



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO ECOLÓGICO PARA
EL ASADO DE POLLOS CUYA CÁMARA DE COMBUSTIÓN
FUNCIONE A GAS Y CARBÓN**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO MECÁNICO

AUTOR:

EDISON MARCELO PILCO MANCHENO

Riobamba-Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO ECOLÓGICO PARA
EL ASADO DE POLLOS CUYA CÁMARA DE COMBUSTIÓN
FUNCIONE A GAS Y CARBÓN**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO MECÁNICO

AUTOR: EDISON MARCELO PILCO MANCHENO

DIRECTOR: ING. JORGE SEBASTIÁN BUÑAY GUAMÁN MSc.

Riobamba-Ecuador

2023

© 2023, Edison Marcelo Pilco Mancheno

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Edison Marcelo Pilco Mancheno, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de junio del 2023



Edison Marcelo Pilco Mancheno

100387019-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MECÁNICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO ECOLÓGICO PARA EL ASADO DE POLLOS CUYA CÁMARA DE COMBUSTIÓN FUNCIONE A GAS Y CARBÓN**, realizado por el señor: **EDISON MARCELO PILCO MANCHENO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Edwin Fernando Viteri Núñez MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2023-06-13

Ing. Jorge Sebastián Buñay Guamán MSc.
**DIRECTOR DE TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-06-13

Ing. Jorge Isaías Caicedo Reyes MSc.
**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-06-13

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Julio y Mirian quienes con esfuerzo y motivación establecieron la guía más adecuada para tomar las mejores decisiones en mi carrera estudiantil además de ayudar a establecerme como una persona de bien. En todo el largo trayecto siempre se han mantenido a mi lado. A mis hermanos Ismael y Karina que siempre han estado pendientes del camino que llevo y han brindado su apoyo para cumplir mis metas. A mi esposa Sara quien se ha mantenido junto a mí a lo largo de la vida institucional y mi hija Sarahí cuyo nacimiento coincidirá con la finalización de este trabajo.

Edison

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a mi familia que se han mantenido siempre pendientes brindándome el apoyo moral, facilitando y animando durante mi trayectoria estudiantil. A mis amigos con los que compartí grandes y únicas experiencias durante las noches largas y las incesantes tardes de estudio. A mis profesores y tutores que siempre compartieron su conocimiento, experiencia y con mucha paciencia alimentaron mis capacidades en el ambiente ingenieril. Finalmente, a las ESPOCH que me brindo un crecimiento profesional, intelectual, ético y moral.

Edison

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
SUMMARY.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Formulación del problema.....	4
1.3. Justificación.....	4
1.4. Alcance.....	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	6

CAPÍTULO II

2. Marco conceptual.....	7
2.1. Variable Independiente.....	7
2.1.1. <i>Hornos</i>	7
2.1.1.1. <i>Clasificación de los hornos</i>	7
2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	9
2.2. Marco referencial.....	9
2.2.1. <i>Condiciones de operación</i>	9
2.2.2. <i>Temperatura</i>	9
2.2.3. <i>Tiempo</i>	10
2.3. Combustible.....	10

2.3.1.	Carbón	10
2.3.1.1.	<i>Carbón vegetal</i>	11
2.4.	Emisiones	12
2.5.	Sistema de control	12
2.5.1.	<i>Termocupla</i>	13
2.5.2.	<i>Diseño de la cámara de combustión</i>	13
2.5.2.1.	<i>Selección de materiales</i>	14
2.5.2.2.	<i>Tipos de materiales inoxidables</i>	15
2.5.3.	<i>Propiedades físicas</i>	16
2.5.3.1.	<i>Densidad</i>	16
2.5.3.2.	<i>Propiedades ópticas</i>	16
2.5.4.	<i>Propiedades térmicas</i>	17
2.5.4.1.	<i>Dilatación térmica</i>	17
2.5.4.2.	<i>Capacidad calorífica</i>	17
2.5.4.3.	<i>Conductividad térmica</i>	17
2.6.	Propiedades mecánicas	18
2.7.	Propiedades alimenticias	19
2.8.	Cámara de cocción	19
2.9.	Funcionamiento	20
2.9.1.	<i>Pre calentamiento</i>	20
2.9.2.	<i>Mantenimiento</i>	20
2.10.	Análisis térmico	20
2.10.1.	<i>Circuito térmico para una configuración en estado estable</i>	21
2.10.2.	<i>Conducción</i>	22
2.10.2.1.	<i>Conducción radial en estado estable de cilindros huecos</i>	22
2.10.3.	<i>Convección</i>	23
2.10.4.	<i>Radiación</i>	24
2.10.5.	<i>Balance energético en estado transitorio</i>	25
2.10.6.	<i>Conducción de calor en esferas (efectos especiales)</i>	26
2.10.7.	<i>Superficies con flujo de calor constante (Número de Grashof)</i>	27
2.10.7.1.	<i>Laminar</i>	27
2.10.7.2.	<i>Turbulento</i>	27
2.11.	Determinación del algoritmo de trabajo	28
2.11.1.	<i>Cocción y operarios</i>	28

2.12. Metodología QFD	29
2.12.1. Planificación del producto (casa de calidad)	29
2.12.1.1. Voz del usuario.	30
2.12.2. Beneficios del QFD	31

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	33
3.1. Definición del producto	33
3.1.1. Requerimientos del cliente	33
3.1.2. Requerimientos de seguridad	33
3.1.2.1. Encendido	34
3.1.2.2. Aporte de calor	34
3.1.2.3. Condiciones de trabajo	34
3.1.2.4. Manual de mantenimiento	34
3.1.3. Requerimientos de operación	34
3.1.3.1. Velocidad	34
3.1.3.2. Autonomía	34
3.1.3.3. Control de temperatura	35
3.1.3.4. Control de tiempo de cocción	35
3.1.4. Requerimientos funcionales	35
3.1.4.1. Reducción de emisiones	35
3.1.4.2. Dimensiones	35
3.1.4.3. Portabilidad	35
3.1.4.4. Capacidad	35
3.1.4.5. Peso	36
3.1.4.6. Mantenimiento	36
3.1.5. Durabilidad	36
3.1.6. Requerimientos de costos	36
3.1.6.1. Apariencia	36
3.1.6.2. Costo de producto	36
3.1.6.3. Materiales de fabricación	36
3.1.7. Análisis de competencias	37
3.1.7.1. Competidor principal	38

3.1.7.2.	<i>Competidor secundario</i>	38
3.2.	Despliegue de la función de calidad (casa de calidad)	39
3.2.1.	<i>Voz del ingeniero</i>	40
3.2.2.	<i>Correlaciones</i>	40
3.2.3.	<i>Compromisos técnicos</i>	43
3.3.	Análisis funcional modular	44
3.3.1.	<i>Definición de módulos</i>	44
3.4.	Matriz morfológica (alternativas)	45
3.4.1.	<i>Alternativa A</i>	48
3.4.2.	<i>Alternativa B</i>	48
3.4.3.	<i>Alternativa C (poner a alternativa final)</i>	49
3.5.	Evaluación de alternativas	49
3.5.1.	<i>Evaluación modulo estructural</i>	50
3.5.1.1.	<i>Evaluación alternativa A</i>	50
3.5.1.2.	<i>Evaluación alternativa B</i>	50
3.5.1.3.	<i>Evaluación alternativa C</i>	51
3.5.2.	<i>Método de evaluación de alternativas</i>	51
3.6.	Diseño de materialización	54
3.6.1.	<i>Estructura</i>	54
3.6.2.	<i>Motor</i>	54
3.6.3.	<i>Motorreductor</i>	55
3.6.4.	<i>Cámara de combustión</i>	55
3.7.	Diseño de detalle	55
3.7.1.	<i>Parámetros de diseño</i>	55
3.7.2.	<i>Selección de materiales</i>	57
3.7.2.1.	<i>Método tradicional</i>	57
3.7.2.2.	<i>Método gráfico</i>	58
3.7.3.	Selección del motorreductor	58
3.7.3.1.	<i>Potencia</i>	58
3.7.3.2.	<i>Velocidad</i>	59
3.7.3.3.	<i>Voltaje y frecuencia</i>	59
3.7.3.4.	<i>Tamaño y forma constructiva</i>	59
3.7.3.5.	<i>Hermeticidad</i>	59
3.7.3.6.	<i>Condiciones de servicio</i>	60

3.7.4.	<i>Transmisión de movimiento (banda-polea)</i>	61
3.7.4.1.	<i>Potencia</i>	62
3.7.4.2.	<i>Relación de transmisión</i>	62
3.7.4.3.	<i>Distancia entre centros</i>	62
3.7.4.4.	<i>Longitud de la correa</i>	63
3.7.4.5.	<i>Distancia entre centros corregida</i>	63
3.7.5.	<i>Diseño del eje</i>	64
3.7.5.1.	<i>Cálculo de reacciones</i>	65
3.7.5.2.	<i>Diagrama XY</i>	67
3.7.6.	<i>Selección de rodamientos (Chumaceras)</i>	68
3.7.6.1.	<i>Verificación a carga dinámica</i>	69
3.7.6.2.	<i>Verificación a carga estática</i>	70
3.7.7.	<i>Selección del sistema de control de temperatura y tiempo</i>	71
3.7.7.1.	<i>Configuración</i>	73
3.7.7.2.	<i>Sistema de encendido</i>	76
3.7.8.	<i>Diseño de la cámara de combustión</i>	79
3.7.8.1.	<i>Encendido del carbón con un quemador de gas</i>	79
3.7.8.2.	<i>Bandeja de recogida de ceniza</i>	81
3.7.8.3.	<i>Desfogue a la cámara de cocción</i>	81
3.7.8.4.	<i>Blower para avivar las brasas</i>	82
3.7.8.5.	<i>Bandeja de carbón</i>	83
3.8.	<i>Otros parámetros</i>	84
3.8.1.	<i>Especificaciones técnicas y mantenimiento</i>	84
3.8.2.	<i>Análisis térmico</i>	87
3.8.2.1.	<i>Parámetros intervinientes en el modelo matemático</i>	87
3.8.2.2.	<i>Otras consideraciones</i>	88
3.8.2.3.	<i>Propiedades generales</i>	88
3.8.3.	<i>Balance energético en estado estable</i>	89
3.8.4.	<i>Tiempo de estabilización del equipo</i>	89
3.8.4.1.	<i>Temperatura inicial (adecuada para el pollo)</i>	89
3.8.4.2.	<i>Temperatura ambiente (interna)</i>	89
3.8.4.3.	<i>Temperatura interna del pollo</i>	90
3.8.4.4.	<i>Dimensiones del pollo</i>	90
3.8.5.	<i>Cálculo de la convección interna del horno</i>	91

3.8.5.1.	<i>Flujo de calor constante</i>	91
3.8.5.2.	<i>Número de Nusselt superficie</i>	91
3.8.5.3.	<i>Número de Biot</i>	93
3.8.5.4.	<i>Balance energético</i>	93
3.8.6.	<i>Análisis térmico en Software</i>	94
3.8.6.1.	<i>Generación del elemento en software de diseño</i>	94
3.8.6.2.	<i>Abrir el sistema de análisis Steady State Thermal</i>	95
3.8.6.3.	<i>Exportación del elemento en caso de no generarse en el mismo software</i>	96
3.8.6.4.	<i>Generar la malla más adecuada tomando en cuenta su calidad</i>	96
3.8.6.5.	<i>Aplicar los parámetros térmicos que se quieren analizar</i>	97
3.8.6.6.	<i>Verificar los resultados que se desean obtener</i>	98
3.9.	Porcentaje de emisiones	98
3.9.1.	<i>Método visual</i>	99
3.9.2.	<i>Método tecnológico</i>	99
3.9.2.1.	<i>Funcionamiento</i>	100
3.9.2.2.	<i>Mediciones</i>	100
3.10.	Costos	102
3.10.1.	<i>Costos de retorno</i>	105
3.10.1.1.	<i>Parada</i>	106
3.10.1.2.	<i>Paradas semanales</i>	107

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	109
4.1.	Resultados de la selección de materiales	109
4.1.1.	<i>Método tradicional</i>	109
4.1.2.	<i>Método gráfico</i>	110
4.2.	Medición de emisiones	112
4.2.1.	<i>Resultados método visual</i>	112
4.2.2.	<i>Resultados método tecnológico</i>	112
4.3.	Resultados del análisis térmico	113
4.3.1.	<i>Resultados del mallado</i>	114
4.3.2.	<i>Temperatura mínima 200°C</i>	114
4.3.3.	<i>Flujo de calor total</i>	116

4.4.	Pruebas de funcionamiento	116
4.4.1.	<i>Pre calentamiento</i>	119
4.4.2.	<i>Combustión</i>	120
	CONCLUSIONES	122
	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Aceros inoxidables	15
Tabla 2-2: Métodos de cocción.....	28
Tabla 1-3: Requerimientos del cliente	37
Tabla 2-3: Evaluación de la competencia	39
Tabla 3-3: Voz del ingeniero	40
Tabla 4-3: Correlaciones.....	41
Tabla 5-3: Correlaciones.....	42
Tabla 6-3: Puntuación.....	43
Tabla 7-3: Compromisos técnicos.....	43
Tabla 8-3: Matriz morfológica (módulo estructural)	46
Tabla 9-3: Matriz morfológica (Módulo de control).....	47
Tabla 10-3: Criterios de evaluación	50
Tabla 11-3: Codificación de las alternativas.....	52
Tabla 12-3: Criterio de evaluación.....	52
Tabla 13-3: Calificación de la alternativa en relación con el criterio de evaluación	52
Tabla 14-3: Normalización de las alternativas en consecuencia al criterio de evaluación	53
Tabla 15-3: Resultado de criterio de selección	53
Tabla 16-3: Consideraciones adicionales de diseño.....	56
Tabla 17-3: Características del motor	60
Tabla 18-3: Especificaciones de la correa.....	64
Tabla 19-3: Tipo de rodamiento y desempeño.....	68
Tabla 20-3: Factor de confiabilidad.....	69
Tabla 21-3: Sistema de control de temperatura y tiempo	72
Tabla 22-3: Características del contactor.....	77
Tabla 23-3: Características del blower.....	82
Tabla 24-3: Especificaciones técnicas y de mantenimiento.....	85
Tabla 25-3: Valores para el coeficiente de transferencia de calor	88
Tabla 26-3: Características de la máquina	100
Tabla 27-3: Porcentaje de emisiones en hornos convencionales	100
Tabla 28-3: Tabla de materiales.....	102
Tabla 29-3: Costos determinados en los materiales.....	103

Tabla 30-3: Costos de mano de obra.....	104
Tabla 31-3: Cargos por ingeniería	104
Tabla 32-3: Costos totales del producto.....	104
Tabla 33-3: Costos generales de los insumos.	105
Tabla 34-3: Precios y cantidad para una parada.....	106
Tabla 35-3: Paradas por semana	107
Tabla 36-3: Otros precios.....	108
Tabla 37-3: Valor de reposición.....	108
Tabla 1-4: Características de los posibles materiales.....	109
Tabla 2-4: Comparación de métodos de selección de materiales.....	111
Tabla 3-4: Porcentaje de emisiones en hornos convencionales	112
Tabla 4-4: Valores medio de emisiones	113
Tabla 5-4: Comparación de emisiones.....	113
Tabla 6-4: Comparación de resultados.....	115
Tabla 7-4: Número de veces de encendido del soplador.....	117
Tabla 8-4: Temperaturas de trabajo durante la combustión.....	118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Naturaleza de instalación	8
Ilustración 2-2:	Capacidad de producción	9
Ilustración 3-2:	Clasificación del carbón.....	11
Ilustración 4-2:	Selección de materiales.....	14
Ilustración 5-2:	Conductividad térmica	18
Ilustración 6-2:	Propiedades mecánicas	19
Ilustración 7-2:	Circuito térmico representado por resistencias eléctricas	21
Ilustración 8-2:	Esquema de un cilindro hueco	23
Ilustración 9-2:	Voz del usuario	30
Ilustración 1-3:	Estructura funcional (Nivel 0)	44
Ilustración 2-3:	Diagrama de procesos	45
Ilustración 3-3:	Alternativa 1	48
Ilustración 4-3:	Alternativa 2	48
Ilustración 5-3:	Alternativa 3	49
Ilustración 6-3:	Elección final	54
Ilustración 7-3:	Especificaciones de diseño	56
Ilustración 8-3:	Motorreductor	61
Ilustración 9-3:	Transmisión de movimiento	61
Ilustración 10-3:	Eje con sus elementos	64
Ilustración 11-3:	Diagrama de cuerpo libre.....	65
Ilustración 12-3:	Plano xy	67
Ilustración 13-3:	Chumacera seleccionada.....	71
Ilustración 14-3:	Controlador T,t.....	72
Ilustración 15-3:	Paso 1-Configuración general.....	73
Ilustración 16-3:	Configuración de clave	74
Ilustración 17-3:	Temperatura máxima de trabajo	74
Ilustración 18-3:	Programación de temperatura de trabajo	75
Ilustración 19-3:	Configuración de tiempo de cocción	75
Ilustración 20-3:	Breaker C-32.....	77
Ilustración 21-3:	Contactador.....	78
Ilustración 22-3:	Alarma piloto	78

Ilustración 23-3: Botón de encendido y apagado	79
Ilustración 24-3: Termocupla bayoneta tipo J.....	79
Ilustración 25-3: Quemador para encendido de carbón.....	80
Ilustración 26-3: Bandeja de recogida de carbón	81
Ilustración 27-3: Desfogue para brasas	82
Ilustración 28-3: Blower 2in.....	83
Ilustración 29-3: Bandeja de carbón.....	84
Ilustración 30-3: Estructura aligerada para análisis.....	95
Ilustración 31-3: Sistema de análisis térmico.....	95
Ilustración 32-3: Formato de uso para software	96
Ilustración 33-3: Mallado dentro del software	97
Ilustración 34-3: Parámetros térmicos a considerar dentro del software.....	97
Ilustración 35-3: Línea de resultados dentro del software.....	98
Ilustración 36-3: Medición de emisiones	99
Ilustración 37-3: Medición de emisiones convencional vs pruebas en el producto	101
Ilustración 1-4: Método gráfico barras	110
Ilustración 2-4: Método gráfico burbujas	111
Ilustración 3-4: Resultados del mallado	114
Ilustración 4-4: Resultados de temperatura.....	115
Ilustración 5-4: Flujo de calor	116
Ilustración 6-4: Ciclo de encendido del soplador	118
Ilustración 7-4: t vs T etapa de precalentamiento.....	120
Ilustración 8-4: Determinación tiempo vs temperatura durante la combustión.....	121

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2:	Balance energético.....	21
Ecuación 2-2:	Transferencia de calor por conducción.....	22
Ecuación 3-2:	Cilindros huecos.....	22
Ecuación 4-2:	Ley de Fourier.....	23
Ecuación 5-2:	Convección.....	24
Ecuación 6-2:	Radiación.....	24
Ecuación 7-2:	Balance energético.....	25
Ecuación 8-2:	Balance energético.....	25
Ecuación 9-2:	Número de Biot.....	26
Ecuación 10-2:	Número de Fourier.....	26
Ecuación 11-2:	Conducción en régimen transitorio.....	26
Ecuación 12-2:	Número de Grashof.....	27
Ecuación 1-3:	Índice de mejora.....	39
Ecuación 2-3:	Media.....	53
Ecuación 3-3:	Potencia para la correa.....	62
Ecuación 4-3:	Relación de transmisión.....	62
Ecuación 5-3:	Distancia entre centros.....	62
Ecuación 6-3:	Longitud de la correa.....	63
Ecuación 7-3:	Distancia entre centros corregida.....	63
Ecuación 8-3:	Peso.....	65
Ecuación 9-3:	Torques.....	65
Ecuación 10-3:	Sumatoria de fuerzas en y.....	67
Ecuación 11-3:	Capacidad de carga dinámica.....	69
Ecuación 12-3:	Factor de vida.....	69
Ecuación 13-3:	Factor de velocidad.....	70
Ecuación 14-3:	Carga estática.....	70
Ecuación 15-3:	Carga estática radial equivalente.....	70
Ecuación 1-4:	Error.....	115
Ecuación 2-4:	Error relativo.....	115

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FAMILIA DE MATERIALES
- ANEXO B:** SELECCIÓN DE MATERIALES
- ANEXO C:** ACERO INOXIDABLE PLANO
- ANEXO D:** ENCUESTA APLICADA
- ANEXO E:** TABULACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA
- ANEXO F:** CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR
- ANEXO G:** VALORES PARA CÁLCULO DE CORREAS
- ANEXO H:** TABLAS PARA SELECCIÓN DE RODAMIENTOS
- ANEXO I:** FICHA TÉCNICA
- ANEXO J:** MEDICIÓN DE EMISIONES
- ANEXO K:** CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN
- ANEXO L:** MÓDULO DE PRUEBAS

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue diseñar y construir una cámara de combustión para un horno asadero de pollos de tal manera que se logre reducir las emisiones en comparación con los hornos convencionales. Para lograr este cometido inicialmente se ha detallado la selección de materiales mediante software hallando el elemento más adecuado para la aplicación. Posteriormente ya con el diseño apropiado se propuso un análisis térmico tanto manualmente como con los respectivos cálculos, así como el uso de software para constatar cada uno de los resultados que se hayan generado durante el proceso. Durante el proceso de combustión se hizo uso del instrumento adecuado para la medición de emisiones y gases respectivamente. Generalmente es preciso promover un protocolo de funcionamiento para que se establezca un manual de mantenimiento del elemento además de la programación inicial dentro del interfaz. Como resultados se obtuvo que, el asadero de pollos debe trabajar con una temperatura aproximada de 220°C con un mínimo de 200°C tomando en cuenta las características que la proteína como tal representa. Mediante las diferentes pruebas y cálculos se llegaron a estos datos además de mencionar que la temperatura inicial de precalentamiento debe mantener un total de 250°C con un tiempo de 10 a 12 minutos. De lo planteado se logró obtener un porcentaje de disminución de emisiones mayores a lo esperado por lo que se ha culminado con éxito determinado un 46,0% de reducción de emisiones dentro de la cámara de cocción donde se ubicó el elemento. Se concluyó que la cámara de combustión aislada con el sistema de control de temperatura y tiempo asume un funcionamiento autónomo con características ecológicas y ergonomía adecuada. Se recomienda investigar el uso de la grasa resultante para otras aplicaciones en la industria.

Palabras clave: <HORNO ECOLÓGICO> <CÁMARA DE COMBUSTIÓN> <ANÁLISIS TÉRMICO> <EMISIÓN DE GASES> <MANUAL DE MANTENIMIENTO>.

1395-BDRA-UTP-2023



SUMMARY

The main objective of this work is to design and build a combustion chamber for a chicken roast oven in such a way as to reduce emissions compared to conventional ovens. To achieve this goal, initially the selection of materials has been detailed by means of software, finding the most suitable element for the application. Subsequently, with the appropriate design, a thermal analysis was proposed both manually and with the respective calculations, as well as the use of software to verify each of the results that have been generated during the process. During the combustion process, the appropriate instrument was used to measure emissions and gases respectively. Generally, it is necessary to promote an operating protocol so that a maintenance manual for the element is established in addition to the initial programming within the interface. Within the results, the chicken broiler should work with an approximate temperature of 2200C with a minimum of 2000C considering the characteristics that the protein as such represents. Through the different tests and calculations, these data were reached, in addition to mentioning that the initial preheating temperature must maintain a total of 250 0 C with a time of 10 to 12 minutes. From what was proposed, it was possible to obtain a percentage reduction in emissions greater than expected, which is why a 46.0% reduction in emissions has been successfully completed within the cooking chamber where the element was located. It was concluded that the isolated combustion chamber with the temperature and time control system assumes autonomous operation with ecological characteristics and adequate ergonomics. It is recommended to investigate the use of the resulting grease for other applications in the industry.

Keywords: <ECOLOGICAL OVEN> <COMBUSTION CHAMBER> <THERMAL ANALYSIS> <GAS EMISSION> <MAINTENANCE MANUAL>



Lic. Luis Francisco Mantilla Cabrera Mgs.

CI: 0603747809

INTRODUCCIÓN

En términos generales la ingeniería comprende una amplia gama de conocimientos de los que se pueden establecer algunas ramificaciones que promueven directamente el desarrollo, científico, tecnológico y ergonómico pensando en instrumentos detallados para el bienestar de los individuos. El estudio de algunos elementos dentro de la rama ingenieril adecua nuevos aportes en diferentes áreas que la misma terminología representa como termodinámica, transferencia de calor, fluidos, etc.

Los elementos que se derivan o trabajan con transferencia de calor, materiales y otros elementos generalmente tienden a producir emisiones contaminantes que tienen como sumidero el ambiente lo que genera malestar y contaminación en diferentes puntos. Muchas de estas asimilaciones representan un gran daño a nivel nacional y mundial como referente se conoce el existe un sin número de locales dedicados a la cocción de alimentos que usan, glp, carbón, leña y otros elementos contaminantes por lo que trabajar en la reducción de emisiones es un tema importante considerando las condiciones que hoy en día se están analizando. Es decir, específicamente en los asaderos de pollos que su usan estos sistemas se genera una gran cantidad de contaminación por lo que es necesario trabajar en un diseño que disminuya estas condiciones.

Las cámaras de combustión tipo ecológicas permiten la reducción de emisiones en los hornos asaderos de pollos tomando en cuenta las emisiones de CO₂, CO, y otras que se han analizado es necesario precisar la disminución de emisiones a través de un diseño adecuado, ergonómico y con diferentes concepciones estimadas durante la combustión.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En un trabajo de titulación “Diseño básico de una cámara de combustión para una micro turbina a gas” aplicando una metodología de trabajo experimental específica que las cámaras de combustión proponen un funcionamiento adecuado y óptimo de acuerdo con las condiciones del combustible y dentro de los términos de cocción de los alimentos tomando a consideración el asado de pollos usando una cámara de combustión a lo largo de los años ha ido mejorando algunos de estos elementos constitutivos sin embargo la contaminación es totalmente evidente en estos modelos convencionales. Las máquinas usadas para el asado de pollos a lo largo de los años han tenido una utilización muy extensa encargándose de la cocción de estos elementos con una supervisión totalmente adecuado por uno o varios trabajadores en un determinado puesto de empleo (Subiabre, 2017).

En proyecto de “Diseño y simulación de un horno vertical para el asado de pollo parrilleros” aplicando un diseño ergonómico y la experimentación en su trabajo asevera que el uso de hornos para la cocción de pollo producen partículas de hollín, polvo y principalmente humo por lo que es importante trabajar en la implementación de parámetros ecológicos que disminuyan todas las emisiones y eliminen un porcentaje de la contaminación a nivel mundial, nacional, regional o local (Morán, 2014).

En un estudio de “partículas de polvo, hollín, humo y aerosol” aplicado en Europa, América y algunos lugares asiáticos determinó que las partículas menores a 10 micrómetros pueden llegar a acumularse en los pulmones. Adicionalmente todas las partículas emitidas por combustibles, quemas de residuos, cultivos y equipos que funcionan con carbón comprenden un problema mundial de salud pública y se incluye maquinarias con emisiones totalmente bajas. Por ende, la contaminación del ambiente generado por los hornos asaderos de pollos, aunque se ubique en un nivel bajo comprende el uso de carbón y GLP por lo que se convierte en una epidemia a nivel global. Según los datos estadísticos de esta organización existen 24900 muertes anuales relacionadas a estas emisiones mientras que 83000 muertes se atribuyen a una contaminación en el hogar y locales comerciales (OMS, 2016).

En una investigación “La emergencia del cambio Climático en América latina y el Caribe” la intensidad del uso del carbón a lo largo de los años en Centroamérica específicamente en 7 países ha tomado una gran trascendencia formando una economía basada en principios del uso de este elemento esto se asevera en un estudio delimitado desde 1990 a 2016, de la misma manera se ha proliferado la utilización de combustibles y elementos derivados del carbón que generan un alto índice de contaminación ya sea en el sector automotriz, industrial o alimentos tomando en cuenta que este último es utilizado en parrillas u hornos de uso en restaurantes y hogares. En referencia al año 2016 se ha hecho una progresión hacia el año 2030 y se prevé un aumento de 2,8 ton CO2 por año a 4 toneladas generando aún más problemas de contaminación (Báncera et al. 2020).

Los procesos industriales consisten transformar la materia prima en elementos de uso común. El empleo de sustancias químicas en ciertos procesos es inevitable por lo que se generan muchas emisiones de todo tipo. De esta manera los problemas ambientales en Ecuador son principalmente ocasionados por el mal manejo de las sustancias y otros usos industriales. En nuestro país existen una amplia gama de procesos industriales donde las sustancias químicas, combustibles y otros tienen gran influencia esto implica que la contaminación ambiental se ha proliferado en muchas ciudades de gran concurrencia a razón del uso de automóviles, chimeneas, gases, etc (Correa et al 2014.)

Uno de los ámbitos ligados a esta investigación conduce a las afecciones que puede causar al ambiente las emisiones generadas por la industria alimenticia en los “asaderos de pollos” específicamente. Se comprende que la venta y producción de pollos a la brasa se realiza en hornos de uso común y con funcionamientos tradicionales con la implementación de la cámara de combustión de diseño variado, pero con el mismo principio. Dentro de esta cámara se usa carbón o gas para su combustión tomando el ambiente como sumidero, aplicando chimeneas de desfogue de entre 3 a 15 metros de altura evitando el contacto cercano con los clientes, pero con una alta incidencia en la contaminación ambiental comprendiendo que el viento y su dirección hace que todas estas emanaciones afecten a la población.

En el “Plan de Marketing para el restaurante Pollo Box en la Ciudad de Guayaquil” Expresan que las regiones Costa y Sierra de Ecuador poseen un alto consumo de alimentos derivados del pollo y además productos derivados. La afluencia del consumo de este alimento fluctúa en diferentes horarios tomando en cuenta que las horas de medio día hasta las 2pm y en la noche de 6 a 10 pm se concentra una mayor cantidad de compradores que prefieren el pollo asado en carbón como

principal alimento. El periodo considerado para la cena posee una mayor cantidad de ventas y consumo de este producto optando por el pollo asado con carbón como principal combustible sin tomar en cuenta la cantidad de contaminación que produce en un día de trabajo (Novillo et al. 2020).

La instalación de asaderos de pollos dentro de la ciudad conlleva muchos procesos alternativos y es necesario efectuar un análisis antes de la instalación de estos elementos. Los asaderos de pollos emiten muchas emisiones en concordancia con el combustible con el que trabajan y al mezclarse la grasa con el carbón o algún otro combustible es factible que esta contaminación crezca. Al comprender todo esto en Riobamba se tiene una gran cantidad de locales comerciales dedicados a esta labor con hornos convencionales que agregan emisiones al ambiente por lo que es prudente asimilar mejores condiciones de trabajo (Sánchez 2014).

1.2. Formulación del problema

La cámara de combustión de los hornos usados para el asado de pollos en la provincia de Chimborazo se ha ido proliferando en los últimos años debido a la afluencia de gente y crecimiento de la población lo que ha hecho que aumente el consumo de pollo asado en la provincia, sin embargo estos cambios también se relacionan con el uso de esos hornos convencionales, que provocan un alto índice de contaminación y no se percibe a simple vista tomando en cuenta que sus desfuegos este ligados al ambiente como sumidero a una altura de 5 a 15m de altura. Todas estas variantes establecen partículas de humo, hollín y polvo peligrosas para la salud si son absorbidas por los pulmones en gran cantidad o en lapsos diarios como es el caso de los trabajadores y operarios de estas máquinas.

Lo hornos asaderos de pollos convencionales han sido creados bajo parámetros de uso específicos sin embargo los mantenimientos en estas máquinas se los realizan una vez que dejan de funcionar lo que provoca que se produzcan más emisiones de las esperadas debido a la acumulación de residuos además de provocar riesgos psicosociales en los trabajadores por lo que es necesario trabajar en todos esos ambientes para mejorar las condiciones de trabajo y disminuir emisiones.

1.3. Justificación

En concordancia a la problemática planteada es necesario generar un equipo con esas especificaciones dentro de un contexto laboral y ecológico por lo que es de vital importancia que

mediante el área de diseño mecánico se efectúen las acciones necesarias para satisfacer estas necesidades. Dentro del ambiente estructural y mecánico se plantea efectuar las especificaciones del sistema de transmisión y motorreductor para la adecuación de la velocidad en la cámara de combustión. La finalidad del ambiente mecánico también es el armazón de la estructura y los respectivos procesos de ensamblaje para la producción con planimetría especificada.

