



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Optimización del proceso de incineración mediante análisis de
parámetros de operación del incinerador pirolítico PV-100 para
residuos sólidos, Chiclayo.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Dávila López, Gilmer Eber (ORCID: 0000-0001-8736-3784)

ASESOR:

Dr. Villarreal Albitres, William Fernando (ORCID: 0000-0003-1743-6014)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicada a mis padres, Saúl y Delia por darme la vida y con su apoyo incondicional me encaminaron por el sendero del bien fueron mi apoyo, guía y esa fuerza que me ha llevado a culminar con éxito mis estudios, etapa muy importante de mi vida profesional.

A mis hijos, Adrián Dávila y Gabriela Dávila que son parte fundamental en mi vida, gracias por su comprensión, apoyo constante y dulzura, siempre pidiéndole a Dios nos conceda la oportunidad de seguir compartiendo momentos de felicidad y de éxito en nuestra vida.

Gilmer Eber

Agradecimiento

Mi agradecimiento infinito a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el camino idóneo, a Dios, él que en todo momento está conmigo y es quien guía el destino de mi vida.

También agradezco a toda la plana docente de nuestra prestigiosa Universidad que a lo largo de nuestra formación profesional nos han transmitido sus conocimientos, experiencias para ser de nosotros unos profesionales competitivos y de excelencia.

Gilmer Eber

Índice de contenidos

| | |
|--|-----------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vi |
| Índice de anexos..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 18 |
| III. METODOLOGÍA | 29 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 29 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 30 |
| 3.3. Población y muestra..... | 33 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 33 |
| 3.5. Procedimientos | 35 |
| 3.6. Métodos de análisis de datos | 35 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 36 |
| IV. RESULTADOS..... | 37 |
| V. DISCUSIÓN | 50 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 54 |
| VII. RECOMENDACIONES | 56 |
| REFERENCIAS | 57 |
| ANEXOS..... | 59 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla N° 01: consumo de gas GLP de equipo incinerador pirolítico. | 37 |
| Tabla N° 02: consumo de gas GLP de equipo incinerador pirolítico. | 38 |
| Tabla N° 03: características técnicas y parámetros de funcionamiento de equipo incinerador pirolítico. (En la tabla se muestran los distintos resultados de las mediciones de emisión de gases del equipo, cada una de ellas en distintos casos y para cierta carga de funcionamiento del equipo) | 41 |
| Tabla N° 04: parámetros medidos de equipo incinerador pirolítico.(En la tabla se muestran los distintos resultados de las mediciones de emisión de gases del equipo, cada una de ellas en distintos casos y para cierta carga de funcionamiento del equipo). | 42 |
| Tabla N° 05: consumos actuales de combustible de equipo incinerador pirolítico. | 46 |
| Tabla N° 06: consumos de combustible y pérdidas en costo anuales que se tenía con el equipo ineficiente..... | 47 |
| Tabla N° 07: consumos de combustible y pérdidas en costo anuales que se tenía con el equipo ya recuperado. | 49 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|--|----|
| <i>Figura N° 01:</i> Modelo de incinerador de doble cámara convencional. | 8 |
| <i>Figura N° 02:</i> Factores relativos de la transferencia de calor | 15 |
| <i>Figura N° 03:</i> Ciclo del manejo de residuos sólidos hospitalarios..... | 25 |
| <i>Figura N° 04:</i> Flujo del proceso de incineración para verificación de variables. ... | 29 |
| <i>Figura N° 05:</i> Imagen de equipo incinerador pirolítico analizado. | 36 |
| <i>Gráfico N° 01:</i> Residuos sólidos generados en la provincia de Chiclayo. | 2 |
| <i>Gráfico N° 02:</i> Eficiencia de equipo incinerador pirolítico, según años de trabajo | 39 |
| <i>Gráfico N° 03:</i> Resultados de mediciones de partículas totales suspendidas..... | 43 |
| <i>Gráfico N° 04:</i> Resultados de mediciones de dióxido de azufre | 44 |
| <i>Gráfico N° 05:</i> Resultados de mediciones de monóxido de carbono | 44 |
| <i>Gráfico N° 06:</i> Resultados de mediciones de dióxido de nitrógeno | 45 |
| <i>Gráfico N° 07:</i> Resultados de mediciones de opacidad..... | 45 |
| <i>Gráfico N°08:</i> Eficiencia de equipo incinerador pirolítico, luego de su mantenimiento | 47 |
| <i>Gráfico N°09:</i> Costos de pérdidas anuales por consumo excesivo de combustible | 48 |
| <i>Gráfico N°10:</i> Costos de pérdidas anuales por consumo de combustible con equipo recuperado | 49 |

Índice de anexos

| | |
|--|----|
| Anexo I: Instrumentos de recolección de datos | 59 |
| Anexo II: Informe de análisis de emisión de gases de equipo. | 65 |
| Anexo III: Fotos. | 83 |
| Anexo IV: Plano. | 85 |

RESUMEN

En el ámbito hospitalario la generación y tratamiento de residuos biocontaminados es un problema álgido, siendo los equipos incineradores los que juegan un papel importante en la eliminación de dichos residuos. Este informe de investigación tuvo como objetivo principal determinar los parámetros de operación de un incinerador pirolítico para el tratamiento de residuos sólidos, lo que permitió evaluar la optimización del proceso de incineración, mediante análisis de los parámetros de operación que rigen para estos equipos incineradores; que son empleados por establecimientos prestadores de servicios de salud de la provincia de Chiclayo.

Al hacer la evaluación se encontró que el consumo de combustible se había incrementado, llegando a la conclusión que al no tener mantenimiento este equipo, mayor es el consumo de combustible y la eficiencia en el equipo disminuye, lo que ha provocado la acumulación de residuos, perjudicando la salud ambiental de la población.

Para realizar el estudio en mención se analizaron los diferentes parámetros y variables que forman parte del proceso y diferentes etapas de la Incineración, dicho análisis nos permitió establecer el grado de optimización de nuestro equipo y por ende nos dio los resultados respectivos a la calidad del proceso y resultado final del residuo tratado.

Así mismo se logró analizar los objetivos específicos planteados, con ello se determina que un equipo incinerador en óptimas condiciones de funcionamiento rendirá el máximo de su capacidad y por ende los valores de emisión de gases al exterior serán los recomendados.

PALABRAS CLAVES: Residuo biocontaminado, incinerador pirolítico, parámetros de incineración.

ABSTRACT

In the hospital environment, the generation and treatment of biocontaminated waste is a critical problem, with Incineration equipment playing an important role in the elimination of said waste. The main objective of this research report was to determine the operating parameters of a pyrolytic incinerator for the treatment of solid waste, which allowed evaluating the optimization of the incineration process, by analyzing the operating parameters that govern this incinerator equipment; who are employed by health service provider establishments in the Province of Chiclayo.

When doing the evaluation, it was found that fuel consumption had increased, reaching the conclusion that as this equipment does not have maintenance, the fuel consumption is higher and the equipment's efficiency decreases, which has caused the accumulation of waste, harming the environmental health of the population.

To carry out the study in question, the different parameters and variables that are part of the process and different stages of the incineration were analyzed; this analysis allowed us to establish the degree of optimization of our equipment and therefore gave us the results regarding the quality of the process and result of the treated waste.

Likewise, it was possible to analyze the specific objectives set, with which it is determined that an incineration equipment in optimal operating conditions will yield the maximum of its capacity and therefore the emission values of gases to the outside will be those recommended.

Keywords: Biocontaminated waste, pyrolytic incinerator, incineration parameters.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el incremento de la población va acompañado de un aumento en la cantidad de desechos sólidos, el manejo y tratamiento de los desechos tiene como finalidad eliminar o minimizar los impactos generados por estos, ya que puede ocasionar diferentes problemas sociales y ambientales. En el caso de la provincia de Chiclayo que está en importante crecimiento, acarrea a que los gobiernos locales encaren dicho problema sin ninguna preparación, lo que trae por resultado pésima gestión de los residuos sólidos hoy en día. Por lo tanto, es indispensable soportar las falencias en el tratamiento de los residuos con soluciones precisas que vengán asociadas con una sostenibilidad a mediano y largo plazo, que no dañen a la comunidad y/o terceras personas en los ámbitos de salud y del medio ambiente.

Evaluando esta problemática, es imprescindible que se estimen e internalicen medidas de planeamiento a futuro, medidas que logren obtener un estándar ambiental idóneo en el tratamiento de residuos sólidos para todo el ámbito de la provincia, y el primer mecanismo para obtener esta programación es la formulación del “Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la provincia de Chiclayo” teniendo como objetivo el tratamiento debido de residuos sólidos de toda la provincia. Por consiguiente, la importancia del presente documento nace en que es una herramienta de gestión, así como la participación de las municipalidades de la provincia para lograr una solución multidisciplinaria y conjunta ante la problemática del tratamiento de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo. (Municipalidad Provincial de Chiclayo, 2012, p. 06).

Casi nada o muy rara vez se habla sobre el tema de los desechos sólidos (basura, desechos, residuos, desechos) en China. Según el informe anual de residuos IV (2010-2011) del Ministerio del Medio Ambiente (MINAM), en 2011, se generaron 7 millones de toneladas (2 millones de toneladas solo en Lima) en hogares, empresas y lugares públicos de todo el país. La construcción, la agricultura, etc., deben generarse desde la fuente hasta que finalmente se descarte en el relleno sanitario, pero lamentablemente, su cumplimiento es insuficiente, inapropiado e incoherente, afectará el aire, el agua superficial y el

agua subterránea tiene un impacto ambiental; la degradación del suelo y la contaminación dañan gravemente la salud de la población.

Al igual que el gobierno propuso una nueva estrategia en diciembre del año pasado, para 2021, el 100% de los desechos se eliminarán en el relleno sanitario, y el presupuesto que proporcionan es muy pequeño. Para el ministro de medio ambiente, Manuel Pulgar, "este es un tema complejo". Además, para 2021, los desechos se triplicarán (21 millones de toneladas), solo se procesará el 35% y el 65% restante (4,5 millones de toneladas) se tratarán de manera inapropiada e incontrolable, y se arrojarán al mar, ríos, lagos y basura informal. Campos, desiertos, barrancos, técnicas secretas, quemados o callejones.

En este caso, el principal obstáculo para el manejo de residuos sólidos a nivel nacional es la falta de rellenos sanitarios. Actualmente solo hay nueve. El MINAM informó en 2010 que construiría 32 escaños en 2011, pero no cumplió. Según los datos del ministerio de 2009, para procesar eficazmente en el país, además de 1.216 micro-vertederos sanitarios, se requieren 688 vertederos (incluidos los manuales, semimecánicos y mecanizados). (CDEUNRS MANUAL, PLAP DE PAITA, 2011, p. 01).

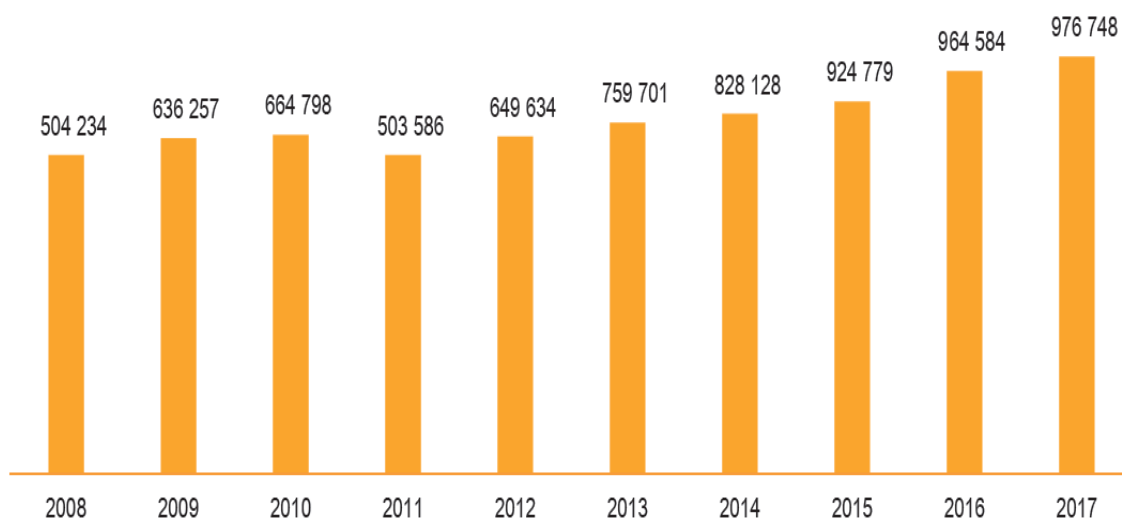


Gráfico N° 01: Residuos sólidos generados en la provincia de Chiclayo.

Fuente: Municipalidad provincial de Chiclayo.

Elaboración: Instituto nacional de estadística e informática.

Actualmente no se puede considerar que en nuestro país exista una adecuada acción de diligencia de los servicios de residuos sólidos hospitalarios y que estos tengan efectos considerables en la atención de los derechos importantes de la

población primordialmente en el goce a un espacio propicio y aséptico. La correcta gestión de residuos sólidos deberá poner a consideración que no es únicamente el volumen sino la peligrosidad de los residuos lo que significa un desafío. Desde los principios de la humanidad se podía indicar que los residuos producidos eran inofensivos ya que en su conjunto eran de índole biodegradable. Aunque, con el transcurrir de los años y el adelanto de la tecnología, se han revelado nuevos productos que son más contaminantes y peligrosos para el medio ambiente. Así, la diligencia de este tipo de residuos es mayor.

Se ha puesto de manifiesto que los residuos sólidos contagian el aire, producen dioxinas, contagian el suelo debido a que los químicos que los determinan contaminan aguas superficiales y subterráneas cuando los residuos son vertidos, entre otros efectos. En cuanto al entorno ambiental, se puede señalar que la cooperación entre gestión incompetente en materia de desechos y defectos del contexto es visible, ya que, los desechos sólidos que no son distribuidos apropiadamente pueden enfermar el ambiente, básicamente por el producto de su putrefacción o por la disposición en zonas inadecuadas. Por tanto, el trabajo tiene como objetivo primordial establecer si es necesaria la regulación legal referente al negligente manejo de residuos sólidos hospitalarios en el hospital regional docente las Mercedes de la ciudad de Chiclayo. (Vásquez, 2017, p. 09, 10).

Definición y problemática de los desechos:

La organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial (ONUDI, 2007) identifica los desechos como producto de una tarea. Ya sea que se trate de la operación directa de humanos o de otros organismos, su gran cantidad es diferente de muchas situaciones. Es difícil reintegrarse al ciclo natural.

Un desecho es "Cualquier tipo de elemento hecho a mano está dedicado al descarte" (Echarri, 1998). Los desechos sólidos se describen en detalle como "desechos que no se transportan con agua y se rechazan porque no se usan. Estos desechos involucran diferentes materiales combustibles como plásticos, papel, textiles, madera, etc. en lugar de metales, vidrio y otros combustibles" (Henry y Heinke, 1999, p. 568).

En lo que respecta a los desechos sólidos municipales, los desechos de alimentos más perecederos (biodegradables) (llamados basura 1) y los desechos sólidos no perecederos (solo considerados desechos) usan términos más específicos. Los abusos de la salud pública, como la reproducción de ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades, así como las infecciones del aire y el agua están relacionados con el almacenamiento, la recolección y la eliminación de desechos sólidos. Una forma de reducir la cantidad de desechos sólidos que deben evacuarse es limitar el consumo de materias primas y aumentar la recuperación y reutilización de materiales residuales. (Tchobanoglous et al., 1994).

Formas de reducir o eliminar residuos sólidos:

¿Es la incineración un tratamiento de residuos peligrosos?

Sí, sin embargo, esta tiene que ser suministrada e instalada solo en el caso de que el estudio no sea viable con otra clase de eliminación. De implementarse la incineración, es necesario tener en cuenta las siguientes especificaciones:

a) Debe tener dos cámaras de combustión, la temperatura de trabajo de la primera cámara de combustión debe estar entre 650 °C y 850 °C, y la temperatura de trabajo de la segunda cámara de combustión no debe ser inferior a 1200 °C.

b) Debe tener filtración de gas y sistema de lavado.

c) Debe tener los accesorios técnicos e instalaciones necesarias para que pueda funcionar correctamente, monitorear y evaluar continuamente el sistema. Además de esto, las emisiones y los efluentes deben ser monitoreados y su concentración debe estar por debajo de los estándares nacionales de calidad del aire y los límites permitidos establecidos por la ley general del agua, que es muy importante. (Manual de difusión técnica N° 01, 2006, p. 45).

¿Qué tipos de tratamiento físico son los más comunes?

Tratamiento físico: dado que estos métodos no implican interacciones químicas, la elección de la categoría de tratamiento debe corresponder no solo a su forma de

presentación, sino también a sus propiedades fisicoquímicas, sin incompatibilidad fisicoquímica. Tenga en cuenta lo siguiente:

Trituración, Este es un método de tratamiento físico muy útil. Para diferentes tipos de residuos sólidos, se utilizan como un paso preliminar en otro tratamiento para reducir el tamaño de partícula, por ejemplo, compost, donde el tamaño de partícula es muy importante para la degradación de la materia orgánica. El ejemplo se refiere a materiales de trituración como plásticos y neumáticos antes de reciclar.

Filtración, Esta acción unificada se usa generalmente en dos etapas de separación de desechos: Un ejemplo de uso de este método es eliminar sólidos suspendidos en aceite usado; otro ejemplo es la recuperación de solventes en la industria de la impresión, que generalmente también tiene una gran cantidad de materia suspendida. Se puede utilizar para filtrar sólidos gruesos o partículas finas. Como en cualquier tipo de filtración, el propósito y el tamaño de partícula del proceso son muy importantes para la selección de materiales de filtro.

Solidificación y/o estabilización, Este proceso no implica una interacción química entre el residuo y el agente de curado, pero sí los correlaciona mecánicamente. Los sólidos y líquidos adecuados para dicho tratamiento son: desechos líquidos, desechos sólidos con un contenido mayor o igual al 30% de residuo líquido que presenta líquido libre. Geles, pastas, coloides, polímeros sin curar o cualquier otro tipo de desecho, cuya consistencia física no sea suficiente para usar este material en salas de confinamiento. Estos procesos convierten los desechos en materiales insolubles con propiedades de roca dura, generalmente antes de desecharlos en vertederos. Al mezclar los desechos con cemento y otros materiales, se puede lograr la conversión, lo que lo hace más equilibrado, reduce su fluidez y logra la disposición final.

Encapsulado, este método incluye la encapsulación mediante la adición de cemento y otras sustancias para garantizar la fijación de contaminantes en una matriz específica, el sistema está acostumbrado a la lixiviación de residuos nocivos con concentraciones de metales pesados que exceden los límites permitidos, después de encapsularlos. Tratar con precipitante los posibles

metales en los desechos incluyen: arsénico, plata, bario, selenio, plomo, cadmio, mercurio, níquel y cromo hexavalente.

Micro encapsulado, el tratamiento implica incorporarlo en materiales microporosos, como la cerámica, el caucho, que se generan entre los residuos y estas fuerzas de atracción son lo suficientemente fuertes como para ser clasificadas como absorción química. Los materiales que pueden procesarse mediante este método son: Residuos que contienen compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, residuos. (Manual de difusión técnica N° 01, 2006, p. 46).

Descripción del incinerador pirolítico:

Por lo tanto, es de suma importancia que en esta institución se cuente con los instrumentos necesarios y de esta manera se puedan lograr las mediciones de los parámetros importantes que rigen el proceso de incineración de los residuos peligrosos que esa institución produce a diario. Por ello, es necesario el presente estudio el cual estaría proponiendo los análisis de los parámetros de operación del equipo incinerador pirolítico con el que cuenta esta institución. (FP., 2019).

Este incinerador pirolítico es de una capacidad de 100 Kg/h, el mismo que se encuentra operando desde el año 2012 y que a la fecha ya tiene más de 7 años de funcionamiento constante y estando próximo a la llegada de su tiempo de vida útil, este trabajo constante ha ocasionado que el equipo venga presentando fallas continuas y en algunos casos paradas prolongadas, debido a los cambios constantes de los parámetros principales que rigen el proceso de incineración, conllevando a que los residuos se acumulen en grandes cantidades afectando de esta forma las buenas prácticas que las atenciones del tipo hospitalario que deben de contar.

En la actualidad; existe un hospital de categoría III - 1 en la región Lambayeque, el cual siendo un hospital de alta complejidad cuenta con diversos servicios importantes, y las atenciones que en él se brindan conllevan a que en este nosocomio exista una producción de residuos biocontaminados de 800 kg/día aproximadamente, estos residuos se tratan y eliminan en el área de tratamientos de residuos del hospital, siendo un incinerador pirolítico de 100 Kg/h, el equipo

principal con el que se tratan y eliminan los residuos biocontaminados que se producen.

Aspectos necesarios para diseñar un Incinerador y parámetros requeridos para optimizar su funcionamiento:

Entre las variaciones constantes de los parámetros que rigen el proceso de incineración podemos mencionar los siguientes:

Tipo de residuo final luego del tratamiento (ceniza), análisis de muestras sólidas (desechos peligrosos) - tipo de gas resultante hacia la atmósfera, análisis de emisión de gases al exterior - evaluación, registro y cálculo del poder calorífico (poder calorífico superior, poder calorífico inferior y su relación entre ellos), evaluación, registro y cálculo del balance de materia y energía - evaluación, registro y cálculo de la potencia del equipo.

Cambios bruscos en las temperaturas de Incineración, por ejemplo, de 850 °C a 1000 – 1200 °C, en la cámara primaria del Incinerador, provocando ello a que el material refractario se deteriore de manera prematura y por ende el material férreo del cuerpo de la cámara primaria se dilate, deforme y raje exponiendo las altas temperaturas al exterior, lo cual es un alto riesgo de accidentes para los operarios del equipo, también los cambios bruscos en las zonas de mezclado y combustión, por ejemplo, de 1000 °C a 1200 – 1400 °C, en la cámara secundaria del Incinerador, provocando ello a que el material refractario se deteriore de manera prematura y por ende el material férreo del cuerpo de la cámara secundaria se dilate, deforme y raje exponiendo las altas temperaturas al exterior, lo cual es un alto riesgo de accidentes para los operarios del equipo.

