



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico

Título del Proyecto de Investigación:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE HORNO DE DOBLE
CÁMARA DE (GLP) PARA INCINERAR DESECHOS PATOLÓGICOS
HOSPITALARIOS”**

Autores:

Ferrin Romero Edison Leonardo

Macas Enríquez Cristhian Javier

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Barros Enríquez José David

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, **Ferrin Romero Édison Leonardo** y **Macas Enríquez Cristhian Javier**, declaramos que la investigación aquí descrita es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se influyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer usos de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

FERRIN ROMERO EDISON L.

C.C. # 050381022-8

f. _____

MACAS ENRÍQUEZ CRISTHIAN J.

C.C. # 120634430-9

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



El suscrito, Ing. Barros Enríquez José David. MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal Quevedo, certifica que los estudiantes: Edison Leonardo Ferrin Romero y Cristhian Javier Macas Enríquez, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE HORNO DE DOBLE CÁMARA DE (GLP) PARA INCINERAR DESECHOS PATOLÓGICOS HOSPITALARIOS”, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. José David Barros Enríquez. MSc

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Ing. Barros Enríquez José David. MSc. en calidad de director de proyecto de Investigación titulada “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE HORNO DE DOBLE CÁMARA DE (GLP) PARA INCINERAR DESECHOS PATOLÓGICOS HOSPITALARIOS**” me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, los estudiantes Ferrin Romero Edison Leonardo y Macas Enríquez Cristhian Javier, egresados de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, han cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 1 %.

URKUND	
Documento	TESIS HORNO INCINERDOR.pdf (D53865569)
Presentado	2019-06-14 17:27 (-05:00)
Presentado por	cristhian.macas2013@uteq.edu.ec
Recibido	jbarros.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Tesis Mostrar el mensaje completo 1% de estas 29 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ING. BARROS ENRÍQUEZ JOSÉ DAVID. MSC



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Diseño y construcción de un prototipo de horno de doble cámara de (glp) para incinerar desechos patológicos Hospitalarios”

Presentado al Comisión Académica como requisito previo a la obtención de título de Ingeniero Mecánico.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Adriano Efraín Pérez Toapanta MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gabriel Alejandro Arellano Ortiz MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Felipe Espinosa Delgado. MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR

2019

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme cumplir con la meta de llegar a ser un Ingeniero Mecánico, a mi padre Rolando Ferrin, a mi madre Narcisa Romero, a mi hermana, a mis abuelitos, por ser apoyo fundamental en mi vida, por mantenerme siempre dentro del margen del camino del bien. Inculcando en mis valores para ser día a día una persona de bien.

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por concederme cursar mis estudios, al Ing. David Barros por su asistencia en la realización de este trabajo, a mis docentes en compartir sus ideas y conocimientos en especial aquellos que en mi persona inspiraron a tener una visión diferente de las cosas entre ellos los Ingenieros Ruth Torres, Luis Espinosa, Adriano Pérez, y Jorge Guadalupe, por su colaboración para poder desarrollar este trabajo de investigación.

Y por último agradezco a mis compañeros de clases por su apoyo personal y humano especialmente a Jeampool, Kelvin, Daniel, Katherine, Gloria, Edison.

Edison Leonardo Ferrin Romero

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por brindarme la salud necesaria y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional

De igual manera a mis padres Celia y Lauro, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional

Agradeciendo también a mi director de Tesis al ing. David Barros por habernos brindado la oportunidad de desarrollar nuestra tesis, compartir sus conocimientos y apoyarnos para cumplir con los objetivos planteados. Del mismo modo a la Ing. Ruth Torres por su colaboración para poder desarrollar este trabajo de investigación.

Y por último agradezco a mis compañeros de las clases por su apoyo personal y humano, especialmente a Katherine, David, Luis, Jean, Jeampool.

Cristhian Javier Macas Enríquez

Dedicatoria

Dedico esta investigación a Dios, por concederme la vida y darme las fuerzas necesarias que me permite luchar día tras día para romper todas las barreras que se me presenten.

A mis padres, Narcisa Romero y Rolando Ferrin que gracias a sus esfuerzos y dedicación me han permitido desarrollarme con valores éticos como un excelente humano y profesional.

A mi hermana y mis abuelitos por sus consejos y su apoyo moral. Por estar siempre estarme alentando y apoyarme en los momentos que necesité de su ayuda.

Edison Leonardo Ferrin Romero

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación principalmente a dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para guiarme adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñarme a encarar las adversidades

A mis padres Celia Enríquez y Lauro Macas quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanos Darío, Carolina y Mayra por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Cristhian Javier Macas Enríquez

Resumen Ejecutivo

El proyecto de investigación está enfocado al diseño y construcción de un prototipo de horno de doble cámara (glp) que permita incinerar desechos patológicos hospitalarios. El problema ambiental es actualmente considerado como un reto técnico que requiere mucho a cuento a prevención, conocimiento y control implacable que sirva para tomar medidas de prevención correctivas. Los residuos formados en los centros de salud pública y privada cuentan con una inadecuada recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de los mismos, lo cual puede ocasionar daños físicos severos e infecciones peligrosas al personal que trabaja en estos centros, a los pacientes y a la comunidad en general. Previo al diseño se asignaron distintos métodos de incineración para tomar una alternativa de diseño mecánico, en efecto de las tres alternativas propuestas se concluyó tomar como ejemplo la alternativa N^a 3, realizado mediante unas dos cámaras, en la primera cámara la incineración de los desechos sólidos y en la segunda cámara la eliminación de gases contaminantes. El diseño de este horno permitirá exponer a los desechos a altas temperaturas superiores a 1100 °C, suficiente para lograr eliminar microorganismos que pudieran ser amenaza para la salud humana y medio ambiente.

Palabras claves: Horno, Incineración, Desechos Patológicos, Riesgo infecciosos.

Executive Summary

The research project is focused on the design and construction of a prototype double chamber furnace (glp) that allows hospital pathological waste to be incinerated. The environmental problem is currently regarded as a technical challenge that requires a great deal of prevention, knowledge and relentless control that serves to take corrective prevention measures. Waste formed in public and private health centres has inadequate collection, transport, storage and final disposal of waste, which can cause severe physical damage and dangerous infections to staff working in these centres, patients and the community at large. Prior to the design, different incineration methods were assigned to take a mechanical design alternative, in fact the three proposed alternatives were concluded to take as an example the alternative Na 3, made by about two chambers, in the first chamber the incineration of solid waste and in the second chamber the disposal of polluting gases. The design of this furnace will allow to expose waste to high temperatures above 1100 °C, sufficient to eliminate microorganisms that could be a threat to human health and the environment.

Keywords: Oven, incineration, Pathological waste, infectious risk.

Tabla de Contenido

Contenido	Pagina
Portada.....	i
Hoja en blanco.....	ii
Declaración de Auditoria y Cesión de Derecho.....	iii
Certificado de Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia.....	iv
Certificado de Culminación del Proyecto de Investigación	v
Agradecimiento.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Dedicatoria.....	viii
Dedicatoria.....	ix
Resumen Ejecutivo y Palabras Claves.....	x
Executive Summary.....	xi
Tabla de Contenido.....	xii
Índice de Tablas.....	xvii
Índice de Gráficos.....	xix
Índice de Anexos.....	xxi
Código Dublín.....	xxii
INTRODUCCIÓN.....	23
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	¡Error!
Marcador no definido.	
1.1. Problema de la Investigación.....	24
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	24
1.1.2. Formulación del Problema.....	24
1.1.3. Sistematización del Problema.....	25
1.2. Objetivos.....	26
1.2.1. Objetivo General.....	26
1.2.2. Objetivos Específicos.....	26
1.3. Justificación	27
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.1. Marco Conceptual.....	29
2.1.1. Diseño Mecánico	29
2.1.2. Simulación	29
2.1.3. Prototipo.....	29
2.1.4. SolidWorks	29
2.1.5. Residuos.....	30
2.1.6. Residuos Patológicos	30

2.1.7.	Residuos Hospitalarios.....	30
2.1.8.	Residuos no peligrosos	30
2.1.9.	Residuos peligrosos	31
2.1.10.	Residuos químicos	31
2.1.11.	Residuos radioactivos	31
2.1.12.	Incineración.....	31
2.2.	Marco Referencial.....	32
2.2.1.	Diseño en Ingeniería Mecánica.....	32
2.2.1.1.	Fases e interacciones del proceso de diseño	32
2.2.1.2.	Consideraciones del Diseño Mecánico	33
2.2.1.3.	Consideraciones ecológicas	33
2.2.2.	Simulación por software.	33
2.2.3.	Categoría de los residuos	34
2.2.3.1.	Clasificación de los residuos.....	34
2.2.4.	Clasificación de los Residuos hospitalarios	36
2.2.4.1.	Tratamiento de residuos Sólidos Hospitalarios.....	39
2.2.5.	Incineración.....	40
2.2.5.1.	Ventajas e inconvenientes de la Incineración	40
2.2.5.2.	Tipos de Incineradores.	41
2.2.6.	Tipos de Hornos Incineradores	42
2.2.6.1.	Horno Fluidizado	42
2.2.6.2.	Horno Rotatorio	43
2.2.6.3.	Horno de dos cámaras.....	44
2.2.6.4.	Hornos Vitrificadores.....	44
2.2.7.	Medidas a controlar durante la incineración.	45
2.2.8.	Contaminantes procedentes de la incineración de desechos	46
2.2.9.	Materiales de construcción para hornos.....	46
2.2.9.1.	Electrodo E 6011 de la norma AWS.....	46
2.2.9.2.	Propiedades mecánicas.	47
2.2.9.3.	Ladrillo refractario rectangular AL-38.	47
2.2.9.4.	Manta de cerámica Maxwool HOS-8-1	48
2.2.10.	Balance de masa.....	49
2.2.11.	Calor liberado.....	49

2.2.12.	Masa de aire para combustión estequiometría.	50
2.2.13.	Presión de vapor.	50
2.2.14.	Masa de aire.	50
2.2.15.	Flujo de calor que atraviesa.	51
2.2.16.	Energía almacenada en el agua.	52
2.2.17.	Potencia necesaria para incinerar los residuos.	52
2.2.18.	Transferencia de calor por convección.	54
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		56
3.1.	Localización	57
3.1.1.	Características principales del Cantón Quevedo.....	57
3.2.	Tipos de Investigación	58
3.2.1.	Investigación Exploratoria	58
3.2.2.	Investigación documental	58
3.3.	Métodos de Investigación	58
3.3.1.	Método Analítico.	58
3.3.2.	Método Bibliográfico.....	58
3.4.	Fuentes de recopilación de Información.	59
3.5.	Diseño de la Investigación.	59
3.5.1.	Proceso de diseño.....	60
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		61
4.1	Identificación de los tipos, cantidad y el manejo actual que reciben los desechos en el Hospital Sagrado Corazón de Jesús (H.S.C.J.)	62
4.1.1.	Normativa	62
4.1.2.	Identificación de los desechos sólidos dentro del H.S.C.J.....	62
4.1.3.	Áreas de servicio	63
4.1.4.	Identificación de los residuos por áreas de servicio.....	63
4.1.5.	Cantidad de residuos generados en el año 2018	64
4.1.6.	Cantidad de residuos para el prototipo incinerador	65
4.1.7.	Manejo interno actual de los desechos en el H.S.C.J.....	66
4.2.	Alternativas de diseño	67
4.2.1.	Alternativas 1 (Incinerador de horno rotatorio)	67
4.2.2.	Alternativas 2 (Incinerador de Lecho fluido).....	68
4.2.3.	Alternativa 3 (Incinerado de Horno de aire controlado).	69
4.2.4.	Matriz residuos ponderados	70

4.2.5.	Criterios de ponderación	70
4.2.5.1.	Ponderación de los criterios de evaluación.	71
4.2.5.2.	Ponderación de las alternativas en función a su forma	71
4.2.5.3.	Ponderación de las alternativas en función a la manipulación.....	72
4.2.5.4.	Ponderación de las alternativas en función al mantenimiento.	73
4.2.5.5.	Ponderación de las alternativas en función al Costo.....	73
4.2.5.6.	Conclusión del método de residuos ponderados.	74
4.3.	Diseño del prototipo del Horno Incinerador de desechos hospitalarios.....	75
4.3.1.	Diseño de la Cámara Primaria	75
4.3.1.1.	Balace de Energía.....	79
4.3.1.2.	Flujo de calor que atraviesa	80
4.3.2.	Parámetros de diseño	83
4.3.3.	Tipo de Horno	83
4.3.4.	Temperatura ambiente.....	83
4.3.5.	Temperatura en el interior del Horno.....	83
4.3.6.	Tiempo de Incineración	84
4.3.7.	Dimensionamiento de caja incineradora del horno.....	84
4.3.8.	Dimensionamiento térmico del Horno	84
4.3.9.	Coficiente de transferencia de calor por convección en las paredes verticales interiores del horno	88
4.3.10.	Coficiente de transferencia de calor por convección en las paredes horizontales interiores del horno.....	90
4.3.11.	Análisis térmico del horno	91
4.3.11.1.	Resultado del análisis térmico.	95
4.4.	Construcción y pruebas de funcionamiento del Horno.....	101
4.4.1.	Construcción del Horno Incinerador.....	104
4.4.1.1.	Montaje de Componentes.	110
4.4.2.	Pruebas de funcionamiento	112
4.4.3.	Prueba de Contaminación de partículas	114
4.5.	Costos para la fabricación del horno.....	118
4.5.1.	Costos de los materiales.....	118
4.5.2.	Costos de elementos, mecánicos y eléctricos.....	119
4.5.3.	Costos de elementos varios	119
4.5.4.	Costos de fabricación y operación con máquinas.	120

4.5.5.	Costo de mano de obra.....	120
4.5.6.	Costo de ingeniería y diseño	121
4.5.7.	Costo total del prototipo horno	121
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		122
5.1	Conclusiones	123
5.2	Recomendaciones	124
CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		125
6.1.	Bibliografía	126
CAPÍTULO VII ANEXOS.....		128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consideraciones de diseño.....	33
Tabla 2. Categoría de los residuos.....	34
Tabla 3. Descripción y clasificación de los residuos no Peligrosos.....	37
Tabla 4. Clasificación y descripción de los Residuos Infecciosos.....	38
Tabla 5. Clasificación y descripción de os desechos químicos.....	39
Tabla 6. Requisitos en los tratamientos de residuos.....	39
Tabla 7. Ventajas e Inconvenientes de un Horno Incinerador.....	41
Tabla 8. Tipos y características de Incineradores.....	41
Tabla 9. Tipos de hornos incineradores.....	42
Tabla 10. Parámetros de Incineración.....	45
Tabla 11. Componentes de los Desechos.....	46
Tabla 12. Propiedades Mecánicas del Electrodo.....	47
Tabla 13. Residuos generadores por área de servicios H.S.C.J.....	63
Tabla 14. Porcentaje representativo de los desechos para el prototipo incinerador.....	65
Tabla 15. Descripción del manejo de residuos en el H.S.C.J.....	66
Tabla 16. Valores para Criterios de Ponderación.....	70
Tabla 17. Matriz de ponderación para las características de Incinerador.....	71
Tabla 18. Evaluación del peso específico del criterio forma.....	72
Tabla 19. Evaluación del peso específico del criterio manipulación.....	72
Tabla 20. Evaluación de mantenimiento.....	73
Tabla 21. Evaluación de costo.....	74
Tabla 22. Evaluación de los residuos hospitalarios.....	74
Tabla 23. Cuadro resumen de cálculos de masa para la cámara.....	79
Tabla 24. Aproximaciones de pérdidas por radiación.....	82
Tabla 25 Peso Absoluto que resistirá la estructura a compresión.....	97
Tabla 26. Materiales para la construcción.....	101
Tabla 27. Lista de equipos utilizados para la construcción.....	101
Tabla 28. Instrumentos Utilizados.....	103
Tabla 29. Herramientas Utilizadas.....	103
Tabla 30. Actividades de Montaje.....	110
Tabla 31. Pruebas de Material Particulado.....	114
Tabla 32 Descripción de los costos de materiales.....	118

Tabla 33 Costos de elementos adquiridos	119
Tabla 34 Costos de elementos	119
Tabla 35 Costos de fabricación y operación con maquinas.....	120
Tabla 36 Costo de mano de obra	120
Tabla 37. Costos de ingeniería y diseño	121
Tabla 38 Costo final del horno	121

ÍNDICES DE GRÁFICOS

Grafico 1. Fases del Proceso de Diseño.....	32
Grafico 2. Clasificación de los residuos hospitalarios.....	36
Grafico 3. Horno Incinerador	40
Grafico 4. Esquema de Principio Horno Fluidizado.....	43
Grafico 5. Horno tipo Rotatorio.....	43
Grafico 6. Horno fijo doble Cámara	44
Grafico 7. Horno Vitrificado	45
Grafico 8 Datos Técnicos del Ladrillo Refractario.....	48
Grafico 9. Localización.	57
Grafico 10 Diseño del Horno en SolidWorks.....	59
Grafico 11 Diagrama de flujo de la construcción del prototipo horno incinerador.....	60
Grafico 12. Tipos de desechos patológicos.	62
Grafico 13. Tabulación de la cantidad desecho en el 2018.	64
Grafico 14. Tabulación mensual de los desechos en el 2018.	64
Grafico 15. Horno incinerador rotatorio	67
Grafico 16. Horno de Lecho Fluidizado	68
Grafico 17. Horno Incinerador de aire controlado.....	69
Grafico 18. Flujo de Energía en el volumen de control.....	80
Grafico 19. Asignación de material a cada componente.	91
Grafico 20. Inserción de propiedades térmicas a los materiales personalizados.....	92
Grafico 21. Asignación de conductividad térmica del ladrillo	92
Grafico 22. Asignación de material a la carcasa.....	93
Grafico 23. Selección de las caras internas para la conducción.	94
Grafico 24. Selección de las caras externas para la conducción.....	94
Grafico 25. Mallado del horno.....	95
Grafico 26. Resultados de la simulación.	96
Grafico 27. Distribución de la temperatura.	96
Grafico 28 Factores para la longitud efectiva K.....	98
Grafico 29 Factor de Resistencia.....	99
Grafico 30. Diagrama de procesos de la Estructura Metálica.	104
Grafico 31. Diagrama de procesos de la Caja incineradora.....	105
Grafico 32. Diagrama de Procesos de la Puerta.	106

Grafico 33. Diagrama de Procesos del Aislante térmico - Lana de Cerámica.	107
Grafico 34. Diagrama de Procesos de los quemadores.....	108
Grafico 35. Ensamble General del Horno Incinerador.	109
Grafico 36. Diagrama de flujo del Montaje.....	111
Grafico 37 Medición de temperatura al Horno incinerador.....	112
Grafico 38 Medición de la temperatura - Parte lateral	112
Grafico 39 Horno incinerador en funcionamiento.....	113
Grafico 40 Comprobador de temperatura a 1101 °C	113
Grafico 41 Material Particulado Nivel 2	114
Grafico 42 Material Particulado Nivel 3	114

ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo 1 Valores promedios de temperatura y humedad relativa	129
Anexo 2 Propiedades del Agua	130
Anexo 3 Manifiesto de entrega	131
Anexo 4 Selección de perfil para la estructura de la mesa	132
Anexo 5 Propiedades de los materiales utilizados	133
Anexo 6 Parámetros de Contaminación	134
Anexo 7 Hoja de pesos de desechos.....	135
Anexo 8 Factura de perfiles cuadrados	136
Anexo 9 Factura de ángulos y plancha metálica	137
Anexo 10 Factura de Medidor de temperatura.....	138
Anexo 11 Factura de mortero, lana de cerámica y cordón redondo.....	139

CÓDIGO DUBLÍN

Título	Diseño y construcción de un prototipo de horno de doble cámara de (glp) para incinerar desechos patológicos Hospitalarios			
Autores	Ferrin Romero Edison Leonardo Macas Enríquez Cristhian Javier			
Palabras claves	Incineración	Horno	Desechos Patológicos	Riesgo infecciosos
F. publicación				
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2019			
Resumen	<p>Resumen.- El proyecto de investigación está enfocado al diseño y construcción de un prototipo de horno de doble cámara (glp) que permita incinerar desechos patológicos hospitalarios. El problema ambiental es actualmente considerado como un reto técnico que requiere mucho a cuento a prevención, conocimiento y control implacable que sirva para tomar medidas de prevención correctivas. Los residuos formados en los centros de salud pública y privada cuentan con una inadecuada recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de los mismos, lo cual puede ocasionar daños físicos severos e infecciones peligrosas al personal que trabaja en estos centros, a los pacientes y a la comunidad en general. (...)</p> <p>Abstract.- The research project is focused on the design and construction of a prototype double chamber furnace (glp) that allows hospital pathological waste to be incinerated. The environmental problem is currently regarded as a technical challenge that requires a great deal of prevention, knowledge and relentless control that serves to take corrective prevention measures. Waste formed in public and private health centres has inadequate collection, transport, storage and final disposal of waste, which can cause severe physical damage and dangerous infections to staff working in these centres, patients and the community at large. (...)</p>			
Descripción	138 hojas: Dimensiones 290x210 cm CD-ROM			
URI				

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de una sociedad tecnológica, el crecimiento de la población y la disminución de espacios asignados para los residuos, son algunos de los factores que llevan a las entidades encargadas de la conservación del medio ambiente, a buscar nuevas tecnología y mejoras de nuevos sistemas de tratamiento de los residuos.

En la actualidad la ciudad de Quevedo cuenta con varios centros médicos, quienes generan cantidades de desechos patológicos. Estos desechos son clasificados y recolectados en fundas de colores específicos para su respectivo desalojo.

La manipulación de estos desechos incrementa el riesgo para los trabajadores y el reciclador, que puede contaminarse la piel, herirse con objetos corto punzantes, inhalar aerosoles infectados, ingerir en forma directa e indirecta.

Por los aspectos antes mencionados, la finalidad de este proyecto es desarrollar el prototipo de un horno incinerador de residuos patológicos hospitalarios, basado a las necesidades y situaciones actuales del H.S.C.J. (Hospital Sagrado Corazón de Jesús)

La cámara primaria debe operar con bajas velocidades de gas y a temperatura controladas. La cantidad de calor liberado en la combustión de los desechos sólidos se controla mediante la reducción del aire, pero debe garantizarse que las reacciones de combustión mantengan la auto-termicidad, es decir, que no se apague la llama.

En el capítulo I se expone la problemática, objetivos y justificación que se presenta en la elaboración del trabajo

Los conceptos básicos de los desechos patológicos, incineración, tipos de incineradores, combustibles y materiales a usarse en la fabricación del horno, son analizados en el capítulo II

Luego de haber culminado con los fundamentos teóricos para la elaboración del horno, se continúa a ejecutar la metodología, donde son demostradas en el capítulo III.

A continuación, en el capítulo IV se muestran los parámetros considerar para el diseño del horno incinerador, y9o las ecuaciones empleadas para el modelamiento

Posteriormente el capítulo V expone las conclusiones y recomendaciones que puede llevar en un futuro al proyecto. Finalmente, los capítulos 6 y 7, se presenta la bibliografía y los anexos.

1.1. Problema de la Investigación.

1.1.1. Planteamiento del Problema.

Las producciones de residuos sólidos generan un problema ambiental al planeta mismo que presentan peligro inminente por su contenido de microorganismos patógenos que afectan la salud. La inadecuada recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos hospitalarios puede provocar daños físicos serios e infecciones graves al personal que labora en los hospitales, a los pacientes y a la comunidad en general.

Diagnóstico

En la actualidad la ciudad de Quevedo no cuenta con un sistema de incineración de desechos hospitalarios lo cual provoca que las personas que manipulen este tipo de desechos corran el riesgo de ser infectados, generando mayor contaminación, posible incremento del número de infecciones y de afectación de la población general.

Pronóstico

Al investigar, diseñar y construir un horno para efectuar la incineración de desechos patológicos hospitalario y en un futuro construir, permitirá que se disminuyendo la emisión de gases contaminantes, principalmente el azufre, monóxido y dióxido de carbono, como también las infecciones provocadas por desechos corto punzantes

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cómo disminuirá la contaminación de los desechos patológicos con el diseño y construcción de un prototipo del horno incinerador?

1.1.3. Sistematización del Problema

La presente investigación se resalta en el diseño, cálculo y selección de materiales para el prototipo de horno incinerador de desechos patológicos y respectivas piezas que conformar el mecanizo, utilizando el Software Solidworks. A su vez el análisis de costo de fabricación que se necesita para el horno

- ¿Es importante realizar una investigación acerca de los desechos que generan las entidades de salud?
- ¿Cuál será el grado de contaminación que generan estos tipos de desechos y que elementos contaminantes?
- ¿Qué materiales serán los correctos para el proceso de fabricación del horno?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Diseñar y construir un prototipo de horno con doble cámara para la incineración de desechos patológicos hospitalarios usando G.L.P.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los tipos de desechos hospitalarios, la cantidad y el manejo actual que reciben.
- Determinar la mejor alternativa para la incineración de desechos patológicos entre otras opciones de diseño de hornos incineradores.
- Diseñar el horno aplicando los criterios de transferencia de calor y diseño mecánico.
- Realizar la construcción y verificación del horno con sus respectivas pruebas de funcionamiento.
- Detallar los costos para la fabricación del horno incinerador.

1.3. Justificación

El manejo de los desechos hospitalarios resulta una problemática ya que las normas ambientales en la actualidad son más estrictas, debido a la contaminación que generan estos desechos infecciosos que son altamente peligroso para el medio ambiente y la salud humana.

Estableciendo procedimientos y diseñar un horno incinerador de desechos hospitalarios de fácil manejo, el cual beneficiará a las entidades de salud, como también reducir los riesgos que implica deshacerse de ellos.

La investigación va a beneficiar Resolviendo la disminución de contaminación y enfermedades que son causadas por los desechos hospitalarios y así prevenir que se contagien las personas que tratan con estos desechos

Diseñar una máquina la cual estará equipada con dos cámaras de combustión, La cámara primaria debe operar con bajas velocidades de gas y a controladas condiciones de temperatura, los humos que se generan pasaran a una segunda cámara, En esta cámara se suministra el aire adicional.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Diseño Mecánico

El diseño de elementos de máquinas implica, en forma inherente, procesos extensos, cálculos complejos y muchas decisiones de diseño, y deben encontrarse datos en numerosas tablas y gráficas. Además, en el caso típico, el diseño es iterativo y requiere que el diseñador pruebe con varias opciones para determinado elemento, y se repita los cálculos con datos nuevos o decisiones nuevas de diseño. Esto es especialmente válido para los dispositivos mecánicos completos, los cuales poseen varios componentes cuando se tiene en cuenta las relaciones entre ellos. [1]

2.1.2. Simulación

La simulación es una de las herramientas más útil, con su aplicación no sólo se logra el objetivo cometido, sino que se minimiza los costos involucrados en la decisión mediante un mejor uso de los recursos, la disminución del tiempo utilizado y la minimización de las probabilidades de riesgos. A través del proceso de diseño de un modelo de un sistema real, y dirigiendo el experimento con él, se puede entender el comportamiento del sistema, lo cual permite tomar mejores decisiones. [2]

2.1.3. Prototipo

Un prototipo es la representación inicial del diseño de un producto que permite dar validez a creaciones preliminares experimentando con varios elementos o diferentes diseños. Es una implementación parcial para ir realizando comprobaciones a lo largo de su diseño. Un prototipo se caracteriza por ser económico, rápido de reparar y de construcción, que buscan dar agilidad al producto final. [3]

2.1.4. SolidWorks

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp. Su primera versión fue insertada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible

[4]. El programa permite modelar piezas y conjuntos; y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, “construyendo virtualmente” la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada [4].