En la parte mecánica se genera una selección de materiales adecuados para la preparación y consumo de alimentos recordando que no todos los aceros o similares están direccionados a la industria alimenticia por lo que es primordial evaluar el material adecuado para mantener la salud y bienestar de los usuarios.

Dentro de la cocción del pollo se debe verificar también parámetros de transferencia de calor en la cámara de combustión con actividades de evaluación y estimación de tiempos de cocción con los respectivos términos de consumo. El calor puede ser transmitido por varios métodos que pueden influenciar en el tiempo estimado de cocción y la determinación de algunas características que se tomaran en cuenta en la cámara de combustión.

Con la finalidad de obtener la ergonomía finalmente es conveniente adecuar un horno funcional con alarmas de estimación de tiempo para verificar la cocción del pollo este propósito es propuesto con el uso de la programación como establecimiento final de funcionamiento.

1.4. Alcance

El horno se establecerá como un prototipo de trabajo semiautomático que tendrá una capacidad de funcionamiento con pollos de 5libras con una totalidad de 12 ejemplares para constatar lo planteado. De las emisiones emanadas al ambiente por hornos convencionales con campana extractora y ducto de sumidero que adjuntan contaminación entre el 90 y 98% al medio ambiente, la maquina propuesta pretende disminuir estas emisiones en un 20% adecuando una cámara aislada de combustión para evitar el contacto de las grasas con el carbón y las emisiones sean menores. Para mejorar la ergonomía se planea implementar un quemador para el encendido del carbón con la finalidad de que el operario establezca una minoría de tiempo en su trabajo.

Esto se plantea adecuar con la utilización de un sistema de control de tiempo y temperatura acoplada con una termocupla J y un tiempo programado de 1 hora con un precalentamiento inicial.

Adicionalmente para la cámara de combustión y la máquina total se planea especificar la selección de materiales aptos para la cocción del pollo con un Software especializado en este caso CES Edupack, posteriormente para su diseño con especificaciones de construcción se utilizará SOLIDWORKS y finalmente para el análisis térmico de la Cámara de combustión se prevé usar el Software ANSYS.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar y construir un horno ecológico para el asado de pollos cuya cámara de combustión funcione a gas y carbón.

1.5.2. Objetivos específicos

- Proyectar un diseño técnico de la cámara de la combustión con funcionamiento a gas y carbón para mejorar la ergonomía y el algoritmo de trabajo.
- Desarrollar un análisis térmico de la cámara de combustión con la finalidad de establecer la transferencia de calor a la cámara de cocción.
- Efectuar el montaje de la máquina con una cámara de combustión ergonómica implementando una cámara de aislamiento para mantener el poder calorífico.
- Agregar un sistema de control de tiempo y temperatura de cocción del pollo de tal manera que el algoritmo de trabajo pueda mejorar las condiciones de operación.
- Implementar un protocolo final de pruebas de funcionamiento para constatar los términos de uso funcionalidad y desempeño de la cámara de cocción.

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL

Los hornos usados para el asado de pollos muestran diseños con algunas variantes pero con un funcionamiento similar por lo que la construcción de ellos resulta muy complejo en ocasiones al contar solo con la experiencia y mas no con documentos por lo que generar estas guías ayudarían a su factibilidad y fluidez en la construcción mientras que por otro lado las emisiones generadas por estos equipos dentro de la cámara de combustión asimila un alto riesgo en la salud de los trabajadores y clientes en general por lo que se define lo siguiente.

2.1. Variable independiente

El diseño y la construcción de los hornos de asado de pollos complementa un nivel de contaminación teniendo en cuenta la actualidad y las demandas del tiempo es necesario formular características con alternativas de disminución de emisiones como CO o CO₂. Esta guía implicaba cambiar el diseño en algunos hornos que tenían las brasas por debajo del pollo. Cuando se cuenta con las brasas o la cámara de combustión debajo de la cámara de cocción el contacto del carbón con la grasa se genera gases contaminantes en alto rango (Fabre, 2014).

2.1.1. Hornos

Horno se define como una cámara de tipo aislada, donde el calor puede ser transferido desde una fuente externa o interna a un sumidero esto con un acápite principal de radiación; sin embargo, en ciertos casos también se ven relacionadas la conducción y convección de calor. Este equipo es útil dentro de las industrias alimenticias y locales de cocción con opciones de asado de pollos.

Un horno puede poseer características adversas y adecuadas para la producción y trabajo adecuado dentro de locales e industrias dedicadas a este fin.

2.1.1.1. Clasificación de los hornos

Normalmente la clasificación de los hornos esta dimensionadas por:

La naturaleza de la fuente instalada: Esta presenta algunas características de funcionamiento de acuerdo con las especificaciones del equipo manteniendo ciertas especificaciones que regularmente están centrados en derivados del petróleo o energías complementarias como la eléctrica o mecánica.

En consecuencia, con esto a continuación presentamos sus características. En la naturaleza de la fuente también es necesario mencionar que este tipo puede ser variado utilizando ciertos campos de la programación, así como algunos emisores derivados del petróleo dentro del campo industrial (Fabre, 2014).

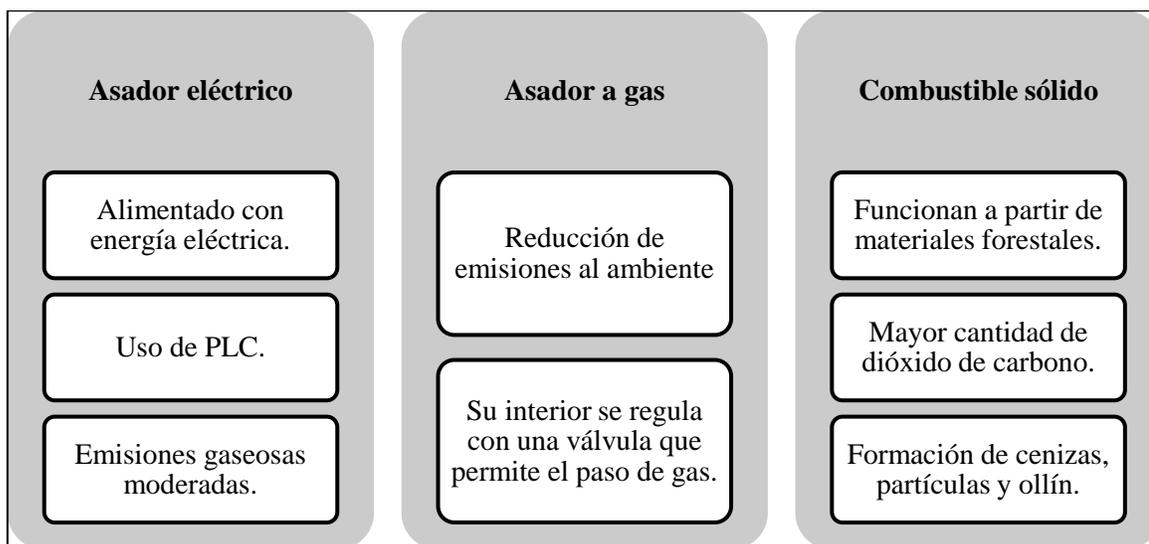


Ilustración 1-2: Naturaleza de instalación

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Por la capacidad de producción del horno: Como su nombre indica esta parte de la clasificación percibe la cantidad de producción dentro de una industria, local comercial o simplemente el hogar. Dentro de la capacidad podemos expresar también el peso del elemento y la cantidad de producción verificando los pasos de cocción. Una vez expresado lo anterior se menciona lo siguiente:

Asador de uso doméstico
Capacidad máxima de 2 a 3 kilogramos.

Asador de uso comercial
Su capacidad máxima depende del tamaño del horno.

Ilustración 2-1: Capacidad de producción

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

2.1.2. Variable dependiente

La cámara de combustión de muchas maquinas comprenden del corazón de los procesos más comunes, por lo que, dentro de los asaderos, esta cámara representa la adecuada cocción de los alimentos interpretando algunas variables como sabor y tiempo que relacionadas adecuadamente. Esta parte de la maquina representa el lugar donde los procesos de quema de combustible y combustión de estos se llevan a cabo para efectuar un choque térmico que provocara la cocción de los alimentos dentro del proceso adecuado. Es decir que dentro de esta se generan gases y procesos de quema de carbón y combustible respectivamente especificando el asado de pollos (Mejía, 2014).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Condiciones de operación

Las características de las variables que se evalúan dentro de este proyecto se encuentran ligadas consecutivamente para la formación del producto planteado, por lo que es necesario analizar algunos temas de gran influencia, para entender con más claridad el funcionamiento y composición de la maquina así como algunos procesos de gran incidencia en el proceso de asado de pollos. Asimilando los nuevos parámetros de funcionamiento a algunas condiciones de operación se presentan las siguientes definiciones y dimensiones de trabajo.

2.2.2. Temperatura

Según las todas estas experiencias y temperatura de trabajo se considera que el pollo debe asarse a una temperatura que oscila entre 180°C a 200°C sin embargo se debe plantear un precalentamiento

inicial del horno con una temperatura superior y luego estabilizarse. Es por ello por lo que es recomendable asimilar una temperatura inicial de 250°C a 300°C dependiendo de la capacidad del horno y la temperatura máxima que pueda alcanzar. Se considera que en general el asado se debe desarrollar entre una temperatura de 180°C a 200°C (Christian et al. 2016).

2.2.3. *Tiempo*

En lo que respecta a los tiempos de asado la mayoría de los operarios y personas involucradas basan las estimaciones de asado en su intuición y experiencia personal por lo que no siempre el resultado es el deseado. A consecuencia el producto tiende a cambiar la cocción, sabor y textura por esto existen diferentes tiempos y temperaturas si se emplean cortes, sin embargo, en el horno planteado el pollo estará con sus presas completas para la uniformidad de asado (Guzmán et al. 2016).

Una vez que las brasas ya se hayan conformado después de 20 minutos considerando un nivel de calor medio o alto la manera de conocer si la braza es la adecuada es mantener la mano sobre la braza a una altura aproximada de 15 centímetros y si se logra mantener un tiempo de 6 segundos el horno está listo para trabajar. Asimilando ráfagas de aire caliente con calor directo para la cocción y asado de pollos es pertinente estimar el tiempo normal de este proceso por lo que en pollos enteros se estima un valor aproximado entre 60 y 90 minutos sin embargo si se alberga una cocción mixta este tiempo puede disminuir perdiendo sabor y textura por lo que en el caso del horno de trabajo se utilizaran esos tiempos mencionados (Solís, 2018).

2.3. Combustible

El combustible sujeto al trabajo para la cámara de combustión de los asaderos de pollo es usualmente el carbón que propone un encendido lento con algunos riesgos de seguridad en su ignición, sin embargo, es conveniente tomar en cuenta la lenta combustión de este elemento. Dentro de los caminos para encender el carbón con el pasar de los años se han ido adicionando líquidos de media y alta flamabilidad con el objetivo de facilitar esta tarea (Camou, 2015).

2.3.1. *Carbón*

Dentro de la composición fisicoquímicas de carbón es prudente asimilar como primer punto la materia orgánica de la que proviene y en segundo punto el material mineral. En cuanto a la materia

orgánica que comprende el carbón se considera que la predominante es la vegetal, aunque puede tener composiciones aliadas como carbohidratos, celulosa, lignina, glucosas, etc. La turba se atribuye el origen del carbón que mediante procesos biogénicos y geoquímicos llegan a ese resultado (Mejía, 2014)

Es necesario definir los tipos de carbón que se puede encontrar y especificar el tipo que se utilizará para la cámara de combustión que en este caso será carbón vegetal:

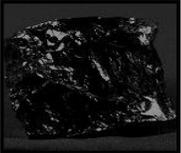
Turba	Lignito	Antracita	Carbón Bituminoso	Carbón Vegetal
				
Posee menor combustión y poder calorífico.	Muy abundante de apariencia leñosa y fibrosa.	Muy duro con mayor poder calorífico y menor volatilidad.	Contiene betún con mayor capacidad de combustión que el lignito.	Se utilizó como combustible y tiene mas poder calorífico que la madera.

Ilustración 3-2: Clasificación del carbón

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

2.3.1.1. Carbón vegetal

Generalmente el carbón vegetal se muestra como un combustible de carácter sólido, poroso y frágil con una apariencia leñosa de color negro a razón de su alto contenido de carbono. Para la obtención de este material es necesario la quema de madera a una temperatura que puede cambiar de 300°C a 800°C. El poder calorífico que representa este material pueda llegar a obtener un valor total de esta variable aproximada es de 28000 y 36000 KJ/Kg. Esta propiedad será aprovechada por el horno para la cocción adecuada de sus elemento (Guzmán et al. 2016).

- *Usos*

El consumo del carbón es determinando a una escala global a consecuencia de la influencia industrial que posee tomando en cuenta su temperatura e ignición este mineral resulta muy apropiado dentro de las empresas con diferentes fines y para la obtención de diferentes minerales

que se conocen dentro de áreas como ingeniería, arquitectura, alimentos, etc. Como combustibles sólidos se asimila en la industria alimentaria, acerías, fundiciones y otros usos. Dentro de la industria de alimentos es normalmente utilizado para cocinas, parrilladas y restaurantes en general por lo que es pertinente mencionar el elemento que se utilizara a lo largo del trabajo. Generalmente acentúa su uso para aditivos y pigmentos tomados como principal uso en las industrias alimenticias y textiles. En estado aglomerado generalmente toma su forma como fuente de energía de algunos elementos y máquinas. Se puede presentar también como pellets y otros derivados que pueden formar energía y otras características de ignición en elementos (Arequipa, 2018).

2.4. Emisiones

La cocción y comercialización de los pollos a la brasa normalmente provocan emisiones contaminantes y de acuerdo a un estudio realizado por el programa regional de Aire Limpio en Arequipa, Trujillo, Cusco y Lima, las ciudades más contaminadas del país y financiado por la Cooperación Suiza, determinó que el humo que emanan los hornos de pollería producto de la combustión de la grasa con el carbón encendido, provocan una serie de partículas contaminantes que se concentran en el aire e incluso en el mismo pollo a la brasa, lo que a largo plazo puede afectar la salud de las personas (Arequipa, 2018).

Entre las principales emisiones dentro de un horno para pollos se encuentran las cenizas que se producen calentando el carbón hasta su punto máximo (rojo vivo) con la ayuda del aire y el combustible se logra que exista una combustión a temperaturas altas sin embargo se forman pequeños residuos de ceniza, polvo y hollín presentes fundamentalmente en la madera tomados del suelo como los contaminantes y otros elementos. El contenido de ceniza que produce el carbón vegetal puede oscilar en el rango del 0.5 al 5%, en conformidad con el tipo de madera que se utilice además de la especie, cantidad de corteza incluida en el proceso de carbonización adicionada la cantidad de contaminación que relaciona la tierra y arena. Como un dato adicional se tiene que un buen carbón vegetal tiene un porcentaje de ceniza del 3% (Guzmán et al. 2016).

2.5. Sistema de control

El sistema de control más común en la industria permite a una zona del horno el agregar/restar capacidad de calentamiento para prevenir subidas y bajadas de temperatura. Sin embargo, debido a que este control solo se enfoca en temperatura, no se alcanza una verdadera precisión. En realidad,

se pueden presentar situaciones en las cuales este esquema realmente funciona contra sí mismo, causando una pérdida incrementada y; en algunos casos, reduce la efectividad para reducir el calor latente del horno.

2.5.1. Termocupla

La temperatura se contempla como una variable muy fundamental en lo que contempla el desarrollo humano, esto se ha conformado como una de las columnas de nuestro avance. El control de una temperatura consiste en adecuar parámetros para poder modificar o alterar un ambiente adecuándolo a nuestra conveniencia.

La termocupla se define como un sensor usado para la medición de la temperatura que puede ubicarse en distritos ambientes ya sean o no industriales. Estos elementos pueden llegar a tener una gran cantidad de formas y dimensiones de acuerdo con su aplicación.

Tabla 1-2: Tipos de termocuplas

Tipo	Material		Rango	
	Negativo	Positivo	Mínimo	Máximo
J	Constantán	Hierro	0°C	750°C
K	Alumen	Cromo	-180°C	1250°C
T	Constantán	Cobre	-180°C	400°C
E	Constantán	Constantán	-180°C	900°C

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

De lo observado se pueden notar los diferentes rangos de funcionamiento de las termocuplas por lo que para la aplicación que se pretende trabajar es claro establecer el uso del tipo J al tener una temperatura máxima de 400°C dentro de la cámara de combustión que es la temperatura de combustión del carbón sin embargo las condiciones de la cámara de cocción son diferentes y menores por lo que este elemento se ubicara en un lugar estratégico respectivamente.

2.5.2. Diseño de la cámara de combustión

La cámara de combustión relaciona varios materiales que intervienen en su diseño y montaje por lo que es importante seleccionar estos elementos adecuadamente con el criterio ingenieril. A continuación, presentamos algunos parámetros a tomar en cuenta en el diseño:

2.5.2.1. Selección de materiales

Para cada maquinaria es necesario plantear una selección de materiales con una adecuada viabilidad tomando en cuenta el ámbito de aplicación en el que se encuentra la máquina y de acuerdo con la línea de investigación. Dentro de la selección de materiales se deben tomar en cuenta una gran cantidad de especificaciones por lo que es pertinente tomar algunas de ellas para que el trabajo tome los caminos de ingeniería adecuada. Dentro del diseño de máquinas y elementos la selección de un material es una de las decisiones más importantes que debe tomar el ingeniero. Muchas de las propiedades de los materiales mantienen distintas características por lo que sus aplicaciones pueden llegar a cambiar en dependencia de su uso. La selección de materiales se basa en el empleo de graficas que representan datos de diferentes propiedades, clases y familias incluidas de materiales tomando en cuenta algunos filtros o especificaciones como rigidez del material, precio, composición, propiedades físicas entre otras. Es por esto por lo que se presenta la siguiente imagen para selección de materiales (Budynas et al. 2012).

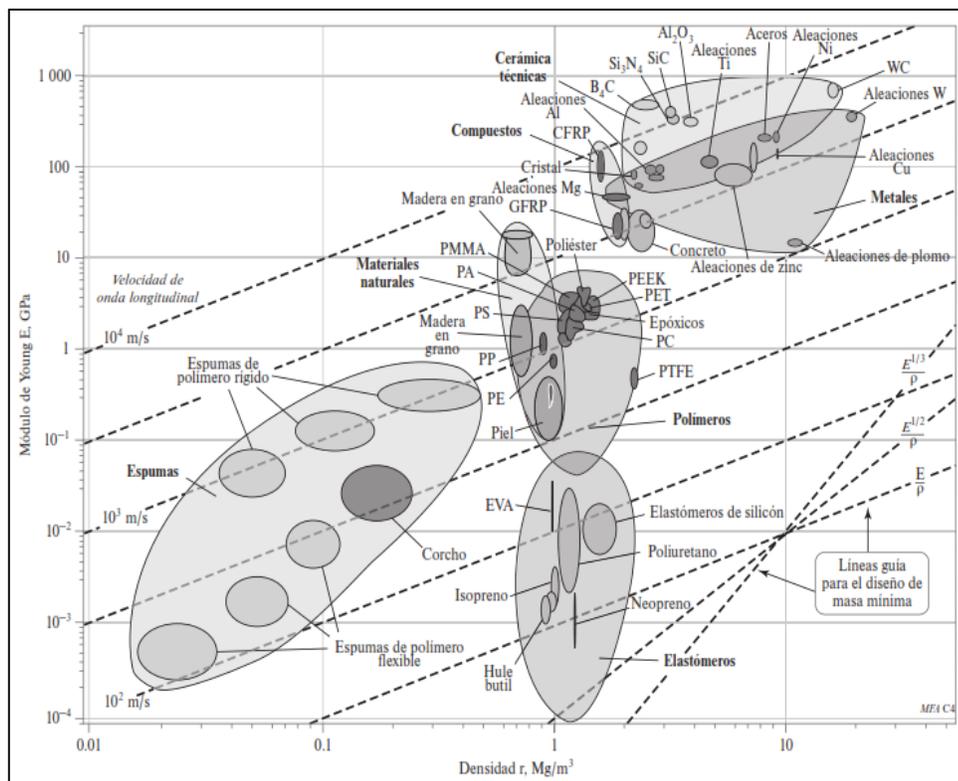


Ilustración 4-2: Selección de materiales

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Fuente: (Budynan et al. 2012).

En la imagen anterior se puede observar en el eje vertical el módulo de Young en Gpa mientras que en el eje vertical observamos la Densidad Mg/m^3 mientras se hayan filtrados las especificaciones para la fabricación de la maquina las gráficas especificarán el material requerido para el trabajo.

El material usado generalmente para hornos asaderos de pollos es el acero inoxidable por lo que se pueden evidenciar algunos materiales:

2.5.2.2. Tipos de materiales inoxidables

Los aceros inoxidables en su mayoría han sido seleccionados por su alta resistencia a la corrosión. El porcentaje de cromo presente en estos materiales evita el contacto del material con el oxígeno y el ambiente. Existen algunas clases de materiales las que se presentan a continuación:

Tabla 2-2: Aceros inoxidables

Acero	% C	%Cr	%Ni	Otros	Resistencia mecánica a la tensión (psi)	Esfuerzo de cedencia (psi)	% de elongación	Estado
Austenítico								
201	0,15	17	5	6,5 % Mn	95000	45000	40	Recocido
304	0,08	18	10		75000	30000	30	Recocido
					185000	140000	9	Deformado en frío
304L	0,03	19	10		75000	30000	30	Recocido
316	0,08	17	12	2,5 % Mo	75000	30000	30	Recocido
321	0,08	18	10	0,4% Ti	85000	35000	55	Recocido
347	0,08	18	11	0,8 % Nb	90000	35000	50	Recocido
Ferrítico								
430	0,12	17			65000	30000	22	Recocido
442	0,12	20			75000	40000	20	Recocido
Martensítico								
416	0,15	13		0,6% Mo	180000	140000	18	Templado y Revenido
431	0,2	16	2		200000	150000	16	Templado y Revenido
440C	1,1	17		0,7% Mo	285000	275000	2	Templado y Revenido

Endurecimiento por precipitación								
17-4	0,07	17	4	0,4% Nb	190000	170000	10	Endurecido por envejecimiento
17-7	0,09	17	7	1,9% Al	240000	230000	16	Endurecido por envejecimiento

Fuente: (Askeland, 1998).

De lo observado el material usado para el asadero debe ser acogido de esta tabla especificando la necesidad del diseño.

2.5.3. *Propiedades físicas*

Dentro de las propiedades a consideración para la selección de materiales conviene tomar en cuenta algunas características que los mismos elementos puedan poseer para su posterior utilización dentro de una máquina o un elemento de esta por esto se debe considerar la densidad, propiedades térmicas y propiedades ópticas que se detallan a continuación:

2.5.3.1. *Densidad*

La conformación entre la relación de masa y volumen determina una de las más importantes características de selección de un material. Esta propiedad tiene una incidencia directa en algunos aspectos de funcionalidad de los equipos. De lo mencionado se puede dar énfasis al peso del material, el coste y las frecuencias soportadas a velocidades críticas; estas variables hacen que la densidad cumpla un papel muy importante para seleccionar adecuadamente un material (Romeba, 2008).

2.5.3.2. *Propiedades ópticas*

La respuesta a las radiaciones electromagnéticas y aspectos térmicos determina las propiedades ópticas de un material es decir que la luz incidente que se refleja en la superficie del material se puede transmitir o absorber generando energía. Dentro de estos principios es pertinente mencionar que los materiales pueden ser transparentes, translúcidos y opacos esto en conformidad al paso de la luz a través de ellos si es el caso (Romeba, 2008).

2.5.4. Propiedades térmicas

Cuando se aplica calor a un material su respuesta térmica es irrefutable por lo que dentro de la selección de materiales constituye un aspecto muy fundamental a tomar en cuenta. Las propiedades térmicas de los materiales engloban algunas características dentro de su determinación de los que se puede considerar la dilatación térmica, conducción térmica, capacidad calorífica, entre otras. Estas especificaciones se toman en cuenta siempre que existe la selección de un material antes de su instalación en maquinarias (Camou, 2015).

2.5.4.1. Dilatación térmica

Para la dilatación térmica la adición de temperatura al material comprende su definición. Esta propiedad tiene importantes consecuencias en el diseño y construcción de las máquinas. Todo se relaciona con sus parámetros de cambio dimensional, modificación del juego, origen de tensiones térmicas, que nacen en los materiales.

2.5.4.2. Capacidad calorífica

Los materiales independientemente de su forma o clasificación pueden tener un alta, media o baja capacidad para la retención de energía y calor de lo que el calor específico toma si incidencia como unidad principal de la siguiente manera. La capacidad calorífica de un material se interpreta como la energía absorbida o cedida de un material por unidad de más tomando en cuenta la variación de 1°K en su temperatura, su unidad de medida es de J/Kg.K . (Romeba, 2008).

2.5.4.3. Conductividad térmica

Se transmite desde un material de mayor temperatura a uno de menor coeficiente térmico. Esta propiedad se mide mediante la conductividad térmica. Se debe tener en cuenta siempre los siguientes términos:

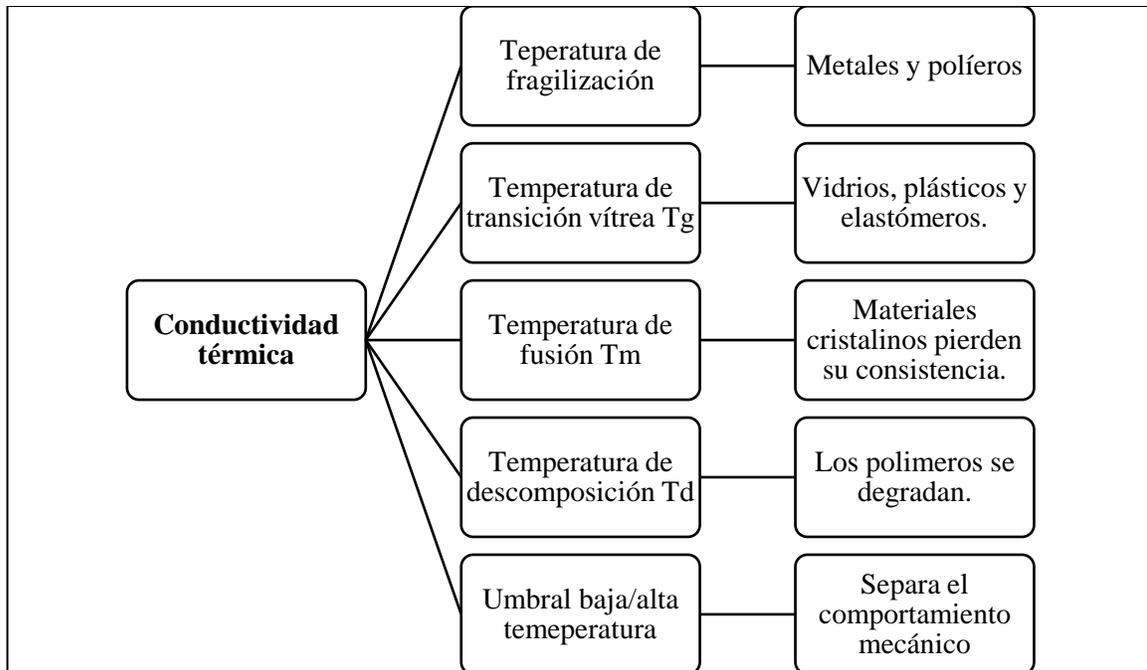


Ilustración 5-2: Conductividad térmica

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

2.6. Propiedades mecánicas

Las propiedades de los materiales poseen un amplio rango de características propuestas para escoger un material adecuado. Dentro de estas características se toma mucho a consideración la rigidez, resistencia, deformación entre otras definiciones.

Algunas propiedades mecánicas para los materiales tienden a ser totalmente propias de los materiales. En el caso de los aceros estos poseen algunas muy diferentes y cuando son tratados térmicamente u otras metodologías cambian algunas características y en ciertos casos hasta su microestructura interna por lo que se puede ver afectado el material. Estas propiedades pueden ser volumétricas o superficiales que comprende el estado del material así como su composición que debe ser tomada en cuenta para la selección de materiales para las diferentes máquinas que se requieran.

Finalmente, cada una de las propiedades mostradas son propias de los materiales lo que implica que no podrán variar o cambiar alguna magnitud. De la misma manera es prudente señalar que es necesario evidenciar sus características para conocimiento general y de trabajo además de mantener un índice de conocimiento relacionado a los diferentes materiales que se puede encontrar en el

ámbito ingenieril además de mostrar las características de estos elementos para estimar un uso más adecuado y con aplicaciones mucho más correctas.

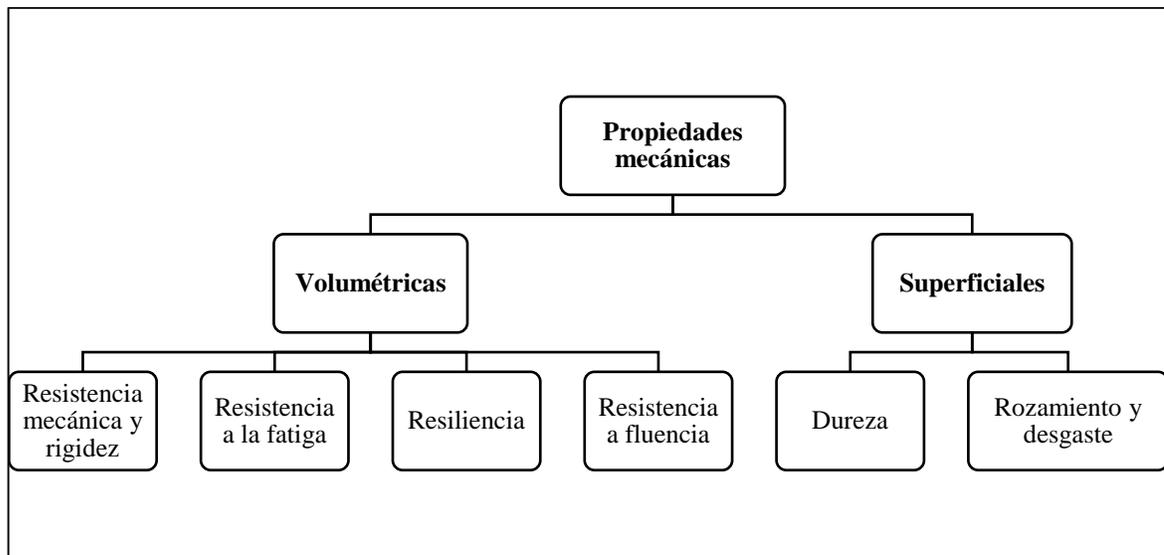


Ilustración 6-2: Propiedades mecánicas

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

2.7. Propiedades alimenticias

Para la aplicación del trabajo planteado es necesario precisar los tipos de materiales de ensamblaje de la máquina. Por lo que el uso progresivo se verá reflejado en aceros inoxidable auténticos al Mn. Estos aceros pueden trabajar adecuadamente con los alimentos y ciertos residuos contaminantes así como oxidantes por lo que estos materiales pueden trabajar a altas temperaturas y muchos ambientes sean o no corrosivos.

2.8. Cámara de cocción

Este es uno de los procesos de cocción de alimentos que más éxito tiene entre los profesionales hoy en día debido a que, como su nombre indica, la cocción mediante vapor conserva la humedad del producto consiguiendo así que no se sequen y queden jugosos todos los alimentos que se cocinen de esta forma. También conserva mejor las propiedades organolépticas de los productos gracias a que no necesitamos sobrecalentar las grasas como el aceite que utilizamos a la hora de cocinar. La cocción al vapor también es ideal para procesos de cocción al vacío y baja temperatura.

2.9. Funcionamiento

Es un horno que posee una cámara de cocción redonda para facilitar la circulación del aire. El producto para cocer debe estar en movimiento, esto se consigue instalando un motor que facilite la rotación al dispositivo donde va a estar instalado el producto.