Debido a los cambios y elevaciones de temperaturas por encima de lo normal de las cámaras primaria y secundaria, el lavador de gases no realiza un trabajo adecuado, no logrando el filtrado de los gases tóxicos en su totalidad, permitiendo a que gran cantidad de gases tóxicos sean eliminados al exterior, no controlando las emisiones de los mismos que se ajusten a los valores establecidos por las autoridades competentes; Por lo tanto, existen variaciones en los parámetros: velocidad de las emisiones en chimenea, flujo de gases en chimenea,

temperatura de gases, contenido de humedad, emisión de partículas, emisión de CO₂, emisión de CO, emisión de SO₂, emisión de NO₂, opacidad. Así mismo, existe la problemática en esta institución de no contar con los equipos recomendados para poder realizar los análisis de emisión de gases que el equipo incinerador produce como: Analizador de la combustión, analizador de gases, medidor de opacidad, anemómetro, fotocolorímetro, termómetro digital con termopar tipo K, clinómetro especial, decibelímetro.

Se ha podido identificar que, en la cámara primaria del equipo Incinerador, el material refractario con el cual se logran conservar las temperaturas dentro de la misma se viene deteriorando muy periódicamente y en este estudio se analizarán las alternativas de poder reforzar este tipo de material ya sea mediante el reforzamiento total de este material refractario o mediante el uso de otro tipo de material, claro está sin alterar el funcionamiento normal del equipo.



*Figura N° 01: Modelo de incinerador de doble cámara convencional.
MINSA. (1998).*

Funcionamiento del incinerador pirolítico:

Según el estudio de evaluación tecnológica: “Evaluación tecnológica de sistemas de tratamientos de residuos sólidos hospitalarios en centros asistenciales de salud”, indica lo siguiente:

Este método se usa para tratar desechos comunes y contaminados biológicamente (excepto desechos radiactivos), reduciendo el volumen al 90%,

haciéndolos irreconocibles e inertes. Tiene una habitación doble: la habitación principal con una temperatura entre 600 y 850°C. Y tiene una segunda cámara con una temperatura superior a 1200°C; además de tener un filtro y depurador de gases.

Descripción del sistema, es un proceso de oxidación química en el cual los residuos son quemados bajo condiciones controladas para oxidar el carbón e hidrógeno contenidos en ellos, eliminando con ello todo material con contenido de carbón, inclusive los patógenos. Los gases de combustión son aireados a través de una chimenea, mientras que los residuos transformados en ceniza son removidos constantemente para su eliminación final en el relleno sanitario.

Para el tratamiento de desechos biológicamente contaminados por este método, las variables que deben considerarse y afectar la eficiencia del tratamiento son: Primero, el equipo debe tener dos o más cámaras de incineración, y la primera cámara de incineración debe alcanzar una temperatura entre 600°C y 850°C. Los desechos con contenido de carbono e hidrógeno se quemarán. La cámara de combustión secundaria y los desechos posteriores deben alcanzar una temperatura superior a 1200°C. El gas en la cámara de combustión primaria contiene plásticos de gases tóxicos (dioxina, PCBs, SOx, NOx, etc.) generados por la combustión. Descomponga sus cadenas químicas y logre la descarga de aguas residuales con emisiones de riesgo mínimo.

Característica técnica del equipo, el equipo de incineración tiene una cámara principal de acero con resistencia a altas temperaturas, revestida con ladrillos refractarios para retener el calor generado por el quemador. Dependiendo del tamaño de la cámara de combustión o de la temperatura a alcanzar, puede haber uno o más quemadores que consisten en boquillas en las que el combustible y el aire comprimido se mezclan e inyectan, el gas mezclado se encenderá por la chispa generada a través del equipo por parte del sistema eléctrico, algunas cámaras primarias tienen sistemas para soplar aire para mantener la combustión completa del producto incinerado y mantener una temperatura de funcionamiento adecuada sin usar combustible solo quemando los desechos sólidos. La temperatura de trabajo de la cámara principal debe estar entre 600 y 850 ° C.

La segunda cámara de combustión es más pequeña que la primera cámara de combustión y también está compuesta de una estructura de acero revestida con ladrillos refractarios de alta temperatura, quemando así el gas producido por la combustión de materia sólida en la primera cámara de combustión. A través de un quemador complementario. La temperatura a brindar es superior a 1200°C. El gas de combustión de la cámara secundaria finalmente pasa a través de un sistema de "depurador de gases" que consiste en duchas, cuya función es retener las partículas suspendidas y enfriar el gas de combustión. El gas que se ha limpiado de partículas y enfriado primero pasa a través del filtro antes de ser descargado al medio ambiente. Sin embargo, existen otros sistemas similares que, antes del depurador de gas, pueden recuperar el calor generado al pasar el gas a través de un intercambiador de calor para calentar agua, generar vapor, agua sobrecalentada, aceite térmico, etc., mejorando significativamente su rendimiento.

Pirólisis, los microorganismos infecciosos se inactivan debido a la descomposición química de sus moléculas, porque los desechos biológicamente contaminados se someten a un calor intenso en un área monitoreada. Es una tecnología emergente que no oxida los desechos sólidos contaminados con sustancias biológicas durante el calentamiento, para descomponer químicamente las moléculas orgánicas en los desechos en elementos simples (carbono, hidrógeno, etc.). En una cámara de acero inoxidable en proceso de pirólisis, el calor se genera por resistencia eléctrica y la pared de la cámara se enfría con agua.

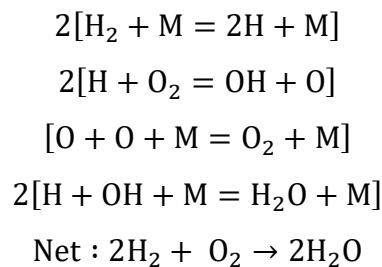
Consideraciones de termoquímica y termodinámica en el proceso de incineración:

Es importante tener en cuenta algunos conceptos termodinámicos en el estudio de la incineración. Los conceptos descritos serán enfocados específicamente a un sistema de combustión, las dos leyes básicas de termodinámica pueden ser simplemente expresadas en un proceso de incineración de residuos como sigue: (Brunner, 1993).

En cualquier reacción la energía de entrada deberá ser igual a la energía de salida del sistema y en cualquier proceso el flujo de calor deberá ser siempre de la región de más alta temperatura a la región de más baja temperatura.

Estequiometria, Las ecuaciones estequiométricas son siempre ecuaciones balanceadas. Esto es, el número y clase de átomos en los reactantes siempre es igual al número y clase de átomos en los productos. Las reacciones químicas, incluyendo la combustión no tienen la habilidad de alterar identidades de átomos, solamente identidades moleculares. Las reacciones de combustión conservan la masa, esto es, la masa de los reactantes es similar a la masa de los productos. (Baukal, 2001).

En un proceso de combustión los mecanismos son bastantes complejos, involucrando una corta vida de las especies que no sobreviven dentro de la flama. Por ejemplo, el sistema más simple es la combustión del hidrógeno y comprende cerca de 20 reacciones elementales, algunas de estas reacciones elementales para el sistema hidrógeno - oxígeno se muestran a continuación donde el operador igual (=) distingue a estas reacciones y el operador flecha (→) se refiere al resultado neto



En la ecuación anterior, M se refiere a una tercera materia como la pared del reactor u otra molécula cercana que puede absorber algo de energía de la reacción, pero que participa en cierto modo. Los números precedidos de los paréntesis son usados para el balance de la reacción neta. La ecuación anterior muestra que la combustión del hidrógeno no es tan simple como 2H_2 con un O_2 forman $2\text{H}_2\text{O}$, ya que cerca de 20 reacciones elementales existen para el sistema hidrógeno – oxígeno. La situación para hidrocarburos es peor, ya que en esta suceden por lo menos 100 reacciones elementales, en el caso de los residuos requieren aún de más reacciones. (Baukal, 2001)

Para encontrar la relación entre las cantidades del combustible y del comburente presentes, se utiliza la siguiente relación: (Dávila 2000).

$$\phi = \frac{\left[\frac{\text{combustible}}{\text{comburente}} \right]_{\text{real}}}{\left[\frac{\text{combustible}}{\text{comburente}} \right]_{\text{teórico}}}$$

La expresión anterior define la riqueza ϕ del medio reactivo:

- Si $\phi = 1$ se está en presencia de una mezcla que tiene una relación combustible a comburente que coincide con la estequiométrica o teórica.
- Si $\phi > 1$, se está en presencia de una mezcla cuya relación combustible a comburente es mayor a la teórica lo que indica que es rica en combustible (y que existe como consecuencia una deficiencia del comburente).
- Si $\phi < 1$, se está en presencia de una mezcla pobre en combustible (existiendo un exceso de comburente).

En la incineración de residuos se debe de tomar en cuenta el cálculo del exceso de aire considerando la mezcla de residuos-combustible. El cálculo de aire estequiométrico o teórico se puede calcular como: (Theodore *et al.*, 1991)

$$m_{st} = 11.5m_c + 34.5m_H - 4.29m_o - 0.97m_{cl} + 4.29m_s$$

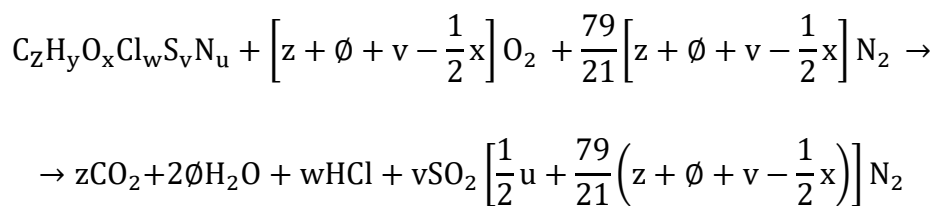
Donde m_{st} es el requerimiento estequiométrico de aire por unidad de masa de la mezcla residuo-combustible (Kg aire/kg mezcla), m_c es la fracción masa de carbón (Kg C/Kg de mezcla) y m_H , m_o , m_{cl} , m_s es la fracción masa de hidrógeno, oxígeno, cloro y azufre respectivamente.

La composición del flujo de gas producido en base masa es:

$$\begin{aligned} m_{CO_2} &= 3.76m_c \\ m_{H_2O} &= 9m_H - 0.25m_{cl} + \{m_{H_2O,W}\} \\ m_{SO_2} &= 2m_s \\ m_{N_2} &= 8.78m_c + 26.3m_H - 3.29m_o - 0.74m_{cl} + 3.29m_s + m_{N,W} \\ m_{HCl} &= 1.03m_{cl} \end{aligned}$$

Donde m_{CO_2} es la masa de CO_2 en el flujo de gas (Kg CO_2 /Kg mezcla), m_{H_2O} , m_{SO_2} , m_{N_2} , m_{HCl} es la masa de cada producto por unidad de masa de la mezcla residuo combustible, $m_{N,W}$ es la fracción masa del nitrógeno en el mezcla residuo-combustible (Kg N/Kg de mezcla) y $(m_{H_2O,W})$ es la fracción mezcla del agua en la mezcla del residuo combustible (Kg H_2O /Kg de mezcla), este es usado solamente cuando parte de la fracción en peso de la mezcla residuo-combustible es expresado como agua o humedad.

Estas ecuaciones asumen que cuando hay suficiente hidrógeno disponible en la mezcla el cloro puede ser completamente convertido a ácido clorhídrico. El balance estequiométrico es: (Theodore *et al.*, 1991)



Donde z , y , x , w , v , u son los números de moles (o fracción mol) de C, H, O, Cl, S, N presente en la mezcla de residuo-combustible, respectivamente y

$$\emptyset = \frac{1}{4}(y - w) \text{ cuando } y > w$$

$$\emptyset = 0 \text{ cuando } y \leq w$$

Las ecuaciones anteriores son válidas cuando la combustión es completa y el aire está constituido por el 79 % de N_2 y 21 % de O_2 y el oxígeno de la mezcla del residuo combustible está disponible para la combustión.

Termoquímica, en adición a la conservación de la masa, la energía también se conserva en una reacción de combustión. Una medida de la energía química es el calor de combustión, el calor se define como la energía que se transmite de un objeto a otro por una diferencia de temperatura. (Baukal, 2001)

El calor es energía en tránsito. Cuando un cuerpo absorbe calor, este almacenamiento es otra forma de energía que incrementa la temperatura del cuerpo y lo expande. Esto es porque el material usa algo de la energía térmica

para elevar la temperatura y algo de energía para expandir el cuerpo en contra de la atmósfera. La misma cantidad de energía absorbida en diferentes materiales puede producir diferentes incrementos de temperatura y expansiones. Por ejemplo 100 BTU de calor pueden elevar la temperatura de 1 lb de agua por 100 °F y expandir el material de 62.4 pies³ a 63.8 pies³. Los mismos 100 BTU de calor absorbido por 1 lb de aire pueden incrementar la temperatura por 400 °F y expandir el material a 13.1 pies³ a 15.6 pies³. El total de energía utilizada para elevar la temperatura e incrementar el volumen es llamada entalpía (H). (Baukal, 2000)

La entalpía es una cantidad definida por la relación $H = E + pV$ y el cambio de entalpía es ΔH , para una reacción que se efectúa a presión constante, siendo el calor desprendido o absorbido en la reacción q_p .

$$q_p = \Delta E - p\Delta V$$

En una reacción química se tiene que:

$$\Delta H = H \text{ productos} - H \text{ reactivos}$$

$\Delta H >$ absorbe calor es endotérmica

$\Delta H <$ desprende calor es exotérmica

Existen muchos tipos de efectos de la entalpía. La entalpía latente también conocida como calor latente (h_f) es determinada por el calor (entalpía) de condensación del agua. En muchos procesos de combustión es importante conocer el cambio de la fase de líquido vapor. El calor latente de vaporización es el calor requerido en un proceso a presión constante para completar la vaporización a una unidad masa de líquido. (Turns, 2000)

$$h_{fg}(T, P) = h_{\text{vapor}}(T, P) - h_{\text{liquido}}(T, P)$$

Donde T y P corresponden a la temperatura y presión de saturación. El calor de formación o entalpía de formación Δh_f es el calor requerido para la formación de un compuesto a partir de sus elementos constituyentes. (Castellan, 1998) Este concepto es sumamente importante ya que en este concepto se considera a la

entalpía que es asociada solamente con el cambio de la entalpía sensible Δh_s : (Turns, 2000)

$$h_i(T) = h_{f,i}^{\circ}(T_{ref}) + \Delta h_{s,i}(T_{ref})$$

El calor de combustión es reportado también como valor calorífico neto HV_N o valor calorífico bruto HV_G . (Baukal, 2001)

Factores relativos a la transmisión del calor:

El mecanismo de calentamiento procede de la siguiente manera. Por un lado, los productos de llama y combustión transfieren una cierta cantidad de energía térmica a los productos a calentar y a la pared del horno. Esta transmisión es principalmente por convección y radiación.

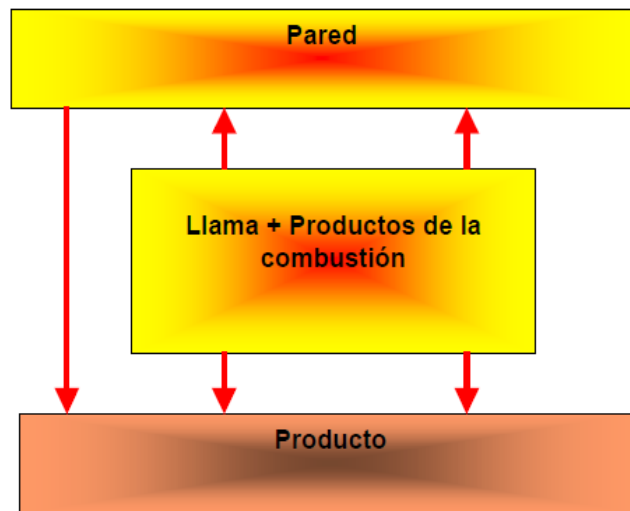


Figura N° 02: Factores relativos de la transferencia de calor
Elías, X. (2003).

Por otro lado, una pared que generalmente la lleva a una temperatura más alta que el producto a calentar genera mucho calor por radiación.

Para producir volátiles, es necesario mantener una cierta temperatura en el horno. Como todos sabemos, el calor se transfiere desde el foco de emisión a la carga o combustible a través de la convección y la radiación. Como se muestra en la figura anterior, la velocidad de transferencia de calor de la radiación es mucho mayor que la de convección, especialmente a altas temperaturas, por lo que es conveniente mejorar la zona de radiación. (Xavier Elías, 2003).

Por ende, al realizar la investigación el enfoque del problema se dio en ¿Qué parámetros operativos deben determinarse en un incinerador pirolítico para residuos sólidos para optimizar su funcionamiento?

Se justifica académicamente ya que los estudiantes, que siguen este tópico, se involucran directamente con el análisis de las variables importantes que rigen los temas de transferencia de calor y que son estudiados durante nuestra formación académica, tal es el caso que desarrollan su criterio en los cálculos y selección de alternativas que conlleven al adecuado diseño de equipos incineradores para los diferentes casos que se les necesite.

Se justifica técnicamente por que los resultados de esta investigación se lograrán usar para solucionar un problema en su mayoría técnico, detallando la teoría y ocurrencias principalmente en la evaluación de los parámetros de operatividad del proceso de incineración del equipo materia del estudio, todos los análisis que se ejecutan en la práctica son generalizados por la normativa lo que causa que se obtengan los errores bajo los cuales los parámetros de operación del equipo incinerador pirolítico tienden a variar, ocasionándose de esta manera emanaciones de gases contaminantes al exterior que la normativa vigente no acepta, siendo perjudicial para el medio ambiente y para la sociedad.

La justificación industrial es mucho más distinguible ya que la fallas que ocasionan las variaciones de los parámetros de funcionamiento del equipo, limita mucho el desarrollo de las industrias, se ha nombrado lo importante que es la conservación del medio ambiente para el desarrollo económico de las empresas, en todos los aspectos, por lo tanto, la emanación de gases tóxicos al exterior impacta totalmente en el desarrollo industrial y empresarial de las mismas.

El tema ambiental se justifica ya que los accidentes ocurren muchas veces por la mala convivencia que tienen los diversos equipos que existen en las industrias, entidades y/o locales, uno de los casos es el equipo incinerador pirolítico con el que cuenta un hospital de la región Lambayeque, el cual al no conservársele y debido a la falta de algunos instrumentos sofisticados, no se logra controlar y conservar las condiciones de diseño para su funcionamiento, por lo tanto, los

intentos de encontrar formas de mitigar estos efectos deberían ser suficientes para justificar el estudio.

La justificación económica radica en que cada falla y funcionamiento inadecuado del equipo, conlleva a las variaciones inadecuadas de los parámetros de operación del equipo incinerador, Por lo tanto, esto es difícil y aumenta los costos de mantenimiento y el mantenimiento correctivo, ya que hay que corregir de inmediato tales falencias para evitar de esta forma la emanación de los gases tóxicos al exterior.

Esta investigación tuvo como objetivo general: Determinar los parámetros de operación de un incinerador pirolítico para el tratamiento de residuos sólidos en el hospital de la región Lambayeque; los objetivos específicos: Determinar el estado actual del consumo de combustible (Gas GLP) del equipo incinerador, identificar los parámetros influyentes en la operación del equipo incinerador, determinar el efecto de los parámetros identificados fijando rangos o niveles de pruebas de un equipo incinerador, analizar estadísticamente los resultados de las pruebas experimentales realizadas a fin de determinar su validez de un equipo incinerador y medir parámetros identificados según material a incinerar, evaluando su rentabilidad de un equipo incinerador pirolítico.

Teniendo como objetivo precisar la finalidad del informe de investigación, surgió la hipótesis a comprobar: La determinación de los parámetros de operación de un incinerador pirolítico para residuos sólidos, permite optimizar su funcionamiento.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes se puede mencionar lo siguiente: Rodríguez E, 2018 en su investigación: Diseño de un incinerador ecológico para el tratamiento de desechos hospitalarios, nos dice “la incineración es una tecnología de tratamiento de residuos que consiste en quemar materiales a altas temperaturas (generalmente por encima de 900 °) y mezclarlos con una cantidad adecuada de aire durante un período de tiempo predeterminado. Esta combustión se lleva a cabo en una instalación comúnmente conocida como planta de incineración, que está diseñada y construida para este propósito. A nivel mundial, frente a la disponibilidad de espacio, reduciendo el riesgo de residuos (como la situación de los residuos hospitalarios) y sus problemas, los intentos de incineración para reducir la cantidad de desechos sólidos. Tiempo, trate de usar la posibilidad de recuperación de energía.

En Japón, el porcentaje de residuos sólidos incinerados hoy alcanza el 80%. Debido a la escasez de tierra, la incapacidad de eliminar los desechos sólidos en los vertederos sanitarios ha llevado al uso intensivo de la incineración en el país como un tratamiento alternativo. Actualmente cuenta con cientos de incineradores y trece plantas de energía operan solo en Tokio”. (Talleres)

Ortiz I, 2010 en su investigación *diagnóstico situacional sobre el manejo de los residuos peligrosos, biológico e infecciosos (RPB)* explica que, el personal del intendente del centro de salud TIII en la ciudad de México, distrito federal, representa un riesgo para el equipo del intendente debido a la exposición a RBP. Por lo tanto, la conclusión es que pueden ser informados de los riesgos que enfrentan a través de capacitación e información a través de la guía de gestión de RPBI. Por lo tanto, intenta minimizar la posibilidad de accidentes y / o pérdidas. El estudio es un estudio transversal, observacional y descriptivo del personal de la unidad de primer nivel del servicio de salud pública del distrito federal en la delegación de Iztapalapa.

López R. 2007, en su estudio manejo de los desechos sólidos hospitalarios Dr. César Rodríguez, Guayana- Venezuela, realizó un estudio descriptivo donde

empleó una metodología participativa, realizando vinculación directa con los trabajadores del hospital que forman parte de la población objetivo, se elaboró y aplicó un cuestionario (entrevista personal), con el objetivo de saber el grado de conocimiento que tienen del manejo de los residuos sólidos generados en la institución; y por otra parte, se utilizó el método de la observación directa no estructurada, documentadas por fotografías, para conocer el manejo de desechos hospitalarios. Se evidenció que no hay una infraestructura acorde para un manejo adecuado de los mismos. Recomendando la implementación de un sistema de gestión y educación, para el personal del hospital, extensivo a las autoridades municipales para implementar un adecuado manejo de los DSH.