2.1.5. Residuos

Residuo es todo material inútil o no deseado, ocasionando por la actividad humana, estos tipos de sólidos se presentan en cualquier estado físico (sólido, gaseoso, líquido) y pueden ser liberados en cualquier medio (agua, suelo, atmósfera). Hay objetos o materiales que son residuos en determinadas ocasiones, mientras que en otras se aprovechan [5]

2.1.6. Residuos Patológicos

Se llaman residuos Patológicos todos aquellos materiales provenientes de intervenciones quirúrgicas o de curaciones, de quirófanos, salas de parto, de salas de aislamiento, áreas de enfermos contagiosos o intermedios, de áreas de internación y consultorios de Anatomía patológica, autopsia y morgues, que por sus características tengan propiedades potenciales o reales, sin distinción del estado físico de la materia o su densidad o viscosidad. [6]

2.1.7. Residuos Hospitalarios

Los desechos considerados peligrosos, según sus características, pueden ser: tóxicos, explosivos, inflamables, corrosivos e infecciosos. Los desechos peligrosos generados en hospitales y centros de salud exhiben peligro y dificultades especiales pertinentes, fundamentalmente de grado infeccioso. [7]

2.1.8. Residuos no peligrosos

Son elementos o materias productos en distintos lugares y el desarrollo de varias actividades, en donde no presentan ningún peligro para el medio ambiente o salud humana. Lo importante

en resaltar sobre estos residuos es que cualquier residuo hospitalario no peligroso donde se sospeche haber estado en relación con residuos peligrosos tiene que ser manipulado y tratado como tal. En la siguiente tabla se describen la clasificación de los residuos no peligrosos. [8].

2.1.9. Residuos peligrosos

Se refiere a aquellos residuos procedentes de las sucesivas tipologías: inflamable, reactivos, explosivos, infecciosos, corrosivos y tóxicos, por ende, ocasionan perjuicio al medio e incluso a la salud humana. [8]. De los residuos peligrosos se generan los residuos Infecciosos o de riesgo biológico, químicos y radioactivos

2.1.10. Residuos químicos

El desecho químico comprende a todo aquel material que contengan características explosivas, inflamables, corrosivas o tóxicas, generando peligro para el ambiente y salud humana, cuando son manipulados de la forma incorrecta. [9]. Se presenta en la **Tabla 5** la clasificación y descripción de cada uno.

2.1.11. Residuos radioactivos

Son desechos con materiales de forma líquida, sólida, gaseosa, para lo q no tiene ningún uso previsto, estos presentan un gran riesgo para el ser humano y el ambiente. En ellos contienen trazadores y químicos para el tratamiento del cáncer [9]

2.1.12. Incineración.

La incineración es la combustión general de cualquier elemento o material hasta que se transforme en ceniza, su utilidad esta basa en el tratamiento y esterilización de basura: desechos industriales, urbano, hospitalarios peligrosos etc. También la incineración, como otros sistemas de tratamiento de desechos a temperaturas altas. Los motivos por lo que se utiliza este tratamiento son para la eliminación de documentos que contenga información o la destrucción de compuestos químicos peligrosos [10]

2.2. Marco Referencial

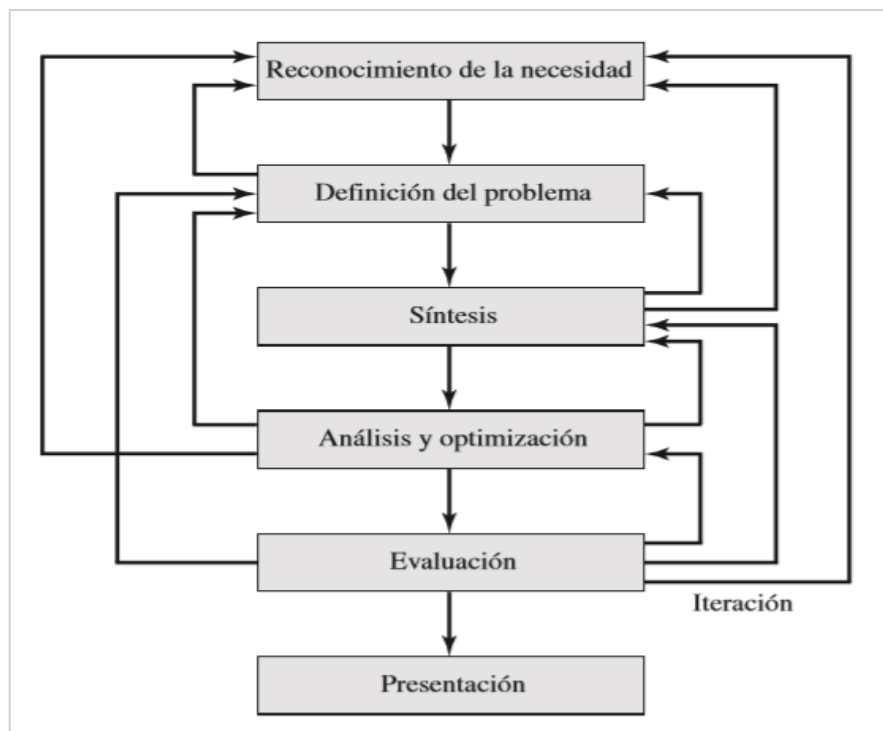
2.2.1. Diseño en Ingeniería Mecánica

En la actualidad el diseño mecánico es muy trascendental ya que está vinculado con la creatividad y el avance tecnológico. El diseño en la ingeniería mecánica es una fracción significativa de la ingeniería; aplica la generación de ideas de todas las clases, diseño, desarrollo, refinamiento y aplicaciones de las máquinas y los aparatos mecánicos de todas las clases. [11]

2.2.1.1. Fases e interacciones del proceso de diseño

- ✓ Identificación de la necesidad solución al problema.
- ✓ Investigación profunda de los antecedentes del problema.
- ✓ Esquematización de soluciones que deben proponerse, investigarse y cuantificarse.
- ✓ Se evalúa los resultados y luego retorna a una fase inicial del proceso.
- ✓ Representa la prueba final del diseño exitoso e implica pruebas de funcionamiento.
- ✓ La socialización de los resultados a otros, donde se pretende vender la idea. [12]

Grafico 1. Fases del Proceso de Diseño



FUENTE: DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY
AUTOR: BUDYNAS RICHARD G. NISBETT J KEINTH, [2008]

2.2.1.2. Consideraciones del Diseño Mecánico

Estas consideraciones son características que intervienen en un elemento diseñado y son por tanto condicionantes a tener en cuenta para el diseño. Cuando se emplea la expresión de diseño, se implica de manera directa varias características que influyen en el diseño. En la (Tabla 1) se muestran las consideraciones más importantes del diseño [12]

Tabla 1. Consideraciones de diseño

Principales categorías de las consideraciones del diseño	
Consideraciones tradicionales	Consideraciones modernas
<ul style="list-style-type: none">❖ Materiales❖ Geometría❖ Condiciones de operación❖ Costo❖ Disponibilidad❖ Posibilidad de producción❖ Vida del componente	<ul style="list-style-type: none">❖ Seguridad❖ Ecología❖ Calidad de vida <hr/> <p>Consideraciones diversas</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Confiabilidad y facilidad de mantenimiento❖ Ergonomía y estética

FUENTE: DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

AUTOR: ROBERT C. JUVINALL, KURT M. MARSHEK [2013]

2.2.1.3. Consideraciones ecológicas

Para el ingeniero es difícil resolver problemas ecológicos que traten temas como el esfuerzo y la deflexión. Ahora que la sociedad es más sensible a este problema, los requisitos legales y las medidas más apegadas a la realidad del costo total, tienen un mayor impacto en el diseño de la ingeniería [11].

2.2.2. Simulación por software.

La simulación se describe al proceso de diseñar y desarrollar el modelo computarizado de una máquina, sistema o proceso mediante la evaluación numérica, a través del software especializado se simulan operaciones o movimientos reales con el propósito de estudiar, visualizar y entender mejor el comportamiento de piezas dando lugar a realizar cambios de manera rápida, eficaz y segura. [13]

2.2.3. Categoría de los residuos

Tabla 2. Categoría de los residuos.

Clase	Descripción
Q1	Residuos de consumo no detallados a continuación.
Q2	Elementos que no reconocen a la normativa .
Q3	Productos con fecha ya vencida .
Q4	Materiales q posean algún otro elemento a causa de un accidente
Q5	Elementos contaminados o ensuciadas a causa de actividad voluntaria.
Q6	Elementos inutilizables (baterías, catalizadores, etc.).
Q7	Sustancias que pasaron a ser inservibles (ácidos contaminados).
Q8	Residuos generados por procesos industriales
Q10	Desechos de material sobrante en procesos de mecanización (limalla, viruta de fresado o torneado
Q11	Residuos generados por la exploración minera y materias primas
Q12	Material descompuesto
Q13	Elemento, sustancia o materia que tiene prohibición su uso
Q14	Materia que ya no tiene utilidad (agricultura, oficinas, taller, ganadería y agricultura etc.).
Q15	Materiales que son desechos y contaminados en terrenos

FUENTE: RECICLADO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

AUTOR: CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO [2006]

2.2.3.1. Clasificación de los residuos

Las clasificaciones de los residuos se los realizan mediante distintos criterios, tales como composición, sector productivo, tratamientos entre otros.

- a) **Residuos Domiciliarios:** son residuos generados por la actividad diaria en el hogar, comúnmente son llamados basura, en estos residuos incluyen diversos materiales tales como: cartones, vidrios, papeles, plásticos, restos de alimentos, textiles. En esta tipa de residuos se incluyen los desechos generado por las oficinas y establecimientos educativos. [14]
- b) **Residuos Municipales:** están relacionados principalmente en materiales de limpieza de las calles, recogimiento de basura provenientes de ferias de alimentos, como también las podas con fin de mantenimiento a jardines y parques, en esta clase de residuos no se incluyen los residuos generados en la vivienda. [15]
- c) **Residuos Sólidos Industriales:** estos residuos están compuestos por material descartados o sobrantes de cualquier proceso industrial, no se incluyen aquellos desechos generados por las oficinas administrativas o servicio de cocina de una planta industrial. [16]
- d) **Residuos Hospitalarios:** están compuesto por residuos de carácter especial generadas por la actividad en establecimientos hospitalarios, estos tipos de residuos reciben un tratamiento específico por su peligrosidad al contacto de las personas. En esta categoría se encuentran materiales quirúrgicos, restos de tejidos humanos elementos corto punzantes de tipo infeccioso. [17]
- e) **Residuos de construcción:** tipos de residuos formados de las actividades de construcción, estos no generan peligrosidad dado desde el punto de vista sanitario ya que son materiales elemento o materiales inertes, pero si generan grandes volúmenes, y para su manejo se dificulta se eliminación. [18]. A continuación de enlista los tipos de residuos de construcción
- Hormigón
 - Ladrillo y materiales cerámicos
 - Madera
 - Metal
 - Vidrio
 - Plástico

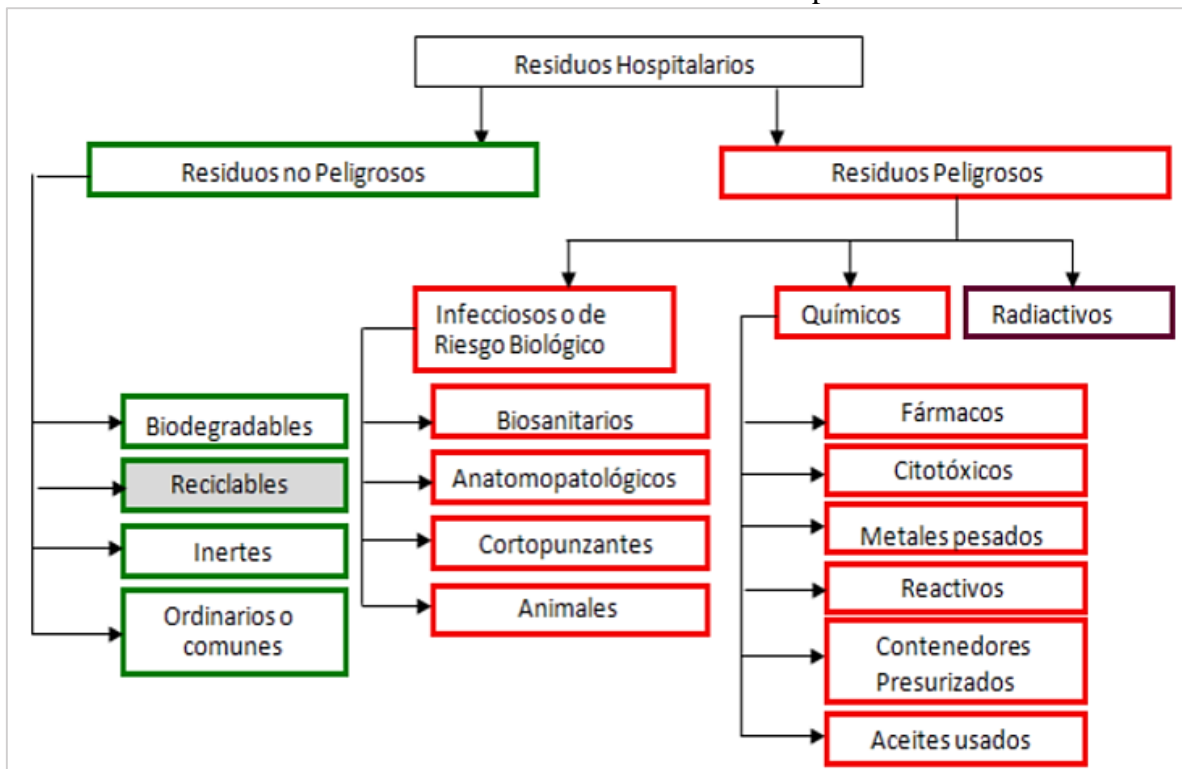
2.2.4. Clasificación de los Residuos hospitalarios

En un hospital se generan todo tipo de residuos y cada uno de ellos ha de sufrir un tratamiento diferente, residuos urbanos, biosanitarios, químicos y radiactivos, entre otros. Estos se clasifican y eliminan por procedimientos especiales, previstos por distintas normativas, para garantizar la seguridad en el medio hospitalario y de la población.

La clasificación de las basuras se debe exigir y promover en todas las instituciones prestadoras de servicios de salud. Es importante crear una conciencia tanto al generador de los desechos como al recolector, si no se hace una eliminación correcta se pone en riesgo no solo la vida de los seres humanos sino también del medio ambiente que lo rodea.

En una institución de salud se tienen pacientes que requieren el mayor esfuerzo por parte de todo el personal para contribuir a su mejoría, los manejos de los desechos hospitalarios de forma correcta ayudan a cumplir este propósito.

Grafico 2. Clasificación de los residuos hospitalarios



FUENTE: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL MANEJO DE RESIDUOS
AUTOR: JOHAN ALBERTO PINEDA CERON

a) Residuos no peligrosos

Son aquellos residuos producidos por el generador en este caso la institución de salud en el desarrollo de su actividad, estos no representan ningún tipo de riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Los residuos no peligrosos en la siguiente **Tabla 3**

Tabla 3. Descripción y clasificación de los residuos no Peligrosos.

Tipo de desecho	Descripción	Elementos
Biodegradables	Es todo aquel residuo el cual se descomponen con facilidad en el ambiente, por medio de microorganismos.	Restos de alimentos, hortalizas, granos, restos de poda de jardines, plantas aromáticas y líquidos biodegradables.
Reciclable	Es todo material en que su descomposición tarda mucho más que los biodegradables. Estos pueden volver a ser utilizados mediante distintos procesos.	Material textil, vidrio, papeles y plástico, maquinas obsoletas, chatarra, equipos electrónicos.
Inertes	Son materiales que su descomposición es nula ni se convierte en materia prima, por lo que su degradación necesita etapas de tiempo.	Materiales refractarios, escombros, cartón, ladrillos, madera, yeso, tierras y áridos, etc.
Comunes	Son desechos q se generan en las actividades laborales de los seres humanos.	Cafeterías, auditorios, departamentos, pasillos, salas de espera y áreas comunes.

FUENTE: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES EN COLOMBIA [2002]

b) Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos son considerados como fuentes de riesgo para el medio ambiente y la salud. Estos residuos generados a partir de actividades industriales, agrícolas, de servicios y aún de las actividades domésticas, constituyen un tema ambiental de especial importancia en razón de su volumen cada vez creciente como consecuencia del proceso de desarrollo económico y de sus características.

Tabla 4. Clasificación y descripción de los Residuos Infecciosos

Tipo de Residuos	Descripción	Elementos
Biosanitarios	Son aquellos elementos generados y manipulados en centros sanitarios, estos incluyen envases y los desechos de envases que contenga o haya tenido.	Algodones, vendajes, gasas, bolsas para transfusiones sanguíneas, aplicadores, drenes, mechas, guantes, sondas, catéteres, instrumentos de laboratorio
Anatomopatológico	Son los provenientes de restos humanos que se remueven durante necropsias, cirugías u otros procedimientos	Tejidos orgánicos, partes y fluidos corporales, amputados, placentas.
Cortopunzantes	Son materiales con características punzantes o cortantes pueden ocasionar un accidente percutáneo infeccioso.	láminas de bisturí o vidrio, cuchillas, agujas, restos de ampolletas, pipetas, limas y elementos con sus mismas características
De animales	Desechos provenientes experimentación de animales, involucrado con microorganismos patógenos.	

FUENTE: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES [2012]

➤ **Residuos químicos**

Tabla 5. Clasificación y descripción de los desechos químicos

Tipo de desecho	Descripción	Elementos
Fármacos	Son medicamentos deteriorados, vencidos y sobrepasado de sustancias que han sido implementados en cualquier procedimiento.	Medicamentos fraudulentos, alterados, empaquetadura dañada
Reactivos	Son aquellos que en condiciones naturales o al mezclarse con otro elemento generan vapores, gases, humos tóxicos e incluso explosión.	Líquidos de laboratorio, reactivos de diagnóstico, líquido de revelado y bancos de sangre
Contenedores presurizados	Son elementos que pueden estallar por efecto de temperatura.	Latas de aerosol

FUENTE: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES [2012]

2.2.4.1. Tratamiento de residuos Sólidos Hospitalarios

El tratamiento de los residuos tiene como finalidad eliminar las características de físico químicas los residuos para luego no presentar algún riesgo hacia la salud. Cualquier sistema adaptado para el tratamiento de residuos debe cumplir con requisitos básicos, en la **Tabla 6** se muestran estos requisitos.

Tabla 6. Requisitos en los tratamientos de residuos

Nº	Descripción
1	Aseverar la eliminación completa de los patógenos presentes incluyendo los que se hallan en al interior. (Gasas, jeringas, guantes etc.)
2	No presentar problemas al medio ambiente como emisiones gaseosas, descargas sólidas y líquidas
3	Reducir el volumen de residuos a incinerar

FUENTE: DISEÑO DE UN HORNO CREMATORIO PARA DESECHO ORGÁNICOS
AUTOR: ROBINSON MARTÍNEZ, ROBERT MANJARES [2002]

2.2.5. Incineración.

La incineración es la combustión general de cualquier elemento o material hasta que se transforme en ceniza, su utilidad esta basa en el tratamiento y esterilización de basura: desechos industriales, urbano, hospitalarios peligrosos etc. También la incineración, como otros sistemas de tratamiento de desechos a temperaturas altas. El proceso de ignición se lo realiza mediante hornos por la oxidación química y abundancia de oxígeno [19]

Grafico 3. Horno Incinerador



FUENTE: WWW.HORNOSFELIX.COM

AUTOR: VÍCTOR FELIZ [2015]

2.2.5.1. Ventajas e inconvenientes de la Incineración

Las principales pruebas en contra de la incineración de residuos se resaltan en su totalidad en los inconvenientes que crea el impacto ambiental. Su principal aspecto que estos presentan es su transforma en: ceniza, gases tóxicos, escorias, partículas toxicas, en la (**Tabla 3**) se representa la ventajas e inconvenientes. [20]

Tabla 7. Ventajas e Inconvenientes de un Horno Incinerador

Ventajas	Inconvenientes
❖ Probabilidad De Recuperación De Energía	❖ Generación de gases tóxicos
❖ Disminución Drástica De Volumen	❖ No eliminación total de desechos
❖ Estabilización Del Residuo	❖ Requiere de permisos legales
❖ Tratamiento Rápido	❖ Elevado costo de inversión

FUENTE: MANUAL DE BIOINDICADORES EN LA ESTERILIDAD POR CALOR SECO Y HÚMEDO
 AUTOR: Q.F.B. MORA LUIS, Q.B.P. CHÁVEZ MARGARITA

2.2.5.2. Tipos de Incineradores.

La gran variedad de hornos y sistemas de incineración que existen en la actualidad es casi tan amplia como la cantidad de residuos. En la (tabla 8) muestra la clasificación de la gran variedad de modelos, atendiendo a la naturaleza física del residuo más usual (gas, líquido o solido) [21]

Tabla 8. Tipos y características de Incineradores

Clase	Característica física de los desechos	Residuos comunes	Emisiones gaseosas
1	Gas/Líquido	Aire contaminado con disolventes	Requerimiento de Tratamiento
2	Gas / Líquido / Sólido	Pesticidas, gases condensables	Gases Ácidos
3	Gas / Líquido / Sólido	Trinitrotolueno, cianhídrico	Ácido Abundante Nox
4	Gas / Líquido	Sales Orgánicas, Agua salada	Gases Especiales
5	Sólidos	Residuos industriales infecciosos,	Gases Especiales. Partículas

FUENTE: SISTEMAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO. LA INCINERACIÓN:
 AUTOR: XAVIER ELÍAS CASTELLS [2005]

2.2.6. Tipos de Hornos Incineradores

En el interior de los hornos se encuentra la cámara y es donde el residuo combustiona, piroliza, gasifica. Estos hornos disponen de un quemador auxiliar, el cual alcanza un nivel de temperatura promedio de 850°C lo capaz para lograr la auto combustión de los residuos. [21]. En la presente (**Tabla 9**) se lleva a cabo una breve descripción de los tipos de hornos que se usan para el tratamiento de residuos.

Tabla 9. Tipos de hornos incineradores

Tipo d horno	Características más relevantes del funcionamiento
Lecho Fluidizado	Permite el tratamiento de residuos de bajo Poder calorífico interno (fangos o líquidos).
Horno Rotativo	Multiusos (líquidos, sólidos, lodos etc.). Trabaja con altas temperaturas
Horno de doble Cámara	Permite altas temperaturas con mayor tiempo de permanencia
Vitrificadores	Trata residuos inorgánicos, trabaja a altas temperaturas y permanencia de mayor tiempo.

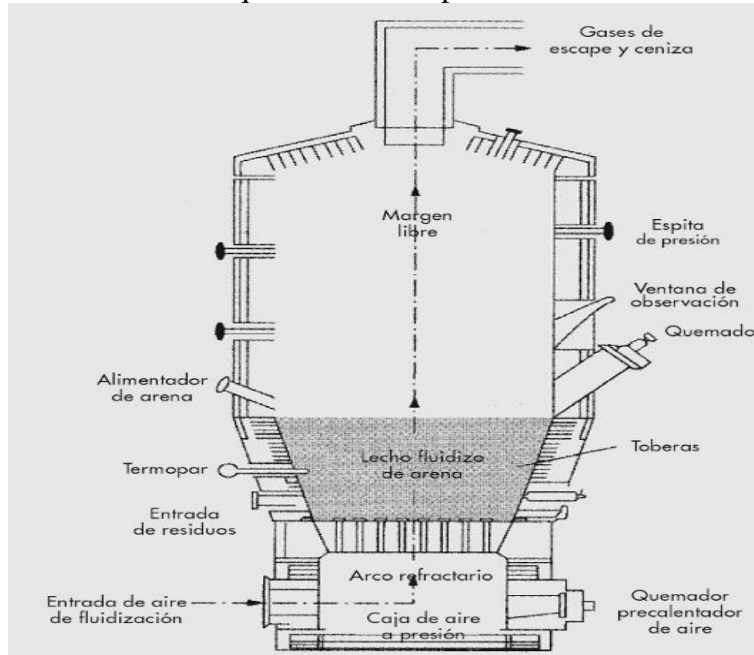
FUENTE: TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS

AUTOR: XAVIER ELÍAS CASTELLS [2005]

2.2.6.1. Horno Fluidizado

Su funcionamiento consiste en la gran transferencia de calor que se encuentra desde las partículas del refractario que compone el lecho que se conserva en constante agitación, esto se lleva a cabo gracias a la causa de fluidificación. No admite residuos de gran tamaño [21]. En el **grafico 4** se muestra las partes del horno fluidizado.

Grafico 4. Esquema de Principio Horno Fluidizado

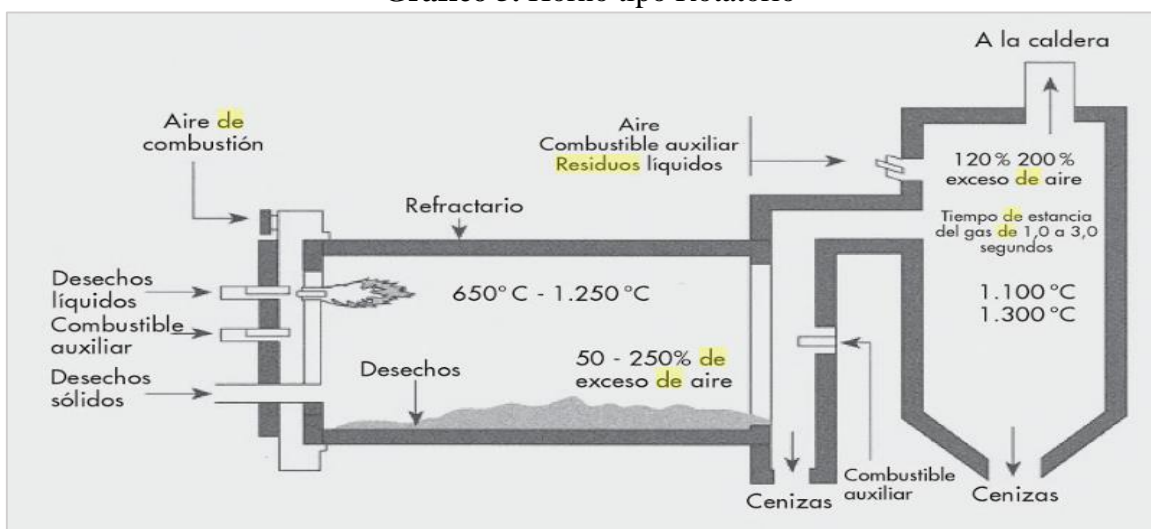


FUENTE: TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS
AUTOR: XAVIER ELÍAS CASTELLS [2005]

2.2.6.2. Horno Rotatorio

Este tipo de horno suele utilizarse para la incineración de residuos cárnicos, su función fundamental es convertir los residuos líquidos, sólidos o pastosos en gases. [21] Como se muestra en el **Grafico 5**, consta de un cilindro cubierto de material cerámico en la parte interna que dando vueltas a una velocidad variable y sujeto a un chasis metálico, la inclinación permite regular el tiempo de residencia de los sólidos.

