

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE HORNO INCINERADOR PARA DESECHOS  
PELIGROSOS PARA LA CLÍNICA UGA. CA**

**Presentado por:**

**BR., BENEVENTO CALOMINO ANTONELLA**

**BR., PAREDES DELGADO MARÍA ALEJANDRA**

**TRUJILLO, VENEZUELA**

**2024**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA INGENIERIA /INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE HORNO INCINERADOR PARA DESECHOS  
PELIGROSOS PARA LA CLÍNICA UGA. CA**

**Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Presentado por:**

**BR., BENEVENTO CALOMINO ANTONELLA**

**BR., PAREDES DELGADO MARÍA ALEJANDRA**

**TRUJILLO, VENEZUELA**

**2024**



**VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**VEREDICTO**

Nosotros, **Prof. Edgar Omaña, Profa. Marilyn Briceño y Profa. Yumary Valecillos** designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado “**DISEÑO DE HORNO INCINERADOR PARA DESECHOS PELIGROSOS PARA LA CLÍNICA UGA. CA** “. que presenta la bachiller **PAREDES DELGADO MARÍA ALEJANDRA**: portadora de la C.I. N° 30.048.436., nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos en Valera a los siete (07) días del mes de marzo del dos mil veinticuatro (2024).

Profa. Yumary Valecillos  
C.I: 14.151.309  
**JURADO**

Prof. Edgar Omaña  
C.I: 11.896.440  
**TUTOR**

Profa. Marilyn Briceño  
C.I. 13.205.436  
**PRESIDENTE DEL JURADO**



Profa. Yumary Valecillos  
C.I. 14.151.309  
**DECANO**



Prof. Zaida Kassar  
C.I. 9.175.011  
**VICERRECTORA  
ACADEMICA**





VICERECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Edgar Omaña, Profa. Marilyn Briceño y Profa. Yumary Valecillos** designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado “**DISEÑO DE HORNO INCINERADOR PARA DESECHOS PELIGROSOS PARA LA CLÍNICA UGA. CA**”, que presenta la bachiller **BENEVENTO CALOMINO ANTONELLA**: portadora de la C.I. N° 30.116.110, nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos en Valera a los siete (07) días del mes de marzo del dos mil veinticuatro (2024).

Profa. Yumary Valecillos  
C.I: 14.151.309  
**JURADO**

Prof. Edgar Omaña  
C.I: 11.896.440  
**TUTOR**

Profa. Marilyn Briceño  
C.I. 13.205.436  
**PRESIDENTE DEL JURADO**



Profa. Yumary Valecillos  
C.I. 14.151.309  
**DECANO**



Prof. Zaida Kassir  
C.I. 9.175.011  
**VICERRECTORA  
ACADEMICA**



+58 412 2263605



www.uvm.edu.ve



universidadvalledelmomboy@uvm.edu.ve

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADÉMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi Carácter de Tutor del Trabajo Especial del Grado Titulado: **Diseño de horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA. C.A, realizado** por las Bachilleres Benevento Calomino Antonella| C.I. 30.116.110 y Paredes Delgado María Alejandra, C.I. 30.048.436, para optar por el título de **Ingeniero Industrial**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido ante la presentación pública y la evaluación por parte del jurado que se asigne.

Atentamente,

ING. Edgar E Omaña

C.I. 11.896.440

A los 16 días del mes de Febrero de 2024

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios, por darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los más deseados anhelos de mi corazón. También a mis padres Giacomo y Juanita por todo su amor, trabajo y sacrificio durante estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, gracias por enseñarme que siempre hay que esforzarnos por todo lo que queremos lograr y que con amor y constancia podemos llegar a cumplir todos los sueños que me proponga. A mis hermanos Miguel y Gianfranco por todo el apoyo que me brindaron durante este camino, Personas también muy importantes como mi abuela Mariela que siempre ha estado junto a mi guiándome y apoyándome y mis abuelos Cristina, Antonio y Franco que desde el cielo sé que están muy orgullosos por este logro. A mi tío Eulices y mi tía Filomena quienes siempre estuvieron conmigo en toda esta trayectoria.

También a mi prima Diana quien fue una gran guía en algunos momentos de orientación. A todos mis familiares tíos, primos, sobrinas y cuñada. A una persona muy especial que forma parte súper importante en mi vida Juan Diego. A mis compañeros María, Daniela, José y Karolyne quienes fueron incondicionales en todo momento. A todos los profesores que estuvieron y fueron parte de nuestra formación. Con todo mi corazón dedico esta meta alcanzada a todos y cada uno de ustedes, me llena de orgullo que sean parte de mi vida y que pueda compartir este logro con ustedes.

**Antonella Benevento**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado lo dedico esencialmente a Dios, el cual me permitió llegar hasta este momento, dándome fuerzas, salud, entendimiento, paciencia y dedicación en cada momento a lo largo de mi vida para continuar en este gran proceso y así lograr obtener una de mis mayores metas de vida. Igualmente lo dedico a toda mi familia, especialmente a mis padres Daxy y Enrique por todo su cariño, amor, sacrificio y constancia todo este tiempo, gracias a ellos soy una mejor persona cada día, ya que ellos son mi ejemplo vivo de superación en la vida y sé que algunas veces no fue tan fácil pero me han demostrado que si quieres algo lo puedes lograr, son los mejores padres que Dios pudo darme, los amo.

También a mis hermanos, Paul, Marilyn y Manuel, por ser un apoyo incondicional y estar a mi lado cada día de mi vida recordándome que no estoy sola y ustedes siempre estarán para mí, a mi abuela Crelia por siempre darme su amor y consejos, también a mi abuela María y mi Abuelo Víctor que desde el cielo sé que están celebrando este logro junto a mí. A mis profesores y mis compañeros Antonella, Karolayne, y José los cuales han compartido conmigo conocimientos y momentos increíbles, A todos ustedes todo mi amor, gracias, este trabajo lo dedico a ustedes.

**María Alejandra Paredes**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. A mis padres Giacomo y Juanita, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y siempre estar pendientes en todo momento. También, a los profesores de la Universidad Valle del Momboy por todas las enseñanzas en todo el transcurso de la carrera. A mis compañeros, José Paraez, María Paredes y Karolyne Pujol quienes me acompañaron y fueron parte de este recorrido de aprendizaje y quienes me brindaron una mano amiga cuando lo necesite. A todos y cada uno de mis familiares les agradezco profundamente desde el corazón por estar siempre para mí en todo momento, los amo.

**Antonella Benevento**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme salud y fortaleza, a mis padres Enrique y Daxy, por siempre ser mi más grande apoyo, mi roca y mi refugio en los momentos que pensé que no podría seguir adelante, por siempre esforzarse para que yo pueda seguir con mis sueños, gracias por esos abrazos cálidos y también los consejos, por confiar en mí y siempre estar a mi lado en cada meta lograda. A veces he sentido que mi mundo se desmorona pero al sentir siempre su compañía y apoyo puedo seguir adelante, a ustedes les agradezco infinitamente por cada pequeña cosa que hacen por mí, espero se sientan tan orgullosos de mi como yo lo estoy de ustedes, los amo.

También, a mis hermanos Marilyn, Manuel y Paul, por ser un ejemplo y apoyo en mi vida siempre, a ustedes, mi familia todo mi amor.

A mi sobrina Camila por ser ese apoyo incondicional siempre.

A mí ahijado Jonás por hacerme sentir tanta alegría cada vez que lo necesito.

A toda mi familia, abuelos, tíos, primos, sobrina, cuñado, gracias por siempre estar a mi lado.

Igualmente agradezco a la Universidad Valle del Momboy por cada una de las enseñanzas impartidas a lo largo de mi trayectoria universitaria.

Y a mis compañeros, Antonella Benevento, Karolayne Pujol José Paraez y Rafael los cuales han sido mi equipo, mis compañeros y amistades, en todo este tiempo, gracias.

**María Alejandra Paredes**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito general el de Proponer el diseño de un horno de incineración para desechos peligrosos para la clínica UGA.C.A. Ubicada en Valera estado Trujillo. La misma en su metodología se ubicó en el tipo de investigación Proyectiva. Para la consecución de la información se trató con una población de 16 sujetos utilizando la técnica de la entrevista y la revisión documental, en la misma se evaluaron aspectos tales como la categorización de los tipos de desechos peligrosos que se generen en dicha clínica, además de obtener información valiosa de las cantidades y volúmenes que se allí se siguen generando, los resultados fueron la manipulación de 10kk/día de desechos en volumen total incluidos los más relevantes (Reactivos, Tóxicos, Biológicos infecciosos e inflamables) .Con esta información se pudo desarrollar la investigación modo de obtener resultados y cálculos importantes para el cálculo de la cámara de combustión, de postcombustión, quemadores y Chimenea respectivamente. Al final se obtuvieron todos los requerimientos y componentes para el diseño final del horno incinerador.

Palabras clave: Horno incinerador, Desechos peligrosos, Diseño industrial

## ABSTRACT

The general purpose of this research work was to propose the design of an incineration oven for hazardous waste for the UGA.C.A. clinic. Located in Valera, Trujillo state. Its methodology was located in the Projective type of research. To obtain the information, a population of 16 subjects was treated using the interview technique and documentary review, aspects such as the categorization of the types of hazardous waste that are generated in said clinic, in addition to obtain valuable information on the quantities and volumes that continue to be generated there, the results were the manipulation of 10kk/day of waste in total volume including the most relevant (Reactive, Toxic, Infectious and flammable Biological). With this information, it was possible to develop The research way to obtain important results and calculations for the calculation of the combustion chamber, afterburner, burners and Chimney respectively. In the end, all the requirements and components for the final design of the incinerator furnace were obtained.

Keywords: Incinerator oven, Dangerous designs, Industrial design

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	8
RESUMEN.....	10
INDICE GENERAL .....	12
INDICE DE TABLAS .....	17
INDICE DE FIGURAS.....	18
INTRODUCCIÓN.....	19
CAPÍTULO I.....	21
EL PROBLEMA .....	21
Planteamiento del problema.....	21
Problemas de la investigación.....	26
Problema general .....	26
Problemas específicos.....	26
Objetivos de la investigación .....	26
Objetivo general .....	26
Objetivos específicos .....	27
Justificación de la Investigación .....	27
Teórica .....	28
Práctica.....	28
Metodológica.....	29
Social .....	29

	13
Alcances y Limitaciones .....	30
Alcances .....	30
Limitaciones .....	31
CAPÍTULO II.....	32
MARCO TEORICO .....	32
Antecedentes de la Investigación .....	32
Nacionales .....	32
Internacionales.....	35
Bases teóricas.....	39
Desechos Peligrosos .....	39
Tipos de desechos peligrosos .....	39
Volumen de desechos .....	42
Densidad promedio de desechos .....	42
Poder calorífico por desecho .....	43
Diseño industrial.....	44
Horno incinerador.....	44
Requerimientos del diseño .....	46
Software diseño industrial.....	46
Requerimientos técnicos para el diseño de un horno incinerador. ....	46
Temperatura de combustión .....	47

	14
Sistema de alimentación.....	47
Cámaras de combustión .....	47
Materiales refractarios .....	48
Medición del volumen .....	48
Medición de la densidad .....	49
Base Legal .....	50
Definición de términos básicos .....	50
CAPÍTULO III .....	53
MARCO METODOLOGICO .....	53
Tipo y Diseño de la investigación .....	53
Tipo de investigación.....	53
Diseño de la investigación .....	54
Población y muestra .....	54
Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	55
Validez.....	57
Confiabilidad.....	58
Procesamiento y análisis de datos .....	58
CAPÍTULO IV .....	53
ANALISIS DE RESULTADOS.....	53
Dimensión 1: Desechos Peligrosos .....	53
Antecedentes de los entrevistados .....	55

Caracterización por tipos de desechos.....	57
Reactivos.....	58
Explosivos:.....	58
Tóxicos.....	58
Inflamables .....	58
Bioológicos infecciosos .....	58
Volumen de cada tipo de desecho .....	60
Temperatura real de la llama.....	67
Sistemas de alimentación.....	68
Cámara de combustión secundaria .....	72
Tiempo de residencia de los gases .....	72
Volumen cámara de post combustión .....	73
Quemador secundario .....	74
Material refractario .....	76
Altura de chimenea .....	77
CAPÍTULO V .....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	80
Conclusiones .....	80
Recomendaciones.....	82
CAPÍTULO VI .....	83
LA PROPUESTA. ....	83

Objetivos de la propuesta.....	83
Objetivo general.....	83
Objetivos específicos.....	84
Justificación de la propuesta .....	84
Caracterización de desechos .....	85
Requerimientos del diseño.....	87
Planos específicos de partes del horno incinerador.....	91
REFERENCIAS .....	101
Anexos .....	106

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código CRETIB.....	39
Tabla 2. Operacionalización de las variables .....	52
Tabla3.Información de antecedente de los entrevistados.....	56
Tabla 4. Resultados de la entrevista: Caracterización por tipos de desechos.....	59
Tabla 5. Resultados de la entrevista: cantidades diarias, semanales y mensuales de desechos .....	60
Tabla 6. Resultados de la entrevista: por aspecto, masa, volumen y densidad .....	62
Tabla 7. Datos típicos sobre el análisis elemental del material combustible presente en los residuos .....	65
Tabla 8. Datos típicos de contenido energético de los residuos .....	66
Tabla 9. Contenido energético que ocupan los componentes de desecho en la clínica UGA .....	66
Tabla 10. Potencias máximas para quemadores de alta velocidad .....	75

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calculadora para calcular el calor específico paso a paso.....	44
Figura 2. Partes de un horno incinerador .....	45
Figura 3. Aplicación de la guía de entrevista (Parte I) .....	54
Figura 4. Aplicación de la guía de entrevista (Parte II) .....	54
Figura 5. Aplicación de la guía de entrevista (Parte III) .....	55
Figura 6. Resumen de resultados de la entrevista.....	62
Figura 7. Quemador de la cámara primaria del horno incinerador.....	70
Figura 8. Volumen de la cámara principal .....	71
Figura 9. Quemador de cámara de post-combustión .....	76
Figura 10. Dimensiones de ladrillos y cemento refractario .....	76
Figura 11. Volumen de desechos y cámara principal .....	88
Figura 12. Volumen de cámara de postcombustión.....	89
Figura 14. Cámara de postcombustión .....	94
Figura 15. Dimensionamiento de chimenea.....	95
Figura 16. Sección o corte del horno incinerador Acoplamiento final de los componentes del horno.....	96
Figura 17. Plano en conjunto .....	97
Figura 18. Plano de cámara principal del horno incinerador. ....	98
Figura 19. Plano de cámara secundaria del Horno incinerado. ....	99
Figura 20. Plano de chimenea .....	100

## INTRODUCCIÓN

La Clínica UGA C.A. genera una variedad de desechos peligrosos como parte de sus actividades de prestación de servicios de salud, los cuales requieren un manejo y disposición final adecuados para prevenir riesgos. Actualmente, estos desechos se están acumulando en la clínica sin un tratamiento apropiado, representando un problema sanitario y ambiental potencial. El diseño de un horno incinerador en la clínica para el tratamiento térmico de los desechos peligrosos es una solución eficiente que reduce significativamente el volumen de los residuos y los convierte en materiales no peligrosos. El diseño de este horno requiere realizar balances de materia y energía, selección de equipos, materiales y elaboración de diagramas, para cumplir las normas y operar de manera segura y confiable.

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una propuesta de diseño conceptual de un horno incinerador de desechos peligrosos que se adapte a las necesidades y condiciones de la Clínica UGA C.A. Esto permitirá establecer las bases de ingeniería para su eventual materialización. Los principales beneficiados serán el personal, los pacientes y la comunidad en general, al contar con una forma segura y efectiva de eliminar los residuos peligrosos generados en la clínica. La investigación está dividida en secciones que cubren el marco teórico sobre incineración de residuos médicos, la metodología de diseño, los resultados del dimensionamiento y selección de equipos y finalmente la propuesta del horno incinerador con diagramas, materiales y especificaciones técnicas. De esta manera se entrega una solución integral para que la clínica maneje adecuadamente sus desechos peligrosos.

La configuración o estructura de esta investigación se desarrolló de la siguiente manera:

Capítulo I, Problema: Descripción del problema identificado a nivel macro, meso y micro relacionado con la determinación de objetivos relevantes al tema de investigación. Además, también se presentan las razones teóricas, prácticas, metodológicas y sociales del estudio, así como las limitaciones adoptadas en el desarrollo del estudio.

Capítulo II, Marco Teórico: presenta los antecedentes de investigaciones previas directamente relacionadas con el tema. Asimismo, se proporciona una base teórica para cada autor como base para la sistematización de variables y posterior análisis de los resultados; incluye también la base jurídica y el sistema operativo variable correspondiente.

Capítulo III, Marco Metodológico. Esta sección describe los lineamientos metodológicos que describen el tipo y diseño del estudio, la población, los métodos y herramientas de recolección de datos, el proceso de validación y confiabilidad obtenidas y los métodos utilizados para el análisis de datos. Además, también se explican detalladamente los procedimientos de evaluación y obtención de dichos resultados

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados: Cálculos que muestran datos procesados adecuadamente y análisis para seleccionar los componentes necesarios para el diseño del incinerador. A continuación, se interpretan los resultados y se comparan con lo que los autores asumieron en su marco teórico.

Capítulo V, Conclusiones y Recomendaciones: Las conclusiones y recomendaciones del estudio completado se encuentran inherentes en el documento.

Capítulo VI, Propuesta: Se presenta el diseño y desarrollo de una propuesta de diseño alternativo para el incinerador en relación con el estudio. Define la introducción, finalidad y fundamento de la propuesta y su desarrollo. Para ello, es necesario considerar los componentes necesarios que componen la estructura.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Planteamiento del problema**

La correcta eliminación de los desechos peligrosos generados en centros de salud es un tema de gran importancia. Los desechos biocontaminados producidos en clínicas y hospitales representan un riesgo para la salud si no son tratados adecuadamente antes de su disposición final. Uno de los métodos recomendados para el tratamiento de este tipo de desechos es la incineración a altas temperaturas, la cual permite la destrucción de los agentes patógenos y material orgánico.

Respecto al tratamiento de la conveniente práctica de los residuos tóxicos creados en instituciones de salud, se debe considerar que es de gran relevancia, López (2021) afirma que “los desperdicios infectocontagiosos originados en consultorios y nosocomios implican un peligro para la salubridad si no son procesados correctamente antes de su eliminación final” (p.45). La incineración a temperaturas elevadas es una de las técnicas recomendadas para el tratamiento de los residuos peligrosos generados en centros médicos. Esta técnica permite destruir y neutralizar los agentes patógenos y el material orgánico presentes en los desechos infecciosos mediante la combustión controlada a altas temperaturas. Otro que expone lo referente al tratamiento de los desechos es la organización Mundial de la salud (2021) señalando que:

Recientemente, la disposición inadecuada de residuos peligrosos provenientes de centros de salud ha sido identificada como un problema a nivel global. Según un informe de la Organización Mundial de la Salud, al menos un 85% de los desechos

sanitarios generados en los hospitales de países en vías de desarrollo, son eliminados sin ningún tipo de tratamiento previo. Esta situación representa un alto riesgo de contagio de enfermedades infecciosas y efectos negativos al medio ambiente (p.1)

Cabe destacar que lo expuesto en dicho informe señala que los principales impactos derivados de esta problemática son la contaminación de suelos y acuíferos por residuos biocontaminados, la transmisión de hepatitis, VIH o cólera por manejo inadecuado, y la liberación de sustancias tóxicas al ambiente por la quema no controlada. Asimismo, se estima que alrededor de 3 millones de personas al año contraen alguna enfermedad asociada al contacto con desechos médicos peligrosos mal gestionados

Esta situación pone de manifiesto la urgente necesidad de implementar mejores prácticas en el tratamiento y disposición final de residuos sanitarios peligrosos en los países en vías de desarrollo, con el fin de mitigar los graves impactos que la problemática actual genera en la salud pública y el medio ambiente. Siguiendo este marco de impacto y consecuencias, en México, la mala disposición de los residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) generados en hospitales y clínicas ha desencadenado graves consecuencias sanitarias y ambientales. De acuerdo con SEMARNAT (2022) en el último reporte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales “75% de los RPBI generados en centros de salud mexicanos son dispuestos en rellenos sanitarios sin ningún tratamiento previo, esta situación ha provocado la contaminación de suelos y mantos acuíferos por material patógeno, poniendo en riesgo la salud de poblaciones” (p.61). En la panorámica planteada, en 2021 se registraron 47 brotes infecciosos sindicados a la exposición de RPBI mal gestionados, con más de 500 personas afectadas.

Dirigiendo la mirada hacia Venezuela en los últimos años, la gestión de los desechos sanitarios peligrosos se ha convertido en un grave problema. De acuerdo al informe de la ONG Médicos Unidos Venezuela (2020):

Más del 90% de los residuos infecciosos generados en hospitales públicos son eliminados directamente en vertederos comunes sin ningún tipo de tratamiento. Esta situación ha desencadenado serias consecuencias ambientales y sanitarias en el país. En estos estudios han confirmado la presencia de patógenos como el VIH y la hepatitis C en basureros y cuerpos de agua cercanos a los centros de salud. Además en los últimos 3 años se han registrado cerca de 2000 casos de enfermedades infecciosas en poblaciones aledañas, asociadas al contacto con estos residuos peligrosos (p.48).