El mal manejo de los desechos peligrosos en los hospitales no solo causará una situación de riesgo que amenace la salud de la población hospitalaria (empleados y pacientes), sino que también conducirá a la degradación ambiental, superando los límites de las instalaciones del hospital, causando incomodidad y pérdida del bienestar de los residentes de la empresa, Y ponga en riesgo la salud de aquellos sectores de la comunidad expuestos directa o indirectamente a materiales infecciosos o contaminados.

Del mismo modo Carranza G. 2010, en su investigación evaluación del manejo de residuos sólidos en un hospital de asistencia de salud del área central de la ciudad de Guatemala, nos indica que Los riesgos potenciales que representan los desechos sólidos hospitalarios constituyen problemas de salud pública, saneamiento ambiental, hospitalarios y epidémicos. Las instituciones que brindan servicios de salud son responsables de prevenir y ayudar a minimizar tales riesgos ambientales. Los desechos peligrosos generados en hospitales y otras instituciones de salud presentan riesgos y dificultades especiales, principalmente debido a la infectividad de ciertos componentes. La heterogeneidad de sus componentes, la aparición frecuente de objetos punzantes y la presencia de una pequeña cantidad de sustancias tóxicas, inflamables y radiactivas de baja intensidad también pueden aumentar tales riesgos y dificultades.

Blandón K, y Castellanos Z. 2010, en su investigación gestión del manejo integral de los desechos sólidos en el hospital Alemán Nicaragüense de Managua, hace

hincapié en que el establecimiento de un sistema adecuado de gestión de residuos sólidos en un centro médico permitirá un control económico y seguro y la reducción de los riesgos para la salud asociados con los residuos sólidos. La gestión adecuada de los desechos sólidos no solo significa controlar y reducir los riesgos, sino también reducir los desechos en la fuente, lo que también mejorará la calidad y la eficiencia de los servicios prestados por los centros de salud. En los escenarios asistenciales, el equipo de salud se encuentra en riesgo permanente de adquirir enfermedades infecciosas, ya que, al estar en contacto con sangre, objetos punzo cortantes o fluidos corporales pueden contaminarse con virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), hepatitis B o adquirir enfermedades como herpes, paludismo o toxoplasmosis por citar algunas.

El éxito de la disposición final de los desechos peligrosos del centro hospitalario depende, entre otros factores, del manejo adecuado de los mismos desde su origen. El uso de bolsas en la fuente para la separación de desechos es una práctica importante para el éxito descrito anteriormente. El manejo ineficiente de estos desechos no solo traerá riesgos para los residentes del hospital, sino también para la población circundante, que puede verse afectada por la incomodidad y el bienestar.

Araujo M. 2001, *en su estudio desechos hospitalarios: Riesgos biológicos y recomendaciones generales sobre su manejo*. Chile, su propósito es sintetizar la evidencia disponible sobre el riesgo de desechos hospitalarios para los trabajadores que manejan los desechos y las personas que genera, y hacer recomendaciones para la eliminación de desechos con base en la evidencia encontrada. Para evaluar el riesgo de desperdicio hospitalario, se realizó una búsqueda en Medline (1966-2001) en la que se concluye: Para los residuos hospitalarios, no se pueden interpretar disposiciones inseguras como absolutas. El grado de peligro se relaciona básicamente con la categoría clara de desechos de alto riesgo y la particularidad del manejo en el campo clínico (protección física o empaque, segmentación, destrucción, neutralización, esterilización o desinfección, descomposición u otras medidas.) Y la calidad del sistema de disposición municipal (en términos de la posibilidad de que los restos dispersos contaminen el medio ambiente).

SOTO BARRERA (2014) en su Tesis “Evaluación de factibilidad técnico – económica de una planta de tratamiento de residuos de atención de salud (REAS) en la región de los Lagos” para obtener el grado académico de ingeniero civil químico, El propósito del trabajo actual es ejecutar una inspección técnica y económica de la planta de tratamiento de residuos médicos en el área X de Los Lagos a nivel de previsibilidad. En particular, está clasificado como desecho especial y peligroso en las regulaciones REAS. Con este fin, se revisa la tecnología utilizada en el tratamiento de los desechos médicos, y se selecciona la incineración como el método de tratamiento a desarrollar porque puede tratar la mayoría de los desechos que se estudian.

En la misma dirección, se pronosticaron los desechos hospitalarios generados en el área en los próximos 10 años, y el rango de producción resultante fue de entre 85 y 103 [toneladas / año]. Teniendo en cuenta el impacto ambiental inherente de la incineración, se inspeccionarán las regulaciones ambientales relevantes, incluida la relevancia de realizar estudios de impacto ambiental y la elección de parámetros y variables relacionados en el funcionamiento. Cuando el caudal continuo es de 45 [h / semana], el flujo de entrada es de 46 [kg / h]. El incinerador de pirólisis se selecciona como equipo principal, y la selección de otros equipos se basa en la eficiencia de eliminación de contaminantes requerida por las reglamentaciones. Por lo tanto, la concentración de estos contaminantes ha llegado por debajo del límite de descarga y, al mismo tiempo, se ha logrado la reutilización del agua del proceso y la externalización de los desechos sólidos en el proceso.

Con respecto a la evaluación económica, el gasto de capital (inversión) del proyecto fue de 713 millones [CLP], y el costo operativo fue de 123 millones [CLP /año]. Se han adoptado tres esquemas de financiamiento: proyecto puro, préstamo parcial del 50%, préstamo total del 100%. Los indicadores económicos indican que el proyecto es rentable, con valores de VPN que varían entre 10 y 35 millones. Sin embargo, mientras mantiene el proyecto viable, la diferencia entre el precio actual pagado por el generador y el precio actual pagado por el generador es muy pequeña (entre 20 y 100 [CLP]), perdiendo atractivo económico. Se recomienda aumentar el contacto con otras entidades generadoras de desechos

dentro o fuera del área para aumentar el flujo a tratar. Cuando la planta está inactiva, el flujo puede triplicarse.

Según la norma técnica para el manejo de residuos sólidos hospitalarios (2004). Se señala que solo en los últimos años, la distribución de desechos sólidos hospitalarios (MRSH) es uno de los flagelos que los comités hospitalarios han estado persuadiendo los intereses de las instituciones públicas y privadas. Por lo tanto, ha llevado al progreso de la salud y la seguridad en el trabajo hospitalario, el cuidado del medio ambiente y la enfermería en los servicios de salud.

En 1987, la compañía de servicios municipales de limpieza de Lima (ESMLL) realizó un estudio de desechos compactos hospitalarios en la metrópoli de Lima, que incluyó 35 instalaciones sanitarias, excepto por su tamaño y complejidad. Para hospitales con más de 1,000 camas, el rango de producción es de 4.1 a 8.7 litros / cama / día; en hospitales con menos de 300 camas, el rango diario de cama / día es de entre 0.5 y 1.8 litros; para 100 camas de clínicas privadas con camas / días / días de 3.4 a 9 litros.

El estudio encontró que "la gestión unificada de los hospitales sigue siendo una preocupación para los líderes de estas empresas, pero el hecho es que su gestión es tan inestable que las consecuencias pueden no ser notadas". (1)

En un estudio realizado por P. Tello en 1991, el 85.5% de las instalaciones del hospital tenían sus propios servicios de limpieza públicos y privados por personal no capacitado, por lo que esta actividad debería llevarse a cabo de manera adecuada. Además de los medios y materiales de protección personal, la improvisación en todas las etapas. (2)

En 1992, E. Bellido realizó el *diagnóstico situacional del saneamiento ambiental en dos centros hospitalarios*. Por ejemplo, en Lima metropolitana, esta investigación se desarrolló en el hospital Arzobispo Loayza de Lima y en el hospital Daniel Alcides Carrión del Callao, donde se comprobó que la generación unitaria por sendos hospitales, dan como equivalente en el hospital Loayza de 1.55 Kg/cama/día y en el hospital D.A. Carrión de 1.97 Kg/cama/día. Y en cuanto a la generación promedio diaria según algunas categorizaciones, fue la siguiente:

con polución (57%), usuales (42%) y exclusivos (1%) en ambos nosocomios. En este estudio, definido como el 50% de los residuos previstos están contaminados con sustancias crudas y aguas residuales sépticas generadas durante la atención médica, pero si no se manejan adecuadamente, se mezclarán con los residuos restantes, haciendo que estos se vuelvan impuros. (3).

El ministerio de salud, en el marco del programa de fortalecimiento de los servicios de salud, realizó en el año 1995, un “*diagnóstico situacional del manejo de los residuos sólidos de hospitales administrados por el ministerio de salud*”. Para llevar a cabo esta investigación, se realizaron investigaciones en 06 hospitales en diferentes ciudades del país y se determinó el cepillado de dientes. Este estudio puede probar que el estado de saneamiento ambiental de sus seis centros de desechos se encuentra en un estado peligroso. (4).

También dentro del alcance del plan para fortalecer los servicios de salud, el MINSA preparó un documento técnico en 1998 sobre "tecnología de tratamiento de residuos sólidos de higiene". Este documento identifica los 04 métodos de tratamiento más comunes para desechos sólidos hospitalarios en todo el mundo, como la incineración, la esterilización con vapor (autoclave), la esterilización por microondas y el tratamiento químico. (5)

Según Autoría Propia (2019), El hospital de la región Lambayeque cuenta con una unidad de ingeniería de mantenimiento, con personal profesional especializado en el rubro hospitalario. Cuentan con un ingeniero mecánico electricista quien se encarga de llevar el control a detalle de todos los equipos electromecánicos con los que cuenta esa institución, quien además conoce y posee la información del equipo incinerador pirolítico con el que cuenta este nosocomio así mismo, este profesional se ha dedicado a informar y realizar las solicitudes de reparación del Incinerador existente y de empezar a gestionar las condiciones de operación adecuadas del equipo incinerador pirolítico considerando las nociones ya planteadas anteriormente, sin embargo, no se ha podido concretar a detalle la propuesta de análisis de los parámetros de operación del equipo incinerador pirolítico, toda vez que no existe un sustento bien justificado por lo cual es el motivo del presente estudio.

Etapas del manejo de los residuos sólidos, el manejo adecuado de los desechos sólidos hospitalarios sigue una serie de procesos operativos. El punto de partida de este proceso es ajustar los diferentes servicios con los suministros y equipos necesarios, y luego aislarlos. Esta es una etapa básica porque requiere el compromiso y la participación activa de la OMS. Todo el personal de las instituciones de salud. El transporte interno, el almacenamiento y la manipulación son las operaciones que generalmente realiza el personal de limpieza y requieren suficiente logística y personal bien capacitado. Las etapas establecidas por la gestión de residuos sólidos son las siguientes:

- Acondicionamiento.
- Segregación y almacenamiento primario.
- Almacenamiento intermedio.
- Transporte interno.
- Almacenamiento final.
- Tratamiento.
- Recolección externa.
- Disposición final.

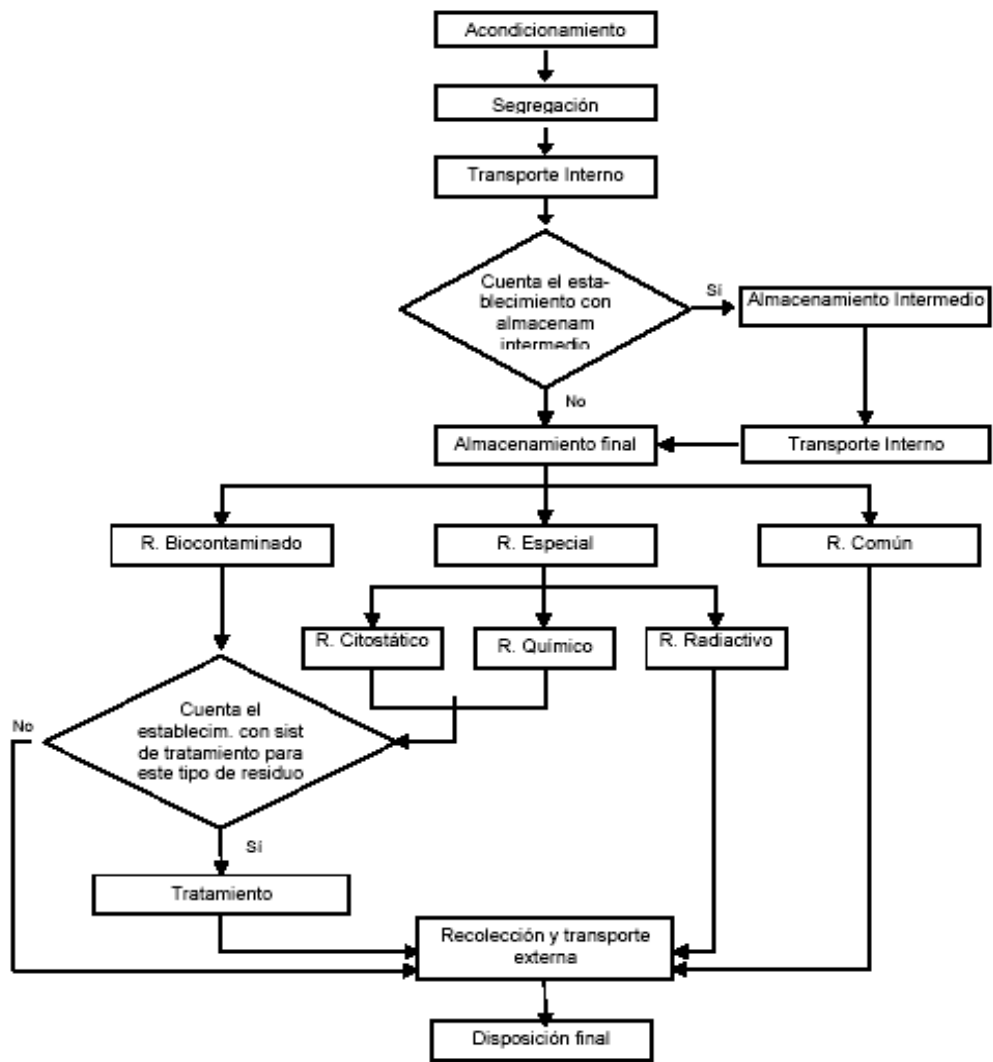


Figura N° 03: Ciclo del manejo de residuos sólidos hospitalarios.
Hurtado, M. (2009).

Como teorías relacionadas al tema se pueden mencionar las siguientes.

Incineración: el propósito del proceso de incineración es reducir la cantidad de desechos a través de la oxidación de componentes orgánicos, reduciendo así el riesgo de contaminación. A través de este proceso, se obtienen cenizas y escorias inorgánicas, que pueden reutilizarse o desecharse en un vertedero de una manera más segura. Del mismo modo, la energía del sistema también se puede recuperar, lo que reduce el consumo de combustible. El incinerador debe tener una cámara de combustión principal dual con una temperatura entre 600 y 800°C. Tiene una segunda cámara con una temperatura superior a 1200°C, el tiempo de residencia es de un segundo. Además, el sistema tiene la capacidad de reducir la temperatura y reducir la descarga de contaminantes que no se

destruyen completamente en la cámara auxiliar antes de que el gas de combustión circule a través de la chimenea. Cuando los desechos en combustión tienen un calor suficientemente alto, es decir, cuando la combustión genera suficiente calor para evaporar la humedad de los desechos y conservar la temperatura de combustión, estos dispositivos funcionarán con la mayor eficiencia. (RODRIGUEZ, 2018).

Manejo de residuos sólidos hospitalarios en nuestro país, la gestión de residuos sólidos hospitalarios (MRSH) en China es uno de los aspectos de la gestión hospitalaria. Solo en los últimos años, impulsado por la seguridad, ha atraído el interés de las instituciones públicas, privadas y hospital de salud ocupacional, protección del medio ambiente y calidad del servicio de salud. (NORABUENA, 2013).

Clasificación de los residuos sólidos hospitalarios, la selección de los desechos sólidos generados en las instalaciones sanitarias se basa principalmente en su fuente y los riesgos relacionados, y en el conocimiento del ministerio de salud. Cualquier material de una entidad de salud debe considerarse desecho a partir de la fecha de su objeción, porque su uso o conducta clínica se considera completo; solo entonces puede comenzar a hablar de desechos con riesgos asociados. Los desechos sólidos hospitalarios se dividen en tres categorías:

Clase A: Residuo biocontaminado, clase B: Residuo especial y clase C: Residuo común.

Clase A: Residuo biocontaminado.

Tipo A.1: Atención al paciente. Residuos sólidos contaminados por secreciones de atención al paciente, excretas y otros líquidos orgánicos, incluidos los residuos de alimentos.

Tipo A.2: Material biológico. Cultivos, inóculos, mezclas de microorganismos de laboratorios clínicos o de investigación y medios de cultivo inoculados, vacunas caducadas o no utilizadas, gases inhalados contaminados con sustancias infecciosas en el filtro y residuos contaminados con estas sustancias.

Tipo A.3: Bolsas conteniendo sangre humana y hemoderivados. Este grupo incluye bolsas que contienen sangre del paciente, bolsas de sangre vacías; bolsas de sangre con uso vencido o serología; (muestras de sangre para análisis; suero, plasma y otros subproductos). Bolsas que contienen otros productos sanguíneos.

Tipo A.4: Residuos quirúrgicos y anatómicos patológicos. Consiste en tejidos, órganos, partes anatómicas y desechos sólidos contaminados por sangre y otros líquidos orgánicos causados por la cirugía.

Tipo A.5: Punzo cortantes. Consiste en elementos punzantes afilados en contacto con el agente infeccioso, incluidas agujas hipodérmicas, pipetas, escalpelos, placas de cultivo, agujas de sutura, catéteres de aguja, pipetas rotas y otros objetos de vidrio y objetos afilados desechados.

Tipo A.6: Animales contaminados. Esto abarca cadáveres o partes de animales inoculados expuestos a microorganismos patógenos, así como camas o materiales que obtienen de laboratorios de investigación médica o veterinaria.

Clase B: Residuos especiales:

Tipo B.1: Residuos químicos peligrosos. Envases o materiales contaminados con sustancias o productos químicos tóxicos, corrosivos, inflamables, explosivos, reactivos, genotóxicos o mutagénicos, por ejemplo: quimioterapia; productos químicos no utilizados; pesticidas de calidad inferior; solvente cromo ácido (para el aseo de vidrio de laboratorio); termómetro de mercurio; solución de desarrollo de rayos X; aceite lubricante usado, etc.

Tipo B.2: Residuos farmacéuticos. Compuesto por medicamentos caducados; contaminados, desactualizados; no usados, etc.

Tipo B.3: Residuos radioactivos. Compuesto por materiales radiactivos en laboratorios de investigación química y biología o contaminado por radionucleidos de baja radiactividad; laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear. Estos materiales suelen ser sólidos o pueden ser materiales

contaminados con líquidos radiactivos (jeringas, papel absorbente, botella de desbordamiento, orina, heces, etc.).

Clase C: Residuos comunes.

Se compone de todos los desechos que no pertenecen a ninguna de las categorías anteriores y se consideran desechos debido a su similitud con los desechos domésticos. Esta clase abarca, por ejemplo, los desechos generados en la gestión administrativa, la generación de dichos desechos incluye la limpieza de jardines y terrazas, cocinas, etc. (NORABUENA, 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Experimental: Debido que en nuestra indagación no se intentó modificar adrede las variables independientes. Estas se observaron como fenómenos tal y cual su medio físico. Ya que existen ciertas restricciones explicadas sobre el precio de establecimiento y el tiempo prolongado para conseguir resultados.

Aplicada: Cuando los conocimientos son obtenidos mediante la exploración, es posible ayudar a enmendar inconvenientes prácticos (su objetivo es práctico, es utilitario).

