfica de resultados de mediciones de CO en calentadores Tiro Forzado, antes de mantenimiento.



En la **Tabla 6**, **Figura 19** y **Figura 20**, se puede observar que, a mayor capacidad, mayor producción de CO mediante el proceso de combustión, esto debido principalmente a que el tamaño del quemador aumenta a medida que aumenta la capacidad, donde además se requiere una mayor potencia. También se observa que para los calentadores tiro natural, se tiene mayor cantidad de emanación de monóxido de carbono, esto debido principalmente a que el calentador tiro forzado cuenta con un ventilador interno, que le ayuda a evacuar de manera más efectiva los gases producidos por la combustión.

En las **Figura 21** y **Figura 22**, se pueden verificar las partes de un calentador tiro natural 5,5 litros, el cual no requiere ducto de evacuación, pero cuenta con un deflector de humos, y un calentador tiro forzado, el cual cuenta con el ventilador interno y una salida de gases de combustión para adaptar el ducto de evacuación; respectivamente.

Figura 21 Partes de un calentador de 5,5 litros

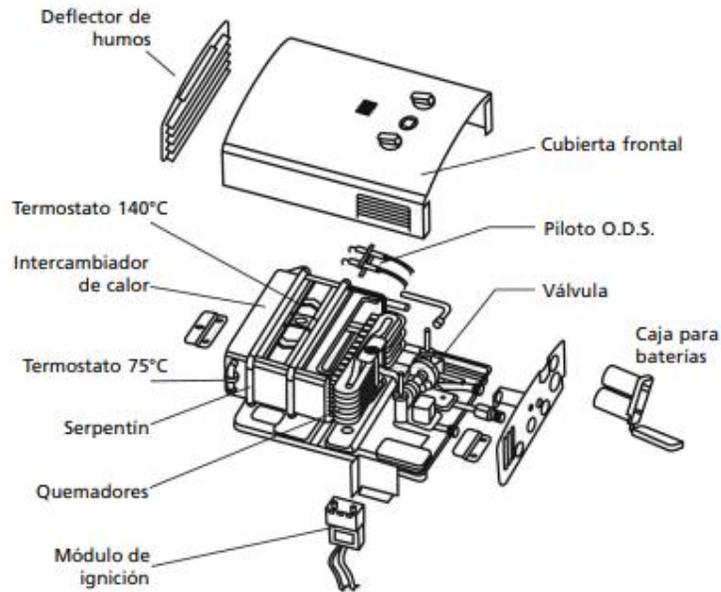
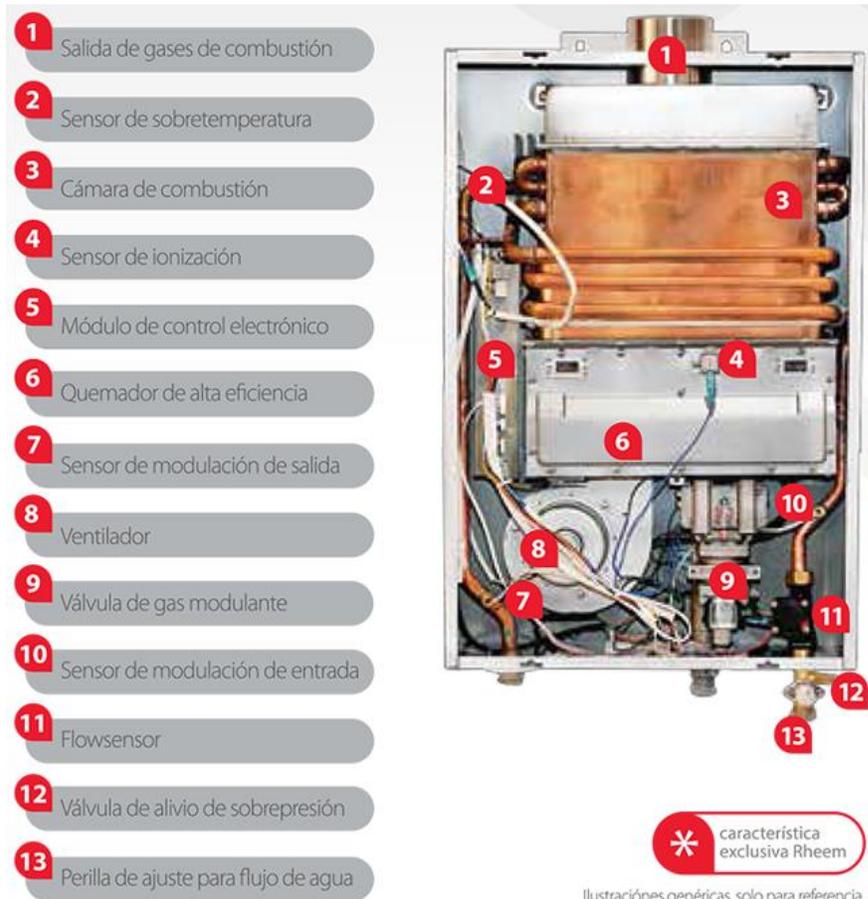
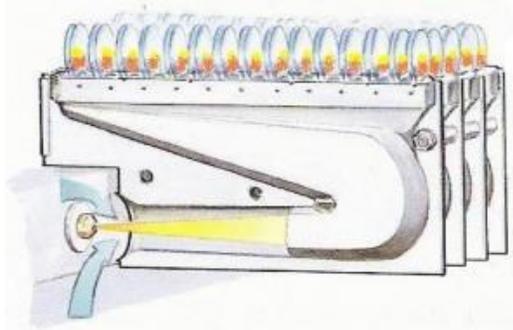


Figura 22 Partes de un calentador de paso con capacidad superior a 5,5 litros



Ambos tipos de equipo cuentan con un conjunto de quemadores de alta eficiencia, con mezcladores convergente-divergente (Venturi). La mezcla combustible adecuada del gas y el aire se realiza en el cuerpo de cada uno de los quemadores, por mediación del diseño en la forma y por el efecto Venturi, para posteriormente salir por una rejilla. El esquema se presenta en la **Figura 23**.