Esta crítica situación pone de relieve la necesidad de implementar tecnologías apropiadas para el tratamiento de residuos infecciosos en Venezuela, a fin de mitigar el impacto sobre la salud de la población y el ambiente. Otro particular se encuentra en el estado Zulia, por la gestión inadecuada de los residuos peligrosos de origen sanitario que ha desencadenado una grave situación ambiental y sanitaria en los últimos años. Según datos de la ONG Monitor Salud Zulia:

En esta entidad se generan más de 5 toneladas diarias de residuos infecciosos, de las cuales un 80% son dispuestas en vertederos a cielo abierto sin ningún tratamiento, esto ha provocado la contaminación de suelos y acuíferos con agentes patógenos altamente peligrosos. En evidencia se confirmó la presencia de bacterias multirresistentes como la E. coli en pozos de agua cercanos a los sitios de disposición de estos residuos (p.33)

En este contexto se ha registrado un incremento del 250% en enfermedades gastrointestinales en los últimos dos (2) años, y relacionados a la exposición de la población a estos contaminantes. Esta situación evidencia la urgente necesidad de gestionar adecuadamente los residuos sanitarios peligrosos en el estado Zulia, para mitigar el grave impacto ambiental y sanitario que actualmente presenta. En los últimos años, la gestión inadecuada de los residuos peligrosos generados en centros de salud ha provocado graves consecuencias ambientales y sanitarias en el estado Trujillo. De acuerdo al informe de la Red de Médicos por la Salud Trujillana, RMST (2022):

Esta región se produce cerca de 3 toneladas diarias de residuos infecciosos, de los cuales alrededor del 70% son depositados en vertederos comunes sin tratamiento previo. Esta situación ha desencadenado la contaminación de suelos y fuentes hídricas cercanas con material patógeno altamente peligroso. Se detectó la presencia de enterovirus, rotavirus y hepatitis A en ríos ubicados en las proximidades de los sitios de disposición de estos residuos (p.27).

La inadecuada disposición de residuos tóxicos en hospitales está causando un grave impacto sanitario y ambiental en Trujillo. En los últimos años se han triplicado las enfermedades gastrointestinales por exposición a patógenos y aumentado malformaciones congénitas por quema no regulada. Urge implementar alternativas seguras para el manejo de estos desechos peligrosos, como la incineración a alta temperatura, a fin de mitigar esta problemática.

Ante lo expuesto, la realidad de la Clínica UGA.C.A en Valera estado Trujillo no se abstraer de este aspecto mundial y regional, en conversación con los directivos de la clínica se consideró que desde hace mucho tiempo han estado pensando en construir un horno incinerador de desechos peligrosos. Hoy día, ellos contratan a una empresa para que realice el trabajo de

recolección e incineración de los descartes o residuos (Infecciosos, químicos, farmacéuticos, corto punzantes, biológicos, anatomopatológicos), pero la empresa no realiza estas tareas de inmediato.

Dicha empresa les hace el mismo trabajo a varias clínicas de Valera, la misma espera alrededor de quince días para comenzar a recolectar en todas las clínicas hasta que tengan cierta cantidad de desechos acumulados. Una vez, que llegan a cada clínica realizan los pesados de los descartes y los categorizan por tamaños de bolsa en cantidades promedio entre 50-60 bolsas, clasificadas en tamaños grandes y pequeñas para luego ser llevados a su destino. Cabe destacar que en el contenido de esos descartes van diferentes tipos de elementos infecciosos, también incineran las agujas, y los envases de vidrio. Las consecuencias generadas por el retraso de la empresa contratada, es que la clínica tiene que almacenar durante periodos prolongados los desechos médicos en los centros de salud son varias, principalmente, esto representa un riesgo sanitario, ya que el material infeccioso acumulado puede propagar gérmenes y enfermedades entre los pacientes y el personal, además, la basura orgánica genera malos olores y atrae insectos y roedores, afectando la higiene del lugar.

El personal de limpieza que manipula estos desechos también está expuesto a accidentes con material corto punzante y al contacto con sustancias peligrosas si permanecen mucho tiempo allí. Por otro lado, la acumulación de desechos ocupa espacio valioso en las instalaciones y si no se eliminan adecuadamente, pueden ocurrir filtraciones de líquidos contaminados al ambiente. Otro aspecto a considerar es la ubicación del horno ya, que inicialmente en sus años, la clínica lo colocaría cerca de su infraestructura, pero en virtud de que ha crecido y tomando en cuenta el hecho de que son desechos peligrosos, el horno debe ser instalado fuera del casco de la ciudad, esto debido a los aspectos legales que considera el organismo encargado del ambiente para evitar cualquier efecto contaminante en la población. Ante esta problemática, la gerencia ha

contemplado la posibilidad de construir un horno incinerador propio, lo cual eliminaría su dependencia del deficiente servicio mercerizado. Por lo tanto, surge la propuesta de realizar un diseño de horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA. C.A

## **Problemas de la investigación**

### **Problema general**

¿Cuál sería el diseño de un horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA?

### **Problemas específicos**

¿Cuáles son los tipos de desechos peligrosos que se generan en la clínica UGA C.A. y cuáles son sus características específicas en términos de composición, toxicidad y riesgos asociados?

¿Cuáles son los requisitos específicos y las consideraciones clave a tener en cuenta al diseñar un horno incinerador de desechos peligrosos para garantizar una eliminación segura y eficiente de los desechos generados en la Clínica UGA.CA?

¿Cómo debe ser el diseño del horno incinerador de desechos para la clínica UGA?

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Proponer el Diseño de un horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar los desechos peligrosos que se generan en la clínica UGA C.A.
- Determinar los requerimientos del diseño de un horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.C.A.
- Diseñar horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.C.A.

### **Justificación de la Investigación**

La Clínica UGA se ha visto afectada por los crecientes desafíos en la gestión de residuos hospitalarios peligrosos. El inadecuado manejo de estos desechos infecciosos representa un alto riesgo sanitario y ambiental que debe ser mitigado. Es prioritario implementar soluciones viables para mejorar el almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de dichos residuos en la clínica. El presente estudio propone el diseño de un horno incinerador dentro o fuera de las instalaciones, que permita la correcta eliminación de los residuos biomédicos generados. La incineración controlada es uno de los métodos más efectivos para el tratamiento de este tipo de desechos.

El horno estará diseñado cumpliendo los estándares técnicos y la normativa vigente, de manera que se garantice un proceso seguro y se minimicen las emisiones contaminantes. Esta iniciativa permitirá a la Clínica UGA gestionar adecuadamente sus residuos infecciosos, mitigando riesgos sanitarios y ambientales. De esta forma se velará por la seguridad del personal y los pacientes, así como por la protección de la salud pública y el entorno, en línea con el compromiso de responsabilidad social de la institución.

### **Teórica**

El proyecto permite aplicar los conocimientos de ingeniería en el diseño de hornos incineradores, así como las teorías sobre gestión eficiente de residuos peligrosos en instituciones de salud. Los resultados generarán nuevos conocimientos sobre alternativas tecnológicas aplicables en este campo. Desde lo documental se puede fundamentar el diseño del horno incinerador con el trabajo de López (2021), quien recomienda la incineración a altas temperaturas como método para el tratamiento de residuos peligrosos en centros de salud. Otro autor a considerar es Rodríguez (2020) quien analiza diversas tecnologías aplicables para el tratamiento de los residuos peligrosos generados en hospitales y clínicas. “Dentro de estas, señala que los hornos incineradores son una alternativa segura y eficiente por su capacidad para destruir completamente los agentes patógenos a altas temperaturas” (p. 75).

### **Práctica**

Desde la perspectiva práctica, es necesario exponer la relevancia y trascendencia de la investigación sobre el diseño e implementación de un horno incinerador para el tratamiento de residuos peligrosos en la Clínica UGA C.A. La propuesta de un diseño de horno incinerador es de gran importancia, ya que permitirá resolver la problemática actual de tercerización del servicio de incineración, lo cual representa altos costos para la clínica. El desarrollo de esta investigación tendrá una repercusión positiva al dotar a la institución de una tecnología propia para el manejo seguro y eficiente de sus residuos infecciosos, generando beneficios económicos, ambientales y sanitarios. Los resultados del estudio sentarán un precedente y serán un referente para otras clínicas y hospitales que enfrentan este tipo de problemáticas.

## **Metodológica**

El desarrollo del proyecto implica la aplicación de metodologías propias de la ingeniería, como levantamiento de procesos, análisis técnico y financiero, diseño y modelamiento, que permitirán seleccionar y dimensionar adecuadamente la tecnología a implementar. Desde la perspectiva metodológica, la investigación sobre el diseño e implementación de un horno incinerador en la Clínica UGA.C.A Para ello se deberá realizar un recorrido metodológico que comprenda el tipo de investigación, la manera en que se recogerán los datos requeridos y así aplicar las técnicas o instrumentos necesarios para la obtención de estos, llegándose a caracterizar a profundidad el proceso actual de gestión de residuos peligrosos en la clínica.

Para el diseño y dimensionamiento del horno incinerador, se realizarán cálculos de ingeniería basados en las normas vigentes y requerimientos técnicos específicos del contexto. Se utilizarán software para la construcción de planos en 2d y 3D y modelado para mostrar el diseño propuesto. No obstante, la presente investigación sentará las bases para futuros estudios que profundicen en soluciones viables y sostenibles para la gestión de residuos sanitarios tóxicos en la zona.

## **Social**

Desde el punto de vista social, la investigación para el diseño de un horno incinerador en la Clínica UGA .C.A, permitirá mejorar las condiciones sanitarias y ambientales de la comunidad donde está ubicada. Al dar un tratamiento seguro a los residuos peligrosos dentro de la clínica, se evitarán impactos negativos en la salud de la población interna y de sus entornos por la disposición inadecuada de material infeccioso. Asimismo, se reducirán los riesgos de transmisión de enfermedades al personal sanitario que maneja estos desechos.

Por su parte los resultados del estudio sentarán un precedente para la implementación de tecnologías apropiadas en otras clínicas y hospitales del país, contribuyendo así al bienestar colectivo. Por consiguiente los expertos consideran, con sobrados argumentos, que la solución tecnológica es la más indicada para su contexto, dado que permitiría procesar los desechos infecciosos de forma segura, minimizando sustancialmente los riesgos de contaminación ambiental, accidentes o posibles brotes de enfermedades entre el personal y los pacientes. Para ellos, ésta es una prioridad inaplazable.

## **Alcances y Limitaciones**

### **Alcances**

Según los objetivos planteados, los alcances de la investigación serían:

Caracterizar integralmente los distintos tipos de desechos peligrosos que se generan en la Clínica UGA, incluyendo su composición, volumen, peso y nivel de peligrosidad. Esto permitirá dimensionar adecuadamente el sistema de incineración requerido.

Determinar de manera detallada los requisitos técnicos, normativos, de capacidad, seguridad y emisiones que deberá cumplir el horno incinerador para gestionar efectivamente los desechos de la clínica.

Diseñar los planos y especificaciones completas del horno incinerador de acuerdo a las necesidades determinadas en la clínica y los estándares aplicables. El diseño abarcará aspectos como capacidad de la cámara, sistemas de combustión, tratamiento de emisiones, componentes, instrumentación entre otros.

Elaborar una propuesta integral para la implementación del horno incinerador en la Clínica UGA, que incluya el diseño, análisis de costos, protocolos de uso y mantenimiento, así como recomendaciones para su correcta operación y disposición de las cenizas residuales.

### **Limitaciones**

Las limitaciones para la investigación del diseño de un horno incinerador de desechos para una clínica UGA.C. A pueden incluir:

Acceso limitado a bibliotecas y bloques de diseño de componentes de hornos incineradores y sistemas asociados, complejidad en el diseño de sistemas mecánicos complejos como el tren de combustión, sistema de alimentación, entre otros.

Se deben considerar las regulaciones y normativas, nacionales relacionadas con la incineración de desechos tales como las expuestas en Venezuela, Decreto 2.218. Gaceta oficial 4.418.1992. Contentivas de la normas para manejo, almacenamiento y Transporte de desechos. Estas regulaciones pueden establecer límites en términos de emisiones contaminantes, manejo de residuos peligrosos, entre otros aspectos, que deben ser cumplidos durante el diseño del horno incinerador.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

El presente capítulo contiene un compendio de lo que son antecedentes que sustentan la actual investigación, así mismo ,se complementa con el sustento teórico que servirá de base para los análisis ,interpretación y vinculación con los resultados que se obtengan de los objetivos específicos planteados. En este contexto se construirá la operacionalización de las variables involucradas en el estudio, con sus respectivas dimensiones e indicadores.

#### **Antecedentes de la Investigación**

##### **Nacionales**

Desarrollando una investigación proyectiva con diseño de campo, Vielma (2021) presentó su trabajo de grado para optar al título de ingeniero Industrial como una “Propuesta de manual para el diseño y distribución de plantas industriales mediante CAD, dirigida a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Valle del Momboy”. El tipo de investigación fue proyectiva .Determinó inicialmente la capacidad de los laboratorios de computación disponibles para la aplicación del manual propuesto. El contenido del manual incluyó 27 metodologías para el diseño asistido por computadora de plantas, con énfasis en el uso del software AutoCAD. De este modo, el autor logró formular una propuesta integral de manual especializado en planificación de plantas industriales empleando herramientas CAD, dirigidas al contexto específico de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la universidad mencionada.

El autor recopiló bases teóricas sobre diseño industrial y herramientas CAD para establecer lineamientos y estructurar el manual propuesto, enfatizando el uso de AutoCAD para procesos de diseño industrial. De este modo generó un marco de referencia para el aprendizaje de áreas relacionadas. En relación con esta Investigación, este antecedente provee ejemplos de enfoques en el análisis, modelado y diseño de sistemas industriales a través de software Cad, que pueden ser un aporte metodológico para el diseño del horno que se está investigando, el cual será llevado a un espacio 3D y 2D, otro aspecto relacionado es el del uso de representaciones gráficas y conceptuales para visualizar el diseño de plantas industriales mediante el uso del software AutoCAD. Esto puede aplicarse también al diseño del horno hospitalario. Además del uso de fundamentos teóricos y requerimientos específicos como base para el diseño.

Como segundo antecedente nacional, Torres (2021) Con su trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial “Diseño de cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la Empresa SUSEIM, C.A.”, el tipo de investigación fue descriptiva, con un enfoque documental y proyectivo para diseñar un cabezal y transformar una fresadora convencional en un equipo de control numérico computarizado para la empresa SUSEIM. La metodología permitió determinar la situación real de la empresa, conduciendo al rediseño del equipo tras revisión documental con énfasis en planos y luego la ejecución del diseño CAD.

Para recolectar datos se realizó observación directa del objeto de estudio y entrevista al Gerente donde se planteó la necesidad de un diseño detallado en 2D y 3D con SolidWorks para garantizar la operación. En las conclusiones destaca la aplicación de reingeniería de medidas para el diseño de piezas y propuesta, siguiendo cada paso para lograr el funcionamiento buscado. Esta investigación se vincula al proyecto actual por el uso de CAD (SolidWorks) en el rediseño

industrial de maquinaria, generando un modelo preciso en 2D y 3D que permite optimizar el desempeño. Esta investigación está relacionada con el proyecto, dada la aplicación del software de diseño, para este caso fue empleado SolidWorks, como herramienta CAD, sobre equipos de uso industrial, con el que se pudo realizar de manera detallada el prototipo de la máquina en 2D y 3D, para la mejora del funcionamiento y optimización del equipo que se puede obtener con la aplicación de la propuesta de diseño.

En tercero y último antecedente nacional se presenta a López (2022) con su artículo publicado “Aproximación Teórica Para La Gestión Ambiental De Los Desechos Hospitalarios Desde Una Visión Social”. Cuyo objetivo fue el de analizar las políticas sanitarias planteadas en Venezuela entorno a los desechos hospitalarios, el tipo de investigación fue documental, provisto de textos , investigaciones acerca del manejo y clasificación de desechos hospitalarios , acompañados de bibliografías referenciadas al tema en cuestión, en sus resultados se llegó a determinar que en Venezuela la mayor parte de los centros de salud no poseen manuales de Bioseguridad para el manejo de este tipo de desechos ,no cumpliendo con el decreto 2.218 de las normas para la clasificación y manejo de desechos en establecimientos de salud.

El artículo presentado sobre políticas sanitarias para el manejo de desechos hospitalarios en Venezuela se puede vincular con la investigación sobre el diseño de un horno incinerador de desechos sólidos, ya que provee un contexto sobre la problemática existente en el país en cuanto al cumplimiento de regulaciones para el manejo adecuado de desechos peligrosos en hospitales. Esto evidencia la necesidad de soluciones tecnológicas como el horno incinerador propuesto, que podría contribuir a mejorar la gestión no solo de los desechos hospitalarios sino de otros tipos de desechos. El antecedente permite dimensionar el problema y sustentar la relevancia de desarrollar

tecnologías apropiadas para el tratamiento y disposición final segura de los diferentes tipos de desechos, con un objetivo compartido de mitigar los impactos ambientales.

### **Internacionales**

Como primer antecedente internacional, se presenta el artículo científico publicado por GiaKoumakis (2021) titulado “Tecnologías de tratamiento de residuos médicos para la producción de energía, combustibles y materiales”. Su objetivo principal fue el de realizar una revisión acerca de las diferentes tecnologías de tratamiento de residuos médicos para la producción de energía. El tipo de investigación fue documental, se extrajo información de 188 investigaciones de distintos países del mundo realizadas por numerosos investigadores en tiempo de pandemia, estos llevaron a cabo la recopilación de datos sobre la generación de residuos sanitarios.

Estos fueron segmentados en desechos médicos en bruto y desechos peligrosos de origen médico. A su vez, siguiendo estándares internacionales, los residuos fueron categorizados y tipificados, estimándose los porcentajes correspondientes a cada fracción. Las tecnologías examinadas para el tratamiento de desperdicios hospitalarios evidenciaron capacidades para la producción de energía, combustibles y materiales reciclados. Esto apunta a una posible solución al desafío que representa la gestión de los residuos generados en el área de salud. Los análisis globales acerca de la producción de residuos en centros de salud constituyen un precedente de utilidad para el desarrollo del horno incinerador de la Clínica UGA.

La cuantificación y categorización de los residuos sanitarios que genera la Clínica UGA C.A. permitirá comprender tanto la composición como los volúmenes diarios y mensuales producidos. Estos datos son esenciales para el adecuado dimensionamiento y diseño conceptual del sistema de incineración de desechos biomédicos que se pretende implementar. Del mismo

modo, el examen detallado de tecnologías y procesos existentes en el mercado para el tratamiento térmico de desperdicios infecciosos hospitalarios, aporta información valiosa para establecer los requerimientos operativos y parámetros funcionales del horno incinerador que se proyectará para las instalaciones de la Clínica. La recopilación de conocimientos previos sobre normativas, prácticas actuales y tecnologías de gestión de residuos peligrosos de origen sanitario permite encarar de manera integral el desafío de concebir y diseñar un novedoso sistema de incineración local, efectivo ambientalmente y ajustado a las particularidades de la institución.

Como segundo antecedente internacional, se presenta con su tesis de grado para optar al título de ingeniero mecánico en la Universidad Técnica estatal de Quevedo Ecuador a Macas J & Ferrini (2019). El mismo lleva por título “Diseño y construcción de un prototipo de horno de doble Cámara de (glp) para incinerar desechos patológicos Hospitalarios”. Estuvo enfocado en el diseño y construcción de un horno que pueda incinerar los desechos patológicos generados en los hospitales. El tipo de investigación es de aplicación y experimental, la población y muestra del estudio estuvo tratada por los desechos patológicos producto de la atención médica del hospital Sagrado Corazón de Jesús, siendo estos tejidos, órganos, fluidos corporales o cualquier material contaminado con agentes infecciosos durante procedimientos médicos, así como vacunas vencidas y muestras de cultivos. Dada la presencia de microorganismos que implican un elevado riesgo de contagio, estos desechos se segregan y eliminan por separado del resto de residuos, siendo sometidos previamente a tratamientos especiales como incineración o autoclave que destruyan su carga patógena antes de su disposición final, cumpliendo protocolos distintos al manejo convencional de desechos.

Como resultados y conclusiones se expone que mediante una matriz de residuos ponderados se delimitó las características del horno incinerador en cuanto a forma, tamaño,

capacidad, mantenimiento y costo. Se optó por un horno fijo de dos cámaras, con temperaturas entre 540°C-880°C en la primera y 880°C-1200°C en la segunda, minimizando las pérdidas de calor. Usando Software de diseño mecánico se esbozó el prototipo con componentes como la caja incineradora, aislamiento cerámico y estructura metálica para mantener aproximadamente 1100°C internamente y menos de 48°C externamente. La construcción se realizó con ladrillos refractarios de baja conductividad térmica, larga vida útil y fácil operación. También se usó aislamiento de lana cerámica y elementos mecánicos. Las pruebas determinaron un tiempo de incineración entre 25-60 minutos según el desecho. El costo total de materiales, mano de obra y diseño fue de 1355,74 dólares.