- Cocción del producto uniforme
- Menor tiempo de cocción 20
- Gran capacidad
- Uso de carbón y gas

2.9.1. Pre calentamiento

Para el proceso de asado de pollos es normal que el horno de trabajo tenga un pre calentamiento adecuado para cocer mejor los productos por lo que es necesario adecuar una temperatura inicial de 250°C durante 15 a 20 minutos. Con esta acción el horno obtendrá la temperatura máxima para poder iniciar con su proceso.

2.9.2. Mantenimiento

Una vez hecho el pre calentamiento del horno la temperatura para mantener una cocción adecuada es de 180 a 200°C para todo el proceso de cocción hasta finalizar y el producto se encuentre servido. Es de vital importancia lograr una mantenimiento adecuada y aunque esto no se logre debido al uso del carbón es necesario acercarse a estos valores.

2.10. Análisis térmico

Dentro de las características y propiedades que debe mantener un equipo para la cocción y asado de alimentos en este caso el pollo existe algunos métodos de transferencia de calor a los que está sometido el alimento durante su procesamiento y presentación.

Dentro de los modelos matemáticos se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones en consecuencia de su diseño y posterior construcción.

- No existe generación interna de energía

- Las paredes internas del horno se consideran como superficies negras y las externas como superficies grises esto a consideración de un análisis computacional.
- Se considera el coeficiente de convección de calor un valor aproximado o promedio alrededor de la superficie del horno.
- Se puede considerar a la materia prima “el pollo” como una esfera de masa uniforme.

2.10.1. Circuito térmico para una configuración en estado estable

La transferencia de calor puede mantener su estado estable ya sea en conducción, convección o radiación, para proponer este circuito generalmente se lo representa con circuitos eléctricos donde el paso de temperatura o flujo es el calor mientras que la diferencia de temperaturas comprende ser representado por la variable de impulso.

Las resistencias eléctricas asimilan el flujo de calor mientras que las paredes del horno verifican la diferencia de temperaturas.

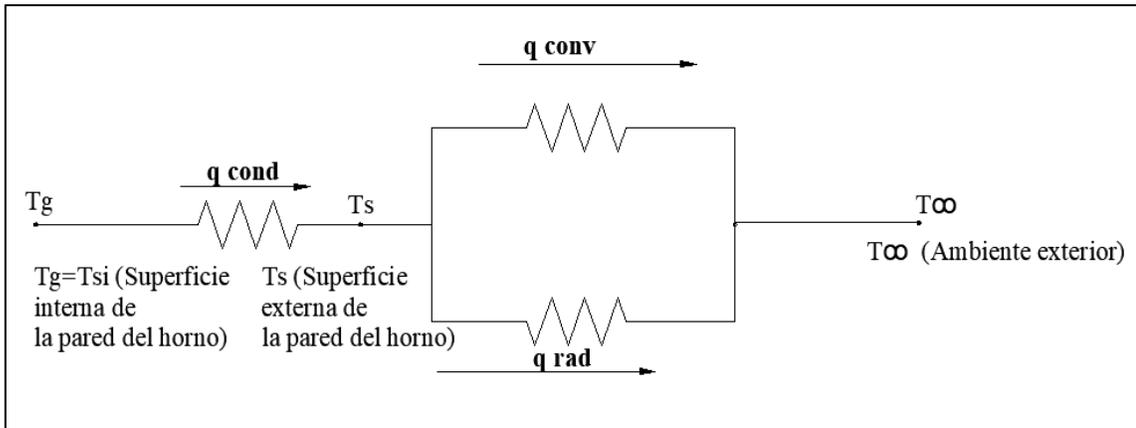


Ilustración 7-2: Circuito térmico representado por resistencias eléctricas

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Una vez estimado el circuito térmico es conveniente generar el respectivo balance energético de la siguiente manera:

$$q_k = q_c + q_r \qquad \text{Ecuación 1-2}$$

Donde:

q_k = Calor de conducción

q_c = Calor de convección

q_r = Calor de radiación

En el circuito térmico se puede evidenciar que la conducción está presente a lo largo de las paredes del aislante y en la ecuación vemos su división en calor por convección y radiación.

De esto se propone evaluar los siguiente:

2.10.2. Conducción

La conducción de calor normalmente se genera dentro del mismo cuerpo o a consecuencia del contacto con otros elementos y a raíz de estos enunciados se produce un gradiente de temperatura sin un intercambio de materia. Dentro de este fenómeno la temperatura fluye de un elemento de mayor concentración a uno de menor concentración por un movimiento molecular totalmente aleatorio.

La transferencia de calor por conducción tiende a establecerse como un proceso muy complejo que dentro de los estados de estudio en ingeniería se recurre a la ecuación de Fourier estableciendo que la rapidez de transferencia de energía es directamente proporcional al gradiente de temperatura (Cengel et al. 2015).

Ecuación 2-2

$$q = -kA \frac{\partial t}{\partial x}$$

q =Tasa de transferencia de calor (W)

∂_T/∂_x = Gradiente de temperatura en la dirección de flujo de calor (K/m)

k = Conductividad térmica del material (W/m*K)

A = Área normal de dirección del flujo de calor (m²)

2.10.2.1. Conducción radial en estado estable de cilindros huecos

En condiciones de estado estable sin aspectos de generación de energía interna y despreciando la conducción angular y axial de acuerdo con la ecuación anterior la distribución de temperatura para sistemas radiales de cilindros huecos.

$$T(r) = \frac{T_{s,1} - T_{s,2}}{\ln(r_1/r_2)} \ln\left(\frac{r}{r_2}\right) + T_{s,2}$$

Ecuación 3-2

$T_{s,1}$ =Temperatura de la superficie interior del cilindro (°C)

$T_{s,2}$ =Temperatura de la superficie exterior del cilindro (°C)

r_1 =Radio interior del cilindro hueco (m)

r_2 =Radio exterior del cilindro hueco (m)

De esta manera se puede calcular la temperatura de conducción radial en estado estable de cilindros huecos como se observa en la ecuación anterior.

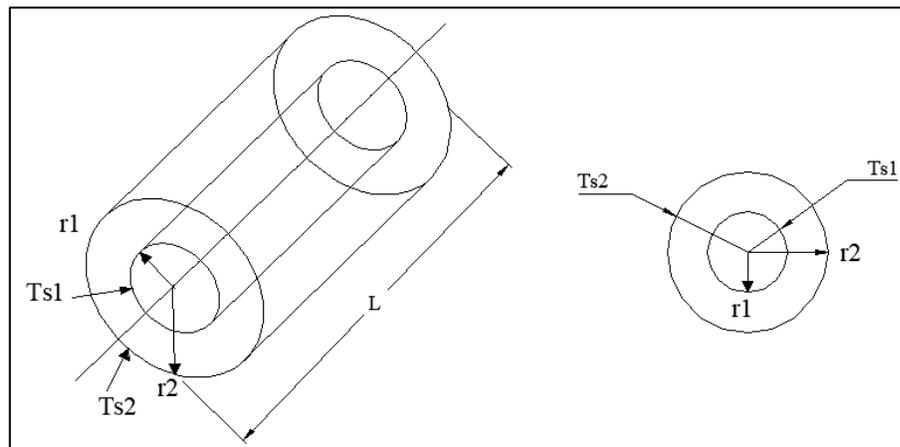


Ilustración 8-2: Esquema de un cilindro hueco

Realizado por: Pilco Edison, 2023

Si se llega a tomar la distribución de temperaturas con la Ley de Fourier la ecuación del flujo de calor es la siguiente:

$$q_r = \frac{2\pi Lk(T_{s,1} - T_{s,2})}{\ln(r_1/r_2)} \quad \text{Ecuación 4-2}$$

Donde:

L =Longitud del cilindro en (m)

2.10.3. Convección

La convección está relacionada intrínsecamente con el cambio de energía entre una superficie y un posible fluido cercano. Esta consigna es totalmente diferente a la convección forzada la que hace pasar un flujo por una superficie solida usando un agente exterior si como una bomba o un ventilador. Adicionalmente la convección libre o natural en la que el fluido con un gradiente de

temperatura sea caliente o frío que se encuentra en un límite de frontera ocasiona una circulación o movimiento a consecuencia de las diferentes densidades (Cengel et al. 2015).

La ecuación que define la transferencia de calor convectivo es la Ley de Newton de enfriamiento que se evalúa a continuación:

$$q = hA(T_s - T_\infty) \quad \text{Ecuación 5-2}$$

Donde:

q =Tasa de transferencia de calor por convección (W)

h =Coeficiente de convección (W/m²*K)

A =Área superficial (m²)

T_s =Temperatura de la superficie del sólido (°C)

T_∞ =Temperatura del fluido (°C)

2.10.4. Radiación

La radiación dentro de la escala de temperaturas consiste en la energía electromagnética en transporte. Esta energía electromagnética es particular de los materiales. Esta concepción admite que cualquier material que está por encima de los 0 K emiten energía radiante. Esta energía normalmente se transporte y cuando se encuentra con otro material es absorbida por otro cuerpo ya sea en su totalidad o en una cantidad parcial. Esta energía absorbida normalmente cambia la temperatura del cuerpo receptor por lo que puede calentarse o enfriarse (Cengel et al. 2015).

La transferencia de calor desde una superficie se encuentra determinada por:

$$q_{rad} = \varepsilon\sigma A(T^4 - T_{alr}^4) \quad \text{Ecuación 5-2}$$

q_{rad} =Transferencia de calor por radiación

ε =Emisividad

σ =Constante de Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5,670 \times 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$)

A =Area superficial (m²)

T =Temperatura absoluta de la superficie (°C)

T_{alr} =Temperatura absoluta de los alrededores (K)

2.10.5. Balance energético en estado transitorio

El método de resistencia interna no se acopla apropiadamente para el análisis de la problemática por lo que debe emplearse métodos alternativos para hallar la solución más adecuada o cercana a la indicada al diseño del horno.

En otras palabras, el problema se trata de una conducción transitoria descrito mediante la siguiente ecuación suponiendo una conductividad térmica constante.

La ecuación de conservación de energía para el requerimiento es:

$$\dot{E}_e - \dot{E}_s = \dot{E}_a \quad \text{Ecuación 6-2}$$

Donde:

\dot{E}_e =Energía de entrada

\dot{E}_s =Energía de salida

\dot{E}_a =Energía almacenada

La energía que entra es aproximadamente igual a la energía que sale por la potencia del quemador seleccionado y determinada por el combustible que estima un estimado del 70 al 80% de la energía total. La energía de salida no se logra estimar con valores estables. La energía que logra ser almacenada corresponde a la diferencia de temperatura en función del tiempo sin embargo el cambio de energía se debe a los cambios internos. Finalmente se plantea la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(kr^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \rho C_p V \frac{\partial T}{\partial t} \quad \text{Ecuación 7-2}$$

Donde:

r =Radio (m)

T =Temperatura (°C)

ρ =Densidad (Kg/m³)

C_p =Calor específico (J/Kg. K)

V =Volumen (m³)

t =Tiempo (t)

2.10.6. Conducción de calor en esferas (efectos especiales)

La temperatura una vez ingresada en los cuerpos tiende a cambiar en cada punto así como su relación con el tiempo la ecuación 11-2 toma en cuenta estas variaciones de temperatura con respecto al tiempo y la posición en problemas unidimensionales.

Mediante un coeficiente adimensional de transferencia de calor conocido como el número de Biot se logra reducir la cantidad de parámetros en el problema ya que se reducen algunas dimensiones.

$$Bi = \frac{hr}{k_s} \quad \text{Ecuación 8-2}$$

Donde:

h =Coeficiente de convección (W/m²·K)

r =Radio (m)

k_s =Conductividad térmica (W/m·K)

Ahora se plantea el número de Fourier o también conocido como tiempo adicional:

$$\tau = \frac{\alpha t}{r^2} \quad \text{Ecuación 9-2}$$

Donde:

α = Difusividad térmica (m²/s)

t =Tiempo (s)

r =Radio (m)

Para fiarnos del análisis térmico es necesario precisar un punto para el análisis es decir en el interior de una esfera:

$$\theta_{r,esf} = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} * \frac{\sin\left(\lambda_1 * \frac{r}{r_0}\right)}{\lambda_1 * \frac{r}{r_0}} \quad \text{Ecuación 10-2}$$

Una vez conocido del número de Biot para $\tau > 0,2$ al incrementar el tiempo la solución concreta en su convergencia con rapidez (Cengel et al. 2015).

2.10.7. Superficies con flujo de calor constante (Número de Grashof)

Cuando se trata de placas verticales y la capa limite no es tan grande en comparación con el diámetro del cilindro se puede utilizar número de Grashof modificado:

$$Gr_x^* = Gr_x Nu_x = \frac{g\beta q_w x^4}{k_f \nu^2} \quad \text{Ecuación 11-2}$$

Gr_x^* = Número de Grashof modificado

$g = 9,81 \text{ m/s} \rightarrow$ Gravedad

$\beta = 1/T \rightarrow$ Coeficiente de expansión en volumen

$x = m \rightarrow$ Longitud del cilindro

$k_f = \frac{W}{m \cdot K} \rightarrow$ Conductividad térmica del fluido

$\nu = \frac{kg}{m \cdot s} \rightarrow$ Viscosidad cinemática

Dentro de este cálculo puede existir dos referencias que se demuestran como:

2.10.7.1. Laminar

En un intervalo donde el flujo viaja en una sola dirección siguiendo cierto orden.

$$Nu_{xf} = \frac{hx}{k_f} = 0,60 (Gr_x^* * Pr_f)^{\frac{1}{5}} \quad (10^5 < Gr_x^* < 10^{11})$$

$$q_w = ctte$$

2.10.7.2. Turbulento

Intervalo donde el fluido se acopla en direcciones y toma velocidades apartadas que las del laminar.

$$Nu_{xf} = \frac{hx}{k_f} = 0,17 (Gr_x^* * Pr_f)^{\frac{1}{4}} \quad (2 \times 10^{11} < Gr_x^* Pr_f < 10^{16})$$

$$q_w = ctte$$

2.11. Determinación del algoritmo de trabajo

El algoritmo de trabajo lo determinara la temperatura y tiempo que se requiere para el asado de pollos y se evidenciara en el operario y demás trabajadores estableciendo la satisfacción en el uso de esta máquina.

2.11.1. Cocción y operarios

Las carnes, en general se sirven en ciertos puntos de cocción, además se debe reconocer que el calor elimina o destruye los microorganismos alojados dentro de ellas. Además, con la aplicación de un alto grado de calor la superficie del alimento tiende a ser apto para el consumo humano. Durante la cocción de alimentos o de carne de pollo en este caso se puede evidenciar un cambio de color que pretende la retención de agua del elemento que desarrolla el sabor y altera la suavidad en conformidad de los aromas que sin características de la carne (Martínez, 2010).

La fundamentación de la cocción del pollo es la misma propuesta para la carne roja. El método de cocción normalmente se selecciona por la persona encargada del tema. Adicionalmente influye en alto grado la cantidad de grasa y la suavidad de la carne, así como la edad promedio del espécimen. Los pollos de algunas semanas jóvenes pueden ser procesados solo asándolos mientras que para los pollos más viejos y duros se usan métodos para cambiar su humedad y así suavizar la carne sin que llegue a resecarse por completo (Arequipa, 2018).

Los métodos de cocción pueden ser *secos* y *húmedos* dependiendo de lugar y la situación de cocción de la carne. El método húmedo se enfoca en la suavidad de cocción y los utensilios a los que estarán sometidos por lo que su porcentaje de humedad rinde un papel muy importante.

El cocido seco establece los métodos en los que la carne no necesita un porcentaje gradual de agua además no es necesario tapar los recipientes de cocción de manera que toda la humedad que pueda poseer el pollo es muy probable que se evapore en su totalidad.

Tabla 3-2: Métodos de cocción

Edad de pollo	Método
7 a 9 semanas	Asar

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Fuente: (Morán, 2014)

2.12. Metodología QFD

Para definir este término en primer lugar se especifica el significado de QFD, que se presenta como “despliegue de la función de calidad” en español y en inglés su descripción es “Quality Function Deployment”. La metodología QFD engloba a “la voz del cliente” busca cumplir con las exigencias y requerimientos mientras se relaciona directamente con “la casa de la calidad” usando construcciones y términos gráficos para llegar al producto.

QFD motiva diseños ergonómicos y detallados acoplados a la necesidad de cliente guiándose en su despliegue ingenieril denotando 4 puntos de gran influencia en su análisis que se mencionan a continuación.

- Planificación del producto: estima todas las posibles solicitudes de los clientes en descripciones técnicas en el producto final.
- Despliegue de componentes: inicia el cambio de todas las especificaciones que se han generado de tal manera que la máquina se corresponda con los componentes que se requiera.
- Planificación del proceso: analiza cada proceso para la fabricación del producto tomando como base cada uno de los requerimientos del producto.
- Planificación del producto: origina tomar la organización efectuada en el proceso e ilustrarlo en el producto final.

Dentro del análisis QFD se logra cumplir un patrón adecuado de fabricación desde las especificaciones y exigencias del cliente hasta cumplir con el elemento, producto o máquina que se ha requerido.

2.12.1. Planificación del producto (casa de calidad)

Las demandas de los clientes establecen la edificación del producto además de estimar las especificaciones técnicas que el producto requiere todo esto se va complementando con las 6 diferentes pasos que se muestran a continuación.

2.12.1.1. Voz del usuario

Esta parte contribuye a la formación de la demanda proponiendo los requerimientos que el cliente manifiesta y estima dentro del producto que requiere usar. En esta etapa se presentan 3 categorías con sus propias dimensiones.

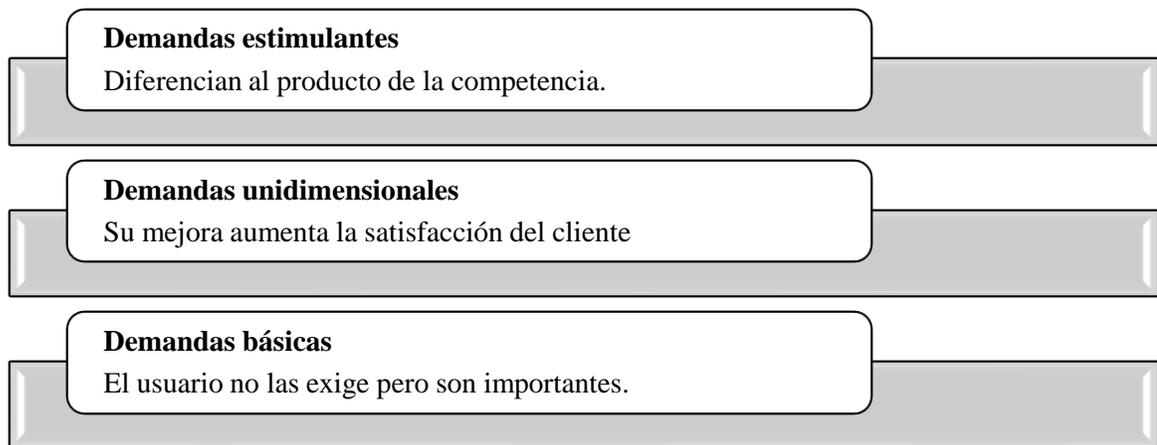


Ilustración 9-2: Voz del usuario

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

- *Análisis de competitividad*

En esta parte el objetivo para trabajar es la determinación del grado de satisfacción en comparación con la competencia por parte de los usuarios implicando las siguientes consideraciones para su respectiva ejecución:

- La jerarquía que tiene el acatamiento de la demanda.
- El grado de desempeño de las demandas en los productos de la competencia.
- El grado de cumplimiento de las demandas que se espera en la utilidad.

En estos elementos se logra evaluar con calificaciones de 1 a 5 respectivamente dependiendo del elemento que se evalué.

- *Voz del ingeniero*

Promueve en completar las demandas establecidas por el cliente y se las convierte en especificaciones técnicas con la finalidad de buscar cumplir estos requerimientos al 100%.

- *Correlaciones*

Corresponde los requerimientos del cliente con las especificaciones técnicas, de otra manera implica la medición del grado de cumplimiento con la demanda característica y técnica más viable tomada de la voz del usuario. Por lo general, normalmente se estima la relación existente entre esos elementos de lo contrario si no existe ni una sola correspondencia se deja el espacio en blanco.

- *Compra técnica*

Conlleva a formular una evaluación de incidencia de las diferentes características técnicas que el producto muestre para establecer la importancia de cada una de las especificaciones con el fin de trabajar en estos elementos.

- *Compromisos técnicos*

Estos compromisos se ubican en la parte superior de la casa de calidad (techo) y determinan las relaciones existentes entre algunas especificaciones técnicas y se pueden observar tres casos diferentes para su análisis:

- **Correlación positiva:** enuncia que si se logra mejorar una característica de un producto también mejora el mismo o el resto de las particularidades.
- **Correlación negativa:** si se mejora alguna de las características técnicas las otras podrían empeorar por lo que es pertinente saber dónde aplicar las mejoras.
- **Sin correlación:** propone que si no existe ninguna influencia entre las relaciones técnicas existe una neutralidad en el caso.

2.12.2. Beneficios del QFD

El QFD puede brindar un sin número de beneficios ya sea al individuo mismo como cliente o a la persona encargada del diseño del elemento por lo que es pertinente mostrar algunos de los beneficios que se pueden presentar a lo largo del análisis de esta herramienta.

- **Orientado al cliente:** relaciona directamente la organización y la competencia que existe con el fin de satisfacer todas las necesidades planteadas además de resolver algunas dudas que en el cliente se generen.
- **Eficiente en tiempo:** disminuye notablemente el tiempo de desarrollo a razón de su enfoque en los requerimientos netos de los clientes dándole una alta prioridad dentro del diseño.

- Orientado al trabajo en equipo: se promueven debates o lluvias de ideas para las tomas de decisiones a lo largo de la ejecución del proyecto.
- Orientado a la documentación: toma todos los datos y los establece dentro de los procesos adecuándolos de tal manera que exista un patrón de trabajo para futuros productos o simplemente un registro de actividades.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Definición del producto

El presente apartado definirá las necesidades básicas de los clientes como principio de trabajo. Se empleará la metodología más adecuada con el fin de solucionar las expectativas creadas por hornos convencionales en porcentajes de emisiones y equipos amistosos con el medio ambiente.

La solución se planteará para un uso progresivo en ciudades y locales cercanos que cumplan con un exceso de emisiones contaminantes que puedan llegar a producir afecciones en las personas y el ambiente de trabajo como son los operarios y técnicos que puedan ayudar con el mantenimiento del equipo.

Dentro de los cambios ambientales que se han dado últimamente es necesario contribuir con nuevos métodos la reducción de emisiones por lo que se establecerán ciertos parámetros que contribuirán a la disminución de contaminación y ayuden de alguna manera a varios locales nacionales y comerciales a mejorar sus condiciones de trabajo.

3.1.1. *Requerimientos del cliente*

Para determinar los requerimientos que el cliente pueda especificar se optará por realizar encuestas dirigidas principalmente a las personas encargadas de los establecimientos dedicados al asado de pollos así como a sus trabajadores donde el trabajo normalmente es con hornos convencionales y existen algunos problemas en su uso, estas personas podrían llegar a ser posibles clientes que requieran del producto que se está planteando en este trabajo, es por esto que se identificó las necesidades y expectativas del cliente para tener una relación clara con los requerimientos de la Matriz de Planificación del Producto. A continuación, se detallan las categorías para el análisis:

3.1.2. *Requerimientos de seguridad*

Estos requerimientos se plantean para que el manejo de la máquina será adecuado y no existan problemas durante su uso y todo su tiempo de trabajo el operario este seguro.

3.1.2.1. Encendido

El encendido de un equipo convencional tiene parámetros donde el operario se encarga de todo esto sin embargo es mejor que esta parte sea automática para disminuir el tiempo de trabajo y evitar riesgos físicos en los trabajadores.

3.1.2.2. Aporte de calor

El aporte de calor se lo prevé hacer con un ventilador que avive la flama cada cierto tiempo y así evitar que el operario no se relacione directamente con el combustible de aporte.

3.1.2.3. Condiciones de trabajo

Trabajar en altas temperaturas junto con grasas, gases y otros elementos que pueden dañar el equipo o sus elementos.

3.1.2.4. Manual de mantenimiento

Prevalecer algunas características para realizar los mantenimientos cada cierto lapso y trabajo en el horno de tal manera que se evite fallos continuos o paradas inesperadas de la producción con riesgos de perder clientes.

3.1.3. Requerimientos de operación

3.1.3.1. Velocidad

Se debe verificar y establecer la velocidad máxima y la respectiva reducción de velocidad para el horno asadero de pollos de tal manera que puede establecerse la cocción del pollo.

3.1.3.2. Autonomía

Se debe tomar en cuenta que el asadero pueda trabajar de manera semiautomática con todos los requisitos propuestos en el alcance y de la misma manera permita trabajar durante grandes lapsos de tiempo sin interrupciones o dependencia de otra máquina.

3.1.3.3. Control de temperatura

La temperatura en los hornos asaderos de pollos corresponde a uno de los aspectos más importantes dentro de esta industria por lo que se considera que su manejo y manipulación contribuye a presentar un producto totalmente adecuado y con las mejores condiciones de trabajo.

3.1.3.4. Control de tiempo de cocción

La capacidad de manipular el tiempo y poder estar informado o recibir una alerta de las posibles determinaciones de cocción de la proteína resulta muy benéfico dentro de este trabajo ya que al obtener una alarma se puede verificar que el alimento ha completado su ciclo de asado y por lo tanto debe ser revisado con esto se evita la revisión continua del horno durante la cocción.

3.1.4. Requerimientos funcionales

3.1.4.1. Reducción de emisiones

La reducción de emisiones es un tema necesario a nivel local y mundial por lo que sería de gran utilidad un horno que reduzca estos parámetros por ende los clientes potenciales creen que un dispositivo con menos emisiones sería mucho más rentable.

3.1.4.2. Dimensiones

Se debe cumplir con medidas apropiadas a los locales por lo que se utilizaran las más pertinentes.

3.1.4.3. Portabilidad

En términos de portabilidad es necesario adecuar un horno con un peso adecuado y no exceda la capacidad de carga para poder movilizarlo en caso de traslado de local o mantenimiento.

3.1.4.4. Capacidad

La capacidad del horno planteada es de 16 pollos esto ayudará con el asado de pollos de manera efectiva con una carga moderada y una producción acorde a lo generado en esta actividad.

3.1.4.5. Peso

Dentro del trabajo y el uso de ciertos materiales para su fabricación es necesario aligerar algunos materiales para la producción de estos hornos.

3.1.4.6. Mantenimiento

Para garantizar un fácil mantenimiento, se debe considerar el uso de materiales y partes que sean de fácil adquisición en el mercado local, evitando costos innecesarios por exportaciones. Además, que su diseño no sea tan complejo y que su funcionamiento sea de fácil entendimiento.

3.1.5. Durabilidad

El uso de materiales de buena calidad y adquiridos de proveedores confiables garantizarán el funcionamiento sin inconvenientes por largos períodos de tiempo, evitando costos en reparaciones o reemplazos de alguna pieza del horno al inicio de su vida útil.

3.1.6. Requerimientos de costos

3.1.6.1. Apariencia

Es aspecto exterior del horno debe ser llamativo y proporcionará un mejor ambiente laboral.

3.1.6.2. Costo de producto

Estos costos se evalúan de acuerdo con la mano de obra, material, ingeniería y aportes en comparación con los hornos convencionales que se conocen en la actualidad.

3.1.6.3. Materiales de fabricación

Los materiales de fabricación utilizados deben cumplir con la más alta calidad tanto en el grado alimenticio como en los aspectos de uso y vida útil del producto. Dentro del análisis se ordena los requerimientos del usuario de acuerdo con lo siguiente: O = Obligatorio, E = Esencial, B = Básico.

Tabla 1-3: Requerimientos del cliente

TABLA DE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE		
VOZ DEL USUARIO		Prioridad
COSTOS	Apariencia	O
	Materiales de fabricación.	O
	Costo de producto.	B
FUNCIONALIDAD	Reducción de emisiones	O
	Dimensiones	E
	Portabilidad	B
	Capacidad	O
	Peso	B
	Mantenimiento	E
	Durabilidad	O
OPERACIÓN	Velocidad	B
	Autonomía	E
	Control de tiempo	O
	Control de temperatura	O
SEGURIDAD	Encendido	O
	Aporte de calor	B
	Manual de usuario	B
	Condiciones de trabajo	E

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.1.7. Análisis de competencias

En lo que respecta al trabajo de fabricación, construcción y distribución de los diferentes tipos de hornos asaderos de pollo dentro de nuestro país existen una gran cantidad de talleres que ofrecen este tipo de servicios sin embargo se evaluarán dos competencias que muestren similitudes así como diferencias en el producto.

En definitiva, se debe realizar el respectivo análisis describiendo las características más relevantes de la máquina para contribuir en las amenazas y fortalezas de cada producto con el fin de mejorar aplicando los métodos que se requieran en cada proceso.

3.1.7.1. Competidor principal

Como uno de los principales competidores establecidos para análisis se encuentra Fritega S. A. conformándose como una empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Esta compañía se dedica a un sin número de actividades industriales y negocios. Esta empresa se constituye con varias sucursales y su crecimiento se ha fomentado con el ensamblaje, diseño y construcción de frigoríficos, equipos de gastronomía convirtiéndose a lo largo de los años en importadores y distribuidores de producto en acero de diferente denominación de grado alimenticio. Al definir el gran Stock que esta empresa posee es conveniente mencionar la estimación de los asaderos de pollos en algunos modelos, tamaños, y precios.

Al investigar sus catálogos del tema se puede notar algunos modelos sin embargo todos convienen a generar altas emisiones al ambiente además de prescindir de controles de temperatura y tiempo así como elementos de fácil ignición sin embargo en sus fortalezas podemos adecuar su sistema de protección de descargas o fallas eléctricas para el motor.

3.1.7.2. Competidor secundario

Para el segundo competidor se establece Distribuidora Indumar que es una empresa dedicada a la fabricación de equipos gastronómicos ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Esta distribuidora y fabrica ha ido creciendo con el paso de los años y se ha consolidado como uno de los entes confiables y garantizados para la adquisición de estos equipos. Todos los equipos de esta empresa tienen sus fortalezas y debilidades.

Para configurar las especificaciones de la competencia constituyendo un rango de valores estimados para su calificación donde: 5 = Satisface Plenamente, 4 = Satisface Básicamente, 3 = Satisface, 2 = Cumple y 1 = No Satisface.

Con esta evaluación se logrará asimilar las fortalezas y debilidades de la competencia, estimando el índice de mejora que se propone considerando las prioridades y objetivos con los que se cuenta y finalmente el factor de venta y ponderación están conformados dentro del tema.

Para calcular el índice de mejora se debe dividir los objetivos para los datos requeridos por la empresa.

$$\text{Indice de mejora} = \frac{\text{Objetivos}}{\text{Datos requeridos}}$$

Ecuación 1-3

Es de alta prioridad mostrar los requerimientos del cliente y evaluarlos tanto en el equipo propio como en la competencia

Tabla 2-3: Evaluación de la competencia

TABLA DE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE			A	B	C
VOZ DEL USUARIO		Prioridad	Datos requeridos	Competencia principal	Competencia secundaria
COSTOS	Apariencia	O	4	5	3
	Materiales de fabricación.	O	5	5	5
	Costo de producto.	B	5	3	4
FUNCIONALIDAD	Reducción de emisiones	O	4	4	5
	Dimensiones	E	4	3	4
	Portabilidad	B	4	5	4
	Capacidad	O	4	4	3
	Peso	B	5	4	4
	Mantenimiento	E	5	4	5
OPERACIÓN	Durabilidad	O	4	4	4
	Velocidad	B	5	4	2
	Autonomía	E	4	5	3
SEGURIDAD	Control de tiempo	O	5	5	3
	Control de temperatura	O	5	4	4
	Encendido	O	4	4	4
	Aporte de calor	B	5	5	3
	Manual de usuario	B	4	2	2
	Condiciones de trabajo	E	5	3	3

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.2. Despliegue de la función de calidad (casa de calidad)

Mediante el siguiente análisis es factible obtener las exigencias o los requerimientos del usuario, el mismo que indica las necesidades referidas a la funcionalidad, la operación del equipo, la operación

y por último y el más importante la seguridad con el fin de cumplir con todas las posibles exigencias de los clientes

3.2.1. *Voz del ingeniero*

Una vez evaluada las demandas individuales por parte de los clientes potenciales del horno asadero de pollos, es preciso convertir estas necesidades en cuantificaciones ingenieriles y/o técnicos objetivos del producto que se requiere diseñar y determinar a cada uno de ellos un valor de referencia a razón de especificar el inicio del diseño del equipo de ingeniería encargado de tomar las exigencias del cliente y plasmarlo en el producto.