Figura 23 Esquema de quemadores para calentador de paso



6.2 Mediciones de CO después de intervenciones

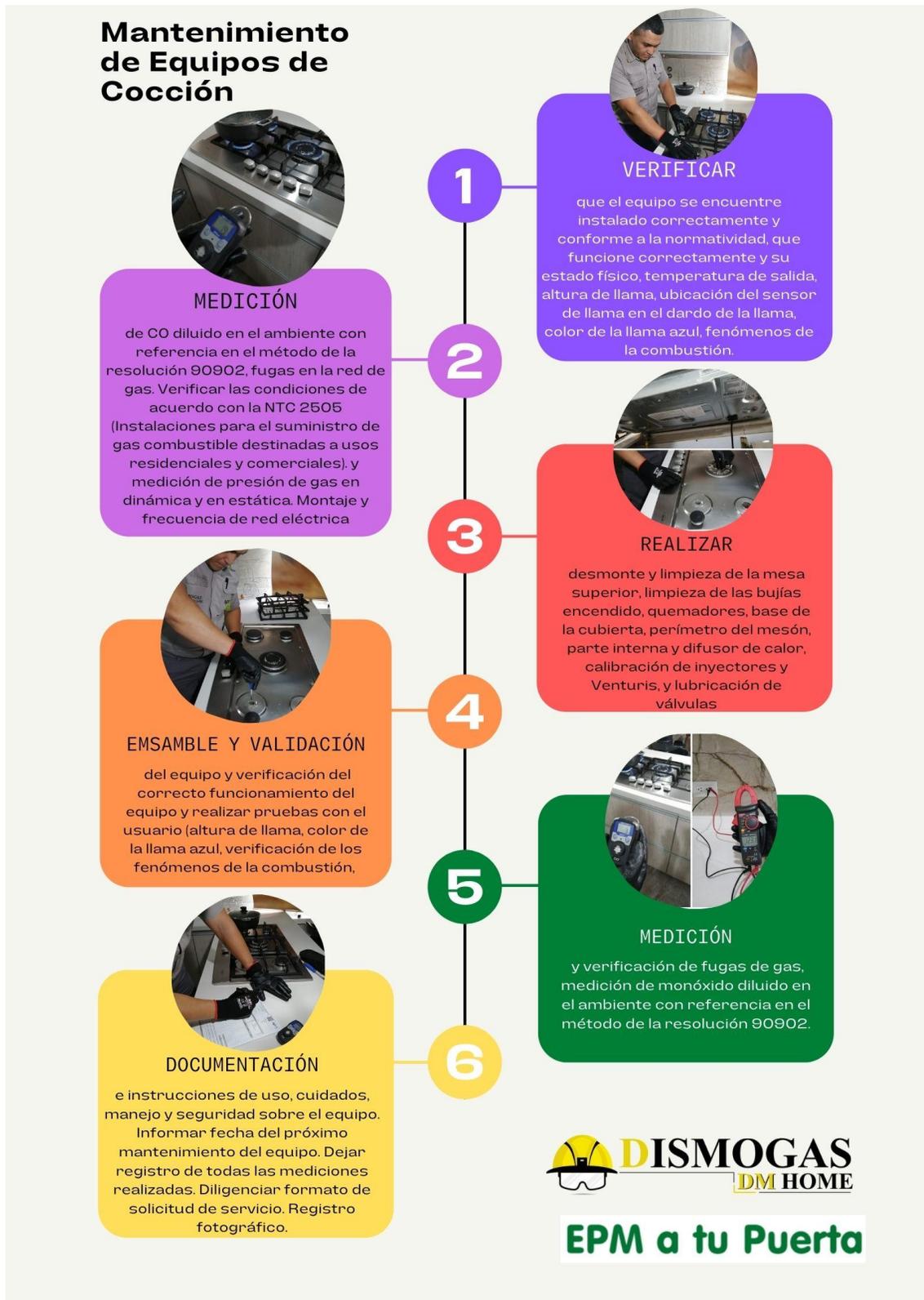
Teniendo en cuenta que, la labor de DISMOGAS y del proyecto EPM A TU PUERTA, es realizar mantenimiento, reparación e instalación de gasoelectrodomésticos; la finalidad del presente trabajo, es evaluar la pertinencia del mantenimiento preventivo anual, con el fin de culturizar y concientizar la comunidad, de que éste servicio, aparte de alargar la vida útil de los equipos, pretende velar por el bienestar y salud de los usuarios, evitando que los equipos produzcan monóxido de carbono o minimizando las emisiones existentes.

Luego de las primeras mediciones a los equipos, sin intervención técnica, expuestas en el numeral 7.1, se procedió a realizar un procedimiento de mantenimiento, tanto a los equipos de cocción como a los equipos de calentamiento, encontrando así, el paso a paso ideal de éste procedimiento, que lograra disminuir la mayor posible cantidad de CO.