Grafico 5. Horno tipo Rotatorio



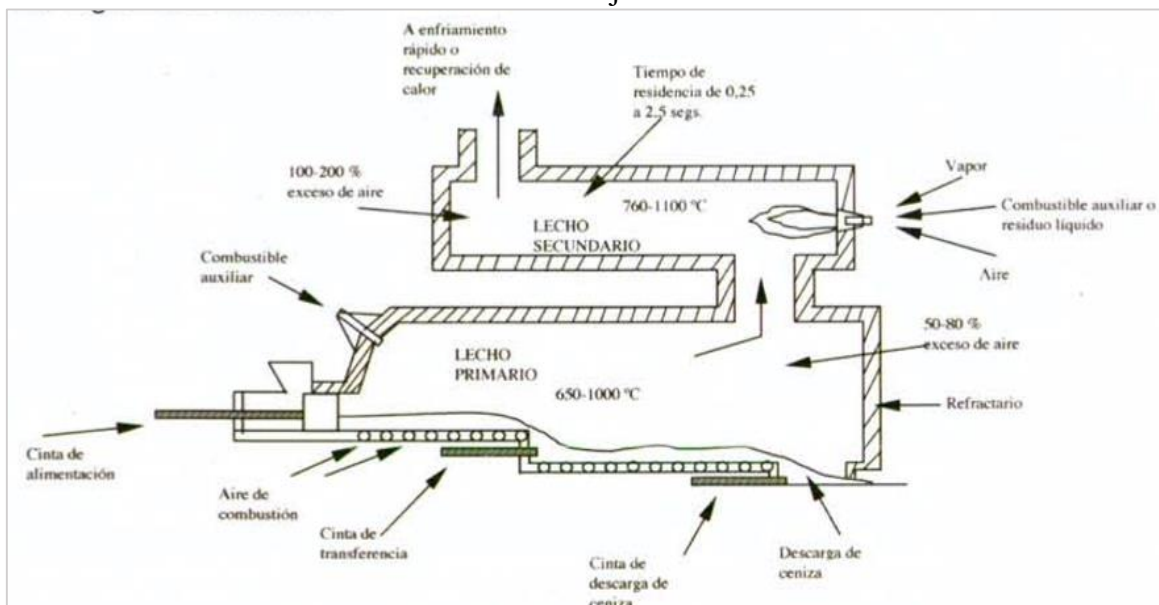
FUENTE: TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS
AUTOR: XAVIER ELÍAS CASTELLS [2005]

2.2.6.3. Horno de dos cámaras.

Se refiere al proceso con dos etapas de combustión. La introducción de los residuos se lo realiza en la cámara primaria y es incinerado con defecto de aire entre 50% y 80 % del aire estequiométrico necesario y alcanza temperaturas de 800°C.

La **Figura 6** muestra que en la segunda cara se almacena los humos y producto resultantes que son básicamente monóxido de carbono e hidrocarburos, en esta cámara tiene temperaturas más elevadas que en la cámara primaria. [21]

Grafico 6. Horno fijo doble Cámara



FUENTE: INCINERACIÓN CONVENCIONAL DE RESIDUOS PELIGROSOS
AUTOR: XAVIER ELÍAS CASTELLS

2.2.6.4. Hornos Vitrificadores

Comprende a la oxidación de los materiales orgánicos, esta tecnología es usada para tratar los compuestos inorgánicos. Su funcionamiento consiste en un reactor que trabaja a elevadas temperaturas por encima de los 1.300°C. También existe hornos vitrificación rotatorios pero su actividad es discontinua, su consumo es más alto. [21]

Grafico 7. Horno Vitrificado



FUENTE: WWW.MAQUINASPARAVIDRIO.COM

2.2.7. Medidas a controlar durante la incineración.

Como principal punto, se deben inspeccionar el tipo de residuos se va a incinerar, se puede poseer varios residuos que no han sido apartados anticipadamente, por lo que es difícil de controlar la combustión, por lo que se tiene una mezcla híbrida de elementos o materiales. Otra elección es que los residuos sean previamente tratados, para luego obtener una mezcla de materiales combustibles, de tal manera que la combustión será más eficiente. [19].

Para obtener una adecuada incineración y reducción de emisión de gases nocivos pertenecientes de los desechos, en la tabla 10 establece los parámetros de incineración.

Tabla 10. Parámetros de Incineración

Tiempo de combustión de los desechos en contacto con el oxígeno
Cantidad de oxígeno y desechos que se van a combinan
Temperatura
Cantidad de residuo a tratar
Consumo de combustible

FUENTE: REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA HORNOS INCINERADORES

AUTOR: CORANTIOQUIA

2.2.8. Contaminantes procedentes de la incineración de desechos.

Los componentes fundamentales que se presentan en los residuos son hidrogeno, oxigeno, carbono, azufre y nitrógeno; como también se hallan presentes diminutas cantidades de otros elementos como metales, representados en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Componentes de los Desechos

Componentes presentes en los desechos	Producto
Carbono	Dióxido de carbono, cenizas
Hidrogeno	Vapor de Agua
Oxigeno	Dióxido de Carbono
Nitrógeno	Óxido de Nitrógeno
Azufre	Óxidos de Azufre
Fosforo	Pentoxidos de fosforo
Metales	Óxidos Metales
Metales Alcalinos	Hidróxido, inquinados

FUENTE: DISEÑO DE UN INCINERADOR PARA EL CREMADO DE DESECHOS

AUTOR: DUHARTE, JOSÉ RAÚL ARTECHE

2.2.9. Materiales de construcción para hornos

2.2.9.1. Electrodo E 6011 de la norma AWS.

Este tipo de electro está diseñado para corriente alterna como también corriente continua, el uso del E6011 es aplicado en soldadura de acero dulce, sobre todo cuando su posición es en vertical o sobrecabeza. El arco es muy estable, potente y el material depositado de solidificación rápida, fácil aplicación con corriente continua y alterna. [22]

Posiciones de soldar

Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente.

2.2.9.2. Propiedades mecánicas.

Tabla 12. Propiedades Mecánicas del Electrodo

Resistencia a la tracción	Resistencia al impacto	Elongación
48-51 kg/mm^2 68.000 a 72.000 $lbs/pulg^2$	CHARPY – V joule 55-75 (29°C)	24-26%

FUENTE: MEMBER OF THE LINDE GAS GROUP.

AUTOR: AGA.

Aplicaciones

- Soldaduras para aceros no templados.
- Carpintería metálica.
- Estructuras y bastidores para máquinas.
- Chapas gruesas y delgadas.

2.2.9.3. Ladrillo refractario rectangular AL-38.

Este tipo de ladrillo refractario contiene un mínimo porcentaje de alúmina de 38%, su coeficiente de dilatación térmica es muy bajo, por lo cual son fabricados soportar elevadas temperaturas y so presentan deformación al momento de enfriarse. La resistencia al choque térmico, la abrasión, el ataque químico y la amortiguación de la atmósfera se derivan de algunos de los criterios claves determinando la lección del producto dentro de cada aplicación. [23]

Características:

- Baja conductividad térmica, buen rendimiento de aislamiento térmico.
- Larga vida útil, fácil operación, puede formarse libremente.
- Puede ser utilizado en varios tipos de hornos por su resistencia general.

Aplicaciones:

- Zonas de pre-calentamiento y ciclones de hornos rotatorios de cemento.

- Hornos de cocción para la industria del aluminio.
- Altos hornos.
- Hornos de recalentamiento.
- Hornos de cal.
- Aislamiento para tanques de vidrio.

Datos técnicos.

Grafico 8 Datos Técnicos del Ladrillo Refractario.

TECHNICAL DATA	
ITEM	AL38
Al ₂ O ₃ % (min.)	38
Fe ₂ O ₃ % (max)	2.0
Refractoriness	1750 °C
Refractoriness under load, 0.2MPa, °C	1350 °C
1470 Apparent porosity (%)	20-24
Bulk density (g/cm ³)	2.1-2.2
Cold crushing strength (Mpa)	30
Thermal expansion at 1000 °C (%)	0.6

FUENTE: LADRILLERA NACIONAL.
 AUTOR: CESAR GUADALUPE.

2.2.9.4. Manta de cerámica Maxwool HOS-8-1

Maxwool colcha de fibra de cerámica está compuesta por fibras entrelazadas largas y flexibles, fabricadas a través del proceso “spun”, creando con esto un producto durable, fuerte y ligero.

Características:

- Bajo conductividad térmica.
- Bajo almacenamiento de calor.
- Alta resistencia a la tensión.
- Resistencia al choque térmico.
- Absorción de sonido.
- Fácil instalación.
- No requiere tiempo de secado y curado.

Aplicación

- Hornos de pirolisis y reformadores.
- Sellos para tubos, empaques y juntas de expansión.
- Tuberías para alta temperatura.
- Revestimiento para calentadores de crudo.

2.2.10. Balance de masa.

Durante un proceso de flujo estacionario, la cantidad total de masa contenida dentro de un volumen de control no cambia con el tiempo.

Entonces el principio de conservación de la masa requiere que la cantidad total de masa que entra a un volumen de control sea igual a la cantidad total de la masa que entra a un volumen de control sea igual a la cantidad total de masa que sale del mismo.

$$M_{seca} = M_{total} - M_{humedad} \quad \text{EC. 1}$$

Para el cálculo de la masa volátil se necesita la siguiente expresión

$$M_{volatil} = M_{seca} - M_{ceniza} \quad \text{EC. 2}$$

2.2.11. Calor liberado.

El calor (se representa con la letra Q) es la energía liberada de un sistema a otro, debido en general a una diferencia de temperatura entre ellos. El calor que absorbe o cede un sistema termodinámico depende normalmente del tipo de transformación que ha experimentado dicho sistema. [24]

Dos o más cuerpos en contacto que se encuentran a distintas temperaturas alcanza, pasado un tiempo, el equilibrio térmico (misma temperatura). Este hecho se conoce como el principio cero de la termodinámica. [24]

$$Q_{liberado} = P_{cal} \times M_{res} \quad \text{EC. 3}$$

En la ecuación **EC.4 Y EC.5** de refleja la masa del gas y del agua que interviene en el proceso.

$$M_{gas} = f_{gas} \times Q_{liberado} \quad \text{EC. 4}$$

$$M_{agua} = f_{agua} \times Q_{liberado} \quad \text{EC. 5}$$

2.2.12. Masa de aire para combustión estequiometría.

La cantidad de aire que requiere los residuos para arder de manera estequiometria es igual a la diferencia entre las masas de los productos de combustión del desecho y la masa de los volátiles [25].

$$M_{ae} = M_{productos} - M_{volatil}. \quad \text{EC. 6}$$

2.2.13. Presión de vapor.

La presión de vapor es una medida de volatilidad de una sustancia. La capacidad para pasar del estado líquido a solido o a su vez al gaseoso.

$$P_{vapor} = P_{vsat.} * \phi \quad \text{EC. 7}$$

$$P_{as} = P_{Atm.} - P_{vap}. \quad \text{EC. 8}$$

Obtenido estos valores se calcula la humedad absoluta por medio de siguiente ecuación:

$$X = 0.622 \left(\frac{P_{v. sat.}}{P. as} \right) \quad \text{EC. 9}$$

2.2.14. Masa de aire.

Cuando el aire posee propiedades similares en una gran extensión se llama masa de aire. En casa nivel, la temperatura y la humedad tiene, aproximadamente, los mismos valores sobre las distancias horizontales. [26]

$$M_{aire.ing.} = M_{humedad.aire} + M_{aire.seco.} \quad \text{EC. 10}$$

$$M_{aire.seco} = \frac{M_{aire.ing.}}{X + 1} \quad \text{EC. 11}$$

Una vez calculado la masa de aire que ingresa y la masa de seco se procede a calcular la humedad que contiene el aire a través de la siguiente expresión:

$$X = 0.622 \left(\frac{Pv. sat.}{P. as} \right) \quad \text{EC. 12}$$

2.2.15. Flujo de calor que atraviesa.

El balance de masa se refiere a la primera ley de la termodinámica en cual establece que, en un proceso, (físico o químico), la energía no se crea ni se destruye". [27]

$$\dot{q}_{v.c.} = \sum \dot{m}_s * h_s - \sum \dot{m}_{in} * h_{in} \quad \text{EC. 13}$$

- **Energía en la ceniza**

Para la realización de este cálculo se necesita el necesita el valor de su poder calorífico.

$$Q_{cenz.} = P_{cal.cenz} * M_{cenz.} \quad \text{EC. 14}$$

- **Energía generada por la radiación**

Este resultado se lo obtiene mediante los porcentajes considerados.

$$q_{resid.} = \frac{Q_{lib.}}{t_{op.}} \quad \text{EC. 15}$$

Con la siguiente ecuación se calcula el flujo de energía tomando en cuenta el parámetro del tiempo.

$$Q_{rad.} = (3\%) * Q_{lib.} \quad \text{EC. 16}$$

2.2.16. Energía almacenada en el agua.

El conjunto de energía necesaria utilizada en agua para transportar a la temperatura de operación se la encuentra utilizando la entalpia de vaporización del agua a la temperatura del agua a la temperatura de ingreso del aire. [28]

$$Q_{cal.agua} = M_{humd.aire} * h_{vap}. \quad \text{EC. 17}$$

2.2.17. Potencia necesaria para incinerar los residuos.

En referencia a las dimensiones anteriores del horno, se calcula el volumen de la camara interna.

$$V_{c.in.} = \text{Alto} \times \text{Ancho} \times \text{Largo} \quad \text{EC. 18}$$

Para la operación de la carga máxima de desechos a incinerar en el horno, se considera que, el funcionamiento estará bajo condiciones extremas, se ocupará el 60% de volumen de la cámara interna por desechos, entonces el volumen máximo de desechos hospitalarios ($V_{des.}$) en el interior del horno, está dado por:

$$V_{des.} = 0.6 * V_{c.inc.} \quad \text{EC. 19}$$

La máxima masa de desechos (m_d) en el interior del horno es:

$$m_c = \rho_c * V_{des.} \quad \text{EC. 20}$$

Para la cantidad de calor necesario para el horno de la carga máxima de los desechos.

$$Q_c = m_d * C_p - c * (T_f - T_i) \quad \text{EC. 21}$$

La potencia requerida para incinerar los desechos, se consigue mediante la cantidad de calor necesario para el calor de la carga, dividido por el tiempo de que dura en conseguir la máxima temperatura al interior del horno:

$$P_{cal} = \frac{Q_c}{tc} \quad \text{EC. 22}$$

A partir de esta diferencia de temperatura, se establece la temperatura de la película en capar limite exterior del horno (T_{fo}),

$$T_{fo} = \frac{1}{2} (T_3 + T_{\infty 0}) \quad \text{EC. 23}$$

Para el cálculo del coeficiente de expansión volumétrica para el aire externo (β_o), esta expresada por la siguiente ecuación.

$$\beta_o = \frac{1}{T_{fo}} \quad \text{EC. 24}$$

Ahora el régimen de flujo en la convección natural se establece a partir del número de Grashof para las paredes exteriores del horno, y se calcula establece en esta ecuación

$$Gr_{L-ov} = \frac{g * \beta_o * \Delta T_{V-0} * L_{c-ov}^3}{T_{fo}} \quad \text{EC. 25}$$

La relación entre la difusividad de la cantidad de movimiento y la difusividad térmica, viene dado por el número de Reyleigh para las paredes verticales exteriores del horno, Obtenido por la siguiente ecuación

$$Ra_{L-ov} = Gr_{L-ov} * Pr_o \quad \text{EC. 26}$$

Tomando como base el numero promedio de Nusselt para la convección natural sobre superficies verticales dada por la siguiente ecuación

$$Nu_{ov} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot Ra_{L-ov}^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{Pr_o} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2 \quad \text{EC. 27}$$

Para el cálculo de coeficiente de calor por convección hacia las paredes verticales del horno se establece la formula a continuación

$$h_{\infty o-v} = \frac{k_o * Nu_{ov}}{Lv} \quad \text{EC. 28}$$

2.2.18. Transferencia de calor por convección.

Es cuando un fluido se pone en contacto con una superficie solida a una temperatura distinta, como resultado de cambio de energía térmica esto se denomina transferencia de calor por convección forzada.

$$h_{\infty o-h} = \frac{Ko - Nu_{ov}}{L_{c-h}} \quad \text{EC. 29}$$

Calculo coeficiente de transferencia de calor por convección hacia las paredes horizontales (exteriores) del horno.

Para obtener el número de Grashof **EC.25** para las paredes horizontales exteriores

En el cálculo de las paredes horizontales se requiere de la siguiente expresión.

$$L_{c-h} = \frac{As}{p} \quad \text{EC. 30}$$

Calculo para el numero de Reyleigh en las paredes horizontales (exterior) con la **EC.23**.

Tomando como base el numero promedio de Nusselt para la convección natural sobre superficies horizontales, dada por la siguiente ecuación

$$Nu_{oh} = 0.27 * Ra_{L-oh}^{1/4} \quad \text{EC. 31}$$

Para el cálculo de coeficiente de calor por convección hacia las paredes horizontales del horno ($h_{\infty o-h}$) se establece la formula **EC.29**.

Coeficiente de transferencia de calor por convección en las paredes verticales interiores del horno

En esta ecuación se expresa la variación de temperatura de las cámaras.

$$\Delta T_{v-i} = T_{\infty i} - T_1 \quad \text{EC. 32}$$

A partir de esta diferencia de temperatura, se establece la temperatura de la película en capar limite interior del horno (T_{fi}). **EC. 23.**

Se obtiene las propiedades del aire en el interior del horno.

Coeficiente de expansión volumétrica, expresada para el aire en el interior, está establecida por:

$$\beta_{i=} = \frac{1}{T_{fi}} \quad \text{EC. 33}$$

Para obtener el número de Grashof para las paredes verticales (interior) se logra a partir de la **EC. 25**

Calculo para el numero de Reyleigh en las paredes verticales (interior) **EC. 26.**

Obteniendo como base el numero promedio de Nusselt para la convección natural sobre superficies horizontales, dada por la siguiente ecuación.

$$Nu_{iv} = \left\{ 0.825 + \frac{0.387 \cdot Ra_{L-ov}^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{Pr_o} \right)^{9/16} \right]} \right\}^2 \quad \text{EC. 34}$$

El coeficiente de transferencia de calor por convección – Paredes Verticales (interior)

$$h_{\infty i-v} = \frac{Ki - Nu_{iv}}{Lv} \quad \text{EC. 35}$$

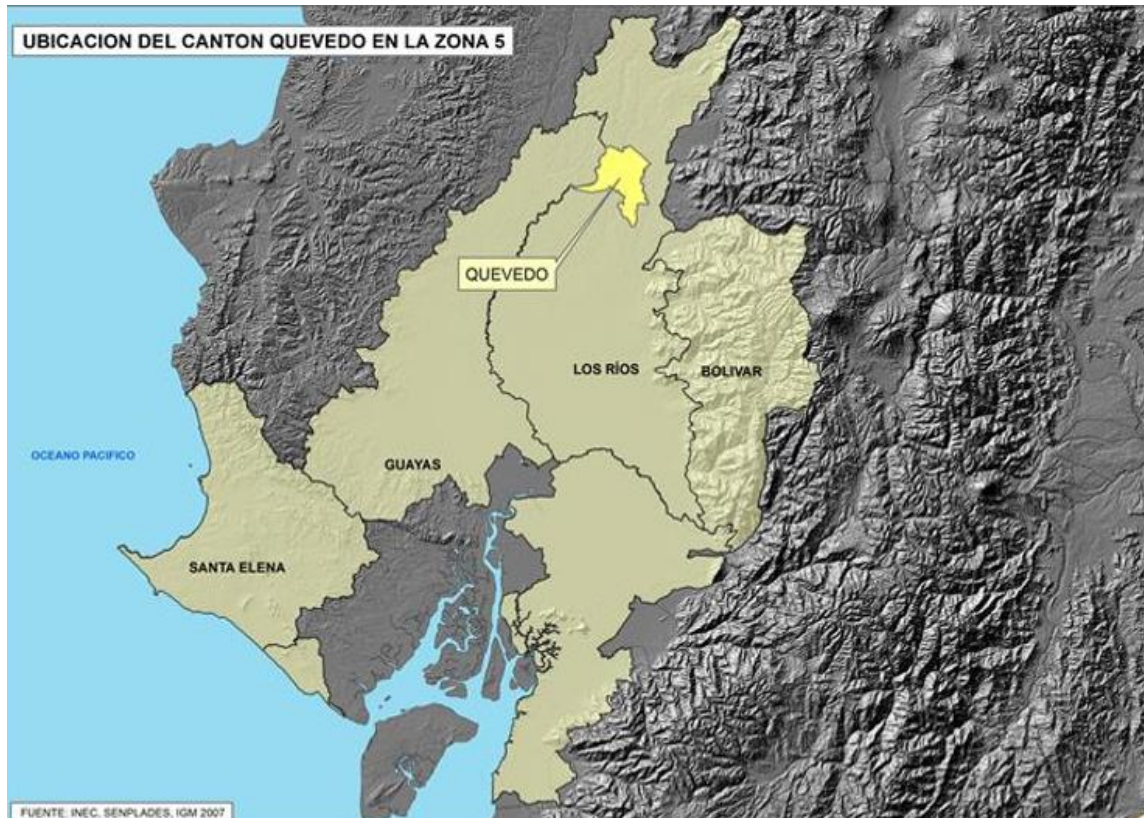
ξ

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Quevedo, provincia de los Ríos ubicada en la región costa de la República del Ecuador, en el Hospital Sagrado Corazón de Jesús ubicada en la Av. Guayacanes #400 y Av. Walter Andrade - Parroquia 7 de octubre.

Grafico 9. Localización.



FUENTE: [HTTP://APP.SNI.GOB.EC/SINLINK/SNI/PORTAL%20SNI%202014/FICHAS%20F/1205_QUEVEDO_LOS%20RIOS.PDF](http://app.sni.gob.ec/sinlink/sni/portal%20sni%202014/fichas%20f/1205_QUEVEDO_LOS%20RIOS.PDF)

AUTOR: INEC, SENPLADES [2007]

3.1.1. Características principales del Cantón Quevedo

- Latitud: 1°01'43''S
- Longitud: 49°27'48''O
- Temperatura Habitual: 20°C a 33°C.
- Altitud sobre el nivel del mar: 51m

3.2. Tipos de Investigación

3.2.1. Investigación Exploratoria

La investigación de proyecto se orienta principalmente en la información descrita por el hospital de Quevedo en referente a los desechos que se generan, la cual es seleccionada como referencia para establecer parámetros al diseño del horno. y de esta forma analizar cuidadosamente los resultados que se van a alcanzar al desarrollo del diseño.

3.2.2. Investigación documental

Este tipo de investigación fue utilizada en el presente documento, para la recopilación de información donde se basa en libros, revistas, artículos científicos, etc. Referente al tema de diseño para un horno incinerador de desechos patológicos hospitalarios y contribuye al desarrollo del proyecto.

3.3. Métodos de Investigación

3.3.1. Método Analítico.

Por medio del método analítico se plantea comprobar y analizar los distintos datos e información que se obtiene en el desarrollo de la investigación, mediante el análisis de las diferentes variables que se genera en el problema de los desechos patológicos para su posterior diseño y prototipo. Donde cumpla y satisfaga las especificaciones que necesite los centros médicos en la ciudad de Quevedo.

3.3.2. Método Bibliográfico.

A través de método se realizará consultas en libros, revistas, sitios web, artículos científicos donde se busca información necesaria del principio en que se encuentra basada os distintos tipos de máquinas y equipos, como el método de mantenimiento para cada una de ellas, software que garantice una alerta aviso. Todo esto usando diferentes fuentes de información.

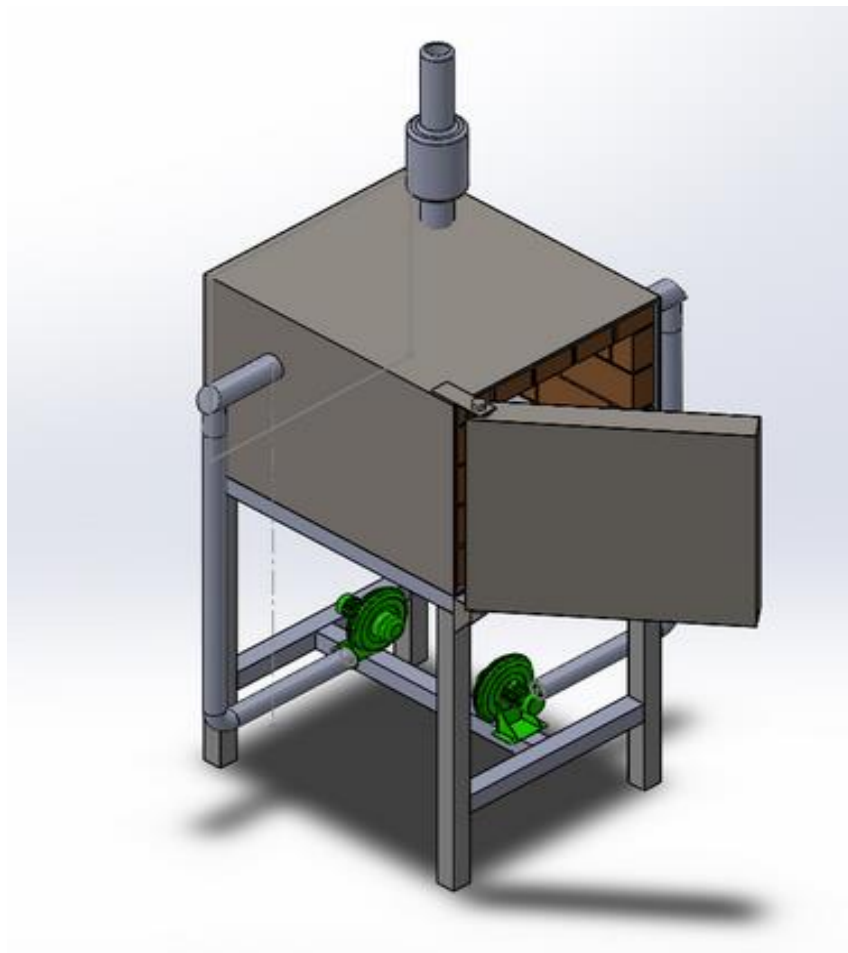
3.4. Fuentes de recopilación de Información.

Todo estudio tiene como referencia la recopilación de información que tiene como referencia antecedentes importantes y relevantes de acuerdo con lo que se está investigando. En esta investigación se utilizará fuentes primarias y secundarias, como lo son, libros, revistas, artículos científicos y el análisis de los procesos de incineración.

3.5. Diseño de la Investigación.

La elaboración de este proyecto investigativo se lo ejecuta con una sucesión de pasos, con el propósito de comprobar y predecir el perfecto funcionamiento del conjunto ensamblado de la maquina incineradora en el software de diseño asistido por computador (CAD) SolidWorks. Donde se analizarán los mecanismos que van a soportar altas temperaturas a través de su plataforma de simulación que viene integrada en el software.