Tabla 3-1: Voz del ingeniero

VOZ DEL INGENIERO															
Apariencia del Equipo	Tipo de Material	Costo de fabricación	Volumen del equipo	Movilidad del equipo	Capacidad	Diseño estructural	Control de temperatura	Emisiones	Potencia del motor	Motorreductor y velocidad	Cámara de combustión.	Encendido	Condiciones de trabajo	Ficha Técnica	Fibra de vidrio

Realizado por: Pilco Edison, 2023

3.2.2. *Correlaciones*

Las correlaciones corresponden a una calificación estimada en relación a la voz del usuario de tal manera que se pueda dar un índice de importancia entre ciertas características que el equipo pueda poseer.

Dentro de este apartado se establecerá el cuerpo principal que edifica la casa de la calidad donde los requerimientos de cada uno de los clientes reflejarán los diferentes valores del factor de incidencia que está calificado de la siguiente manera: Fuerte, medio y bajo con diferentes valores en la tabla general, sin embargo para mejorar su comprensión se presenta la siguiente tabla, adicionalmente donde no exista una relación directa el espacio quedará en blanco y sin puntuación, de esta manera presentamos:

Tabla 4-3: Correlaciones

Factor de Incidencia	
■	Fuerte = 9
○	Medio = 3
▽	Bajo = 1

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Tabla 5-3: Correlaciones

TABLA DE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE			Apariencia del Equipo	Tipo de Material	Costo de fabricación	Volumen del equipo	Movilidad del equipo	Capacidad	Diseño estructural	Control de temperatura	Emisiones	Potencia del motor	Motorreductor y velocidad	Cámara de combustión.	Encendido	Condiciones de trabajo	Ficha Técnica	Fibra de vidrio
VOZ DEL USUARIO		Prioridad																
COSTO S	Apariencia	O	■	▽	▽													
	Materiales de fabricación.	O		■	■	○		■	■		○							○
	Costo de producto.	B	▽	■	■	○		○	○	○	■		○					
FUNCIONALIDAD	Reducción de emisiones	O						○			■		○	▽	○	○		▽
	Dimensiones	E				■	■	▽	■			○	○	○				
	Portabilidad	B		▽	○	▽	■	○	○		○		○	○				
	Capacidad	O			▽	○	○	■	■			○	▽	▽				
	Peso	B		▽		▽	■	▽	○				○	▽	▽		○	▽
	Mantenimiento	E		○			○	▽	▽	▽	○			▽	▽		■	○
OPERACIÓN	Durabilidad	O		■		▽						○		○				
	Velocidad	B			○			○				○	■					
	Autonomía	E			▽			▽		■				■		▽		
SEGURIDAD	Control de tiempo	O				▽		○		■		○			■	▽		
	Control de temperatura	O				▽		▽	○	■						■		
	Encendido	O								○				▽		■		
	Aporte de calor	B		▽						■	○			○	○			■

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.2.3. Compromisos técnicos

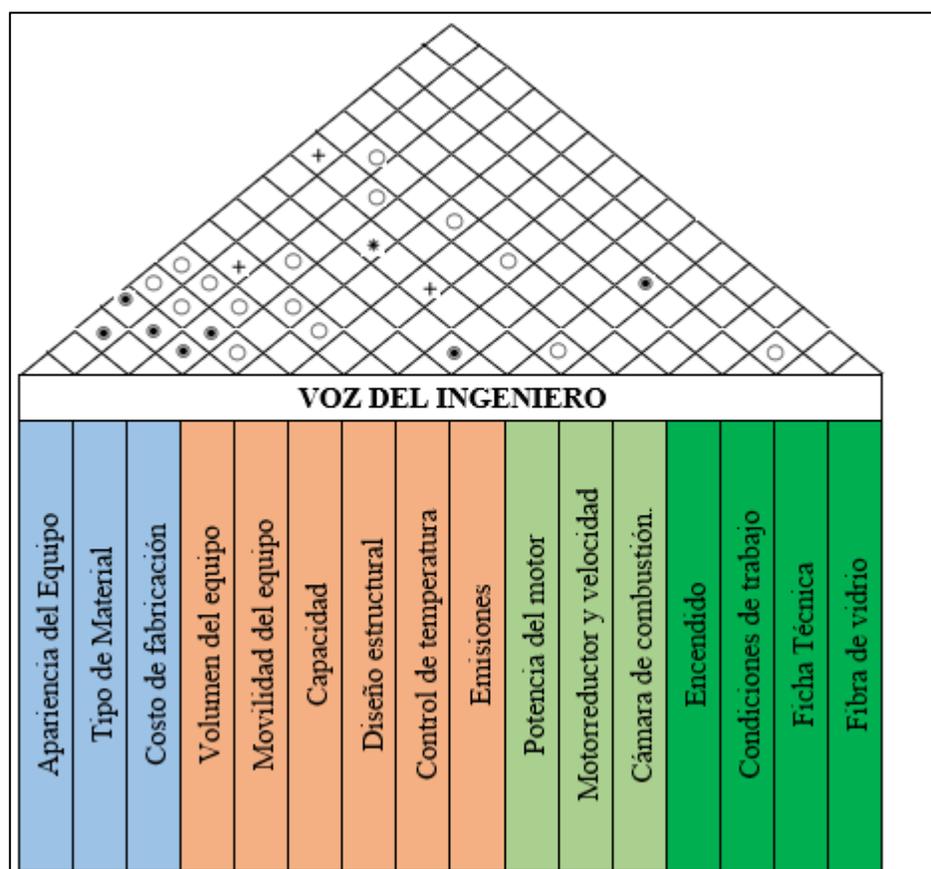
De acuerdo con la voz del usuario es necesario plantear compromisos técnicos de acuerdo con el producto por lo que la voz del ingeniero se ve involucrada para lograr todos los compromisos técnicos que pueda presentar el elemento. De la misma manera se plantean algunos signos de referencia de puntuación es por ello por lo que se presenta la siguiente tabla:

Tabla 6-3: Puntuación

Correlación	
●	Muy Positiva
○	Positiva
+	Negativa
*	Muy Negativa

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Tabla 7-3: Compromisos técnicos



Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Al concluir el análisis de los compromisos técnicos evaluados por la voz del ingeniero cabe mencionar que las actividades principales de estudio de las correlaciones dentro de la casa de calidad son: diseño estructural, emisiones, costo de fabricación, capacidad y la potencia que puede establecer el motor así como algunos elementos.

3.3. Análisis funcional modular

El uso principal del horno planteado es asar pollos dentro de los establecimientos dedicados a este tipo de trabajo. El producto pretende cambiar el uso de hornos convencionales con altas emisiones de CO₂, CO y otros elementos disminuyendo el porcentaje de contaminación del 15% al 20% del total que se administra al ambiente como sumidero. En el nivel cero se evaluará los flujos de entrada como el material, capacidad, y de la misma manera el flujo de salida tomará el producto en general en este caso el asadero de pollos con parámetros ecológicos y un funcionamiento totalmente a carbón con un encendido a gas en otros términos el producto (asadero de pollos) en general.

**Señal de
entrada**

Ilustración 1-3: Estructura funcional (Nivel 0)

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.3.1. Definición de módulos

Dentro de los anteriores módulos y tablas no se puede detallar cada uno de los elementos constituyentes de la máquina, esto se debe detallar fundamentada mente en el primer nivel mencionando la estructura funcional como principal elemento de salida tomando muy en cuenta el nivel cero planteado anteriormente.

Estructural

Ilustración 2-3: Diagrama de procesos

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Dentro del diseño y construcción del horno asadero de pollos se optó por atribuir dos módulos de trabajo, uno de ellos es el estructural en el que se realizará el armazón completo de la máquina con los pliegues adecuados y de la misma manera la parte del control que relaciona el sistema de encendido así como el manejo de la temperatura y tiempo como variables de uso y ergonomía en el modelo que se construirá.

3.4. Matriz morfológica (alternativas)

La matriz morfológica englobará los módulos estructurales y de control para generar las alternativas o soluciones establecidas en la voz del usuario y transformadas a la voz del ingeniero. Basados en todos esos puntos se planteará la solución más adecuada formando patrones de trabajo, presentación, costos entre otros elementos mostrados en las tablas anteriores.

Entre las utilidades más comunes se establecen los siguientes elementos:

- Nuevos productos o servicios o modificaciones a los que ya existen.
- Aplicaciones para nuevos materiales.
- Nuevos segmentos del mercado.
- Nuevas formas de desarrollar una ventaja competitiva.
- Nuevas técnicas promocionales para productos y servicios.
- Identificación de oportunidades para la localización de nuevas unidades empresariales.

Tabla 8-3: Matriz morfológica (módulo estructural)

Función	Componentes			
Tipo de material	A Acero inoxidable A 304 	B Acero inoxidable C-16 T 304 (pulido) 		
Cámara de combustión	C Aislada 	D Junto a la cámara de cocción. 		
Cámara de cocción	E Rotatorio 	F Lineal 	G Rotatorio vertical 	
Potencia	H Motor ¼ Hp 	I Motor 1Hp 		
Velocidad	J Motorreductor 	K Sistema de poleas 	L Cadenas 	
Combustible	M Gas 	N Carbon 		

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Alternativa A/ Alternativa B/ Alternativa C

Tabla 9-3: Matriz morfológica (Módulo de control)

Función		Componentes			
Sistema de encendido	O	Gas 	P	Convencional 	Q Otros combustibles 
Control de temperatura	R	Coel RW 450 °C Digital 	S	Análogo 	
Control de tiempo	T	Analógico 	U	Digital 	

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Alternativa A/ Alternativa B/ Alternativa C

La matriz morfológica tanto en su módulo estructural como el módulo de control anteriormente planteada presenta tres alternativas de trabajo y de la misma manera en todas estas soluciones existen diferentes características en sus componentes para la máquina por lo que es probable que se requieran evaluar las alternativas para adaptarnos a la mejor.

3.4.1. *Alternativa A*

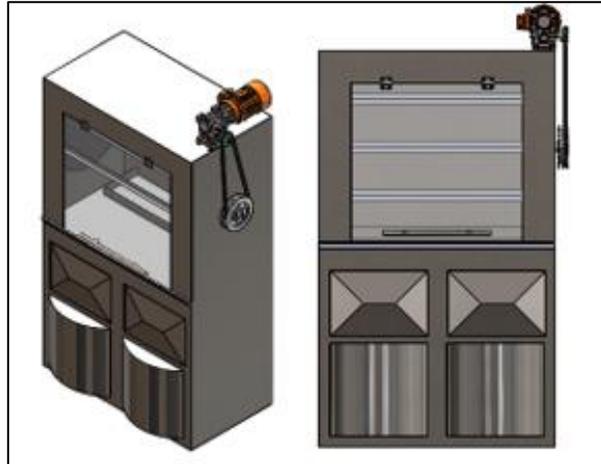


Ilustración 3-1: Alternativa 1

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.4.2. *Alternativa B*



Ilustración 4-3: Alternativa 2

Realizado por: Pilco Edison, 2023.

3.4.3. Alternativa C

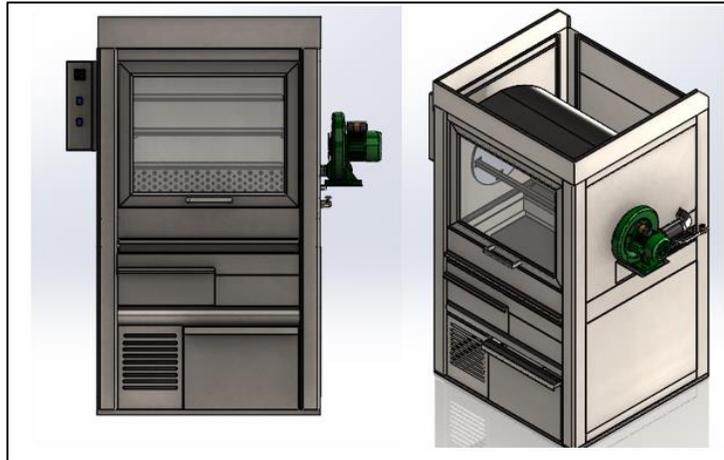


Ilustración 5-3: Alternativa 3

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.5. Evaluación de alternativas

Para cada una de las alternativas planteadas anteriormente se debe especificar su respectiva evaluación interpretación de sus componentes en torno a sus costos, funcionalidad, operación y otros elementos que corresponden a la validación de las alternativas y la especificación del producto final.

- *Funcionalidad:* el producto se debe establecer con las mejores características para brindar el servicio más adecuado a lo largo del día además de promover el trabajo más exigido sin presentar fallos.
- *Seguridad:* el usuario al momento de iniciar con la vida útil del producto debe tener todas las garantías y certeza de la seguridad que el elemento le puede brindar para trabajar con la mejor predisposición.
- *Operación:* su operación debe ser ergonómica y segura además de proporcionar al trabajador las mejores prestaciones de uso.
- *Costos:* en conformidad con el resto de los productos se debe trabajar acorde a los elementos que existe el mercado sin sobrepasar en alto rango las exigencias que la voz del usuario puede asimilar.

Funcionalidad > Seguridad > Operación > Costos

Tabla 10-3: Criterios de evaluación

Criterio	Seguridad	Costos	Operación	Funcionalidad	Suma	Ponderación
Seguridad		1	1	0,5	3,5	0,35
Costos	0		0	0	1	0,1
Operación	0	1		0	2	0,2
Funcionalidad	0,5	1	1		3,5	0,35
					10	1

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.5.1. Evaluación modulo estructural

De acuerdo con lo planteado en la tabla de alternativas se presentan 3 productos para iniciar con su análisis y comparación y de esta manera hallar el más viable que cumpla con todas las exigencias del usuario además permanecerá dentro del alcance planteado en esta investigación.

3.5.1.1. Evaluación alternativa A

En esta alternativa es evidente observar el uso del carbón como fuente de calor, adicionalmente se puede observar el uso de un motor con su respectivo motorreductor para la disminución adecuada de la velocidad sin embargo es preciso notar las poleas y banda adecuada para la transmisión de movimiento con las respectivas lanzas o porta alimentos en este caso el pollo, dentro de esta opción también es necesario la ampliación de cajones en la zona interior del equipo para la predisposición del pollo y carbón todo con la intención de guardar estos elementos dentro del mismo y no permanezcan a la intemperie además den el caso del pollo este se mantendrá caliente en este apartado mientras que el carbón obtendrá cierta temperatura para mejorar su ignición.

3.5.1.2. Evaluación alternativa B

En la segunda alternativa se observa una planificación similar a la anterior con componentes totalmente parecidos sin embargo su configuración en su funcionamiento dentro de la parte de combustible tiene otra disposición. En esta parte la principal fuente de energía es el gas licuado de petróleo (GLP) que se conoce por su uso en la parte domestica de los hogares. Al poseer distinto tipo de material sus emisiones son menores al no existir el contacto de la grasa con el combustible se evita los gases que se generan al utilizar el carbón. El quemador dentro de este elemento tiene

una serie de agujeros para la salida del gas y de esta manera la combustión está ligada a la temperatura dentro del horno.

3.5.1.3. Evaluación alternativa C

En esta última alternativa se usa una cámara de combustión aislada de la cámara de cocción con el fin de evitar el contacto del combustible con las grasas del pollo. Este diseño propone una bandeja para recoger la grasa que se emane del pollo durante su cocción además de la adición de un control de temperatura y tiempo para manipular hasta cierto punto la cocción de los elementos. Con esta opción también está ligado un motorreductor con su respectivo motor además del sistema de transmisión por banda que se relaciona con el eje que hace girar al producto alrededor del mismo y sobre los ejes adicionales. En esta alternativa es inevitable notar el sistema de encendido del carbón a través del gas. La función en esta última parte del gas es solo el encendido o avivamiento de las llamas dentro del horno.

3.5.2. Método de evaluación de alternativas

Es necesario precisar la mejor opción de las alternativas planteadas para ello se plantean matrices que concuerden con las especificaciones del usuario así como se adecue al alcance planteado.

La primera matriz muestra los rubros de calificación propuesta para cada alternativa de acuerdo con los criterios de selección especificados.

La segunda matriz estima los valores ponderados respectivos para los criterios promovidos en las tablas anteriores.

-Escala de calificación:

10-Bueno

1-Malo

En la siguiente tabla se evalúan cada uno de los factores establecidos. La puntuación final se instaurará luego de analizar las particularidades de cada una de las alternativas y finalmente se seleccionará aquella que obtenga el puntaje más alto en el análisis.

Tabla 11-3: Codificación de las alternativas

Alternativa	Características
A	Horno rotario uso de carbón. Instalación de un motorreductor y control de temperatura análogo.
B	Horno rotatorio uso de gas. Motorreductor con poleas y bandas para la transmisión de movimiento con control de tiempo análogo
C	Horno rotatorio con cámara de combustión aislada uso de carbón, motorreductor, control de temperatura y tiempo digital.

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Una vez estimado la codificación de las alternativas cabe precisar la ponderación de cada uno de los criterios tomados en cuenta dentro de la evaluación de las alternativas.

Tabla 12-3: Criterio de evaluación

Alternativa	Criterio	Ponderación
I	Seguridad	0,2%
II	Costos	0,2%
III	Operación	0,35%
IV	Funcionalidad	0,25%
	Total	1,00%

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Una vez articulados los criterios de evaluación es necesario normalizar estos elementos en contexto con los criterios de evaluación en este caso el estructural.

Tabla 13-3: Calificación de la alternativa según el criterio de evaluación

Alternativa \ Criterio	I	II	III	IV
A	6	7	7	8
B	6	7	7	8
C	8	6	9	9
Σ	20	20	23	25

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

De la misma manera que en los casos anteriores es totalmente ineludible normalizar cada uno de los valores propuestos en la tabla anterior y de la misma manera estimar el criterio de evaluación en cada alternativa. Esto se lo establece con el uso de un cálculo haciendo uso de la regla de 3 simple:

$$20 \rightarrow 100\%$$

$$6 \rightarrow x\%$$

$$x = \frac{6 \times 100}{20}$$

$$x = 30\% \rightarrow \frac{30}{100} \rightarrow 0,3$$

Tabla 14-3: Normalización de alternativas en consecuencia al criterio de evaluación

Alternativa \ Criterio	I	II	III	IV
A	0,3	0,35	0,3043	0,32
B	0,3	0,35	0,3043	0,32
C	0,4	0,3	0,3913	0,36
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Finalmente, la evaluación de las alternativas establece el valor referencial para escoger la opción más viable y con los mejores términos en concordancia con los requerimientos del cliente y haciendo referencia a la voz del ingeniero.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad \text{Ecuación} \quad 2-3$$

$$\bar{x} = \frac{0,3 + 0,35 + 0,3043 + 0,32}{4}$$

$$\bar{x} = 0,3185$$

Tabla 15-3: Resultado de criterio de selección

Alternativa	Características	Resultado
A	Horno rotario uso de carbón. Instalación de un motorreductor y control de temperatura análogo.	0,3185
B	Horno rotatorio uso de gas. Motorreductor con poleas y bandas para la transmisión de movimiento con control de tiempo análogo	0,3185
C	Horno rotatorio con cámara de combustión aislada uso de carbón, motorreductor, control de temperatura y tiempo digital.	0,3682

Realizado por: Pilco Edison, 2023

De esta manera y de acuerdo con los establecido en la tabla anterior el horno rotatorio con cámara de combustión aislada con uso de carbón como combustible principal además del uso de un motor y

motorreductor para alcanzar la velocidad adecuada y estableciendo un control de tiempo y temperatura digital entre otros elementos se opta por escoger esta opción de diseño en el ámbito estructural y funcional.

3.6. Diseño de materialización

La solución señalada para el diseño y construcción del horno asadero de pollos cumple con los parámetros establecidos dentro de los requerimientos del cliente y en base al alcance se denota el uso del Software Solid Works para modelar y establecer la geometría más pertinente dentro del equipo así como sus componentes ya sean mecánicos o eléctricos cumplen en brindar la mejor etapa de funcionalidad durante la vida útil del elemento.

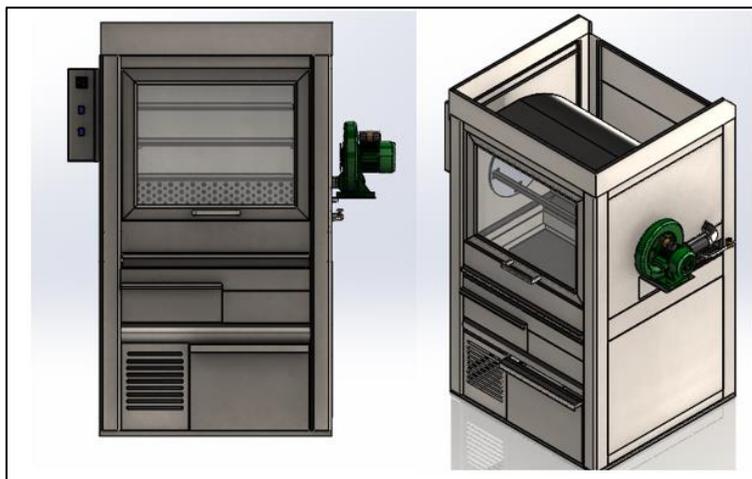


Ilustración 6-3: Elección final

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

La estructura presenta acero inoxidable 430 por sus características de uso alimenticio además de mantener la mayor parte de uniones remachadas o soldadas, adicionalmente todo el producto se propone con cortes en chapa metálica y sus respectivos dobleces para no generar una estructura interna que pueda llegar a establecerse corrosión interna en el elemento

3.6.1. Motor

El motor seleccionado no excede la fuerza y revoluciones necesarias en el establecimiento del movimiento y la transmisión dentro del producto.

3.6.2. Motorreductor

El motorreductor usado para la fabricación del equipo toma en cuenta las velocidades más estables y adecuadas para que el pollo logre su cocción dentro de la cara del mismo nombre por lo que normalmente se estima una velocidad de 6rpm, un voltaje de 115/230V proporcionando 200 lb.in de torsión.

3.6.3. Cámara de combustión

Para disminuir las emisiones en un horno asadero de pollos es pertinente presentar un diseño que permita la reducción de esta contaminación. Para satisfacer todas las características que un cliente, proveedor o comensal requiere se plantea algunos índices primordiales para presentar un diseño totalmente ergonómico. Es decir, la selección de materiales, el análisis térmico entre otros puntos se considera como vitales dentro de este tema.

3.7. Diseño de detalle

En este apartado se ampliará la selección de algunos elementos constitutivos así como los materiales que estarán plasmados en el elemento tomando en cuenta las velocidades, emisiones, funcionalidad, costos y otros elementos que puedan ser tomados en cuenta dentro del mercado y algunas exigencias que se consideraron a lo largo del trabajo.

3.7.1. Parámetros de diseño

Las especificaciones del diseño del horno asadero de pollos evalúan algunas características que deben ser tomadas en cuenta antes, durante y después del diseño para obtener un funcionamiento óptimo. Cada elemento de una máquina es previamente analizado y evaluado para poder ingresar en las exigencias convencionales dentro de la normativa ecuatoriana para equipos usados para procesar alimentos a ciertas temperaturas.

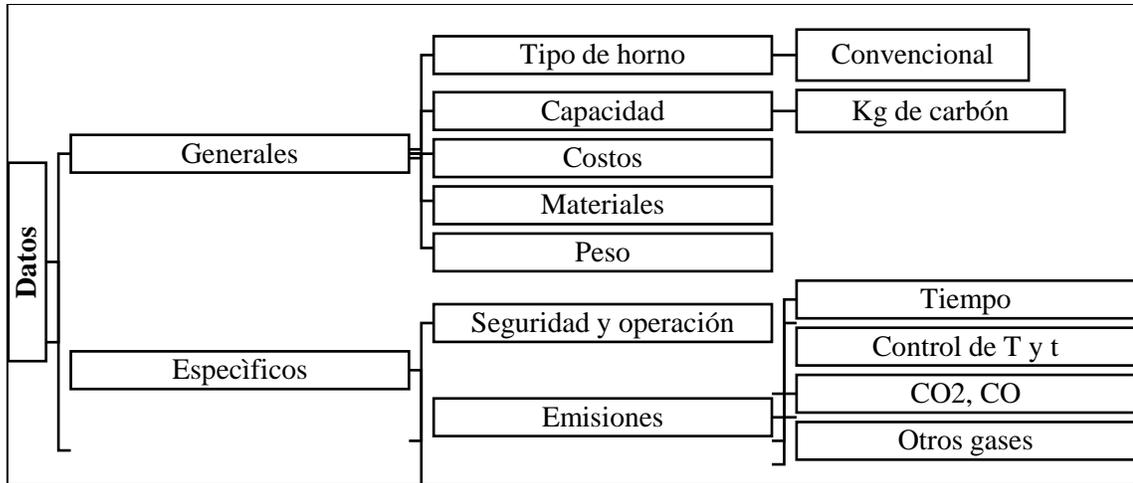


Ilustración 7-3: Especificaciones de diseño

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En la ilustración anterior se observan algunos datos generales y específicos a considerar en el diseño mientras que en la siguiente tabla se representan otros datos muy importantes.

Tabla 16-3: Consideraciones adicionales de diseño

CONSIDERACIONES	VALOR	UNIDADES
Capacidad máxima de carga	12	U
Velocidad máxima	6 a 12	Rpm
Dimensiones	200x100x100	Cm

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Para el diseño es necesario precisar las dimensiones de forma resumida de tal manera se observa en la tabla anterior que su altura estipula una superficie de 200cm, un ancho de 100cm y una profundidad de 100cm con el fin de mejorar el diseño de la cámara de combustión. Estimando que el carbón es el principal combustible de uso dentro del elemento.

De lo observado también se logró especificar una capacidad de 12 pollos adecuados a la voz del cliente formulado por una encuesta previa en el que se notaban las preferencias de los dueños de locales dedicados al asado de pollo y algunas personas que consumen estos elementos por lo que se acopla a su fiabilidad.

3.7.2. Selección de materiales

Dentro de la industria alimenticia es fundamental que los materiales utilizados para su consumo, manejo y producción sean amigables con la salud del consumidor por lo que dentro de los asaderos de pollos estos parámetros conforman una necesidad y en cierta forma una obligación que no todos los productores lo ponen en práctica. Para lograr que se cumpla con estos requerimientos es necesario una selección apropiada de materiales usando algún método ya sea el tradicional, el gráfico a través de (CES Edupack 2019) y finalmente el método de bases de datos con el propósito de detallar algunas para trabajos en funciones operativas de un sistema.

3.7.2.1. Método tradicional

La metodología tradicional propone técnicas experimentales con un previo conocimiento y disposición de los elementos en el mercado. De esta manera todos los materiales para fabricación y ensamble siguen un algoritmo de trabajo. Pasos para la selección de materiales de forma tradicional (experiencias):

Paso 1 Características y limitaciones del material de trabajo

- Tipo de aplicación
- Propiedades físicas del material
- Criterios de selección (Disponibilidad, precio, características de consumo)

Paso 2 Aplicaciones y usos similares en la región

- Materiales equivalentes.
- Disposición geométrica (tamaño, capacidad)

Paso 3 Compra y aproximación de materiales

- Coincidencias y mejoras
- Disposición en modelos

Paso 4 Verificación de stock y disponibilidad

- Marca
- Material

- Variabilidad

3.7.2.2. *Método gráfico*

El método gráfico de selección de materiales define una gran capacidad de sintetizar los materiales requeridos para una aplicación aplicándole sus respectivos filtros en los ejes por los que Ces Edupack se convierte en una herramienta con gran versatilidad y alta precisión. Es prudente mencionar que se deben establecer los parámetros más adecuados y concisos en el software así como escoger adecuadamente las bases de datos. La aplicación de este software implica algunos pasos que se deben tomar a consideración para nuestro asadero de pollos que especifica el siguiente algoritmo.

- Paso 1 Escoger la base de datos
- Paso 2 Propiedades en el eje x, eje y
- Paso 3 Verificar y filtrar
- Paso 4 Escoger el material

Todos estos pasos se verán reflejados en los resultados para la elección de los materiales constitutivos de las paredes del horno asadero de pollos.

3.7.3. *Selección del motorreductor*

En la selección correcta de un motor es conveniente seguir algunos pasos de diseño que se relacionan directamente con las características del motor. Todos los servicios y usos de los motores contienen un sin número de parámetros a tomar en cuenta en relación con el uso que se le pretende dar por esto especificamos lo siguiente:

3.7.3.1. *Potencia*

Verificar adecuadamente el factor de servicio del motor además tomar en cuenta su factor de multiplicación para conocer la sobrecarga que el motor puede soportar y el tiempo de trabajo al que está sometido.

Para el caso establecido como no se requiere una gran potencia o fuerza de trabajo se escoge un motor de 40 W para la aplicación.

3.7.3.2. Velocidad

Lo motores que asimilan una gran velocidad tienden a disminuir su torque por los que el motor seleccionado confiere a una velocidad de 10rpm acentuando que para la aplicación se instalará un motorreductor en el proceso.

3.7.3.3. Voltaje y frecuencia

En Ecuador comúnmente el tipo de voltaje y frecuencia más utilizados son 127V y 60Hz sin embargo en condiciones de maquinaria industrial y otros elementos se puede notar el cambio de voltaje en el caso de 220V estableciendo mejores parámetros de uso sin embargo al no ser un componente normal su instalación se establece en condiciones ajenas a la instalación de los hogares o locales.

El tipo de motor que se seleccionó trabaja con un voltaje de 127V nominales y transfiere su movimiento a un motorreductor adicionalmente el tipo de clavija normal para este elemento son de tipo A/B.

3.7.3.4. Tamaño y forma constructiva

El tamaño y su forma esta adecuado a la cantidad de revoluciones que el motor tiene por lo que su configuración está determinada por esto.

3.7.3.5. Hermeticidad

El motor seleccionado conviene a tener una alta hermeticidad con sus respectivos sellos mecánicos y empaques en las juntas para evitar que el agua, aceite y otros fluidos logren entrar en la parte eléctrica de la unidad.

En las condiciones de trabajo del motor es primordial que esté alejado de los componentes que generan grasa, humo, gases y otros elementos que puedan deteriorar el motor. El componente tendrá un espacio para la transmisión propia y disminuir riesgos de hermeticidad.

3.7.3.6. Condiciones de servicio

Para que un motor trabaje a condiciones normales debe estar a 40°C y 1000 metros sobre el nivel del mar. En nuestro caso el motor estará sometido a condiciones de trabajo normales ya que al estar alejado de la cámara de combustión y cocción para evitar su calentamiento mientras que en lo que respecta a la presión y altura conviene mencionar su trabajo en la ciudad de Riobamba que al estar a algunos metros sobre lo normal no es necesario la modificación de las condiciones de arranque.

Tabla 17-3: Características del motor

Condiciones	Unidades
Modelo	5IK40W-C1-GU-XG
Potencia	40W
Velocidad de salida	10 rpm
Voltaje y frecuencia	127V-60Hz
Tamaño y forma constructiva	Normalizado con el rpm
Hermeticidad	Grado de protección alto
Condiciones de servicio	40°C y 1000 m.s.n.m
Otros	0,72/0,64A

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En lo referente a todos los aspectos reducción de velocidad el motorreductor tiene un origen chino de modelo 5IK40W-C1-GU-XG con las especificaciones tomadas en cuenta en la tabla anterior y asimilando la empresa HOULE INDUSTRIAL CO. LTD. Esta empresa comercializa varios modelos de motores y motorreductores utilizados en una gran cantidad de industrias ya sea alimenticia, construcción, diseño y otros parámetros.

En lo referente al trabajo especificados el motor se replicó en el programa de diseño y se lo proyecta en la siguiente figura sin embargo también podemos ver su dimensionamientos y etiquetas en el Anexo F.