6.2.1 Equipos de cocción

En diferentes reuniones, ensayos en el banco de pruebas y conversatorios, con el coordinador técnico Jorge Mejía, y el supervisor especialista en gasodomésticos Juan David Vélez, se llegó a la conclusión, de que el mejor procedimiento, para efectuar el servicio de mantenimiento para equipos de cocción, era el siguiente:

Figura 24 Esquema sencillo del paso a paso para un mantenimiento de equipos de cocción a GN.



Con éste procedimiento se garantiza una disminución de monóxido de carbono existente en el ambiente, llegando a valores inferiores al límite establecido de 45 ppm, en donde se realiza una limpieza en general evitando que productos o residuos afecten el proceso de combustión del equipo, y calibrando los mezcladores, con el tornillo que sujeta la lámina, con el fin de garantizar una aireación primaria óptima, obteniéndose estabilidad de la llama, y que sea de un color azul, evitando así, producción de monóxido de carbono. Se encontró que, a mayor aireación primaria, menor generación de CO.

Después de realizado el procedimiento de mantenimiento preventivo, se obtuvieron los siguientes resultados de las mediciones con el detector de CO.

Tabla 7 *Resultados de mediciones de CO en equipos de cocción, luego del mantenimiento*

| ANTIGÜEDAD (AÑOS) | MEDICIÓN DE CO (ppm) |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1 a 5 | 3 |
| 6 a 10 | 9 |
| 11 a 18 | 15 |

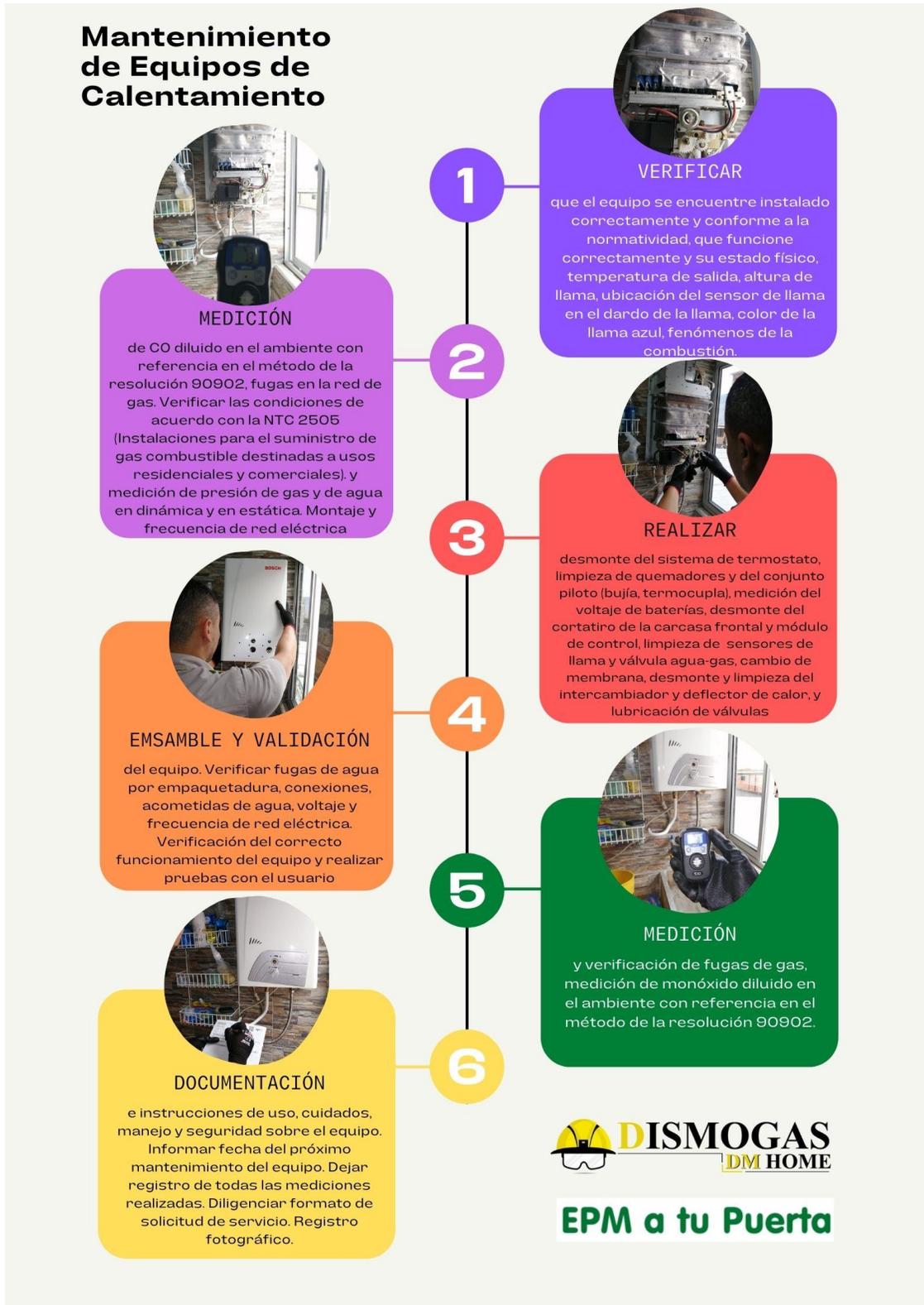
Para los resultados de la tabla anterior, se promediaron los resultados de todos los equipos medidos, de las diferentes marcas, por antigüedad. Cabe aclarar que, el 30% de las mediciones arrojaron 0 ppm, y que la existencia de CO en algunos equipos, se puede deber a defectos propios de las partes del equipo, por desgaste. Con éstos resultados, se logra determinar que el procedimiento de mantenimiento preventivo anual, es altamente eficaz para disminuir la cantidad de monóxido de carbono en los equipos de cocción, mejorando el proceso de funcionamiento del equipo, y garantizando una combustión casi que completa.