Flujo del Proceso

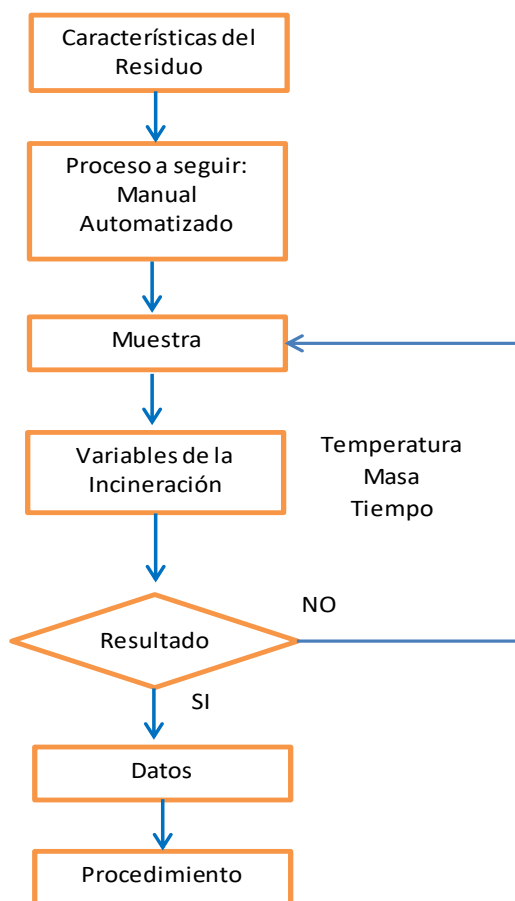


Figura N° 04: Flujo del proceso de incineración para verificación de variables.
Fuente: Ramos L

3.2. Variables y operacionalización

La unidad de análisis será una institución hospitalaria de la región Lambayeque de la provincia de Chiclayo y las variables que se desprenden de este informe de investigación son la variable independiente y con ello la determinación de los parámetros de operación (temperaturas, eficiencias, consumos de combustible, partículas totales suspendidas, emisión de monóxido de carbono, emisión de dióxido de azufre, emisión de dióxido de nitrógeno, opacidad) de un equipo incinerador pirolítico; por lo tanto la variable dependiente: eficiencia de optimización del proceso de incineración del equipo incinerador pirolítico de un hospital de la región Lambayeque”

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Escala de medición | Instrumento de medición |
|---|---|---|--|---|--|
| Temperaturas, eficiencias, consumos de combustible, partículas totales suspendidas, emisión de monóxido de carbono, emisión de dióxido de azufre, emisión de dióxido de nitrógeno y opacidad. | La incineración puede utilizarse como un sistema importante de tratamiento y purificación de residuos sólidos. La oxidación a alta temperatura convierte los compuestos orgánicos en óxidos gaseosos, principalmente dióxido de carbono y agua. Los componentes inorgánicos se mineralizan y se convierten en cenizas a menos que se conviertan en parte del gas de combustión. Dependiendo del tipo de incinerador utilizado, se pueden lograr los siguientes objetivos: a. Destrucción de patógenos. b. Minimice el riesgo y la posibilidad de contaminación. c. Reducir el número y la cantidad. d. Convierta los desechos restantes para que estén en una forma utilizable adecuada para su eliminación en vertederos. e. Usa el calor liberado. | El incinerador pirolítico tiene una cámara principal de acero con resistencia a altas temperaturas. La cámara está revestida con material refractario y su propósito es retener el calor generado por el quemador. El quemador consta de una boquilla en la que se mezclan e inyectan combustible y aire comprimido, que se encenderán por chispas generadas por el sistema eléctrico que forma parte del equipo. La cámara secundaria es más pequeña que la primera, también está compuesta de una estructura de acero, revestida con materiales refractarios de alta temperatura. En esta cámara, el gas generado por la combustión de los residuos es incinerado por un quemador adicional. La temperatura alcanzada supera los 1200 ° C | Parámetros de operación de un incinerador pirolítico: | | <ul style="list-style-type: none"> Fichas de recolección de datos |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Cantidad y tipo de residuo | <ul style="list-style-type: none"> Kilogramo / razón | <ul style="list-style-type: none"> Fichas de cotejo |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Gases resultantes | <ul style="list-style-type: none"> Ppm | <ul style="list-style-type: none"> Encuesta |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Poder calorífico | <ul style="list-style-type: none"> Kj/m3 | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Balance de materia y energía | <ul style="list-style-type: none"> °F | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Potencia | <ul style="list-style-type: none"> Watts | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Temperatura | <ul style="list-style-type: none"> °C | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Presión | <ul style="list-style-type: none"> Bar | |

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Escala de medición | Instrumento de medición |
|---|--|---|---|--------------------|---|
| "Eficiencia de la optimización del proceso de incineración" | La incineración de residuos biológicamente contaminados requiere una temperatura mínima y un tiempo de exposición para garantizar la destrucción de todos los microorganismos existentes. La temperatura de aproximadamente 1200 ° C en la segunda cámara de combustión y el tiempo de residencia de aproximadamente 02 segundos quemarán completamente los elementos tóxicos producidos en la primera cámara de combustión. | El operador del equipo de incineración debe tener un certificado correspondiente para demostrar su capacidad técnica en la gestión de la operación del equipo otorgado por el proveedor del equipo. No incinere recipientes metálicos (cobre, hierro, aluminio) o plásticos que contengan cloruros. | Calidad de los productos resultantes | • Ppm | • Ficha de cotejo • Ficha de medición de datos |
| | | | Eficiencia del equipo. | • Porcentaje % | |
| | | | Optimización de un equipo incinerador pirolítico. | • Razón | |

3.3. Población y muestra

3.3.1. Objeto de análisis (OA).

Sistema para incineración de residuos biocontaminados del hospital de la región Lambayeque.

3.3.2. Población (N).

Las materias analizadas son equipos incineradores de hospitales de la región Lambayeque: Equipo incinerador pirolítico de 100 Kg/h del hospital regional Lambayeque y equipo incinerador pirolítico de 100 Kg/h del hospital Almanzor Aguinaga Asenjo.

3.3.3 Muestra (n).

Se determinó que la muestra es igual a la población en tal sentido la muestra es un equipo incinerador pirolítico de un hospital de la región Lambayeque.

3.3.4. Materiales.

Los materiales a utilizados son los siguientes:

- Computadora
- Material de escritorio: Lapiceros, papel, cuadernos, etc.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas.

Se emplearon las siguientes técnicas de investigación ya que son de suma importancia en una investigación.

Preguntas: estuvo dirigido a los trabajadores profesionales y técnicos de dicha entidad con la posición de querer evaluar cuál es el tipo de falencia y las causas que origina un equipo incinerador pirolítico de no trabajar con las condiciones adecuadas en sus parámetros de funcionamiento.

Historial de reparaciones y variables de los procesos: a través de este proceso, se determina el historial de mantenimiento para que se pueda

entender el nivel de trabajo realizado. Así mismo se pudo saber cuáles son las cantidades de residuos producidos y la calidad de emanaciones de gases tóxicos al exterior.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos.

Hoja de preguntas (encuestas y/o cuestionarios): Se determinó la necesidad de saber cuáles son las variables importantes cuando se habla de incineración de residuos sólidos.

Hoja técnica del equipo incinerador (ficha técnica): Se solicitó copia de la ficha técnica del equipo incinerador pirolítico.

Guía de análisis de documentos: Su función principal es llevar a cabo la revisión de documentos, lo que me puede proporcionar información técnica y de métodos correspondiente al mantenimiento del equipo incinerador pirolítico y las variables con los parámetros de funcionamiento del mismo. Por ejemplo, para calcular la optimización del equipo primero se obtuvieron los datos de consumo de combustible, datos que la entidad lo tiene medido y controlado según los consumos diarios.

Con estos datos de consumos de combustible, además, considerando como dato base el consumo que tuvo el equipo en su año de instalación, y que en ese año la eficiencia del mismo era del 100%, con esa eficiencia inicial y los consumos posteriores los cuales fueron aumentando cada año, se ha logrado determinar la eficiencia en cada uno de los años posteriores a su instalación llegando a determinar una eficiencia actual, la cual era bastante irregular para este tipo de equipo; así mismo se ha logrado identificar los parámetros de emisión de gases, los cuales han sido medidos con el equipo ya reparado y con una eficiencia más estable, llegando a determinar que los valores de emisión de gases están dentro de lo permitido, la evaluación se realizó en cinco momentos de trabajo a diferentes capacidades de carga, lográndose constatar las temperaturas de trabajo en la cámara primaria y secundaria

con valores similares en las cinco mediciones realizadas, por lo tanto se considera que el equipo viene trabajando eficientemente.

3.4.3. Validez y confiabilidad.

Validez: Fue verificado por una herramienta de recolección de datos firmada y sellada por profesionales calificados.

Confiabilidad: Esto es confiable porque el proceso de diseño y selección se verificará correctamente y será revisado por tres expertos.

3.5. Procedimientos

La información recolectada, fue realizada en una institución prestadora de servicios de salud, la cual consta con un incinerador pirolítico como equipo para el tratamiento de los residuos biocontaminados que se produce a diario. Esta información se recolectará realizando encuestas, entrevistas y/o cuestionarios a los operarios de dicho equipo, así mismo como la recopilación de la información de la data histórica con la que cuentan. De ser el caso las variables a analizar que necesiten medirse para una mejor tabulación y/o demostración de los resultados se realizarán in situ, para lo cual se tramitaron los permisos necesarios.

3.6. Métodos de análisis de datos

Teniendo en cuenta los siguientes pasos detallados, el procesamiento y el análisis de datos se realizaron con el programa Excel de Microsoft office professional:

Preparación de datos: Se diseñó una vista variable de una herramienta de medición para contar y procesar las respuestas dadas por el demandado, diseño gráfico: La frecuencia obtenida a través de la tabla se representará antes de la columna de diseño gráfico, análisis estadístico: las estadísticas descriptivas (análisis de frecuencia y medidas de tendencia central promedio) se utilizarán para el análisis para demostrar el logro de los objetivos y la prueba de hipótesis correspondiente, interpretación: el significado de los datos se resaltará a

través de la inferencia, con el fin de explicar y discutir los resultados útiles, con el fin de sacar sus propias conclusiones y recomendaciones.

3.7. Aspectos éticos

Los resultados del estudio propuesto se llevaron a cabo sobre la base de los datos recopilados, sin mezclar su valor o calidad, y los cálculos realizados estarán dentro de las disposiciones de la teoría científica existente. En este caso, para el proceso de transferencia de calor.



Figura N° 05: Imagen de equipo incinerador pirolítico analizado. Se muestra equipo y personal adiestrado realizando pruebas de medición de gases.

IV. RESULTADOS

Sobre la determinación del estado actual del consumo de combustible (Gas GLP) y/o las eficiencias del equipo materia de análisis (equipo incinerador pirolítico) – antes de su mantenimiento, se usó como instrumento de recolección de datos la ficha denominada ficha de recolección - guía de análisis de documentos, es decir: En esta guía se tomaron los datos que se solicitó a la entidad y es referida a la información histórica de consumos de combustible GLP que individualmente tienen de este equipo, con lo cual nos permitió evaluar y saber cuál es el grado de eficiencia y deficiencia actual de los mismos. Cabe indicar que la información evaluada es fuente de información de la entidad, quienes llevan el control del consumo diario del insumo gas GLP con el cual trabaja el equipo incinerador pirolítico.


Tabla N° 01: Consumo de gas GLP de equipo incinerador pirolítico.

| Cuadro de consumo de gas GLP - hospital regional Lambayeque | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|---|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Rubro | | Equipo: Incinerador pirolítico de 100 KG/H | | | | | | | | | | |
| Tratamiento de residuos | | Modelo | | | | | ECO – TERMO PV-A-100 | | | | | |
| Marca | CIMELCO | | | | | | | | | | | |
| Fabricante | CIA | Observaciones | | | | | Control de la eficiencia del equipo, teniendo en cuenta los consumos de combustible | | | | | |
| N° Serie | CI – 0137 | | | | | | | | | | | |
| Tipo de combustible a controlar: GLP comercial - 65/35 | | | | | | | | | | | | |
| Ítem | Ubicación | Año | Consumo BTU/H | Horas de trabajo al día | Total BTU/día por equipo | Total BTU por día | Total de galones GLP por hora | Total de galones GLP por día | Total de galones GLP por semana | Total de galones GLP por mes | Total de galones GLP por año | Eficiencia de equipo (%) |
| 1 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2012 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 15.7 | 188.3 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 100.0 |
| 2 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2013 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 16.8 | 201.6 | 1411.2 | 5644.8 | 67737.6 | 92.9 |
| 3 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2014 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 17.4 | 208.8 | 1461.6 | 5846.4 | 70156.8 | 89.1 |
| 4 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2015 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 17.8 | 213.6 | 1495.2 | 5980.8 | 71769.6 | 86.6 |
| 5 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2016 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 18.4 | 220.8 | 1545.6 | 6182.4 | 74188.8 | 83.7 |
| 6 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2017 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 19.0 | 228.0 | 1596.0 | 6384.0 | 76608.0 | 78.9 |
| 7 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2018 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 19.5 | 234.0 | 1638.0 | 6552.0 | 78624.0 | 75.7 |
| 8 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2019 | 1500000 | 12 | 1800000 | 1800000 | 20.2 | 242.4 | 1696.8 | 6787.2 | 81446.4 | 71.3 |

Observación: 1 galón GLP = 95586 BTU

Fuente: Entidad evaluada y complementada por tesista.

Tabla N° 02: Consumo de gas GLP de equipo incinerador pirolítico.

|  | | | |
|--|-----------------------|---|---------------------------|
| Instrumento de recolección de datos | | | |
| Ficha de recolección | | | |
| Objetivo. - Recolectar información necesaria para determinar la cantidad de combustible gas GLP consumido por el equipo incinerador pirolítico en un hospital de la región Lambayeque. | | | |
| Facultad de ingeniería y arquitectura | | Escuela académico profesional de: Ingeniería mecánica eléctrica | |
| Estudiante: Dávila López, Gilmer Eber | | Fecha: mayo del 2020 | |
| Título: Optimización del proceso de incineración mediante análisis de parámetros de operación del incinerador pirolítico PV-100 para residuos sólidos, Chiclayo. | | | |
| Línea de investigación: Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos | | | |
| Ítem | Información necesaria | Contenido: Teniendo en cuenta que el incinerador consume 1'500,000 BTU/H (1galones GLP = 95586 BTU) | Eficiencia del equipo (%) |
| Consumo de combustible: año 2012 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2012 (galones) | año 2012 |
| 1 | * Por hora: | 15.7 | 100 |
| | * Por día: | 188.3 | |
| | * Por semana: | 1318.2 | |
| | * Al mes: | 5272.7 | |
| | * Al año: | 63272.6 | |
| Consumo de combustible: año 2013 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2013 (galones) | año 2013 |
| 2 | * Por hora: | 16.8 | 92.9 |
| | * Por día: | 201.6 | |
| | * Por semana: | 1411.2 | |
| | * Al mes: | 5644.8 | |
| | * Al año: | 67737.6 | |
| Consumo de combustible: año 2014 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2014 (galones) | año 2014 |
| 3 | * Por hora: | 17.4 | 89.1 |
| | * Por día: | 208.8 | |
| | * Por semana: | 1461.6 | |
| | * Al mes: | 5846.4 | |
| | * Al año: | 70156.8 | |
| Consumo de combustible: año 2015 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2015 (galones) | año 2015 |
| 4 | * Por hora: | 17.8 | 86.6 |
| | * Por día: | 213.6 | |
| | * Por semana: | 1495.2 | |
| | * Al mes: | 5980.8 | |
| | * Al año: | 71769.6 | |
| Consumo de combustible: año 2016 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2016 (galones) | año 2016 |
| 5 | * Por hora: | 18.4 | 82.7 |
| | * Por día: | 220.8 | |
| | * Por semana: | 1545.6 | |
| | * Al mes: | 6182.4 | |
| | * Al año: | 74188.8 | |
| consumo de Combustible: año 2017 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2017 (galones) | año 2017 |
| 6 | * Por hora: | 19 | 78.9 |
| | * Por día: | 228 | |
| | * Por semana: | 1596 | |
| | * Al mes: | 6384 | |
| | * Al año: | 76608 | |
| Consumo de combustible: año 2018 | | | |
| | | Consumo de combustible: año 2018 (galones) | año 2018 |
| 7 | * Por hora: | 19.5 | 75.7 |
| | * Por día: | 234 | |
| | * Por semana: | 1638 | |
| | * Al mes: | 6552 | |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|----------|
| | * Al año: | 78624 | |
| | Consumo de combustible: año 2019 | Consumo de combustible: año 2019 (galones) | año 2019 |
| 8 | * Por hora: | 20.2 | |
| | * Por día: | 242.4 | |
| | * Por semana: | 1696.8 | 71.3 |
| | * Al mes: | 6787.2 | |
| | * Al año: | 81446.4 | |

Fuente: Entidad evaluada y complementada por tesista.

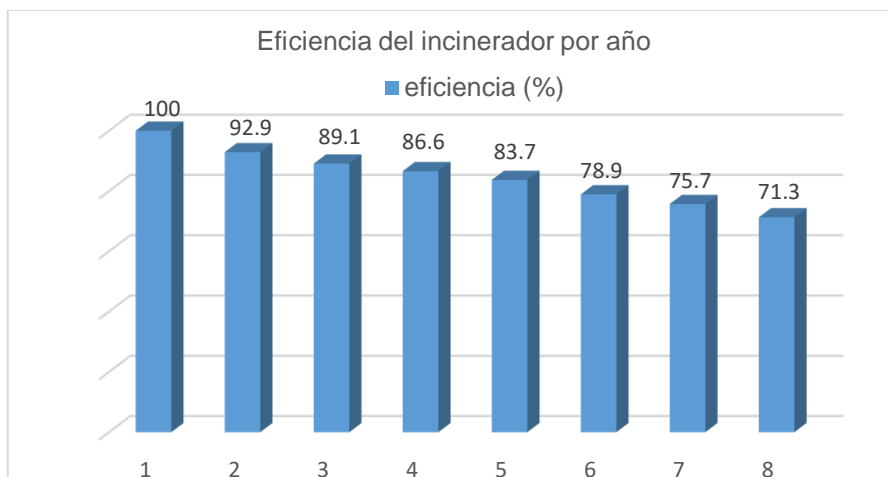


Gráfico N° 02: Eficiencia de equipo incinerador pirolítico, según años de trabajo
Fuente: Propia.

Del análisis de los datos de consumo de combustible gas GLP con el cual funciona el equipo incinerador pirolítico de hospital de la región Lambayeque, se puede identificar que este consumo con el transcurrir del tiempo va aumentando y ello debido a que el equipo va perdiendo eficiencia en su rendimiento de trabajo, llegando inclusive a disminuir el mismo hasta un 71,3% en el año 2019. La intención de esta evaluación y/o estudio es con la finalidad de brindar a la entidad las soluciones y/o alternativas de mejoras que permitan recuperar la eficiencia de este equipo, teniendo en cuenta de la importancia que tiene el mismo para la institución.


Si bien es cierto la dificultad para adquirir los recursos económicos necesarios que permitan mantener este equipo con las atenciones de reparación y/o mantenimiento en el tiempo recomendado, es necesario que la institución realice las gestiones para lograrlo y permitirse aplicar las soluciones que se brindarán, con el propósito de operativizar el equipo con una mejor eficiencia y por ende seguridad para un proceso residual cotidiano, de esta manera se evitarán problemas mayores en el tratamiento de los mismos.

Para identificar los parámetros influyentes en la operación del equipo materia de análisis (equipo incinerador pirolítico), se usó como una herramienta para la recolección de datos la ficha denominada ficha de cotejo, es decir: en esta ficha se tomaron los datos que corresponden a la ficha técnica de los equipos a evaluar (datos característicos: Potencia eléctrica, tensión de trabajo, carga de trabajo, consumo de combustible, etc.), información referida al sistema de combustión y al análisis de emisión de gases. Luego de haber recomendado la reparación del equipo materia del presente informe, se lograron realizar las mediciones de análisis de emisión de gases, dando como resultado parámetros dentro de lo permisible y recomendado por DIGESA; por lo tanto se puede apreciar que luego de haber optado por ejecutar las recomendaciones del caso, el equipo logró recuperarse, teniendo inclusive eficiencias más acordes y una disminución en el consumo del combustible que implica pagos excesivos por la adquisición del mismo.

A continuación, se muestra la ficha de cotejo utilizada con el registro de los datos del equipo y las variables de emisión de gases realizadas con fecha 28 de mayo del presente y luego de haber reparado el equipo con las recomendaciones dadas en este informe, de dicho cuadro se puede resumir que el equipo cumple con los límites permisibles para los siguientes gases:

- Partículas totales suspendidas.
- Emisión de monóxido de carbono.
- Emisión de dióxido de azufre.
- Emisión de dióxido de nitrógeno.
- Opacidad.


Tabla N° 03: Características técnicas y parámetros de funcionamiento de equipo incinerador pirolítico. (En la tabla se muestran los distintos resultados de las mediciones de emisión de gases del equipo, cada una de ellas en distintos casos y para cierta carga de funcionamiento del equipo)

|  | | |
|---|---|--|
| Instrumento de recolección de datos | | |
| Ficha de cotejo | | |
| Objetivo. - Recolectar información relacionada con el estado actual de funcionamiento del equipo incinerador pirolítico en un hospital de la región Lambayeque. | | |
| Facultad de ingeniería y arquitectura | Escuela académico profesional de: Ingeniería mecánica eléctrica | |
| Estudiante: Dávila López, Gilmer Eber | Fecha: mayo del 2020 | |
| Título: Optimización del proceso de incineración mediante análisis de parámetros de operación del incinerador pirolítico PV-100 para residuos sólidos, Chiclayo | | |
| Línea de investigación: Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos | | |
| Ítem | Información necesaria | Contenido |
| 1 | Datos generales: | |
| | * Principio de funcionamiento: | * Pirolítico |
| | * Tipo de uso: | * Para incineración de residuos orgánicos y combustibles |
| | * Capacidad: | * 100 kg/hora |
| | * Configuración: | * De cámaras múltiples tipo vertical, con cámara primaria para la descomposición térmica de los materiales orgánicos, una cámara secundaria (termo reactor) para la combustión completa de los gases de carbonización. |
| | * Nivel sonoro: | * A un metro del incinerador no es mayor que 85dB. |
| 2 | Sistema de combustión: | |
| | * Tipo de combustible: | * Trabaja con GLP Comercial |
| | * Componentes del sistema: | * Cuenta con un quemador en la cámara primaria y uno en el termo reactor; con válvula de seguridad y barrido previo de gases |
| | * Temperaturas de trabajo: | * Con el Incinerador a régimen se deberá asegurar las siguientes temperaturas: . En la cámara primaria, entre 800°C y 850°C . En el termo reactor, igual o superior a 1000°C |
| | * Tiempo de residencia de gases: | * El tiempo de residencia de los gases, deberá ser como mínimo: . En la cámara primaria, 0.5 seg a 800°C o más . En el termo reactor, 2 seg a 1000°C o más |
| 3 | Análisis de emisión de gases | medida 1 medida 2 medida 3 medida 4 medida 5 promedio límites permisible s |
| | · Temperatura en Cámara Primaria (°C): | 810 820 820 838 845 826.60 ... |
| | · Temperatura en Cámara Secundaria (°C): | 1020 1040 1050 1050 1060 1044.00 ... |
| | · Velocidad de las emisiones en chimenea (m/h): | 32400 31680 33120 31680 33480 32472.00 ... |
| | · Flujo de gases en chimenea (m3/h): | 3674.53 3592.88 3756.19 3592.88 3797.02 3682.70 ... |
| | · Temperatura de gases (°C): | 69.6 68.9 66 69.2 66.3 68.00 ... |
| | · Contenido de humedad (mg/Nm3): | 1.55 1.58 1.5 1.58 1.48 1.54 ... |
| | · Emisión de partículas (mg/Nm3): | 1.08 1.11 1.05 1.11 1.04 1.08 100 |
| | · Emisión de CO2 (%): | 2.3 2.8 2.3 2.8 2.2 2.48 ... |
| | · Emisión de O2 (%): | 17.4 16.7 17.5 16.7 17.6 17.18 ... |
| | · Emisión de CO (mg/Nm3): | 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 100 |
| | · Emisión de SO2 (mg/Nm3): | 0.00 0.00 0.00 6.65 0.00 1.33 300 |
| | · Emisión de NOx (mg/Nm3): | 148.54 162.63 152.79 224.81 181.48 174.05 380 |
| | · Opacidad: | 1 1 1 1 1 1.00 5 |
| | 4 | Características eléctricas: |
| * Potencia: | | 14 Kw |
| * Tensión: | | 380V - 3F - 60Hz |
| * Corriente: | | 80 Amp |
| | * Resistencia de aislamiento: | > 1000 MΩ |

Fuente: Entidad evaluada y complementada por tesista.