Los antecedentes del proyecto referido aportan pautas de ingeniería valiosas para el desarrollo de una propuesta adaptada de horno incinerador en la Clínica UGACA, principalmente en cuanto a parámetros operativos críticos como rangos de temperatura por cámara, tiempos de incineración según desechos y capacidad de procesamiento diario; así como también enseñanzas en el diseño integral considerando aspectos como la minimización de pérdidas de calor, materiales refractarios idóneos, dimensionamiento y modelado CAD del sistema. Tomando en cuenta estos aprendizajes de la experiencia previa, se pueden sentar las bases para una propuesta de horno incinerador óptima para los requisitos específicos de residuos peligrosos hospitalarios de la Clínica UGA

Como tercer y último antecedente, Rambaldo (2022) en sus tesis de grado para optar al título de Ingeniero ambiental en la Universidad Nacional de San Martín en Buenos Aires Argentina. “Diseño de una planta de tratamiento para residuos patogénicos de establecimientos de salud en la ciudad de Tandil” El objetivo alcanzado fue el de proponer y diseñar un sistema de tratamiento para los residuos patogénicos de los establecimientos de salud de la ciudad de Tandil,

a fin de brindar una solución rentable económicamente y sustentable con el ambiente. El tipo de investigación se determinó como proyectiva, haciendo una revisión documental, que luego llevó a una evaluación de alternativas en tecnologías para el tratamiento de los residuos que fueron la autoclave y el horno pirolítico. En sus resultados y conclusiones este proyecto logró proponer y diseñar un sistema de tratamiento de residuos patogénicos generados en establecimientos de salud de Tandil, siendo una solución rentable y ambientalmente sustentable.

Inicialmente se identificaron y describieron los distintos centros de salud de la ciudad y su gestión actual de residuos peligrosos. Luego se realizaron diseños de rutas de recolección en base a la cuantificación de los desechos y frecuencias definidas. Se plantearon dos alternativas de tratamiento, autoclave y horno pirolítico, optándose por la segunda para el dimensionamiento de la planta. Dado que la incineración genera emisiones gaseosas, se diseñó un sistema de tratamiento de gases para cumplir la normativa provincial. Finalmente, se hicieron análisis de costos y ambiental, determinando la viabilidad técnica, socio ambiental y económica del proyecto de tratamiento propuesto. Este proyecto previo, sobre un sistema de tratamiento por incineración de residuos patológicos en Tandil sienta bases valiosas para la propuesta de un horno incinerador en la Clínica UGA.

El conocimiento generado en cuanto al diagnóstico situacional de los establecimientos de salud y sus residuos, el análisis comparativo de tecnologías y la selección de incineración pirolítica, el diseño integral de la planta y sus componentes asociados, así como los análisis técnicos, ambientales y económicos realizados, constituyen aprendizajes aplicables al caso particular de la Clínica UGA. Tomando en cuenta estos aportes previos en metodología, modelamiento, experimentación y validación, se puede encarar el desarrollo del proyecto de

incineración de residuos patológicos para la Clínica UGA con una base y orientación sólidas, maximizando las probabilidades de éxito.

## **Bases teóricas**

### **Desechos Peligrosos**

Según ley general del equilibrio ecológico y norma oficial mexicana NOM-052 ECOL (1993). Se define como “todo aquel residuo en cualquier estado físico, que por sus características, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, venenosas y/o biológico infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente” (p.35). Esta definición contribuye al conocimiento del investigador a enriquecer su aprendizaje en el desarrollo del estudio.

### **Tipos de desechos peligrosos**

La ley general del equilibrio Ecológico y Norma oficial mexicana NOM-052 ECOL (1993) le da una clasificación por siglas de identificación a los desechos peligrosos según la tabla 1 Código Cretib.

Tabla 1. Código CRETIB

C	R	E	T	I	B
Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	Inflamable	Biológico - infeccioso

Nota. Categorización de los desechos peligrosos.

Fuente: NOM 052 – ECOL (1993)

Este tipo de código contribuye con la investigación, a modo de dar una guía de clasificación de los desechos para poder organizar los residuos según el agente que le atañe.

A continuación las definiciones de cada uno de los componentes de los códigos CRETIB de la norma NOM 052 – ECOL (1993):

**Corrosivo:** Un desecho se cataloga como peligroso debido a su corrosividad si exhibe cualquiera de estas propiedades: siendo líquido o en solución acuosa, posee un pH en la escala menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5; también, en estado líquido o solución acuosa a 55°C, es capaz de corroer el acero al carbono SAE 1020 a una velocidad de 6.35 milímetros o superior por año. Estos parámetros de acidez extrema y capacidad de corroer metales rápidamente son los que definen la peligrosidad de un desecho por su carácter corrosivo.

**Reactivo:** se cataloga como desecho peligroso por su reactividad si manifiesta alguna de las siguientes propiedades: En condiciones normales de temperatura y presión, tiene tendencia a combinarse o polimerizarse fuertemente sin llegar a la detonación. También, bajo condiciones habituales, al entrar en contacto con agua en proporciones de 5:1, 5:3 o 5:5 partes, reacciona agresivamente generando gases, vapores y humos. Asimismo, al ponerlo en contacto con soluciones ácidas o básicas en las mismas proporciones, se producen reacciones violentas con desprendimiento de gases, vapores y humos. Estas respuestas exotérmicas incontroladas ante distintos medios definen el carácter de alta reactividad que confiere peligrosidad a un residuo.

**Explosivo:** se determina como desecho peligroso por su explosividad si exhibe alguna de estas características: tiene una constante de explosividad equivalente o superior a la del dinitrobenceno, lo que indica alto potencial explosivo; o bien, es capaz de generar una reacción o descomposición detonante o explosiva en condiciones normales de temperatura y presión

atmosférica. La presencia de estas propiedades asociadas a compuestos inestables y liberación súbita de energía determina el grado de peligrosidad de un desecho por su naturaleza explosiva.

Tóxico: se categoriza como peligroso por su toxicidad ambiental si, al realizar la prueba de extracción conforme a la norma NOM-CRP-002-ECOL/1993, el lixiviado de la muestra representativa contiene constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 del anexo 5 del mismo documento normado en concentraciones que sobrepasan los límites indicados. La presencia de estas sustancias tóxicas en niveles por encima de lo permitido, determinada mediante la prueba normalizada, define la peligrosidad ambiental del desecho analizado.

Inflamable: se categoriza como peligroso por su inflamabilidad si presenta alguna de estas propiedades: en solución acuosa, contiene más de 24% de alcohol en volumen; siendo líquido, tiene un punto de inflamación menor a 60°C; sin ser líquido, puede provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos en condiciones normales; se trata de gases comprimidos inflamables u oxidantes que estimulan la combustión. La presencia de estas características asociadas a la capacidad de entrar fácilmente en ignición o propiciar la ignición de otros materiales determina la naturaleza inflamable que hace peligroso a un desecho.

Biológico infeccioso: Un desecho tiene características biológicas infecciosas peligrosas si contiene bacterias, virus u otros microorganismos patógenos, o si contiene toxinas generadas por microorganismos que pueden causar daño a organismos vivos. La presencia de agentes infecciosos o sus toxinas le confieren al residuo la capacidad de transmitir enfermedades, determinando su peligrosidad biológica. Además, la mezcla de un residuo peligroso de este tipo con uno no peligroso, resultará en que el residuo combinado se considere peligroso. Esto se debe a que las propiedades infecciosas se mantienen a pesar de la dilución.

### **Volumen de desechos**

La cantidad generada y almacenada de desechos o residuos peligrosos en las clínicas u unidades hospitalarias depende del grado de atención que estas brindan por periodos, apoyándose en el ejemplo para determinar el volumen, Landy (2021) afirma que “calcular la producción per capita en función al número de consultas al día, igualmente al número de camas utilizadas al día y tomando en cuenta la fórmula de cálculo se tiene cantidad de residuos en (Kilogramos/consulta - Cama )/día”(p.45). La fórmula indicada por el autor sirve de apoyo y modelo para calcular el volumen de residuos peligrosos por categoría /día, en las diferentes áreas de trabajo médico de la clínica UGA.C.A.

### **Densidad promedio de desechos**

La densidad según Cromer (1984) “la densidad de una sustancia es el cociente entre la masa y el volumen” (p.151). Partiendo de esto se genera el aporte de Ramos et.al (2021) define “la densidad de residuos sólidos hospitalarios como el peso recolectado en kilogramos entre la cantidad de establecimientos muestreados” (p.36). Estas definiciones contribuyen con el presente trabajo de investigación ya que se requiere saber cuál es la densidad de desechos peligrosos que se generan por departamento y por día, lo cual da fundamento o base para la selección o requerimientos del diseño de horno de incineración para la clínica UGA CA. En cuanto a la cantidad por unidad de volumen generado por la clínica estos se realizaran a partir de cálculos o de información suministrada por parte de los entrevistados.

### **Poder calorífico por desecho**

El poder calorífico que genera un material depende de su composición molecular y según Oliver & Mon (2007) la definen como:

La cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura en un grado, cualquiera que sea la escala de temperatura, indica la capacidad de almacenamiento de calor de una sustancia y está íntimamente relacionada con la composición molecular de la sustancia y su composición molecular (p.2).

Para el autor el cálculo de la capacidad calorífica queda expresada de la siguiente manera:

Capacidad calorífica  $C = \frac{Cp}{m} \rightarrow (1)$

Donde

Q = es el calor que se suministra (2)

: es el cambio de temperatura en el cuerpo debido a la cantidad de calor absorbida

O lo que es lo mismo la capacidad calorífica de una sustancia es igual al calor específico por unidad de masa. En la mayoría de los casos existen tablas de calores específicos dependiendo de la sustancia. En la actualidad ya existen calculadoras online que realizan el cálculo del calor específico ver figura 1

Figura 1. Calculadora para calcular el calor específico paso a paso.

The image shows a web-based calculator interface. At the top, it says "CALOR ESPECIFICO - Calculadora para calcular el calor específico paso a paso". Below this, there are two main sections: "Calculadora de calor específico" and "Instrucciones".

In the "Calculadora de calor específico" section, there is a dropdown menu labeled "Calcular:" with the following options: "Calor específico", "Energía térmica", "Masa", and "Cambio de Temperatura". Below the dropdown are four input fields with labels and units: "Energía Térmica: Joule", "Masa: Kg", "Cambio de Temperatura: °C", and "Calor Específico: Joule/Kg\*°C". At the bottom of this section are two buttons: a green "Calcular" button and a red "Borrar" button.

The "Instrucciones" section contains a box with the following text: "Para usar la calculadora debes seguir los siguientes pasos: .  
1. Selecciona que parámetro deseas calcular, pudiendo elegir una de las siguientes opciones:  
Energía térmica  
Masa  
Cambio de temperatura  
Calor específico  
2. Introduce los valores en cada uno de los campos.  
3. Presiona el botón «Calcular». Al hacerlo se desplegará de forma automática la solución detallada paso a paso."

*Nota:* Esta calculadora determina el calor específico de un material y sus propiedades.

Fuente: Calculadoras Online (s.f.)

## Diseño industrial

Para Gay & Samar (2007) la palabra Industrial hace referencia “al sistema de producción de bienes y la palabra Diseño hace referencia a la concepción sistematizada de la forma y demás características del producto” (p.7). Bajo esta concepción el diseño industrial se refiere a la exposición de un producto industrializado considerando sus características y propiedades.

## Horno incinerador

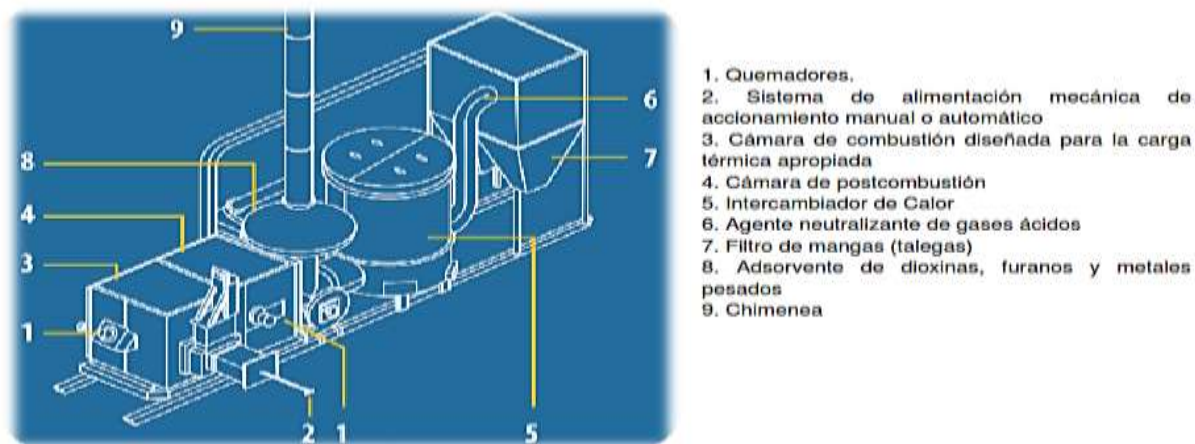
El horno incinerador es un equipo que se utiliza para el quemado de desechos sólidos o patológicos. Según Castell (2012) el horno “es la cámara donde el combustible sólido o líquido se transforma en gas, allí es donde ocurre el proceso de combustión” (p.379). En su configuración, el horno incinerador consta de una cámara de oxidación, donde mediante altas temperaturas tiene

lugar la combustión primaria de los desechos introducidos, con paredes refractarias y suministro de aire controlado para asegurar la completa transformación de la materia orgánica en gases.

Luego se encuentra la cámara de postcombustión, que genera turbulencia en los gases para oxidar por completo cualquier compuesto orgánico residual a elevadas temperaturas. Finalmente, la cámara de recuperación de calor extrae la energía térmica remanente en los gases de combustión, mediante intercambiadores que producen vapor para la generación eléctrica o térmica. En esta sección también se enfrían los gases y condensan partículas antes de su limpia liberación. Esta secuencia de cámaras integradas en el horno busca optimizar el proceso de incineración cumpliendo con los requerimientos ambientales y sanitarios.

De acuerdo a la información expuesta anteriormente a continuación se muestra la figura 2 donde se exponen la composición de un horno incinerador

Figura 2. Partes de un horno incinerador



*Nota:* presentación general de un horno incinerador industrial

Fuente: Corantioquia (2022)

## **Requerimientos del diseño**

En diseño Industrial los principales requisitos funcionales y técnicos esperados para en un proyecto son definidos como requerimientos, por tanto Rubio (2018) lo define como que “Los requerimientos de diseño son las variables a resolver que el futuro producto debe cumplir” (p.51). Para efectos del diseño del horno incinerador de desechos para la clínica UGA C.A, los requerimientos son parte fundamental de la investigación, puesto que se recoge la información necesaria para determinar los aspectos técnicos y funcionales de dicho horno. La cantidad de desechos que se debe incinerar determinará el tipo y características del horno por diseñar. Asimismo, se deberá seleccionar el software más adecuado para el diseño (AutoCAD), que permita dimensionar apropiadamente todos los componentes y genere los planos de construcción.

## **Software diseño industrial**

Hoy día se utilizan gran variedad de programas que poseen los entornos 2D y 3D. Autodesk (2023) el software de diseño industrial es uno de ellos y:

Ayuda a los usuarios a crear, analizar, visualizar y comunicar la intención y la estética del diseño antes de construir un prototipo físico. Muchos de los productos cotidianos que utilizamos han sido diseñados mediante software de diseño industrial, desde tabletas hasta auriculares y automóviles (p.1).

Para realizar el diseño industrial del horno incinerador

## **Requerimientos técnicos para el diseño de un horno incinerador.**

Los indicadores técnicos o requerimientos para el diseño industrial de un horno incinerador de residuos hospitalarios los señala León & Luzuriaga (2010), “se han de considerar la temperatura

de combustión, sistema de alimentación, cámaras de combustión, sistema de enfriamiento de gases, materiales refractarios, poder calorífico de los desechos” (p.10). Estos requerimientos son de gran importancia a la hora de seleccionar el horno incinerador, al presentarse al fabricante con los datos y necesidades este podrá hacer los cálculos rápidos y mostrar el tipo de horno con sus características y dimensiones.

### **Temperatura de combustión**

Temperatura teórica de la combustión según Borrás (1987)”es aquella que alcanzarían los productos de la misma si todo el calor de la reacción fuese empleado en su calentamiento” (p.19). Para efectos del gas natural en el aire la temperatura a considerar es de 1900°C. Esto se ajusta al diseño de la temperatura que debe alcanzar el horno incinerador de la clínica UGA.C.A.

### **Sistema de alimentación**

El sistema de alimentación de un horno depende de la cantidad de masa de desechos que se van a incinerar, pues el mismo está compuesto por inyectores, cámara de combustión y quemadores, así lo expresa Díaz & Castro en su composición “estos sistemas cuentan con un quemador, ubicado del lado de la alimentación, que utiliza combustibles o residuos líquidos de alto poder calorífico” (p.21).

### **Cámaras de combustión**

La cámara de combustión constituye la sección clave de un incinerador en la cual tiene lugar la oxidación completa de los desechos. Díaz y Castro (2021) “Es así que los incineradores para desechos peligrosos son diseñados para que los gases de combustión alcancen temperaturas

en el rango de 850 a 1600 pc, con un tiempo de estadía de al menos 2 segundos” (p.22). La cámara de combustión está fabricada con materiales refractarios resistentes a las altas temperaturas del proceso. En este compartimiento ocurre la ignición y combustión de los residuos al entrar en contacto con el oxígeno inyectado, produciéndose una reacción exotérmica.

### **Materiales refractarios**

Dentro del campo de materiales y estructura de un horno, estos deben seleccionarse de acuerdo al nivel de temperatura que debe alcanzar el horno y estos deben estar compuestos de material refractario, Es por ello que Díaz (2015)

Es necesario construir las paredes internas de un horno con ladrillos de este tipo de materiales, ya que de otra forma la vida útil del horno sería muy reducida. Su objetivo será doble: por un lado proteger de las altas temperaturas, y por el otro minimizar en la medida de lo posible la pérdida de calor en el interior del horno hacia el exterior (p.23).

Cabe destacar que la unión de los ladrillos refractario se ha de realizar con mortero refractario. Esto para garantizar la unión y sellado del horno.

### **Medición del volumen**

Para realizar la medición del volumen de desechos es necesario acudir a las relaciones matemáticas que se vinculan con la geometría del objeto. Sin embargo, para medir cuerpos irregulares en un espacio requiere de técnicas precisas para obtener un buen resultado. Acudiendo entonces a la definición de volumen por Connor (2019). “es una cantidad física básica. El volumen

es una cantidad derivada y expresa la extensión tridimensional de un objeto. El volumen a menudo se cuantifica numéricamente usando la unidad derivada del SI” (.p.1). Para efectos de esta investigación se tomará en cuenta considerando un recipiente cilíndrico al cual se calculara su volumen ( $v=2\pi*r^2*h$ ) siendo h la altura del cilindro. Esta información la proporcionara el personal entrevistado.

### **Medición de la densidad**

Para realizar la medición de la densidad de un material se hace necesario acudir a la relación de masa entre el volumen que esta ocupa así lo define Soldovieri (2016) “como la razón entre la masa de una sustancia y su volumen ( $\rho= \text{Masa/volumen}$ )” (p.4). Así pues, para realizar la medición de la densidad habría previamente calculado y pesado la cantidad de material que se desea desechar. Para este caso se tomara la información registrada por los entrevistados, luego. De haberse obtenido el volumen se puede calcular la densidad de los mismos.

**Base Legal**  
**LEY SOBRE SUSTANCIAS,**  
**MATERIALES Y DESECHOS PELIGROSOS**  
**TÍTULO I**  
**DISPOSICIONES GENERALES**

**Artículo 1.** Esta Ley tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre, con el fin de proteger la salud y el ambiente.

**Definición de términos básicos**

Cámara de combustión primaria: “Es el compartimento del horno donde los residuos son incinerados a altas temperaturas, normalmente entre los 850°C y 1100°C. La combustión primaria destruye los residuos y material patógeno” (Organización Panamericana de la Salud, 2018, p. 45).

Horno incinerador: “Equipo en el cual se lleva a cabo la combustión controlada de los residuos, con el fin de reducir su volumen y peligrosidad” (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2010, p. 23).

Poder calorífico: “Cantidad de calor que desprende un residuo durante su combustión completa. Se expresa en unidades de energía por unidad de masa como kcal/kg o MJ/kg” (Comisión Nacional de Energía, 2020, p.19).

Desechos biosanitario: “Desechos generados durante la atención e investigación médica que contienen agentes patógenos representando un riesgo infeccioso” (Organización Mundial de la Salud, 2018, p. 17).

Desechos cortopunzante: “Objetos desechables que por sus características punzantes o cortantes pueden provocar un accidente percutáneo infeccioso “(Ministerio de Salud Argentina, 2013, p. 5).

Tratamiento de emisiones gaseosas: “Proceso mediante equipos de control de contaminación atmosférica para capturar las partículas, gases ácidos y contaminantes generados en la combustión” (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2010, p. 56).

Tabla 2. Operacionalización de las variables

<b>Objetivo General:</b> Proponer el Diseño de un horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA				
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica/Instrumento</b>
•Caracterizar los desechos peligrosos que se generan en la clínica UGA C.A.	Diseño de Horno Incinerador	Desechos	Tipos de desechos	Técnica: Entrevista Instrumento: Guía de entrevista
		desechos peligrosos	Volumen promedio diario o mensual por tipo de desecho	
			Densidad promedio de los desechos en kg/m <sup>3</sup>	
			Poder calorífico de cada tipo de desecho en kcal/kg.	
•Determinar los requerimientos del diseño de un horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA		Requerimientos de diseño	Software AutoCAD	Técnica: Revisión documental Instrumento Manual técnico
			Técnicos	
			- . Temperatura de combustión	
			- . Sistema de alimentación	
			- . Cámaras de combustión	
			- . Materiales refractarios	
•Diseñar horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA				

Nota: esta tabla muestra los componentes principales que regirán el desarrollo de la investigación. Por otra parte los datos correspondientes a volumen y densidad podrán obtenerse de los sujetos entrevistados el poder calorífico dependería de los datos antes mencionados.