Con ésta información se realizó el diseño de una lista de chequeo para el procedimiento técnico de mantenimiento para equipos de cocción, que se muestra en el **Anexo 1**.

6.2.2 Equipos de calentamiento

En diferentes reuniones, ensayos en el banco de pruebas y conversatorios, con el coordinador técnico Jorge Mejía, y el supervisor especialista en gasodomésticos Juan David Vélez, se llegó a la conclusión, de que el mejor procedimiento, para efectuar el servicio de mantenimiento para equipos de calentamiento, era el siguiente:

Figura 25 Esquema sencillo del paso a paso para un mantenimiento de calentador de paso a GN.



Con éste procedimiento se garantiza una disminución de monóxido de carbono existente en el ambiente, llegando a valores inferiores al límite establecido de 45 ppm, en donde se realiza una limpieza en general evitando que productos generados por la combustión, se acumulen, generando así más cantidad de CO y donde también se efectúa calibración de las partes, para garantizar un funcionamiento óptimo.

Después de realizado el procedimiento de mantenimiento preventivo, se obtuvieron los siguientes resultados de las mediciones con el detector de CO.

Tabla 8 Resultados de mediciones de CO en calentadores de paso, luego del mantenimiento

| TIPO DE CALENTADOR DE PASO | CAPACIDAD (Litros) | MEDICIÓN DE CO (ppm) |
|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Tiro Natural | 5,5 | 0 |
| Tiro Natural | 6 | 7 |
| Tiro Natural | 10 | 8 |
| Tiro Natural | 12 | 12 |
| Tiro Forzado | 6 | 3 |
| Tiro Forzado | 10 | 5 |
| Tiro Forzado | 12 | 10 |
| Tiro Forzado | 18 | 13 |

En la tabla se puede observar que, el mantenimiento preventivo es altamente eficaz para la disminución de monóxido de carbono en los calentadores de agua, llegando a valores permitidos. Para el caso del calentador de 5.5 litros, se obtuvieron mediciones de 0ppm después de efectuado el mantenimiento, mientras que, de las demás capacidades, siempre se registra un mínimo valor de CO, esto se debe a que para capacidades superiores a 5.5 litros (6 litros en adelante), los equipos deben tener un ducto de evacuación debido a una mayor potencia, por lo cual, puede que trazas de gases de combustión se acumulen.

Con ésta información se realizó el diseño de una lista de chequeo para el procedimiento técnico de mantenimiento para equipos de cocción, que se muestra en el **Anexo 2**.

6.3 Validación de ubicación del equipo, condiciones de ventilación y periodicidad del mantenimiento.

Se encontró que, para los equipos instalados en recintos cerrados, las mediciones de monóxido de carbono arrojaban valores superiores en un 20%, que para aquellos que se encontraban en lugares ventilados; a éstos usuarios se les informa que no se está cumpliendo con la normatividad técnica NTC 3631, y que por ende deben instalar rejillas de ventilación. El 90% de los equipos encontrados sin ventilación eran calentadores a gas. El recinto en que se va a instalar este artefacto debe contar con aberturas permanentes o rejillas de ventilación con un área libre mínima de 72 centímetros cuadrados para calentadores de 5 litros por minuto. Las dos rejillas deben comunicar directamente con la atmósfera exterior. Si se instala en conjunto con otros artefactos, se deberán tener en cuenta las potencias de todos los artefactos en conjunto para el cálculo de las aberturas de ventilación. El material del techo y las paredes colindantes vecinas al lugar de gases, deberá ser resistente a la temperatura elevada de los gases de combustión, ser incombustible y no quebradizo.

Otro hallazgo detectado en el estudio, fue la incidencia de las corrientes de aire en el funcionamiento de los gasodomésticos, en éste caso, para los calentadores que estaban instalados en patios o balcones, al intemperie, se presentaron siempre altos niveles de CO a comparación de los equipos instalados en un lugar al interior de las viviendas y con las rejillas de ventilación adecuadas; esto es debido a que las corrientes de aire desestabilizan la llama, afectando el proceso de combustión, es por esto que, en caso de que el calentador se instale en un espacio exterior deberá protegerse contra vientos.

En cuanto a la periodicidad, se encontró que, para los usuarios que efectúan un mantenimiento preventivo anual, los niveles de CO medidos eran menores que para aquellos que no efectuaban mantenimiento periódicamente.

Cabe resaltar que, en las mediciones de CO, se encontraron mayor cantidad de equipos de calentamiento con emisiones de CO superiores a lo permitido, que los equipos de cocción, y después de un análisis de ambos equipos, se determinó que fue debido a que la llama de combustión en los equipos de calentamiento, se da al interior de estos, lo cual provoca hollín, y hace que se vaya deteriorando la reacción de combustión, mientras que para los equipos de cocción la llama se

presenta en la parte posterior del quemador, expuesto al ambiente, y que los recipientes utilizados, son lavados constantemente.

Teniendo en cuenta los requerimientos para la realización de los mantenimientos, se construyó la descripción de cargo de técnico, que se encuentra en el **Anexo 3**.