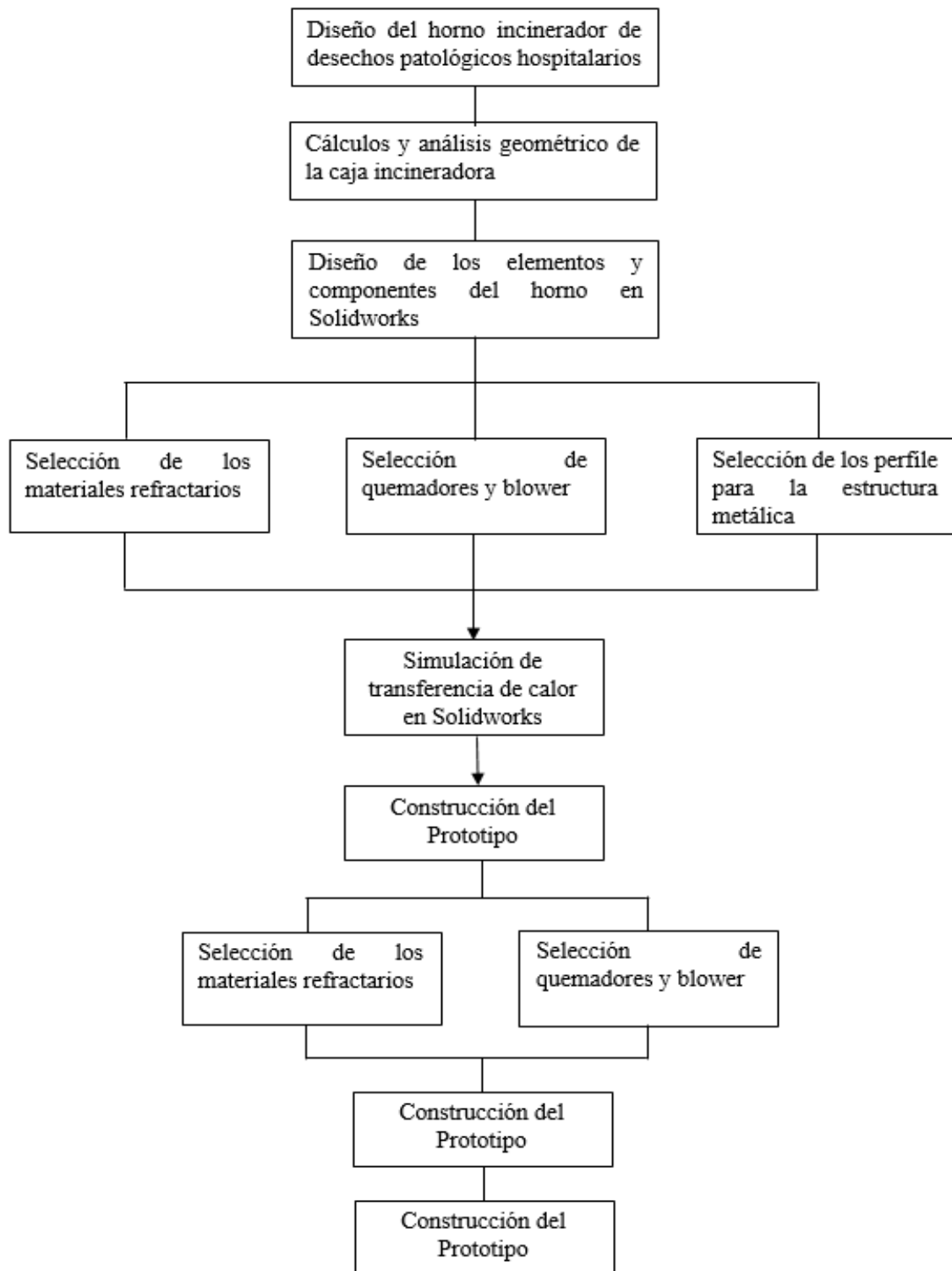
Grafico 10 Diseño del Horno en SolidWorks



AUTOR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

3.5.1. Proceso de diseño

Grafico 11 Diagrama de flujo de la construcción del prototipo horno incinerador



AUTOR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación de los tipos, cantidad y el manejo actual que reciben los desechos en el Hospital Sagrado Corazón de Jesús (H.S.C.J.)

En este capítulo, se detalla los resultados alcanzados en el periodo de ejecución del proyecto de investigación, el cual contiene los parámetros considerados para el diseño de un horno incinerados de desechos patológicos, de igual manera los resultados por ecuaciones empleadas para el modelamiento.

4.1.1. Normativa

En los centros de salud pública y privada, se generan diversos tipos de desechos que están **NORMATIVA** clasificados de acuerdo a la norma establecida por el ministerio de salud pública (Manejo de los desechos infecciosos para la red de servicios de salud en el Ecuador).

4.1.2. Identificación de los desechos sólidos dentro del H.S.C.J

Como primer objetivo del presente proyecto se describe los principales desechos que se producen en el hospital sagrado corazón de Jesús y a partir de esto, con la elaboración de una tabla donde se levantarán los datos necesarios para el diseño del horno incinerados de desechos patológicos.

El levantamiento de la información será parte de una guía de cómo desarrollar el diseño del horno incinerado, para poder elegir la mejor configuración geométrica en base a los parámetros de mayor influencia.

Grafico 12. Tipos de desechos patológicos.

Desechos comunes	Desechos especiales	Desechos infecciosos
<ul style="list-style-type: none">•Cartones, cajas, papeles, plásticos, restos de alimentos, entre otros.	<ul style="list-style-type: none">•Cultivos de agentes infecciosos•Sangre, vendajes empapados en sangre•Fluidos corporales•Desechos de objetos punzocortantes•Cadáveres	<ul style="list-style-type: none">•Desechos peligrosos•Desechos radioactivos•Desechos farmacéuticos

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.1.3. Áreas de servicio

El hospital Sagrado Corazón de Jesús, existen distintas áreas de especialidad en ellas esta: cirugía, traumatología, pediatría, medicina interna, neonatología (cuidado a niños recién nacidos) y Gineco-obstetricia.

Por otro lado, en consulta externa se ejecuta una vez por semana oftalmología y cardiología o medicina intensiva, y que medicina interna se atienden ordinariamente en áreas de emergencia.

4.1.4. Identificación de los residuos por áreas de servicio

Los residuos generados por el hospital sagrado corazón de Jesús se los identifica por áreas funcionales de servicio sanitario, como lo explica en la tabla 13.

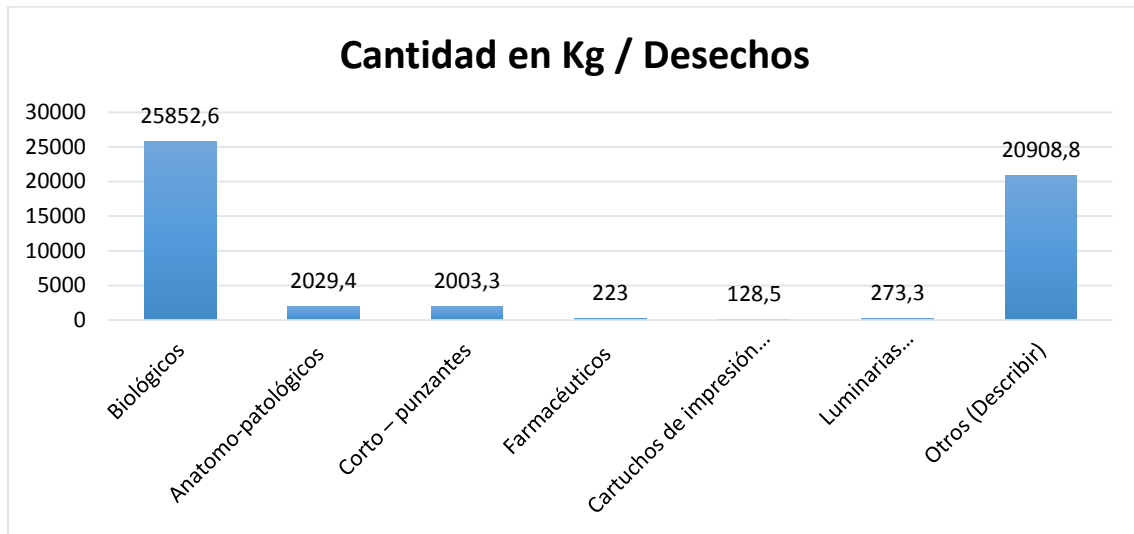
Tabla 13. Residuos generadores por área de servicios H.S.C.J

	Biológicos	Anatomopatológico	Cortopunzantes	Farmacéuticos	Comunes
Gineco-obstetricia	✓	✓			✓
Cirugía	✓	✓	✓		✓
Pediatría	✓			✓	✓
Neonatología	✓	✓	✓		✓
Traumología		✓			✓
Cardiología	✓	✓	✓		✓
Oftalmología		✓			✓
Maternidad	✓	✓	✓	✓	✓

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

4.1.5. Cantidad de residuos generados en el año 2018

Grafico 13. Tabulación de la cantidad de desecho en el 2018.

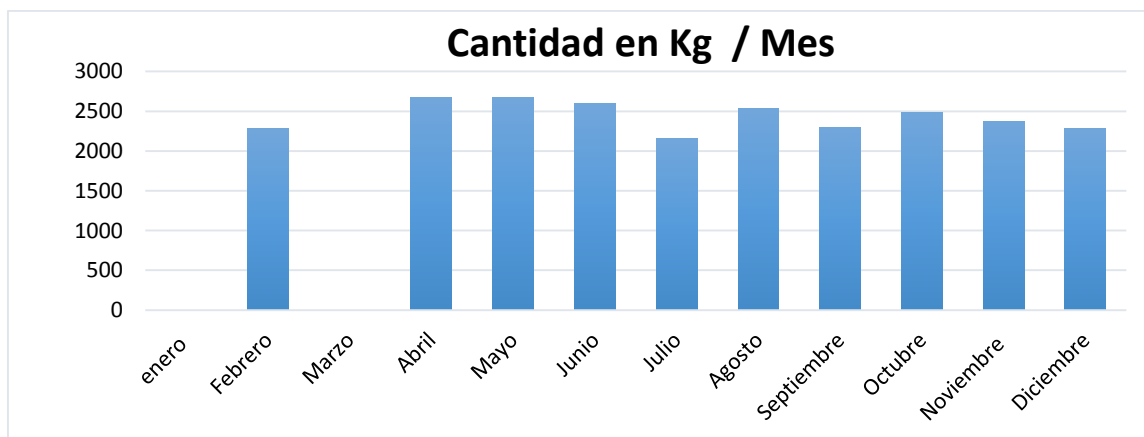


ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

Análisis

La tabulación de los desechos el más abundante es el biológico, ya que es el más común debido a la cantidad de pacientes que abarca el hospital de Quevedo y cantones cercanos.

Grafico 14. Tabulación mensual de los desechos en el 2018.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

Análisis:

Los datos obtenidos del año 2018 la cantidad de desechos que el hospital genera son más fuertes en los meses de abril y mayo, ya que estos meses son de época invernal y es donde

la mayor parte de la población costera tiende a contagiarse de gripa influenza, y demás lo cual genera mayor cantidad de vacunas, y demás desechos.

4.1.6. Cantidad de residuos para el prototipo incinerador

Dado el análisis de la cantidad de desechos generados semanal en el H.S.C.J. se procede a calcular el porcentaje representativo de los desechos más comunes con 380 kg, reducido al 15% =57kg de desechos, se muestran en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Porcentaje representativo de los desechos para el prototipo incinerador

Residuos	Porcentaje %	Peso (kg)
Tejidos Textiles	40.50	23.09
Gasas y Algodones	44.94	25.62
Piezas Quirúrgicas	10.29	5.87
Restos de Microbióloga	3.29	1.88
Otros (Desechos Tipo 3)	0.98	0.56
TOTAL	100	57.00

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

4.1.7. Manejo interno actual de los desechos en el H.S.C.J.

Por la visita realizada en el hospital sagrado corazón de Jesús, tienen un conjunto de instrucciones que se ejecutan en el interior del mismo para garantizar un manejo adecuado y cuidadoso de los residuos hospitalarios. En el hospital dividen el manejo de los desechos en cinco etapas: segregación, etiquetado, acumulación, recolección - transporte interno y almacenamiento temporal.

Tabla 15. Descripción del manejo de residuos en el H.S.C.J.

Operación	Quién	Qué	Dónde	Cómo	Cuándo
Segregación: Separa y envasar los tipos de desechos de acuerdo con sus características bioinfecciosas y peligrosidad.	Los médicos, auxiliares y enfermeras.	Desechos comunes y peligrosos segregados correctamente .	En los servicios (Encamamientos , clínicas, emergencias, etc). En donde se genera.	colocando cada tipo de desechos en su envase corresponde (común bolsa negra, peligroso bolsa roja, corto punzante en contenedores de plásticos)	En el momento de descartar un producto. (inmediatamente)
Etiquetado: Colocar en cada envase sellado la etiqueta correspondiente.	El personal paramédico e intendencia .	El envase lleno de los desechos hospitalarios.	En la fuente de generación.	llenado de las etiquetas con los datos que los identifican.	Al sellar una bolsa o un envase lleno.
Acumulación: Colocar los contenedores sellados en un lugar destinado para su recolección.	El personal de limpieza.	Los envases sellados y etiquetados que contienen los desechos hospitalarios.	en los sitios asignados por el plan de gestión cerca de la fuente de generación.	Trasladando los envases desde la fuente de generación.	Después de sellarlo y etiquetados.
Recolección y Transporte: Trasladar los envases del lugar de acumulación al lugar de almacenamiento temporal.	El personal de limpieza.	Solo contenedores sellados y etiquetados.	En vehículos específicos identificados con colores rojo y negro.	Cumpliendo con las rutas y procedimientos de seguridad establecidos.	En los horarios y frecuencias de evacuación.
Almacenamiento Temporal: Acumular los desechos en un sitio acondicionado para la recolección definitiva.	El personal de limpieza.	Desechos de acuerdo a la segregación realizada.	En el deposito acondicionado para los desechos.	Verificando la separación entre comunes y peligrosos.	Luego de se recolección y transporte interno.

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

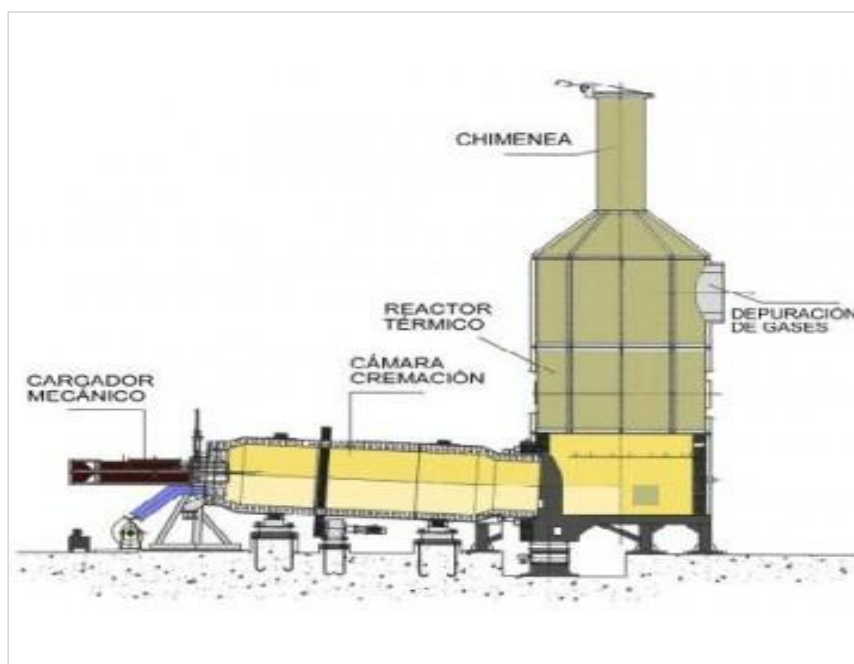
4.2. Alternativas de diseño

4.2.1. Alternativas 1 (Incinerador de horno rotatorio)

Así como el incinerador de aire controlado, este modelo también utiliza dos cámaras. La primera cámara es de forma cilíndrica y es rotativa. Está posicionada de manera inclinada verticalmente mientras que la segunda cámara también es de forma cilíndrica pero su posicionamiento es horizontal.

En el **Grafico 15** muestra el inicio del proceso, donde residuo es iniciado en la primera cámara desde el extremo más extenso. Una vez adentro el desecho va avanzando hacia abajo mientras es expuesto a los gases de combustión del quemador. Luego los vapores de combustión llegan a la segunda cámara en donde son eliminados usando un quemador.

Grafico 15. Horno incinerador rotatorio



FUENTE: AGROTERRA THE LEADING AGRIMARKETPLACE (2018)

Ventajas

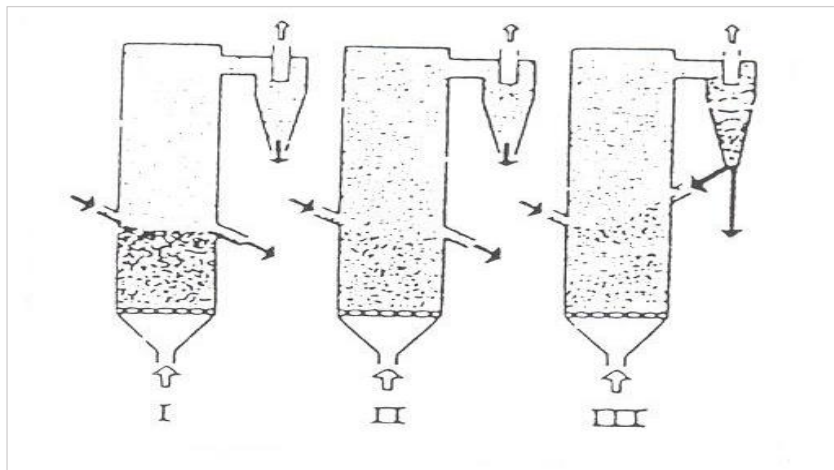
- Transferencia de calor eficiente y en base a la masa proporciona altas velocidades.
- Su temperatura trabaja uniforme en todas sus extensiones y puede ser controlada
- Corto periodo de puesta en marcha y erección

4.2.2. Alternativas 2 (Incinerador de Lecho fluido)

Este tipo de horno es útil para tratar lodos de las EDAR. (depuradoras urbanas de aguas residuales), desarrolla la combustión en el centro de una masa en suspensión de partículas de inerte y adsorbente, junto con cenizas y combustible, que es fluidizado por una corriente ascensional de aire de combustión.

En el **Grafico 16** muestra las fases de funcionamiento del horno fluidizado, en la primera fase opera a velocidades bajas de aire y pasa menos del 10% de los sólidos al ciclón. Se denomina fase densa. En la segunda el aire ya lleva alta velocidad y se denomina fase diluida. La tercera muestra la disposición con mayor rendimiento conocida como lecho fluidizado circulante. El elevado arrastre obliga a la recirculación para reponer el lecho.

Grafico 16. Horno de Lecho Fluidizado



FUENTE: AGROTERRA THE LEADING AGRIMARKETPLACE (2018)

Ventajas

- No son necesarias temperaturas muy altas (rondan los 850°C) y esto evita las cenizas.
- Permite menor tiempo de residencia de los sólidos (unos minutos).
- No requiere grandes excesos de aire.

Desventajas

- Abrasión del equipo.
- Necesidad de un ciclón por la cantidad de partículas arrastradas con la corriente.

4.2.3. Alternativa 3 (Incinerado de Horno de aire controlado).

Se trata de un dispositivo el cual suele contar con dos cámaras. La primera cámara es conocida como cámara de ignición y la segunda es conocida como cámara de combustión.

En la primera cámara se ingresa el residuo consiguiendo elevar su temperatura debido a la exposición frente a uno o más quemadores, la temperatura en esta cámara oscila entre 540°C y 980°C.

Posteriormente, los gases de combustión generados, los cuales están compuestos por la materia volátil y el agua en estado de vapor, llegan hacia la segunda cámara en donde se desarrolla un ambiente de mayor la temperatura en esta cámara oscila entre 980°C y 1200°C.

Grafico 17. Horno Incinerador de aire controlado



FUENTE: GB INGENIERÍA (2007)

Ventajas

- Baja emisión de material matriculado para ciertos residuos
- Requiere de poco espacio de instalación
- Bajo costo de fabricación

Desventajas

- Puede generar exceso del material final (ceniza)
- Sensible a variaciones en el residuo

4.2.4. Matriz residuos ponderados

Una vez ya desarrollado las alternativas se procede a efectuar el análisis por residuos ponderados, para elegir la mejor sobre la cual se diseñará el horno para incinerar los desechos patológicos.

4.2.5. Criterios de ponderación

A continuación, se listan los criterios de evaluación utilizados para la mejor alternativa del diseño.

- Forma: Su forma de estar acorde al espacio donde se realizará la instalación
- Costo: El diseño deberá permitir minimizar costos de fabricación
- Manipulación: Esta característica es importante donde tendrá un personal encargado de su funcionamiento
- Mantenimiento: Se debe considerar el fácil mantenimiento y sencillo reemplazo de piezas y elementos mecánicos, esto ayudara a aumentar los beneficios del horno

A continuación, se procese a realizar la ponderación de criterios y de cada una de las alternativas en relación con los criterios utilizados para tomar la mejor decisión.

Tabla 16 explica los valores que se deben tomar para cada criterio, donde se basa en unas tablas donde cada criterio se confronta con los restantes criterios y así se asigna los valore.

Tabla 16. Valores para Criterios de Ponderación.

Valor	Descripción	Simbología
1	Si el criterio de las filas es superior o mejor que las columnas	>
0.5	Si el criterio de las filas es igual al de las columnas	=
0	Si el criterio de las filas es inferior que el de las columnas	<

FUENTE: DISEÑO CONCURRENTE.

AUTOR: CARLES RIBA ROMEVA.

4.2.5.1. Ponderación de los criterios de evaluación.

Se definió la importancia de cada criterio evaluando su impacto en el diseño de la máquina, en la **Tabla 17** presenta la consideró la forma y manipulación del horno como de mayor importancia, seguido de la capacidad y a continuación el mantenimiento de la misma, y último, y su costo

Tabla 17. Matriz de ponderación para las características de Incinerador.

Criterio	Forma	Manipulación	Mantenimiento	Costo	$\Sigma + 1$	Ponderada
Forma		1	1	1	4	0.40
Tamaño	0		1	1	3	0.30
Mantenimiento	0	0		0.5	1.5	0.15
Costo	0	0	0,5		1.5	0.15
				Total	10	1

FUENTE: FERRIN ÉDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Obteniendo los resultados de la evaluación de cada criterio en la matriz de ponderación, se procede a evaluar la mejor alternativa en función a los criterios descritos.

4.2.5.2. Ponderación de las alternativas en función a su forma

Mediante el criterio de la forma del horno con respecto a los objetivos establecidos se considera la alternativa N°3 es la que permite mayor facilidad al momento de la construcción. La alternativa N°1 es del horno rotatorio, el funcionamiento es igual al del horno de aire controlado a diferencia. de que su geometría es de forma cilíndrica y horizontal.

La alternativa N°2 obtiene la menor medida de forma, debido que su estructura es cilíndrica y vertical.

Tabla 18. Evaluación del peso específico del criterio forma.

Alternativa N°3 > Alternativa N°1 > Alternativa N°2					
	Alternativa1	Alternativa2	alternativa3	$\Sigma + 1$	Ponderada
Alternativa1		0	0	1	0,17
Alternativa2	1		0	2	0,33
alternativa3	1	1		3	0,5
Suma				6	1

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.2.5.3. Ponderación de las alternativas en función a la manipulación

En referencia a la manipulación se consideró que la alternativa N°3 puede ofrecer una manipulación optima respecto al mismo, ya que el horno es fácil su traslado garantizando que las personas no haya mayor esfuerzo, seguido se tiene la alternativa N°2 la cual esta intermedia porque su manipulación es aceptable y a continuación la alternativa N°1 con menor grado de importancia.

Tabla 19. Evaluación del peso específico del criterio manipulación.

Alternativa N°3 > Alternativa N°1 > Alternativa N°2					
	Alternativa1	Alternativa2	alternativa3	$\Sigma + 1$	Ponderada
Alternativa1		1	0	0	0,33
Alternativa2	0		0	1	0,17
Alternativa3	1	1		3	0,5
Suma				6	1

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.2.5.4. Ponderación de las alternativas en función al mantenimiento.

Con el criterio de mantenimiento se consideró que la alternativa N°1 puede ofrecer un mantenimiento óptimo y mayor facilidad al realizarlo darle mantenimiento a las cámaras, quemadores, seguido se tiene la alternativa N° 3 la cual esta intermedia porque su mantenimiento es aceptable y a continuación la alternativa N° 1 con mayor dificultad al realizar el mantenimiento.

Tabla 20. Evaluación de mantenimiento.

Alternativa N°1 > Alternativa N°3 > Alternativa N°2					
	Alternativa1	Alternativa2	Alternativa3	$\Sigma + 1$	Ponderada
Alternativa1		1	1	3	0,50
Alternativa2	0		1	2	0,33
alternativa3	0	0		1	0.17
Suma				6	1

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.2.5.5. Ponderación de las alternativas en función al Costo.

En referencia al costo requerido para el horno se consideró que la alternativa N°1 es la que intervienen menor costo en la fabricación, debido a que no requiere materiales refractarios de geometría destina y aislantes térmicos específicos. En cuanto a la alternativa N° 2 tiene un costo intermedio debido a que el aire controlado de fácil instalación, y un motor permitiendo la rotación del cilindro. Mientras que la alternativa N° 3 posee el mayor costo, por considerar una estructura de mayor dimensión y sistemas masa complejos a la hora de la limpieza de gases contaminantes.

En la **Tabla 21** se puede observar la evaluación de alternativas en función del costo estimado de la máquina.

Tabla 21. Evaluación de costo.

Alternativa N°3 > Alternativa N°1 > Alternativa N°2					
	Alternativa1	Alternativa2	alternativa3	$\Sigma + 1$	Ponderada
Alternativa1		0	0	1	0,17
Alternativa2	1		1	3	0,5
alternativa3	1	0		2	0,33
			total	6	1

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

4.2.5.6. Conclusión del método de residuos ponderados.

Mediante la tabla 22 se realiza el análisis de residuos ponderados a cada una de las alternativas, se da por concluidos que la alternativa N°3 es una de las mejores opciones para realizar el diseño y los elemento para su construcción son dentro del país, facilitando así una incineración más efectiva.

Tabla 22. Evaluación de los residuos hospitalarios.

Forma>Tamaño>Capacidad>Mantenimiento=Costo							
	Forma	Tamaño	Capacidad	Mantenimiento	Costo	Σ	Ponderada
Alternativa1	0,06	0,09	0,03	0,03	0,02	0,23	3
Alternativa2	0,11	0,05	0,1	0,02	0,05	0,33	2
alternativa3	0,16	0,13	0,07	0,05	0,03	0,44	1

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.3. Diseño del prototipo del Horno Incinerador de desechos hospitalarios.

4.3.1. Diseño de la Cámara Primaria

Con los datos obtenidos para el diseño, la masa de los residuos a incinerar es de 57 Kg, como también el porcentaje conveniente a la fracción de humedad obtenida en la **tabla 13** con 2.62%, continuamente se obtiene 15.38 kg en agua de residuos.