Fuente. Benevento y Paredes (2023)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

El siguiente capítulo comprenderá el recorrido metodológico a seguir en la presente investigación, planteándose los pasos metodológicos a seguir para el logro de cada uno de los objetivos propuestos. Así mismo se describen detalladamente la estrategia y métodos utilizados para tal fin. Un compendio de conceptos inherentes al tema como lo es el tipo de investigación, el diseño para la recogida de datos ,las técnicas utilizadas conjuntamente con los instrumentos que se requieren ,validez, confiabilidad ,población y muestra del estudio y el aspecto procedimental.

#### **Tipo y Diseño de la investigación**

##### **Tipo de investigación**

Dado que se han planteado el objetivo general de la investigación, se considera una investigación proyectiva, de acuerdo con Hurtado (2012), es aquella que “propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de Indagación” (p.122).De acuerdo al primer objetivo específico, para caracterizar los tipos de desechos peligrosos se ha de desarrollar una serie de eventos que convergen a la búsqueda, análisis e interpretación de la información que es producto de la indagación que se ha de realizar. En virtud de los resultados obtenidos y para efectos de esta investigación se generara una propuesta de diseño de un horno incinerador para la Clínica U.GA.

## **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación se refiere a la manera en se recogerán los datos. Para Arias (2006). La investigación de campo es “aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o donde la realidad donde ocurren los hechos” (p.31). Para efectos de esta investigación la recolección de datos se cumplirá de acuerdo al objetivo a cumplir. Para el primer objetivo específico se cumplirá realizando las actividades de recogida de datos en los distintos puntos donde se colocan los desechos de tipo hospitalario en la clínica UGA.C. A

## **Población y muestra**

Chávez (2002), “sostiene que la población es “el universo de la investigación, sobre el cual se pretende generalizar los resultados” (p.162). Está constituida por características o estratos que le permiten distinguir los sujetos unos de otros. Otro autor como Ballestrini (2002), “Se refiere a cualquier conjunto de elementos de las cuales se pretende indagar o conocer sus características, o al menos unas de ellas, para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación” (p.137). Para efectos de esta investigación se consideran al personal de servicios (Mantenimiento) 6 personas, personal de laboratorio 4 personas, doctores 3, enfermeras 3 para un total de 16 personas.

Para tomar en cuenta la aplicación de técnicas e instrumentos para la obtención de la información es necesario acudir a la definición del concepto de muestra censal, siendo este inherente a lo expresado en el desarrollo del concepto de población. Por su parte la muestra censal definida por Ramírez (2000) como “aquella en donde todas las unidades son consideradas como muestras” (p.32) la muestra es finita por lo que se considera igual a la población de estudio, en este caso 16 sujetos.

### **Técnicas e instrumento de recolección de datos**

Las técnicas, para Ñaupas y Valdivia (2018) pueden definirse también como un “conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo” (p. 273). Existen muchos métodos de recopilación de datos en la investigación, como observación, encuesta, entrevista, cuestionario, revisión de documentos, etc. Estos métodos permiten a los investigadores obtener sistemáticamente información sobre temas de interés. Para efectos de esta investigación las técnicas a utilizar son la entrevista y la revisión documental. Por su parte la definición de instrumento de investigación, Arias (2012) define al instrumento de recolección de datos como “ un recurso o dispositivo o formato en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p.68). De acuerdo a esto; los instrumentos a utilizar son la guía de la entrevista y el manual técnico.

Correspondiendo al primer objetivo específico planteado, se utilizará la técnica de la entrevista, definida por Romero et al (2013) los cuales afirman que “es una modalidad de la encuesta, que consiste en formular preguntas en forma verbal al encuestado con el objetivo de obtener respuestas o informaciones y con el fin de verificar o comprobar las hipótesis de trabajo” (p.294). Es un método de recolección de datos basado en una conversación intencional entre el investigador y los participantes, dirigida a obtener información sobre sus perspectivas, experiencias y significados respecto a un tema particular. Valorando así esta definición en la presente investigación del diseño de un horno incinerador de desechos para la Clínica UGA C.A. Esta técnica fue seleccionada, debido a que hay que extraer información importante de las personas que están en contacto directo en el día a día con lo que se quiere evaluar; además de contenidos

inherentes como; los volúmenes y densidad de la cantidad total de desechos que se generan en dicha clínica.

En este mismo objetivo específico el instrumento a utilizar para la recolección de datos es la guía de la entrevista la cual se realiza entre el entrevistador y el entrevistado, al respecto, Romero et al (2013) afirma que “la guía de la entrevista, es el instrumento, la herramienta que sirve a la técnica de la entrevista, que consiste en una hoja simple no impresa, bien preparada, que contiene las preguntas a formular al entrevistado, en una secuencia determinada” (p.298). La preparación es clave para el éxito de la entrevista. El entrevistador debe diseñar previamente una guía o pauta de entrevista que oriente la conversación. Esta consiste en una lista de temas y preguntas que se desean explorar, manteniendo un orden lógico, pero con flexibilidad.

Para el segundo objetivo específico la técnica a utilizar es la revisión documental, la cual se aplicará con la finalidad de obtener información importante y necesaria para la consecución de dicho objetivo. La definición del concepto revisión documental, para Scribano (2007) “Consiste en la obtención y análisis de documentos producidos en el curso de la vida cotidiana. Como tal es una técnica obstructiva rica en bosquejar los valores y creencias de los participantes en el campo” (p.33). La revisión documental permite analizar materiales que fueron creados con diversos fines, pero que contienen valiosa información contextual.

En este mismo objetivo el instrumento de recolección de datos seleccionado será el manual técnico, definido por Garza (2023) como un “documento que va dirigido a un público que sustente conocimientos técnicos sobre algún área” (p.102). En el caso de esta investigación para el diseño de un horno incinerador de desechos clínicos para la Clínica UGA C.A., la revisión de manuales técnicos disponibles permite conocer los requerimientos, procedimientos y buenas prácticas establecidas para este tipo de tecnología. Aspectos importantes como los componentes requeridos,

capacidad de carga térmica, emisiones generadas, entre otros. Estos pueden ser estudiados en base a la documentación de proveedores de soluciones de incineración y a las guías desarrolladas por entes rectores en el manejo de desechos biomédicos. Esta información técnica especializada sirve como punto de partida para el diseño en cuyo caso se relaciona con el segundo objetivo específico de la presente investigación.

### **Validez**

Los instrumentos de recolección de información requieren de la validación de su contenido. Al respecto Arias (2012):

En este caso, lo fundamental es comprobar si el instrumento mide lo que se pretende medir, además de cotejar su pertinencia o correspondencia con los objetivos específicos y variables de la investigación. Este procedimiento puede ser realizado a través del juicio de expertos (p. 135).

Para esta investigación documental sobre el diseño de un horno incinerador, es importante validar la guía de entrevista y demás fuentes de información que se consulten, sean pertinentes y proporcionen datos e instrucciones adecuadas, actualizadas y alineadas con los requerimientos del proyecto. Por ello, se someterán estos instrumentos documentales al juicio de tres expertos en el área que corresponde al tema de ingeniería de incineradores y manejo de desechos biomédicos. Su opinión calificada permitirá comprobar los aspectos contentivos en la guía de la entrevista e idoneidad de los textos para su aplicación como base teórica y práctica durante la concepción del diseño propuesto para la Clínica UGA C.A.

### **Confiabilidad**

Según Hernández y otros (2014) afirman que “la confiabilidad de un instrumento de medición se determina a través de diversas técnicas y, se refieren al grado en el cual su aplicación repetida al mismo sujeto de estudio, que producen resultados iguales” (p.200). En vista de que una guía de entrevista es utilizada para la obtención de datos de tipo cualitativos, y estos están basados en opiniones, experiencia, perspectivas, narrativas o puntos de vista se recurre al juicio de expertos, mismos que darían fe del contenido de dicha guía, de igual manera los manuales técnicos ya vienen de autores originales con textos que ya estarían certificados por editoriales y normas. Es por ello que se les otorga este derecho a los expertos considerados en la validación de los instrumentos.

### **Procesamiento y análisis de datos**

Una vez que se ha recopilado la información utilizando métodos y herramientas de investigación, se debe categorizar y organizar para cumplir con cada objetivo establecido. Primero, organizar la información y calcular los parámetros básicos para iniciar el diseño y dimensionamiento del horno incinerador, e intentar determinar el mejor diseño para satisfacer las necesidades del problema en particular. El diseño utilizado para la clínica de la UGA.C. A será presentado en la tesis de grado.

Para el desarrollo de la investigación y el logro de los objetivos planteados, se consideraron las siguientes acciones: Se realizó el planteamiento del problema, el cual generó el tema de estudio con sus respectivas interrogantes y objetivos, seguidamente se planteó la justificación contentiva de los aspectos relevantes desde las perspectivas teórica, práctica, metodológica y social respectivamente, asimismo se estableció la importancia de las limitaciones y alcances de la

investigación, igualmente se elaboró la tabla de operacionalización de las variables. Además, se redactaron las bases teóricas, para el desarrollo del marco teórico, No obstante, se recopiló toda la información necesaria que sustentará la investigación en el área de estudio, así como también, se seleccionó información y documentos previos y similares sobre la variable en estudio.

Por otro lado, se realizaron visitas a bibliotecas digitales para recolectar datos relacionados al estudio, diseños, así como investigaciones de antecedentes en el área. Seguidamente se desarrolló el marco metodológico, detallando los pasos a seguir en el estudio, en el cual se dio a conocer el tipo y diseño de la investigación, población, técnicas e instrumentos de recolección de información, así pues, los análisis de los datos obtenidos permitieron generar tablas y gráficos que expresaron de manera organizada y resumida la información recolectada, facilitando la interpretación y discusión de los hallazgos del estudio. Posteriormente se identificaron las variables críticas y las relaciones entre las mismas; Luego de esto se hará el análisis e interpretación de los resultados los cuales orientarán las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados de la investigación. Finalmente se diseñará el horno incinerador para la clínica UGA utilizando el Software AutoCAD.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Para el desarrollo de este capítulo se presentan los análisis de los resultados dentro de una panorámica mixta, donde se trabaja con información proveniente de las técnicas utilizadas (entrevista y revisión documental), centradas en la aplicación de instrumentos (guía de la entrevista y manuales técnicos), estos correspondientes a los sujetos que proporcionan información, así como el contenido dichos manuales. Todo esto en el margen interno de la Clínica UGA.C.A. El tipo de investigación a seguir según la operacionalización de las variables será proyectiva. Es importante acotar que se hará énfasis en cada uno de los objetivos específicos planteados y enfocados en las dimensiones e indicadores señalados.

**Objetivo específico N° 1:** Caracterizar los desechos peligrosos que se generan en la clínica UGA C.A, se desarrollara en función de su dimensión.

#### **Dimensión 1: Desechos Peligrosos**

Para cumplir con este objetivo específico se ha de exponer lo referente a la información obtenida y perteneciente a cada uno de sus indicadores a través de la guía de la entrevista. Para ello las investigadoras se dirigieron al interior de la clínica UGA.C. A en donde fueron atendidos muy amablemente por el personal involucrado en el manejo de desechos peligrosos , de manera similar se les realizo la presentación y motivos de la entrevista presentándoles cual era el propósito

de la misma según se presentó en el instrumento validados por los expertos .Cabe destacar que algunos de los entrevistados no permitieron fotografiarse guardando su privacidad .

Figura 3. Aplicación de la guía de entrevista (Parte I)



*Nota:* Presentación y motivos de entrevista a la izquierda. A la derecha se realizaron las preguntas correspondientes a cada indicador.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Figura 4. Aplicación de la guía de entrevista (Parte II)



Nota: Presentación y motivos de entrevista a la izquierda. A la derecha se realizaron las preguntas correspondientes a cada indicador.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Figura 5. Aplicación de la guía de entrevista (Parte III)



Nota: Presentación y motivos de entrevista a la izquierda. A la derecha se realizaron las preguntas correspondientes a cada indicador.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### **Antecedentes de los entrevistados**

A fin de presentar de manera concreta los resultados de la entrevista correspondiente a este renglón se organizó la información de forma tabulada donde se exponen las categorías, cantidad, cargos y tiempos de trabajo. Tal y como se muestra en la tabla número 3. En algún caso

individual y grupal se observaron que son personas que poseen un tiempo suficiente y necesario de acuerdo a la experiencia que cada uno de estos ha manifestado.

Tabla3. Información de antecedente de los entrevistados

<b>Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cargos</b>	<b>Tiempo de trabajo</b>
Personal de servicios	1	Coordinador de Mantenimiento	5 años
	3	Ayudantes de mantenimiento	Entre 3 y 4 años
	2	Camareras	Entre 2 y 5 años
Personal de laboratorio	4	Laboratoristas	3 y 5 años
Doctores/ médicos	2	Médicos Cirujanos	5 a 6 años
	1	Internistas	6 años
Enfermería	3	Enfermeras	4 a 6 años
<b>Total</b>	<b>16</b>		

*Nota:* Datos proporcionados por el personal que labora en la Clínica UGA.C. A

Fuente: Elaboración Propia (2023).

#### Análisis de la tabla 3

De acuerdo a la información proporcionada sobre los entrevistados en la clínica UGA para la recopilación de datos que se utilizarán en el diseño del horno incinerador, se puede realizar el siguiente análisis:

Cantidad total de entrevistados fueron 16 personas en cuyos cargos identificados se vieron el coordinador de mantenimiento, ayudantes de mantenimiento, camareras, laboratoristas, médicos cirujanos, internistas y enfermeras. En tal sentido se entrevistaron a representantes de las áreas principales generadoras de desechos como personal de servicios, personal de laboratorio, médicos y enfermeras. El tiempo de trabajo del personal entrevistado se encuentra entre 2 y 6 años, lo cual implica que tienen experiencia en la generación y manejo de desechos en la clínica.

En el área de los doctores médicos entrevistados, por sus especialidades se asume experiencia en manejo de desechos quirúrgicos y de hospitalización. Es positivo que se incluyera al coordinador de Mantenimiento por su visión integral de la gestión de desechos. En términos generales, la selección de los entrevistados abarcó una muestra representativa de las áreas generadoras de los diferentes tipos de desechos hospitalarios, con tiempo de experiencia adecuado en la clínica para proveer datos confiables que sustenten el diseño del horno incinerador.

### **Caracterización por tipos de desechos**

En la caracterización por tipos de desechos se obtuvo información que se enfoca en categorías, preguntas relacionadas a los aspectos de tipo reactivo, explosivo, toxico, Inflamable y biológico infeccioso. Como puede observarse en la tabla N°4. De acuerdo a la información proporcionada de la entrevista realizada en la clínica UGA, se pueden analizar los siguientes resultados en cuanto a los tipos de desechos peligrosos que manejan:

**Reactivos**

Se generan diversos desechos con sustancias químicas provenientes de los laboratorios clínicos y usados en actividades de limpieza y desinfección. Destacan solventes orgánicos, ácidos, bases, metales pesados, que requieren un manejo cuidadoso.

**Explosivos:**

No se reportan desechos explosivos, pero si existe riesgo de inflamabilidad y explosión con ciertos materiales como gases medicinales, disolventes y desinfectantes, si no se almacenan y manipulan adecuadamente.

**Tóxicos**

Se generan residuos cito tóxicos y con metales pesados que son altamente tóxicos y se deben manejar por separado evitando todo contacto.

**Inflamables**

Hay presencia de materiales con gasoil, lubricantes y trazas de disolventes orgánicos, que pueden provocar incendios. Requieren protocolos estrictos de manipulación.

**Biológicos infecciosos**

Abundan materiales contaminados con fluidos corporales que contienen patógenos, provenientes de áreas quirúrgicas, de hospitalización y de laboratorio. Representan un alto riesgo biológico si no hay una adecuada desinfección previa a su disposición final.

De lo anteriormente expuesto, la clínica genera una diversidad de desechos peligrosos que deben ser gestionados adecuadamente para minimizar riesgos. Se requiere fortalecer la segregación, etiquetado, almacenamiento y tratamiento previo a la disposición final.

Tabla 4. Resultados de la entrevista: Caracterización por tipos de desechos

<b>Categorías</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Aspectos</b>
Desechos peligrosos que se generan en la clínica UGA.	¿Qué tipo de desechos que contengan reactivos se manejan en la clínica? Respuesta.	Reactivo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactivos de laboratorio: provenientes de análisis clínicos como bioquímica, hematología, microbiología. Incluyen solventes, ácidos, bases, metales pesados.</li> <li>• Desinfectantes y esterilizantes: glutaraldehído, ortoftaldehído, cloro, alcohol etílico</li> <li>• Reveladores y fijadores: soluciones acuosas de hidroquinona, sulfitos, hidróxido de sodio. Proviene del revelado de placas radiográficas.</li> <li>• Fármacos vencidos o no utilizados: medicamentos cito tóxicos, antibióticos, antivirales, anestésicos</li> </ul>	
	¿Qué tipos de desechos explosivos sabe usted se manejan en la clínica? Los de la	Explosivo
	<p>Desechos combustibles, gases inflamables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disolventes orgánicos inflamables: alcohol, acetona, éter etílico, utilizados en laboratorios. Sus vapores se pueden incendiar con chispas.</li> <li>• Algodones, gasas, vendajes con trazas de disolventes o desinfectantes: pueden incendiarse durante la disposición o incineración.</li> </ul>	
	¿Qué tipo de residuos tóxicos sabe usted se manejan en la clínica UGA Material orgánico, quioscos de laboratorio, gases inflamables	Tóxico

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes de acetona: solvente orgánico altamente inflamable utilizado en algunos análisis de laboratorio.</li> <li>• Medicamentos citotóxicos: quimioterapéuticos, antivirales, inmunosupresores. Altamente tóxicos. vencidos</li> </ul>	
<p>¿Sabe usted cuales son los tipos de desecho inflamable en la clínica?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasoil, residuos lubricantes de generador eléctrico, compresores, equipos de refrigeración.</li> </ul>	Inflamable
<p>En los desechos biológicos infecciosos, ¿qué tipo de materiales se han detectado? Material de cirugía, anestésicos, material de diálisis etc.</p> <p>Entre los tipos de desechos biológicos generados en la clínica, ¿qué partes, tejidos, fluidos o muestras de origen humano están siendo manejados? Orina, heces, sangre, amputaciones, fetos, materiales de cirugía en generales.</p>	Biológico -infeccioso

*Nota:* Datos proporcionados por los sujetos evaluados se necesitan en metros cúbicos:

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### Volumen de cada tipo de desecho

Tabla 5. Resultados de la entrevista: cantidades diarias, semanales y mensuales de desechos

Categorías	Preguntas	Cantidad globalizada	Aspectos
	Considerando los tipos de desechos que mencionó anteriormente, ¿qué cantidades aproximadas en kilogramos y metros cúbicos	Diaria= 10kg aproximadamente Semanalmente= 70kg aproximado	Reactivo Explosivo

---

Volumen diario o mensual de cada tipo de desecho (kg y m3)	se están generando en la clínica diaria, semanal o mensualmente?	Mensualmente: 280 kg aproximadamente	Tóxico, inflamable y biológico infeccioso
--	--	--------------------------------------	---

---

*Nota:* Datos proporcionados por los sujetos evaluados se necesitan en metros cúbicos:

Fuente: Elaboración Propia (2023)

#### Análisis de tabla 5

De acuerdo a los resultados de la entrevista realizada en la clínica UGA sobre las cantidades de los diferentes tipos de desechos generados, se puede realizar el siguiente análisis:

Las cantidades informadas son estimaciones globales, no se cuantifico por categoría por separado. Los entrevistados manifestaron de manera generalizada la generación diaria que se estima en 10 kg aproximadamente. Esto equivale a 0.01 toneladas por día, lo cual se llevaría semanalmente a generar alrededor de 70 kg, equivalentes a 0.07 toneladas por semana. Por ultimo mensualmente se genera un aproximado de 280 kg, es decir 0.28 toneladas al mes. Con base en los kg generados, se podrían hacer estimaciones de volumen usando densidades típicas por tipo de residuo, razón por la cual se llevó a solicitar la cuantificación por separado para cada categoría de desechos (reactivos, explosivos, tóxicos, etc.), no solo el total. Esto permitirá dimensionar mejor el horno incinerador.

Es posible que el personal entrevistado no lleve registros cuantitativos de generación de desechos, por lo que se recomienda realizar aforos y muestreos directos por algunos días para obtener datos más precisos y confiables sobre cantidades producidas, pero, la información obtenida permite una primera aproximación, siendo necesario profundizar en la cuantificación de cada tipo específico de residuo peligroso, preferiblemente a través de mediciones directas periódicas.