Para determinar el efecto de los parámetros identificados, fijando rangos de pruebas de un equipo incinerador pirolítico, se usaron como una herramienta para la recolección de datos la ficha denominada ficha de cotejo, según lo mostrado a continuación es decir, en esta ficha se tomaron los datos que corresponden a las diferentes mediciones y/o pruebas realizadas al equipo en mención, información referida al análisis de emisión de gases realizados al equipo luego de haberlo reparado y haberle brindado su respectivo mantenimiento correctivo y preventivo.

Tabla N° 04: *Parámetros medidos de equipo incinerador pirolítico. (En la tabla se muestran los distintos resultados de las mediciones de emisión de gases del equipo, cada una de ellas en distintos casos y para cierta carga de funcionamiento del equipo).*

|  | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|---|----------|----------|----------|---------------------|
| Instrumento de recolección de datos | | | | | | | | |
| Ficha de cotejo | | | | | | | | |
| Objetivo. - Recolectar información relacionada con el estado actual de funcionamiento del equipo incinerador pirolítico en un hospital de la región Lambayeque. | | | | | | | | |
| Facultad de ingeniería y arquitectura | | | | Escuela académico profesional de: Ingeniería mecánica eléctrica | | | | |
| Estudiante: Dávila López, Gilmer Eber | | | | Fecha: mayo del 2020 | | | | |
| Título: Optimización del proceso de incineración mediante análisis de parámetros de operación del incinerador pirolítico PV-100 para residuos sólidos, Chiclayo | | | | | | | | |
| Línea de investigación: Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos | | | | | | | | |
| Ítem | Información necesaria | Contenido | | | | | | |
| | Análisis de emisión de gases | medida 1 | medida 2 | medida 3 | medida 4 | medida 5 | promedio | límites permisibles |
| | · Temperatura en Cámara Primaria (°C): | 810 | 820 | 820 | 838 | 845 | 826.60 | ... |
| | · Temperatura en Cámara Secundaria (°C): | 1020 | 1040 | 1050 | 1050 | 1060 | 1044.00 | ... |
| | · Velocidad de las emisiones en chimenea (m/h): | 32400 | 31680 | 33120 | 31680 | 33480 | 32472.00 | ... |
| | · Flujo de gases en chimenea (m ³ /h): | 3674.53 | 3592.88 | 3756.19 | 3592.88 | 3797.02 | 3682.70 | ... |
| | · Temperatura de gases (°C): | 69.6 | 68.9 | 66 | 69.2 | 66.3 | 68.00 | ... |
| 3 | · Contenido de humedad (mg/Nm ³): | 1.55 | 1.58 | 1.5 | 1.58 | 1.48 | 1.54 | ... |
| | · Emisión de partículas (mg/Nm ³): | 1.08 | 1.11 | 1.05 | 1.11 | 1.04 | 1.08 | 100 |
| | · Emisión de CO ₂ (%): | 2.3 | 2.8 | 2.3 | 2.8 | 2.2 | 2.48 | ... |
| | · Emisión de O ₂ (%): | 17.4 | 16.7 | 17.5 | 16.7 | 17.6 | 17.18 | ... |
| | · Emisión de CO (mg/Nm ³): | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100 |
| | · Emisión de SO ₂ (mg/Nm ³): | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.65 | 0.00 | 1.33 | 300 |
| | · Emisión de NO _x (mg/Nm ³): | 148.54 | 162.63 | 152.79 | 224.81 | 181.48 | 174.05 | 380 |
| | · Opacidad: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | 5 |

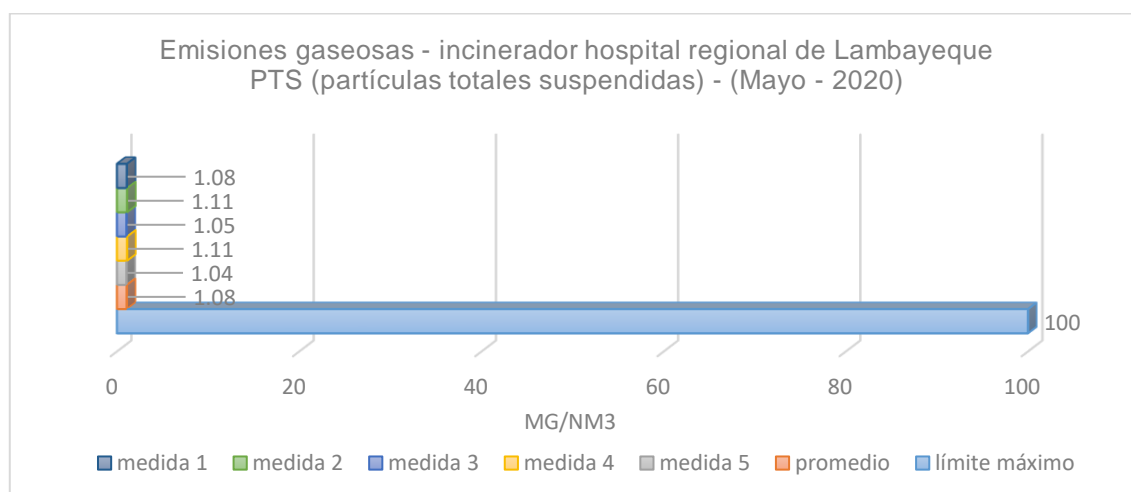
Fuente: Entidad evaluada y complementada por tesista.

De los valores medidos en las diferentes pruebas realizadas al equipo se puede determinar que el efecto de los parámetros determinados luego de haber reparado eficientemente el equipo es muy favorable y no presentan causas adversas. Para poder realizar las pruebas de análisis de emisión de gases de la

combustión, el equipo fue evaluado en cinco momentos, es decir, trabajando a diferentes capacidades de carga. En cada una de estas mediciones se logró constatar las temperaturas de trabajo tanto de la cámara primaria y cámara secundaria, teniendo valores muy similares de temperatura para las cinco mediciones realizadas, concluyendo de esta manera que, tanto trabajando sin carga, a un 25%, 50%, 75% y 100% de carga, el equipo antes de incinerar llega a sus temperaturas ideales de trabajo.

Se analizaron estadísticamente los resultados de las pruebas experimentales realizadas a fin de determinar su validez de un equipo, luego de haber recomendado la reparación óptima del equipo que permita su funcionamiento eficiente, se realizaron los análisis de emisión de gases, las mismas que fueron realizadas por una entidad especializada y certificada, se logró comprobar que el equipo incinerador pirolítico analizado, presentó valores en los parámetros identificados, los mismos que son indicados por DIGESA aceptables y muy por debajo de su límite permisible. Dichas mediciones con los análisis estadísticos de los resultados y para cada caso se detallan a continuación

Para el caso de las mediciones de partículas suspendidas:

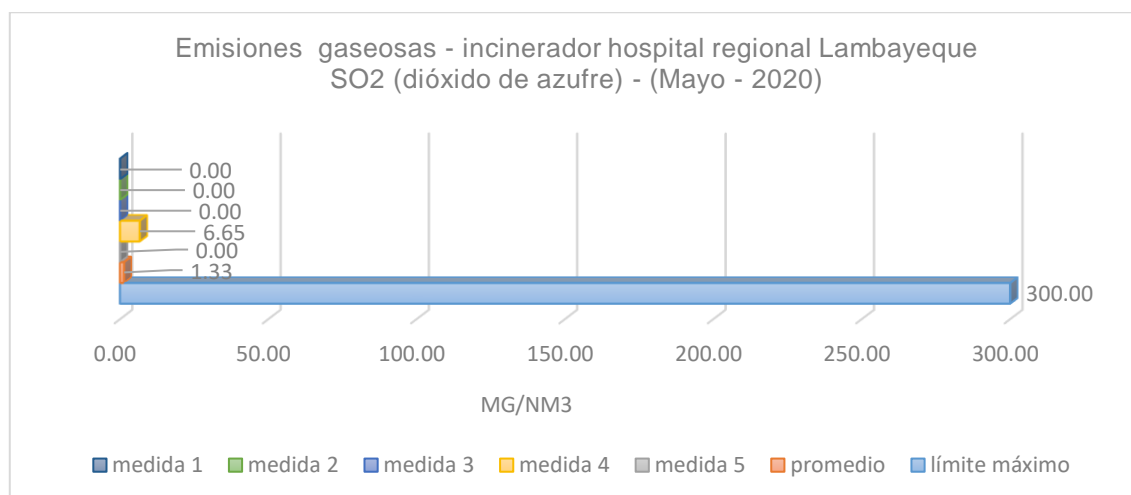


| | límite máximo | promedio | medida 5 | medida 4 | medida 3 | medida 2 | medida 1 |
|--|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PTS | 100 | 1.08 | 1.04 | 1.11 | 1.05 | 1.11 | 1.08 |
| límite máximo partículas totales solicitados por DIGESA 100.00 | | | | | | | |

Gráfico N° 03: Resultados de mediciones de partículas totales suspendidas
Fuente: Propia.

Se muestran valores muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

Para el caso de las mediciones de dióxido de azufre:



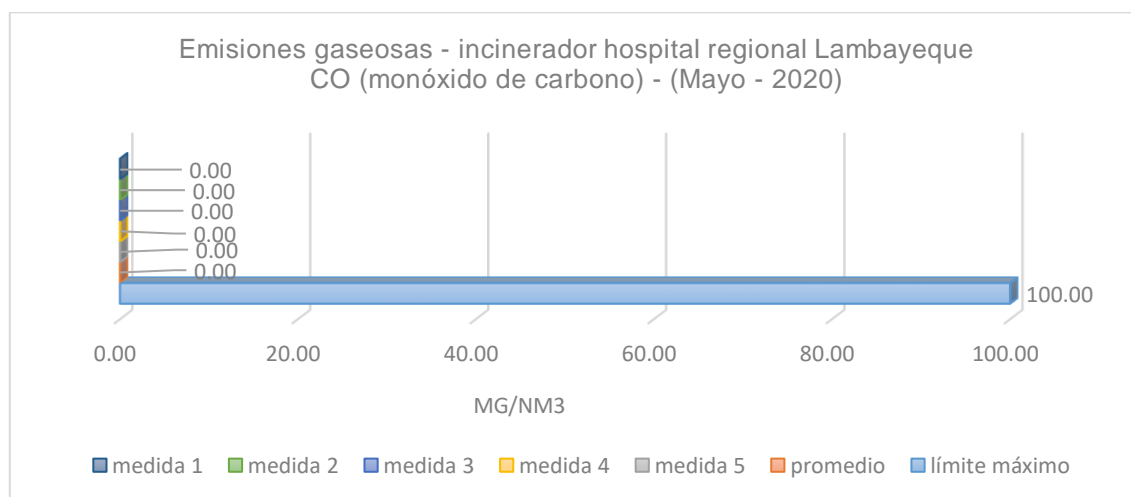
| límite máximo | promedio | medida 5 | medida 4 | medida 3 | medida 2 | medida 1 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 300.00 | 1.33 | 0.00 | 6.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

límite máximo SO2 solicitados por DIGESA 300.00

Gráfico N° 04: Resultados de mediciones de dióxido de azufre
Fuente: Propia.

Se muestran valores muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

Para el caso de las mediciones del monóxido de carbono:



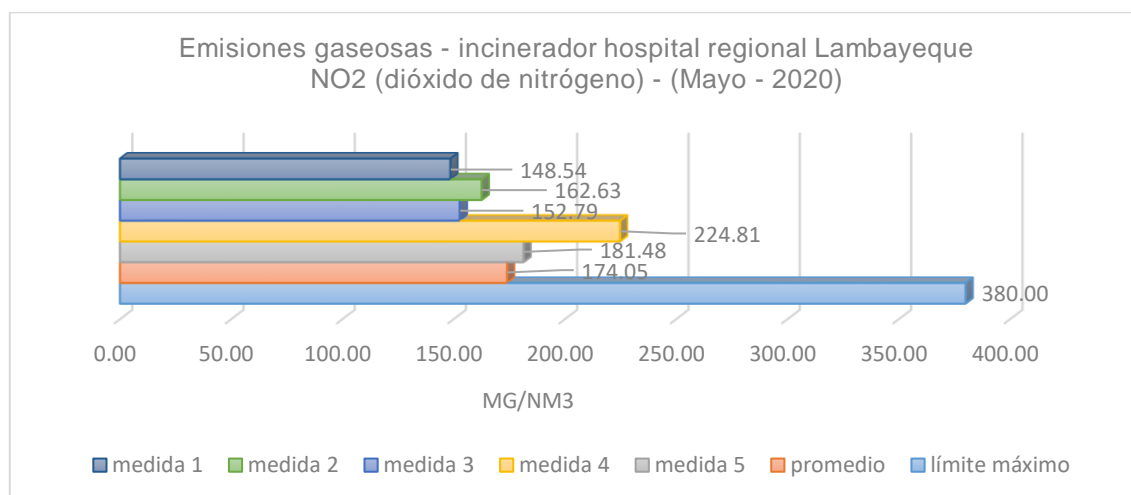
| límite máximo | promedio | medida 5 | medida 4 | medida 3 | medida 2 | medida 1 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

límite máximo CO solicitados por DIGESA 100.00

Gráfico N° 05: Resultados de mediciones de monóxido de carbono
Fuente: Propia.

Se muestran valores cero en las mediciones, muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

Para el caso de las mediciones de dióxido de nitrógeno:



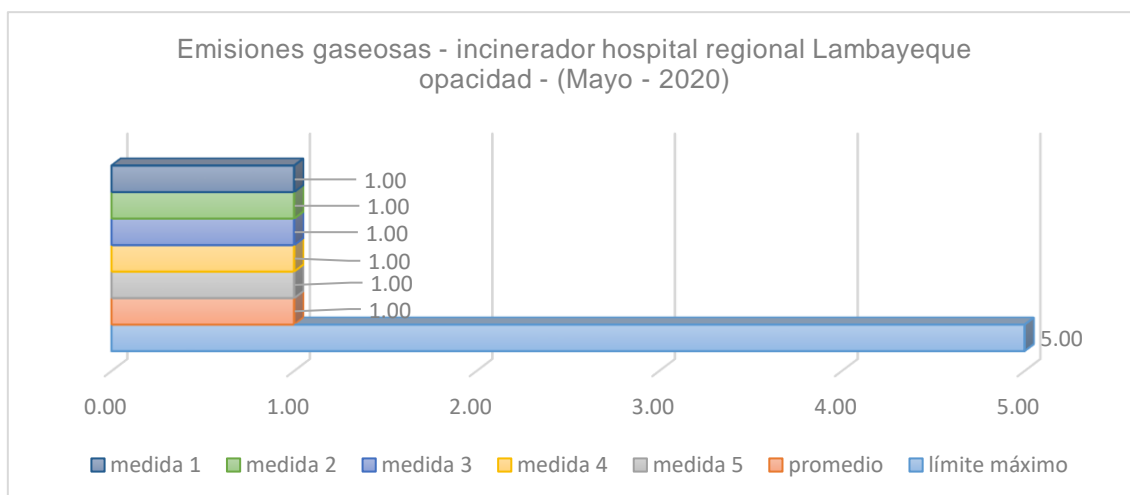
| | límite máximo | Promedio | medida 5 | medida 4 | medida 3 | medida 2 | medida 1 |
|-----|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| NO2 | 380.00 | 174.05 | 181.48 | 224.81 | 152.79 | 162.63 | 148.54 |

límite máximo NO2 solicitados por DIGESA 380.00

Gráfico N° 06: Resultados de mediciones de dióxido de nitrógeno
Fuente: Propia.

Se muestran valores muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

Para el caso de las mediciones de opacidad:



| | límite máximo | promedio | medida 5 | medida 4 | medida 3 | medida 2 | medida 1 |
|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| opacidad | 5.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

límite máximo opacidad solicitados por DIGESA 5

Gráfico N° 07: Resultados de mediciones de opacidad
Fuente: Propia.

Para todos los casos se muestran valores de uno para la variable opacidad muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

Medir parámetros identificados según material a incinerar, evaluando su rentabilidad de un equipo. Para determinar la rentabilidad del equipo incinerador pirolítico, luego de haber reparado el mismo y habiéndose recuperado su eficiencia, se usó como instrumento de recolección de datos la ficha denominada ficha de recolección- guía de análisis de documentos, es decir: en esta guía se tomaron los datos que se solicitó a la entidad y es referida a la información de consumo de combustible GLP que individualmente se tiene de este equipo y corresponde a los valores de combustible consumido por el mismo desde el 28/05/2020 fecha en la cual se realizó el análisis de emisión de gases, a la actualidad, medidos semanalmente. Con los datos obtenidos se pudo calcular la eficiencia actual del equipo, teniendo el mismo en perfectas condiciones luego de su mantenimiento.

Tabla N° 05: Consumos actuales de combustible de equipo incinerador pirolítico.

| Cuadro de consumo GLP - hospital regional Lambayeque | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|--|---------------|---|--------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Rubro | | Equipo: Incinerador pirolítico de 100 KG/H | | | | | | | | | | |
| Tratamiento de residuos | | Modelo | | ECO – TERMO PV-A-100 | | | | | | | | |
| Marca | CIMELCO | | | Control de la eficiencia del equipo, teniendo en cuenta los consumos de combustible | | | | | | | | |
| Fabricante | CIA | Observaciones | | | | | | | | | | |
| N° Serie | CIMELCO | CI – 0137 | | | | | | | | | | |
| Tipo de combustible a controlar: GLP comercial - 65/35 | | | | | | | | | | | | |
| Ítem | Ubicación | Fecha | Consumo BTU/h | Horas de trabajo al día | Total BTU/día por equipo | Total BTU por día | Total de galones de GLP por hora | Total de galones de GLP por día | Total de galones de GLP por semana | Total de galones de GLP por mes | Total de galones de GLP por año | Eficiencia de equipo (%) |
| 1 | Cuarto incinerador pirolítico | Año 2012 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 15.7 | 188.3 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 100.0 |
| 2 | Cuarto incinerador pirolítico | 28/05/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.0 | 192.0 | 1344.0 | 5376.0 | 64512.0 | 98.0 |
| 3 | Cuarto incinerador pirolítico | 2/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 96.8 |
| 4 | Cuarto incinerador pirolítico | 9/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65721.6 | 96.1 |
| 5 | Cuarto incinerador pirolítico | 16/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 96.7 |
| 6 | Cuarto incinerador pirolítico | 23/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65721.6 | 96.1 |

Observación: 1 galón GLP = 95586 BTU

Fuente: Entidad evaluada y complementada por tesista

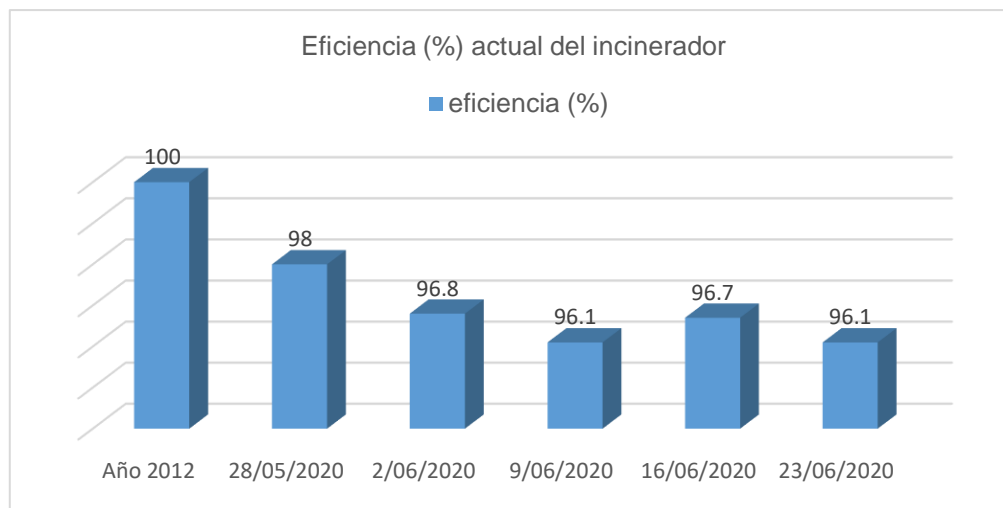


Gráfico N° 08: Eficiencia de equipo incinerador pirolítico, luego de su mantenimiento
Fuente: Propia.

Del cuadro y gráfico anterior se puede verificar que el consumo de combustible, luego de la reparación óptima del equipo ha disminuido considerablemente, llegando a tener eficiencias en las últimas semanas de 98 a 96.1%, con lo cual se comprueba que luego de haber tenido eficiencias de hasta 71.3% se ha logrado recuperar la rentabilidad del mismo; por lo tanto es recomendable el uso del equipo incinerador pirolítico para esta Institución, por ser en la actualidad de gran importancia debido a la crisis sanitaria que se viene dando, es más rentable que el contratar a una empresa prestadora de servicios de eliminación de residuos.

Así mismo se ha podido determinar, cuáles han sido los costos por pagos de combustible teniendo al equipo incinerador pirolítico en estado ineficiente, encontrando valores muy por encima de lo normal y perjudicando económicamente a la entidad, tal es el caso que durante el año 2019 la entidad ha presentado una pérdida considerable debido al consumo excesivo de combustible, la misma que asciende a S/. 101,773.30, tal y como se muestra en los siguientes gráficos, y está directamente relacionada a la eficiencia con la que contaba el equipo.