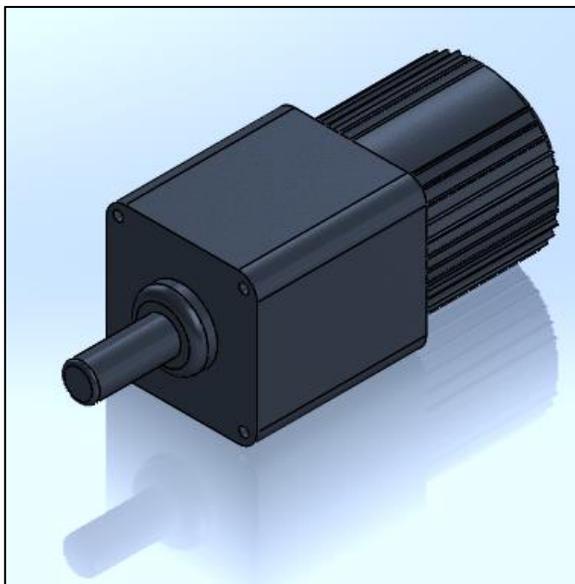


Ilustración 8-3: Motorreductor

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Es conveniente mencionar que el eje se ha conformado de acero inoxidable 304L en las características del motor con una carcasa determinada por fundición.

3.7.4. *Transmisión de movimiento (banda-polea)*

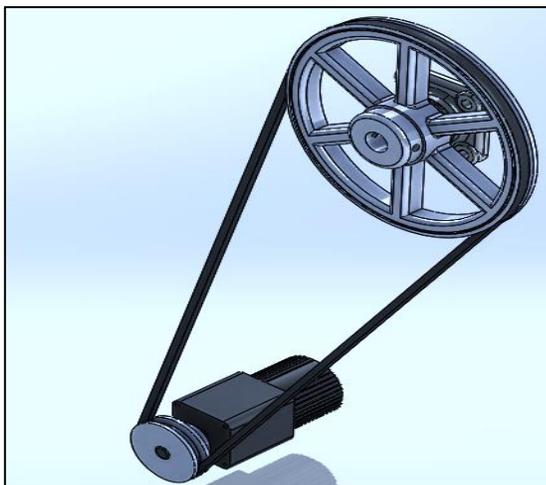


Ilustración 9-3: Transmisión de movimiento

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

La transmisión de movimiento esta propuesta por una polea de 10,5in o 27cm aproximadamente y una polea de 3 in con una banda de transmisión de 1938,05mm tomando en cuenta que la correa

propone las siguientes dimensiones que se han conformado mediante el cálculo asumiendo el uso del catálogo SKF para correas.

3.7.4.1. Potencia

$$P_d = PC_2 \quad \text{Ecuación 3-2}$$

Donde:

P_d = Potencia de diseño

P = Potencia nominal

C_2 = Factor de servicio (Anexo G)

$$P_d = 40W(1,2)$$

$$P_d = 48W$$

3.7.4.2. Relación de transmisión

$$i = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{Ecuación 4-3}$$

Donde:

i = Relación de transmisión

N_1 = Revoluciones de p Polea conductora

N_2 = Revoluciones de la p Polea conducida

$$i = 1,2$$

Diámetro de la p Polea 3in (75-80mm ISO)

3.7.4.3. Distancia entre centros

$$CC_{pmin} = 0,7(D + d) \quad \text{Ecuación 3-3}$$

$$CC_{pmax} = 2(D + d)$$

CC_{pmin} = Distancia entre centros mínima

$CC_{pmáx}$ = Distancia entre centros máxima

D = Diámetro de lo polea mayor

d = Diámetro de lo polea menor

$$CC_{pmin} = 0,7(270 + 76)$$

$$CC_{pmin} = 242,2mm$$

$$CC_{pmáx} = 2(270 + 76)$$

$$CC_{pmáx} = 692mm$$

3.7.4.4. Longitud de la correa

$$L_d = 2CC_p + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4CC_p} \quad \text{Ecuación 6-3}$$

$$L_d = 2(692) + 1,57(270 + 76) + \frac{(270 - 76)^2}{4(692)}$$

$$L_d = 2(692) + 1,57(270 + 76) + \frac{(270 - 76)^2}{4(692)}$$

$$L_d = 1940,82mm$$

Usamos una correa PHG A77 con una longitud de 1950mm.

3.7.4.5. Distancia entre centros corregida

$$CC = \frac{a + \sqrt{a^2 - 8(D - d)^2}}{8} \quad \text{Ecuación 7-3}$$

Donde:

$$a = 2L_d - \pi(D + d)$$

L_d = Longitud de la correa seleccionada

D = Diámetro de lo polea mayor

d = Diámetro de lo polea menor

$$a = 2(1940,82) - \pi(270 + 76)$$

$$a = 3272,17mm$$

$$CC = \frac{3272,17 + \sqrt{3272,17^2 - 8(270 - 76)^2}}{8}$$

$$CC = 823,754mm$$

Tabla 18-3: Especificaciones de la correa

Parámetros	Valor
Potencia	48W
Distancia entre centros	692
Longitud de la correa	1940
Distancia entre centros corregida	824
Tipo de correa seleccionada	PHG A77

Realizado por: Pilco Edison, 2023

Los valores tomados dentro de estos cálculos se toman del ANEXO G del catálogo de correas SKF.

3.7.5. Diseño del eje

En el diseño del eje se especifica claramente las cargas en los rodamientos y la tensión en la polea además de contemplar el peso de los platos que el eje soporta por lo que un análisis a fatiga claramente determinaría los esfuerzos máximos que se pueden establecer a lo largo del elemento.

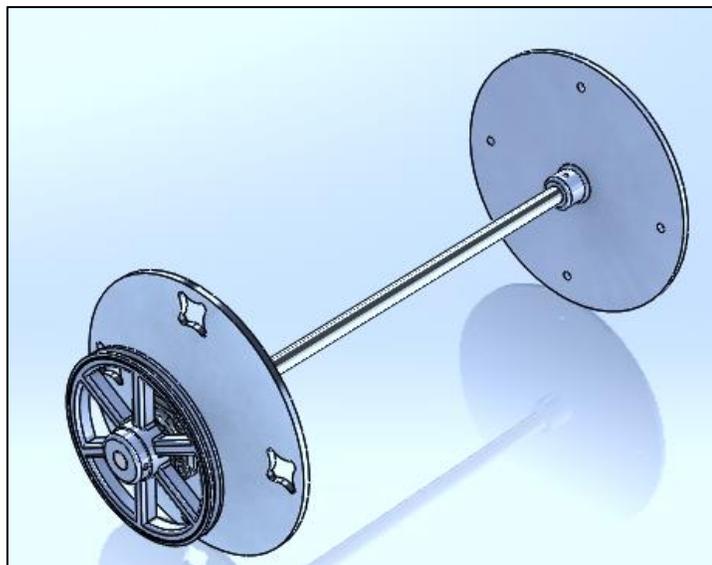


Ilustración 10-3: Eje con sus elementos

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.5.1. Cálculo de reacciones

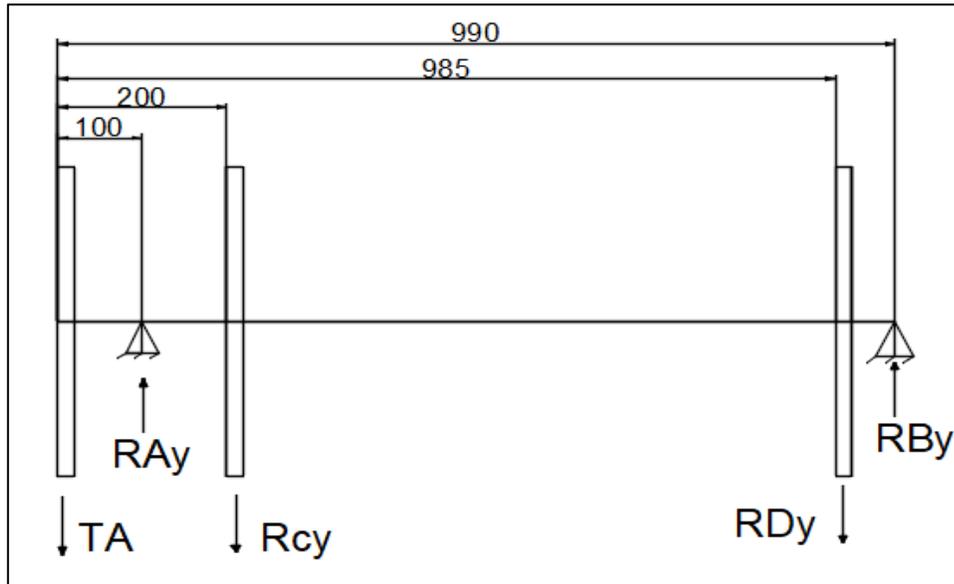


Ilustración 11-3: Diagrama de cuerpo libre

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

$$W_C = m * g$$

Ecuación 8-3

Donde:

m = masa

g = gravedad

W_C = Peso en C (D)

$$W_C = 3,319Kg(9,81m/s^2)$$

$$W_C = 32,56 N$$

$$W_C \cong W_D$$

$$\Sigma\tau = 0$$

Ecuación 9-3

Donde:

M_E = torque en el punto E

R_C = Reacción en C

R_D = Reacción en D

$$-M_E(0,135) + R_C(20) + R_D(20) = 0$$

$$-M_E(0,135) + (32,56)(0,2) + (32,56)(0,2) = 0$$

$$M_E = 96,47Nm$$

$$M_E = (T_1 - T_2)(r)$$

$$96,47Nm = (T_1 - T_2)(0,135)$$

Asumiendo que:

$$T_2 = 0,15T_1$$

Entonces:

$$(T_1 - T_2) = \frac{96,47Nm}{0,135m}$$

$$(T_1 - 0,15T_1) = \frac{96,47Nm}{0,135m}$$

$$(0,85T_1) = \frac{96,47Nm}{0,135m}$$

$$T_1 = \frac{96,47Nm}{0,135m(0,85)}$$

$$T_1 = 840,697N$$

$$T_2 = 0,15(840,697N)$$

$$T_2 = 126,105N$$

$$T_E = (126,105N + 849,697N)$$

$$T_E = 975,802 N$$

3.7.5.2. Diagrama XY

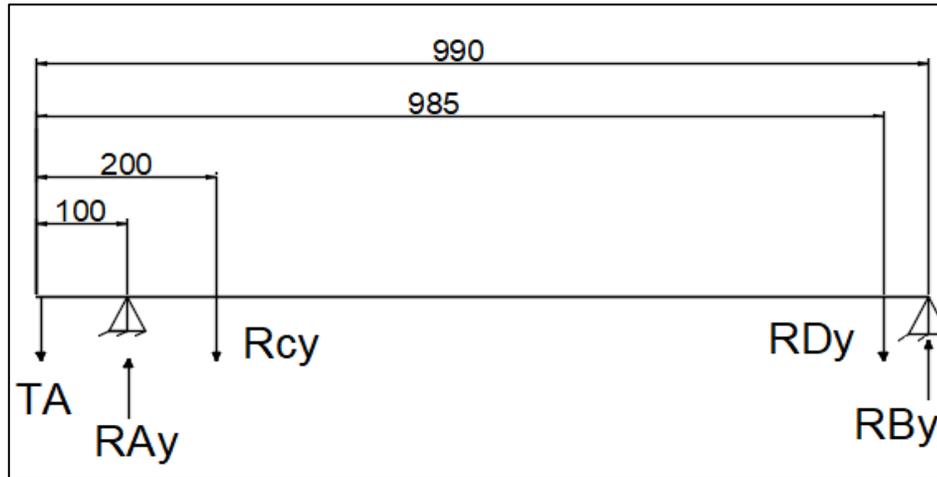


Ilustración 12-3: Plano xy

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

$$\Sigma F_Y = 0$$

Ecuación 3-4

$$-T_E + R_{Ay} - R_{Cy} - R_{Dy} + R_{By} = 0$$

$$-T_E + R_{Ay} - R_{Cy} - R_{Dy} + R_{By} = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 975,802 + 32,56N + 32,56N$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 1040,92 N$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-T_E(0,1) - R_{Cy}(0,1) - R_{Dy}(0,75) + R_{By}(0,755) = 0$$

$$-(975,802)(0,1) - (32,56)(0,1) - (32,56)(0,75) + R_{By}(0,755) = 0$$

$$R_{By}(0,755m) = 125,907Nm$$

$$R_{By} = 166,765N$$

$$R_{Ay} = 1040,92 N - 166,765N$$

$$R_{Ay} = 874,155$$

El trabajo del eje se verá influenciado por los elementos motrices y sus características, por lo que es pertinente usar un eje de acero da bajo carbono ASTM 4340 tomando en cuenta que este material puede trabajar a altas temperaturas sin problema además de tener una alta resistencia a la fatiga conformándose con 1×10^6 ciclos de vida. Tomando en cuenta sus reacciones y momentos es factible usar este elemento asumiendo un alto factor de seguridad.

3.7.6. Selección de rodamientos (*Chumaceras*)

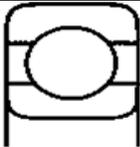
La determinación de los rodamientos para el elemento se conoce de acuerdo con la literatura y el tipo de necesidad se seleccionará de acuerdo con el tipo de carga (radiales), de bolas que son exclusivamente versátiles son totalmente aptos para altas velocidades y de la misma manera cargas tanto radiales como axiales y por su naturaleza de instalación no requiere mantenimiento.

La metodología usada para establecer la selección de rodamientos sigue los siguientes parámetros:

- Condiciones de operación. (cargas, velocidad, vibración, etc.)
- Tipo de rodamiento (determinar su configuración)
- Dimensiones del rodamiento (carga estática y dinámica)
- Tolerancias del rodamiento
- Juego interno
- Tipo y material de la jaula
- Lubricación y sellado

Esos métodos son normalmente utilizados, aunque no siempre se cumple cabalmente por lo que se pueden tomar algunos datos adicionales. Dentro del trabajo se utilizará en catálogo de rodamientos NTN para la selección además de estimar algunas características funcionales.

Tabla 19-3: Tipo de rodamiento y desempeño

Tipo de rodamiento	Características	Representación
Rodamiento rígido de bolas	Carga axial, carga radial. Alta velocidad. Alta precisión rotacional. Bajo torque friccional.	
Rodamiento de bolas de contacto angular	Carga axial. Alta velocidad. Alta precisión rotacional. Bajo ruido/vibración. Bajo torque friccional.	

Realizado por: Pilco Edison, 2023.

3.7.6.1. Verificación a carga dinámica

$$C' = \frac{f_h}{f_n} P$$

$$C' \leq Cr$$

Ecuación 11-3

Dónde:

C' =Capacidad básica de carga dinámica, N (Kgf)

Cr =Para rodamientos radiales

f_h =Factor de vida

f_n =Factor de velocidad

P = Carga dinámica equivalente en N (Kgf)

Fator de confiabilidad:

Tabla 20-3: Factor de confiabilidad

Confiabilidad %	L_n	Factor de confiabilidad α_1
90	L_{10}	1,00
95	L_5	0,62
96	L_5	0,53
97	L_3	0,44
98	L_2	0,33
99	L_1	0,21

Fuente: (NTN Corporation, 2004)

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En rodamientos con una velocidad constante:

$$f_h = \left(\frac{L_{10}}{500} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Ecuación 12-3

$$f_h = \left(\frac{45 \times 10^3}{500} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$f_h = 4,4814$$

Nota: L_{10} tomado de la tabla 3.4 del anexo F.

Factor de velocidad:

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Ecuación 13-3

$$f_n = \left(\frac{33,3}{1750}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$f_n = \left(\frac{33,3}{1750}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$f_n = 0,2669$$

3.7.6.2. Verificación a carga estática

Por lo general un rodamiento puede estar establecido por una vida útil comprendida por 1 millón de revoluciones determinados por su carga axial o radial dependiendo del caso de trabajo. Chequeo a carga estática:

$$C_0' = f_s P_0$$

Ecuación 14-3

$$C_0' \leq C_{or}$$

Considerando choque ligero:

$$f_s = 1,2$$

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

Ecuación 15-3

Donde:

X_0 = Factor de carga radial estática

F_r = Carga radial (N)

Y_0 = Factor de carga axial estática

F_a = Carga axial (N)

$$R_{By} = 166,765N$$

$$R_{Ay} = 874,155$$

$$F_r = \sqrt{166,65^2 + 874,155^2}$$

$$F_r = 889,9N$$

Rodamiento 6405 (d=25mm)

Aceite tipo abierto Z

$$C_r = 34,5 \text{ Kn}$$

$$C_{or} = 17,5 \text{ Kn}$$

Se usa una chumacera de pared F4BC 25M-TPSS:

$$J = 70\text{mm}$$

$$A = 29\text{mm}$$

$$d = 25\text{mm}$$

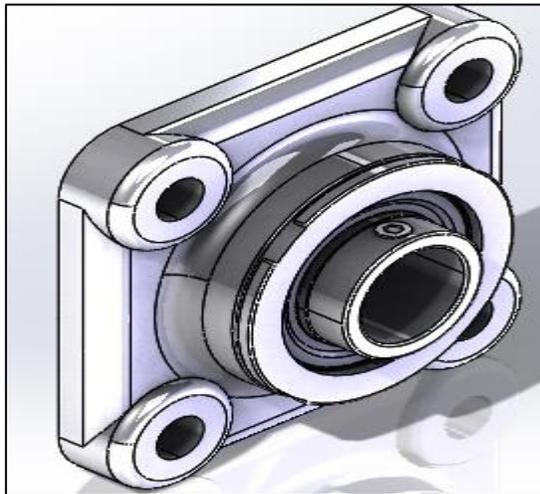


Ilustración 13-3: Chumacera seleccionada

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.7. Selección del sistema de control de temperatura y tiempo

El sistema de control de temperatura seleccionado de acuerdo con la naturaleza especificada de la máquina abarca también el control del tiempo con sus respectivas especificaciones por lo que es necesario compactar las funciones en un solo dispositivo que abarque todas las funciones con el fin de reducir el espacio que puede usar el dispositivo.

El controlador estimado contempla todas las variables que se requiere dentro del sistema y en este rango se utiliza un control de temperatura de la marca INOVA con las especificaciones INV-YB-YB1 que posee las siguientes características.

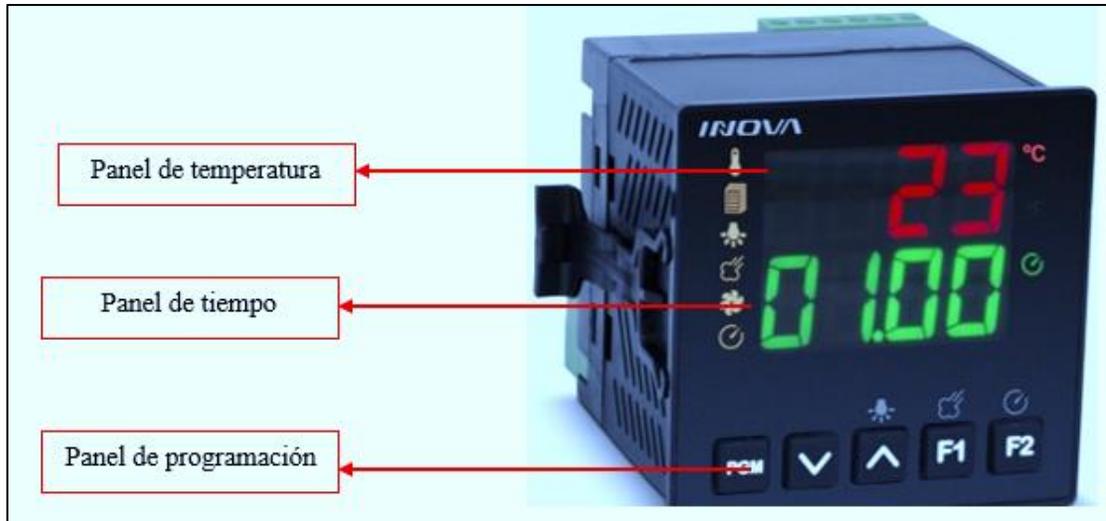


Ilustración 14-3: Controlador T,t

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

El panel de temperatura evidencia la temperatura que la termocupla está marcando dentro de la cámara de cocción y combustión. El panel de tiempo estima la programación con la que se va a trabajar ya sea en minutos o segundos de esta manera se activará la alarma después de lo que se haya configurado.

En la parte del panel de programación se puede estimar las diferentes temperaturas de trabajo y el instante en el que debe encender el soplador además de otros parámetros que se mostraran en los pasos de configuración.

Tabla 21-3: Sistema de control de temperatura y tiempo

<i>INV - Y - YB1 - 11 - J - H - F</i>			
Definición	Representación		Unidad
Tipo de controlador	Y		Temperatura y tiempo
Tamaño	B		75x72mm
Versión	11		S/n
Sensor de temperatura	J		10 a 760 °C
	M	Termopar tipo J	10 a 760 °C
		Termopar tipo K	10 a 1200 °C
	PT-100-3 Fios		10 a 850 °C
Alimentación	H	85-250 VCA	(50-60 Hz)
	L2	24VCC	(50-60 Hz)

Conexión	S/N	Plugable
	F	Mini-Fit

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.7.1. Configuración

La configuración del equipo tiene varios parámetros ya sea eléctrico, gas o leña. Para el caso específico del asadero de pollos se utilizará configuraciones de un horno eléctrico. Sin embargo, se pueden mostrar 2 tipos:

General: programación mediante el uso de la ficha técnica. Esta programación configura los parámetros de temperatura, modo de funcionamiento, vapor, etc.

- Presionar las flechas de subida y bajada al mismo tiempo durante (6-8) segundos hasta que inicie el siguiente paso.



Ilustración 15-3: Paso 1-Configuración general

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

- Con las flechas de subida y bajada configurar la clave 1700 y presionar el botón PGM para moverse entre los números y pasar al siguiente paso.



Ilustración 16-3: Configuración de clave

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

- Para el sistema propuesto el único parámetro a considerar es F-08 de la ficha técnica que muestra la temperatura más alta a la que se desea trabajar y esta no se podrá sobrepasar a lo largo de su trabajo. Se podría dar un rango de error alto configurando entre 250°C y 300°C de temperatura.



Ilustración 17-3: Temperatura máxima de trabajo

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Finalmente presionar el botón PGM hasta salir del modo de configuración interna. Específicas: programa la temperatura y tiempo de cocción.

- Una vez iniciado el sistema presionar el botón PGM y con las flechas ubicar la temperatura con la que se requiere trabajar.



Ilustración 18-3: Programación de temperatura de trabajo

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

- Presionar nuevamente el botón PGM y de la misma manera con las flechas configurar el tiempo de trabajo en minutos en este caso 60min o los que se requiera. Luego presionar F2 para que inicie el temporizador.



Ilustración 19-3: Configuración de tiempo de cocción

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.7.2. Sistema de encendido

El sistema de encendido está configurado con el uso de 2 botones donde uno de ellos enciende el sistema por completo y el otro controla el giro del tambor para el asado de los pollos. Esta configuración se determina con los respectivos contactores para su encendido. Además, de adecuar un Breaker de 30A de la serie BK-R-DIN-2P-32A-MP.

El Breaker está configurado para un funcionamiento a 110V y un amperaje de funcionamiento máximo de 32A, este circuito conviene ser la protección del elemento y su finalidad es proteger a la máquina de sobrecargas y corrientes parásitas que se puedan presentar a lo largo de su vida útil. En las conexiones a 110V se ha optado por adicionar cable multipolar THHN/THWN 3x14 AWG (2,08mm²) CU 90°C, 600VW-Ecuador 2022. Este cable es de tipo industrial establecido para diferentes usos y acoplado para las conexiones exteriores.

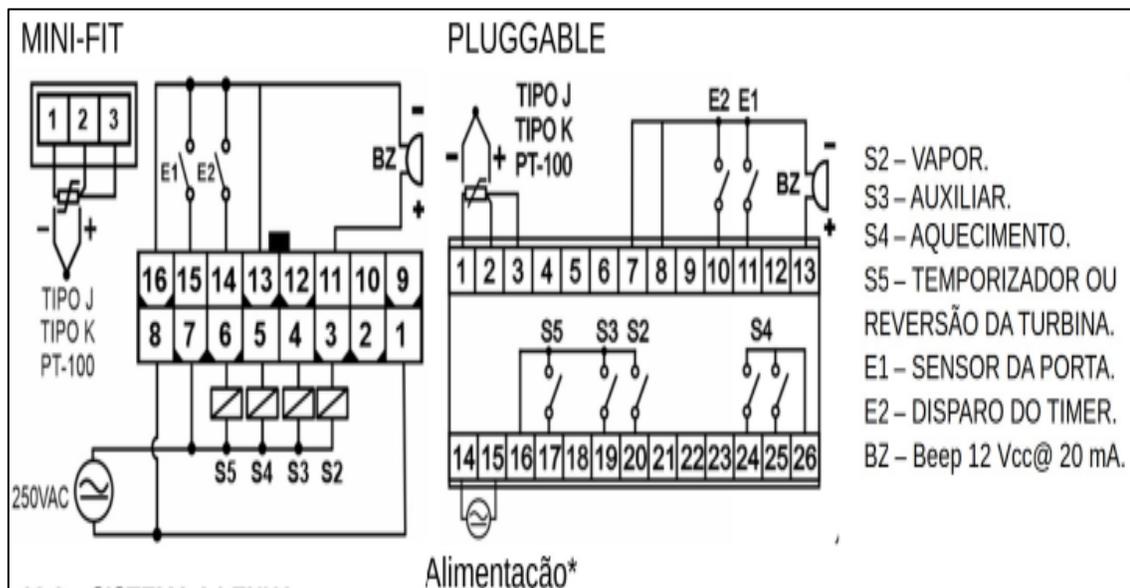


Ilustración 20-3: Circuito unifilar

Realizado por: Pilco Edison, 2023

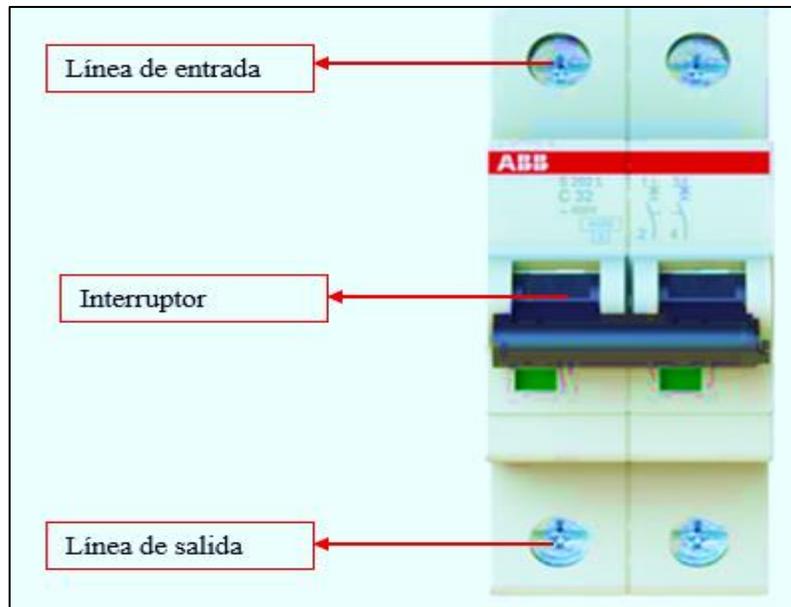


Ilustración 21-3: Breaker C-32

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Los contactores seleccionados para el sistema son de tipo STC2-0911 establecidos como trifásicos que funcionan con las siguientes características:

Tabla 22-3: Características del contactor

<i>STC2 – 0911</i>	
Característica	Unidad
Número de contactos	1NO + 1NC
Número de fases	3
Amperaje	9AC3/25AC1
Voltaje	110, 220,440 y 24V
Origen	CHINA

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Se conoce que en el sistema están funcionando dos contactores que cumplen con la función de encender el sistema de control INV-YB-YB1-11-JH y otro para encender el motorreductor adaptando el giro del equipo para el asado de los pollos.

Con el mismo funcionamiento al encender el sistema también se enciende el soplador que permanecerá en ese estado hasta que se haya cumplido con la temperatura configurada en este caso 220°C o 185°C como máxima y mínima de trabajo.

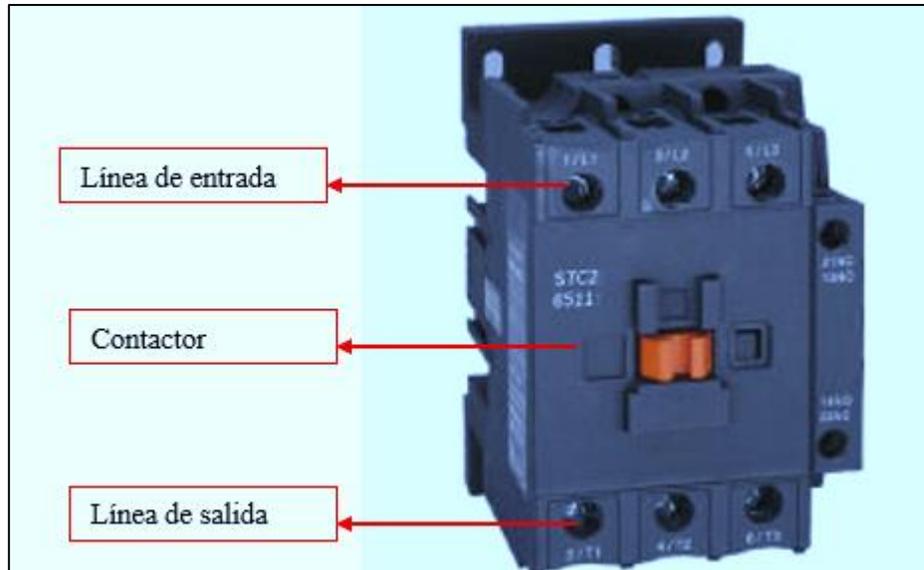


Ilustración 22-3: Contactor

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Para el control de tiempo el mismo equipo contiene la programación ya sea en segundos o minutos esto se evidenciará en el siguiente punto donde se podrá mostrar la configuración paso a paso del dispositivo. Sin embargo, luego de cumplir el tiempo o para el encendido del equipo se ha adecuado una alarma que estará conectada en los puertos 1 y 2 del controlador.

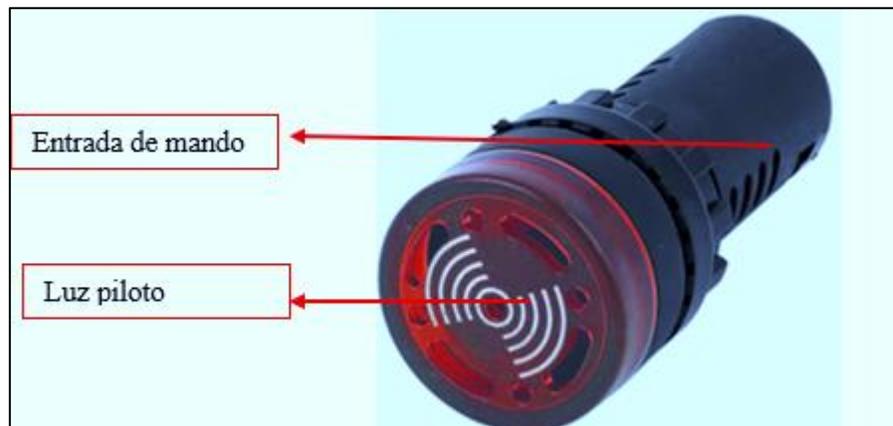


Ilustración 23-3: Alarma piloto

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Los botones usados para el encendido y apagado del equipo tanto el motor como sistema con soplador son los siguientes donde O representa apagado y la letra I representa el encendido del equipo esto se detalla para evitar confusiones en su uso.

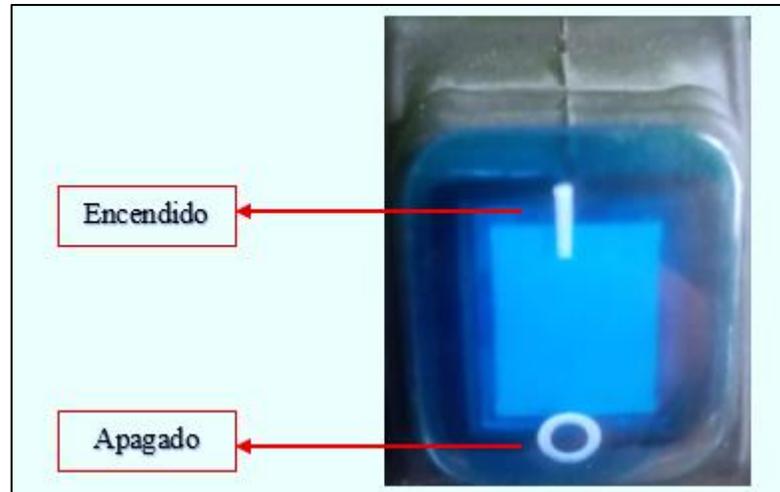


Ilustración 24-3: Botón de encendido y apagado

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Para enviar los datos de temperatura al sistema de control se hace uso de una termocupla tipo J. Esta termocupla se encarga de suministrar los datos de la temperatura de la cámara de cocción y combustión ya que está ubicada en un punto estratégico del equipo de tal manera que logre percibir las diferencias de temperatura que se presente a lo largo de la cocción.