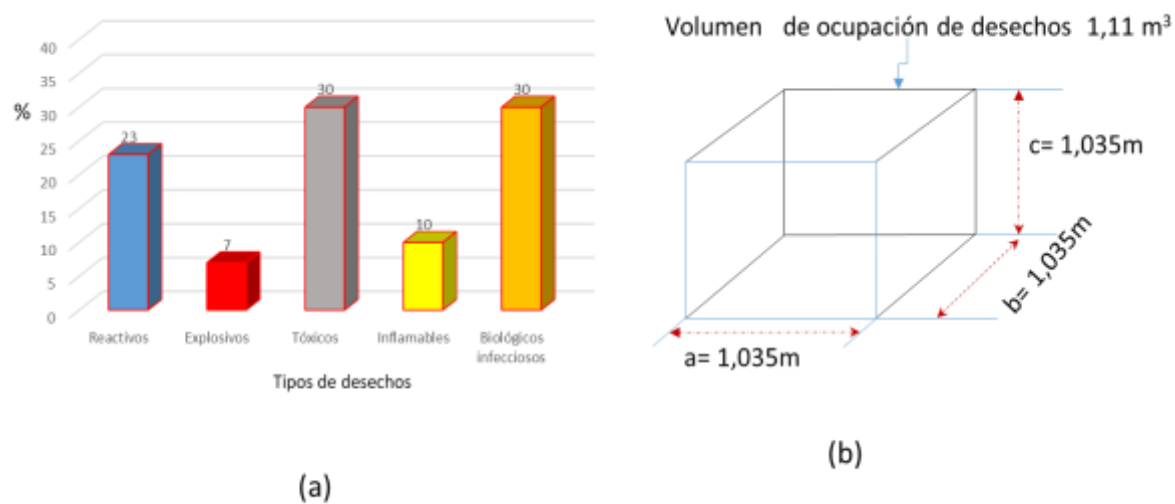
Tabla 6. Resultados de la entrevista: por aspecto, masa, volumen y densidad

Aspectos	Masa en kg/día	Cantidad en m <sup>3</sup> /día	%	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
Reactivos	2.3	0.24	23	9.58
Explosivos	0.7	0.25	7	2.8
Tóxicos	3	0.1	30	30
Inflamables	1	0.22	10	4.54
Biológicos infecciosos	3	0.3	30	10
Total	10	1,11	100	

*Nota:* Datos proporcionados por los sujetos evaluados se necesitan en metros cúbicos:

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Figura 6. Resumen de resultados de la entrevista



*Nota:* En la presentación de la figura 6.a se encuentran los valores porcentuales de cada uno de los tipos de desechos manejados. En la figura 6.b el equivalente geométrico cubicado en volumen de desechos/día.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Análisis de la tabla 6 y la figura 6

De acuerdo a la información proporcionada sobre la generación de diferentes tipos de residuos peligrosos en la clínica, se puede realizar el siguiente análisis:

Los reactivos representan el 23% del total de los residuos generados, con una densidad de 9.58 kg/m<sup>3</sup>. Esto indica que son residuos principalmente líquidos provenientes del laboratorio. Los explosivos corresponden al 7% del total. Su baja densidad (2.8 kg/m<sup>3</sup>) señala que son gases comprimidos generados posiblemente en áreas quirúrgicas. Los residuos tóxicos constituyen el 30% del total, con una densidad alta (30 kg/m<sup>3</sup>) que implica contenido de metales pesados o similares. Los inflamables representan el 10%, con densidad intermedia de 4.54 kg/m<sup>3</sup> característica de solventes orgánicos. Finalmente, los infecciosos generan el 30% restante, con densidad típica de masa y fluidos corporales (10 kg/m<sup>3</sup>). Siendo, la mayor proporción corresponde a infecciosos y tóxicos. La densidad reportada es coherente con el tipo de residuo en cada categoría. Estos datos permitirán dimensionar adecuadamente el horno incinerador según la capacidad de masa y volumen necesaria para cada tipo de desecho.

Considerando los resultados mostrados en la figura 6.a puede verse las cantidades porcentuales de desechos hospitalarios que se generan en la clínica UGA.C.A. Los cuales reflejan la distribución de estos y presentándose en mayores cantidades con un porcentaje 23,30 y 30 para los reactivos, los desechos tóxicos, y biológicos, luego se encuentran con bajo porcentaje los explosivos e inflamables. Por tanto la necesidad de diseñar un horno incinerador es imperativa para la clínica UGA manteniendo normativas de organización y separación de los desechos en dicha clínica. Una vez que se ha hecho este análisis se recurre a los datos que reflejan los estimados de la cantidad volumétrica de desechos se puede llevar a una composición geométrica cubica tal y como se muestra en la figura 6.b quedando en dimensiones soporte

de 1.035 metros por ancho, largo y alto para una cantidad total de desechos de 10kg/día . Esto dará una idea de cuánto se necesita para el diseño de la cámara de incineración del horno y por ende de allí se partirá para el resto de los materiales y requerimiento que se dictaran para la futura construcción de dicho horno.

Relacionado con las bases teóricas y según Landy (2021), para calcular el volumen de desechos se debe determinar "la producción per cápita en función al número de consultas al día, igualmente al número de camas utilizadas al día y tomando en cuenta la fórmula de cálculo se tiene cantidad de residuos en (Kilogramos/consulta - Cama) /día" (p.45). Los resultados de la entrevista brindan estimaciones globales, pero no desglosadas por área, lo que limitaría aplicar la fórmula propuesta por Landy (ob.cit). Seguidamente y respecto a la densidad promedio de desechos Cromer (1984) define densidad como "el cociente entre la masa y el volumen" (p.151). Ramos et al. (2021) aportan que "la densidad de residuos sólidos hospitalarios es el peso recolectado en kilogramos entre la cantidad de establecimientos muestreados" (p.36). La entrevista provee datos de densidad por tipo de desecho, lo que permitiría calcular la densidad promedio ponderada según lo indicado por el autor, así mismo, el poder calorífico por desecho según Oliver & Mon (2007) definen el poder calorífico como "la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura en un grado" y está relacionada con la composición molecular (p.2). No se encuentran datos específicos sobre poder calorífico en la entrevista. Los autores sugieren obtener este parámetro de tablas o calculadoras online según la composición.

**Objetivo específico 2:** Determinar los requerimientos del diseño de un horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA.

### **Dimensión 2:** Requerimientos de diseño

Respecto a este objetivo específico se tratarán los referentes técnicos que conciernen a la temperatura requerida para la combustión, además de los sistemas de alimentación, cámaras de combustión, sistemas de enfriamiento de gases, materiales refractarios, poder calorífico necesario

de la basura hospitalaria , y para ello se recurrirá a los sustentos teóricos de manuales técnicos e investigaciones en materia de selección de hornos .Todo esto ya se parte de la base de la necesidad de volumen y cantidad de desechos que se generan en la clínica UGA. CA.

Para comenzar con los requerimientos se comienza por considerar que la mayoría de los desechos hospitalarios generados en la clínica UGA.C.A se dan en los tipos de desechos reactivos, tóxicos y biológicos infecciosos. Para los primeros por lo general se encuentran en solventes, los restantes se encuentran en materiales o tejidos orgánicos, plásticos y textiles, razón por la cual se muestra la tabla de datos típicos sobre el análisis elemental del material combustible presente en los residuos ver tabla 7.

Tabla 7. Datos típicos sobre el análisis elemental del material combustible presente en los residuos

% de base seca						
Componentes	C	H	O	N	S	Cenizas
Tejidos orgánicos	68.25	20.75	3.89	2.45	3.65	1.02
Plásticos	60	7.2	22.8	0	0	10
Textiles	55	6.6	31.2	4.6	0.15	2.5

*Nota:* Datos estandarizados del material de combustible para el cálculo de contenido energético de temperatura de llama.

Fuente: Sandoval & Rodríguez (2002)

La humedad juega un papel muy importante en el diseño del horno, ya que conociendo el contenido de humedad de los residuos se puede elegir el quemador de la cámara principal, también

afecta el tiempo de residencia de los residuos y por ende el tamaño del horno. Se puede especificar el contenido de humedad de los residuos.

Otro dato importante es el de contenido energético de los residuos anteriormente descritos, lo que lleva a mostrar la tabla de estandarización del contenido energético por cada kilogramo de desecho ver tabla 8.

Tabla 8. Datos típicos de contenido energético de los residuos

<b>Componentes</b>	<b>Energía kcal/kg</b>
Tejidos orgánicos	555
Plásticos	7777.84
Textiles	4166.7

Nota: Contenidos energéticos para la energía necesaria de calentamiento

Fuente: Sandoval & Rodríguez (2002)

Los datos anteriormente descritos se hacen necesarios para la selección de quemadores sin embargo para la obtención del contenido energético del horno para la clínica UGA son los siguientes se muestran a continuación ver tabla 9.

Tabla 9. Contenido energético que ocupan los componentes de desecho en la clínica UGA

<b>Componentes</b>	<b>Energía kcal/kg</b>	<b>Peso en kg</b>	<b>Energía total Kcal/kg</b>
Tejidos orgánicos	555	3	1665

Nota: Contenidos energéticos para la energía necesaria de calentamiento en UGA

Plásticos	7777.84	1.5	11666.76
Textiles	4166.7	2	8333.4
Total		6.5	21665

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### **Temperatura real de la llama**

Basándose en las especificaciones técnicas señaladas por Sandoval & Rodríguez (2002), los cuales demostraron que para el diseño de hornos incineradores de hasta 120 kg de desechos hospitalarios la temperatura estabilizada es de 722°C equivalente a 995°K. De hecho, es un patrón que podría compararse con las temperaturas necesarias para la fundición del metal aluminio que se encuentran por el orden de 600°C. Otro aspecto importante es la correspondiente normativa publicada por el parlamento y consejería de la Directiva 2000/76/CE de la Unión Europea para la incineración de residuos. Esta establece en los requisitos para hornos incineradores de diferentes capacidades en lo siguiente:

Las instalaciones de incineración se diseñarán, equiparán, construirán y explotarán de modo tal que la temperatura de los gases resultantes de la incineración se eleve de manera controlada y homogénea, e incluso en las condiciones más desfavorables, hasta una temperatura de 850 °C durante dos segundos. Si se consideran residuos peligrosos que contengan más de un 1 % de sustancias orgánicas halogenadas, expresados en cloro, la temperatura deberá elevarse hasta 1100 °C. (p.7).

En virtud de habilitar una temperatura de llama generada por el o los quemadores en la cámara principal de incineración de  $722^{\circ}\text{C}$  la temperatura y emisión se encuentran dentro de estos estándares lo cual hace más efectiva la colocación de estos componentes para el cumplimiento y requerimientos de diseño del horno incinerador de desechos hospitalarios para la clínica UGA.C.A.

### **Sistemas de alimentación**

#### Cámara de combustión primaria

Los sistema de alimentación de horno de incineración para desechos hospitalarios requieren de un horno que contenga una compuerta de entrada, un recipiente o pala para colocarlos dentro de la cámara primaria donde se realiza la primera fase de combustión atacando los desechos hasta que estos alcancen la temperatura de  $722^{\circ}\text{C}$  , allí se encontraran los referentes a los componentes principales de alimentación de gas propano así como sus pilotos de encendido y otras aspersores de agua.

#### Quemador Cámara de combustión primaria

Con los siguientes datos se ha de calcular la capacidad requerida por el quemador para las condiciones dadas:

Para Poder calorífico del propano: 11,000 kcal/kg

Rendimiento térmico del horno: 0.85

Calor requerido por los residuos (dado): 21,665 kcal/kg

Capacidad = (Poder calorífico x Rendimiento térmico) / Calor requerido por los residuos =  $(11,000 \times 0.85) / 21,665 = 4.4 \text{ kg/hr}$

El cálculo de la capacidad para la potencia térmica para la sección del quemador.

Se tiene una carga energética de 21665 kilocalorías/kg

Se necesita convertir las kilocalorías a BTU (unidades térmicas británicas)

$$1 \text{ kilocaloría} = 3.968 \text{ BTU}$$

Entonces.

$$21665 \text{ kcal/kg} \times (3.968 \text{ BTU/kcal}) = 86.027 \text{ BTU/kg}$$

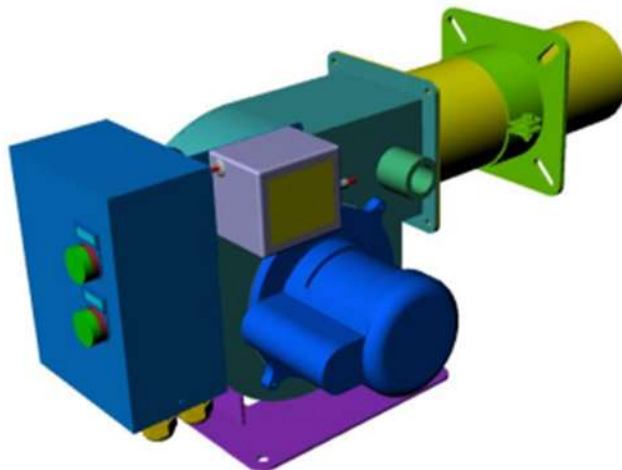
Además, se da una temperatura de  $722^{\circ}\text{C}$

Como se requiere la capacidad en BTU/hora, se supone que se maneja un flujo másico de 2 kg/hr. Entonces, se tiene:

$$86.027 \text{ BTU/kg} \times 2 \text{ kg/hr} = 172.054 \text{ BTU/hr}$$

Se puede seleccionar un quemador regulable de potencia térmica mínima de 250000 Btu /hora (73kw/hora), potencia máxima térmica de 400000 Btu/hora (176kw/hora). En las conexiones de entradas de gas se requiere 1/2 NPT y 13 mm de diámetro interno de tubería de cobre. 1/2 NPT especifica que el tamaño de la rosca externa es de 1/2 pulgada y cumple con el estándar americano NPT para conexiones roscadas de tuberías. Esto permite conectar adecuadamente el suministro de gas al quemador utilizando tubería o accesorios que tengan la misma rosca NPT de 1/2 pulgada.

Figura 7. Quemador de la cámara primaria del horno incinerador



*Nota:* Quemador integrado con blower y boquilla de gas

Fuente: Gasygasmed (2023)

#### Volumen de la cámara primaria

Para determinar el volumen de la cámara interior de un horno incinerador de desechos hospitalarios necesario para un volumen de residuos total de 1.11 metros cúbicos con una masa de 10 kg, se pueden seguir los siguientes pasos:

Datos:

Volumen de residuos: 1.11 m<sup>3</sup>

Masa de residuos: 10 kg

Densidad de los residuos:

Masa / Volumen

$$10 \text{ kg} / 1.11 \text{ m}^3 = 9 \text{ kg/m}^3$$

Suponiendo que se quiere llenar la cámara hasta  $3/4$  de su volumen total:

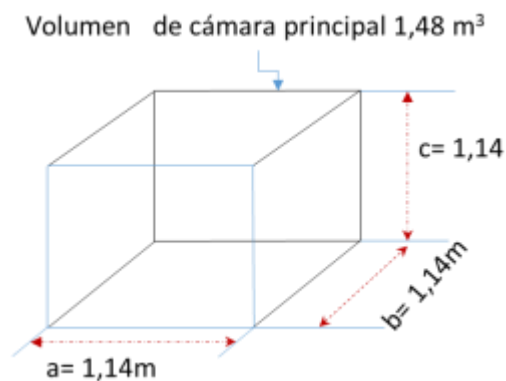
$$\text{Volumen de cámara} = \text{Volumen de residuos} / 0.75$$

$$\text{Volumen de cámara} = 1.11 \text{ m}^3 / 0.75 = 1.48 \text{ m}^3$$

Entonces, para un volumen de residuos de  $1.11 \text{ m}^3$  y una masa de  $10 \text{ kg}$  (densidad de  $9 \text{ kg/m}^3$ ), el volumen recomendado de la cámara interior del horno incinerador sería de aproximadamente  $1.48 \text{ m}^3$ , asumiendo que se llenará hasta  $3/4$  de la capacidad máxima. Se debe dejar espacio libre en la cámara para permitir una buena circulación de gases calientes y oxidación completa de los residuos.

Llevando a una construcción cubica geométrica para la cámara se obtendría como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Volumen de la cámara principal



*Nota:* Cubicación de la cámara principal

Fuente: Elaboración propia (2023)

### **Cámara de combustión secundaria**

Para efectos del diseño de la cámara de combustión secundaria primero hay que saber el cálculo del volumen de gases que se ocupan en la cámara principal, se cuenta con el siguiente:

Consumo gas (propano): 2 kg/h

Conociendo el factor estequiométrico del aire que es 10m<sup>3</sup>/h

Se calcula el volumen de aire: 2 kg/h x 10 m<sup>3</sup>/kg = 20 m<sup>3</sup>/h

Volumen de gas natural: 2kg/h x 0.82 m<sup>3</sup>/kg = 1.64 m<sup>3</sup>/h

Volumen total gases = 20 m<sup>3</sup>/h + 1.64 m<sup>3</sup>/h = 21.64 m<sup>3</sup>/h

### **Tiempo de residencia de los gases**

Hay que hacer los cálculos para la cámara principal, para esto se hace un estimado del tiempo de residencia de los gases, para ello se consideraran usualmente de 2 a 3 segundos.

Ahora bien, para el cálculo de la capacidad térmica de esta cámara se considerarán los siguientes datos:

Caudal volumétrico = 21.64 m<sup>3</sup>/h

Convirtiendo a unidades de kg/s: (21.64 m<sup>3</sup>/h) x (1 h / 3600 s) x (1.2 kg/m<sup>3</sup>) = 0.007 kg/s

Tomando el calor específico de 1 kJ/kg°C y  $\Delta T = 400^{\circ}\text{C}$

Reemplazando en la fórmula:  $Q = 0.007 \text{ kg/s} \times 1 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C} \times 400^{\circ}\text{C} = 2.8 \text{ kW}$

Con un caudal volumétrico de gases de 21.64 m<sup>3</sup>/h, se requeriría una capacidad térmica de aproximadamente 2.8 kW para elevar la temperatura 400°C en la cámara de postcombustión.

La razón por la que se está suponiendo un incremento de temperatura ( $\Delta T$ ) de  $400^{\circ}\text{C}$  en los cálculos es que la cámara primaria opera a altas temperaturas, digamos alrededor de  $700\text{-}900^{\circ}\text{C}$  para la incineración. La cámara de postcombustión necesita operar a aún mayor temperatura, típicamente entre  $1200\text{-}1400^{\circ}\text{C}$ . Esto ayuda a asegurar la completa oxidación de gases y destrucción térmica de cualquier contaminante residual. Entonces, si se considera que los gases entran a la cámara de postcombustión a  $700^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, se debe elevar la temperatura unos  $400^{\circ}\text{C}$  adicionales hasta  $1100^{\circ}\text{C}$  o más. Por eso se usó una  $\Delta T$  de  $400^{\circ}\text{C}$  en los cálculos, para representar ese incremento de temperatura necesario entre la cámara primaria ( $700^{\circ}\text{C}$ ) y la cámara secundaria ( $1100^{\circ}\text{C}$ ). En concreto, la  $\Delta T$  de  $400^{\circ}\text{C}$  es la diferencia de temperaturas típica entre la entrada y salida de gases en la cámara de postcombustión, y esto define la capacidad térmica requerida del quemador secundario.

### **Volumen cámara de post combustión**

La capacidad térmica calculada de  $2.8\text{ kW}$  que requiere la cámara de postcombustión se realizó siguiendo los siguientes pasos:

Volumen: Basado en el caudal volumétrico de gases ( $21.64\text{ m}^3/\text{h}$ ) y el tiempo de residencia (2-3 segundos), el volumen mínimo sería:

$$\begin{aligned}\text{Vol.} &= \text{Caudal (m}^3/\text{h)} \times \text{Tiempo (s)} / 3600 \text{ (s/h)} \\ &= 21.64 \times 2 / 3600 = 0.012\text{ m}^3\end{aligned}$$

Altura: Considerando una relación alto: ancho de 2:1 aproximadamente, para este volumen se puede tener: Altura =  $60\text{ cm}$  Ancho =  $30\text{ cm}$  Profundidad =  $30\text{ cm}$ .

La proporción 2:1 en altura es ancho es una buena práctica para promover flujos turbulentos, minimizar área de sección transversal, facilitar instalación de quemadores y refractarios.

Por su parte el área de transferencia térmica en la cámara de postcombustión, se refiere a la superficie total que permite la transferencia de calor desde los gases calientes en la cámara hacia los materiales refractarios y paredes que la conforman. En particular, en la ecuación se establecerá:

Área de transferencia térmica: Para una capacidad de 2.8 kW, con un delta de temperatura de 400°C, se requiere un área mínima de:

$$A = Q / (\text{Coef. transf. térmica} \times \Delta T)$$

$$A = 2800 \text{ W} / (50 \text{ W/m}^2\text{°C} \times 400\text{°C}) = 1.4 \text{ m}^2$$

Esto significa:

Q es la capacidad térmica requerida: 2.8 kW

Coeficiente de transferencia térmica: 50 W/m<sup>2</sup>°C (valor típico para convección gases-pared)

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura: 400°C

El área mínima se calcula dividiendo la capacidad térmica entre el coeficiente y delta T da como resultado un área necesaria de 1.4 m<sup>2</sup>.

### **Quemador secundario**

Para la selección del quemador secundario se ha de utilizar el mismo combustible (gas propano), la temperatura de operación ha de estar entre 1100 y 1400 °C, Materiales refractarios compatibles con el diseño del quemador. Además de controles y sistema de encendido:

Quemadores automatizados son preferibles. Para este caso se recomienda quemadores de alta velocidad: Inyectan el combustible y el aire a altas velocidades, generando llamas cortas de alta intensidad calorífica. Apropriados para combustibles gaseosos y líquidos. Sus características son las siguientes:

Tipo: de mezcla en boquilla

Temperatura máxima: 1000-1200°C

Capacidad térmica: Mínima es de 8.600 Kcal/h y la máxima de 250.000 Kcal/h.