Tabla N° 06: **Consumos de combustible y pérdidas en costo anuales que se tenía con el equipo ineficiente.**

| Cuadro de costo de consumo y pérdidas de gas GLP - hospital regional Lambayeque | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Rubro | | Equipo: Incinerador pirolítico de 100 KG/H | | | | | | | | | | | | |
| Tratamiento de residuos | | Modelo | | | | | | | | | | ECO – TERMO PV-A-100 | | |
| Marca | CIMELCO | | | | | | | | | | | | | |
| Fabricante | CIA | Observaciones | | | | | | | | | | Cálculo de costo de consumo de combustible y de pérdidas por su ineficiencia | | |
| N° Serie | CIMELCO | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de combustible a controlar: GLP comercial - 65/35 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ítem | Ubicación | AÑO | Consumo BTU/h | Horas de trabajo al día | Total BTU/día por equipo | Total BTU por día | Total de galones de GLP por hora | Total de galones de GLP por día | Total de galones de GLP por semana | Total de galones de GLP por mes | Total de galones de GLP por año | Costo por galón de GLP (S./) | Costo total (S./) | Pérdida por año (S./) |
| 1 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2012 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 15.7 | 188.3 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 5.6 | 35432.6.6 | 0.0 |
| 2 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2013 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 16.8 | 201.6 | 1411.2 | 5644.8 | 67737.6 | 5.6 | 37933.0.6 | 25004.0 |
| 3 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2014 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 17.4 | 208.8 | 1461.6 | 5846.4 | 70156.8 | 5.6 | 39287.8.1 | 38551.5 |
| 4 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2015 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 17.8 | 213.6 | 1495.2 | 5980.8 | 71769.6 | 5.6 | 40190.9.8 | 47583.2 |
| 5 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2016 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 18.4 | 220.8 | 1545.6 | 6182.4 | 74188.8 | 5.6 | 41545.7.3 | 61130.7 |
| 6 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2017 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 19.0 | 228.0 | 1596.0 | 6384.0 | 76608.0 | 5.6 | 42900.4.8 | 74678.2 |
| 7 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2018 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 19.5 | 234.0 | 1638.0 | 6552.0 | 78624.0 | 5.6 | 44029.4.4 | 85967.8 |
| 8 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2019 | 15000.00 | 12 | 18000.000 | 18000.000 | 20.2 | 242.4 | 1696.8 | 6787.2 | 81446.4 | 5.6 | 45609.9.8 | 101773.3 |

Observación: 1 galón GLP = 95586 BTU

Fuente: Propia.

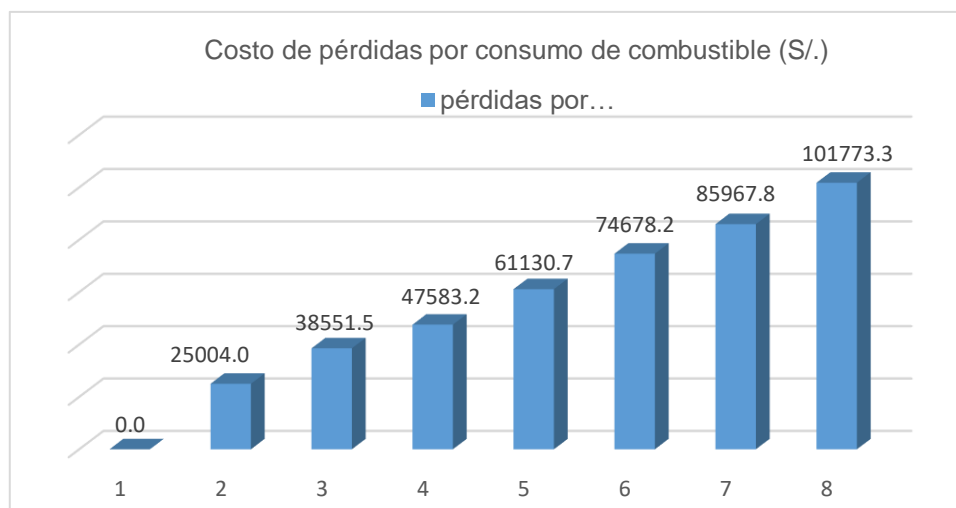


Gráfico N° 09: Costos de pérdidas anuales por consumo excesivo de combustible
Fuente: Propia

Sin embargo, teniendo en cuenta los consumos actuales de combustible esas pérdidas han disminuido considerablemente, pues habiéndose recuperado la eficiencia del equipo, el mismo logrará consumir menos combustible, lo cual se ve reflejado en los siguientes gráficos.

Tabla N° 07: Consumos de combustible y pérdidas en costo anuales que se tenía con el equipo ya recuperado.

| Cuadro de costo de consumo y pérdidas de gas GLP - hospital regional Lambayeque | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|-------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Rubro | | Equipo: Incinerador pirolítico de 100 KG/h | | | | | | | | | | | | |
| Tratamiento de residuos | | Modelo | ECO – TERMO PV-A-100 | | | | | | | | | | | |
| Marca | CIMELCO | | Observaciones | | | | | | | | | | | |
| Fabricante | CIA CIMELCO | | Cálculo del costo de consumo de combustible y las pérdidas por su ineficiencia | | | | | | | | | | | |
| N° Serie | CI – 0137 | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de combustible a controlar: GLP comercial - 65/35 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ítem | Ubicación | Fecha | Consumo BTU/h | Horas de trabajo al día | Total BTU/día por equipo | Total BTU por día | Total de galones GLP por hora | Total de galones de GLP por día | Total de galones de GLP por semana | Total de galones de GLP por mes | Total de galones de GLP por año | Costo por galón de GLP (S/.) | Costo total (S/.) | Pérdida por año (S/.) |
| 1 | Cuarto de incinerador pirolítico | AÑO 2012 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 15.7 | 188.3 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 5.6 | 354326.6 | 0.0 |
| 2 | Cuarto de incinerador pirolítico | 28/05/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.0 | 192.0 | 1344.0 | 5376.0 | 64512.0 | 5.6 | 361267.2 | 6940.6 |
| 3 | Cuarto de incinerador pirolítico | 2/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 5.6 | 365783.0 | 11456.5 |
| 4 | Cuarto de incinerador pirolítico | 9/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65721.6 | 5.6 | 368041.0 | 13714.4 |
| 5 | Cuarto de incinerador pirolítico | 16/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 5.6 | 365783.0 | 11456.5 |
| 6 | Cuarto de incinerador pirolítico | 23/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65721.6 | 5.6 | 368041.0 | 13714.4 |
| Observación: 1 galón GLP = 95586 BTU | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia

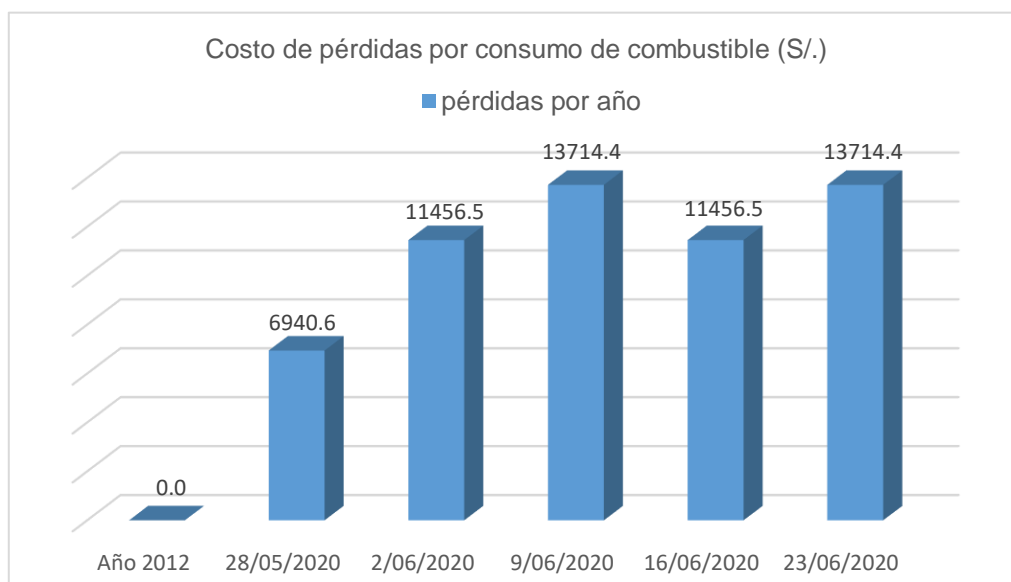


Gráfico N° 10: Costos de pérdidas anuales por consumo de combustible con equipo recuperado

Fuente: Propia

V. DISCUSIÓN

Con la evaluación del estado actual del consumo de combustible, es decir antes del mantenimiento y reparación general del equipo incinerador pirolítico se logró determinar que la eficiencia ha venido presentando alteraciones y/o variaciones a lo largo de su uso (años: 2012 - 2019), con estas eficiencias calculadas a lo largo de los años de funcionamiento se ha podido determinar cuáles son las pérdidas tanto económicas como de confiabilidad, el hecho de tener pérdidas conlleva a que la entidad se vea perjudicada económicamente. Así mismo, se logró identificar que con el transcurrir de los años y tiempo de uso del equipo, su vida útil sea desestimaba llegando a tener al año 2019 una eficiencia del 71.3%, considerada muy por debajo de su eficiencia óptima, con lo cual la problemática por su no funcionamiento eficiente se veía reflejada en la acumulación de residuos sólidos que esta institución produce a diario y que cada vez aumentaba por la pérdida de su rendimiento.

Se recolectó la información necesaria a través de fichas de registro de datos, información correspondiente a los consumos de combustible por hora, día, semana, mes y año; para el periodo comprendido entre el año 2012 al año 2019, de dicha información se puede apreciar que el equipo incinerador pirolítico en función a la cantidad de combustible consumido por año va presentando rendimientos cada vez menores, siendo preocupante el último año (2019), cuyo rendimiento es considerado no ideal y por ende sus parámetros de funcionamiento tampoco lo eran. Perjudicando la salud ambiental de nuestra población y ello debido a las no atenciones oportunas de mantenimiento preventivo.

Con el incremento del consumo de combustible por parte del equipo se logró calcular la eficiencia del mismo, el cual debido a sus diversas falencias originaban que este no brinde el rendimiento requerido, pues es sabido que un equipo cuyas variables de funcionamiento no se conserven, alteran la eficiencia total del mismo, en el caso del equipo incinerador, estas falencias debido a las no atenciones en sus mantenimientos originaban que el mismo se sobre esfuerce provocando consumos excesivos de combustible.

Los parámetros influyentes en la operación del equipo materia de análisis (equipo incinerador pirolítico), corresponden a los datos característicos como: potencia eléctrica, tensión de trabajo, carga de trabajo, consumo de combustible, etc., información referida al sistema de combustión y al análisis de emisión de gases. Con la reparación del equipo, materia del presente informe, se lograron realizar las mediciones de análisis de emisión de gases, dando como resultado parámetros dentro de lo permisible y recomendado por la dirección general de salud ambiental (DIGESA); por lo tanto se puede apreciar que luego de haber optado por ejecutar las recomendaciones del caso, el equipo logró recuperarse, teniendo inclusive eficiencias más acordes y una disminución en el consumo del combustible que conllevaba a pagos excesivos por la adquisición del mismo.

Los parámetros influyentes en las mediciones de emisión de gases, los mismos que cumplen con los límites recomendados y por ende no perjudican al medio ambiente ni a la población, son los siguientes:

- Partículas totales suspendidas.
- Emisión de monóxido de carbono.
- Emisión de dióxido de azufre.
- Emisión de dióxido de nitrógeno.
- Opacidad.

Los valores resultantes de las mediciones realizadas muestran para todas las variables, datos óptimos muy acorde a lo permitido; por lo tanto estos parámetros en la actualidad influyen de manera constante en la conservación del equipo y conservación de la salud ambiental para la población, lo cual no se presentaba con el equipo deficiente, pues ya se demostró que con las piezas y/o accesorios en mal estado este equipo electromecánico se sobre esfuerza provocando un consumo excesivo de combustible.

De acuerdo al efecto de los parámetros identificados, se fijaron rangos de pruebas del equipo incinerador pirolítico, lográndose tomar los datos que corresponden a las diferentes mediciones y/o pruebas realizadas, esta información referida al análisis de emisión de gases realizados al equipo luego de haberlo reparado y

brindado su respectivo mantenimiento correctivo y preventivo. De los valores medidos en las diferentes pruebas realizadas al equipo, se puede determinar que el efecto de los parámetros determinados luego de haber reparado eficientemente el equipo, es muy favorable no presentando causas adversas, por lo tanto, se puede afirmar que un equipo es eficiente si se logra conservar sus variables de funcionamiento, siendo necesario mantener el equipo en óptimas condiciones para ello, es decir con sus atenciones de mantenimiento y/o reparaciones de forma oportuna y en el tiempo que le corresponda.

En función a las variables determinadas, se ha logrado identificar el comportamiento del equipo incinerador para cierto periodo de tiempo, siendo vinculantes los parámetros que intervienen en la emisión de gases, es decir que si los parámetros son no permisibles se identifica que el funcionamiento del equipo no es el ideal, llegando a tener pérdidas en las transferencias de calor productos de las etapas de funcionamiento y por ende eficiencias muy bajas que impiden un correcto procesamiento de los residuos que la entidad hospitalaria tiene.

- Para el caso de las mediciones de partículas suspendidas:
 - Valor promedio: 1,08 mg/Nm³.
 - Valor permisible: 100 mg/Nm³.

Se muestran valores muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

- Para el caso de las mediciones de dióxido de azufre:
 - Valor promedio: 1,33 mg/Nm³.
 - Valor permisible: 300 mg/Nm³.

Se muestran valores muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

- Para el caso de las mediciones del monóxido de carbono:
 - Valor promedio: 0,00 mg/Nm³.
 - Valor permisible: 100 mg/Nm³.

Se muestran valores cero en las mediciones, muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

- Para el caso de las mediciones de dióxido de nitrógeno:

- Valor promedio: 174,05 mg/Nm³.
- Valor permisible: 380 mg/Nm³.

Se muestran valores muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

- Para el caso de las mediciones de opacidad:
 - Valor promedio: 1,0.
 - Valor permisible: 5,0.

Para todos los casos se muestran valores de uno para la variable opacidad, estando muy por debajo de lo permisible; por lo tanto, no existen efectos adversos en el equipo ni para el medio ambiente.

Se puede verificar que el consumo de combustible, luego de la reparación óptima del equipo ha disminuido considerablemente, llegando a tener eficiencias en las últimas semanas de 98 a 96.1%, con lo cual se comprueba que luego de haber tenido eficiencias de hasta 71.3% se ha logrado recuperar la rentabilidad del mismo; por lo tanto es recomendable el uso del equipo incinerador pirolítico para esta institución, por ser en la actualidad debido a la crisis sanitaria que se viene dando más rentable que el contratar a una empresa prestadora de servicios de eliminación de residuos. Así mismo se verifica que la conservación de las variables o parámetros de funcionamiento del equipo referido a la emisión de gases, es fundamental para un óptimo rendimiento del mismo, con lo cual se garantiza los consumos de combustibles ideales, economizando en pagos elevados cuando su eficiencia disminuye.

Se logra también verificar que con la recuperación de la eficiencia del equipo la rentabilidad en el uso del mismo aumenta, lo cual se ve reflejado en el consumo de combustible que actualmente se viene consumiendo, observándose que las pérdidas han disminuido considerablemente. Pues se tiene que en el año 2019 los costos elevados en compra de combustible ascendieron a S/. 101,773.30 y en el año 2020 con el equipo casi recuperado al 100% solo se tendrán pérdidas a lo mucho de S/. 13,714.40, representando costos ya no extraviados y que pueden utilizarse en otras mejoras.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que con la determinación de los parámetros de funcionamiento del equipo incinerador pirolítico, se logra determinar qué tan eficiente e ineficiente es el mismo, para este caso, se pudo identificar que al no tener el equipo un adecuado mantenimiento durante un largo tiempo este fue perdiendo eficiencia, llegando a bajar la misma en el año 2019 a un 71.3%, con lo cual la pérdida en su rendimiento se veía también reflejado en costos excesivos, debido a los pagos de combustible que también aumentaron con la pérdida de su eficiencia.
2. Se concluye que con la identificación del consumo de combustible que el equipo presentaba, se logró determinar el porcentaje de eficiencia perdido con el transcurrir del tiempo, dicha información se puede apreciar que el equipo incinerador pirolítico en función a la cantidad de combustible consumido por año va presentando rendimientos cada vez menores, siendo preocupante el último año (2019), cuyo rendimiento es considerado no ideal y por ende sus parámetros de funcionamiento tampoco lo eran. Perjudicando la salud ambiental de nuestra población y ello debido a las no atenciones oportunas de mantenimiento preventivo.
3. Así también se identifica que la problemática existente en la buena segregación y manejo de residuos es a nivel mundial, siendo los países llamados del primer mundo, los que mejor manejo y control de los mismos tienen, quienes aplicando equipos muy eficientes evitan la cero contaminación producto de los gases resultantes de la combustión de los residuos tratados.
4. Se logró identificar la existencia de equipos incineradores pirolíticos para el tratamiento y eliminación de los residuos a nivel de hospitales del país, sobre todo de la región, los mismos que con ciertos inconvenientes trabajan sin tener en cuenta los parámetros adecuados de funcionamiento y permitidos por la dirección general de salud ambiental (DIGESA).
5. Para el caso evaluado, se identificó la disminución en la eficiencia del equipo incinerador el cual viene trabajando constantemente desde el año 2012 y los consumos de combustible que venía presentando eran muy elevados, con lo cual se logró calcular cual era la eficiencia del equipo con el transcurrir del tiempo, llegando a presentar al año 2019 una disminución en su rendimiento

del 28.7%, lo cual conllevó a costos considerables en pago de combustible para funcionamiento y ello debido a la pérdida de su eficiencia.

6. Se ha logrado calcular las pérdidas en los costos de combustible, los mismos que con el transcurrir de los años iban aumentando, llegando a tener en el año 2019 pérdidas que ascendieron a S/. 101,773.30, sin embargo, también se determinó que con el equipo reparado y recuperado casi al 100% la entidad tendrá menores pérdidas en la compra de combustible, el cual se estima ahora de S/. 13,714.40, reflejándose los ahorros al respecto.
7. Y por último se concluye que las mediciones y evaluación de los parámetros de la emisión de gases juegan un papel muy importante en la evaluación del equipo, siendo además el único medio por el cual se puede sincerar la no contaminación al medio ambiente ni a la población, en la actualidad el equipo viene trabajando entre un 96 a 98% de eficiencia, considerado como factible.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se profundice con un análisis a detalle los parámetros de funcionamiento relacionados con la variable temperatura en las diversas etapas del proceso de incineración, teniendo en cuenta los cambios constantes de este indicador cuando el equipo estuvo ineficiente, con lo cual se ha podido determinar que si las temperaturas aumentan la eficiencia del equipo disminuye.
2. Se recomienda que se investigue la posibilidad del cambio del tipo de combustible para el funcionamiento del equipo, teniendo en cuenta la existencia del gas natural como recurso a usar, determinándose la eficiencia y/o rendimiento con el uso de este insumo.
3. Se recomienda realizar evaluaciones para posibles propuestas referidas al tratamiento del agua residual producto de los procesos de incineración, ya que su demanda es considerable.


REFERENCIAS

- ✓ ALVARADO BONILLA, Felix Roberto; FALLA DE LOS SANTOS, Rodolfo Nicanor. Diseño de un Sistema de Control para un Incinerador Pirolítico de Desechos Médicos para el Centro Médico San Martín–Lambayeque 2016. 2017.
- ✓ FABRICIO, CALDERÓN LLANOS CRISTIAN. CENTRO UNIVERSITARIO QUITO. 2009. Tesis Doctoral. Universidad Técnica Particular de Loja.
- ✓ NORMA TÉCNICA PARA EL MANEJO. Residuos sólidos hospitalarios.
- ✓ NORMAS BÁSICAS PARA EL MANEJO; DE, CAPÍTULO II CICLO DEL MANEJO; CAPÍTULO III, TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE. Norma Técnica de manejo de Residuos sólidos Hospitalarios.
- ✓ SOTO BARRERA, Emiliano. Evaluación de factibilidad técnico-económica de una planta de tratamiento de residuos de atención de salud (REAS) en la región de Los Lagos. 2014.
- ✓ GASTAÑADUI, Hurtado; EDUARDO, Miguel. Propuesta de tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios en centros menores de la ciudad de Trujillo. 2009.
- ✓ ARIZMENDI-BARNES, L. J. Recomendaciones generales para la mejora del diseño y construcción de edificios (3ª y última parte). 1990.
- ✓ DEMERA ORTEGA, Carlos Augusto. Control de desechos hospitalarios generados por la Clínica Dr. Ángel Felicísimo Rojas. 2014. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.
- ✓ NORABUENA PENADILLO, Rafael, et al. Relación entre el manejo de residuos sólidos y el riesgo laboral en el hospital Víctor Ramos Guardia-Huaraz 2013. 2013.
- ✓ PINO ACOSTA, Byron Patricio. Diseño de un protocolo de pruebas en el proceso de incineración en la Empresa INCINEROX. 2017. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- ✓ MANUAL, CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO; DE PAITA, PARA LA PROVINCIA. PROBLEMÁTICA.

- ✓ CHICLAYO, Municipalidad Provincial. Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Organización para el Desarrollo Sostenible ONG-ODS, 2012.

ANEXOS.