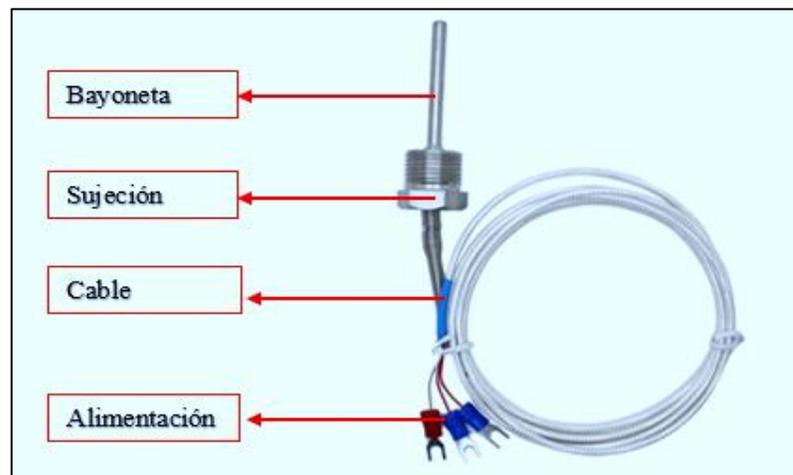


Ilustración 25-3: Termocupla bayoneta tipo J

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.8. *Diseño de la cámara de combustión*

El diseño de la cámara de combustión está ligado directamente al uso del carbón como principal elemento por lo que este elemento debe poseer características térmicas para soportar la brasa y el

funcionamiento del blower tomando en cuenta que se debe almacenar la ceniza, hollín y polvo dentro de una bandeja. Adicionalmente se debe adecuar una bandeja extraíble de la misma manera para recoger el porcentaje de grasa que haya salido del pollo a lo largo de la cocción. En lo concerniente al diseño las siguientes características pueden dejar claro lo que se va a realizar:

- Uso específico de carbón.
- Adecuación de una llama de gas para el encendido específico del carbón.
- Bandeja para recoger residuos de carbón, ceniza, hollín, etc.
- Bandeja para recoger la grasa emanada del pollo.
- Soplador (Blower) para llevar la braza a la cámara de cocción.
- Agujeros en la pared posterior del asadero para que pase la braza.
- Sistema de control de T y t.
- Bandeja de carbón aislada en la parte posterior para evitar el contacto de la grasa con el combustible directo.

3.7.8.1. Encendido del carbón con un quemador de gas

El quemador planteado propone un diseño con un tubo rectangular de 40x20mm con cortes en sus extremos con una continuidad de 1cm y configuración de 1x1cm esto se lo ha realizado con una amoladora y disco de 4in para establecer la precisión del corte. Adicionalmente este quemador está conectado a una válvula de gas que propone un husillo para la unión de una manguera de gas para su establecimiento al GLP. Este elemento configura el encendido de carbón en un tiempo menor y con mayor posibilidad de ergonomía y tiempo de encendido o puesta en marcha del equipo así como la cocción del pollo.

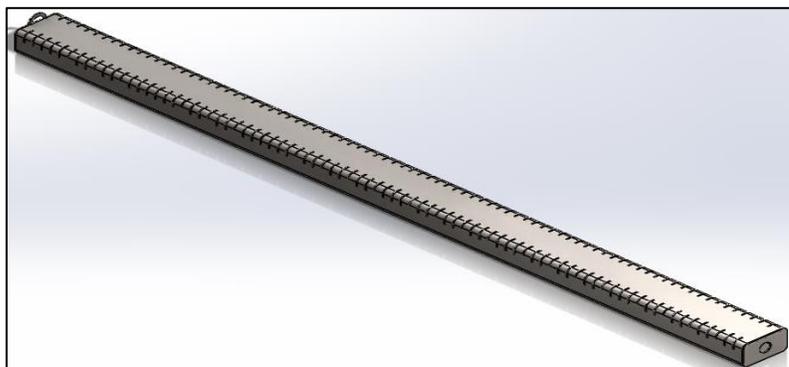


Ilustración 26-3: Quemador para encendido de carbón

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.8.2. *Bandeja de recogida de ceniza*

La ceniza dentro de la combustión del carbón se manifiesta regularmente de acuerdo con la cantidad de consumo del elemento sin embargo es totalmente necesario adecuar este elemento dentro de la cámara de combustión con el fin de evitar más contaminación dentro del asadero así como una posible infección de los productos que se estén procesando.

Las dimensiones propuestas para este elemento son de 900mm de profundidad, 235mm de ancho y 20mm de alto. Es necesario también mencionar que esta bandeja es extraíble para retirar los desechos que se genere.

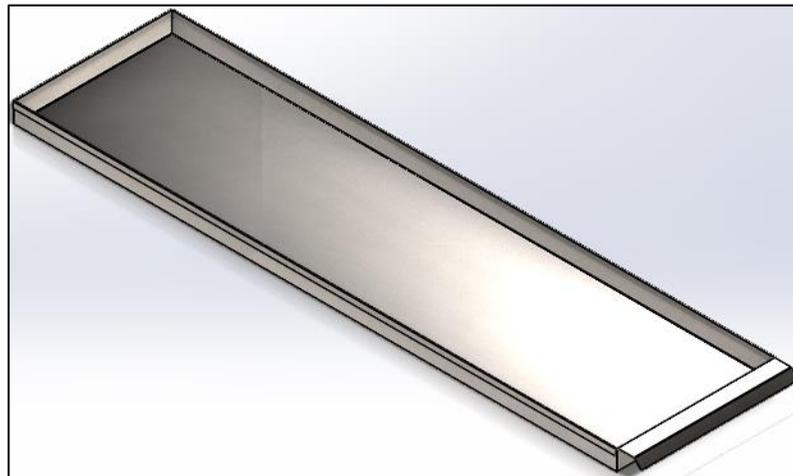


Ilustración 27-3: Bandeja de recogida de carbón

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Esta bandeja esta ensamblada en acero inoxidable 430 con un acabado pulido haciendo uso de chapa metálica y uniones soldadas para mejorar su resistencia a la corrosión.

3.7.8.3. *Desfogue a la cámara de cocción*

Para llevar las brasas de la cámara de combustión a la cámara de cocción se precisó un elemento con chapa metálica con agujeros de 1/2in de diámetros en 17 hileras de 5 conforme a su separación y con la implementación de 4 agujero de 1/4in para que la brasa pase con mayor frecuencia.

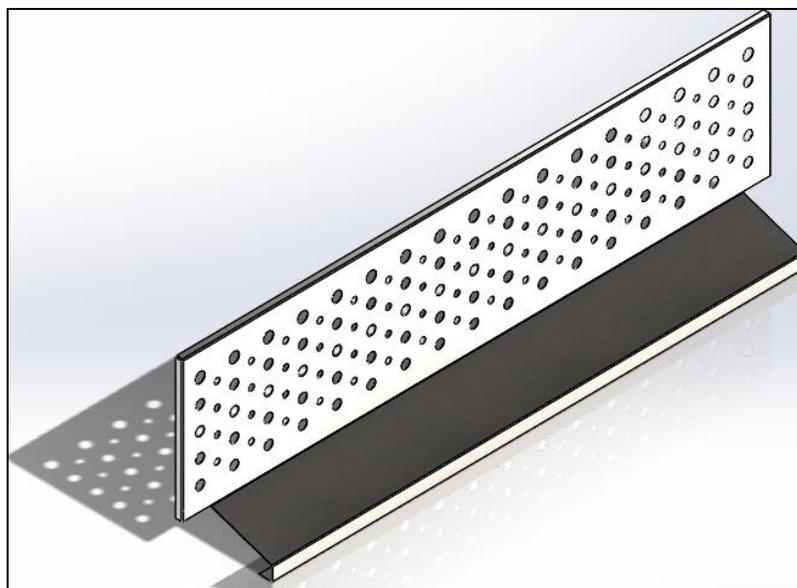


Ilustración 28-3: Desfogue para brasas

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.8.4. Blower para avivar las brasas

Una vez se haya cumplido con el ciclo térmico y el carbón inicie con su apagado y disminución de temperatura dentro del asadero el blower será activado para avivar las llamas de tal manera que se mantenga la temperatura planteada.

Este soplador está conectado a un tubo térmico en su entrada, posteriormente a un tubo de acero inoxidable de 2in para finalmente efectuará la reducción de diámetro a un tubo de $\frac{3}{4}$ in para distribuir el aire.

Tabla 23-3: Características del blower

Características	
Velocidad	3000/3600 rpm
Potencia	
Voltaje	110v
Frecuencia	60Hz

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Estas características planteadas están ligadas a la naturaleza del elemento además de formar parte de su funcionamiento con otros elementos constitutivos considerados parte del diseño, adicionalmente

la reducción de diámetros para aumentar la presión de aire ayuda a mantener una llama uniforme y aumentar la temperatura en con la configuración del sistema de control.



Ilustración 29-3: Blower 2in

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.7.8.5. *Bandeja de carbón*

La bandeja que contiene el combustible en este caso el carbón está distribuido de tal manera que después de la combustión total de los elementos sus residuos pasen a la bandeja de recogida de ceniza. Esta bandeja está distribuida por elementos de chapa metálica y ángulos de 20x20x4 mm para el soporte de las brasas y las altas temperaturas.

Esta cámara tiene las dimensiones de 880mm de profundidad, 90mm de alto y 230mm de ancho en la parte frontal y posterior. Generalmente en la parte frontal posee los dobladillos correspondientes a manera de manilla o agarradera para lograr manipular afectivamente este elemento en el momento más preciso del trabajo.

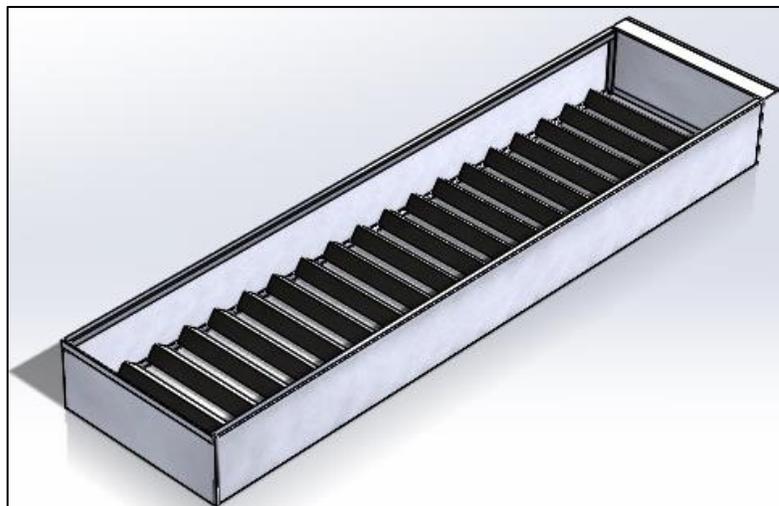


Ilustración 30-3: Bandeja de carbón

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Configurar la cámara de esta manera permite mantener las brasas a su máxima temperatura además de proporcionar el sabor del producto al ser el principal elemento de trabajo el carbón.

3.8. Otros parámetros

3.8.1. Especificaciones técnicas y mantenimiento

Los equipos que se fabrican en general tienen una vida útil y para su primer uso es de vital importancia promover una plantilla con las especificaciones técnicas del equipo así como su respectiva descripción física que logre explicar al operario algunas características de la máquina.

Cabe mencionar que es mejor proporcionar todos los datos que se han hallado y se proponen en el equipo para informar resumidamente los aspectos más importantes que puede presentar. También las instrucciones primarias de uso se han aplicado dentro de la matriz de tal manera que se pueda seguir un patrón de funcionamiento inicial para evitar riesgos o daños en el equipo.

Dentro del mantenimiento podemos especificar dos tipos en este elemento que son preventivo y correctivo. El primero se lo realiza periódicamente cada cierto tiempo para evitar generar daños en el equipo a lo largo de la vida útil. El segundo especifica el mantenimiento correctivo que se lo aplica necesariamente por paradas imprevistas del equipo o daños mayores. Este mantenimiento se lo realiza en el momento en el que el equipo llegue a fallar y de ser el caso leve o grave se lo mueve

o desmonta del área de trabajo para sus reparaciones de lo contrario sus correcciones se lo realizan en la zona de trabajo y lo más rápido posible para no perder la producción del día.

Cabe mencionar que es necesario que cada uno de los mantenimientos propuestos se los realice por el personal capacitado y establezca los mejores puntos de trabajo y beneficie a ambas partes además de asegurar el menor porcentaje de error.

Tabla 24-3: Especificaciones técnicas y de mantenimiento

Descripción física	El equipo presentado está fabricado en acero inoxidable 304 que cuenta con 4 lanzas para pollos con un funcionamiento a carbón y encendido con gas. Además de mantener una altura adecuada asimila parámetros ecológicos con el fin de disminuir la contaminación.		
Modelo	ED-01	Fecha de compra	S/N
Marca	INOX		
Serial	001-FRST		
Cod de Inventario	S/N		
Especificaciones técnicas		Partes	
<ul style="list-style-type: none"> • Acero inoxidable 304 • Capacidad de 16 pollos • Asado • Uso de carbón • Uso de gas para encendido • Control de Temperatura • Control de tiempo • 100V • Masa media del producto 2,5 kg • Sistema de tambor rotatorio de 4 lanzas. • Posee charola recoge grasa. • Almacenamiento del producto caliente entre 60 y 90 °C • Frecuencia 60 HZ 			
Instrucciones de uso			
<ul style="list-style-type: none"> • Enchufar a la fuente de corriente 110V • Llenar la cámara de combustión con carbón • Encender el carbón • Precalentar el horno hasta los 250 °C • Disminuir la temperatura a 230-185 °C • Colocar el pollo 			

<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el tiempo de trabajo 70-80 minutos • Sacar el elemento del horno • Almacenar el pollo en los cajones
<p>Características de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la circulación del aire adecuada el equipo debe estar separado 20cm de la pared • Verificar las temperaturas y tiempos de cocción • Verificar la conexión a la fuente de poder • Deshabilitar la fuente de poder luego de usarlo
<p>Función</p> <p>Ejecuta los servicios de asado de pollos para los locales dedicados a este servicio. Este trabajo tiene un amplio rango de funciones, pero principalmente está guiado a la proteína del pollo además de la disminución de las emisiones respectivas.</p>
<p>Mantenimiento</p> <p>Es de vital importancia ejecutar mantenimientos preventivos al menos una vez al año y correctivos cada vez que el elemento presenta fallas en su funcionamiento</p>
<p>Limpieza y desinfección diaria</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Como primer paso apagar el equipo. 2. Desconectar el equipo de la fuente de poder. 3. Sacar todos los desechos y restos de combustible. 4. Sacar la cámara de combustión y desechar los elementos nocivos. 5. Quitar toda la grasa de las lanzas y paredes del horno. 6. Sacar la bandeja contenedora de grasa y limpiar 7. Limpiar adecuadamente los cajones de almacenamiento de producto <p>Nota: Para la limpieza en general usar agua y jabón de tal manera que todas las piezas queden limpias.</p>
<p>Limpieza y desinfección anual</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Como primer paso apagar el equipo. 2. Desconectar el equipo de la fuente de poder. 3. Sacar todos los desechos y restos de combustible. 4. Evaluar los elementos motrices (motor, motorreductor, poleas) 5. Desmontar la polea de la máquina. 6. Sacar toda la grasa almacenada en los elementos que no se logra con la limpieza diaria 7. Verificar si el motor tiene vibración 8. Estimar la alineación de las poleas. 9. Verificar si la banda esta funcional de lo contrario cambiarla. 10. Tomar en cuenta si la cámara de combustión aún esta funcional de lo contrario fabricar una nueva con acero inoxidable 304 11. Cambiar latas o elementos que hayan sido estropeados ya sea por funcionamiento u otras actividades. 12. Cambiar las válvulas de gas 13. Examinar el estado de las lanzas. 14. Examinar las chumaceras y rodamientos de lo contrario cambiarlos por los seleccionados en el trabajo. 15. Determinar el estado del motorreductor y valorarlo para su reacondicionamiento si es necesario.

Nota: Para efectuar todas estas actividades es necesario que se lo realice por el fabricante o la respectiva mano de obra calificada

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.8.2. *Análisis térmico*

Generalmente el análisis térmico propone inicialmente un diseño del horno con paredes de acero inoxidable con una capa intermedia de fibra de vidrio y posteriormente otra pared con el material inicial esta configuración evita las pérdidas del calor en el horno.

3.8.2.1. *Parámetros intervinientes en el modelo matemático*

Dentro del diseño se pueden evaluar algunas características como las que se muestran a continuación:

- *Dimensiones de la cámara de combustión*

La cámara de combustión propuesta en el diseño estima unas dimensiones 880mm de profundidad, 90mm de alto y 230mm de ancho además la cámara de cocción posee diferentes dimensiones estimadas de 90x20x25.

- *Temperatura de los alrededores y del fluido presente*

Generalmente el horno trabaja en la ciudad de Riobamba que de acuerdo a un estudio la temperatura ambiente promedio confiere un valor de 15°C dependiendo del tiempo y el mes en el que se tome por lo que ésta se asume como la temperatura de los alrededores y del fluido (Tiupul et al. 2020).

- *Temperatura interna (Paredes del horno)*

La temperatura de los gases en el interior del horno es similar a la temperatura de la pared misma del horno por lo que para facilitar los cálculos y disminuir algunos análisis se los toma con el mismo valor para el cálculo.

3.8.2.2. Otras consideraciones

El horno se ubicará en un lugar dentro de los establecimientos dedicados al asado de pollos por lo que no existe cambios grandes de temperatura y choques térmicos por viento en las paredes exteriores del horno por lo que los coeficientes de transferencia de calor por convección se tomarán de la siguiente tabla:

Tabla 25-3: Valores para el coeficiente de transferencia de calor

Procesos	Fluido	h(W/m ² *K)
Convección libre	Gases	2-25
	Líquidos	50-1000
Convección forzada	Gases	25-250
	Líquidos	50-20000
Convección con cambio de fase.	Ebullición o condensación	2500-100000

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Fuente: (Icropera, y otros, 1999).

3.8.2.3. Propiedades generales

La temperatura ambiente se verá involucrada en todas las propiedades que se tomaran dentro del análisis y los cálculos.

Propiedades del aislante:

Para este tipo de máquinas el aislante más común es la fibra de vidrio que evidencia las siguientes características:

- $\rho = 28kg/m^3 \rightarrow$ Densidad
- $k = 0,038 \frac{W}{m*K} \rightarrow$ Conductividad térmica

Propiedades del acero inoxidable:

- $\rho = 7900kg/m^3 \rightarrow$ Densidad
- $k = 14,9 \frac{W}{m*K} \rightarrow$ Conductividad térmica
- $\varepsilon = 0,8 \rightarrow$ Emisividad
- $\alpha = 3,95 \times 10^{-6} m^2/s \rightarrow$ Difusividad térmica
- $C_p = 477 \frac{J}{kg*K} \rightarrow$ Calor específico

Propiedades del ambiente interior:

La temperatura interior del horno está considerada en un rango de 150 °C a 450°C tomando en cuenta el tipo de combustible (carbón) utilizado para la combustión.

Propiedades del ambiente exterior:

La temperatura ambiente tomada a consideración para el elemento es de 15°C =288,15 K

El coeficiente de transferencia de calor por convección es de

$$h_e = \frac{20W}{m^2 * K}$$

3.8.3. Balance energético en estado estable

El balance de conservación de energía para estado estable es:

$$\dot{E}_e = \dot{E}_s$$

3.8.4. Tiempo de estabilización del equipo

El equipo debe presentar un precalentamiento inicial de al menos 250 °C por lo que el horno debe tener un tiempo inicial para estabilizar su trabajo por ello es necesario efectuar las siguientes consideraciones:

3.8.4.1. Temperatura inicial (adecuada para el pollo)

El pollo generalmente inicia con temperaturas sumamente bajas para mantener su composición, y evitar que este llegue a descomponerse. Esta temperatura tiende a estimarse en 10°C esto con la finalidad de iniciar el proceso de cocción de la proteína. En el asado de pollos cabe mencionar que las temperaturas iniciales toman parte para todo el proceso de cocción y adherencia de sabor .

3.8.4.2. Temperatura ambiente (interna)

La temperatura que se tomara en el interior del horno se conforma como la misma que se usa para los gases de 185°C y adicionalmente se toman las siguientes propiedades a la temperatura indicada:

Datos:

$$\rho = 0,7706 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 25,2 \times 10^{-6} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$$

$$C_p = 1,02 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$Pr = 0,69875$$

$$v = 32,215 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k_f = 36,795 \times 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$\alpha = 46,815 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

3.8.4.3. *Temperatura interna del pollo*

La temperatura que se debe estimar para el asado y cocción del pollo en el interior es de 70°C para que el exterior termine tostado. Se debe recordar que por preferencia del cliente a parte visual del producto es de vital importancia por lo que se debe asegurar esa temperatura y obtener esas características para el pollo además de llamar la atención con el olor y otros elementos.

3.8.4.4. *Dimensiones del pollo*

Como la geometría del pollo posee características irregulares es necesario plantearlo como una esfera sólida para poder analizarlo por lo que su masa promedio estipula 2,5kg y aproximadamente utilizar un diámetro de 15mm.

Con esta configuración se puede determinar las siguientes propiedades:

$$\rho = 0,96 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 2,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$k_s = 0,476 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$\alpha = 0,13 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

3.8.5. Cálculo de la convección interna del horno

El cálculo de la convección interna del horno mantiene relación con las ecuaciones 11-2,12-2, por lo que empíricamente se usarán para el estudio.

3.8.5.1. Flujo de calor constante

En la vida real se presentan una gran cantidad de problemas prácticos donde el calor de la superficie es constante y los resultados se efectúan de acuerdo con lo siguiente:

$$Gr_x^* = Gr_x Nu_x = \frac{g\beta q_w x^4}{k_f v^2}$$
$$g = 9,81 m/s^2$$
$$\beta = \frac{1}{T}; \text{ donde: } T = 220^\circ C = 493,15 K$$
$$q_w = 10800 W/m^2$$
$$x = 1 m \text{ altura de la cámara}$$
$$v = 32,215 \times 10^{-6} m^2/s$$
$$k_f = 36,795 \times 10^{-3} \frac{W}{m * K}$$
$$Gr_x^* = \frac{\frac{9,81 m}{s} * \frac{1}{493,15 K} * 10800 W/m^2 (1)^4}{36,795 \times 10^{-3} \frac{W}{m * K} * \left(32,215 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}\right)^2}$$
$$Gr_x^* = 5,626 \times 10^{12}$$

3.8.5.2. Número de Nusselt superficie

El número de Nusselt se asemeja al gradiente de temperatura adimensional evaluado en la superficie proporcionando un valor de transferencia de calor estimada en la convección. Para disminuir el cálculo efectuamos la siguiente operación tomando las consideraciones anteriores:

$$Gr_x^* = 5,626 \times 10^{12}$$
$$P_{rf} = 0,69875$$
$$Gr_x^* * P_{rf} = 5,626 \times 10^{12} * 0,69875$$

$$Gr_x^* * P_{rf} = 3,9312x10^{12}$$

Al efectuar la operación anterior se conoce que el cálculo de $Gr_x^* * P_{rf}$ están dentro del flujo turbulento por lo que la ecuación para utilizar en el caso es la siguiente:

$$Nu_{xf} = \frac{hx}{k_f}$$

$$Nu_{xf} = 0,17 * (Gr_x^* * P_{rf})^{\frac{1}{4}}$$

Condiciones:

$$2x10^{11} < Gr_x^* P_{rf} < 10^6$$

$$q_w = ctte$$

$$Nu_{xf} = 0,17(3,9312x10^{12})^{\frac{1}{4}}$$

$$\mathbf{Nu_{xf} = 239,376}$$

Para obtener directamente el valor de transferencia de calor por convección en concordancia con las especificaciones y cálculos establecidos se plantea lo siguiente:

$$Nu_{xf} = \frac{hx}{k_f}$$

Despejando:

$$h = \frac{Nu_{xf} * k_f}{x}$$

$$h = \frac{239,376 * 36,795x10^{-3} \frac{W}{m * K}}{1}$$

$$\mathbf{h = 8,807 \frac{W}{m^2 * K}}$$

3.8.5.3. Número de Biot

En la conducción transitoria el número de Biot representa uno de los mayores factores irreemplazables para la selección del método para la resolución de problemas prácticos es por ello que se plantea dentro de este trabajo.

$$Bi = \frac{h_s * r_0}{k_s}$$

$$h_s = 8,807 \frac{W}{m^2 * K}$$

$$r_0 = 0,075m$$

$$k_s = 0,476 \frac{W}{m * K}$$

$$Bi = \frac{8,807 \frac{W}{m^2 * K} * 0,075m}{0,476 \frac{W}{m * K}}$$

$$Bi = 1,387$$

El método más propicio para la resolución del problema es tomar el pollo como materia prima y trabajarlo como esferas con efectos especiales.

3.8.5.4. Balance energético

Como se lo planteo anteriormente el ejercicio tratado como esferas especiales aplicando las ecuaciones de balance energético toma la siguiente forma:

$$\theta_{r,esf} = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} * \frac{\sin\left(\lambda_1 * \frac{r}{r_0}\right)}{\lambda_1 * \frac{r}{r_0}}$$

$$Bi = 1,413$$

$$\lambda_1 = 1,7602$$

$$A_1 = 1,3584$$

Como se mencionó anteriormente en el punto 3.8.4.3. la temperatura interna en cualquier punto es igual a 80°C y en este caso $r = 0,025m$.

$$\frac{T_t - 220}{14 - 220} = 1,3584e^{-1,7602^2\tau} * \frac{\sin\left(1,7602 * \frac{0,025}{0,075}\right)}{1,7602 * \frac{0,025}{0,075}}$$

Para $T_t = 80^\circ\text{C}$:

$$\tau = \frac{0,13 * 10^{-6}t}{0,05^2}$$

$$\tau = 0.22$$

Entonces:

$$t = 4715s$$

$$t = 78,58min \pm 10min$$

El tiempo calculado anteriormente determina el tiempo mínimo que el pollo debe estar dentro de la cámara de cocción. Es decir, dentro de este tiempo el pollo debe tener las características de asado y cocción estableciendo un exterior dorado, un interior totalmente asado con el producto listo para el consumo humano. Sin embargo, también se puede alargar o aplazar dependiendo del ambiente y algunas acciones que se presenten en el trabajo, el estado del combustible la retención de temperatura y otros elementos.

3.8.6. *Análisis térmico en Software*

Para proponer el análisis térmico se utilizaron tanto cálculos como el uso del software. En el caso del programa se usa una serie de pasos adecuado a la disponibilidad del diseñador por lo que principalmente es necesario aligerar los elementos y disminuir las piezas por el tamaño del mallado especificando la calidad más adecuada de la malla para proceder a generar algunas características térmicas como la convección y el flujo térmico dentro del elemento. El análisis mediante el software sigue los siguientes pasos:

3.8.6.1. *Generación del elemento en software de diseño*

Como se mencionó anteriormente el trabajo establece elementos aligerados ya que al poseer grandes dimensiones se lo trabaja con una estructura dimensional totalmente diferente que contenga otros elementos característicos. Dentro de estos términos la estructura simula una caja con las dimensiones de la cámara de combustión y cocción considerando el choque térmico que puede producir el combustible en este caso el carbón.

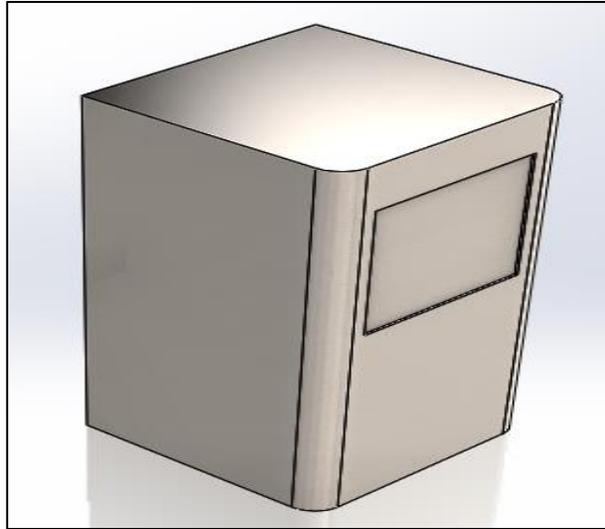


Ilustración 31-3: Estructura aligerada para análisis

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.8.6.2. *Abrir el sistema de análisis Steady State Thermal*

Dentro del software usado para la parte térmica se usa el sistema de análisis Steady State Thermal en el que se puede evaluar térmicamente una estructura que puede trabajar con diferentes características. En la parte térmica se conoce conducción, convección y radiación de lo que se analizara la confección de calor así como el flujo térmico dentro del elemento.

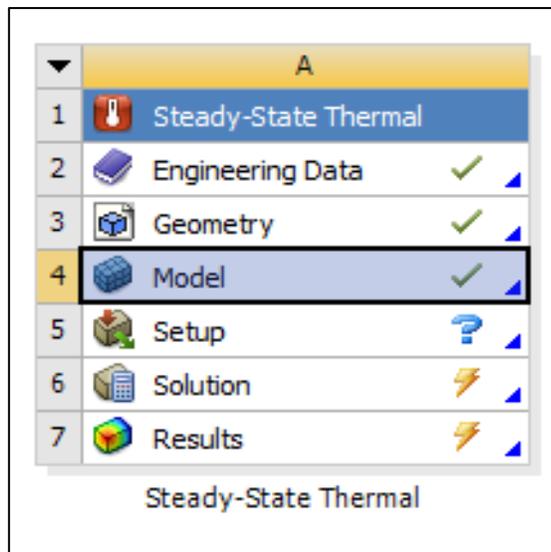


Ilustración 32-3: Sistema de análisis térmico

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.8.6.3. Exportación del elemento en caso de no generarse en el mismo software.

Cuando no se usa el modelador que el programa inicial propone es necesario exportar en un formato (.STP) para poder simular dentro del software y hacer uso del resto de características del programa si establecer problemas a lo largo de su análisis y dimensiones.

Es de vital importancia establecer el uso en formato (.STP 203) para trabajar adecuadamente y no tener errores a lo largo de los diferentes análisis.

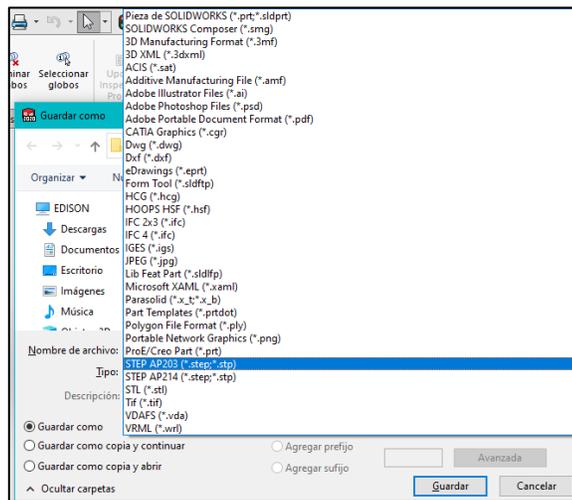


Ilustración 33-3: Formato de uso para software

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.8.6.4. Generar la malla más adecuada tomando en cuenta su calidad

En los análisis que plantea este software es necesario aplicar un mallado a lo largo de sus elementos con el fin de que se pueda analizar cada punto de la estructura. Dentro de la malla es de vital importancia evaluar la calidad de la malla para llegar a una convergencia o un valor estimado de 0,2 al menos para continuar con el trabajo.