Para la selección de la potencia se tiene la siguiente información:

Tabla 10. Potencias máximas para quemadores de alta velocidad

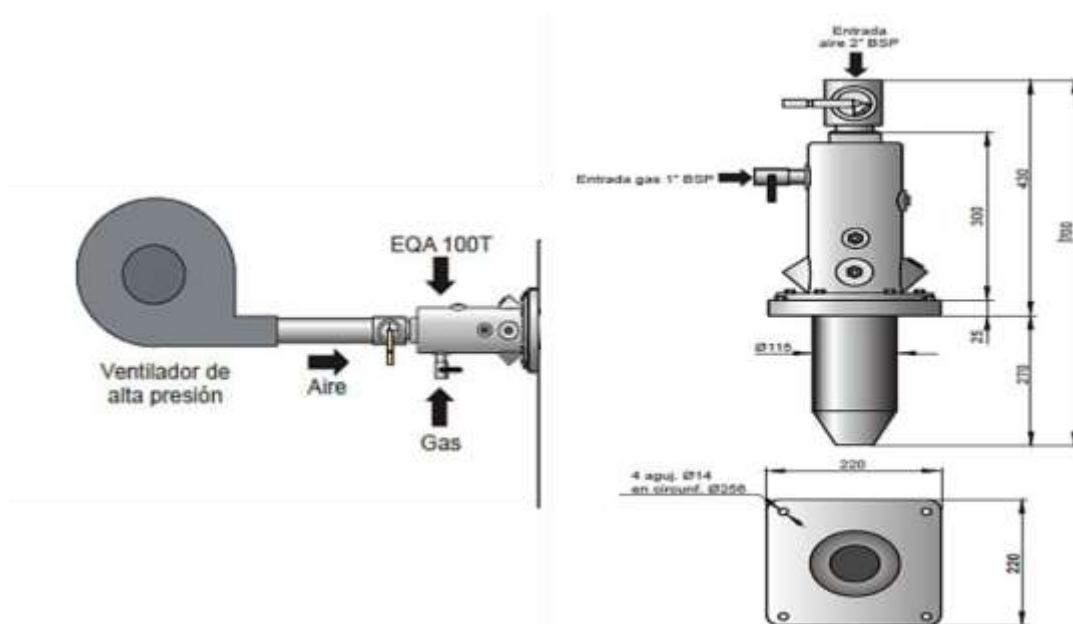
		Exceso de aire %				
		50	100	200	400	700
Gas	P mm.ca	1200	700	340	140	60
	Q m <sup>3</sup> /h	29	23	16	10	6
Aire	P mm.ca	320	320	320	320	300
	Q m <sup>3</sup> /h	420	420	420	420	400
Temperaturas °C		1000	790	550	320	200
Potencias en Kcal/h		250000	190000	135000	80000	50000

*Nota:* información para la selección del tipo de quemador según el % de aire en exceso a utilizar

Fuente: Ergio (2022)

La selección del quemador va en función de la cantidad de exceso de aire que se quiere agregar a la cámara de mezcla, por lo que en este caso se puede trabajar con un tipo de exceso en 50% de aire, lo que lleva a una temperatura de 1000 °C y 250000 Kcal/h (198416.03597 BTU/h). En el caso de elevar la temperatura se trabaja con regulación aire gas para alcanzar los 1100°C-1200°C.

Figura 9. Quemador de cámara de post-combustión



*Nota:* Quemador de alta velocidad



Fuente: Ergio (2022)

### Material refractario

En todos los casos se deben utilizar materiales resistentes a altas temperaturas como acero inoxidable de 1.5 mm (inoxidable) o materiales refractarios (Ladrillos). Para Sandoval y Rodríguez (2002) “Las paredes interiores del horno serán de ladrillos refractarios, capaces de soportar temperaturas de hasta 1200 °C (1473°K)” (p.76). Esto para sobre asegurar la durabilidad del horno así mantener col coeficientes de calor por radiación, conducción y radiación.

La elección del ladrillo refractario depende del fabricante, según el tipo o función que este ha de cumplir, en este caso para altas temperaturas, para ello se enfocara en la siguiente figura 10.

Figura 10. Dimensiones de ladrillos y cemento refractario

a)				b)	
					
Medidas (cm)	22 x 11 x 3	22 x 11 x 4	22 x 11 x 5	Presentación	Saco 5kg o Saco 25kg
Unidades/palet	856	664	524	Unidades/palet	40 (sacos)
Masa mínima	1,65 kgs	2,1 kgs	2,6 kgs	Cantidad alumina	29%
Temperatura clasificación	1.280 °C	1.280 °C	1.280 °C	Temperatura clasificación	1.280 °C
Cantidad alumina	29%	29%	29%		

Nota: Presentación de la figura 10(a): Características del ladrillo. Presentación del cemento refractario. Ambos para alta temperatura.

Fuente: Ergio (2022)

Para este caso se ha de seleccionar un ladrillo de 22x11x3 por ser un horno pequeño, así mismo el cemento refractario de rápido fraguado para una temperatura de 1280°C.

### Altura de chimenea

Según Sandoval & Rodríguez (2002), para el cálculo de la altura de la chimenea se deben considerar la siguiente ecuación:  $Ht = Hec + 1.5L$

HT: Altura de la chimenea medida desde el nivel del terreno en la base de la chimenea hasta el borde superior de la misma.

Hec: Altura de la estructura cercana a la fuente de la emisión, medida desde el nivel del Suelo a la base de la chimenea. Para este caso será de 1.81m

• L: Corresponde a la menor de las dimensiones entre el ancho proyectado y la altura de la estructura cercana. Para este caso corresponde a 0.81m

La altura de la chimenea sería de 3.25m lo cual quedaría en toda la estructura de  $3.25 + 0.81 =$

$$Ht = 1.81m + 0.81 * 1.5 = 3.25m$$

Calculo del diámetro del tubo de la chimenea

El caudal de gases requerido de 2.8KW y temperatura de salida, para 1100°C de salida, caudal  $Q = 2.8 \text{ kW} / (1.1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 1100^\circ\text{C}) = 2.31 \text{ kg/s}$  Con densidad de 1 kg/m<sup>3</sup>, caudal volumétrico  $Q = 2.31 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Considerando la velocidad de los gases en la chimenea de 100 m/seg partiendo de la ecuación de cálculo de caudal de un fluido  $Q=v*A$ ;  $v=$  velocidad del salida por el área  $3.1416*r^2$ Se

tendrá que  $r = \sqrt{Q}/(v * 3.1416)$ , al sustituir los valores  $r = \sqrt{2.31}/(100 * 3.1416) = 0.0857\text{m}$  de radio para un

diámetro de 0.1714m; equivalente a 17,14 centímetros

Una vez desarrollados los dos primeros objetivos, en sus resultados, dejan clara la información que servirá de base para elaborar la propuesta de la presente investigación.

En vinculación con los fundamentos teóricos se puede acotar que la temperatura de combustión considerada por Borrás (1987) en la cual indica una temperatura teórica hasta de 1900°C para gas natural, convergiendo los resultados y apuntando a alcanzar 1100-1400°C en la cámara secundaria, acorde con esta teoría. En lo que va con el sistema de alimentación, Díaz & Castro señalan que depende de la cantidad de desechos y usa inyectores, cámara y quemadores. Convergiendo así en los resultados donde se calculan la capacidad del quemador primario según su poder calorífico. En este mismo orden de relación se tienen las cámaras de combustión, que según Díaz y Castro (2021) indican 850-1600°C por al menos 2 segundos, convergiendo con los resultados y además determinan 2-3 segundos de residencia y los volúmenes necesarios. Por último se tienen los materiales refractarios, coincidiendo con Díaz (2015) en los que recomienda ladrillos

refractarios resistentes hasta 1200°C. estos resultados convergen ya que especifican ladrillos y cemento refractario de 1280°C o más.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Luego de la recolección y análisis de datos, así como de la discusión de los resultados de la investigación, es pertinente presentar en esta sección las conclusiones y recomendaciones finales que se desprenden del estudio realizado. Las conclusiones se enfocan en resumir los hallazgos más relevantes en relación a los objetivos y preguntas que guiaron la investigación. Asimismo, se plantean recomendaciones prácticas dirigidas a distintos actores vinculados con la problemática analizada, con la finalidad de mejorar o complementar los procesos que fueron tema de análisis. De esta forma, se completa el proceso investigativo aportando reflexiones finales sustentadas en el trabajo desarrollado, para brindar elementos que apoyen la toma de decisiones y posibles acciones posteriores por parte de las partes involucradas.

#### **Conclusiones**

En cuanto al primer objetivo de caracterizar los desechos generados en la clínica UGA, se concluye que los principales son reactivos peligrosos provenientes de los laboratorios clínicos y actividades de limpieza, principalmente solventes orgánicos como alcoholes, acetona y éter etílico; ácidos inorgánicos como los utilizados en análisis hematológicos y microbiológicos; bases como hidróxido de sodio en reveladores fotográficos; soluciones con metales pesados; así como desinfectantes a base de glutaraldehído, ortoftaldehído, , entre otros; así como materiales inflamables y contaminados con fluidos corporales infecciosos. No se reportan desechos

explosivos, aunque los inflamables implican riesgo de explosión. Respecto a la sección de cuantificar los volúmenes de desechos, se concluye que el total estimado es de 10 kg/día (0.01 ton/día), siendo 2.3 kg reactivos, 0.7 kg explosivos, 3 kg tóxicos, 1 kg inflamables y 3 kg biológicos infecciosos. El volumen diario es de 1.11 m<sup>3</sup>, donde los sólidos (tejidos, plásticos, textiles) representan 7 kg/día.

En cuanto al segundo objetivo de determinar los requerimientos técnicos para el diseño del horno incinerador, se concluye que: El contenido energético total necesario para los desechos es de 21,665 kcal/kg y el resultado de la temperatura de llama es de 722°C (995°K). Para el sistema de alimentación los cálculos apuntan hacia un quemador con blower en la cámara primaria de 172.054BTU/hr, Para la cámara de postcombustión de acuerdo a los gases que esta cámara recibe se determino para el área de transferencia térmica: Una capacidad de 2.8 kW, con un delta de temperatura de 400°C, se para llevar a una temperatura de salida menor o igual a 1100°C. Los datos de placa nominal se encuentran en el diseño de la propuesta.

Las dimensiones calculadas son: cámara primaria de 1.48 m<sup>3</sup>, secundaria de 0.012 m<sup>3</sup>, chimenea de 3.25 m de altura y 17.2 cm de diámetro. Para efectos de la selección de materiales refractarios que soporten las altas temperaturas de operación estos se presentan en la propuesta del capítulo IV. Por lo tanto, la información obtenida de los cálculos conduce a los requerimientos energéticos, de combustión, dimensiones y materiales necesarios para sustentar técnicamente el diseño del horno incinerador de acuerdo a las necesidades de la clínica. Así mismo para el tercer objetivo específico que es diseñar el horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA, el mismo se especifica en el diseño de la propuesta.

### **Recomendaciones**

- Implementar un sistema de registro y cuantificación diferenciada de los distintos tipos de desechos peligrosos generados en la clínica, para obtener datos más precisos sobre cantidades producidas.
- Fortalecer la segregación y etiquetado de los desechos desde la fuente, de acuerdo a sus características de peligrosidad.
- Reforzar los procedimientos de manipulación, almacenamiento y tratamiento previo a la incineración, para minimizar riesgos.
- Evaluar alternativas de tratamiento y disposición final más adecuadas para los desechos de gasoil y lubricantes.
- Incluir sistemas de control de emisiones gaseosas y monitoreo continuo de variables del proceso de incineración.
- Capacitar al personal en aspectos de seguridad, operación y mantenimiento del horno incinerador.

De acuerdo a los resultados obtenidos se realizar la propuesta del diseño del Horno incinerador.

## **CAPÍTULO VI**

### **LA PROPUESTA.**

En esta sección se expone la presentación de una propuesta producto del desarrollo de la investigación que llevo por guía el cumplimiento de la operacionalizacion de las variables para la consecución de la elaboración de una alternativa para la Clínica UGA ,la cual hace necesidad de mejorar la situación por la que está pasando referente a los desechos hospitalarios generados en el día a día en sus recintos , la misma se basa en los resultados obtenidos en una evaluación y estudio de requerimientos provenientes de los aspectos teóricos, recolección y análisis de datos emanados de las técnicas e instrumentos propuestos. La siguiente propuesta Asume la respuesta al objetivo específico número tres (3): Diseñar horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA.CA

#### **Objetivos de la propuesta**

##### **Objetivo general**

Presentar el diseño del diseño de horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA. CA

### **Objetivos específicos**

- Describir el proceso de caracterización de los desechos peligrosos generados en la clínica como base para el diseño.
- Establecer los requerimientos de combustión, dimensiones y materiales refractarios para el diseño del horno incinerador.
- Diseñar y elaborar los planos específicos de los componentes del horno incinerador; sistema de alimentación, cámaras de combustión y post combustión y chimenea.

### **Justificación de la propuesta**

La Clínica UGA C.A. requiere un sistema adecuado para el tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos que genera como parte de sus actividades de servicio médico. Actualmente, estos desechos se acumulan en la institución sin recibir un manejo apropiado, lo que representa un riesgo sanitario y ambiental. La instalación de un horno incinerador en la clínica para la destrucción térmica de estos desechos es la solución más efectiva para mitigar estos riesgos.

El horno incinerador propuesto aplicaría las más altas temperaturas para descomponer y volatilizar los desechos peligrosos, convirtiéndolos en gases y residuos sólidos inertes no contaminantes. Esto eliminaría los patógenos y sustancias tóxicas, a la vez que reduciría significativamente el volumen de los desechos a manejar. Los principales beneficiados serán el personal, pacientes y visitantes de la Clínica UNA C.A., al prevenir la exposición a los desechos y sus riesgos asociados. También se beneficiará la comunidad circundante, al impedir la

contaminación del ambiente. La operación del horno contribuirá al cumplimiento de regulaciones sanitarias y ambientales por parte de la institución.

### **Caracterización de desechos**

La caracterización de los desechos peligrosos en la clínica UGA es imperativa para lograr el diseño técnico del horno incinerador, a través de esta se pueden conocer los tipos, propiedades de los residuos a tratar y cantidades volumétricas, el hecho es que se da lugar a determinar los requerimientos de temperatura de combustión y pre-tratamiento, además de señalar la presencia de materiales explosivos o corrosivos. Esta caracterización es fundamental para el dimensionamiento y la capacidad del horno. Así, pues se podrán seleccionar materiales resistentes e instaurar un sistema de alimentación con parámetros operacionales óptimos. Es por esto que la caracterización integral de los desechos peligrosos es imprescindible para generar un diseño seguro, eficiente y adaptado a las necesidades particulares de la clínica.

De las entrevistas realizadas y una vez revelados los resultados que indicaron y señalaron los tipos de desechos peligrosos generados en la clínica UGA, los mismos fungen de base para el diseño del horno incinerador, estos se encontraron en áreas críticas tales como laboratorios, quirófanos, esterilización, mantenimiento. Los resultados evidenciaron la presencia de reactivos de laboratorio como solventes orgánicos (alcoholes, acetona, éter etílico), ácidos inorgánicos (sulfúrico, nítrico, clorhídrico), bases (hidróxido de sodio, amoniaco) y soluciones con metales pesados (plomo, cadmio, cromo), así mismo, para los gases medicinales inflamables utilizados en quirófanos como óxido nitroso, oxígeno y gases anestésicos. Otro importante para el diseño son las Soluciones de revelado radiográfico con hidroquinona y sulfitos.

Además de los anteriormente expuestos se señalan los medicamentos citotóxicos y fármacos vencidos o no utilizados como quimioterapéuticos, antibióticos, anestésicos. Materiales y muestras contaminadas con fluidos corporales potencialmente infecciosos como sangre, orina, heces, tejidos y órganos. Al detallar así los tipos de desechos peligrosos específicos generados en la clínica UGA, se sustenta mejor las necesidades y condiciones de operación que debe cumplir el diseño del horno incinerador para el tratamiento seguro y adecuado de dichos desechos. Las categorías a tratar para el diseño del horno incinerador de desechos peligrosos para la clínica se exponen en la tabla número once (11) para ser tomarlos en cuenta en la sección de requerimientos del diseño.

Tabla 11. Información de los tipos de desechos para el manejo del Horno incinerador

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de Desecho</b>	<b>Inherentes al tipo de desecho</b>
Reactivos	Reactivos laboratorio	de Solventes, ácidos, bases, metales pesados
	Desinfectantes esterilizantes	y Glutaraldehído, ortoftaldehído, cloro, alcohol
	Reveladores fijadores	y Soluciones con hidroquinona, sulfitos, hidróxido de sodio
	Fármacos vencidos o no usados	Medicamentos cito tóxicos, antibióticos, antivirales, anestésicos
Explosivos	Gases inflamables	Alcohol, acetona, éter etílico
	Materiales con trazas de solventes o desinfectantes	Algodones, gasas, vendajes
Tóxicos	Residuos orgánicos	Acetona, medicamentos cito tóxicos

Biológicos- infecciosos	Desechos de atención médica	Material anestésicos, material quirúrgico, de diálisis
	Fluidos y tejidos humanos	Orina, heces, amputaciones, fetos sangre,

*Nota:* Presentación de la figura 7(a): Características del ladrillo. Presentación del cemento refractario. Ambos para alta temperatura.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

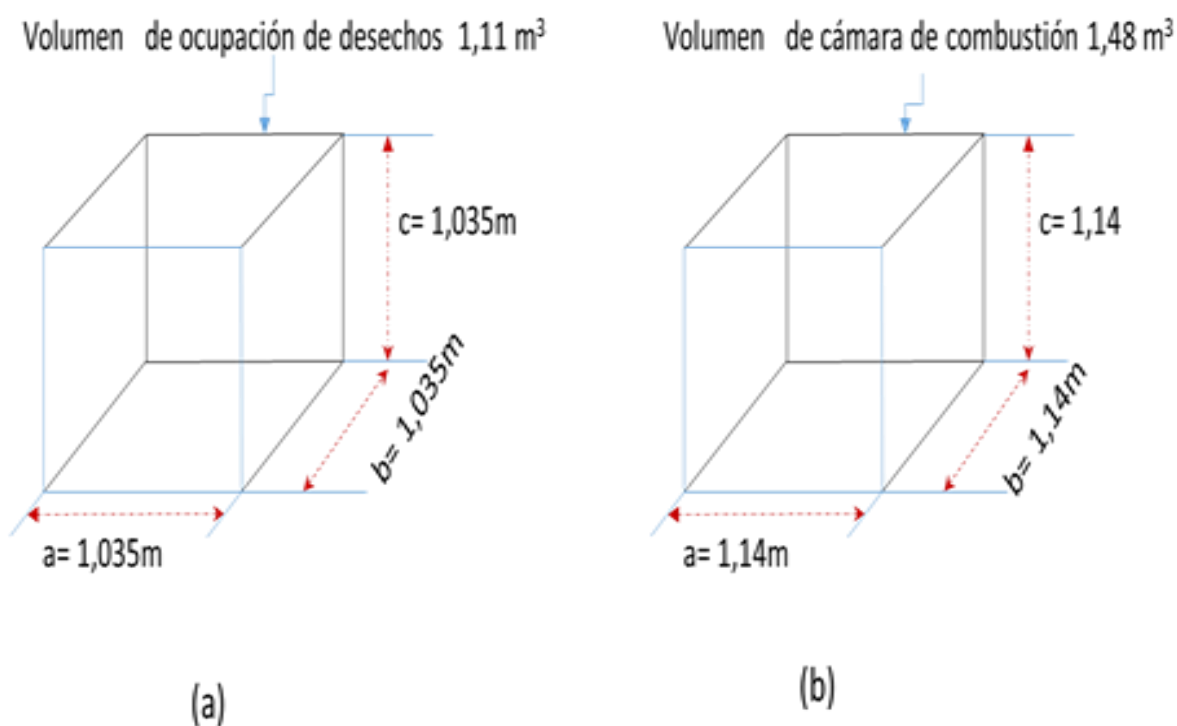
### Requerimientos del diseño

La información proveniente de los sujetos indagados permitió calcular los volúmenes y capacidades que los desechos deberían ocupar en la cámara de combustión principal, para este caso. El volumen de la cámara debe ser capaz de manejar al menos 0.81 m<sup>3</sup>/día de desechos, que es el volumen total correspondiente a los 10 kilogramos que se manejan al día, ó sea debe de soportar una carga de masa de al menos 7 kg/día y un máximo 10kg/día, que es la masa total de los diferentes residuos. Dado que el 30% de los residuos son tóxicos, se debe incluir un sistema de control de emisiones para manejar de forma segura los gases de combustión.

Por su parte esta cámara podrá alcanzar temperaturas suficientemente altas mayores a 850°C para una combustión completa de los diferentes tipos de residuos. De acuerdo a los materiales de construcción estos deben resistir las altas temperaturas y ser resistentes a la corrosión. Materiales como ladrillos refractarios con recubrimiento de acero inoxidable en su exterior, siendo estos los adecuados. También se incluye aislamiento térmico para conservar el calor y permitir que la cámara alcance altas temperaturas. Cabe destacar que la cámara de incineración trabajara a la temperatura antes mencionada. Por otro lado, el sistema de alimentación debe permitir una alimentación controlada de los desechos para mantener las condiciones de

combustión óptimas. Para este caso se alimentará de forma manual en virtud de la pequeña masa de desechos que se ha de incinerar.

Figura 11. Volumen de desechos y cámara principal



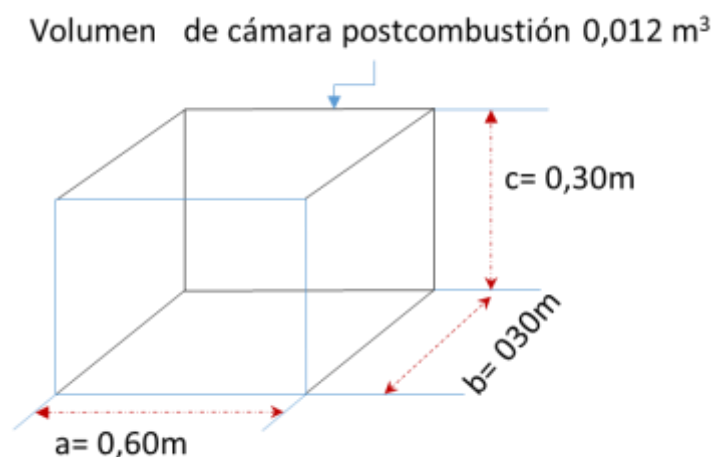
*Nota:* Presentación de la figura 9 (a): Volumen global de desechos para 10Kg, figura 9(b): Volumen de cámara de combustión.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### Volumen de la cámara de postcombustión

En virtud de que la cámara de combustión primaria Para este se consideró cálculo del volumen basado en el caudal volumétrico de gases de  $21.64 \text{ m}^3/\text{h}$  y el tiempo de residencia (2-3 segundos) para lo cual se ha de utilizar un volumen de cámara de postcombustión de  $0.012\text{m}^3$ .