Con el resultado de masa total de humedad, se procede a calcular la masa de residuos con la **EC.1**. Restando con la cantidad de agua presente, dando como resultado la masa de desechos secos

$$M_{seca} = 57 \text{ kg} - 15.41 \text{ kg}$$

$$M_{seca} = 41.59 \text{ kg}$$

Con las **EC.2** se identifica como masa volátil a los restos de desecho que es considerado incinerables, esta porción se transformará en gases residuales y con el vapor formado ingresaran hacia la segunda cámara en donde se ejecutará su combustión completa. Se representa como la masa seca menor a la masa de ceniza

$$M_{volatil} = 41.59 \text{ kg} - 2.063 \text{ kg}$$

$$M_{volatil} = 39.527 \text{ kg}$$

Como se demuestra en el párrafo anterior, al combustionar los gases se crean gases residuales, al instante se produce vapor producto de la reacción de los hidrógenos con el oxígeno dentro de la cámara, que se determina con la **EC. 3**.

$$Q_{liberado} = 10455.25 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \times 57 \text{ Kg} =$$

$$Q_{liberado} = 595949.25 \text{ Kjoule} = 595.94 \text{ Mjoule}$$

Donde:

$$Q_{liberado} = \text{Calor liberado por la combustion}$$

$P_{cal} = \text{Poder calorífico del residuo}$

$M_{res} = \text{Masa del Residuo}$

Se procede a calcular la masa del gas y de agua liberada por la combustión **EC. 4 EC. 5.**

$$M_{gas} = 0.1 \frac{kg}{MJ} \times 595.949 \text{ Mj}$$

$$M_{gas} = 59.5949 \text{ kg}$$

Donde:

$M_{gas} = \text{Masa gas liberado}$

$$f_{gas} = \text{Factor de emisiones de gas} = 0.1 \frac{kg}{MJ} [25]$$

$$M_{agua} = 0.2 \frac{kg}{MJ} \times 595.949 \text{ Mj}$$

$$M_{agua} = 119.1898 \text{ kg}$$

Donde:

$M_{agua} = \text{Masa gas liberado}$

$$f_{agua} = \text{Factor de emisiones de gas} = 0.2 \frac{kg}{MJ} [25]$$

Entonces, los productos de la combustión de los residuos corresponden a la suma de ambos fluidos. 178.7847 kg.

Por lo tanto, la masa de aire estequiometria se calcula con la **EC. 6:**

$$M_{ae} = 178.7847 - 39.527 \text{ kg}$$

$$M_{ae} = 139.2577 \text{ kg}$$

Donde:

$M_{ae} = \text{Masa de aire en la estequiometrica}$

$M_{prod.} = \text{Masa productos de combustion}$

Conociendo la altitud sobre nivel del mar se referencia la presión Atmosférica (100.9 kpa) y la humedad relativa (85%) para la ciudad de Quevedo. Luego la temperatura ambiente (24°C), utilizando las propiedades termodinámicas del agua, se deduce la presión del vapor saturado 3.169 kpa (Anexo 2) **EC. 7.**

$$P_{vapor} = 3.169 * 0.85$$

$$P_{vapor} = 2.686 \text{ kpa}$$

Donde:

$P_{vapor} = \text{Presion de Sat. del vapor}$

$\emptyset = \text{Humedad Relativa}$

De la ecuación **EC. 8.**

Presión de Aire Seco

$$P_{as} = 100.9 \text{ kpa} - 2.686 \text{ kpa}$$

$$P_{as} = 98.214 \text{ kpa}$$

Donde:

$P_{vapor} = \text{Presion de Sat. del vapor}$

De la ecuación **EC. 8.**

Humedad Absoluta

$$X = 0.622 \left(\frac{3.169 \text{ kp} * 0.85}{98.21 \text{ kp}} \right)$$

$$X = 0.02 \frac{\text{kg vapor agua}}{\text{kg aire seco}}$$

Para el cálculo de la formula anterior se manejó la ecuación de estado ideal del gas ideal, donde se describe el comportamiento de la mezcla.

Por último, se calcula la masa de aire seco que ingresa y masa de humedad contribuida por este aire será:

De la ecuación **EC. 10.**

Masa de Aire Ingresa

$$M_{aire.ing.} = M_{humedad.aire} + M_{aire.seco.}$$

De la ecuación **EC. 11** se obtiene.

$$M_{aire.seco} = \frac{M_{aire.ing.}}{X + 1}$$

$$M_{aire.seco} = \frac{M_{aire.ing.}}{X + 1}$$

$$M_{aire.seco} = \frac{86.18 \text{ kg}}{0.02 + 1} = 84.49 \text{ kg}$$

Mas humedad del aire

$$M_{humed.aire.} = 84.49 * 0.02$$

$$M_{humed.aire.} = 1.689 \text{ kg}$$

Remplazando en la masa de aire Ingresa

$$M_{aire.ing.} = 1.689 \text{ kg} + 84.49 \text{ kg}$$

$$M_{aire.ing.} = 86.17 \text{ kg}$$

A continuación, se muestra el volumen de control que se tomó en cuenta para el análisis del balance de masas para la primera cámara como lo demuestra la figura.

Tabla 23. Cuadro resumen de cálculos de masa para la cámara

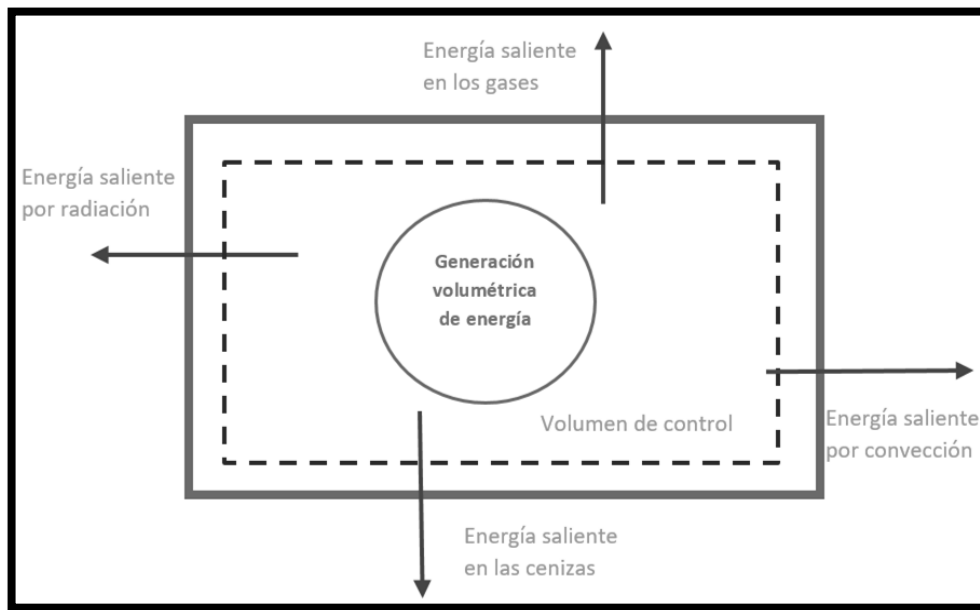
Datos	Valor	Unidad
Masa de Residuo húmedos	52	kg
Porcentaje Humedad	3.09	%
Masa de Humedad	15.41	kg
Masa Seca	15.38	kg
Porcentaje de cenizas	0.41	%
Masa de Cenizas	2.06	kg
Masa Volátil	39.527	kg
Poder Calorífico del Residuo	10475.57	kJ/kg
Energía Liberada en la combustión	0.595	GJ
Factor de Emisión de Gas Seco	0.10	Kg/MJ
Factor de Emisión de Agua en la combustión	0.20	Kg/MJ
Gas seco emitido	59.59	kg
Agua generada en la combustión	119.18	kg
Productos de la combustión	178.78	kg
Masa de aire estequiometrico	139.25	kg
Fracción de aire	60.00	%
Masa de aire Subestequiometrico	86.18	kg
Masa de aire seco ingresante por aire suplementario	84.49	kg
Masa de agua ingresante por el aire suplementario	1.689	kg

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS JAVIER.

4.3.1.1. Balance de Energía

En el cálculo de energía en la primera cámara se considera, de los tres mecanismos de fundamentales de transferencia de calor, a la radiación. Así se analizará la energía que intercede en el volumen de control.

Grafico 18. Flujo de Energía en el volumen de control.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Se define como calor a la energía que cruza el sistema a causa de una diferencia de temperatura. El calor liberado por el combustible y los residuos, será absorbida por la ceniza y los gases de combustión, como también en el exterior existirá flujo de calor donde es extendida por los tres mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección, radiación. Para estos cálculos se considera utilizar el flujo de calor por radiación, no obstante, para los cálculos de los materiales refractarios y de aislamiento se realizará el mediante los tres mecanismos.

4.3.1.2. Flujo de calor que atraviesa

El balance de masa se refiere a la primera ley de la termodinámica en cual establece que, en un proceso, (físico o químico), la energía no se crea ni se destruye”. [27]. Aplicando esta ley y considerando invalidado el trabajo sobre el sistema.

$$\dot{q}_{v.c.} = \sum \dot{m}_s * h_s - \sum \dot{m}_{in} * h_{in}$$

Donde:

$\dot{q}_{v.c.}$ = Flujo de calor que cruza el volumen de control.

\dot{m}_s = Masa de elementos que salen del volumen de control.

$h_s =$ Entalpia de elementos que salen del volumen de control.

$\dot{m}_{in} =$ Masas de elementos que ingresan al volumen de control.

$h_{in} =$ Entalpia de los elementos que ingresan al volumen de control.

Por lo tanto, se debe calcularla la radiación, energía en las cenizas y el calor absorbido por el agua, posteriormente se utiliza la primera ley para encontrar la cantidad de calor que se va en los de residuos a la segunda cámara **EC. 14**.

$$Q_{cenz.} = 302 \frac{kJ}{kg} * 2.06 kg$$

$$Q_{cenz.} = 623.20 kJ$$

Donde:

$$P_{cal.cenz}: Poder calorifico de ceniza = 302 \frac{kJ}{kg} [28]$$

En la tabla se observan los porcentajes de pérdidas de radiación, para ello se considera el tiempo de que dura el quemado es de 1 hora.

De la ecuación **EC. 15** se obtiene.

$$\dot{q}_{resid.} = \frac{595949.25 kJ}{3.600 seg}$$

$$\dot{q}_{resid.} = 165.54 kw$$

Donde

$Q_{lib.} =$ Calor generado tas la combustion

$t_{op.} =$ tiempo de operacion = 1 hora

Tabla 24. Aproximaciones de pérdidas por radiación

% De Pérdidas Por Radiación	KW liberador por el residuo
3	2930.71
2.75	4396.07
2.5	5861.42
2	7326.78
1.75	8792.13
1.5	10257.49

AUTOR: BRUNNER

FUENTE: HANDBOOK OF INCINERATION SYSTEM.

Para el flujo de energía generada durante 1 hora de quemado dado por el residuo pertenece al 3%.

De la ecuación **EC. 16** se obtiene.

$$Q_{rad.} = (3\%) * 0.595 GJ$$

$$Q_{rad.} = 0.01785 GJ \approx 17.85 MJ$$

- **Energía almacenada en el agua**

Ante todo, se debe identificar la cantidad de masa de agua total a entrar. El vapor saliente a la segunda cámara corresponde a la sumatoria de los vapores descendiente de distintas fuentes: aire suplementario (119.18 kg) , humedad de residuos (15.41 kg), humedad generada por la combustión del residuo (1.689). El sumatorio total de estos valores son de 136.279 kg.

De la ecuación **EC. 17** se obtiene.

$$Q_{cal.agua} = 1.689 kg \times 2454 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{cal.agua} = 41.47 MJ$$

Donde:

$Q_{cal.agua} = \text{Energía utilizada para calentar la humedad del aire}$

$h_{vap.} = \text{Entalpia de vaporización} - \text{agua } 20\text{ }^{\circ}\text{C} = (24.54 \frac{kJ}{kg})$

4.3.2. Parámetros de diseño

En base a las exigencias y funcionabilidad del horno, implantados por el proceso de incineración de desechos y de las especificaciones técnicas necesarias para proveer ventajas de calidad, operatividad y seguridad requeridas para este tipo de horno cumpla con los siguientes parámetros de diseño

4.3.3. Tipo de Horno

De los diferentes tipos de hornos que se utilizan en el proceso de incineración se selecciona un horno refractario rectangular de doble cámara, debido que a comparación con otros este, genera varias ventajas como: menor costoso de fabricación, menor contaminación, factibilidad, facilidad de acceso a la cámara de carga y descarga

4.3.4. Temperatura ambiente

Dado a que la funcionabilidad normal del horno no va a estar en la intemperie, sino en ambiente cerrado y teniendo referencia a la ubicación geográfica donde se instalara el horno, se considera en la ciudad de Quevedo una temperatura promedio del aire en el exterior del horno $T_{\infty} = 27^{\circ}\text{C}$ ($300\text{ }^{\circ}\text{K}$).

4.3.5. Temperatura en el interior del Horno

Las incineraciones de desechos implican elevadas temperaturas en el interior del horno, por esta razón en base con las exigencias de temperaturas en los procesos de incineración, se establece que la máxima temperatura requerida en para el interior del horno es $T_{\infty} = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1373\text{ }^{\circ}\text{K}$). [10]

4.3.6. Tiempo de Incineración

Considerando el proceso que se van a llevar a cabo para la obtención final de los desechos hospitalarios y en función del tiempo necesario para lograr la temperatura máxima en el interior de las cámaras que presentan distintos equipos semejantes, se establece un tiempo $t_c = 40 \text{ minutos}$.

4.3.7. Dimensionamiento de caja incineradora del horno.

El factor principal de establecer el dimensionamiento de la cámara interna es la carga para la cual se va a operar. Así mismo con el propósito de facilitar el proceso de construcción, se consideró el tamaño de los ladrillos refractario estándar y de establecieron las dimensiones para evitar los cortes de los ladrillos.

4.3.8. Dimensionamiento térmico del Horno

Para examinar el comportamiento térmico de los materiales a utilizar en su fabricación, bajo en condiciones extremas de funcionamiento, se realizaron distintos cálculos, hasta lograr un óptimo diseño. Para la ejecución de los cálculos se asume las siguientes condiciones.

- Régimen Estacionario.
- Transferencia de calor por radiación al interior del horno.
- Temperatura ambiente de 27 °C.

De la ecuación **EC. 18** se obtiene.

Potencia necesaria para incinerar los residuos

$$V_{c.in.} = (0.76 * 0.63 * 0.55) m^3$$

$$V_{c.in.} = 0.26 m^3$$

De la ecuación **EC. 19** se obtiene.

$$V_{des.} = 0.6 * 0.26 m^3$$

$$V_{des.} = 0.156 m^3$$

De la ecuación **EC. 20** se obtiene

$$m_d = 358 \frac{kg}{m^3} * 0.156 m^3$$

$$m_d = 35.848 kg$$

De la ecuación **EC. 21** se obtiene.

$$Q_c = 55.85 kg * 1300 \frac{J}{kg \text{ } ^\circ C} * (1100 - 23) \text{ } ^\circ C$$

$$Q_c = 78.2 \times 10^6 J = 78.2 MJ$$

De la ecuación **EC. 22** se obtiene.

$$P_{cal} = \frac{78.2 MJ}{3600 sg}$$

$$P_{cal} = \frac{78.2 \times 10^6 J}{3600 sg}$$

$$P_{cal} = 21720.9 Watt \approx 21.72 kW$$

De la ecuación **EC. 23** se obtiene.

$$T_{fo} = \frac{1}{2} (48^\circ C + 20^\circ C)$$

$$T_{fo} = 34 \text{ } ^\circ C \approx 307.75 \text{ } ^\circ K$$

De la ecuación **EC. 24** se obtiene.

$$\beta_o = \frac{1}{307.15 \text{ } ^\circ K}$$

De la ecuación **EC. 25** se obtiene el número de Grashof.

$$Gr_{L-ov} = \frac{9.81 \frac{m}{s^2} * \frac{1}{307.15 \text{ } ^\circ K} * 60 K * 0.73^3 m^3}{(1.798 \times 10^{-5}) \frac{m^4}{s^2}}$$

$$Gr_{L-ov} = 41224.79$$

Donde:

$$L_{c-ov} = \text{Altura de la Pared Vertical Exterior} = 760 \text{ mm}$$

De la ecuación **EC. 26** se obtiene el número de Reyleigh

$$Ra_{L-ov} = 41224.79 * 0.7228$$

$$Ra_{L-ov} = 29797.27$$

De la ecuación **EC. 27** se obtiene el numero promedio de Nusselt para la convección natural.

$$Nu_{ov} = \left\{ 0.825 + \frac{0.387 * Ra_{L-ov}^{1/16} * 0.00}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{0.7228} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

$$Nu_{ov} = 3.27$$

Para el cálculo de coeficiente de calor por convección de la **EC. 28** se obtiene.

$$h_{\infty o-v} = \frac{0.02735 \frac{W}{m * ^\circ C} * 3.277}{0.076 m}$$

$$h_{\infty o-v} = 1.18 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Donde:

$k_o = \text{conducitivdad termica del aire en exterior del Horno } \frac{w}{m \cdot ^\circ C}$

$L_v = \text{Alto de la pared vertical} = 760 \text{ mm}$

Calculo coeficiente de transferencia de calor por convección hacia las paredes horizontales (exteriores) del horno

De igual forma que las paredes verticales exteriores, la diferencia de temperatura entre el sólido y el fluido en el exterior (ΔT_{H-0})

$$\Delta T_{H-0} = 48^\circ C \approx 321^\circ K$$

Luego, la temperatura de la película en la capa límite para el exterior del horno (T_{fo}), es representada por:

$$T_{fo} = 34^\circ C = 307.15^\circ K$$

De la ecuación **EC. 25** se obtiene el número de Grashof.

$$Gr_{L-oh} = \frac{9.81 \frac{m}{s^2} * \frac{1}{307.15^\circ K} * 60^\circ K * (0.073)^3 m^3}{(1.798 \times 10^{-5})^2 \frac{m^4}{s^2}}$$

$$Gr_{L-oh} = 2.30 \times 10^6$$

Donde:

$L_{c-h} = \text{Longitud de la pared Horizontal, m dada por la EC. 36}$

$$L_{c-h} = \frac{(0.472 * 0.452)m^2}{(2 * 0.076 + 2 * 0.073)m}$$

$$L_{c-h} = 0.019 \text{ m}$$

Donde:

$A_s = \text{Area Superficial de Transferenci C.: } m^2$

$p = \text{Perimetro de superficie, transferencia de calor, m}$

Calculo para el numero de Reyleigh en las paredes horizontales (exterior) **EC.23.**

$$Ra_{L-ov} = 2.30 \times 10^6 * 0.7228$$

$$Ra_{L-ov} = 1.6 \times 10^6$$

De la ecuación **EC. 31** se obtiene el numero promedio de Nusselt para la convección natural.

$$Nu_{oh} = 0.27 * 6.278 \times 10^{6^{1/4}}$$

$$Nu_{oh} = 13.51$$

De la ecuación **EC. 29** se obtiene coeficiente de calor por convección.

$$h_{\infty o-h} = \frac{0.02735 \frac{W}{m^{\circ}C} * 9.6}{0.019m}$$

$$h_{\infty o-h} = 13.81 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

4.3.9. Coeficiente de transferencia de calor por convección en las paredes verticales interiores del horno

De la ecuación **EC. 32** se obtiene la variación de temperatura.

$$T_1 = 1100^{\circ}C - 700^{\circ}C$$

$$T_1 = 400^{\circ}C \rightarrow 673^{\circ}K$$

Donde:

$$T_1 = \text{Temperatra de la pared interior } H.$$

$$T_{\infty i} = \text{Temperatura Maxima Requerida en el interior} = 1100^{\circ}C$$

De la ecuación **EC. 23** se obtiene.

$$T_{fi} = \frac{1}{2} * (1100 + 400)^{\circ}C$$

$$T_{fi} = 750^{\circ}C \rightarrow 1023^{\circ}K$$

Se obtiene las propiedades del aire en el interior del horno

$$V_i = 1.4478 * 10^{-4} m^2/s$$

$$Pr_i = 0.7183$$

De la ecuación **EC. 33** se obtiene coeficiente de expansión volumétrica.

$$\beta_i = \frac{1}{1023^\circ K}$$

De la ecuación **EC. 25** se obtiene el número de Grashof.

$$Gr_{L-ih} = \frac{9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1}{1023^\circ K} * 673^\circ K * 0.019^3 m^3}{(1.4478 * 10^{-4})^2 \frac{m^4}{s^2}}$$

$$Gr_{L-ih} = 2.16 * 10^6$$

De la ecuación **EC. 26** se obtiene el número Reyleigh.

$$Ra_{l-iv} = 2.16 * 10^6 * 0.7183$$

$$Ra_{l-ih} = 1.5 * 10^6$$

De la ecuación **EC. 34** se obtiene el número promedio de Nusselt para la convección natural.

$$Nu_{iv} = \left\{ 0.825 + \frac{0.387 * (1.5 * 10^6)}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{0.7183} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

$$Nu_{iv} = 18.48$$

De la ecuación **EC. 27** se obtiene el número el coeficiente de transferencia de calor por convección.

$$h_{\infty i-v} = \frac{0.07294 \frac{W}{m^\circ C} * 18.48}{0.076 m}$$

$$h_{\infty i-v} = 19.28 \frac{W}{m^\circ C}$$

4.3.10. Coeficiente de transferencia de calor por convección en las paredes horizontales interiores del horno

De la ecuación **EC. 25** se obtiene El número de Grashof para las paredes horizontales del horno.

$$Gr_{L-ih} = \frac{9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1}{1023 \text{ } ^\circ K} * 673 \text{ } ^\circ K * 0.019^3 m^3}{(1.4478 * 10^{-4})^2 \frac{m^4}{s^2}}$$

$$Gr_{L-ih} = 2.1 * 10^3$$

De la ecuación **EC. 26** se obtiene El número de Rayleigh en las paredes horizontales (interior).

$$Ra_{l-ih} = 2.1 * 10^3 * 0.7183$$

$$Ra_{l-ih} = 1508.43$$

De la ecuación **EC. 31** se obtiene Número de Nusselt.

$$Nu_{ih} = 0.27 * (1508.43)^{1/4}$$

$$Nu_{ih} = 1.68$$

De la ecuación **EC. 35** se obtiene El coeficiente de transferencia de calor por convección.

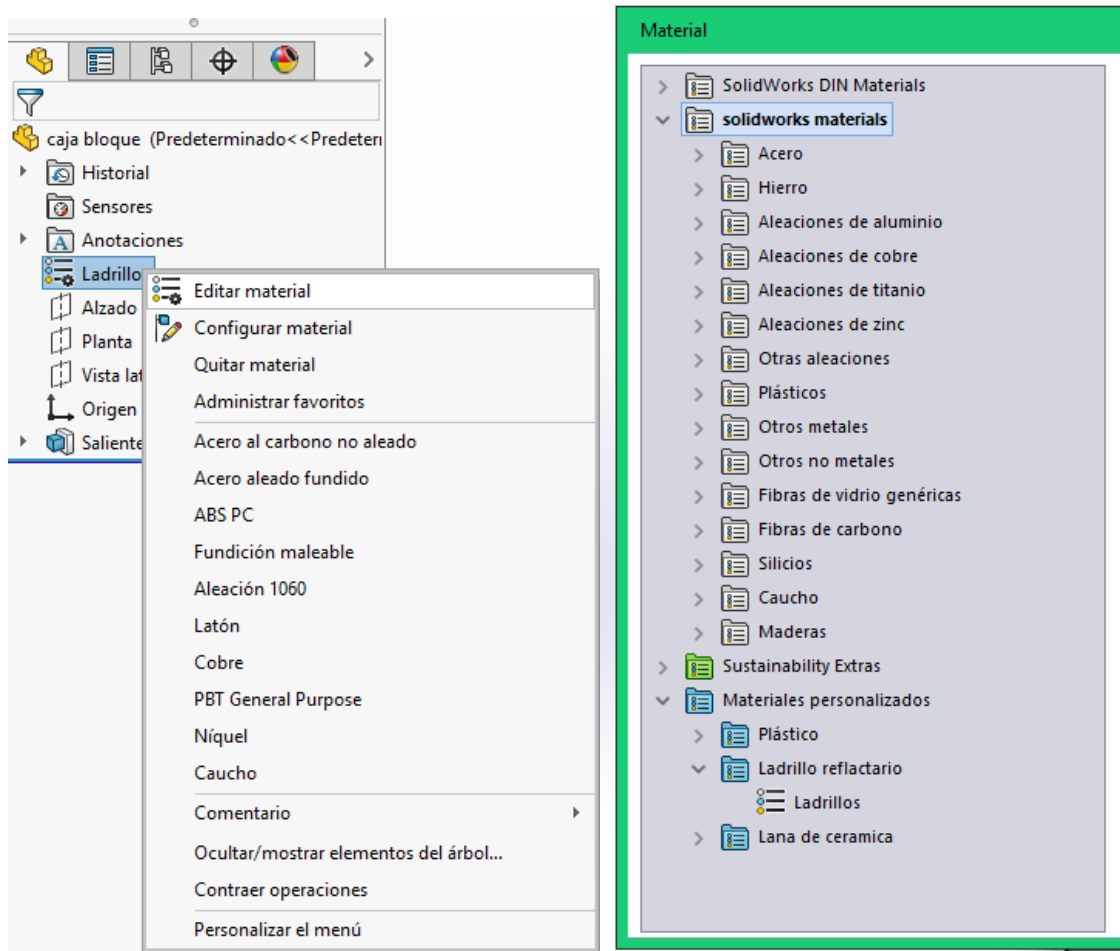
$$h_{\infty i-h} = \frac{0.072094 \frac{W}{m \text{ } ^\circ C} * 1.68}{0.019m}$$

$$h_{\infty i-h} = 6.45 \frac{W}{m \text{ } ^\circ C}$$

4.3.11. Análisis térmico del horno

Inicialmente, se asigna el material a cada uno de los componentes, el programa CAD cuenta con una biblioteca de materiales, ver **Gráfico 19**. Si no se encuentra algún material en la biblioteca, se establecerá de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Gráfico 19. Asignación de material a cada componente.

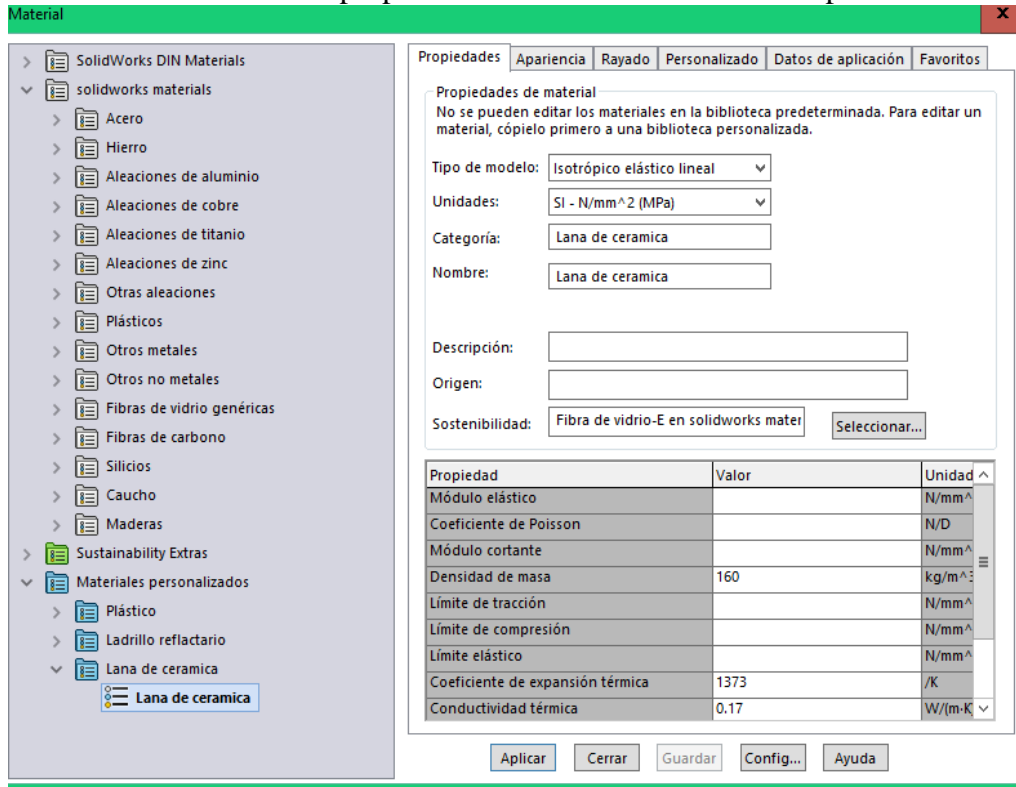


ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

La simulación del análisis térmico requiere las propiedades térmicas como: conductividad térmica, calor específico, además de ser importante la densidad.