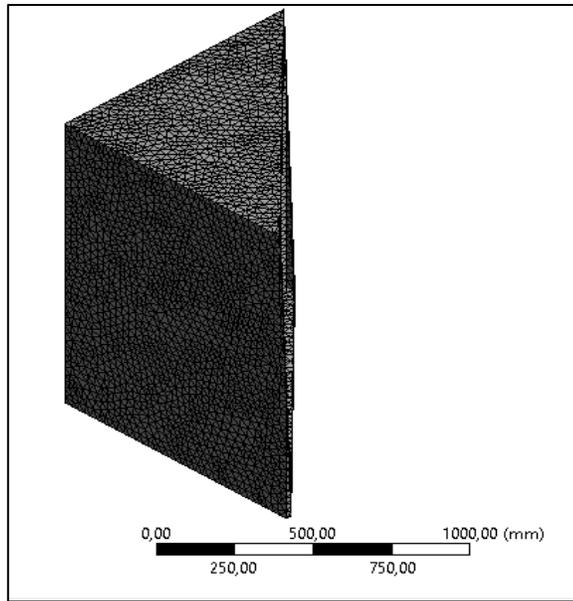


Ilustración 34-3: Mallado dentro del software

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.8.6.5. Aplicar los parámetros térmicos que se quieren analizar

En análisis térmico dentro del software requiere aplicar características térmicas como temperaturas de trabajo que en este caso será de 180 a 250 °C y de esta manera hallar el flujo de calor existente dentro del asadero de pollos. Adicionalmente se extenderá un estudio de convección dentro del elemento y de esta manera analizar algunos parámetros más que se verán reflejados en los resultados.

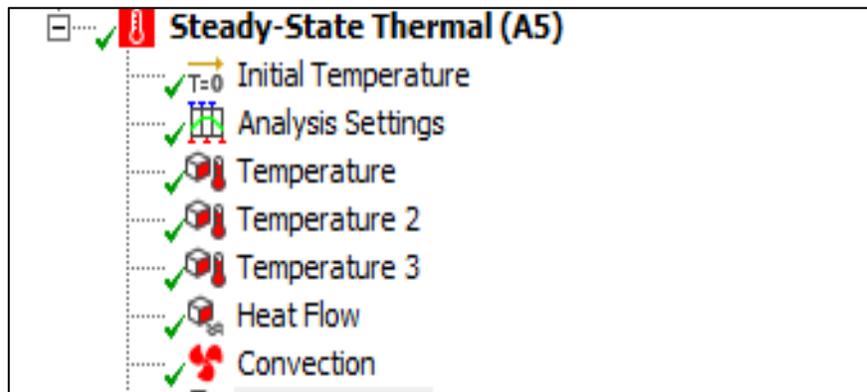


Ilustración 35-3: Parámetros térmicos a considerar dentro del software

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Las variables que se tomaron en cuenta dentro del análisis consideran una temperatura inicial con un valor de cero y temperaturas en las paredes del elemento. Adicionalmente se le añadió un flujo de calor ascendente y una convención como se puede observar en la ilustración anterior.

3.8.6.6. Verificar los resultados que se desean obtener

Los resultados en el software se evidencian con lo que realmente se requiere hallar es decir las soluciones requeridas en el planteamiento del diseñador. Como se pudo observar anteriormente se logró observar convección, flujo de calor y algunas temperaturas de trabajo.

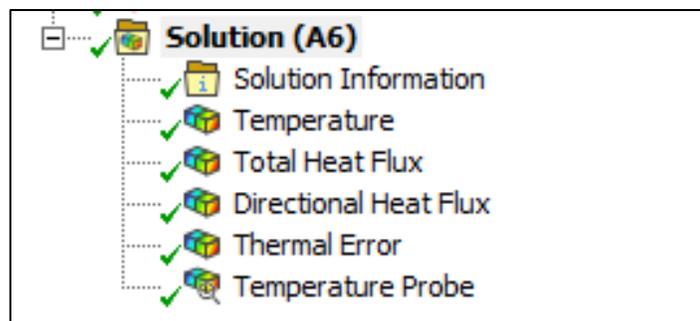


Ilustración 36-3: Línea de resultados dentro del software

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En los resultados se logra evidenciar la temperatura, el flujo de calor total, el flujo de calor direccional y algunas etiquetas de temperatura. Adicionalmente se observarán los patrones de colores que muestra al software en fluencia a la temperatura. Cuando se analiza totalmente y con los parámetros de diseño se nota que estos resultados pueden cambiar a lo largo del uso además de estimar el material con las diferentes características térmicas que cada elemento puede mostrar.

3.9. Porcentaje de emisiones

Las emisiones se pueden presentar en un gran número de formas en el caso más común dentro de los asaderos de pollo que funcionan a carbón es la cantidad de humo que puede emanar al ambiente por lo que es importante medir la disminución que el equipo planteado presenta.

Adicionalmente se puede establecer dos métodos de evaluación de emisiones que se detallan a continuación:

3.9.1. Método visual

Este método consiste en verificar visualmente las partículas que el carbón puede dejar, como ceniza, hollín, polvo y otros elementos que no son gases totalmente. Esta determinación formará características similares de uso. Es decir que se evidenciará la misma cantidad de partículas aproximadamente dentro de las bandejas de retención de grasa y en sus respectivas cámaras de combustión.

3.9.2. Método tecnológico

Este método establece el uso de un aparato electrónico que establece el porcentaje de emisiones del equipo en ppm. Este tipo de emisiones son gases, dióxido de carbono y otros elementos que contaminan el aire. Se debe recordar que estos equipos tienen su desfogue de 5 a 15m para que los gases no se involucren con los comensales y transeúntes.

El equipo propuesto para la medición de las emisiones es un analizador de gases de tipo portátil (Kane Auto Plus 4-2). Este elemento posee una impresora que se conecta directamente con el equipo y capturar los datos que se vayan generando.



Ilustración 37-3: Medición de emisiones

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En la siguiente tabla se puede notar las diferentes características que el aparato posee para sus respectivas mediciones:

Tabla 26-3: Características de la máquina

Características	Función
Comunicación	Android, Bluetooth, Pc
Peso	1Kg
Manguera	4m
Bomba	Instalada
Dimensión	220mmx55mmx120mm

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

3.9.2.1. Funcionamiento

El equipo posee una bomba de absorción para atraer los gases. Esta bomba inicia su funcionamiento y los gases son atrapados y pasan por una manguera hasta llegar al equipo. Para la colocación de la manguera con la punta de absorción se tiene una pinza y con ella se puede ubicar el elemento para la medición.

3.9.2.2. Mediciones

Las mediciones que el dispositivo puede percibir son las que se especifican en la siguiente tabla. Aquí se representan los valores de las mediciones que se lograron captar.

Tabla 27-3: Porcentaje de emisiones en hornos convencionales

Horno	Ubicación	CO ₂	CO	O ₂	HC	NO	λ
Lincoln	24 de mayo	3,1%	0,44%	0,00%	786ppm	10ppm	0,833
Tixe	Media luna	3,6%	0,49%	0,00%	802ppm	12ppm	0,856
Tixe	Media luna	4,1%	0,52%	0,00%	856ppm	15ppm	0,871

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Dónde:

CO₂ = dióxido de carbono medido en porcentaje de volumen

CO = monóxido de carbono medido en porcentaje de volumen.

O₂ = oxígeno medido en porcentaje de volumen.

HC = hidrocarburo ppm medido en porcentaje de volumen

NO = óxido de nitrógeno

λ = Eficiencia de la combustión

El coeficiente de eficiencia de la combustión en este caso no se tomará en cuenta ya que se usa para medir la eficiencia de la combustión de los motores en los automóviles. De todas las características presentadas a continuación es pertinente mencionar que los elementos más abundantes dentro de la combustión son aquellos que se derivan directamente del carbón como podemos observar en la tabla anterior y en comparación con el producto planteado se especificara sus respectivos resultados además de la comparación con la finalidad de establecer las indicaciones propuestas en el alcance de la investigación.

Entre las emisiones presentadas es visible que el **CO₂** y **HC** son los elementos con mayor numeración y ponderación en las mediciones esto a consideración su relación específica con el carbón usado para la combustión de los elementos.

La ubicación del elemento de aspiración de gases está conformada en la cámara de cocción directamente con la finalidad de observar a detalle las emisiones generadas y resultantes producto de la combustión del carbón. Generalmente en los equipos analizados se los efectuó con esa configuración al igual que en el asadero planteado.



Ilustración 38-3: Medición de emisiones convencional vs pruebas en el producto

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Tomando en consideración la ubicación del aparato usado para la medición de emisiones en contexto con lo medido en el equipo generado es preciso verificar los cambios y el constante decrecimiento de las emisiones por lo que en la parte de los resultados se evaluarán los diferentes cambios y porcentajes que pueden influir en la reducción de emisiones propuesta en el alcance de esta investigación.

3.10. Costos

En la evaluación de las alternativas no solamente existen las variables tomadas en cuenta anteriormente, es necesario precisar el costo de las elecciones para establecer también su respectiva elección. Dentro de esto se alimenta la parte de logística, materiales, mano de obra, ingeniería, y otros elementos que son necesarios para el diseño.

Tabla 28-3: Tabla de materiales

No.	Elemento	Uso
1	Taladro (Brocas)	Taladrado y perforado de las chapas metálicas para sus uniones y acoplamientos.
2	Pulidora 7in	Usada para generar operaciones de corte y pulido en lugares con amplio espacio.
3	Pulidora 4in	Operaciones de corte y pulido en lugares el espacio limitado.
4	Cizalla	Determinada para cortes.
5	Dobladora	Usada para la chapa metálica y dobladillos.
6	Roladora	Para generar curvas.
7	Soldadora MIG	Uniones determinadas con soldadura.
8	Martillo	Golpes en donde sea necesario.
9	Remachadora	Uniones, remaches y ensamblaje.
10	Escuadras magnéticas	Para uniones a 45 y 90°
11	Flexómetro	Medidas generales.
12	Calibrador (Vernier)	Medidas cortas y más específicas.
13	Desarmador (plano y estrella)	Atornillar.
14	Tijeras de cortar tol	Cortes en lugares donde no sea posible con la cizalla.
15	Discos de corte y esmerilar	Acabado superficial.

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En la tabla anterior se puede observar las diferentes herramientas que se usan generalmente dentro del taller por lo que es necesario precisarlo a lo largo del ensamblaje del producto. Con el fin de determinar los costos se precisa lo siguiente:

- Precio de materiales
- Precio de ensamblaje
- Precio de ingeniería

Los materiales normalmente usados para la construcciones y ensamblaje del asadero de pollos pueden implicar algunos costos dentro de la determinación del producto. Una vez establecido el diseño es necesario proponer el análisis de estos costos y determinar si están dentro del rango normal de precios de estos elementos por lo que se presenta la siguiente tabla.

Tabla 29-3: Costos determinados en los materiales

No.	Elemento	Cantidad	Características	Costo por unidad	Total
1	Acero inoxidable 430 Pulido	5 unidades	120x240cm	90\$	450 \$
2	Ángulo	2 unidades	AL 20x20x3mm	9\$	18\$
3	Quemador rectangular	1 unidad	175x4x2cm	25\$	25\$
4	Válvula de gas	1 unidad	Reguladora	8\$	8\$
5	Vidrio templado	1 unidad	85x60cm	90\$	90\$
6	Blower	1 unidad	3in	65\$	65\$
7	Motorreductor	1 unidad		90\$	90\$
8	Tubo ½	1 unidad	Cédula 40	8\$	8\$
9	Codo acero inoxidable	1 unidad	2 in	12\$	12\$
10	Polea	1 unidad	10,5in	30\$	30\$
11	Polea	1 unidad	3in	15\$	15\$
12	Banda	1 unidad	170cm	12\$	12\$
13	Eje	1 unidad	100cm	15\$	15\$
14	Chumaceras de pared	2 unidades	1in	25\$	50\$
15	Tambores porta lanza	2 unidad	40cm	30\$	60\$
16	Lanzas	4 unidades	86cm	12\$	48\$
17	Control de T, t	1 unidad	INOVA	150\$	150\$
18	Breaker 2p	1 unidad	Schneider	25\$	25\$
19	Botones	2 unidades	On/off	4\$	8\$
20	Termocupla	1 unidad	J	40\$	40\$
21	Cables	1 unidad	varios	20\$	20\$
22	Contactador	2 unidades	Schneider	25\$	25\$
Total					1264\$

Realizado por: Pilco Edison, 2023

De los precios establecidos en la ciudad de Riobamba se verifican los valores por jornada e interpretando su trabajo durante una semana 8 horas al día en los diferentes procesos que se emplean en el taller.

De la misma manera se plantea los precios que los maestros pueden llegar a cobrar para la fabricación y ensamblaje de lo que se presenta a continuación:

Tabla 30-3: Costos de mano de obra

No	Cargo	Cantidad	Salario	Total
1	Soldador	1	30\$ por día	150\$
2	Doblador-Rolador	1	30\$ por día	150\$
3	Ayudante	1	20\$ por día	100\$
4	Logística	1	200\$	200\$
Total				600\$

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Finalmente, en la escala de precios se evalúa la capacidad de coste de trabajo del diseñador en este caso el ingeniero que no debe perderse.

Tabla 31-3: Cargos por ingeniería

No	Cargo	Cantidad	Salario	Total
1	Diseñador	1	60\$ por día	180\$
2	Dibujo	1	60\$ por día	180\$
Total				360\$

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Ahora se analizan la suma total de los costos para establecer un valor final.

Tabla 32-3: Costos totales del producto

No	Cargo	Total
1	Materiales	1264\$
2	Mano de obra	600\$
3	Ingeniería	360\$
Total		2224\$

Realizado por: Pilco Edison, 2023

En lo equivalente a rubros totales por la fabricación, montaje, materiales y establecimientos de los ámbitos ingenieriles se determinó un total de 2224\$ entro otros temas relevantes que se requieren a lo largo del producto. Con el análisis de costos se puede constatar el diseño de materialización y selección de los elementos componentes de la máquina.

3.10.1. Costos de retorno

Estos costos están ligados al tiempo en el que se logrará captar nuevamente la inversión obteniendo las ganancias necesarias además de analizar los precios de insumos como carbón, energía eléctrica, pollo, aliños y otros materiales que se utilizan en el proceso.

Tabla 33-3: Costos generales de los insumos

Elemento		Precio	Cantidad Total	Descripción
Carbón		10\$	20kg	Total
Gas		3\$	14kg-GLP	Total
Pollo		5\$ o 1\$xlb	12 pollos x 5lb	1 parada
Arroz		35\$	1 Quintal	Total
Sal		1\$	2kg	Total
Papas		10\$	1 Quintal	Total
Aliños	Vino blanco	5,99\$	1	Total
	Cerveza	2\$	1	Total
	Romero	1\$	50onz	Total
	Albahaca	1\$	50onz	Total
	Cebolla	35\$	1 Quintal	Total
	Sabora	1\$	3fundas	Total
	Ají no nomoto	1\$	3fundas	Total
	Ajo	1\$	3fundas	Total

Realizado por: Pilco Edison, 2023

En esta tabla podemos claramente observar los elementos constitutivos para obtener algunas paradas conociendo si la cantidad propuesta es para 1 sola parada o total que conlleva al estimados de 100 pollos. Sin embargo, este estimado se ha tomado como referencia a la experiencia de trabajo del autor en los diferentes locales de la ciudad.

Luego de analizar todos los datos anteriores es necesario plantear los costos estimados para una parada que refiere a la cantidad de pollos asados por cada encendida del asadero lo que estima un valor de 12 pollos.

3.10.1.1. Parada

Tabla 34-3: Precios y cantidad para una parada

Elemento		Precio	Cantidad Total	Descripción
Carbón		1,50\$	3kg	1 parada
Gas		50ctvs	14kg-GLP	1 parada
Pollo		60\$	12 pollos x 5lb	1 parada
Arroz		2,40\$	4lb	1 parada
Sal		50ctvs	½ lb	1 parada
Papas		2\$	10 lb	1 parada
Aliños	Vino blanco	30ctvs	10ml	1 parada
	Cerveza	1\$	1/2l	1 parada
	Romero	50ctvs	50onz	1 parada
	Albahaca	25ctvs	50onz	1 parada
	Cebolla	2\$	2 fundas	1 parada
	Sabora	1\$	1 funda	1 parada
	Ají no nomoto	1\$	1 funda	1 parada
	Ajo	1\$	1 funda	1 parada
Total		73,95\$	s/n	s/n
Precio de venta		2,50\$	1 plato	Completo
Total, de platos		240\$	96 platos	
Trabajador		40\$	2 trabajadores	
Potencia eléctrica		46ctvs	5Kw/h	13,8\$ mensuales
Ganancia por parada		125,59\$		

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En los valores planteados es preciso mostrar que se ha establecido algunas variables como el precio de venta, el consumo eléctrico entre otros elementos que podrían variar y la ganancia estimada por parada es de 125,59\$ valor que podría cambiar de acuerdo con las condiciones y precios en los que se acoplen a otros establecimientos a nivel nacional.

Sin embargo, todos los precios contenidos en la tabla anterior evidencian una cantidad de 12 pollos y haciendo referencia a los valores cobrados en otros establecimientos se ha optado por el cobro de esta cantidad estimando todas las posibles variables que puedan aparecer además de las demandas que el cliente pueda determinar.

3.10.1.2. Paradas semanales

Ahora es preciso determinar las paradas por semana que se pueden establecer dentro de un local. Para este análisis se ha tomado como referencia el local la “Tazona del Oso” ubicado en el sector de la “Media Luna” en la provincia de Chimborazo. Este análisis estima el trabajo de una semana arrojando resultados de 11 paradas por semana con una totalidad de 132 pollos por semana y un valor total por plato de 5525,96\$.

Tabla 35-3: Paradas por semana

Día	Numero de paradas	Precio
Lunes	1	125,59
Martes	1	125,59
Miércoles	1	125,59
Jueves	2	251,18
Viernes	2	251,18
Sábado	2	251,18
Domingo	2	251,18
Total	11 paradas por semana	1381,49
	132 pollos por semana	5525,96

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Una vez observado el número de paradas y su respectiva ganancia es también importante analizar algunos otros precios que llegan a ser de alta importancia dentro del negocio como bien lo menciona el dueño del local analizado.

Entre los precios más relevantes se encuentra elementos que se requieren para el funcionamiento del local como los servicios básicos, arriendo, mantenimiento de las maquinas, logística para transporte de algunos productos que no se pueden efectuar directamente por el propietario sino más bien es necesario contratar a un intermediario.

Además, conviene mencionar que dentro de los asaderos de pollo existen otras máquinas necesarias para el trabajo que puede llegar a consumir algunos precios adicionales por su mantención y uso diario lo que conlleva a determinar también su precio. Es conveniente mencionar que estos precios están adecuados a un mes de trabajos del local oportuno de tal manera que se logre mostrar las diferentes variables presentes en la cocción y asado de pollos en un local común.

Tabla 36-3: Otros precios

Variables	Precio
Arriendo	400\$
Internet	25\$
Agua	50\$
Luz	50\$
Publicidad	20\$
Mantenimiento	100\$
Logística	300\$
Otros	55\$
Otras máquinas	1000\$
Total	2000\$

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Finalmente, el valor de reposición del equipo una vez mostrados todos los precios anteriores se define y resumen en la siguiente tabla donde la inversión estimada es de 2224\$ y para reponer este valor se deben vender una cantidad de 216 pollos en un total de 18 paradas en total. Estas paradas lograran obtener la tasa interna de retorno comprendiendo que es necesario vender esa cantidad de elementos para poder recuperar la inversión inicial. Sin embargo, estos valores después de que un local ya se haya establecidos se puede lograr dentro del lapso de una semana y disminuyendo algunos gastos se podría lograr al cabo de 4 meses estimando todos los gastos que se deben considerar como adicionales asi como algunos imprevistos que se puedan presentar dentro y fuera del local.

Tabla 37-3: Valor de reposición

Valores	Cantidad
Precio final	3525\$
Inversión	2224\$
Sobrante	1301\$
Recuperación de la inversión	18 paradas
Numero por parada	12 pollos
Total	216 pollos

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Dentro de esta parte se establecerán los resultados obtenidos de algunos parámetros analizados en cortos resúmenes para mejorar su entendimiento e interpretación.

4.1. Resultados de la selección de materiales

Para la respectiva selección de materiales se establecieron dos métodos importantes para considerar de ellos se estimó el tradicional y el gráfico que evaluaron los materiales y se seleccionó el más adecuado en concordancia con la necesidad.

4.1.1. Método tradicional

En lo que respecta al método tradicional es tomado por experiencias y trabajos similares basados en el conocimiento personal de los profesionales dedicados a estas funciones.

Tabla 1-4: Características de los posibles materiales

Material	Características
Acero de bajo carbono	Tiene un porcentaje de carbono menor a 0,25% también son conocidos como dulces sin embargo son ferrosos.
Acero medio en carbono	Se consideran en un rango de carbono de 0,25% a 0,55% de lo que se puede inferir su uso en engranajes y otros elementos.
Acero de alto carbono	Porcentajes mayores al 0,51% comúnmente son poco soldables y su predisposición en la templabilidad es alta.
Aceros inoxidable	Poseen una gran resistencia a la corrosión además de ser excelentes para el uso de grado alimenticio. Este tipo de materiales tiene un alto rango de uso en elementos como los asaderos de pollo.

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

De los materiales especificados anteriormente y en relación con la tabla 2-1 se puede hacer uso de aceros inoxidable 304 o 430 en conformidad con la disponibilidad del diseñador además de cumplir con la voz del usuario.

4.1.2. Método gráfico

De lo observado en la ilustración correspondiente se han especificado una serie de materiales que se asemejan a las características planteadas en este caso densidad que el material necesita tomando en cuenta que se deben utilizar elementos que no perjudiquen la salud con el trabajo a altas temperaturas además de tomar funciones de grado alimenticio.

Cabe notar que los materiales similares fueron acero con contenido bajo, intermedio y alto de carbono además el acero inoxidable que puede trabajar en ambientes corrosivos que puede llegar a generar la grasa vegetal y animal asimilando la naturaleza del trabajo al que estará sometido.

La ilustración 4-1 delimita las similitudes de densidad en rangos de 7810 y 7870 kg/m³ por lo que los materiales que están dentro de esta categoría se ven reflejados dentro de las gráficas a manera de barras y finalmente se módulo de Young de 210Gpa como valor máximo para tomar en cuenta y el valor mínimo conviene el valor de 190Gpa.

Una vez seleccionado el material se establece que se utilizará acero inoxidable 430 con acabado tipo BA (espejo) de calibre 10, esto se puede notar claramente en el Anexo C de este trabajo. Estos elementos fueron considerados con la delimitación gráfica en el software CES Edupack que determinan las gráficas pertinentes para establecer los materiales y sus usos en las diferentes máquinas y elementos constitutivos.

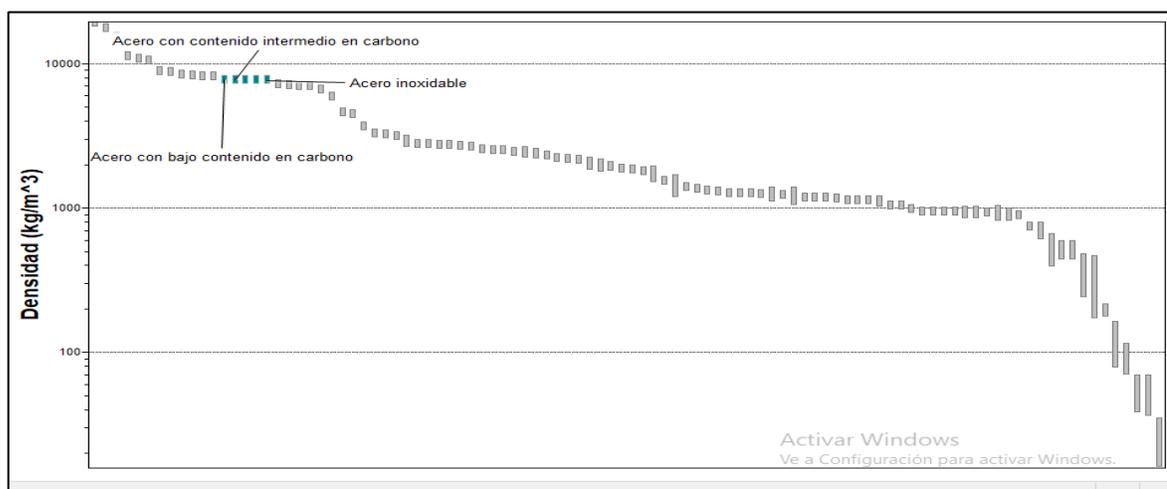


Ilustración 1-4: Método gráfico barras

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Adicionalmente ya planteado el gráfico anterior se estima la ilustración 4-2 relacionando las familias de los materiales con la caracterización de colores donde el color rojo claro muestra los materiales que se podrían seleccionar para nuestra aplicación sin embargo el material más adecuado es el inoxidable como se muestra en los parches. El gráfico presenta el módulo de Young en (Gpa) vs la densidad en (kg/m^3). Estas gráficas además hacen referencia a un árbol de procesos.

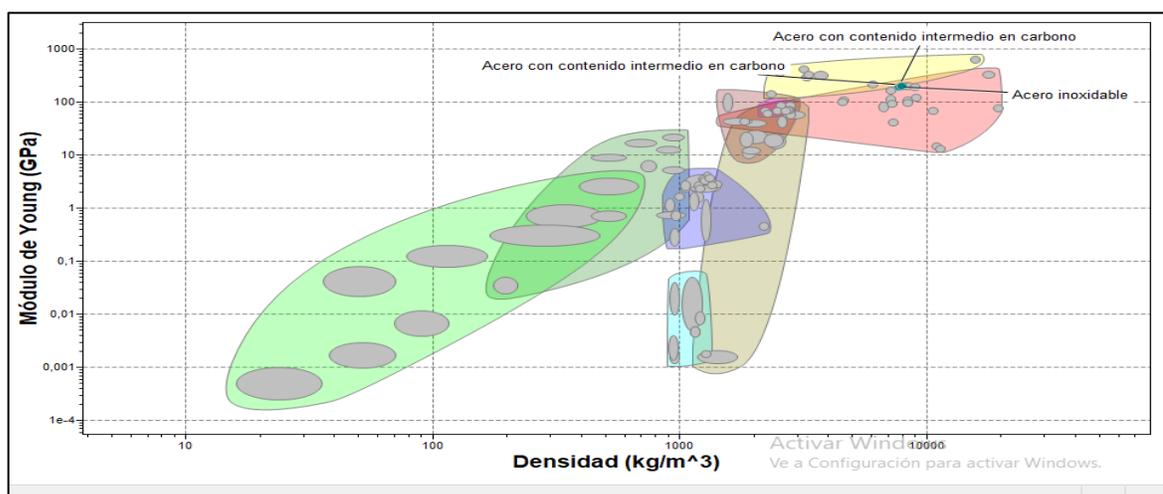


Ilustración 2-4: Método gráfico burbujas

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Tabla 2-4: Comparación de métodos de selección de materiales

Tipo de acero	Selección método tradicional	Selección método gráfico
Acero de bajo carbono	No estimado por la experiencia del usuario.	Estimado dentro del programa sin embargo su uso no es el adecuado.
Acero medio en carbono	No agradable a la vista en la construcción del elemento.	Estimado dentro del programa sin embargo su uso no es el adecuado.
Acero de alto carbono	No soporta las condiciones de trabajo.	Estimado dentro del programa sin embargo su uso no es el adecuado.
Aceros inoxidables	Uso de grado alimenticio tipo 308 o 440 para soportar la braza y mantener la temperatura.	Estimado el acero inoxidable sin embargo no se especifica su tipo, pero por experiencias se determina los del método tradicional.

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Dentro de la tabla se puede interpretar que el uso más común para los asaderos de pollo es el acero inoxidable tanto en el método tradicional como en el gráfico determinado en el software. Una vez

establecido estos parámetros para la continuación del trabajo usamos el acero 430 inoxidable con acabado tipo pulido BA conformado en el anexo C.

4.2. Medición de emisiones

De lo observado en hornos convencionales en los que el uso del asadero genera emisiones que usan el ambiente como sumidero el prototipo que se estableció no genera emisiones al ambiente salvo las que se generan por la quema del carbón como son cenizas, hollín y otros elementos derivados del mismo, esto hacer que se compruebe la reducción de emisiones planteada en los objetivos y estipula que se ha cumplido en 15% de reducción de las emisiones proyectadas en el inicio.

4.2.1. Resultados método visual

En el ambiente del asadero se pudo observar las mismas características en comparación con los hornos convencionales a razón de cantidad de ceniza y hollín durante la combustión por lo que su sabor, tiempo de cocción y estimación de proporciones en el trabajo coincide y no tiene una gran influencia entorno a emisiones generadas o contaminación adicional.

4.2.2. Resultados método tecnológico

Los resultados determinados en la medición de emisiones arrojaron los siguientes datos:

Tabla 3-4: Porcentaje de emisiones en hornos convencionales

Horno	Ubicación	CO ₂	CO	O ₂	HC	NO	λ
Lincoln	24 de mayo	3,1%	0,44%	0,00%	786ppm	10ppm	0,833
Tixe	Media luna	3,6%	0,49%	0,00%	802ppm	12ppm	0,856
Tixe	Media luna	4,1%	0,52%	0,00%	856ppm	15ppm	0,871
ED1	Hogar	0,4%	0,14%	0,00%	552ppm	1ppm	1

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En lo medido es pertinente mencionar una amplia reducción de emisiones al trabajar en la cámara de combustión aislada considerando las diferentes cuantificaciones que se analizaron por lo que el porcentaje de reducción estipula lo siguiente:

Tabla 4-4: Valores medio de emisiones

	<i>CO₂</i>	<i>CO</i>	<i>O₂</i>	<i>HC</i>	<i>NO</i>	<i>λ</i>
	3,1%	0,44%	0,00%	786ppm	10ppm	0,833
	3,6%	0,49%	0,00%	802ppm	12ppm	0,856
	4,1%	0,52%	0,00%	856ppm	15ppm	0,871
\bar{x}	3,6%	0,483%	0,00%	814,67ppm	12,33ppm	0,853

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

Los valores medios tomados en la tabla anterior influirán en la comparación de emisiones con el horno propuesto. Por lo que con el uso de regla de 3 simple se hará la verificación del porcentaje de emisiones que se han reducido en la combustión del carbón en comparación con otros hornos usados dentro de la zona. Además, se podrá determinar las similitudes que tienen el uso de los hornos convencionales con el propuesto tomando la única diferencia del trabajo efectuado en la cámara de combustión.

Tabla 5-4: Comparación de emisiones

	<i>CO₂</i>	<i>CO</i>	<i>O₂</i>	<i>HC</i>	<i>NO</i>	<i>λ</i>
ED01	0,7%	0,14%	0,00%	552ppm	1ppm	1
\bar{x}	3,6%	0,483%	0,00%	814,67ppm	12,33ppm	0,853
% Reducción	80,56%	71,01%	0,00%	32,24%	91,8897%	---

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

De lo observado en los resultados se puede inferir que el porcentaje de reducción de emisiones superan lo planteado en gran porcentaje además de verificar en las pruebas que no existe una gran cantidad de emisiones por lo que es posible optar por no utilizar una campana de extracción de gases y otros elementos contaminantes.

Haciendo referencia a términos generales se puede obtener una reducción de emisiones de 46,09% obteniendo éxito en lo planteado en el alcance.

4.3. Resultados del análisis térmico

El análisis térmico evalúa algunos elementos tanto el mallado y su convergencia así como otras características que se deben tomar en cuenta antes de un análisis previo. Dentro de un diseño se debe mostrar algunas características de los elementos.

4.3.1. Resultados del mallado

Dentro del mallado es adecuado mejorar las condiciones de los resultados y sus aproximaciones además de mostrar el porcentaje de error y dentro de la bibliografía establecida para el uso del software es necesario mejorar las circunstancias del mallado con al menos 0,2 como mínimo de uso. El mallado aplica un rango de 0,229 a 0,999 por lo que se encuentra dentro del rango admisible además de mostrar un mallado más apropiado como elementos de 30mm en sus superficies de control, usando un método de conformado por tetraedros.