Figura 12. Volumen de cámara de postcombustión



Nota: Cubicado de cámara de postcombustión, medidas en metros

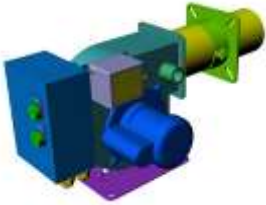
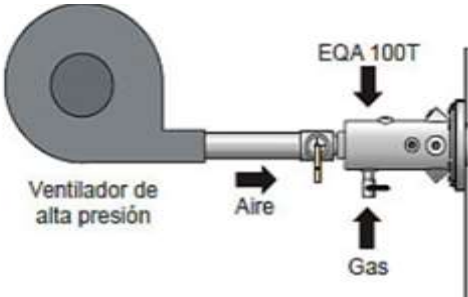
Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Quemadores

### Características de los quemadores seleccionados

La selección del quemador de la cámara de combustión se eligió de acuerdo a la configuración de contenido energético de los desechos. Considerando una temperatura estándar para el alcance de la incineración de  $722^{\circ}\text{C}$  para  $86.027 \text{ BTU/kg}$  de capacidad térmica requerida. Para la cámara de postcombustión de acuerdo a los gases que esta cámara recibe. Área de transferencia térmica: Para una capacidad de  $2.8 \text{ kW}$ , con un delta de temperatura de  $400^{\circ}\text{C}$ , se para llevar a una temperatura de salida menor o igual a  $1100^{\circ}\text{C}$ .

Tabla 12. Quemadores seleccionados

Quemador	Regulable	Cámara	de	Descripción
				<p>Flujo de 2kg/hora</p> <p>Potencia máxima térmica: 400000 Btu/hora(176kw/hora)</p> <p>conexiones de entradas de gas se requiere 1/2 NPT, la rosca externa es de 1/2 pulgada voltaje 120 o 240 VAC</p>
Quemador de flujo turbulento con Turbina (Blower )				
				<p>Quemador Cámara post combustión</p> <p>Tipo: de mezcla en boquilla</p> <p>Temperatura máxima: 1000-1200°C</p> <p>Capacidad térmica: Mínima. 8.600 Kcal/h y la máxima de 250.000 Kcal/h. (198416.03597 BTU/h)</p> <p>Temperatura de trabajo (1100°C a 1200°</p> <p>Tipo de exceso de aire en 50%</p> <p>Temperatura de trabajo</p>
Quemador de alta velocidad (Regulable)				



Nota: Quemadores para cámara de combustión y postcombustión

Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Materiales Refractarios

Para la selección de materiales refractarios se seleccionaron materiales livianos refractarios resistentes a altas temperaturas conforme los requerimientos del horno incinerador. Ver tabla 13.

Tabla 13. Selección de ladrillos y cemento refractario

Ladrillos refractario	Cemento refractario
	<p>Medidas (cm): 22x11x3</p> <p>Masa mínima: 1.65kg</p> <p>Temperatura : 1280°C</p> <p>Cantidad de Alúmina :29%</p>
	<p>Presentación: Saco de 25Kg</p> <p>Cantidad de Alúmina 29%</p> <p>Temperatura 1280 °C</p>

Nota: Materiales y refractarios que resisten altas temperaturas

Fuente: Elaboración Propia (2023)

El revestimiento del horno incinerador se realizara con lámina de acero inoxidable de 2mm de espesor.

### Planos específicos de partes del horno incinerador

En esta sección se expone la propuesta de diseño del horno incinerador de desechos peligrosos para la clínica UGA C.A. Valera, tanto por cada parte como en su conjunto en general, desarrollado en el software de diseño asistido por computadora AutoCAD 2022 de la empresa Autodesk. El horno ha sido diseñado en base a los requerimientos de capacidad de carga,

condiciones de combustión y seguridad determinados a partir de la caracterización de los desechos generados en la clínica. Consta de los siguientes componentes, los cuales se presentan en detalle más adelante: Sistema de alimentación a base de gas , quemador con conductos de gases, cámara primaria de combustión, cámara secundaria de post-combustión, chimenea de evacuación de gases.

Estructura externa refractaria.

Cada parte crítica fue modelada en AutoCAD considerando dimensiones, materiales adecuados y especificaciones técnicas deseadas. Posteriormente se ensamblaron en un diseño integral que se muestra en un plano general con vistas superior, lateral y frontal del horno incinerador propuesto para la clínica.

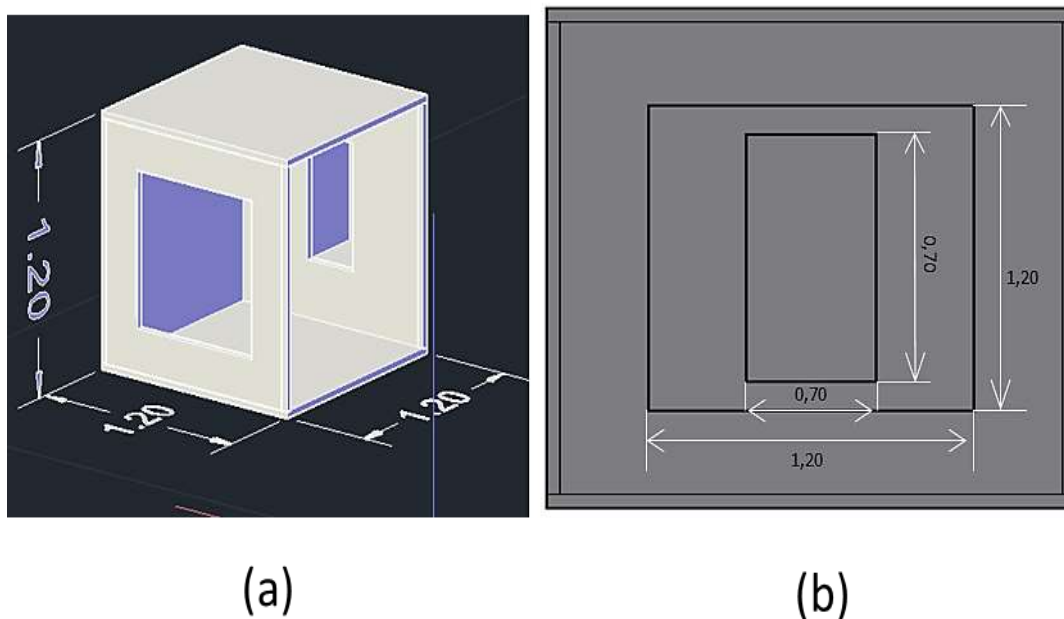
### **Cámara de Combustión o cámara primaria del horno incinerador para desechos peligrosos.**

La cámara de combustión es el componente principal del horno incinerador donde se lleva a cabo la quema y destrucción de los desechos peligrosos. Fue dimensionada con base en los cálculos de capacidad de carga de residuos a incinerar y volumen de gases resultantes. Consiste en un cubo refractario de 1.20 metros de lado con puerta principal para la alimentación de desechos de 0.70 metros de ancho por 0.70 metros de alto, dicho horno es construido con bloques y cemento refractario resistentes a altas temperaturas, recubierto interiormente con placas de acero para mayor durabilidad. En esta cámara se alcanzan temperaturas entre 1000-1200°C necesarias para la completa combustión e inertización de los desechos. El proceso se realiza de forma controlada mediante el quemador y ductos de gases que inyectan el combustible y aire a presión regulada. Los desechos se introducen de manera manual por la puerta principal de la cámara, ubicándolo en

la parrilla donde se mezclan con el aire caliente generando la ignición. Dicha parrilla se encontraría a 10 centímetros del suelo del horno.

Los gases y humos resultados de la combustión salen por conductos laterales hacia la cámara secundaria donde se completa la oxidación. Finalmente los gases tratados se liberan por la chimenea, mientras las cenizas inertes caen a un depósito inferior para su posterior manejo seguro. La cámara de combustión fue diseñada con las dimensiones adecuadas y materiales refractarios que soportan las altas temperaturas, permitiendo la incineración controlada y eficiente de los residuos peligrosos de la clínica. El diseño obtenido se encuentra en la figura 13.

Figura 13. Cámara de Combustión



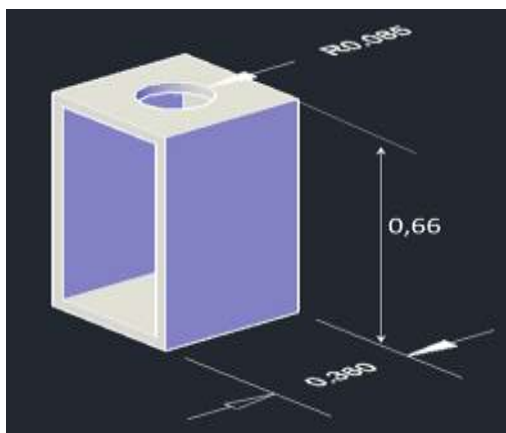
Nota: Dimensionamiento cámara de combustión 13 (a) y (b). Espesor de paredes 3 cm.  
software utilizado AutoCAD 2022.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### **Cámara de Postcombustión o cámara secundaria del horno incinerador de desechos peligrosos.**

La cámara de post-combustión está ubicada después de la cámara primaria y antes de la chimenea. Tiene dimensiones de 0.36 m de ancho x 0.36 m de profundidad x 0.60 m de alto. Esta cámara cumple la función de completar la oxidación de gases y partículas generadas en la combustión primaria. Está construida con materiales refractarios y recubiertos en acero al igual que la cámara primaria, resistiendo temperaturas de hasta 1000 ° C. Los gases provenientes de la cámara de combustión entran a la post-combustión a través de conductos laterales donde se inyecta aire secundario para complementar la oxidación de CO y partículas. En el techo tiene un orificio de radio 0.085 m por donde finalmente salen los gases tratados. El tiempo de residencia de los gases en esta cámara debe ser suficiente (2-3 segundos) para su completa oxidación a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Así se asegura la destrucción de contaminantes orgánicos como dioxinas y furanos antes de liberar los gases por la chimenea. En este sentido la cámara de post-combustión con sus dimensiones y configuración garantiza la eliminación de toxinas y partículas residuales, cumpliendo los estándares ambientales para gases de salida del horno incinerador. Ver figura 14.

Figura 14. Cámara de postcombustión



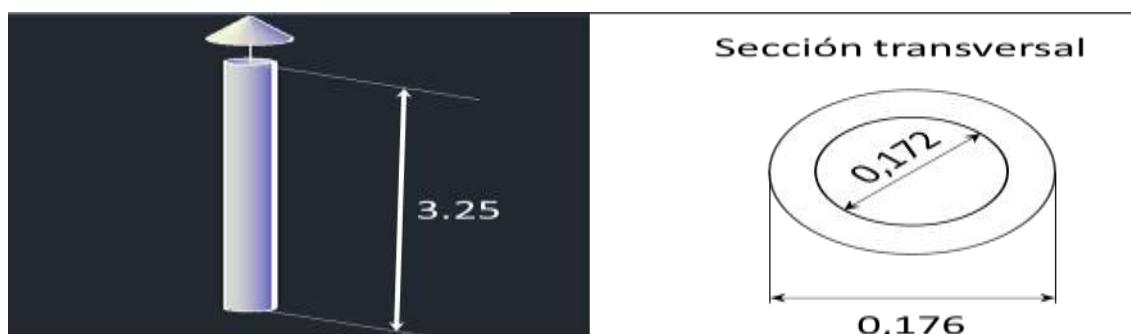
Nota: Dimensionamiento en metros de cámara de postcombustión paredes de 3cm de espesor. Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### Chimenea

La chimenea es el componente encargado de la evacuación final de los gases y humos tratados provenientes del proceso de incineración. Cuenta con una altura total de 3.25 metros y una sección transversal cilíndrica. El diámetro exterior de la chimenea es de 0.176 metros, mientras que el diámetro interno es de 0.172 metros, dejando un espesor estructural adecuado construido en acero al carbono. La altura de la chimenea cumple con la regla de que debe sobrepasar al menos 1 metro la cumbrera del techo del edificio, para asegurar la correcta dispersión de los gases. Asimismo, el diámetro se calculó en base al caudal volumétrico de gases de salida. Durante la operación, los gases tratados en la cámara de post-combustión ascienden verticalmente por la chimenea debido al tiro natural generado por la diferencia de densidades. Al ser liberados desde cierta altura, se favorece la dilución y dispersión atmosférica de los gases residuales. La chimenea de estas dimensiones y material cumple con la capacidad de extracción de gases requerida y los estándares ambientales del proceso de incineración de residuos peligrosos. Ver figura 15.

Figura 15. Dimensionamiento de chimenea

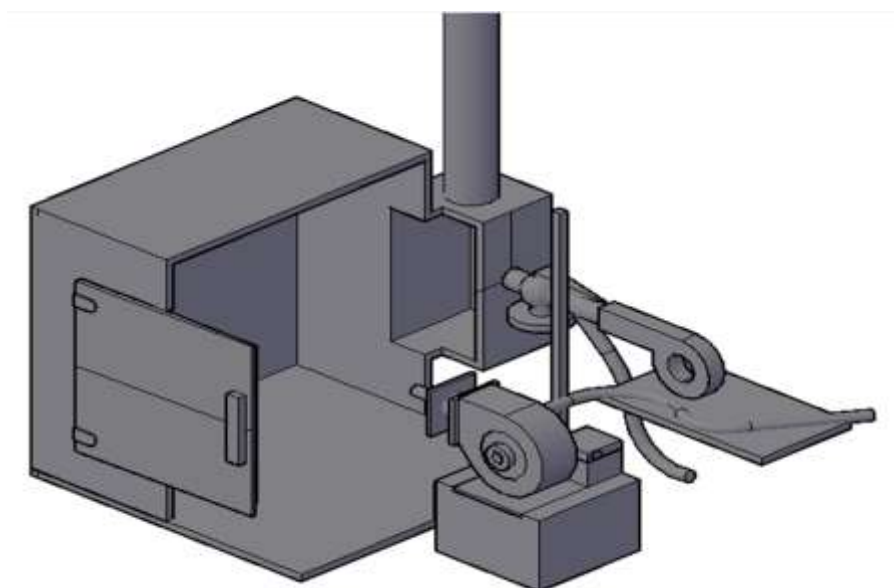


Nota: Medidas en metros .Esta va desde la base superior de la cámara de postcombustión hasta la parte superior de la chimenea. Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023)

### **Plano general o conjunto Horno incinerador**

Figura 16. Sección o corte del horno incinerador Acoplamiento final de los componentes del horno



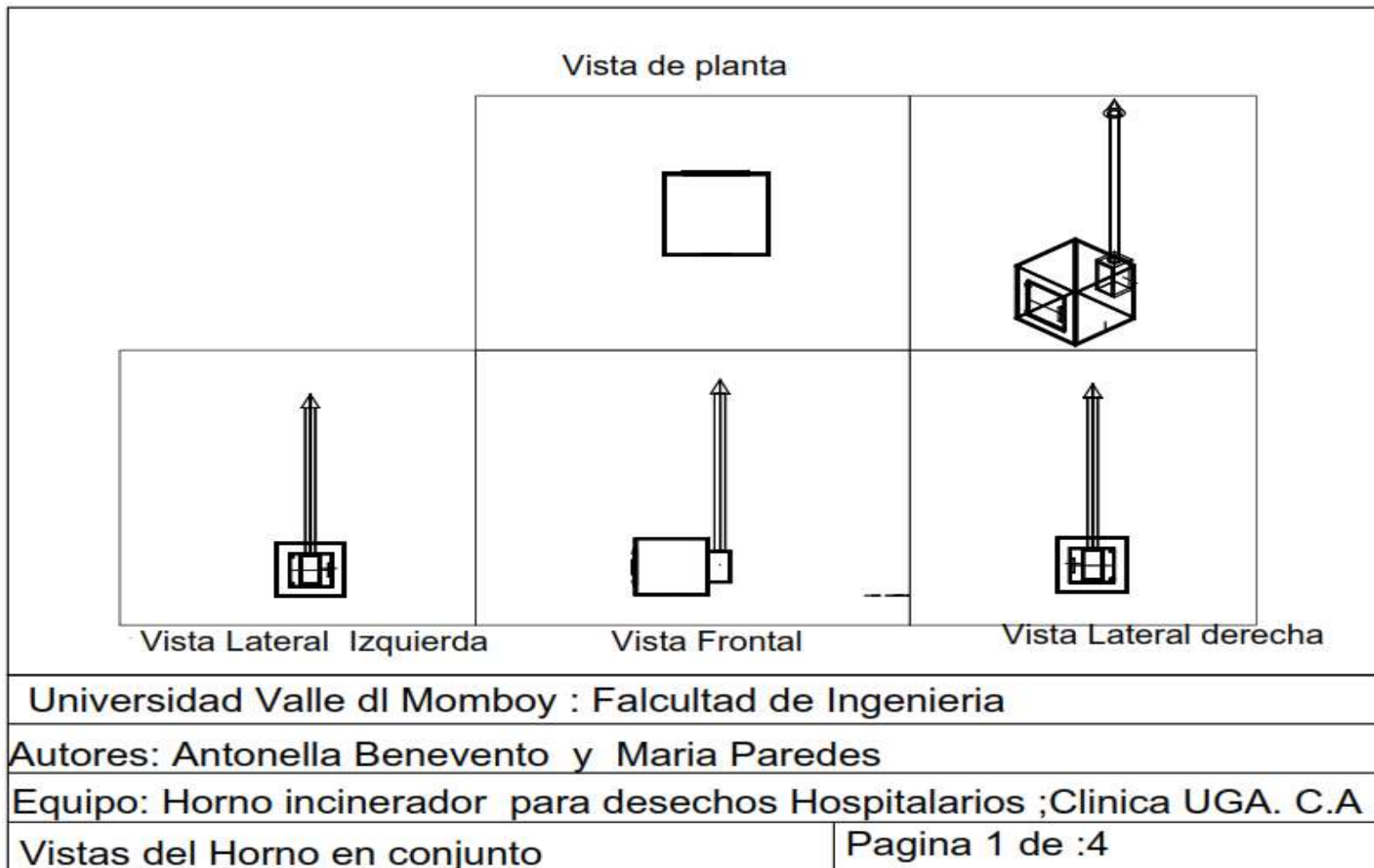
Nota: vista de sección o corte del horno incinerador. Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023).

Los planos para la fabricación del diseño del horno incinerador de desechos peligrosos.

### **Planos: Vistas del horno incinerador**

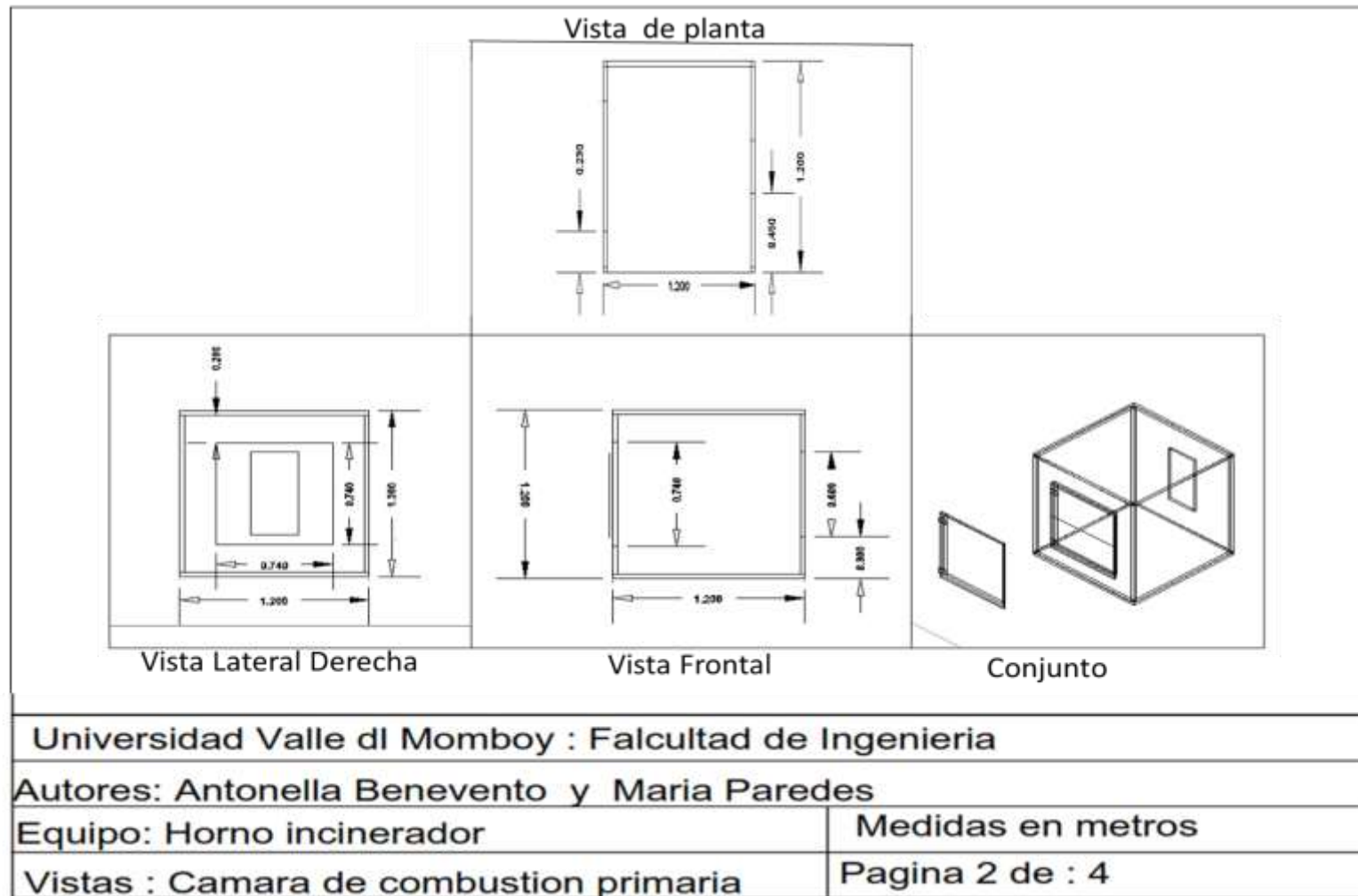
Figura 17. Vistas del horno incinerador en conjunto



Nota: Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023).