7 Discusión

El estudio de las emisiones de monóxido de carbono en los artefactos a gas más comunes, instalados en las viviendas del Área Metropolitana, permitió establecer qué factores tienen mayor incidencia en la generación de éste gas tóxico, encontrando que, el diseño del tipo de mezclador de aire primario es de gran importancia, por lo cual, las empresas fabricantes de los gasodomésticos, tienen un alto nivel de responsabilidad en la seguridad y bienestar de sus clientes, es por esto que es necesario realizar estudios y avances tecnológicos constantemente.

Otro factor determinante en la generación de CO en los gasodomésticos, es la aireación primaria y la calidad del aire, por éste motivo tanto instaladores como las empresas autorizadas para realizar los procesos de inspección de la red de gas, comúnmente conocidos como “revisiones periódicas quinquenales”, deben realizar una labor honesta y ardua en el tema de ventilación, teniendo en cuenta que esto también incide, en la evacuación de los gases de combustión, ya que, gracias a las rejillas de ventilación adecuadas, se evitan acumulación de gases, y que en los hogares se registren valores superiores a los permitidos de CO, poniendo en riesgo la seguridad y salud del usuario final.

Es bastante importante culturizar al usuario final sobre la problemática de la existencia de monóxido de carbono en los hogares, e informarle qué puede hacer referente al tema, con unos tips básicos, por ejemplo, indicarle que uno de los signos para saber si el gasodoméstico está generando monóxido de carbono es una llama amarilla o con puntas amarillas, que es fundamental mantener los equipos limpios, garantizar siempre una buena ventilación, no obstruir quemadores con alimentos y/o suciedad, o los deflectores de calor para el caso de los calentadores 5,5 litros, o ductos de evacuación para capacidades superiores; sin embargo, a pesar de los cuidados, se debe tener en cuenta que, el monóxido de carbono es inodoro e incoloro, por lo cual solo puede ser detectado con equipos tecnológicos, para éste caso, el detector de monóxido de carbono, y que el mantenimiento preventivo anual es el procedimiento eficaz para lograr una disminución de CO por debajo de los límites permitidos. Cabe aclarar que, mediciones en vivienda, con equipos con una antigüedad de aproximadamente un año, también presentaron altas emisiones de CO; además, se debe generar mayor alerta en equipos con antigüedades mayores a 5 años, y calentadores de capacidades mayores.

8 Conclusiones

El monóxido de carbono es un gas tóxico incoloro e inodoro, por lo cual no se puede detectar fácilmente, que, aunque un signo de la presencia de éste son llamas amarillas, esto no garantiza la no existencia de CO. Es altamente perjudicial para la salud, el cual es generado en los gasodomésticos debido a una combustión incompleta, por diferentes factores, que implican diseño, ubicación del equipo, ventilación, calidad del aire, capacidad del equipo, desgaste, antigüedad y cuidados.

Para el caso de los equipos de cocción que funcionan con gas natural, entre los factores que más inciden en la generación de CO, está el diseño del mezclador de aireación primaria, en donde se debe garantizar una mezcla homogénea entre el gas y el aire. Se debe tener en cuenta el desgaste, pero también la antigüedad del equipo, ya que se han avanzado en diseños más eficientes; para equipos con un mezclador cilíndrico se tiene mayor emisión de CO, mientras que para un tipo Venturi, es menor, y para cámaras de combustión integradas, las emisiones de CO fueron menores que para los tipos anteriores.

En los equipos de calentamiento de agua es importante la capacidad y el tipo de equipo, ya que, a mayores capacidades, se requiere una mayor potencia, por lo cual se tiende a generar mayor cantidad de CO; y los equipos tiro natural generan presentan mayores emisiones de CO, ya que, los equipos tiro forzado cuentan con un ventilador en el interior, que ayudan a evacuar los gases de combustión.

La ubicación de los gasodomésticos, es un punto clave para la prevención en generación de CO, ya que, se debe contar con una ventilación adecuada para evitar el confinamiento de los gases de combustión, pero tampoco se recomienda que los equipos se encuentren en espacios abiertos, a la intemperie, porque los vientos pueden apagar o desestabilizar la llama, generando una mala combustión.

La solución más eficiente para la eliminación de monóxido de carbono, o que las mediciones arrojen un resultado inferior al límite permitido (45 ppm), es el mantenimiento preventivo anual, ya que, se siguen una serie de pasos que incluyen calibración de mezcladores e inyectores, limpieza de quemadores, lubricación de válvulas, limpieza interna y externa del equipo en general, mediciones para garantizar seguridad, entre otros, que además alarga la vida útil de los equipos.

9 Recomendaciones

Es importante realizar constantes capacitaciones al personal técnico, con el fin de garantizar el cumplimiento del paso a paso del mantenimiento preventivo diseñado para disminuir las emisiones de CO en las viviendas, así como también realizar una labor de supervisión para verificar el proceso efectuado.

Se recomienda realizar una campaña de prevención y culturización a los usuarios de gas natural, con el fin de indicar los tips básicos para la identificación de CO en las viviendas, y para que realicen siempre de manera preventiva, el mantenimiento anual a los gasodomésticos.

Se debe realizar un estudio para validar la viabilidad del cambio de gasodomésticos, según la antigüedad, ya que, en el caso de los equipos de cocción, los más antiguos, tienen sistemas de mezcla aire-gas poco efectivos, y también debido al desgaste del equipo, ya que los niveles de CO aumentan para estos.

Aunque para los calentadores de acumulación, los niveles de CO son inferiores a los medidos para los calentadores de paso, sería pertinente efectuar un estudio para los factores que inciden en la generación de CO en éste tipo de equipos.