Anexo I: Instrumentos de recolección de datos

|  UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO | | | |
|---|----------------------------------|---|--------------------------|
| INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS FICHA DE RECOLECCIÓN | | | |
| OBJETIVO.- Recolectar información necesaria para determinar la cantidad de Combustible GAS GLP consumido por el Equipo Incinerador Piroclítico en un Hospital de la Región Lambayeque. | | | |
| FACULTAD: DE INGENIERÍA | | ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA | |
| ESTUDIANTE: GILMER EBER DÁVILA LÓPEZ | | FECHA: MAYO DEL 2020 | |
| TÍTULO: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE INCINERACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL INCINERADOR PIROCLÍTICO PV-100 PARA RESIDUOS SÓLIDOS, CHICLAYO | | | |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMA ELECTROMECAÑICOS | | | |
| ITEM | INFORMACIÓN NECESARIA | CONTENIDO: TENIENDO EN CUENTA QUE EL INCINERADOR CONSUME 1'500,000 BTU/H (1GALON GLP = 95586 BTU) | EFICIENCIA DE EQUIPO (%) |
| 1 | Consumo de Combustible: año 2012 | Consumo de Combustible: año 2012 (GALONES) | Año 2012 |
| | * Por Hora: | 15.7 | 100 |
| | * Por Día: | 188.3 | |
| | * Por Semana: | 1318.2 | |
| | * Al Mes: | 5272.7 | |
| | * Al Año: | 63272.6 | |
| 2 | Consumo de Combustible: año 2013 | Consumo de Combustible: año 2013 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 16.8 | 92.9 |
| | * Por Día: | 201.6 | |
| | * Por Semana: | 1411.2 | |
| | * Al Mes: | 5644.8 | |
| | * Al Año: | 67737.6 | |
| 3 | Consumo de Combustible: año 2014 | Consumo de Combustible: año 2014 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 17.4 | 89.1 |
| | * Por Día: | 208.8 | |
| | * Por Semana: | 1461.6 | |
| | * Al Mes: | 5846.4 | |
| | * Al Año: | 70156.8 | |
| 4 | Consumo de Combustible: año 2015 | Consumo de Combustible: año 2015 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 17.8 | 86.6 |
| | * Por Día: | 213.6 | |
| | * Por Semana: | 1495.2 | |
| | * Al Mes: | 5980.8 | |
| | * Al Año: | 71769.6 | |
| 5 | Consumo de Combustible: año 2016 | Consumo de Combustible: año 2016 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 18.4 | 82.7 |
| | * Por Día: | 220.8 | |
| | * Por Semana: | 1545.6 | |
| | * Al Mes: | 6182.4 | |
| | * Al Año: | 74188.8 | |
| 6 | Consumo de Combustible: año 2017 | Consumo de Combustible: año 2017 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 19 | 78.9 |
| | * Por Día: | 228 | |
| | * Por Semana: | 1596 | |
| | * Al Mes: | 6384 | |
| | * Al Año: | 76608 | |
| 7 | Consumo de Combustible: año 2018 | Consumo de Combustible: año 2018 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 19.5 | 75.7 |
| | * Por Día: | 234 | |
| | * Por Semana: | 1638 | |
| | * Al Mes: | 6552 | |
| | * Al Año: | 78624 | |
| 8 | Consumo de Combustible: año 2019 | Consumo de Combustible: año 2019 (GALONES) | |
| | * Por Hora: | 20.2 | 71.3 |
| | * Por Día: | 242.4 | |
| | * Por Semana: | 1696.8 | |
| | * Al Mes: | 6787.2 | |
| | * Al Año: | 81446.4 | |

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL LAMBAYEQUE
HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE

Ing. Luis A. Ramos Martínez
JEFE UNIDAD DE MANTENIMIENTO



**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FICHA DE COTEJO**

OBJETIVO.- Recolectar información relacionada con el estado actual de funcionamiento del Equipo Incinerador Piroclítico en un Hospital de la Región Lambayeque.

FACULTAD: DE INGENIERÍA

ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

ESTUDIANTE: GILMER EBER DÁVILA LÓPEZ

FECHA: MAYO DEL 2020

TÍTULO: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE INCINERACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL INCINERADOR PIROCLÍTICO PV-100 PARA RESIDUOS SÓLIDOS, CHICLAYO


LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMA ELECTROMECÁNICOS

| ITEM | INFORMACIÓN NECESARIA | CONTENIDO | | | | | | |
|-------------|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| 1 | DATOS GENERALES: | | | | | | | |
| | - Principio de funcionamiento: | * Piroclítico | | | | | | |
| | - Tipo de Uso: | * Para incineración de residuos orgánicos y combustibles | | | | | | |
| | - Capacidad: | * 100 kg/hora | | | | | | |
| | - Configuración: | * De cámaras múltiples tipo vertical, con Cámara primaria para la descomposición térmica de los materiales orgánicos, una cámara secundaria (termoreactor) para la combustión completa de los gases de carbonización. * A un metro del Incinerador no es mayor que 85dB. | | | | | | |
| | - Nivel sonoro: | * Trabaja con GLP Comercial | | | | | | |
| | SISTEMA DE COMBUSTIÓN: | * Cuenta con un quemador en la cámara primaria y uno en el termoreactor; con Válvula de seguridad y barrido previo de gases | | | | | | |
| | - Tipo de Combustible: | * Con el Incinerador a régimen se deberá asegurar las siguientes temperaturas: - En la Cámara primaria, entre 800°C y 850°C - En el termoreactor, igual o superior a 1000°C | | | | | | |
| 2 | - Componentes del Sistema: | * El tiempo de residencia de los gases, deberá ser como mínimo: - En la Cámara primaria, 0.5 seg a 800°C o más - En el termoreactor, 2 seg a 1000°C o más. | | | | | | |
| | - Temperaturas de Trabajo: | | | | | | | |
| | - Tiempo de Residencia de Gases: | | | | | | | |
| 3 | Análisis de Emisión de Gases | | | | | | | |
| | - Temperatura en Cámara Primaria (°C): | MEDIDA 1 | MEDIDA 2 | MEDIDA 3 | MEDIDA 4 | MEDIDA 5 | PROMEDIO | LIMITES PERMISIBLES |
| | - Temperatura en Cámara Secundaria (°C): | 810 | 820 | 820 | 838 | 845 | 826.60 | ... |
| | - Velocidad de las emisiones en chimenea (m/h): | 1020 | 1040 | 1050 | 1050 | 1060 | 1044.00 | ... |
| | - Flujo de gases en chimenea (m3/h): | 32400 | 31680 | 33120 | 31680 | 33480 | 32472.00 | ... |
| | - Temperatura de Gases (°C): | 3674.53 | 3592.88 | 3756.19 | 3592.88 | 3797.02 | 3682.70 | ... |
| | - Contenido de humedad (mg/Nm3): | 69.6 | 68.9 | 66 | 69.2 | 66.3 | 68.00 | ... |
| | - Emisión de partículas (mg/Nm3): | 1.55 | 1.58 | 1.5 | 1.58 | 1.48 | 1.54 | ... |
| | - Emisión de CO2 (%): | 1.08 | 1.11 | 1.05 | 1.11 | 1.04 | 1.08 | 100 |
| | - Emisión de O2 (%): | 2.3 | 2.8 | 2.3 | 2.8 | 2.2 | 2.48 | ... |
| | - Emisión de CO (mg/Nm3): | 17.4 | 16.7 | 17.5 | 16.7 | 17.6 | 17.18 | ... |
| | - Emisión de SO2 (mg/Nm3): | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100 |
| | - Emisión de NOx (mg/Nm3): | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.65 | 0.00 | 1.33 | 300 |
| - Opacidad: | 148.54 | 162.63 | 152.79 | 224.81 | 181.48 | 174.05 | 380 | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | 5 | |
| | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS: | | | | | | | |
| 4 | - Potencia: | 14 Kw | | | | | | |
| | - Tensión: | 380V - 3F - 60Hz | | | | | | |
| | - Corriente: | 80 Amp | | | | | | |
| | - Resistencia de Aislamiento: | > 1000 MQ | | | | | | |



GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL LAMBAYEQUE
HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE
Ing. Luis A. Ramos Martínez
JEFE UNIDAD DE MANTENIMIENTO

CONSUMO DE GAS IRL

| | | | |
|---|-------------|--|--|
|  | | CUADRO DE CONSUMO DE GAS GLP - HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE | |
| RUBRO | | EQUIPOS: INCINERADOR PIROLÍTICO DE 100 KG/H | |
| TRATAMIENTO DE RESIDUOS | | ECO - TERMO FV-A-100 | |
| MARCA | CIMELCO | MODELO | |
| FABRICANTE | CIA CIMELCO | OBSERVACIONES | |
| N° SERIE | CI - 0137 | CONTROL DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO, TENIENDO EN CUENTA LOS CONSUMOS DE COMBUSTIBLE | |

| TIPO DE COMBUSTIBLE A CONTROLAR: GLP COMERCIAL 65/35 | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| ITEM | UBICACIÓN | AÑO | CONSUMO BTU/H | HORAS DE TRABAJO AL DÍA | TOTAL BTU/DÍA X EQUIPO | TOTAL BTU X DÍA | TOTAL DE GALONES DE GLP X HORA | TOTAL DE GALONES DE GLP X SEMANA | TOTAL DE GALONES DE GLP X MES | TOTAL DE GALONES DE GLP X AÑO | EFICIENCIA DE EQUIPO (%) |
| 1 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2012 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 15.7 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 100.0 |
| 2 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2013 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.8 | 1411.2 | 5644.8 | 67737.6 | 92.9 |
| 3 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2014 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 17.4 | 1461.6 | 5846.4 | 70156.8 | 89.1 |
| 4 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2015 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 17.8 | 1495.2 | 5980.8 | 71769.6 | 86.6 |
| 5 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2016 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 18.4 | 1545.6 | 6182.4 | 74188.8 | 83.7 |
| 6 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2017 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 19.0 | 1596.0 | 6384.0 | 76603.0 | 78.9 |
| 7 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2018 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 19.5 | 1638.0 | 6552.0 | 78624.0 | 75.7 |
| 8 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 2019 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 20.2 | 1696.8 | 6787.2 | 81446.4 | 71.3 |

OBSERVACIÓN: 1 GALÓN GLP = 95586 BTU

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
 GERENCIA REGIONAL CAMBIA
 HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE
 Jefe Unidad de Mantenimiento
 Ing. Luis A. Ramos Naranjo



CONSUMO DE GAS 2020



CUADRO DE CONSUMO DE GAS GLP - HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE

| RUBRO | | EQUIPOS: INCINERADOR PIROLÍTICO DE 100 KG/H | |
|-------------------------|-------------|---|--|
| TRATAMIENTO DE RESIDUOS | | ECO - TERMO PV-A-100 | |
| MARCA | CIMELCO | MODELO | |
| FABRICANTE | CIA CIMELCO | CONTROL DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO, TENIENDO EN CUENTA LOS CONSUMOS DE COMBUSTIBLE | |
| N° SERIE | CI - 0137 | OBSERVACIONES | |

| TIPO DE COMBUSTIBLE A CONTROLAR: GLP COMERCIAL: 65/35 | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| ITEM | UBICACIÓN | FECHA | CONSUMO BTU/H | HORAS DE TRABAJO AL DÍA | TOTAL BTU/DÍA X EQUIPO | TOTAL BTU X DÍA | TOTAL DE GALONES DE GLP X HORA | TOTAL DE GALONES DE GLP X DÍA | TOTAL DE GALONES DE GLP X SEMANA | TOTAL DE GALONES DE GLP X MES | TOTAL DE GALONES DE GLP X AÑO | EFICIENCIA DE EQUIPO (%) |
| 1 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | AÑO 2012 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 15.7 | 188.3 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 100.0 |
| 2 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 28/05/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.0 | 192.0 | 1344.0 | 5376.0 | 64512.0 | 98.0 |
| 3 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 02/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 96.8 |
| 4 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 09/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65721.6 | 96.1 |
| 5 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 16/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 96.7 |
| 6 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 23/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65721.6 | 96.1 |

OBSERVACIÓN: 1GALÓN GLP = 95586 BTU

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
 GERENCIA REGIONAL LAMBAYEQUE
 HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE

Ing. Carlos Ramos Martínez
 JEFE UNIDAD DE MANTENIMIENTO



COSTO 2



CUADRO DE COSTO DE CONSUMO Y PÉRDIDAS DE GAS GLP - HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE

| RUBRO | | EQUIPOS: INCINERADOR PIROLÍTICO DE 100 KG/H | |
|-------------------------|-------------|---|--|
| TRATAMIENTO DE RESIDUOS | | ECO - TERMO PV-A-100 | |
| MARCA | CIMELCO | MODELO | |
| FABRICANTE | CIA CIMELCO | OBSERVACIONES | |
| N° SERIE | CI - 0137 | CÁLCULO DEL COSTO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LAS PÉRDIDAS POR SU INEFICIENCIA. | |

| TIPO DE COMBUSTIBLE A CONTROLAR: GLP COMERCIAL: 65/35 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| ITEM | UBICACIÓN | FECHA | CONSUMO BTU/H | HORAS DE TRABAJO AL DÍA | TOTAL BTU/DÍA X EQUIPO | TOTAL BTU X DÍA | TOTAL DE GALONES DE GLP X HORA | TOTAL DE GALONES DE GLP X DÍA | TOTAL DE GALONES DE GLP X SEMANA | TOTAL DE GALONES DE GLP X MES | TOTAL DE GALONES DE GLP X AÑO | COSTO X GALÓN DE GLP (S/.) | COSTO TOTAL (S/.) | PÉRDIDA X AÑO (S/.) |
| 1 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | AÑO 2012 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 15.7 | 188.3 | 1318.2 | 5272.7 | 63272.6 | 5.6 | 354326.6 | 0.0 |
| 2 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 28/05/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.0 | 192.0 | 1344.0 | 5376.0 | 64512.0 | 5.6 | 361267.2 | 6940.6 |
| 3 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 02/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 5.6 | 365783.0 | 11456.5 |
| 4 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 09/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65711.6 | 5.6 | 368041.0 | 13714.4 |
| 5 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 16/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.2 | 194.4 | 1360.8 | 5443.2 | 65318.4 | 5.6 | 365783.0 | 11456.5 |
| 6 | CUARTO DE INCINERADOR PIROLÍTICO | 23/06/2020 | 1500000 | 12 | 18000000 | 18000000 | 16.3 | 195.6 | 1369.2 | 5476.8 | 65711.6 | 5.6 | 368041.0 | 13714.4 |

OBSERVACIÓN: 1GALÓN GLP = 95586 BTU

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
 GERENCIA REGIONAL LAMBAYEQUE
 HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE
 Iny. Lays A. Ruiz Martínez
 JEFE UNIDAD DE MANTENIMIENTO



Anexo II: Informe de análisis de emisión de gases de equipo.



SS TRADERS & MARKERS S.A.C.

El Planeta Azul por siempre

**INFORME
DE
EMISIÓN DE GASES**

EQUIPO : INCINERADOR PIROLITICO
MODELO : ECO-TERMO PV-A-100.
MARCA : CIMELCO
N° DE SERIE : CI-0137
CAPACIDAD : 100 KGS/HORA
TENSION : 380 V - 60 HZ
AÑO FABRIC. : 2010
**UBICACIÓN : HOSPITAL REGIONAL
DE LAMBAYEQUE**
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : CHICLAYO
DISTRITO : CHICLAYO
DIRECCION : AV. AUGUSTO B. LEGUIA S/N

MAYO-2020





INDICE

I. INTRODUCCIÓN

- A. Objetivos
- B. Alcances
- C. Especificaciones Técnicas
 - 1. Función
 - 2. Especificaciones
- D. Metodología de Trabajo
 - 1. En Campo
 - 2. En Gabinete

II. MONITOREO DE EMISIONES GASEOSAS

- 1. Nombre de la Unidad
- 2. Ubicación
- 3. Fecha de Monitoreo

III. RESULTADOS DEL MONITOREO

- 1. Datos de placa
- 2. Resultados DE Emisiones gaseosas según tabla US-EPA AP-42
- 3. Gráfico de Emisiones Gaseosas
- 4. Winchas de medición del incinerador

IV. DISCUSION DE RESULTADOS

- 1. Discusión de resultados según resultados obtenidos
- 2. Conclusiones
- 3. Recomendaciones

V. EQUIPO UTILIZADO

- 1. Datos técnicos Analizador de gases.
- 2. Certificado de Calibración





I. INTRODUCCION

A solicitud de la empresa Cia. Industrial de Materiales Electro-mecánicos - "CIMELCO S.R.L", el día 28 de Mayo del 2020; se realizó los análisis de emisión de gases del Incinerador Pirolítico, Modelo ECO-TERMO PV-A-100, fabricación CIMELCO, Ubicado en el Hospital Regional de Lambayeque - MINSA.

A. OBJETIVOS

El Informe tiene por finalidad la identificación de que las emisiones del incinerador no son nocivas a las personas ni al medio ambiente y verificar el valor de las emisiones gaseosas generados y el reconocimiento de las características del equipamiento e instalaciones del Incinerador Pirolítico.

B. ALCANCES

Para efectos del trabajo de campo se han tomado en consideración las recomendaciones más relevantes de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, en el documento 40 CFR parte 60, Estándares de Funcionamiento de Nuevas Fuentes Estacionarias y Guías de Emisión para fuentes existentes: Incinerador para residuos Hospitalarios / Médicos / Infecciosos.

A continuación se detallan los alcances del presente trabajo:.

- Ejecución del monitoreo: Emisiones Gaseosas
- Recopilación de información técnica complementaria.
- Elaboración de informe que incluye:
 1. Resultados de análisis de emisiones gaseosas en el Incinerador Pirolítico, fabricación CIMELCO.
 2. Comentarios.
 3. Conclusiones y Recomendaciones.

C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Función

Los incineradores pirolíticos diseñados y fabricados por CIMELCO, están diseñados para la destrucción térmica o incineración de desechos.

Los tipos de desechos que son tratados en estos incineradores son de composición heterogénea; en los cuales podemos encontrar restos de materiales sólidos, semi-sólidos, patológicos, en algunos casos muestras de PVC y otros similares.





2. Especificaciones

a. Componentes y descripción del Sistema de Incineración

Componentes principales:

- Cámara primaria o pirolítica.
- Cámara secundaria o reactor térmico.
- Quemadores (Primario y secundario) GLP
- Extractor Motorizado
- Sistema de agua para enfriamiento de cámara primaria o de pirolisis.
- Válvulas Automáticas reguladoras de Aire
- Panel de Control
- Una puerta, para la carga de los desechos al incinerador y una para la evacuación de cenizas.
- Chimenea
- La cámara de pirolisis y la cámara de tratamiento de gases, cuentan con sensores pirométricos del tipo "K"
- Tableros de control automático, con panel visual digital de parámetros de operación.
- Sistema de lavado de gases y Filtrado de gases

b. Descripción del Sistema

El sistema de incineración pirolítica está compuesto principalmente de dos cámaras, cámara primaria o pirolítica y una cámara secundaria o reactor térmico.

En la cámara primaria de carbonización a baja temperatura, los desechos se carbonizan en una combustión incompleta por deficiencia de aire. Esta reacción genera gases con alto contenido de carbón.

Luego estos gases pasan a la cámara secundaria o Reactor Térmico, para combinarse con aporte de aire controlado con válvulas automáticas a fin de combustionar los gases que emergen de la cámara primaria.

Para garantizar un correcto tratamiento térmico de los gases, éstos tienen un tiempo adecuado de residencia y temperatura alta apropiada y suficiente para quemar el flujo de gases con compuestos orgánicos y partículas volátiles, compuestos aromáticos e hidrocarburos halogenados. Estos gases se descomponen térmicamente mediante la oxidación a H₂O y CO₂ con oxígeno.



Cámara primaria o cámara de carbonización:

La cámara primaria está conformada por un hogar o compartimiento de carbonización, construido con ladrillo refractario y aislante térmico, en



la parte frontal cuenta con una puerta para carga de desechos y otra para retiro de cenizas; las mismas que cuenta con sistema de bloqueo de seguridad de no apertura de puertas, durante el proceso de incineración.

d. Cámara secundaria o Reactor Térmico

La cámara secundaria está ubicada en la parte superior de la cámara primaria y está conformada por un hogar o compartimiento de combustión de gases, construido con refractario monolítico y aislante térmico.

Asimismo, ésta cámara secundaria cuenta con un quemador y conductos para dosificación de aire auxiliar, en dos niveles.

Los gases que emergen de la cámara primaria, son enriquecidos con aire y son quemados o combustionados por el quemador; el mismo que sirve para precalentar la cámara secundaria y encendido de los gases de combustión.

e. Sistema de lavado de gases y Filtrado de gases

El Sistema de Lavado de Gases estará basada en una Torre Lavadora tipo Venturi, mediante el cual el gas contaminado entra en un Venturi en donde choca con el líquido lavador. En el cuello húmedo, a medida que los gases pasan por un orificio anular, se adquieren velocidades entre 3,600 y 6000 m/min.

Debido a estas altas velocidades el líquido se pulveriza formando infinidad de gotas pequeñas. La gran diferencia entre la velocidad de la corriente gaseosa y la de las gotas finalmente divididas, aumenta la posibilidad de contacto partícula - gota de agua.

A medida que el gas abandona la sección venturi y se desacelera, también hay impacto entre partículas y las gotas de agua luego el conglomerado es removido centrífugamente en la sección sincrónica.

D. METODOLOGIA DE TRABAJO

1. En Gabinete:

- Calibración de los instrumentos y equipos de muestreo.
- Elaboración del informe preliminar.
- Discusión de resultados y conclusiones
- Elaboración del informe final.

2. En Campo:



Reconocimiento de las instalaciones y facilidades de operación.

Pre-calentamiento y calibración del incinerador.

Identificación del punto de medición.

- Toma de muestras de emisiones gaseosas.



II. MONITOREO DE EMISIONES GASEOSAS

1. Nombre de la Unidad de Ubicación del Incinerador

Sala de Incineración del Monitoreo Ambiental del Incinerador Pirolítico del Hospital Regional de Lambayeque.