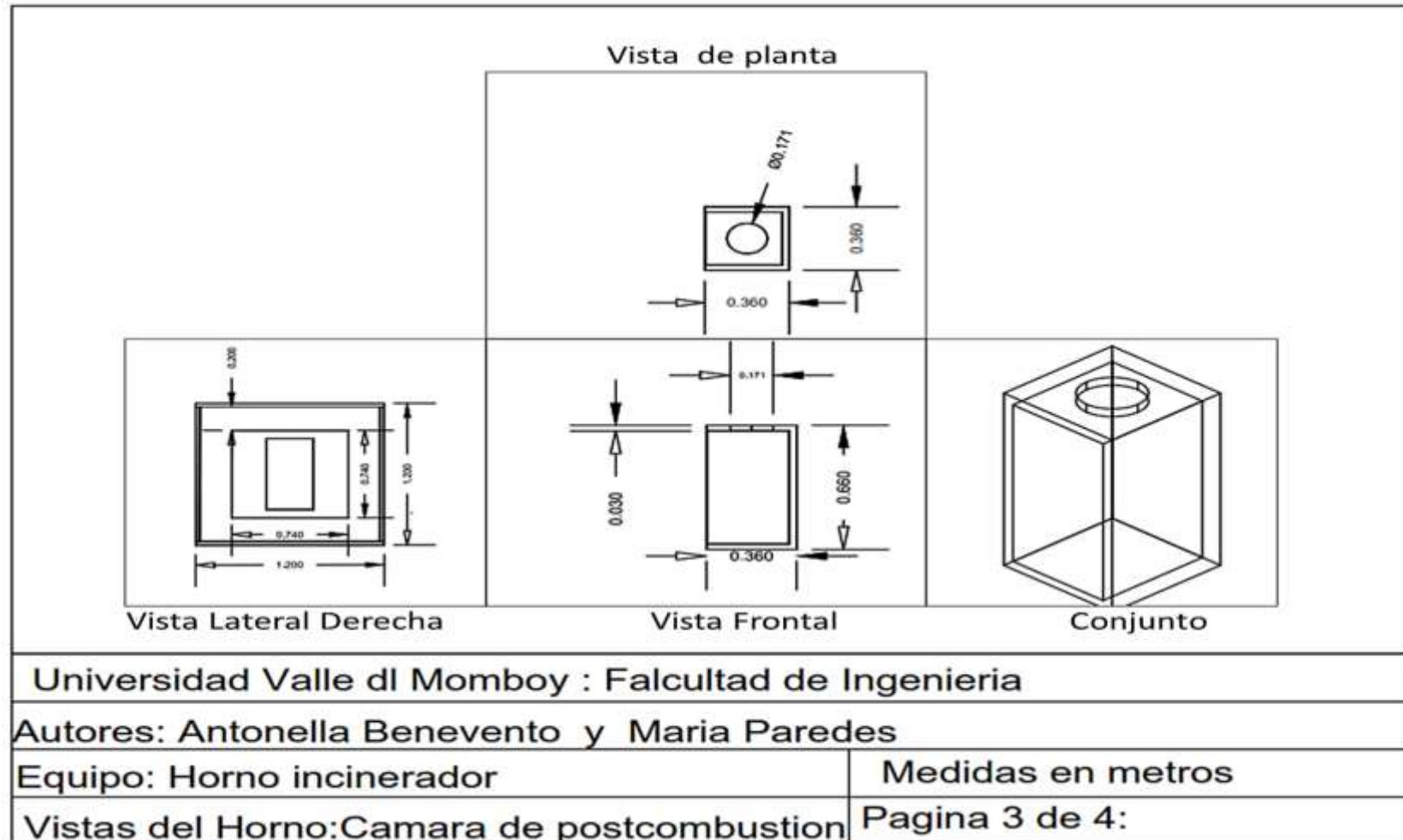
Figura 18. Vistas de la cámara principal del horno incinerador.



Nota: Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023).

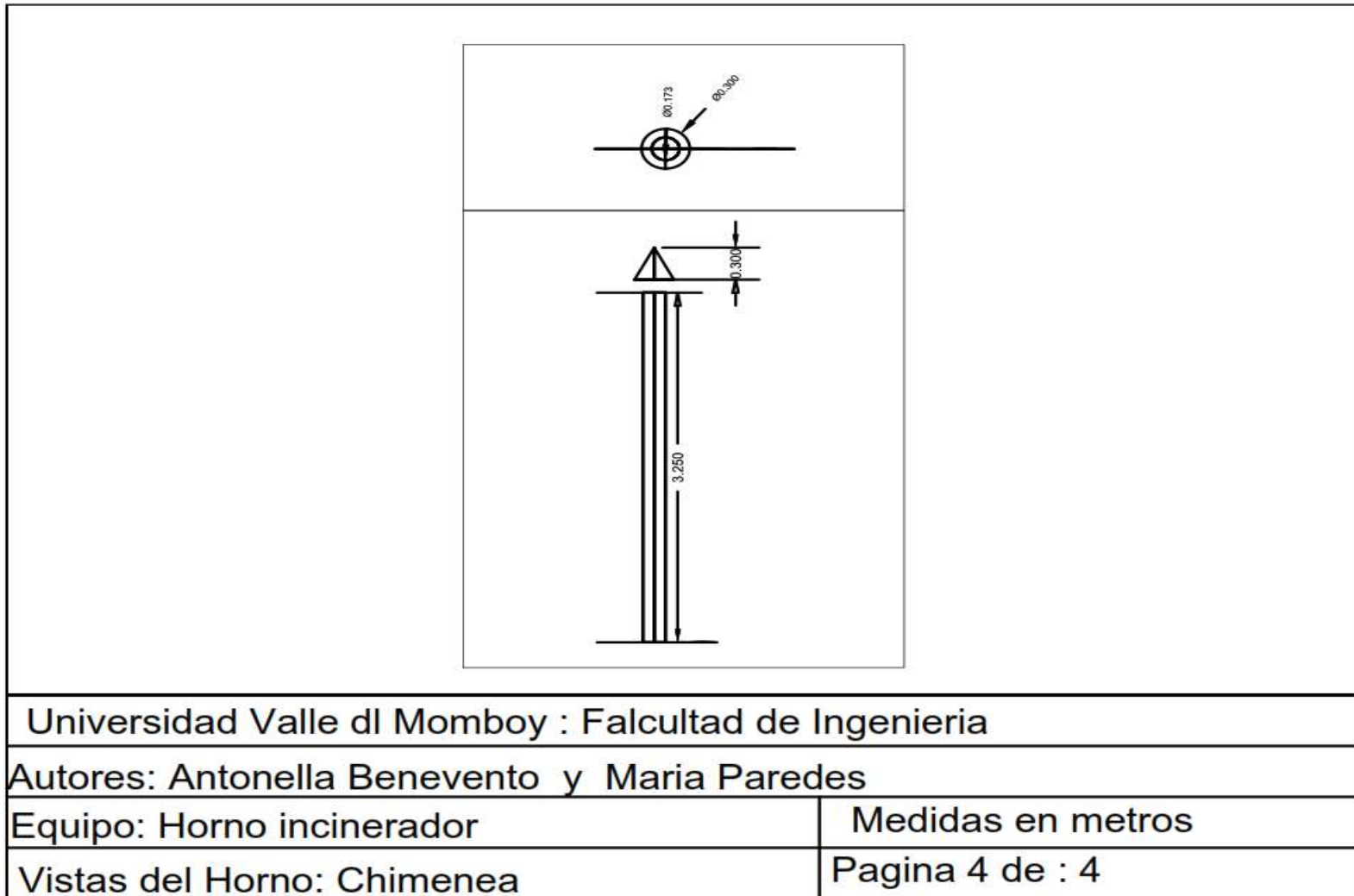
Figura 19. Vistas de la cámara secundaria del horno incinerado.



Nota: Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023).

Figura 20. Vistas de la chimenea



Nota: Diseño realizado con el software AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración Propia (2023).

## REFERENCIAS

- Álvarez C., Meneses J y Fernández S (2006).Introducción al Solid Edge. Paraninfo .España.  
Documento en línea. Recuperado de:  
[https://www.google.ru/books/edition/Introducci%C3%B3n\\_al\\_Solid\\_Edge/sUFwDpdEMxoC?hl=es&gbpv=1&dq=dise%C3%B1o+por+computadora&printsec=frontcover](https://www.google.ru/books/edition/Introducci%C3%B3n_al_Solid_Edge/sUFwDpdEMxoC?hl=es&gbpv=1&dq=dise%C3%B1o+por+computadora&printsec=frontcover)
- Arias, F (2006) el proyecto de investigación. Episteme. Caracas Venezuela
- Arias, F (2012) el proyecto de investigación. Episteme. Caracas Venezuela
- Autodesk (2023). Software de Diseño Industrial. Documento en línea .Recuperado de:  
<https://www.autodesk.com/solutions/industrial-design-software>
- Balestrini, M. (2002). Como se Elabora el Proyecto de Investigación. Caracas, Venezuela:  
Consultores Asociados.
- Borras, E (1987). El gas natural, Características y aplicaciones industriales. Editores técnicos y asociados. España.
- Calculadoras Online. (s.f.). Calor específico: Calculadora, definición, fórmula, tabla. Calculadoras Online. <https://calculadorasonline.com/calor-especifico-calculadora-definicion-formula-tabla/>
- Castell, X (2012) Tratamiento y Valorización de residuos .Díaz Santos. Madrid
- Connor N (2019) Que es el Volumen en Física. Thermal engeneering Recuperado de:  
<https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-volumen-fisica-definicion/>
- Corantioquia (2022).Requerimientos técnicos y normativos para hornos. Documentación en línea gobernación de Colombia.
- Cromer, A (1984).Física para las ciencias de la vida. Reverte S.A. México

- Díaz, A (2015).Diseño e instalación de un horno crematorio en una nave industrial. Tesis de grado. Ingeniería industrial. Universidad de Cantabria. España.
- Díaz., V & Castro., M (2021). Diseño de planta de incineradora para residuos peligrosos, bajo tratamiento térmico autosuficiente en la ciudad de Bogotá. Tesis de grado .Especialización y gestión de proyectos. Universidad Distrital Francisco José Caldas. Colombia. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/29344/PuyoCastroMarcosAlbertoDiazCavidadVictorHugo.pdf?sequence=1>
- Ergio (2022).Catálogo de productos y controles. Documento en línea .Recuperado de:<https://ergiocontroles.com/producto/combustion/quemadores/alta-velocidad/quemador-eqa-100/>
- Garriz A (2022). Cinta métrica y Escantillon. UNAM. México. Recuperado de <https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/cinta-metrica.pdf>
- Garza J (2023).Redacción básica para ingenieros: un enfoque metodológico. Monterey. México. [https://www.google.com/books/edition/Redacci%C3%B3n\\_B%C3%A1sica\\_para\\_Ingenieros/DAnGEAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=manual+tecnico+%22definicion&pg=PA102&printsec=frontcover](https://www.google.com/books/edition/Redacci%C3%B3n_B%C3%A1sica_para_Ingenieros/DAnGEAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=manual+tecnico+%22definicion&pg=PA102&printsec=frontcover)
- Gasygasmed (2023).
- Gay A & Samar L (2007).El diseño Industrial y su historia. Ediciones TEC. Argentina.
- Gutiérrezj (s.f.) Recipientes Volumétricos. Laboratorio de flujo .Bolivia. Recuperado de: <https://www.ibmetro.gob.bo/sites/default/files/2018-06/ARTICULO%20RECIPIENTES%20V1.0%20JCG.pdf>

Koumakis, G (2021). Tecnologías de tratamiento de residuos médicos para la producción de energía, combustibles y materiales: una revisión. *Energies*. Vol.14. (23), 8065; <https://doi.org/10.3390/en14238065>

Landy, S (2021). Caracterización de residuos sólidos hospitalarios y diseño de un plan de manejo en el hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Cuenca. Tesis de grado .Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca .Ecuador: recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21259/1/UPS-CT009353.pdf>

León J & Luzuriaga (2010) .Calculo y diseño de un prototipo de horno incinerador Automático a ser aplicado en el hospital Docente Veterinario “Cesar Augusto Guerrero”, Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16995/1/Carri%20Luzuriaga%20Jos%20Patricio%20Pes%20a%20Le%20Juan%20Pablo.pdf>

Ley general del equilibrio Ecológico y Norma oficial mexicana NOM-052 ECOL (1993).México. Recuperado de: <http://siga.jalisco.gob.mx/assets/documentos/normatividad/nom052semarnat1993.htm#:~:text=Esta%20norma%20oficial%20mexicana%20establece,por%20su%20toxicidad%20al%20ambiente.&text=Esta%20norma%20oficial%20mexicana%20es,y%20clasificaci%C3%B3n%20de%20residuos%20peligrosos.>

López, J. (2021). Tratamiento y disposición de desechos infecciosos en centros de salud. Editorial Médica: Bogotá, Colombia.

- Macas J & Ferrini L (2019). Diseño y construcción de un prototipo de horno de doble Cámara de (glp) para incinerar desechos patológicos Hospitalarios. Tesis de grado. Universidad Técnica estatal de Quevedo. Ecuador. Recuperado de: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/0143eec4-a114-4c92-897c-ad62252f0a8e>
- Médicos Unidos Venezuela (MUV). (2021). Situación del manejo de residuos peligrosos en hospitales venezolanos. Caracas: MUV.
- Monitor Salud Zulia (MSZ). (2022). Manejo de residuos peligrosos de origen sanitario en el Estado Zulia 2021. Maracaibo: MSZ.
- Ñaupas H y Valdivia M (2018). Metodología de la investigación. Ediciones U. Colombia.
- Oliver A y Mon A (2007). Medición de la capacidad calorífica de los cuerpos: Capítulo 12. Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Manejo seguro de residuos sanitarios. Ginebra: OMS.
- Parlamento y consejería de la unión europea (2000) .Directiva 2000/76/CE. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2000-82556>
- Prada F (2007) Diccionarios Oxford de Física. Editorial Complutense .Londres
- RAE (2001) .Calculadora. Real Academia Española
- Rambaldo, J (2022) Diseño de una planta de tratamiento para residuos patogénicos de establecimientos de salud en la ciudad de Tandil. Tesis de Gado. Universidad Nacional de San Martin. Argentina. Recuperado de <https://ri.unsam.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1997>
- Ramírez T (2000). Como hacer un proyecto de investigación. Panapo .Venezuela

- Ramos R., Belizario W., Copaja G., Cuzacani R y Huarachi e (2021).Celda de seguridad para residuos peligrosos de establecimientos de salud durante la pandemia SARS COV “- Tacna. Ingeniería Investiga. Vol. 3(2).
- Red de Médicos por la Salud Trujillana (RMST). (2022). Manejo de residuos peligrosos en centros de salud del estado Trujillo. Valera: RMST.
- Rodríguez, A. (2020). Tecnologías para el manejo de residuos infecciosos hospitalarios. Editorial de la Universidad Técnica: Bogotá, Colombia.
- Romero H., Palacios J., Valdivia M y Naupas H (2013). Metodología de la investigación. EdicionesU. México.
- Rubio O. (2018) El Establecimiento De Requerimientos En El Diseño Industrial. Tecnología & Diseño. Año 8.Nº 11.pp 51-67
- Sandoval R &Rodríguez R (2002) Diseño de un horno crematorio para desechos orgánicos en la Clínica San Jorge y construcción de un prototipo. Tesis de grado ingeniería mecánica. Tecnología de Bolívar .Institución Universitaria p.80.
- Scribano, A (2007). Proceso de la investigación social Cualitativo. Prometeo. Argentina
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022). Informe Nacional sobre Manejo de Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos 2021. Ciudad de México: SEMARNAT.
- Soldovieri, T (2016) Física General .LUZ. Venezuela
- Vielma, R. (2021). Manual de diseño y distribución de plantas industriales basado en CAD para la Universidad Valle del Momboy (tesis para optar al título de Ingeniero Industrial). Escuela de Ingeniería Industrial. Estado Trujillo, Venezuela.

## **Anexos**

## Anexo A. Instrumento de recolección de datos

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL**



---

### Guía de entrevista

---

#### Presentación

Buenos días/tardes. Pertenece a la Facultad de ingeniería de la Universidad Valle del Momboy. Somos las estudiantes María Alejandra Paredes y Antonella Benevento, estamos realizando una investigación sobre el diseño de un sistema de incineración de desechos peligrosos para la clínica UGA C.A. Esta entrevista busca recolectar información importante que nos permitirá caracterizar los desechos generados y así seleccionar y diseñar la tecnología de incineración más adecuada.

Agradecemos la colaboración por facilitar esta entrevista. La información que usted nos proporcione en calidad de su cargo será de gran utilidad para tener éxito en este proyecto.

Le garantizamos que sus respuestas serán tratadas confidencialmente y que los datos personales no se publicarán sin su consentimiento. La información recolectada se utilizará exclusivamente para la investigación actual sobre el diseño del horno incinerador.

### 1. Antecedentes

Categorías	Preguntas	Aspectos a indagar	verificado
Contextualizar al entrevistado	¿Cuál es su cargo actual en la clínica? Coordinador de Mantenimiento	Apellidos y nombre	
	¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la clínica? 3 años	Tiempo en el trabajo	

### 2. Caracterización por Tipos de desechos

Categorías	Preguntas	Aspectos a indagar	verificado
Desechos peligrosos que se generan en la clínica UGA.	¿Qué tipo de desechos que contengan reactivos se manejan en la clínica?	Reactivo	
	Desechos combustibles, gases inflamables ¿Qué tipos de desechos explosivos sabe usted se manejan en la clínica? Los de la respuesta anterior	Explosivo	
	¿Qué tipo de residuos tóxicos sabe usted se manejan en la clínica UGA Material orgánico, quioscos de laboratorio, gases inflamables	Tóxico	
	¿Sabe usted cuales son los tipos de desecho inflamable en la clínica? Gasoil, residuos lubricantes de generador eléctrico, compresores, equipos de refrigeración.	Inflamable	

	<p>En los desechos biológicos infecciosos, ¿qué tipo de materiales se han detectado? Material de cirugía, anestésicos, material de diálisis etc.</p> <p>Entre los tipos de desechos biológicos generados en la clínica, ¿qué partes, tejidos, fluidos o muestras de origen humano están siendo manejados? Orina, heces, sangre, amputaciones, fetos, materiales de cirugía en generales.</p>	<p>Biológico - infeccioso</p>	
--	--	-----------------------------------	--

### 3. Volumen y densidad promedio diario o mensual de cada tipo de desecho (kg o m<sup>3</sup>)

Categorías	Preguntas	Aspectos a indagar	verificado
<p>Volumen diario o mensual de cada tipo de desecho (kg y m<sup>3</sup>)</p>	<p>Considerando los tipos de desechos que mencionó anteriormente, ¿qué cantidades aproximadas en kilogramos y metros cúbicos se están generando en la clínica diaria, semanal o mensualmente?</p> <p>Diaria= 10kg aproximadamente Semanalmente= 70kg aproximado Mensualmente : 280 kg aproximadamente</p>	Corrosivo	
		Reactivo	
		Explosivo	
		Tóxico	
		Inflamable	
		<p>Biológico - infeccioso</p>	

### 4. Comentarios y sugerencias

<p>Comentarios: Observaciones sobre el proceso actual o la tecnología de incineración</p>	<p>Sugerencias para la selección o diseño del horno incinerador</p>
---	---

Aumentaron los kilos de desechos y por ende son más cantidad de desechos	

**Anexo B: Constancia de validación de instrumentos**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

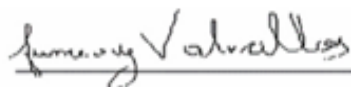


**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Quien Suscribe: Yumary Del Valle Valecillos Barreto ,titular de la cédula de identidad No:14.151.309 de profesión Ingeniero Químico hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **Diseño de horno incinerador para desechos peligrosos para la Clínica UGA. CA** que presentan las bachilleres: Antonella, Benevento Calomino, titular de la cédula de identidad N°: V-30.116.110 y María Alejandra, Paredes Delgado, titular de la cédula de identidad N°: V-30.048.436, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Valera, a los 23 días del mes de febrero del año 2024.



Firma:

AUTORES:  
Br. María Paredes  
Br. Antonella Benevento  
TUTOR: Edgar Omaña