Se recomienda efectuar éste tipo de estudios, para gasodomésticos que funcionen con G.L.P, ya que, éste estudio se efectuó exclusivamente para artefactos que funcionan a gas natural.

Referencias

Asociación Española del Gas (SEDIGAS). (2011). *Combustión de los aparatos de gas. Especificaciones técnicas de SEDIGAS para personal de pruebas previas, puesta en servicio e inspección periódica.*

Barreras, A., & Pujol, R. (1966). *La Combustión.* Barcelona: Grupo Editorial Ceac, S.A, pp.44.

Baukal, C. E. (2003). *Industrial Burners Handbook.* Nueva York: CRC Press LLC, pp. 99-112.

Bernejo, Fabio. y Buelvas, Edgardo. (Mayo, 2013). *Simulación y validación experimental de la dispersión del monóxido de carbono (CO) generado por una estufa operando en una cocina típica de la ciudad de Barranquilla, Colombia.* En: INGENIUM Revista de la facultad de ingeniería. Barranquilla (Atlántico). No 27, junio, 2013.

Borras, E. (1987). *Gas Natural: Características, Distribución y Sus Aplicaciones.* Barcelona: Editores Técnicos Asociados, S.A, pp. 1-138.

Flores, D. (s.f). *Métodos para el estudio de la intercambiabilidad de una mezcla de Gas Natural y Gas Natural-Syngas en quemadores de premezcla de régimen laminar.* Un artículo de revisión. Medellín: Universidad de Antioquia, pp. 30-31.

Gómez, Elías. Llanos, Doris. Cataño, Eliana. Múnera, John y Mejía, Jorge. *Estudio de las emisiones de monóxido de carbono en artefactos domésticos de gas instalados en el Valle de Aburrá.* En: Revista Facultad de Ingeniería. Medellín (Ant.). No 20, junio, 2000.

Jones, H. (1989). *The application of combustion principles to domestic gas burner design.* Londres: British Gas, pp. 32-46.

Márquez, M. (2005). *Combustión y Quemadores. Primera Edición.* Barcelona. Marcobombo S.A.

Martínez, I. (1992). *Procesos de Combustión: Características. Termodinámica Básica y Aplicada.* Madrid: DOSSA S.A, pp. 7-375. Tomado de: <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/>

Redacción Centro Nacional de Salud Ambiental. (Enero, 2021). *Prevención de intoxicación por monóxido de carbono (CO).* Centro Nacional de Salud Ambiental. Tomado de: <https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/envenenamientoco/index.html>

Redacción EL TIEMPO (Noviembre 20, 2006). *Una intoxicación por mal uso del gas natural domiciliario se produce cada semana.* EL TIEMPO. Tomado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3334639>

Redacción Enagas (2021). *Qué es el gas natural*. ENAGAS. Tomado de: <https://www.enagas.es/enagas/es/QuienesSomos/QueEsElGasNatural/ElGasNatural>

Redacción EPM. (Julio, 2021). *Gas Natural*. EPM. Tomado de: <https://www.epm.com.co/site/home/nuestra-empresa/nuestros-servicios/gas-natural>

Redacción Vanti. *¿Qué es?*. VANTI. Tomado de: <https://www.grupovanti.com/conocenos/el-gas-natural/que-es/>

Rojas, F. (2016). *Tablas Termodinámicas. Material del curso “Termodinámica 1” para Ciencias e Ingeniería*. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú, pp. 80-81.

Universidad de Valladolid. (2011). *Quemadores para Gases*. Tomado de: https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/375/51405/1/Document o9.pdf

Anexos

Anexo 1. Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de cocción

Figura 26 Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de cocción

DISMOGAS
DIM HOME

Lista de chequeo Proceso Prestación de Servicios Técnicos

Fecha revisión: _____ Responsable revisión: _____ Participantes revisión: _____
 Nombre de la empresa: Dismogas _____
 Fundamento normativo: Normas ISO y técnicas asociadas _____

| Procedimiento | Actividad | Cumple | | | | Evidencia de cumplimiento | Tiempo promedio (min) | Observación/ recomendación |
|--|---|--------|----|-----|-----|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | | SI | No | Par | N/A | | | |
| Mantenimiento Línea de Empotrar | Verificar que el equipo se encuentre instalado | x | | | | | | |
| | Verificar que el equipo funcione correctamente y su estado físico | x | | | | | | |
| | Verificar el estado funcional y las condiciones del recinto: temperatura de salida, altura de llama, ubicación del sensor de llama en el dardo de la llama, color de la llama azul, fenómenos de la combustión, medición de monóxido diluido en el ambiente con referencia en el método de la resolución 90902, en los equipos que apliquen | x | | | | | | |
| | Si aplica, verificar fugas en la red de gas desde el centro de medición hasta las uniones expuestas de las salidas, incluyendo válvulas. También será necesario verificar las condiciones de acuerdo con la NTC 2505 (Instalaciones para el suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales). | x | | | | | | |
| | Si aplica, realizar medición de presión de gas en dinámica (en movimiento) y en estática. | x | | | | | | |
| | Si aplica, verificar el voltaje y la frecuencia de la red eléctrica | x | | | | | | |
| | Realizar desmonte y limpieza de la mesa superior | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza de los bujías encendido | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza de los quemadores | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza de la base de la cubierta | x | | | | | | |
| | Realizar Limpieza del perímetro del mesón (cubierta y borde del trazo del mesón). | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza de la base de la campana | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza la trampa de grasa si aplica | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza en la parte superior del horno | x | | | | | | |
| | Realizar limpieza en la parte interna y en el difusor de calor | x | | | | | | |
| | Calibración de inyectores y Venturis, y Lubricación de válvulas | x | | | | | | |
| | Realizar ensamble del equipo y Verificación del correcto funcionamiento del equipo y realizar pruebas con el usuario (altura de llama, color de la llama azul, verificación de los fenómenos de la combustión, verificación de fugas de gas, Medición de monóxido diluido en el ambiente con referencia en el método de la resolución 90902). | x | | | | | | |
| | Si aplicar verificar la estabilidad de las parrillas. | x | | | | | | |
| | Instrucciones de uso, cuidados, manejo y seguridad sobre el equipo | x | | | | | | |
| | Informar fecha del próximo mantenimiento del equipo | x | | | | | | |
| | Dejar registro de todas las mediciones realizadas | x | | | | | | |
| | Diligenciar formato de solicitud de servicio | x | | | | | | |
| | Diligenciar y pegar adhesivo de próximo mantenimiento | x | | | | | | |
| | Registro fotográfico según protocolos definidos por EPM | x | | | | | | |
| Total tiempo promedio (en minutos): | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|-----|---|---|---|---------------------------------------|
| Total observaciones | 24 | 0 | 0 | 0 | Calificación del procedimiento |
| Calificación ponderada | 120 | 0 | 0 | 0 | 5,00 |