2. Ubicación

Distrito : Chiclayo
Provincia : Chiclayo
Departamento : Lambayeque

3. Fecha de Monitoreo :

Fecha : 28 DE MAYO DEL 2020





III -RESULTADOS DEL MONITOREO

1 Los resultados obtenidos en el monitoreo de Emisiones Gaseosas - correspondiente a la CARGA del Incinerador Piroclítico, donde se analizaron los principales parámetros que se observan en el siguiente cuadro:

DATOS TECNICOS DE LA PLACA DE CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

| | | |
|--------------------------------|---|------------------------|
| MARCA | : | CIMELCO |
| EQUIPO | : | INCINERADOR PIROLITICO |
| MODELO | : | ECO - TERMO PV-A-100 |
| CAPACIDAD | : | 100 KILOS/HORA |
| NUMERO DE SERIE DE INCINERADOR | : | CI-0137 |
| TENSION | : | 380V / 60Hz |
| AÑO FABRICACION | : | 2010 |

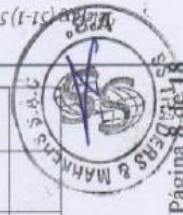




TABLA DE EMISIONES US-EPA AP-42

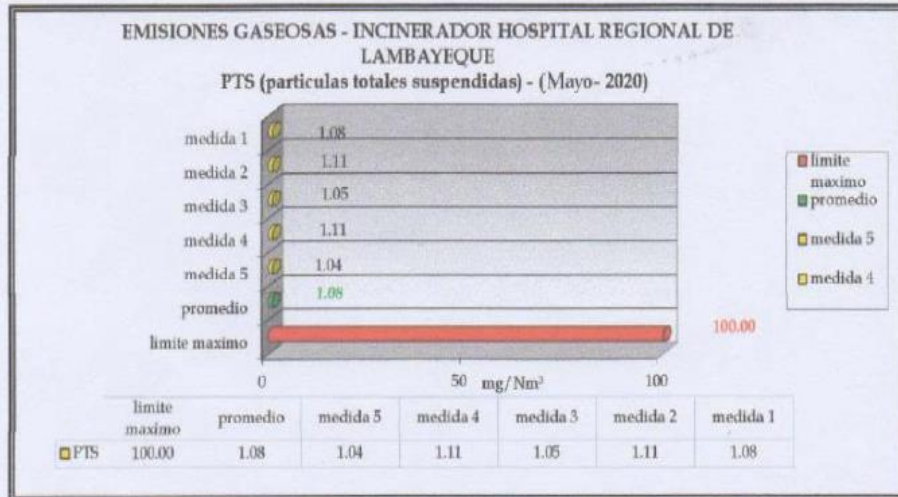
EQUIPO : INCINERADOR PIROLITICO
 MODELO : ECO TERMO PV - A - 100
 MARCA : CIMELCO
 CAPACIDAD : 100 KG/HR
 TENSION : 380 V / 60Hz
 AÑO FABRICACION : 2010

| Fuentes de Emisión N°/Nombre | Tiempo de Emisión | | Flujo y Velocidad de Gases | | Flujo de Masa y Temperatura de Gases kg/h °C | Altura y Diámetro de Chimenea | | Análisis de las Emisiones (Composición en Base Seca) | | | | | | | |
|---|-------------------|--------|----------------------------|-----------|--|-------------------------------|-------|--|------------|------------|-----------|------------|------------|-------|-------|
| | h/día | h/mes | m³/hr. | m/hr. | | m | m | Opacidad | PTS mg/Nm³ | SO₂ mg/Nm³ | CO mg/Nm³ | NOx mg/Nm³ | HNM mg/Nm³ | CO₂ % | O₂ % |
| MEDIDA 1 | 10.00 | 240.00 | 3,674.53 | 32,400.0 | 3797.2 | 69.6 | 14 | 0.48 | 1 | 1.08 | 0.00 | 148.54 | 1.55 | 2.3 | 17.4 |
| MEDIDA 2 | 10.00 | 240.00 | 3,592.88 | 31,680.0 | 3,727.1 | 68.9 | 14 | 0.48 | 1 | 1.11 | 0.00 | 162.63 | 1.58 | 2.8 | 16.7 |
| MEDIDA 3 | 10.00 | 240.00 | 3,756.19 | 33,120.0 | 3,923.3 | 66.0 | 14 | 0.48 | 1 | 1.05 | 0.00 | 152.79 | 1.50 | 2.3 | 17.5 |
| MEDIDA 4 | 10.00 | 240.00 | 3,592.88 | 31,680.0 | 3,723.8 | 69.2 | 14 | 0.48 | 1 | 1.11 | 6.65 | 224.81 | 1.58 | 2.8 | 16.7 |
| MEDIDA 5 | 10.00 | 240.00 | 3,797.02 | 33,480.0 | 3,960.8 | 66.3 | 14 | 0.48 | 1 | 1.04 | 0.00 | 181.48 | 1.48 | 2.2 | 17.6 |
| PROMEDIO | 10.00 | 240.00 | 3,682.70 | 32,472.00 | 3,826.47 | 68.00 | 14.00 | 0.48 | 1 | 1.08 | 1.33 | 174.05 | 1.54 | 2.48 | 17.18 |
| Límites permisibles para Incineradores | | | | | | | | | 5 | 100 | 300 | 100 | 380 | | |

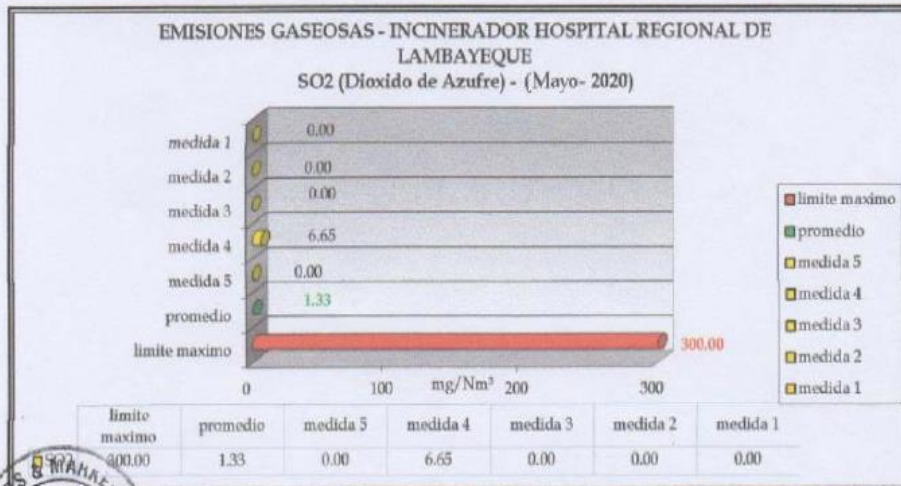




GRAFICOS DE EMISIONES

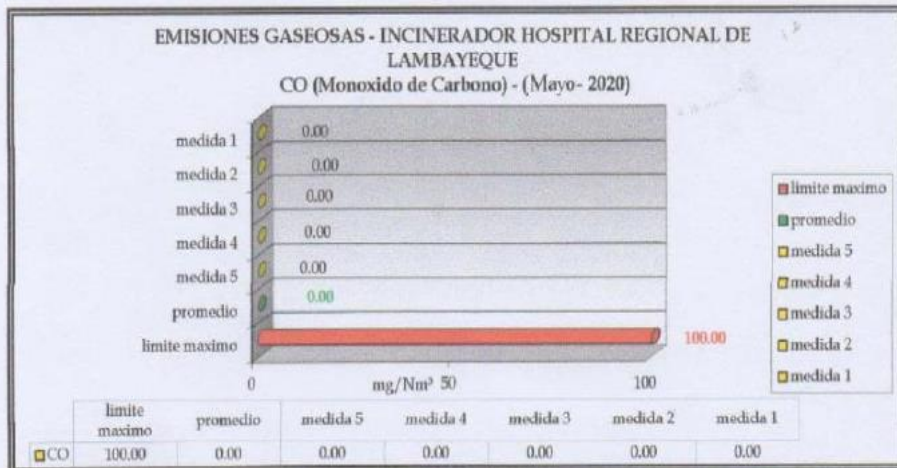


Limite Máximo Partículas Totales solicitados por DIGESA 100,00

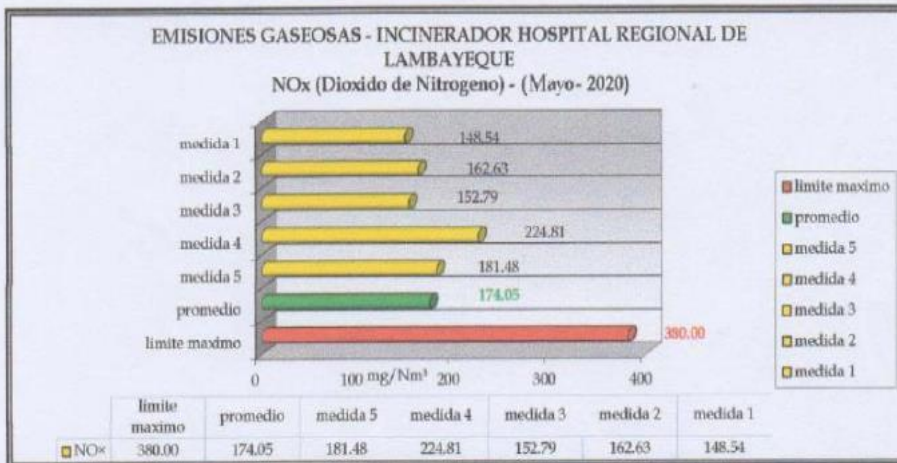


Limite Máximo SO2 solicitados por DIGESA 300,00





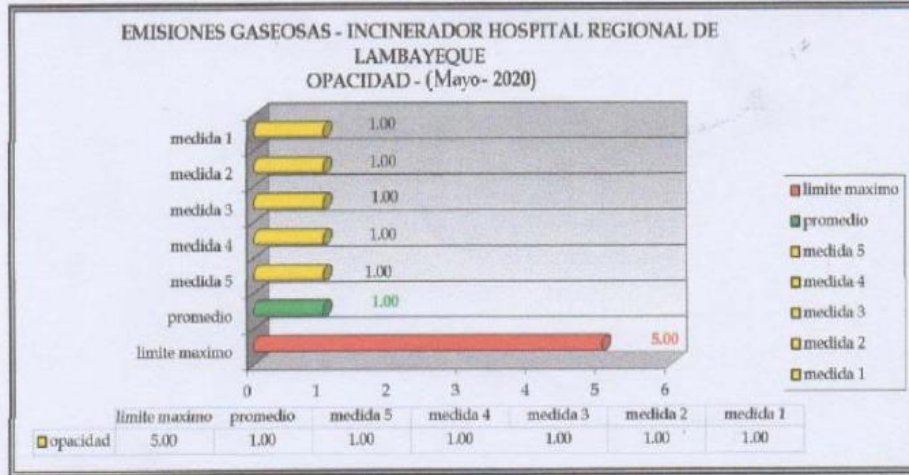
Limite Máximo CO solicitados por DIGESA 100,00



Limite Máximo NO2 solicitados por DIGESA 380,00

Nota: Los valores registrados están en NOx que significa la suma de todos los valores nitrogenados (NO, NO2) así los valores son menores al límite solicitado por ESSALUD





Limite Máximo opacidad solicitados por DIGESA 5





WINCHAS INCINERADOR LAMBAYEQUE

| Medición N° 1 | Medición N° 2 | Medición N° 3 |
|---|--|--|
| <pre> ***** Measurem. Delta 2000-IU ***** 28.05.20 13:29 Propane 13.7 % T-Gas 69.6 °C T-Amb. 26.1 °C O2 17.4 % CO2 2.3 % Losses 6.4 % Effic. 93.6 % Exc.Air 4.88 CO 0 PPM CO/0%O2 0 PPM CO/ 4%O2 0 mg CO/m3 0 mg NO 25 PPM NO/0%O2 146 PPM NO/ 4%O2 156 mg NO/m3 33 mg NOx 26 PPM NOx/0%O2 152 PPM NOx/ 4%O2 250 mg NOx/m3 53 mg SO2 0 PPM SO2/ 4%O2 0 mg SO2/m3 0 mg </pre> | <pre> ***** Measurem. Delta 2000-IU ***** 28.05.20 13:55 Propane 13.7 % T-Gas 68.9 °C T-Amb. 27.1 °C O2 16.7 % CO2 2.3 % Losses 6.7 % Effic. 93.3 % Exc.Air 4.88 CO 0 PPM CO/0%O2 0 PPM CO/ 4%O2 0 mg CO/m3 0 mg NO 32 PPM NO/0%O2 156 PPM NO/ 4%O2 178 mg NO/m3 43 mg NOx 34 PPM NOx/0%O2 166 PPM NOx/ 4%O2 277 mg NOx/m3 78 mg SO2 0 PPM SO2/ 4%O2 0 mg SO2/m3 0 mg </pre> | <pre> ***** Measurem. Delta 2000-IU ***** 28.05.20 14:23 Propane 13.7 % T-Gas 66.0 °C T-Amb. 23.0 °C O2 17.2 % CO2 2.2 % Losses 8.2 % Effic. 91.8 % Exc.Air 6.00 CO 0 PPM CO/0%O2 0 PPM CO/ 4%O2 0 mg CO/m3 0 mg NO 25 PPM NO/0%O2 158 PPM NO/ 4%O2 160 mg NO/m3 33 mg NOx 26 PPM NOx/0%O2 156 PPM NOx/ 4%O2 257 mg NOx/m3 53 mg SO2 0 PPM SO2/ 4%O2 0 mg SO2/m3 0 mg </pre> |
| Medición N° 4 | Medición N° 5 | |
| <pre> ***** Measurem. Delta 2000-IU ***** 28.05.20 14:56 Propane 13.7 % T-Gas 69.2 °C T-Amb. 26.2 °C O2 16.7 % CO2 2.3 % Losses 6.5 % Effic. 93.1 % Exc.Air 4.88 CO 0 PPM CO/0%O2 0 PPM CO/ 4%O2 0 mg CO/m3 0 mg NO 45 PPM NO/0%O2 228 PPM NO/ 4%O2 237 mg NO/m3 63 mg NOx 47 PPM NOx/0%O2 229 PPM NOx/ 4%O2 379 mg NOx/m3 96 mg SO2 1 PPM SO2/ 4%O2 12 mg SO2/m3 3 mg </pre> | <pre> ***** Measurem. Delta 2000-IU ***** 28.05.20 15:26 Propane 13.7 % T-Gas 66.3 °C T-Amb. 28.7 °C O2 17.6 % CO2 2.2 % Losses 7.6 % Effic. 92.4 % Exc.Air 6.18 CO 0 PPM CO/0%O2 0 PPM CO/ 4%O2 0 mg CO/m3 0 mg NO 20 PPM NO/0%O2 179 PPM NO/ 4%O2 195 mg NO/m3 39 mg NOx 38 PPM NOx/0%O2 185 PPM NOx/ 4%O2 310 mg NOx/m3 62 mg SO2 0 PPM SO2/ 4%O2 0 mg SO2/m3 0 mg </pre> | |





IV. DISCUSIONES DE RESULTADOS

Culminado el trabajo de campo y habiendo realizado la medición de gases emitidos en el Incinerador Piroclítico, del Hospital Regional de Lambayeque, fabricado por la Cia. Cimelco SRL. Se describe lo siguiente:

♦ Cuadro Tabla de emisiones US-EPA AP-42

En el monitoreo mostrado en el presente cuadro se realizaron cinco (05) medición de gases en la etapa de incineración, es decir 05 cargas diferentes trabajando: con residuos mixtos (papeles, PVC) y restos.

Los valores registrados no sobrepasan los límites internacionales, ni los solicitados por DIGESA, para el protocolo de pruebas indicados como valores máximos permisibles de las emisiones, para incineradores Hospitalarios recomendados por la CONAM, según cuadro siguiente:

LIMITE MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION PARA INCINERADORES HOSPITALARIOS

| CONTAMINANTE | LIMITE | TIEMPO PROMEDIO |
|--|----------------------|----------------------|
| PARTICULAS TOTALES | 100mg/m ³ | Puntual(directo) |
| MONOXIDO DE CARBONO(CO) | 100mg/m ³ | 1 Hora(prom. 10seg) |
| DIOXIDO DE AZUFRE(SO ₂) | 300mg/m ³ | Puntual(directo) |
| DIOXIDO DE NITROGENO(NO ₂) | 380mg/m ³ | Puntual(directo) |
| OPACIDAD | 5% | 1 Hora(prom 10 seg.) |





CONCLUSIONES

En Resumen se observa que los gases emitidos por el Incinerador Pirolítico, según las pruebas efectuadas, no sobrepasan los límites permisibles

Lo anteriormente expuesto se traduce en los resultados de los análisis en los que se ha verificado que las concentraciones en comparación con los límites para incineradores hospitalarios nos demuestran que estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por ley.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable que para una correcta optimización en el control de emisiones de gases debe de realizarse previamente una clasificación y/o segregación adecuada de los desechos a incinerar.
- El hospital deberá considerar el reciclaje de material no contaminados, como es el caso de cartones plásticos y otros que acepten el reciclaje.
- Es recomendable un control periódico de la buena operación y mantenimiento del sistema de incineración.
- Se recomienda nombrar un técnico responsable, con presencia permanente, durante el tiempo de incineración, desde su inicio o encendido del equipo, hasta el final de la jornada de trabajo, con el fin de garantizar una buena operación del incinerador y por ende la protección del medio ambiente.
- Se recomienda realizar mediciones periódicas para corroborar que el incinerador mantiene el nivel bajo de contaminación.





V. EQUIPOS UTILIZADOS

A. ANALIZADOR DE GASES

Para la realización de estos monitoreos se utilizó el Analizador de gases MRU en su modelo DELTA 2000 - IV - CD con las siguientes características técnicas:

A.1 Especificaciones Técnicas

Marca . MRU GmbH
Modelo : DELTA 2000 - CD - IV
Procedencia . Alemania
Certificación : TÜV By Reg 148

A.2 Rangos de Medición:

| | |
|--|---------------------------|
| ◆ Oxígeno | 0 - 21.0 % vol. |
| ◆ Monóxido de Carbono 1 (CO) | 0 - 10 000 ppm. |
| ◆ Dióxido de Carbono (CO ₂) | 0 - 20 % |
| ◆ Monóxido de Nitrógeno (NO _x) | 0 - 4 000 ppm |
| ◆ Dióxido de Azufre (SO ₂) | 0 - 4 000 ppm |
| ◆ Temperatura de succión | 0 - 150 °C |
| ◆ Temperatura del gas. | 0 - 1 600 °C |
| ◆ Eficiencia- ETA | 0 - 120 % |
| ◆ Perdida | % |
| ◆ Exceso de Aire - Lambda | Cálculo |
| ◆ Hollín u Opacidad | 1 - 9 Índice de Bacharach |

A.3 Precisión:

| | |
|--|---|
| ◆ Oxígeno | < 0,2 % |
| ◆ Monóxido de Carbono (CO) | < 400 ppm ± 20 ppm > 400 ppm ± 5% de la medición |
| ◆ Dióxido de Carbono (CO ₂) | ± 2% del valor de la medición |
| ◆ Monóxido de Nitrógeno (NO _x) | < 100 ppm ± 5 ppm > 100 ppm ± 5% de la medición |
| ◆ Dióxido de Azufre (SO ₂) | < 100 ppm ± 5 ppm > 100 ppm ± 5% de la medición |
| ◆ Temperatura | ± 1 % |
| ◆ Hollín u Opacidad | ± 0,031 |





A.4 Resolución:

| | |
|--|----------|
| ◆ Oxígeno | 0.1 % |
| ◆ Monóxido de Carbono (CO) | 1 ppm |
| ◆ Dióxido de Carbono (CO ₂) | 0.1 % |
| ◆ Monóxido de Nitrógeno (NO _x) | 1 ppm |
| ◆ Dióxido de Azufre (SO ₂) | 1 ppm |
| ◆ Temperatura | 0.1 °C |
| ◆ Tiro | 0.01 hPa |
| ◆ Hollín | 0.01 I |

A.5 Sensores de Medición:

| | |
|--|----------------------|
| ◆ Oxígeno | Celda Electroquímica |
| ◆ Monóxido de Carbono (CO) | Celda Electroquímica |
| ◆ Dióxido de Carbono (CO ₂) | Cálculo |
| ◆ Monóxido de Nitrógeno (NO _x) | Celda Electroquímica |
| ◆ Dióxido de Azufre (SO ₂) | Celda Electroquímica |
| ◆ Temperatura | Termocupla NiCrNi |
| ◆ Tiro | Sensor |

Se adjunta certificado de calibración del equipo utilizado en el presente monitoreo, emitido por MRU, con fecha 10-10-2019 con una vigencia de 1 año, el mismo que acredita las correctas mediciones efectuadas.





Calibration Certificate

For the instrument Delta 2000 CD-IV

For the serial number 286 026

We confirm, that the above mentioned control unit was calibrated:

The adjustment and calibration of the flue gas analyser has been made with certified test gases. Other measuring procedures correspond with the technical regulations and norms valid at the time of measurement.

Measuring installations:
Measurement with certified test gases
Measuring results:

| Test Gases | Nominal value | Upper/Lower Limits | Actual Value | Age of Sensor | Test Gas Vendor | Bottle Number |
|----------------------|---------------|--------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|
| CO in ppm | 498 | +/- 25 | 501 | 10/11 | Air Liquide | 2981A |
| O2 in Vol. % | 2,0 | +/- 0,3 | 2,1 | 10/11 | Air Liquide | 2981A |
| NO in ppm | 80 | +/- 4 | 79 | 06/04 | Air Liquide | 2540A |
| Special Gases | | | | | | |
| SO2 in ppm | 503 | +/- 25 | 505 | 11/04 | Air Liquide | 1697C |
| in ppm | | +/- | | | | |
| in | | +/- | | | | |
| in | | +/- | | | | |
| in | 20 | +/- | | | | |
| Temperatur | 250 °C | +/- 2 °C | 250,0 °C | Test tool: MRU Temperature tester | | |
| Soot in Liter | 1,63 ltr. | +/- 0,07 ltr. | — ltr. | Test tool: MRU Flow Meter | | |
| Draft in hPa | 0,25 hPa | +/- 0,03 hPa | 0,25 hPa | Test tool: MRU DK 1500 | | |

Special remarks:

Calibration Date: 10.10.2019

Next Calibration Date: 10.2020



Messgeräte für
Rauchgasanalyse
Umweltschutz GmbH

Processed by: *[Signature]*
Telefon (0 71 32) 99 02-0 Telefax 99 02-20



MRU GmbH, Fuchshalde 8, 74172 Neckarsulm-Obereisesheim
Fon +49 7132 9962-0, Fax +49 7132 9962-20
email: info@mrue.de, Internet: www.mru.de

Geschäftsführer: Erwin Hintz
HRB 102913, Amtsgericht Stuttgart
USt-IdNr. DE 145778975





SS TRADERS & MARKERS S.A.C.

El Planeta Azul por siempre

"SS TRADERS & MARKERS S.A.C."
Consultores en Energía y Medio Ambiente

**Consultora Ambiental
Servicios de Monitoreo**

 **SS TRADERS & MARKERS S.A.C.**


Alberto Segura Márquez
PRESIDENTE DEL DIRECTORIO

Alberto Segura Márquez
SS Traders & Markers SAC



Jr. Paititi N° 396 Urb. Maranga San Miguel - Lima 32

Página 18 de 18

Tel: (51-1) 578-6775 / Nextel: 51*123*131 / Celular: (51-1) 980298302 - 980297953 - RPM: *185613 *185602

E-mail: asegura@sstym.com / ventas@sstym.com

Web Site: www.sstym.com

Anexo III: Fotos.



Refractario de puerta de cámara primaria deteriorado



Reparación de refractario de incinerador pirolítico



Refractario de cámara primaria deteriorado



Refractario de cámara primaria reparado



Refractario de puerta de cámara secundaria deteriorado



Refractario de puerta de cámara primaria reparado



Equipo incinerador pirolítico funcionando



Equipo incinerador pirolítico funcionando y eficiente



Capacitación en buen uso de equipo incinerador pirolítico

Anexo IV: Plano.