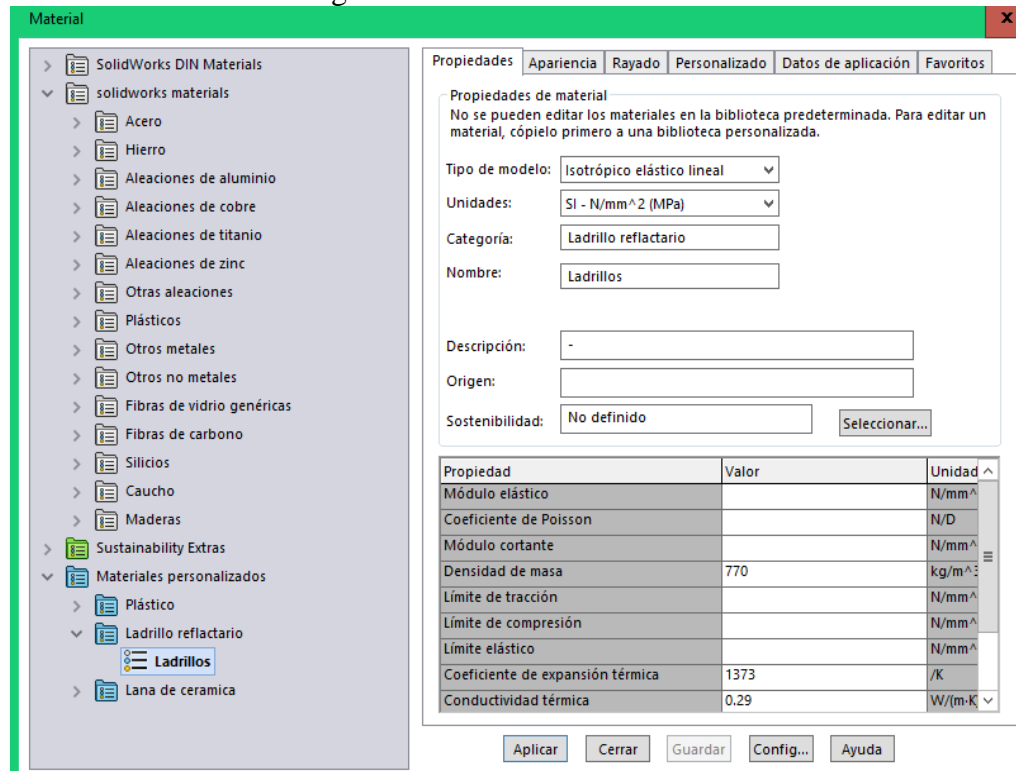
Estipulada la conductividad térmica de cada componente, como se observa en los gráficos 20 - 21 para lana cerámica y ladrillo refractario, respectivamente.

Grafico 20. Inserción de propiedades térmicas a los materiales personalizados.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 21. Asignación de conductividad térmica del ladrillo



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Además, agregando el tipo de material en acero galvanizado que corresponde a la carcasa del horno; ver gráfico 22.

Gráfico 22. Asignación de material a la carcasa.

The screenshot shows a software interface for material assignment. On the left, a tree view lists various materials, with 'Acero galvanizado' selected and highlighted in blue. On the right, a table displays the material's properties. Below the table, there are buttons for 'Aplicar', 'Cerrar', 'Guardar', 'Config...', and 'Ayuda'. At the top right, there is a field for 'Sostenibilidad' with the value 'Definido'.

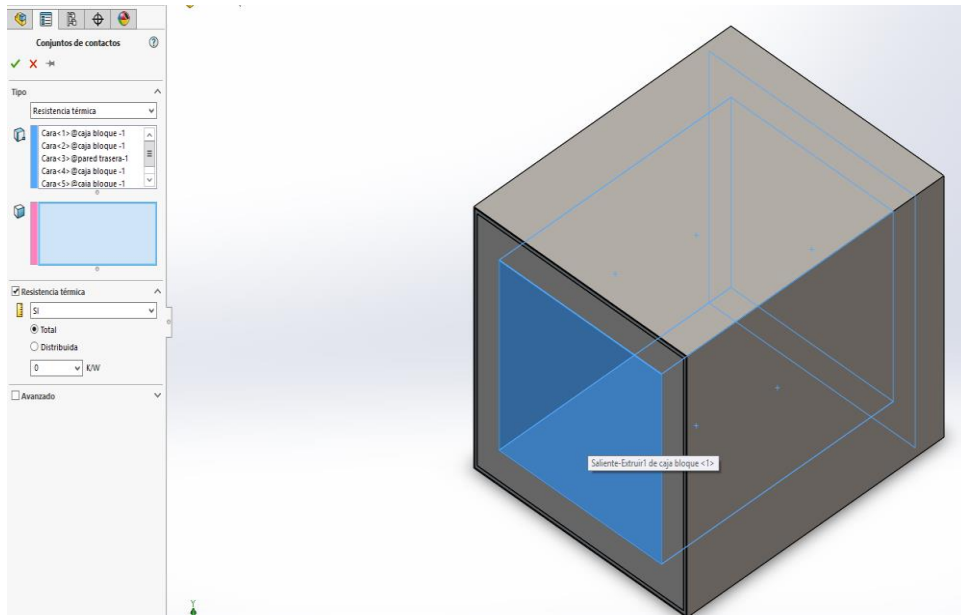
Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante en XY		N/m ²
Densidad	7870	kg/m ³
Límite de tracción	356900674.5	N/m ²
Límite de compresión en X		N/m ²
Límite elástico	203943242.6	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica en X		/K
Conductividad térmica en X		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Se introduce las condiciones de contorno tales como, convención, conductividad, temperaturas inicial y final.

En la parte exterior del horno se produce transferencia de calor formada por el ambiente y la pared del horno. El interior del horno cuenta con dos cámaras de temperaturas: la primera de 800°C y la segunda de 1100°C. Para realizar la transferencia se elige la temperatura más elevada (1100°C), la misma que consigna un coeficiente de convención igual a $60 \text{ W/m}^2\text{K}$; ver figura 24.

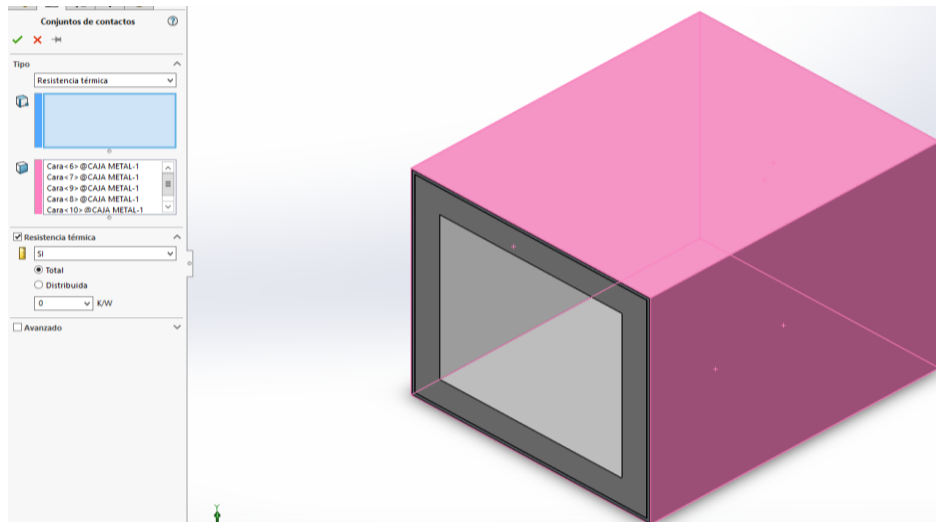
Grafico 23. Selección de las caras internas para la conducción.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

En el entorno externo la temperatura ambiente es de 27°C y un coeficiente convectivo de $26 \text{ W/m}^2\text{K}$. A continuación, seleccionando las caras de las paredes exteriores para asignar el valor numérico de la convección.

Grafico 24. Selección de las caras externas para la conducción.

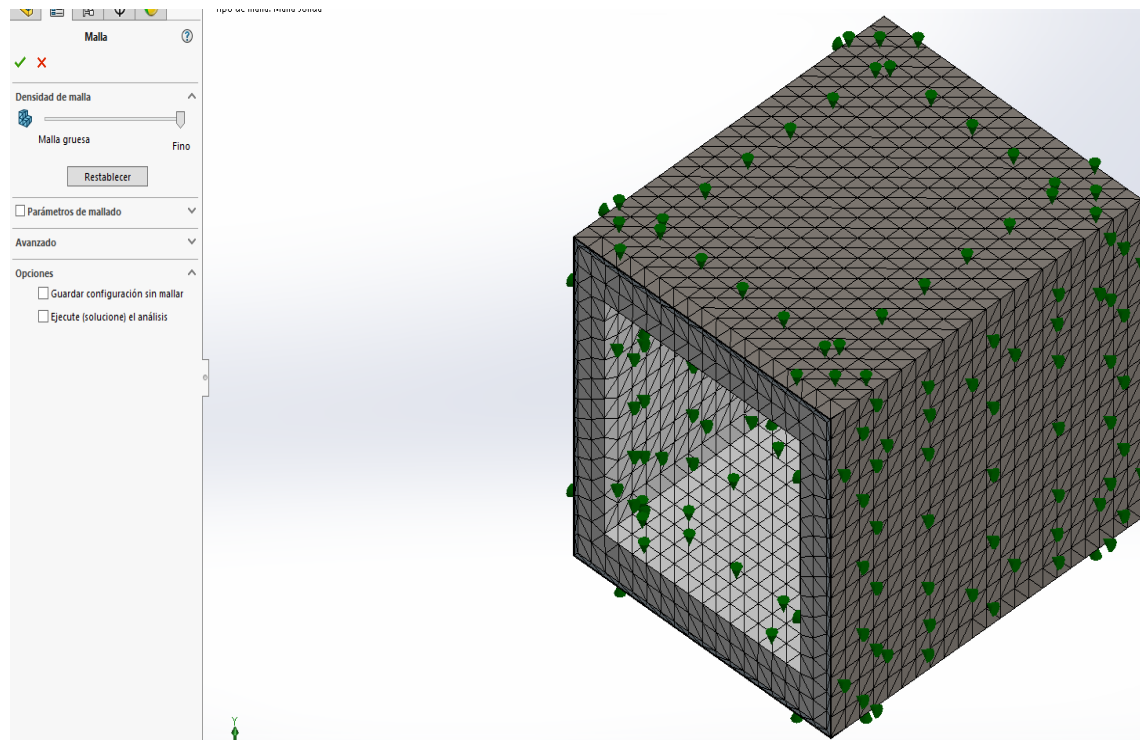


ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

El análisis por el método de elementos finitos (MEF), está constituido por una malla de segmentos pequeños que conforman la geometría del horno, el mallado es parte fundamental para analizar cada fragmento y obtener los resultados de la simulación. La variación en los

resultados dependerá como se manipule el mallado, el mismo lo podemos ajustar de acuerdo a la geometría de los componentes para obtener resultados precisos.

Grafico 25. Mallado del horno.

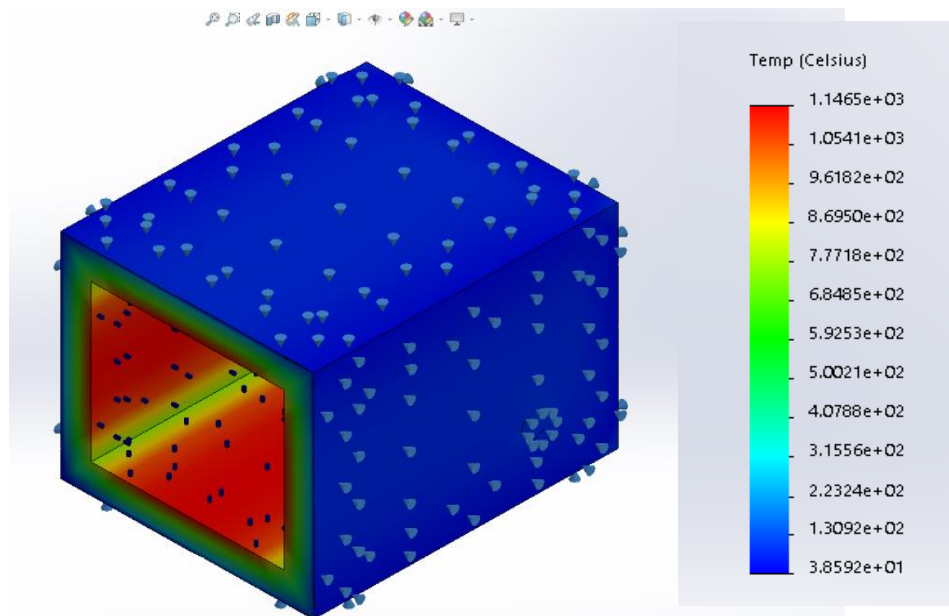


ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.3.11.1. Resultado del análisis térmico.

Los resultados de la simulación se muestran en los gráficos 26 y 27; se observa un perfil de diferentes temperaturas que se transmiten desde el interior hasta el exterior del horno. El objetivo principal es reducir la transferencia de calor hacia el exterior, manteniendo la temperatura interna del horno y evitando temperaturas elevadas en la carcasa. En el gráfico 26 se muestra que la temperatura de las caras exteriores es de 48.85 °C, que es baja teniendo en cuenta que la temperatura ambiente es de 27°C.

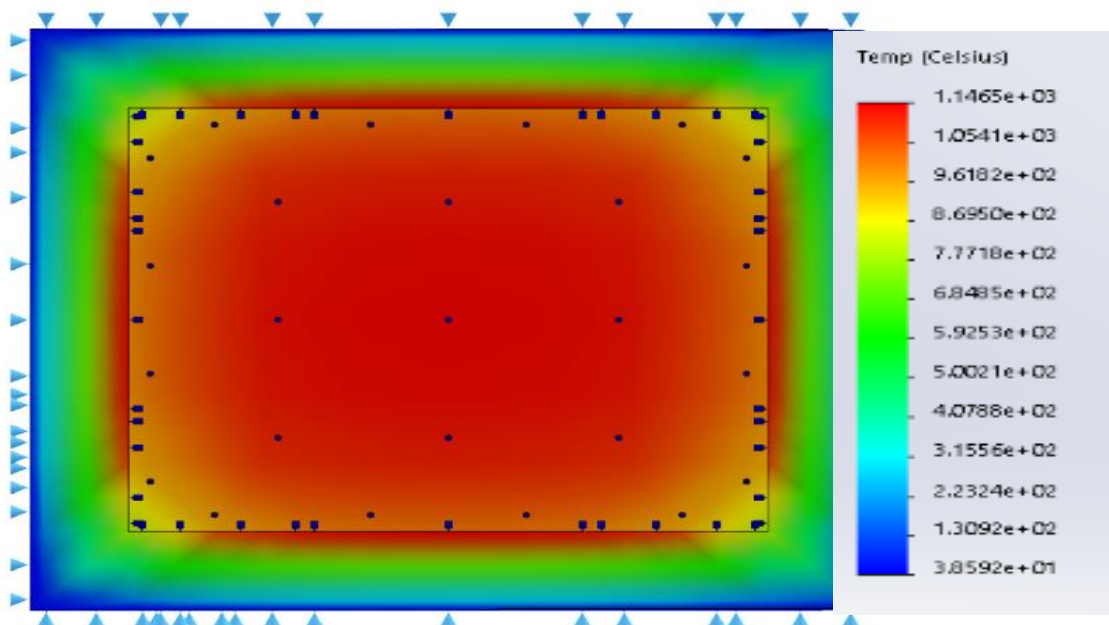
Grafico 26. Resultados de la simulación.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

El gráfico 27 del horno, muestra como es la distribución de la temperatura desde su cámara interna que alcanza temperaturas de 1100°C, pasando por la resistencia térmica de los ladrillos con temperaturas de 1100°C a 281°C, luego por la lana cerámica que disminuye la temperatura a 80°C, hasta el exterior de la carcasa que se reduce a 48°C.

Grafico 27. Distribución de la temperatura.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

3.3.12. Diseño de la estructura metálica

Para el diseño de la estructura se seleccionará el perfil estructural tubo cuadrado con las siguientes dimensiones: 50x50x2 como de referencia en el **Anexo 4**. En el siguiente paso se realiza el análisis estructural por medio del software SolidWorks, para ello de detallan el peso total que soportara la estructura.

Tabla 25 Peso Absoluto que resistirá la estructura a compresión

	(Kg)	(N)
Peso del ladrillo refractario	249.47	941,8
Peso del plancha de acero	46.74	458.5
Peso de la lana de roca	13	127,5
Peso de puerta	0,52	5,1
Peso de la quemadores	1,24	12,16
Peso del ventilador	6,14	60,23
Peso de cañerías de glp	4,26	41,8
Peso de cañería de aire	11,5	112,82
Peso total	194,16	1904,7

Elaborado por: Ferrin Edison, Macas Cristhian (2019)

El peso de cada material se obtuvo con la ayuda del software SolidWorks. El peso de algunos elementos tales como pernos, bisagras serán considerados como despreciables, por lo que no tendrán efecto en base de la estructura, por ello no se muestran en la **Tabla 25**.

El material seleccionado es el tubo estructura Acero ASTM A36, para el valor de esbeltez se tiene que la máxima admisible es una barra o elemento sometida a compresión debe ser igual a $\lambda \leq 200$.

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

Donde las variables son : "L" longitud de la columna, "K" factor de longitud efectiva y "r" es el radio de giro respectivamente.

Para hallar el radio de giro se lo realiza mediante la **EC.37**, para ello el área trasversal y el momento de inercia del perfil se lo adquiere en el **Anexo 4**. Reemplazando valores logramos el siguiente resultado.

$$r = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

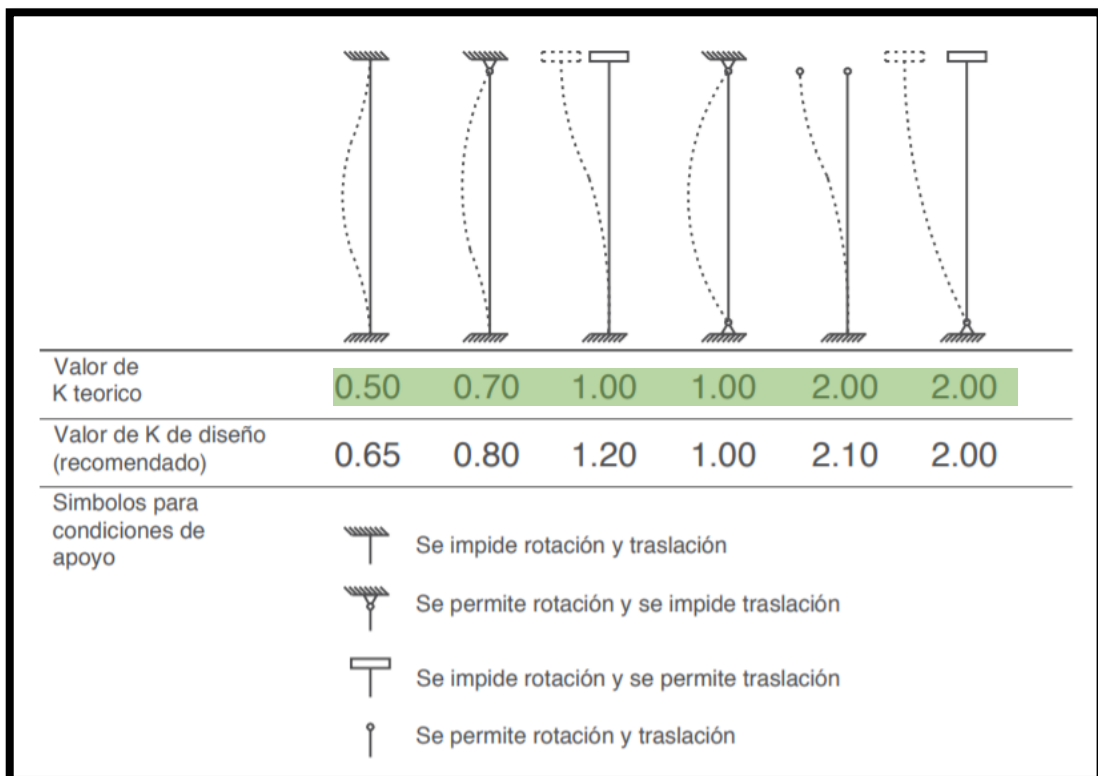
EC. 37

$$r = \sqrt{\frac{21.20 \text{ cm}^4}{5.61 \text{ cm}^2}}$$

$$r = 1.943 \text{ cm} = 19.43 \text{ mm}$$

EL factor K o también conocido como longitud efectiva es función de los apoyos extremos de la columna. En el siguiente grafico se muestra múltiples combinaciones con sus valores correspondientes de K.

Grafico 28 Factores para la longitud efectiva K



AUTOR: JACK MCCORMAC, STEPHEN CSERNAK
FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Si la estructura va a tener su base limitada para impedir rotación y traslación, por lo que será empernada, mientras que el extremo superior se encontrará libre para autorizar la rotación y traslación. Se determina que el factor **K** mediante el **Grafico 28**. La longitud de la columna es de 1000 mm, por lo consiguiente, el coeficiente de esbeltez será:

$$\lambda = \frac{KL}{r} \quad \text{EC. 38}$$

$$\lambda = \frac{2 * 1000mm}{19.43 mm}$$

$$\lambda = 102.9$$

Se cumple la condición del límite de esbeltez para la columna debido a que $102.9 \leq 200$.

Para la resistencia a la compresión de debe cumplir el siguiente criterio de diseño:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1 \quad \text{EC. 39}$$

Donde P_r es la resistencia a compresión a soportar y P_c es la resistencia de diseño a compresión, y se obtiene con la siguiente ecuación.

$$P_c = \Phi x P_n \quad \text{EC. 40}$$

Grafico 29 Factor de Resistencia

Factor de resistencia	Estado límite
Φ	
0,90	Flujo plástico en la sección total.
0,75	Fractura (fractura en la sección neta, ruptura por cortante y tensión, fractura de tornillos, fracturas de soldaduras, etc.).
0,85	Pandeo de columnas aisladas.
0,90	Flexión y cortante (vigas).
0,90	Miembros sujetos a compresión axial y flexión (miembros flexo comprimidos o columnas).

AUTOR: JACK MCCORMAC, STEPHEN CSERNAK
FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Mediante la **EC.40**, el factor de resistencia a la compresión es $\Phi = 0.9$ conseguido por la tabla (de arriba).

Para la resistencia nominal a compresión P_n se designa por:

$$P_n = F_{cr} * A \quad \text{EC. 41}$$

Donde F_{cr} es el pandeo en miembros elásticos y se lo realiza mediante la ecuación, por otro lado la tensión elástica de pandeo F_e se la emplea mediante la ecuación de Euler expuesta a continuación. Teniendo como material el acero ASTM A-36 donde en el **Anexo 5** muestra sus especificaciones, dando el siguiente resultado:

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad \text{EC. 42}$$

4.4. Construcción y pruebas de funcionamiento del Horno

La construcción es el ensamble de todos los elementos y componentes que intervienen en el diseño. Los materiales y elementos están diseñados y seleccionados previamente, el horno incinerador está compuesta por los sistemas que se describen en el capítulo de diseño.


Para la construcción del horno se manejaron distintas herramientas, materiales, equipos e insumos, así como también equipo de protección personal que se puntualizaran a continuación:

Tabla 26. Materiales para la construcción.