| | |
|------------------|------|
| CUMPLE | 100% |
| NO CUMPLE | 0% |

Anexo 2. Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de calentamiento

Figura 27 Lista de chequeo para mantenimiento de equipos de calentamiento

DISMOGAS
DM HOME

Lista de chequeo Proceso Prestación de Servicios Técnicos

Fecha revisión: _____ Responsable revisión: _____ Participantes revisión: _____
 Nombre de la empresa: Dismogas
 Fundamento normativo: Normas ISO y técnicas asociadas

| Procedimiento | Actividad | Cumple | | | | Evidencia de cumplimiento | Tiempo promedio (min) | Observación/ recomendación |
|---|---|--------|----|-----|-----|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | | Si | No | Par | N/A | | | |
| Mantenimiento calentadores | Verificar que el equipo se encuentre instalado correctamente y conforme a la normatividad vigente | X | | | | | | |
| | Verificar que el equipo funcione correctamente y su estado físico | X | | | | | | |
| | Verificar el estado funcional y las condiciones del recinto: Temperatura de salida, altura de llama, ubicación del sensor de llama en el dardo de la llama, color de la llama azul, fenómenos de la combustión, medición de monóxido diluido en el ambiente con referencia en el método de la resolución 90902, en los equipos que apliquen | X | | | | | | |
| | Medir la presión del agua en dinámica (en movimiento) y en estática. | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar desagüe del tanque para retirar sedimentos. | X | | | | | | |
| | Si aplica, verificar fugas en la red de gas desde el centro de medición hasta las uniones expuestas de las salidas, incluyendo v álvulas. También será necesario verificar las condiciones de acuerdo con la NIC 2505 (Instalaciones para el suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales). | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar medición de presión de gas en dinámica (en movimiento) y en estática. | X | | | | | | |
| | Desmante de sistema termostato en los casos que aplique | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar desmonte y limpieza del quemador | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar limpieza del conjunto piloto (bujía, termocupla) | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar medición de voltaje de las baterías | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar desmonte del cortafire y de la carcasa frontal. | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar desmonte módulo de control. | X | | | | | | |
| | Si aplica, revisar el estado del ánodo de magnesio | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar limpieza de bujías de encendido y sensores de llama. | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar desensamble y limpieza de v álvula de agua – gas | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar cambio de membrana v álvula agua – gas. | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar desmonte y limpieza del intercambiador | X | | | | | | |
| | Si aplica, realizar limpieza de deflector de calor | X | | | | | | |
| | Realizar ensamble del equipo | X | | | | | | |
| | Verificar fugas de agua por empaquetadura, conexiones y acometidas de agua | X | | | | | | |
| | Verificación del voltaje y la frecuencia de la red eléctrica | X | | | | | | |
| | Verificación del correcto funcionamiento del equipo y realizar pruebas con el usuario | X | | | | | | |
| | Instrucciones de uso, cuidados, manejo y seguridad sobre el equipo | X | | | | | | |
| | Informar fecha del próximo mantenimiento del equipo | X | | | | | | |
| | Dejar registro de todas las mediciones realizadas | X | | | | | | |
| | Diligenciar formato de solicitud de servicio | X | | | | | | |
| | Diligenciar y pegar adhesivo de próximo mantenimiento | X | | | | | | |
| | Registro fotográfico según protocolos definidos por EPM | X | | | | | | |
| Total tiempo promedio (en minutos) | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|----|---|---|---|---------------------------------------|
| Total observaciones | 29 | 0 | 0 | 0 | Calificación del procedimiento |
| Calificación ponderada | ## | 0 | 0 | 0 | 5,00 |



| | |
|------------------|------|
| CUMPLE | 100% |
| NO CUMPLE | 0% |

Anexo 3. Perfil de cargo para especialista que efectúe mantenimiento a gasodomésticos.

Figura 28 Perfil de cargo para especialista que efectúe mantenimiento a gasodomésticos

| | |
|---|--------------------------------------|
|  | <h2>Descripción perfil de cargo</h2> |
|---|--------------------------------------|

| Identificación del cargo | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Nombre del cargo | Técnico |
| Dependencia | Operaciones |
| Cargo del cual depende | Coordinador Técnicos |
| Cargos que dependen de él | Ninguno |
| Reemplazo en caso de ausencia | Técnico |
| Nivel | Técnico |
| Código del cargo | T-013 |
| Tipo de contrato | Vinculado |

| Contenido del cargo | | |
|--|------------------------|-------------------------------|
| <p>Objetivo del cargo: Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de gasodomésticos según la necesidad del cliente, siguiendo los estándares técnicos y de servicio definidos por la organización.</p> | | |
| Relaciones del cargo | | |
| Internas | Externas | |
| Coordinador Técnicos, Directora de Operaciones, Coordinadora Comercial | Proveedores, Clientes. | |
| Competencias | | |
| Humanas | Corporativas | Disciplina. |
| | | Trabajo en equipo. |
| | | Creatividad e innovación. |
| | | Servicio. |
| | | Respeto. |
| | | Flexibilidad y adaptación. |
| | Del cargo | Análisis de información. |
| | | Orientación al detalle. |
| | | Orientación a los resultados. |
| | | Resolución de problemas. |

| | |
|---------------------------------|--|
| | Polivalencia. |
| | Puntualidad. |
| | Discreción y confidencialidad de la información. |
| Técnicas (conocimientos) | <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de funcionamiento y mantenimiento de equipos y artefactos a gas y eléctricos. • Instalación de equipos y artefactos a gas y eléctricos. • Manejo de herramientas básicas (llaves, taladro, equipos de medición, entre otros). • Conocimiento en matemáticas básicas. |

| Educación y formación | |
|------------------------------|--|
| Educación académica | Formación complementaria |
| Bachiller académico. | Técnica de Operario en Mantenimiento de Gasodomésticos y afines. Con 2 o más cursos en: Curso básico en manejo de gasodomésticos. Curso básico en manejo de electrodomésticos. Curso en electricidad básica. Curso en electrónica básica. Normas técnicas y reglamentos asociados a gasodomésticos y electrodomésticos. |

| Responsabilidades | Metas |
|--|--------------|
| 1. Realizar mantenimiento de gasodomésticos siguiendo los procedimientos, estándares técnicos y de servicio definidos por la organización. | 100% |
| 2. Realizar revisión de redes de gas siguiendo los procedimientos, estándares técnicos y de servicio definidos por la organización. | 100% |
| 3. Instruir a los clientes sobre las normas de seguridad, manejo y mantenimiento de las unidades y sistemas de gas. | 100% |
| 4. Realizar reporte diario de la ejecución y cumplimiento de la ruta. | 100% |
| 5. Diligenciar reportes del mantenimiento y actividades ejecutadas y descripción de las condiciones físicas de las instalaciones con sus respectivas observaciones que apoyen el correcto funcionamiento de los equipos. | 100% |
| 6. Cumplir los servicios programados dentro de la franja horaria definida y acordada con el cliente. En caso de novedades, reportar al cliente los cambios en el servicio. | 95% |
| 7. Atender al cliente con amabilidad, respeto y educación. Además, de tener excelente presentación personal y orden de las herramientas. | 100% |
| 8. Cumplir con el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo de conformidad con las directrices establecidas y la normatividad vigente. | 100% |
| 9. Desempeñar las demás actividades y responsabilidades asignadas por su jefe inmediato de acuerdo con el nivel, naturaleza y área de desempeño del cargo. | 100% |

| Experiencia | |
|--------------------|-------------------|
| General | Específica |

| | |
|---|--|
| Experiencia mínima seis (6) meses en mantenimiento preventivo y correctivo de gasodomésticos. | Seis (6) meses en servicio al cliente. |
|---|--|

| Requerimientos particulares | |
|-----------------------------------|--|
| General | Específica |
| Requiere moto y tipo licencia A2. | Documentos de SOAT, licencia de conducción vigente, y paz y salvo de infracciones de tránsito (en su defecto evidencia de los acuerdos de pago). |

| Normas Técnicas |
|--|
| <p>• Ley 1480 de octubre 12 de 2011, El congreso de la república, estatuto del consumidor • Resolución 9-0902 del 24 de octubre de 2013 expedida por el Ministerio de minas y Energía. • Ley 1581 de Protección de datos personales • Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE • Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. PNUMA Secretaría del Ozono Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, marzo de 2000 • Protocolo de Kioto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Naciones Unidas, 1998. • NTC-3833 Sistemas de evacuación de productos de la combustión. • NTC-3631 Ventilación de recintos interiores. Artefactos de gas. • NTC3632: Gasodomésticos y/u otros equipos relacionados con el servicio de gas. Instalación de gasodomésticos para cocción de alimentos. • NTC 3643: Gasodomésticos y/u otros equipos relacionados con el servicio de gas. • Especificaciones para la instalación de gasodomésticos para la producción instantánea de agua caliente para uso doméstico. Calentadores de paso continuo.” • NTC 888 Electrodomésticos, calentador de agua tipo almacenamiento. Instalación y dispositivos de seguridad requeridos. • NTC 1340 electrotecnia. tensiones y frecuencia nominales en sistemas de energía eléctrica en redes de servicio público • Resolución 1409 de 2012 del Ministerio del Trabajo asociada al Reglamento de Seguridad para Protección contra Caídas en Trabajo en Alturas</p> |

| Elaboró | Revisó | Aprobó |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Nombre: Lady Johanna Betancur | Nombre: Mónica Espinosa | Nombre: Jorge Mejía |
| Fecha: Febrero 28 de 2022 | Fecha: Marzo 1 de 2022 | Fecha: Marzo 1 de 2022 |