Cantidad	Material	Dimensiones	Unidades
1	Plancha de Acero Laminado en frío	240*120	m
1	Rollo de Lana de cerámica	2.5x0.70	
2	Tubo de acero cuadrado	6	m
2	Disco de corte	2	
2	Angulo	6	m
2	Quemadores	2	
80	Ladrillo Refractario AL-38	228.6*114.3*63.5	mm
1	Mortero refractario		

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Tabla 27. Lista de equipos utilizados para la construcción

Equipo	Características
<p>Esmeril</p> 	<p>Voltaje: 110v RPM: 1720 HP:1 Amperaje: 8 A</p>

<p style="text-align: center;">Soldadora MIG</p> 	<p>Marca:</p> <p>Voltaje: 220</p> <p>Frecuencia: 60 Hz</p> <p>Tipo de Corriente: DC</p> <p>Potencia Absorbida</p> <p>Factor de Servicio: 120 A – 100%</p>
<p style="text-align: center;">Cortadora de Plasma</p> 	<p>Marca: Tsolda</p> <p>Voltaje: 220</p> <p>Amperaje: 60</p> <p>Espesor de corte: 25mm</p> <p>Ciclo de trabajo: 60 A – 60%</p>
<p style="text-align: center;">Taladro Manual</p> 	<p>Marca: Stanley</p> <p>Voltaje: 120 V</p> <p>RPM: 29000</p> <p>Frecuencia: 60 Hz</p>
<p style="text-align: center;">Sierra Circular</p> 	<p>Voltaje: 110 V</p> <p>Potencia: 1200 W</p> <p>Velocidad: 4500 r/min</p> <p>Diámetro de la sierra: 180mm</p> <p>Peso del producto: 3,5 kg</p> <p>Profundidad de corte máxima: 65mm</p>

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Tabla 28. Instrumentos Utilizados

Nº	Instrumento	Característica
1	Flexómetro	5m
2	Nivel	Imantado
3	Calibrador	Apreciación 0.03mm
4	Compas de Puntas	Radio 1m
1	Lápiz Albañil	
1	Guantes	Lana
1	Gafas de protección	
1	Arco de Sierra	

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

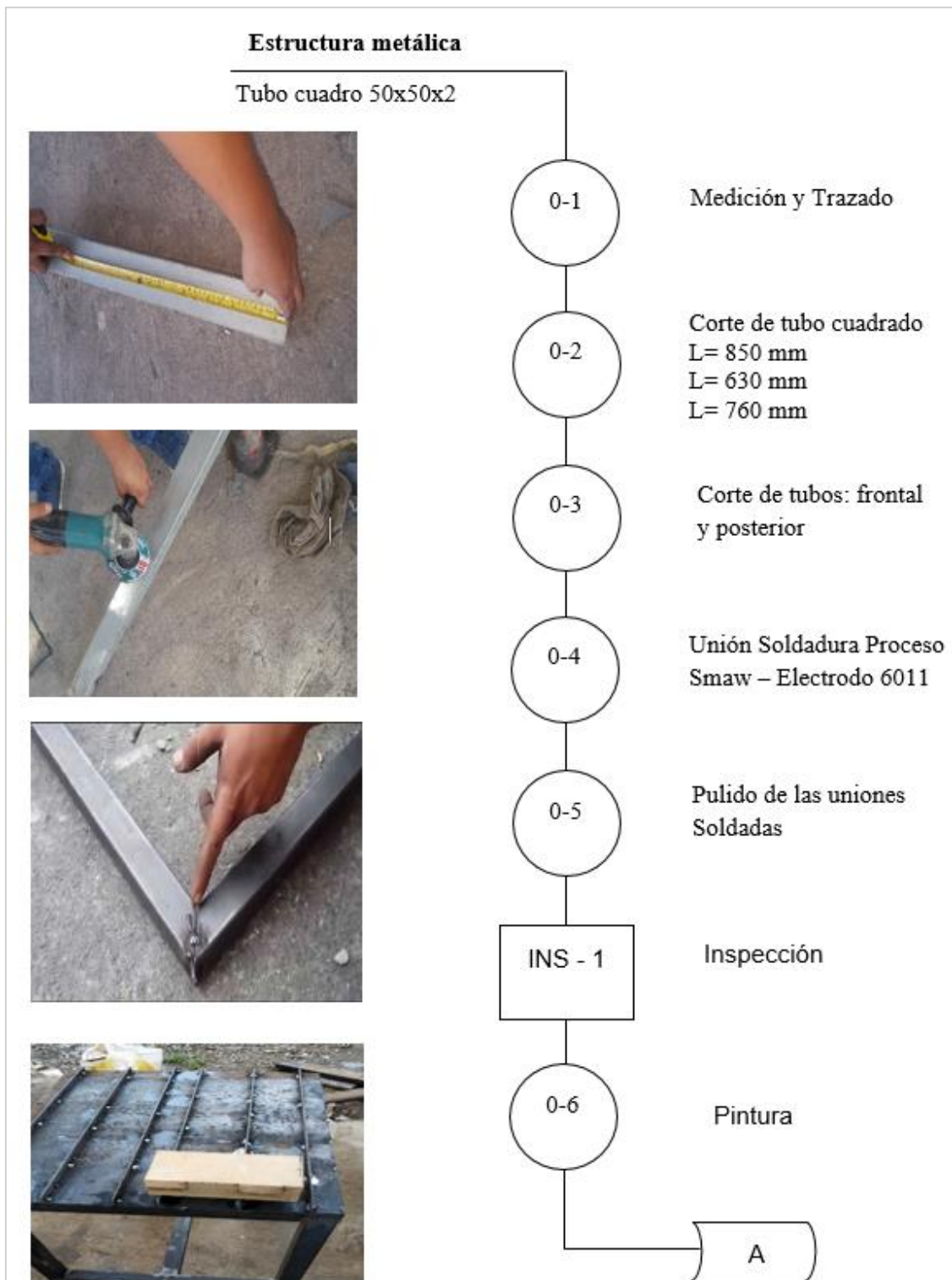
Tabla 29. Herramientas Utilizadas

Nº	Instrumento	Característica
1	Sierra de Arco	Hoja Bi-metal 300mm
2	Bailejo	180 mm
3	Granete	Para acero
4	Tijeras	De tol
1	Martillo	
1	Alicate	
1	Destornillador	Plano-Estrella

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

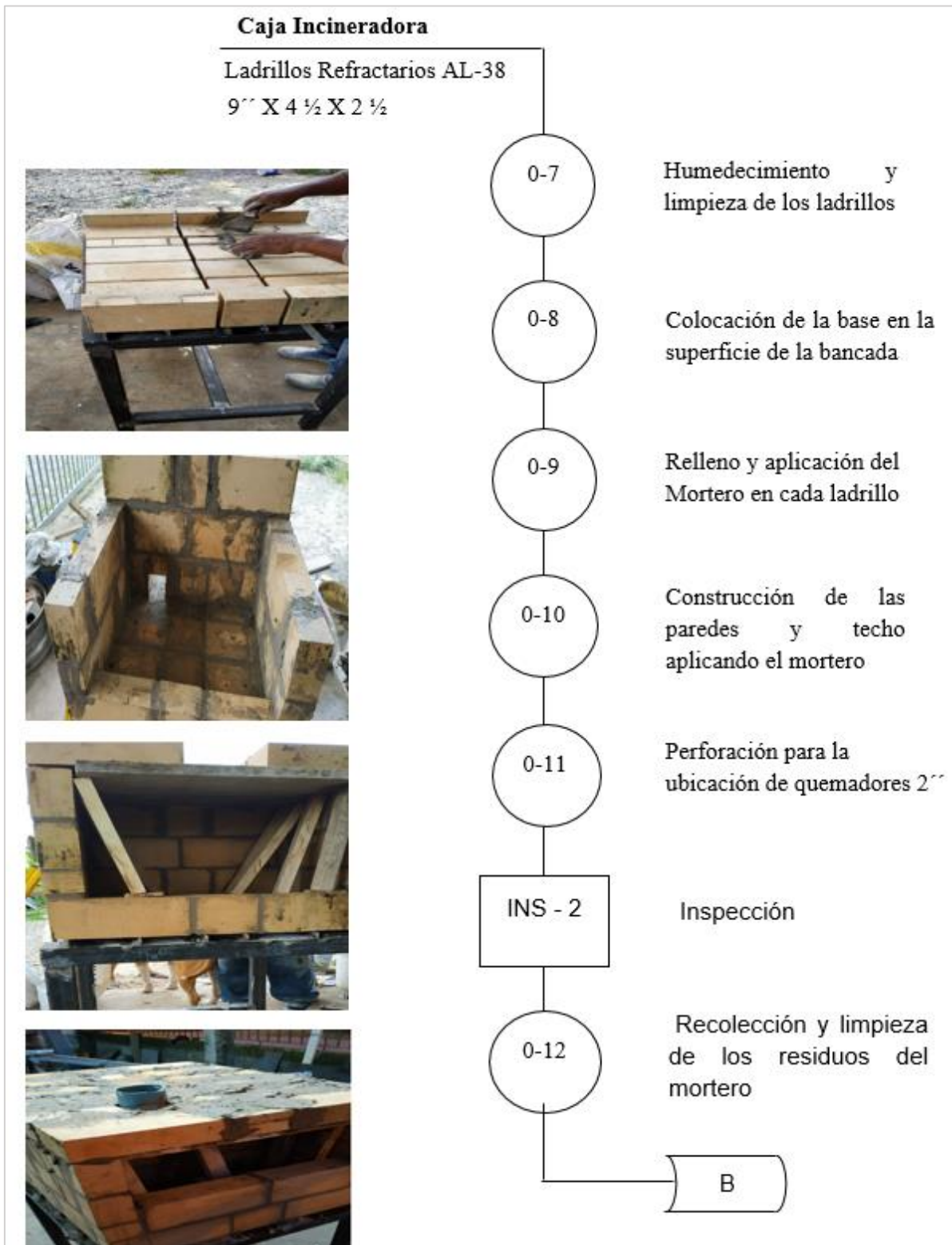
4.4.1. Construcción del Horno Incinerador

Grafico 30. Diagrama de procesos de la Estructura Metálica.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 31. Diagrama de procesos de la Caja incineradora.



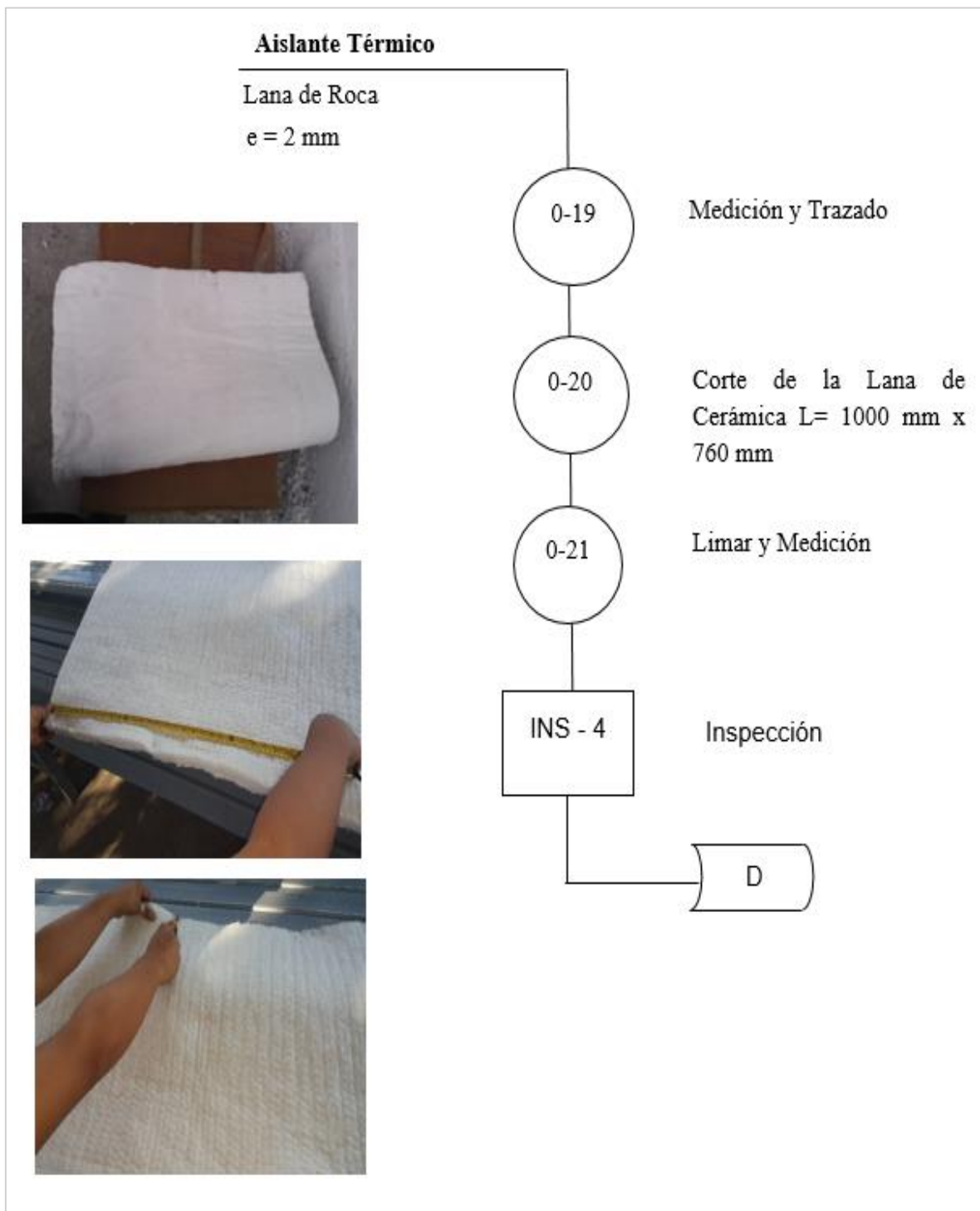
ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 32. Diagrama de Procesos de la Puerta.



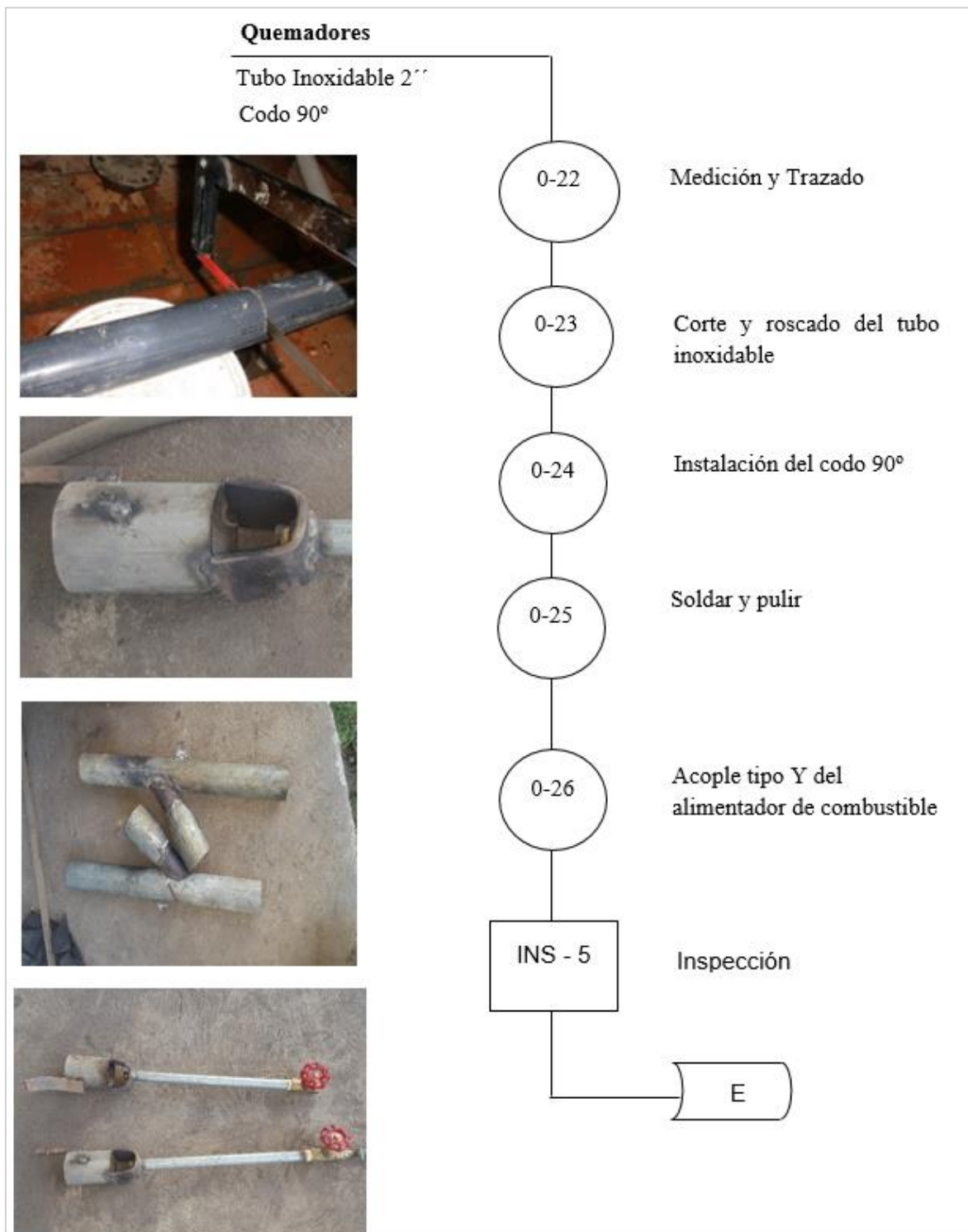
ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 33. Diagrama de Procesos del Aislante térmico - Lana de Cerámica.



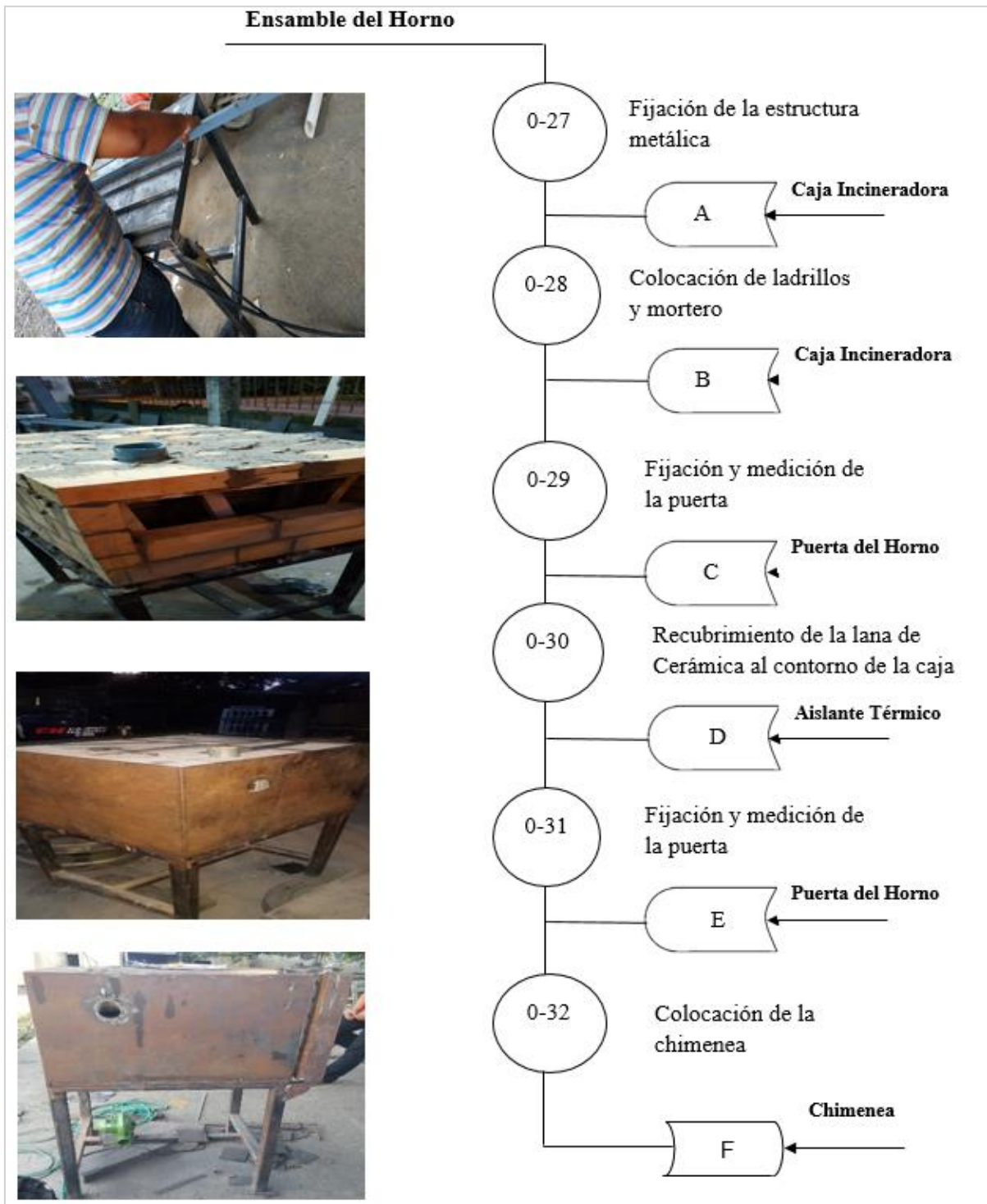
ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 34. Diagrama de Procesos de los quemadores.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 35. Ensamble General del Horno Incinerador.



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.4.1.1. Montaje de Componentes.

Posteriormente en la **Tabla 30** se demuestra las actividades de cada uno de los componentes del horno incinerador, se ejecuta el montaje y para esto se maneja el diagrama de flujo, siguiendo el código de acciones establecidos.

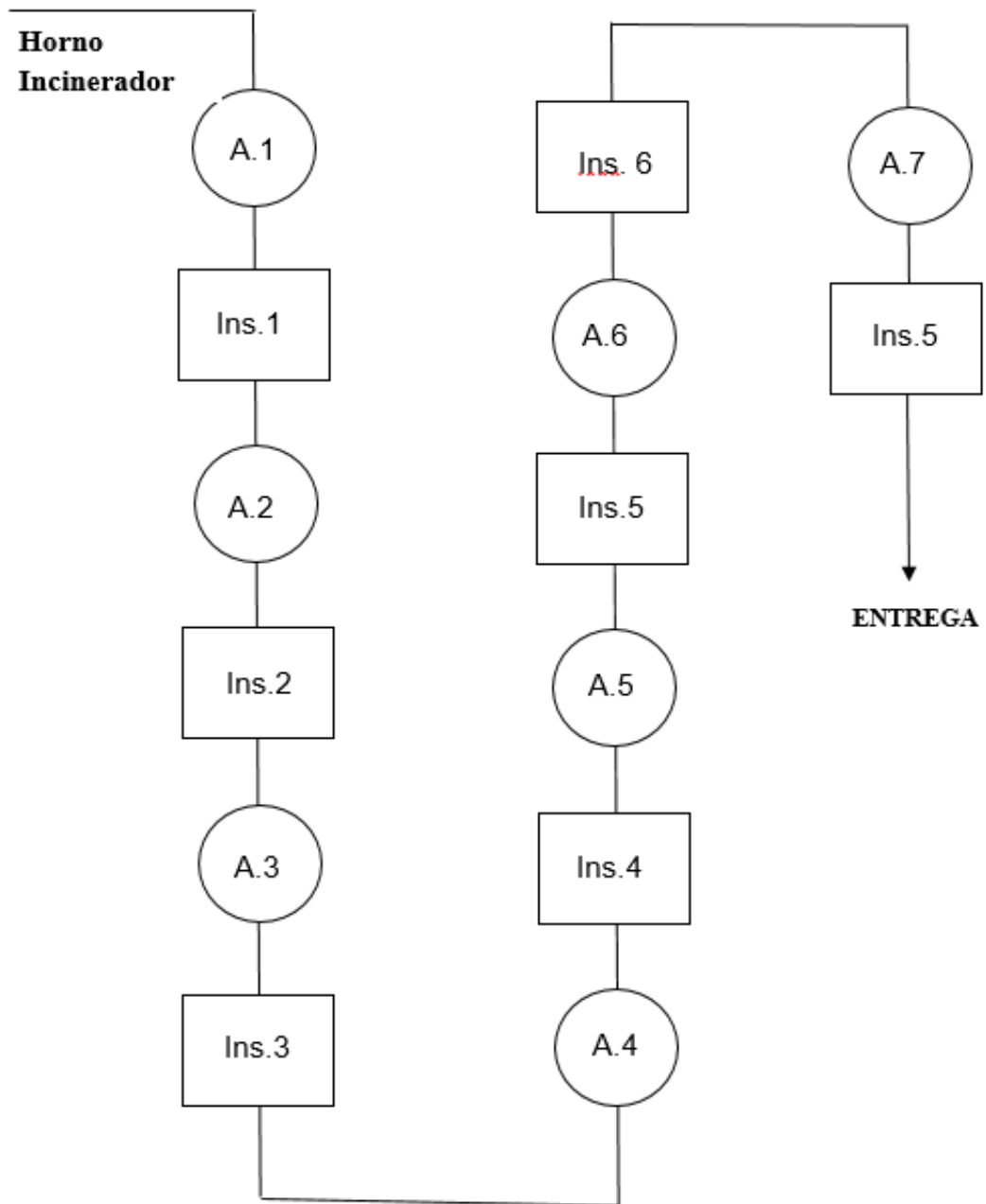
Tabla 30. Actividades de Montaje

Código	Acciones
A.1	Instalación de la estructura metálica
A.2	Instalación de la caja incineradora sobre la estructura metálica
A.3	Recubrimiento de la lana de vidrio sobre la caja incineradora
A.4	Acoplamiento de la puerta
A.5	instalación de los Browser en la estructura metálica
A.6	instalación de mangueras y componentes de los quemadores
A.7	Acople de tubo de aire en el blower y quemadores

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS JAVIER.

Grafico 36. Diagrama de flujo del Montaje

Montaje



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.4.2. Pruebas de funcionamiento

Para la validación del horno incinerador se utiliza el instrumento pirómetro infrarrojo, midiendo las temperaturas en la parte exterior para comprobar con los resultados en SolidWorks

Grafico 37 Medición de temperatura al Horno incinerador



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

La medición obtenida en la parte lateral mediante el dispositivo da como resultado la temperatura de 30°C.

Grafico 38 Medición de la temperatura - Parte lateral



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

En el **Grafico 39** se observa el funcionamiento correcto en la cámara primaria,

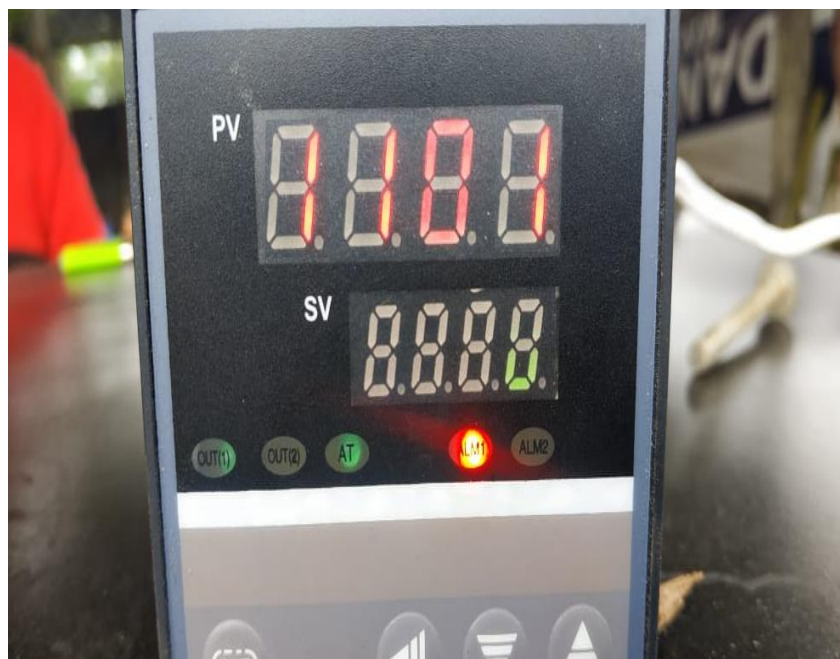
Grafico 39 Horno incinerador en funcionamiento



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Llegando a la temperatura deseada de 1100 °C se establece que los virus que se encuentran en los desechos patológicos son totalmente eliminados [29]

Grafico 40 Comprobador de temperatura a 1101 °C



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.4.3. Prueba de Contaminación de partículas

Las pruebas obtenidas durante el funcionamiento del horno con el dispositivo BTMETER dando como resultados materiales matriculado de niveles 2 y 3, admisibles para el medio ambiente, esto se comprueba en el Anexo 6

Grafico 41 Material Particulado Nivel 2



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Grafico 42 Material Particulado Nivel 3



ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

Tabla 31. Pruebas de Material Particulado

Norma	Prototipo	Unidades
100	87.9	ug/m^3
100	98.5	ug/m^3

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



TEMA:	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HORNO INCINERADOR DE DESECHOS PATOLÓGICOS
--------------	-------------------------------------------------------------------------

1.- DATOS GENERALES

Equipo:	Horno incinerador de desechos patológicos hospitalarios
Diseño y Construcción	
CO-DIRECTOR:	Ing. David Barros Enríquez
LUGAR DE PRUEBA	Valencia
FECHA DE PRUEBA	20 / 05 / 2019

2.- VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES GENERALES Y PESO

PARÁMETROS	RESULTADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Alto	1400mm	✓	
Largo	855mm	✓	
Ancho	630mm	✓	

3.- VERIFICACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD Y MONTAJE DE LAS PIEZAS

ELEMENTOS O PIEZAS	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Base Estructura Metálica	✓	
Caja de Ladrillos Refractarios	✓	
Aislante Térmico – Fibra de Cerámica	✓	
Carcasa Metálica	✓	

Quemadores		✓	
Cañerías de Gas y Aire		✓	
Cilindro de Gas		✓	
Pintura		✓	
4.- VERIFICACIÓN DE ACOPLÉ Y JUNTAS			
Criterio Evaluado		Se Acepta	No Acepta
Comprobar que las cañerías de gas estén conectados correctamente		✓	
Verificar que los ductos de aire este acoplado correctamente al blower de aire		✓	
Confirmar que la puerta del horno cierre herméticamente		✓	
Verificar q los quemadores ingresen perfectamente a las cámaras de incineración		✓	
5.- FUNCIONAMIENTO SIN CARGA			
Sistema evaluado		Se Acepta	No Acepta
Quemadores		✓	
Blower		✓	
Estructura metálica		✓	
Puerta		✓	
Parámetro	Resultado	Se Acepta	No Acepta
Temperatura interna y externa		✓	
6.- FUNCIONAMIENTO CON CARGA			
Sistema evaluado		Se Acepta	No Acepta
Quemadores	✓	✓	
Blower	✓	✓	
Estructura metálica	✓	✓	

Puerta	✓	✓	
Material a operar	✓	✓	
Temperatura deseada	✓	✓	
Parámetro	Resultado	Se Acepta	No Acepta
Temperatura interna y externa	$T_{\text{int}} = 1100\text{ °C}$ $T_{\text{ext}} = 48\text{ °C}$	✓	
7.- CONCLUSIÓN			
PROTOTIPO		Se Acepta	No Acepta
		✓	
Cargo	Operador		Director de Proyecto
Nombre			
Firma			

4.5. Costos para la fabricación del horno.

Se procede a ejecutar un estudio de los costos generados durante el diseño, construcción, manufactura y de ensamble del horno incinerador de desechos hospitalarios. Para esto, los materiales y elementos mecánicos se han obtenido de varias empresas nacionales, precios económicos y de excelente calidad. Para este análisis se detalla cada uno de las agrupaciones.

4.5.1. Costos de los materiales.

A continuación, se realiza el desglose de los materiales que se emplean en la construcción de las partes importante del horno, en los cuales están los ladrillos refractarios, mortero, tubos estructurales, planchas, lana de roca. Estos materiales muestran en la siguiente **Tabla 31** detallado el costo de cada uno de ellos y la cantidad que se utiliza en la construcción.

Tabla 32 Descripción de los costos de materiales

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	VALOR	TOTAL
80	Ladrillo refractario		5.00	356.80
2	Mortero		100.00	200.00
1	Tubo cuadrado 50mmx3mm (ASTM A36)	u (6 metros)	23.37	23.37
1	Tubo redondo de 2 pulgadas (ASTM A36)	u (6 metros)	20.15	20.15
1	Plancha de 2 mm (ASTM A36)	u (6 metros)	35.97	35.97
2	Platina 3/16x3/4 (ASTM A36)	u (6 metros)	1.30	2.60
1	Angulo de 50mmx3mm (ASTM A36)	u (6 metros)	10.25	10.25
1	Cordón de cerámica MY-RD-7/8	u (4 metros)	5.90	23.60
SUBTOTAL				676.74

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.5.2. Costos de elementos, mecánicos y eléctricos.

Son aquellos que generan la unión entre los componentes mecánicos de la máquina. En la **Tabla 32** se presentan los elementos adquiridos.

Tabla 33 Costos de elementos adquiridos

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	VALOR	TOTAL
1	Controlador de temperatura		54.50	54.50
2	Termómetro		30.00	60.00
2	Blower	2 pulgadas	28.00	56.00
1	Manguera para gas		1.50	7.50
4	Abrazadera	u (4 metros)	0.25	1.00
2	Llave de paso	½	2.50	5.00
SUBTOTAL				184

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019).

4.5.3. Costos de elementos varios

En la **Tabla 33**, se detalla materiales complementarios para la fabricación de la máquina que van a aportar un buen acabado y presentación de la misma.

Tabla 34 Costos de elementos

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	VALOR	TOTAL
2	Electrodo E 6011	(40 unidades)	17,60	17.60
1.5	Thinner	Litro	2.25	4,50
2	Pintura anticorrosiva	Litro	10,50	21,00
2	Pintura para acabado	Litro	16.00	32,00
2	Disco de corte 12"x3mm	unidad	4,50	9.00

2	Lija de hierro #100	Unidad	0,60	1,20
SUBTOTAL				85.30

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN

4.5.4. Costos de fabricación y operación con máquinas.

Se detallan los gastos que se efectuarán en la fabricación de piezas para el horno de desechos hospitalarios. Como se detalla en la tabla 33 en ella se incluyen las uniones realizadas entre los componentes.

Tabla 35 Costos de fabricación y operación con maquinas

OPERACIÓN.	DESCRIPCIÓN	SALARIO/ HORA.	HORAS	TOTAL
Doblado	Elaboración del carcasa del horno	7	1	7
Soldadura	Estructura metálica -base	10	1	10
Perforación	Ladrillos refractarios	2	1,5	3
SUBTOTAL				20

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN (2019)

4.5.5. Costo de mano de obra

En esta tabla se realiza los costó que corresponden a la mano de obra ejecutada en la construcción y elaboración del horno.

Tabla 36 Costo de mano de obra

N°	DESCRIPCIÓN	SALARIO / HORA	HORAS	TOTAL
1	Maestro Mecánico	5.00	30	150.00
1	Ayudante	3.00	30	90.00
SUBTOTAL				240.00

Elaborado por: Ferrin Edison, Macas Javier

4.5.6. Costo de ingeniería y diseño

Pertenece a los costos debido a la realización de cálculos y elementos diseñados en el programa Solidworks. El costo establecido por diseñadores en el mercado nacional es de \$ 15 por hora. De esta manera se determina lo siguiente:

Tabla 37. Costos de ingeniería y diseño

N°	DESCRIPCIÓN	SALARIO /HORA	HORAS	TOTAL
1	Ingeniería y diseño	15,00	40	600,00
SUBTOTAL				600,00

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN

4.5.7. Costo total del prototipo horno

La **Tabla 37** se determina el sumatorio total de las cantidades anteriores y a ello se suma el costo imprevisto que tiene relación con el transporte y valores adicionales que se originan en el desarrollo del proyecto. Por lo general son equivalentes al 5% del subtotal de costos.

Tabla 38 Costo final del horno

Costo de Materiales	676.74
Costo de Elementos Mecánicos, eléctricos y de control	184.00
Costo de Elementos Varios	85.00
Costo de fabricación	20.00
Costo de Mano de Obra	240,00
SUBTOTAL	1205.74
Costos Imprevistos (5%)	60.28
VALOR OFERTADO	\$ 1266.02

ELABORADO POR: FERRIN EDISON, MACAS CRISTHIAN

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los desechos hospitalarios previstos por el hospital sagrado corazón de Jesús son: compresas de sangre y flujos corporales, que aproximadamente generan 138.35 kg por día en su totalidad. El manejo de los desechos es realizado por el ministerio salud pública (MSP); mediante acumulación, recolección, almacenamiento temporal. Donde no son eliminados completamente, sino que pasan por un tratamiento de esterilización; entonces lo que se requiere es incinerar estos desperdicios patológicos.
- Con la matriz de residuos ponderados, se delimito el prototipo de horno a construir en cuanto a forma, tamaño, capacidad, mantenimiento y costo para la incineración de los desechos. Seleccionando para su construcción un horno fijo que consta de dos cámaras, la primera cámara que oscila entre de 540°C -880°C y la segunda de 880°C -1200°C. Evitando mayores pérdidas de calor en el interior del horno.
- Mediante criterios de diseño, transferencia de calor, utilizando el software de diseño y aplicación mecánica SolidWorks. Se bosquejo el prototipo del horno con sus componentes como: caja incineradora, lana cerámica y estructura metálica, que conforman elementos de aislamiento para mantener temperaturas que oscilen los 1100°C en la cámara interna y no alcanzar temperaturas mayores a 48°C en la parte exterior.
- La construcción de horno incinerador se tomó como principal elemento el ladrillo refractario (AL-38), que presenta características como: baja conductividad térmica, fácil operación y vida útil prolongada; a su vez se optó la lana cerámica como refuerzo para disminuir la temperatura hacía en exterior, además de elementos mecánicos para mantener las condiciones de operación del horno. En las pruebas de funcionamiento de determinó el proceso de cremación de los desechos patológicos, consiguiendo un tiempo de incineración de entre 25 a 60 minutos, donde el tiempo es influyente acorde al tipo de desecho.
- Los costos de los materiales empleados, mano de obra y diseño suman el total de 1355.74 dólares para el funcionamiento del horno

5.2 Recomendaciones

- Dar a conocer a centros de salud públicas o privadas la necesaria clasificación de los desechos generados, en recipientes individuales y etiquetados para en el instante de cremado se incinere cada tipo de desecho acorde a la capacidad del horno.
- Para la manipulación del horno, emplear guantes de riesgo térmico, mascarilla para retención de gases y protección térmica para evitar accidentes o lesiones graves al operar el horno.
- Evitar la acumulación excesiva del material final (cenizas), que disminuyen la capacidad y potencia del horno. Por tal motivo es recomendable en cada uso diario de incineración de los desechos dar el respectivo mantenimiento y limpieza.
- Para evitar la contaminación excesiva se debe utilizar como combustible principal el gas licuado de petróleo (GLP) y utilizar un medidor de gas contaminante durante el proceso de incineración, para así controlar las cantidades de CO₂.
- Como propuesta para futura repotenciación en el diseño del horno, se recomienda un nuevo sistema de quemadores que permita reducir las pérdidas de calor para el proceso de incineración.

CAPÍTULO VI
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. Bibliografía

- [1] P. E. Robert L. Mott, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [2] A. F. Ariza, Simulación de sistemas productivos con arena, Barranquilla, Colombia , 2003.
- [3] J. P. E. P. DANIEL OROZCO, DISEÑO, ANALISIS Y SIMULACION DE UN PROTOTIPO DE PENDULO INVERTIDO Y SU RESPECTIVO SISTEMA DE CONTROL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL DE LA UAN SEDE MANIZALES, 2009.
- [4] SolidWorks, «SolidWorks,» 2017. [En línea]. Available: https://www.solidworks.es/sw/656_ESN_HTML.htm. [Último acceso: 26 11 2017].
- [5] V. -. V. Autores, Reciclado y Tratamiento de Residuos, Madrid : UNED, 2008.
- [6] A. R. Otero, medio ambiente y educacion ambiental para docentes, Buenos Aires : Novedades Educativas , 2001.
- [7] D. S. R. S. Dra.Raquel de los Angeles Junco Diaz e Ing, «Decechos Hospitalarios: aspectos metodológicos de su manejo,» *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia*, vol. 38, nº 2, p. 1, 2000.
- [8] G. RIVEROS, GESTION INTEGRAL de RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES EN COLOMBIA, COLOMBIA : SINA , 2002.
- [9] R. R. Lusmila, DESECHOS HOSPITALARIOS S.C.J., LATACUNGA, 2013.
- [10] Á. Cantanhede, «LA GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS,» *REPERTORIO CIENTIFICO* , vol. 5, nº 6-7, p. 18, 1999.
- [11] R. C. J. y. K. M. Marshek, Diseño de Elementos de Máquinas, Nueva York: Limusa Wiley, 2013.
- [12] R. G. B. y. J. K. Nisbett, Diseño en Ingenieria Mecanica de Shigley, New York: McGRAW HILL/INTERAMERICANA, 2008.
- [13] W. D. Kelton, R. P. Sadowski y D. T. Sturrock, Simulacion con el Software Arena, McGraw-Hill, 2006.
- [14] C. U. G. C. C. Q. Lorenzo Franco, Manejo de los residuos sólidos domiciliarios, Mexico DF: Plaza y Valdes, 2001.

- [15] X. E. Castells, Métodos de valorización y tratamiento de residuos municipales, Madrid: Diaz de Santos, 2012.
- [16] X. E. Castells, Reciclaje de residuos industriales, madrid : Diaz de Santos , 2009.
- [17] S. R. Plaza, Restauración en servicios hospitalarios, Madrid: Vertice, 2008.
- [18] F. Ladreda, Manual para la formación en medio ambiente, España: LEX NOVA, 2008.
- [19] J. R. A. Duharte, Diseño de un incinerador para el cremado de desechos humanos, 2014.
- [20] A. B., «STOP BASURA,» 13 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://stopbasura.com/2016/04/13/incineradora-problemas/>. [Último acceso: 18 Mayo 2019].
- [21] X. E. Castells, Tratamiento y valorización energética de residuos, Barcelona: Diaz de Santos, 2005.
- [22] Aga, Catálogo de electrodos comunes, especiales y gases para corte y soldaduras, Guayaquil , 2001.
- [23] L. Nacional, «Ladrilleria Nacional,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.ladrilleranacional.com/producto/ladrillo-refractario-rectangular/>. [Último acceso: 11 05 2019].
- [24] T. M. B. y. A. S. Fernández, «Termodinamica,» [En línea]. Available: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo1p/calor.html>. [Último acceso: 10 05 2019].
- [25] Brunner, Hanbook of incineration systems, McGraw Hill, 1991.
- [26] M. bidegain, *Masas de aire y frentes*, 2010.
- [27] A. P. Olivares, Introducción a la ingeniería química:, Mexico D.F., 2000.
- [28] B. V. Victor., Diseño energetico de un incinerado para 700 kg de residuos hospitalario usando glp, Lima, 2015.
- [29] «Instituto Superior de Ciencias y Salud,» Mayo 2019. [En línea]. [Último acceso: 17 Junio 2019].

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1 Valores promedios de temperatura y humedad relativa

Meses	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Heliofania (horas)
ENE	25,0	87	373,5	65,5	61,0
FEB	25,3	86	493,4	67,2	101,5
MAR	25,8	87	419,1	107,5	111,6
ABR	25,7	87	410,3	78,3	104,0
MAY	25,1	87	133,8	67,9	71,9
JUN	24,2	87	23,1	83,8	51,3
JUL	23,6	87	12,5	87,8	53,4
AGO	23,4	85	8,5	86,9	61,5
SEP	24,1	83	6,8	87,8	69,2
OTC	24,3	80	3,9	87,8	55,9
NOV	24,5	79	10,7	94,1	46,4
DIC	25,4	80	92,8	117,3	52,4
MEDIA	24,7	85	1988,2	86,0	70,0

Fuente: Datos tomados del anuario de la Estación Meteorológica Pichelingue (INIAP)

Autor: Sandra Carolina Chávez Arteaga

Anexo 2 Propiedades del Agua

TABLA A-4

Agua saturada. Tabla de temperaturas

Temp., T °C	Pres. sat., P _{sat} kPa	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K		
		Líqu. sat., v _f	Vapor sat., v _g	Líqu. sat., u _f	Evap., u _{fg}	Vapor sat., u _g	Líqu. sat., h _f	Evap., h _{fg}	Vapor sat., h _g	Líqu. sat., s _f	Evap., s _{fg}	Vapor sat., s _g
		0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151

Autor: Yunes A. Cengel

Fuente: Termodinámica Séptima Edición

Anexo 3 Manifiesto de entrega



MINISTERIO DEL AMBIENTE
 SUBSECRETARÍA DE CALIDAD AMBIENTAL
 SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL COSTERA
MANIFIESTO ÚNICO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE DESECHOS

CLAVE DE MANIFIESTO

OP-RE-01

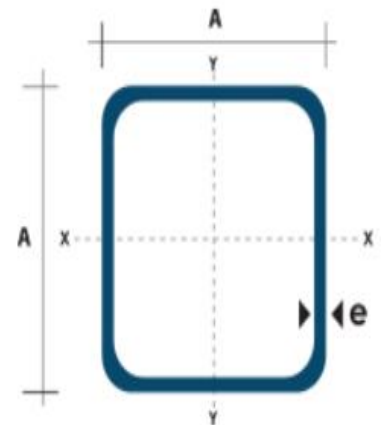
1.- NÚM. DE REGISTRO COMO GENERADOR DE DESECHOS: NO TIENE		2.- NÚM. DE LICENCIA AMBIENTAL		3.- # DE MANIFIESTO H-C-40194289		4.- PÁGINA 1	
5.- NOMBRE DE LA EMPRESA GENERADORA: HOSPITAL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS				6.- REGISTRO ÚNICO DE CONTRIBUYENTES 12800277000			
7.- NOMBRE DE LA INSTALACIÓN GENERADORA: HOSPITAL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS				DOMICILIO (CALLE Y NÚM.): P.O. GUAYACANES 400 T.E.			
CANTON OLEVEDO		PROVINCIA LOS RÍOS		PARROQUIA			
No ONU		TEL 048920830					
8.- DESCRIPCIÓN (Nombre del desecho de acuerdo al listado Nacional e indicar CRTIB)	Código del desecho	CONTENEDOR		CANTIDAD TOTAL DEL DESECHO	UNIDAD VOLUMEN/PESO		
		TIPO	CAPACIDAD				
MADERAS Y LOS COMPONENTES BIOLÓGICAMENTE	01.01.01					236.4	
PAPEL CONTAMINANTES CONTINUA BIOLÓGICAMENTE	01.01.02					29.1	
DESAHUCIOS Y TOXICOS DE FÁRMACOS CONTAMINADOS	01.01.03					9.2	
OTROS DESECHOS DE SANGRE Y SUS COMPONENTES	01.01.04					2	
9.- INSTRUCCIONES ESPECIALES E INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL MANEJO SEGURO (INDICAR INCOMPATIBILIDAD):							
10.- CERTIFICACIÓN DEL GENERADOR: Declaro que el contenido de este lote está total y correctamente descrito mediante el nombre del desecho, características CRTIB, bien empaquetado, envasado marcado y rotulado, no está mezclado con desechos o materiales incompatibles, se han previsto las condiciones de seguridad para su transporte por vía terrestre de acuerdo a la legislación nacional vigente.							
NOMBRE, CARGO Y FIRMA DEL RESPONSABLE				TELÉFONO Y/O CORREO ELECTRÓNICO RESPONSABLE			
No. DE RESOLUTIVO DE NO REUSO/RECICLAJE EN LA INSTALACIÓN.						FECHA: 21/01/2019	
11.- NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA: GADERE S.A.							
DOMICILIO		GUAYAQUIL: Cda. La Garzota Mz. 150 Solar 8, Av. de las Américas QUITO: Av. Naciones Unidas 1014 y Av. Amazonas Edif. La Previsora, Torre B 4to piso Of. 408 CUENCA: Av. Agustín Cueva 7-35 y Av. Julio Matavele					
TELF. GUAYAQUIL (+593) 4 6050050		NO. DE LICENCIA AMBIENTAL DEL MAE: RES. 118 (R.O. 491 DIC/2004)		NO. DE LICENCIA DE POLICÍA NACIONAL:		NO. DE PLAN DE CONTINGENCIAS APROBADO:	
TELF. QUITO (+593) 2 6015070		TELF. CUENCA (+593) 7 2814991		Si el desecho se exporta, indicar: NO APLICA		No. de embarque: NO APLICA	
				Puerto de salida: NO APLICA		Fecha: NO APLICA	
				Autorización: NO APLICA			
12.- RECIBÍ LOS DESECHOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE.							
NOMBRE DEL RECEPTOR: _____				NOMBRE DEL EMISOR: FERNANDEZ _____			
FIRMA: _____				FECHA DE EMBARQUE: 21/01/2019			

Fuente: Hospital Sagrado Corazón de Jesús

Elaborado por: Ministerio del Ambiente

Anexo 4 Selección de perfil para la estructura de la mesa

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



Fuente: Catalogo DIPAC. (Productos de Acero)

Anexo 5 Propiedades de los materiales utilizados

Material	Densidad, kg/m ³	Resistencia última			Cedencia ³		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica, 10 ⁻⁶ /°C	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión, ² MPa	Cor-tante, MPa	Tensión, MPa	Cor-tante, MPa				
Acero										
Estructural (ASTM-A36)	7 860	400			250	145	200	77.2	11.7	21
Alta resistencia-aleación baja										
ASTM-A709 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
ASTM-A913 Grado 450	7 860	550			450		200	77.2	11.7	17
ASTM-A992 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 690	7 860	760			690		200	77.2	11.7	18
Inoxidable, AISI 302										
Laminado en frío	7 920	860			520		190	75	17.3	12
Recocido	7 920	655			260	150	190	75	17.3	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	7 860	480			275		200	77	11.7	
Alta resistencia	7 860	620			415		200	77	11.7	
Fundición										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	7 200	170	655	240			69	28	12.1	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	7 300	345	620	330	230		165	65	12.1	10

Anexo 6 Parámetros de Contaminación

DIARIO OFICIAL No. 44691 DE ENERO 29 DE 2002.

RESOLUCION 058 DE 2002 (Enero 21)

Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos

La Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial En ejercicio de sus funciones legales y en especial las conferidas en los numerales 2, 10, 11, 14 y 25 del Artículo 5 de la Ley 99 de 1993, y en los Artículos 8, 27, 73 y 137 del Decreto 948 de 1995, y

ARTÍCULO 27. Derogado por el art. 13, Resolución del Min. Ambiente 886 de 2004. LÍMITES DE EMISIÓN PARA HORNOS DE CREMACION. Los hornos de cremación de cadáveres deben cumplir con los siguientes límites de emisión:

TABLA No.7

CONTAMINANTE	CONCENTRACION
Monóxido de Carbono CO promedio para media hora	100 mg/m ³
Hidrocarburos Totales dados como Metano CH4 para promedio de media hora	20mg/m ³
Partículas Suspendidas Totales (PST) promedio para media hora	40mg/m ³
Materiales Particulados	100 µg/m ³

Anexo 7 Hoja de pesos de desechos


GADERE S.A. Gestión Ambiental de Residuos		SUMATORIA DE PESOS RECOLECTADOS DIARIOS POR CLIENTE HOSPITALARIO										OP-RE-02 Revisión: 01 Fecha: 14-JUN-2018				
Fecha:	21-01-2019										Código:	0005939				
Ruta:	Azuero										Conductor:	L. J. J. J.				
Número de Manifiesto:	4094269										Operario 1:	L. J. J. J.				
Nombre del Cliente:	Hospital Sagrado Corazón de Jesús										Operario 2:	F. J. J. J.				
#	Cultivos Q.86.01		Anatomo-patológicos Q.86.02		Sangre y derivados Q.86.03		Fluidos Corporales Q.86.04		Objeto Cortopunzante Q.86.05		Desechos Infeccioso Q.86.07				Farmacos Caducados Q.86.08	Químicos de Laboratorio Q.86.09
	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara	PESO BRUTO	Tara
1			9.2		2				29.1		15.6					
2											18.2					
3											19.5					
4											17.4					
5											18.5					
6											20					
7											21.2					
8											15.4					
9											16.9					
10											20.5					
11											13.4					
12											15.2					
13											19.6					
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
PESO BRUTO			9.2		2				29.1		236.4					
TARA																
PESO NETO			9.2		2				29.1		236.4					

Fuente: Hospital Sagrado Corazón de Jesús

Elaborado por: Gadere S.A.

Anexo 9 Factura de ángulos y plancha metálica

LA CASA DEL HIERRO
AMBROSI ALCIVAR VERONICA LUCILA FACTURA N°. 001-001-000103532
 R.U.C.: 1204469678001 Autorización:
 0304201901120446967800120010010001035320406198115
 MATRIZ: AV. WALTER ANDRADE FAJARDO SOLAR 2 Y 7MA. Ambiente Producción
 Teléfono Matriz: 0985925234 2786477 Emisión: Normal
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL SEGUN RESOLUCION N°. 0000 -

Clave de acceso: 
 0304201901120446967800120010010001035320406198115

Cliete.: ROLANDO FERRIN LLORENTE - Dirección.: VALENCIA
 Fecha.: 3 de Abril del 2019 Teléfono.: 000
 F. Pago.: Contado R.U.C.: 0914140397 INT: 103532

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
313	ANGULO 2X 1/8 (50X3)	1.00	13.31	13.31
166	PLANCHA NEGRAS 2MM (1.22X2.44)	1.00	41.87	41.87

Estimado Cliente, puede descargar su factura electrónica desde nuestro sitio web WWW.CHIERRO.FACEL.COM.EC

Forma de Pago	Plazo	Monto	SUBTOTAL:	IVA:	TOTAL:
Otro con utilización del Sistema Financiero	0	61.80	55.18	6.62	61.80

GOBIERNO AUTÓNOMO DE VALENCIA
ENTREGADO
 LA CASA DEL HIERRO
 Av. Walter Andrade Fajardo Solar 2 y 7ma
 Tel: 0985925234

Anexo 10 Factura de Medidor de temperatura

TESLA ESCALANTE GALLARDO BYRON ENRIQUE
 MATERIALES ELÉCTRICOS INDUSTRIAL TESLA ELECTRIFICADORA Y ELECTRÓNICA
 Obligado A. Elvira Contreras Cda. Simón Bolívar, Av. Los Chasquis 12-17 y Manco Cápac Telf: 2419819
 Cel: 0984112915 AMBATO RUC 1802829356001 email: tesla_industrial@hotmail.com
FACTURA 001-001
Aut. SRI: 1124660839 **0025222**

Cliete: ROLANDO LEONARDO FERRIN Fecha: 03/04/2019
 R.U.C. COMERCIO Hora: 17:09:39
 Dirección: 010223 Vendedor: 17:09:39
 Ciudad: Teléfono:

Cant.	Código	Descripción	V. Total
1.0000	REX-C-CONTROL TEMP CAMCO 7202	43.75	43.75
	10220 120 GRADOS 110220V		

TESLA

Cliente: Rolando Ferrin Llorente
NOTA: sus retenciones se receptorán hasta los 10 días posteriores al haber recibido la factura.
FORMA DE PAGO:
 Efectivo Dinero Electrónico
 Tarjeta credito/débito

SUBTOTAL 12%	43.75
SUBTOTAL 0%	0.00
DESCUENTO	0.00
SUBTOTAL	43.75
IVA 12%	5.25
TOTAL	54.50

Lalana Herdiza Guillermo O. PUBLISEC RUC 1801243898001 Pichincha 01-134 y Quiz Quiz Aut. 1498 Telf: 2410965 N° 24511 a 25710 E. Emisión: 18-04/2019
 F. Caduca: 16-07 / 2019 ORIGINAL: Adquiriente COPIA: emisor

Anexo 11 Factura de mortero, lana de cerámica y cordón redondo



R.U.C.: 0990021805001

Factura
No. 001-011-000002853

Número de autorización
2304201901099002180500120010110000028537702032018

COMERCIAL IMPORTADORA J.J. MEDINA CIA LTDA

COMERCIAL IMPORTADORA J.J. MEDINA CIA LTDA

AMBIENTE: PRODUCCION

Dirección: AV. FRANCISCO DE ORELLANA KM 4,5 C.C. GRAN MANZANA
Matriz: OF. 41 - 03, GUAYAQUIL, GUAYAS, Ecuador

EMISIÓN: NORMAL

Dirección: AV. FRANCISCO DE ORELLANA KM 4,5 C.C. GRAN MANZANA
Sucursal: OF. 41-03, GUAYAQUIL, GUAYAS, Ecuador

Clave de acceso:

Contribuyente especial Nro:



Obligado a llevar contabilidad: SI

2304201901099002180500120010110000028537702032018

Razón Social / Nombres y Apellidos: FERRIN LLORENTE EDISON ROLANDO Identificación: 0914140387001

Fecha emisión: 23/04/2019

Cod. principal	Cant.	Descripción	Precio unitario	Descuento	Precio total
HM01	1.000	TACHO DE MORTERO REFRACTARIO SAIRSET (25 KG) HM	80.00		80.00
ZIB02	1.000	ROLLO DE FIBRA CERÁMICA 1"X2"X300" DENS: 96KG/M3 HP-B-1 ZIBO	80.00		80.00
ZIB20	4.000	CORDÓN DE FIBRA CERAMICA REDONDO MY-RD-7/8-550 (MTS) ZIBO	5.90		23.60
SUBTOTAL 12%					201.60
SUBTOTAL 0%					
SUBTOTAL No objeto de IVA					
SUBTOTAL Exento de IVA					
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS					201.60
TOTAL Descuento					
ICE					
IVA 12%					24.19
IRSPNR					
PROPINA					
VALOR TOTAL					225.79

Forma de pago	Valor	Plazo
Otros con utilización del sistema finan	225.79	1 día

Información adicional:

FormaPago	Contado
Vencimiento	23/04/2019 00:00:00
Email	edisonferrin48@gmail.com
Telefono	0903496517
Dirección	VALENCIA
Forma de pago	Cheque