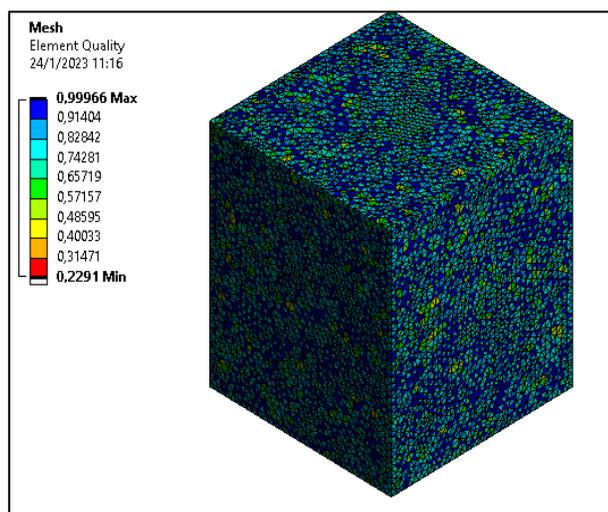


Ilustración 3-4: Resultados del mallado

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

4.3.2. Temperatura mínima 200°C

En los elementos que se muestran a continuación se puede observar el mínimo de temperatura estableciendo el fondo y la tapa superior con la mayor temperatura estimando que la parte inferior es donde se encuentra el combustible que en este caso es el carbón.

Esta temperatura comprende el calor mínimo de trabajo y para un valor promedio se evaluarán las pruebas de funcionamiento evidenciando la temperatura de trabajo media efectiva para el asado de los pollos en un régimen determinado por el tiempo.

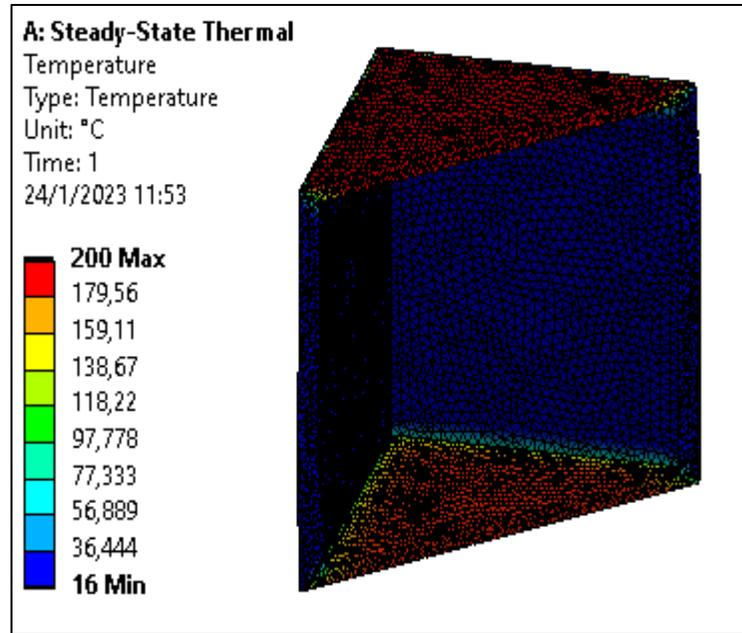


Ilustración 4-4: Resultados de temperatura

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

En comparación con el software y el análisis podemos determinar las temperaturas y el porcentaje de error que puede mostrar el trabajo dentro del software y el trabajo manual. Al observar cabe notar que la diferencia no es tan alejada del cálculo y el error es mínimo además de aceptable.

$$Err = x_1 - x_2$$

Ecuación 1-4

$$Err = 14 - 16$$

$$Err = 2$$

$$Err = \frac{x_1 - x_2}{x}$$

Ecuación 2-4

$$Err = \frac{2}{16}$$

$$Err = 0,125$$

Tabla 6-4: Comparación de resultados

Unidad	Análisis	Software	Error absoluto	Error Relativo
Ambiente	14	16	2	0,125%
De trabajo	185	179,56 mínimo	5,4	0,0291%
Máxima de trabajo	200	200 mínimo	0	0%

4.3.3. Flujo de calor total

El flujo de calor total para las cámaras se estima en las paredes del elemento y se extenderá dentro de las figuras tomado como una caja para aligerar los elementos por sus dimensiones.

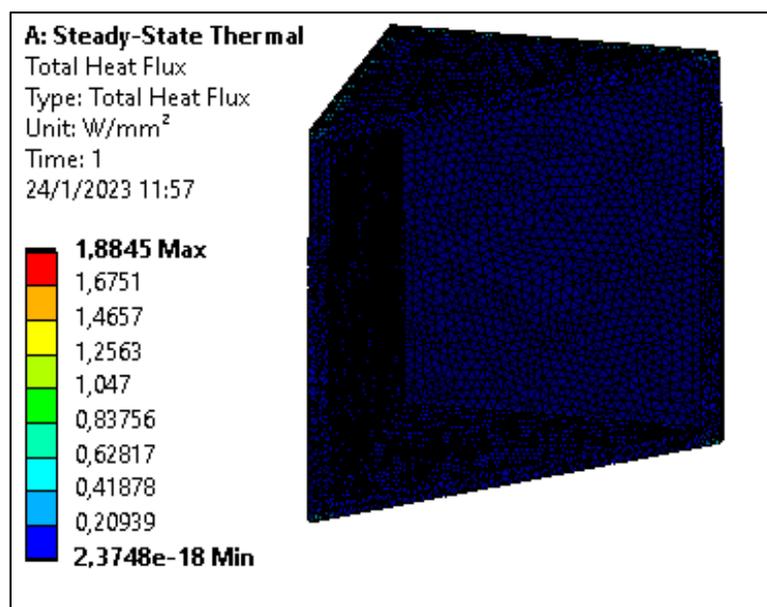


Ilustración 5-4: Flujo de calor

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

4.4. Pruebas de funcionamiento

En las pruebas de funcionamiento se ha configurado una temperatura de encendido del soplador de 220°C y con una disposición del módulo con una diferencia de 3°C lo que implica que el soplador se encenderá realmente a los 217°C subiendo valores considerables la temperatura del horno. Estos valores pueden diferir en consecuencia a la cantidad de carbón existente en la cámara de combustión por lo que en la siguiente tabla se muestran las temperaturas asociadas, el número de veces que el soplador se ha encendido y la hora en la que esta acción se ha realizado.

Cabe mencionar que al tener varias temperaturas es mejor precisar un valor medio de trabajo con el fin de afinar los cálculos en la parte del análisis térmico. Es notable que la temperatura podría descender mucho más de lo planteado si no existiera el respectivo elemento para avivar las brasas. Para el pertinente cálculo se podría usar la temperatura de 217°C como base o tomar la media de los valores emanados en las pruebas de funcionamiento. Sin embargo, es inevitable notar que dentro del

precalentamiento del horno no es necesario tomar esa temperatura por lo que la inicial será desechada dentro de las condiciones iniciales de análisis. Esto a concordancia que es un proceso donde el horno aún no ha iniciado con la combustión del carbón.

En el proceso de precalentamiento el horno se tomó alrededor de 12 minutos para encender totalmente el carbón sin dificultades además de proveer temperaturas iniciales de cocción al producto. Es por esta razón que no se considera la parte inicial.

Tabla 7-4: Número de veces de encendido del soplador

No	Hora	Temperatura
1	11:20	18°C
2	12:05	221 °C
3	12:10	226 °C
4	12:15	221 °C
5	12:20	226°C
6	12:22	226 °C
7	12:23	234 °C
8	12:25	235 °C
9	12:27	234 °C
10	12:29	233 °C
11	12:30	232 °C
12	12:32	230 °C
13	12:33	232 °C
14	12:34	220 °C
15	12:35	225 °C
\bar{x}		228,21 °C

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

La media calculada en la tabla anterior refiere a la temperatura que el soplador alcanza una vez que logra su encendido. Esta diferencia en referencia a los 217°C es de 11,21°C es decir que en promedio el horno variará 11°C su temperatura una vez que el soplador haya logrado su cometido y en contexto esta temperatura no disminuirá mientras exista carbón en la cámara y el proceso de combustión continúe.

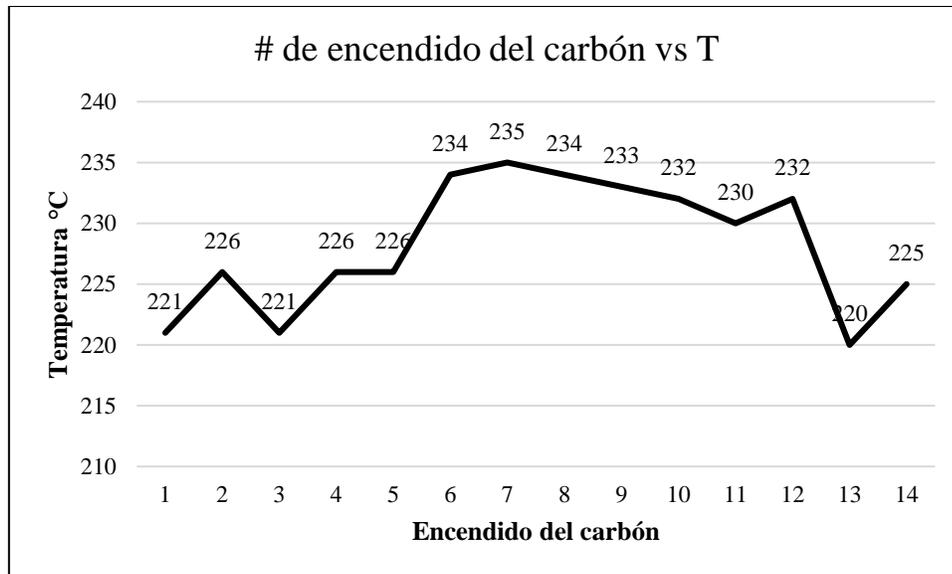


Ilustración 6-4: Ciclo de encendido del soplador

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

De la misma manera es posible evidencia que el soplador se ha encendido alrededor de 14 veces durante la combustión siendo los últimos 20 minutos los más críticos a razón de que el carbón ya se ha consumido en su mayoría y la cámara se encuentra vacía.

Ahora conviene trabajar en las mediciones necesarias en un rango de 5 minutos para conocer el estimado de temperatura con la que se debe trabajar desestimando las temperaturas de precalentamiento a razón de que aún no se ha alcanzado un el encendido total del carbón.

La siguiente temperatura es tomada como consecuencia para los cálculos ya que es un valor promedio característico en las que el asadero trabaja tomando los valores más altos y bajos durante la combustión.

Tabla 8-4: Temperaturas de trabajo durante la combustión

No	Hora	Temperatura	Observaciones
5min	11:20	18°C	Pre calentamiento
10min	11:25	176°C	Pre calentamiento
15min	11:30	226°C	Combustión
20min	11:35	239°C	Combustión
25min	11:40	251°C	Combustión
30min	11:45	244°C	Combustión

35min	11:50	254°C	Combustión
40min	11:55	232°C	Combustión
45min	12:00	232°C	Combustión
50min	12:05	218°C	Combustión
55min	12:10	224°C	Combustión
60min	12:15	221°C	Combustión
65min	12:20	226°C	Combustión
70min	12:25	227°C	Combustión
75min	12:30	224°C	Combustión
Total:65min	\bar{x}	232,385	Temperatura de trabajo

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

4.4.1. Pre calentamiento

Para la etapa de pre calentamiento se puede observar una curva que tiene a una línea a razón de que va aumentando la temperatura conforme va pasando el tiempo. También es posible notar que su inicio esta ocasión tomo el valor de 18°C esto de acuerdo con la temperatura ambiente que capte la termocupla. Es decir, en lugares con mayor o menor presencia de temperatura esto puede cambiar. Considerando el tiempo y el lugar de trabajo la termocupla marco ese valor y este es el inicio del ciclo de trabajo en el pre calentamiento.

De la misma manera a los 12 minutos se logró observar que el carbón ha llegado a su punto máximo de temperatura por lo que se ha optado por desconectar el gas y trabajar con carbón. Es conveniente señalar que a este tiempo el asadero llegó a una temperatura de 240°C que no es la mayor alcanzada dentro de la combustión, pero al constatar visualmente el encendido del carbón se determinó que este tiempo sería suficiente para que el horno trabaje con su combustible planteado.

De otra manera este pre calentamiento también puede alcanzar un tiempo de 15 minutos excediendo lo planeado sin embargo basta con encender el carbón una cierta cantidad para iniciar con el trabajo.

En el balance energético establecido en 3.8 se puede notar las siguientes características de Temperatura vs tiempo mostrando la siguiente curva creciente que establece que a una temperatura creciente el tiempo crece de la misma manera hasta establece un balance de trabajo final con el que se trabajara es decir la siguiente grafica muestra el ciclo inicial para llegar al total balance.

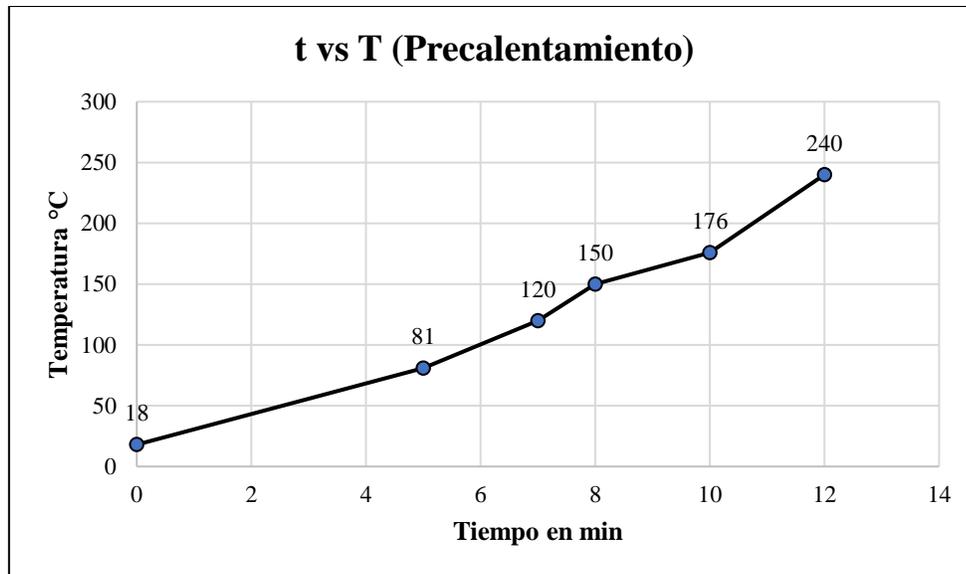


Ilustración 7-4: t vs T etapa de pre calentamiento

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

4.4.2. *Combustión*

La combustión alcanzo una temperatura máxima de 254 °C y en lapsos de 5 minutos se puede definir que durante el minuto 25 y 40 es cuando el horno alcanza sus temperaturas máximas y se mantiene mientas que a partir de los 45 minutos es necesario el accionamiento del soplador como se puede observar. En otras palabras, el soplador iniciará su trabajo a partir de los primeros 45 a 50 minutos de trabajo y seguirá accionándose cuando llegue a los 217°C elevando la temperatura un promedio de 11°C aproximadamente. Este promedio se lo determino después de las pruebas en consecuencia a que en los últimos minutos de la combustión la cámara se encuentra con poco combustible.

Cuando ya se haya consumido la mayoría del carbón el soplador permanecerá encendido tratando de mantener la temperatura configurada. Además, cabe notar que en los últimos tiempos arrojados en la prueba la temperatura no sube el valor promedio lo que indica que la cámara se esta quedando sin el carbón necesario para la combustión. Esto equivale a que si se desea seguir trabajando es necesario recargar nuevamente la bandeja hasta su límite. A lo largo de la combustión también se evidenció la falta de contacto con la grasa que promueve que no sea necesario el uso de las chimeneas para salida de gases o en su defecto ductos de salida. A lo largo de la cocción fue posible medir las emisiones las que fueron determinadas con valores mucho menores a los hornos convencionales cumpliendo el planteamiento propuesto en el trabajo.

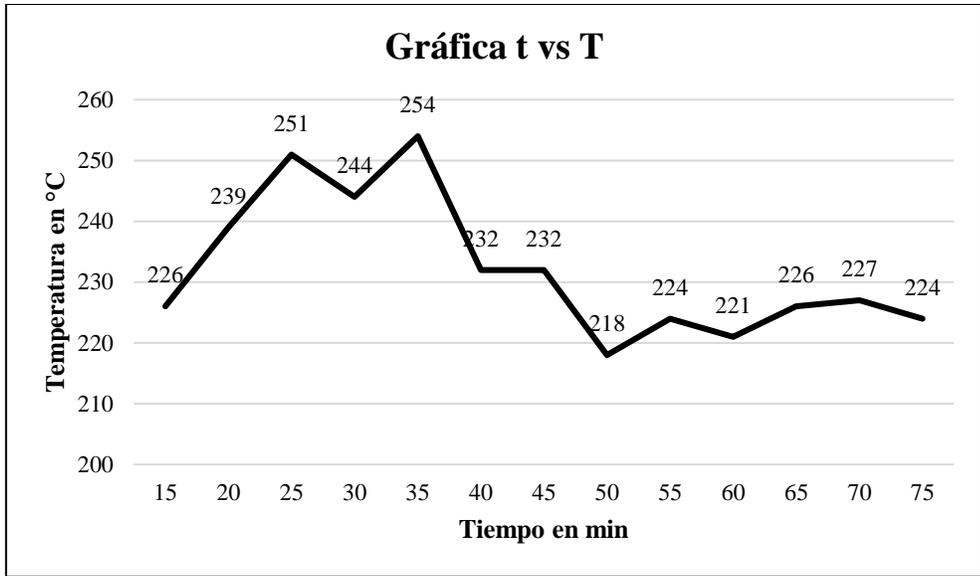


Ilustración 8-4: Determinación tiempo vs temperatura durante la combustión

Realizado por: Pilco, Edison, 2023.

CONCLUSIONES

- El diseño de la cámara de combustión con un funcionamiento a gas y carbón ha mejorado considerablemente la ergonomía de la maquina además de disminuir la presencia de un operario como tal. Este diseño complementa el encendido del producto dispuesto para la combustión mediante el uso del gas y de esta manera se evita el encendido manual.
- El análisis térmico de la cámara de cocción mediante el software evidencia una temperatura de trabajo mínima de 200°C como base sin embargo esto también puede variar de acuerdo con las condiciones de trabajo a las que esté sometido el elemento.
- La cámara de combustión difiere con los modelos convencionales presentando parámetros aislados o separados de la grasa con el carbón lo que hace factible que se pueda obviar el uso de una chimenea para la salida de los gases.
- Después de las respectivas pruebas se logró determinar que el asadero de pollos logró disminuir en alto porcentaje las emisiones planteándose inicialmente un 15% y llegando a un 46,09% de reducción de esos gases lo que implica un funcionamiento óptimo y con mejores características ambientales.
- El Sistema de control de temperatura y tiempo asume un trabajo autónomo del equipo además de mejorar las condiciones de operación ayudan a interpretar nuevos roles dentro de un negocio o trabajo al no requerir directamente la presencia de un individuo durante la cocción y combustión.
- Durante las pruebas de funcionamiento fue de vital importancia mostrar los resultados más buscados durante la investigación además de proveer las características funcionales del equipo se pudo prever las mejoras necesarias para el trabajo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda adecuar un precalentamiento adecuado del horno de al menos 10 minutos para iniciar con la cocción de tal manera que el horno alcance su temperatura máxima.
- Estimar los tiempos de cálculo para que la cocción sea uniforme además de verificar el peso propuesto en la investigación para elementos de 5lb o 2,4kg contando con estas variables puede trabajar con un mínimo de 70 a 80 minutos después del precalentamiento.
- El estado de la cocción después del tiempo concurrido será determinado por el usuario u operario y si es necesario llegar a proponer más tiempo de trabajo adecuar el reloj del sistema de control a su concepción.
- Para los mantenimientos del equipo se recomienda seguir los pasos planteados en los anexos respectivos y así evitar los posibles daños del equipo.
- Es recomendable limpiar el equipo luego de cada combustión o parada al menos las bandejas de grasa y ceniza de tal manera que no se llegue a almacenar una gran cantidad de elementos que puedan llegar a producir gases.
- Conviene recomendar el uso de equipos de protección como guantes de cocina o mandiles de trabajo para evitar accidentes o incidentes durante el uso del equipo.
- Cabe recomendar que se debe hacer una limpieza obligatoria de la flauta de gas después de cada combustión para evitar que el elemento pueda taparse o llegue a dejar de funcionar por obstrucciones de ceniza y otros elementos en sus agujeros.

BIBLIOGRAFÍA

ASKELAND, D. *Ciencia e ingeniería de los materiales.* México : PWS Publishing Company, 1998.

BÁNCERA, A et al. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe.* Santiago : Naciones Unidad Santiago, 2020.

BUDYNAS, R. y NISSBETH, K. *Diseño en ingeniería mecánica de shigley.* México : Mc Graw Hill, 2012..

CAMOU, E. *Solicitud internacional publicada en virtud del tratado de cooperación en materia de patentes.* 2015.

CENGEL, Y. y GHAJAR, A. *Transferencia de calor, fundamentos y aplicaciones.* Mexico : Mc Graw Hill, 2015

CORREA, R et al. *Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionadas con las sustancia químicas y tratamiento de desecho peligrosos en el sector productivo del Ecuador.* Quito : Ministerial, 2014.

FABRE, R. *Efecto de las condiciones de conservación sobre la calidad de pechugas de pollo.* Argentina : Universidad Nacional entre Ríos, 2014.

GUZMAN, C. *Repositorio ESPE.* [en línea] 2016. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11630/1/T-ESPE-053060.pdf>.

ICROPERA, F. y DEWITT, D. *Fundamentos de transferencia de calor.* México : Pearson, 1999.

MARTÍNEZ, T. *Prácticas relacionadas con la carne de pollo de dos comunidades rurales de Costa Rica.* Costa Rica : Costarr Salud Pública, 2010.

MEJÍA, L. *El Carbón, origen, extracción, atributos y usos actuales en Colombia.* Colombia : Coordinacion de publicaciones-Facultad de Ciencias, 2014.

MORÁN, D. *Diseño y simulación de un horno vertical para el asado de pollos parrilleros.* Quito : Universitario, 2014.

MUNICIPALIDAD AREQUIPA. *Cartilla de buenas prácticas ambientales para la producción de pollos a la brasa.* Arequipa : Municipal, 2018.

NOVILLO, E. Y LUISANA, S. *Plan de Marketing para el restaurante Pollo Box en la Ciudad de Guayaquil.* Guayaquil : Universitario, 2020.

OMS. *Partículas PM10 y PM2.5.* 2016.

ROMEBA, C. *Selección de materiales en el diseño de máquinas.* Catalunya : Universidad Estatal de Catalunya, 2008.

SANCHEZ, S. *Proyecto de factibilidad para la instalación de un asadero de pollos a la brasa, en el centro histórico de Quito.* 2014.

SOLÍS, D. *Aplicación de la cocción a la brasa en proteínas básicas terrestres.* [en línea] 2018. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10468/1/UDLA-EC-TTAB-2018-21.pdf>.

SUBIABRE, P. *Diseño básico de la cámara de combustión para una micro turbina a gas.* Santiago de Chile : Universitario, 2017.

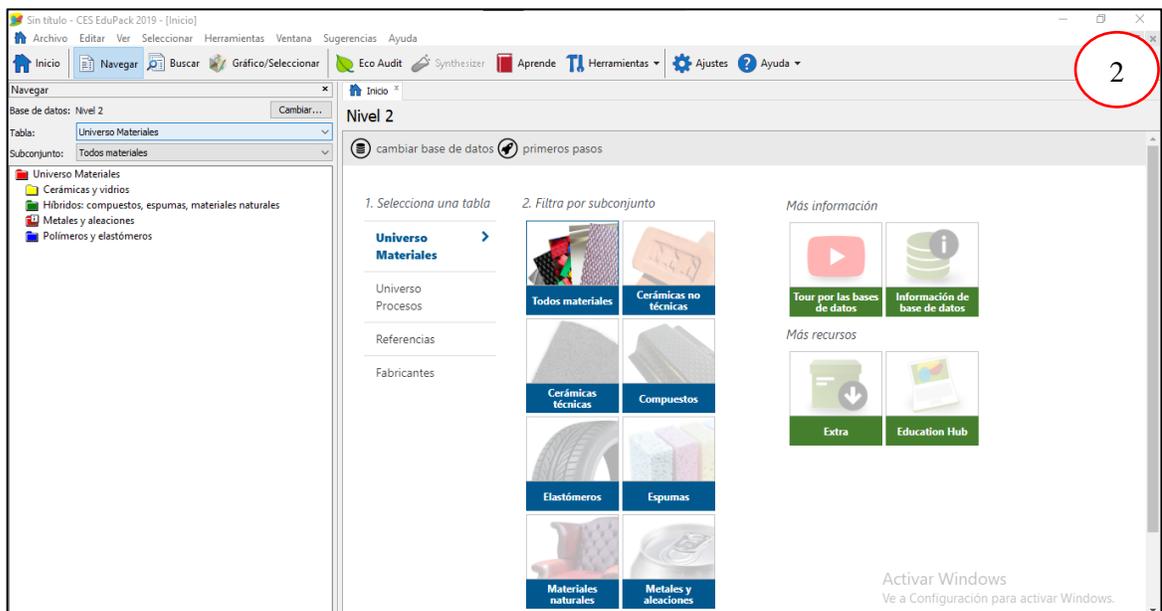
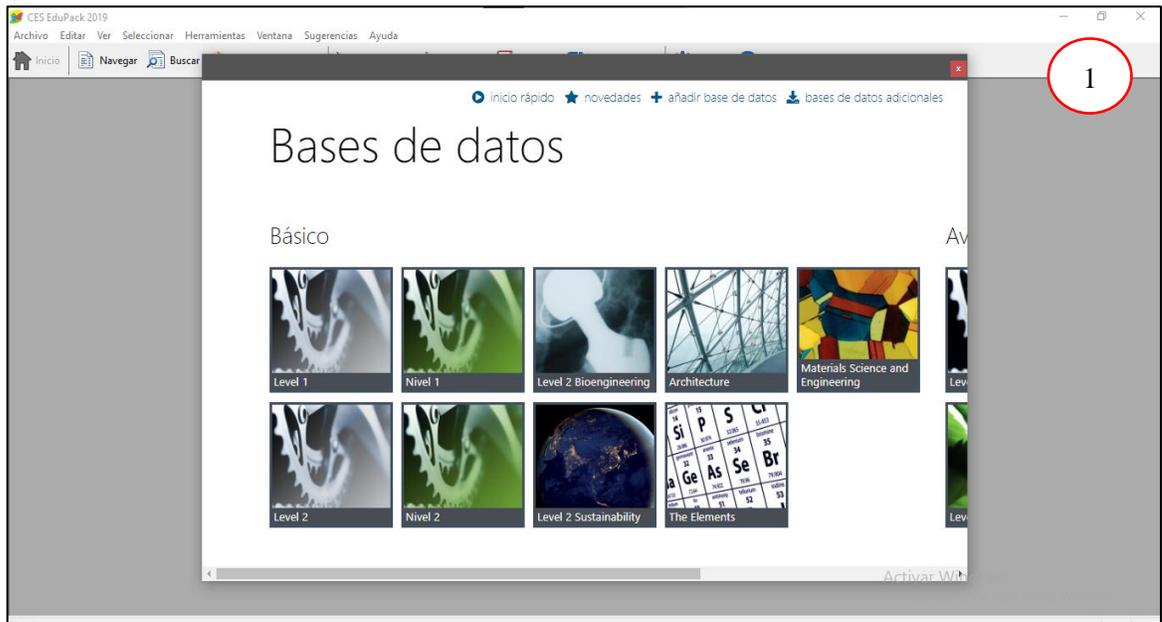
TIUPUL, P. y ARÉVALO, M. *Boletín mensual meteorológico Espoch .* 2022.

ANEXOS

ANEXO A: FAMILIA DE MATERIALES

Familia	Clases	Nombre corto
Metales (metales y aleaciones de ingeniería)	Aleaciones de aluminio	Aleaciones Al
	Aleaciones de cobre	Aleaciones Cu
	Aleaciones de plomo	Aleaciones plomo
	Aleaciones de magnesio	Aleaciones Mg
	Aleaciones de níquel	Aleaciones Ni
	Aceros al carbono	Aceros
	Aceros inoxidable	Aceros inoxidable
	Aleaciones de estaño	Aleaciones estaño
	Aleaciones de titanio	Aleaciones Ti
	Aleaciones de tungsteno	Aleaciones W
	Aleaciones de plomo	Aleaciones Pb
	Aleaciones de zinc	Aleaciones Zn
	Cerámicas Cerámicas técnicas (cerámicas finas capaces de aplicaciones para cargas en cojinetes)	Alúmina
Nitruro de aluminio		AlN
Carburo de boro		B ₄ C
Carburo de silicio		SiC
Nitruro de silicio		Si ₃ N ₄
Cerámicas no técnicas (cerámicas porosas para construcción)	Carburo de tungsteno	WC
	Ladrillo	Ladrillo
	Concreto	Concreto
Cristales	Piedra	Piedra
	Cristal de carbonato	Cristal de carbonato
	Cristal de borosilicato	Cristal de borosilicato
Polímeros (termoplásticos y termofijos de ingeniería)	Cristal de sílice	Cristal de sílice
	Cerámica de cristal	Cerámica de cristal
	Acrilonitrilo butadieno estireno	ABS
	Polímeros de celulosa	CA
	Ionómeros	Ionómeros
	Epóxicos	Epóxicos
	Fenólicos	Fenólicos
	Poliamidas (náilon)	Policarbonato
	Poliésteres	Poliéster
	Polietereterkeyton	PEEK
	Polietileno	PE
	Polietileno tereftalato	PET o PETE
	Polimetilmetacrilato	PMMA
	Polioximetileno (Acetal)	POM
	Polipropileno	PP
	Poliestireno	PS
	Politetrafluoretileno	PTFE
Polivinilcloruro	PVC	
Elastómeros (hules de ingeniería naturales y sintéticos)	Hule butil	Hule butil
	EVA	EVA
	Isopreno	Isopreno
	Hule natural	Hule natural
	Policloropreno (Neopreno)	Neopreno
	Poliuretano	PU

ANEXO B: SELECCIÓN DE MATERIALES



Sin título - CES EduPack 2019 - [Etapa 1: Densidad, Módulo de Young]

Inicio | Navegar | Buscar | Gráfico/Seleccionar | Eco Audit | Synthesizer | Aprende | Herramientas | Ajustes | Ayuda

Proyecto de selección

1. Datos para la selección
Base de datos: Nivel 2
Seleccionar de: Universo Materiales: Todos materiales

2. Etapas de selección
Gráfico | Límite | Árbol
 Etapa 1: Densidad, Módulo de Young

3. Resultados: pasan 5 de 100
Mostrar: Pasen todas las etapas
Clasificar por: Etapa 1: Módulo de Young (GPa)

Nombre	Módulo de Young (GPa)
Acero inoxidable	190 - 210
Acero de baja aleación	200 - 210
Acero con contenido intermedio e...	200 - 220
Acero con bajo contenido en carb...	200 - 220
Acero con alto contenido en carbono	200 - 220

Densidad, Módulo de Young

Configuración | Aplicar | Borrar

¿No encuentras la propiedad que estás buscando?

Propiedades generales

	Mínimo	Máximo	
Densidad	7610	7870	kg/m ³
Precio			USD/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)			

Propiedades mecánicas

	Mínimo	Máximo	
Módulo de Young	190	210	GPa
Módulo de cortante			GPa
Módulo en volumen			GPa
Coefficiente de Poisson			
Límite elástico			MPa
Resistencia a tracción			MPa
Resistencia a compresión			MPa
Elongación			% strain
Dureza-Vickers			HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos			MPa
Tenacidad a fractura			MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)			

Propiedades térmicas

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

3

Sin título - CES EduPack 2019 - [Etapa 2: Densidad (kg/m³)]

Inicio | Navegar | Buscar | Gráfico/Seleccionar | Eco Audit | Synthesizer | Aprende | Herramientas | Ajustes | Ayuda

Proyecto de selección

1. Datos para la selección
Base de datos: Nivel 2
Seleccionar de: Universo Materiales: Todos materiales

2. Etapas de selección
Gráfico | Límite | Árbol
 Etapa 1: Densidad, Módulo de Young
 Etapa 2: Densidad (kg/m³)

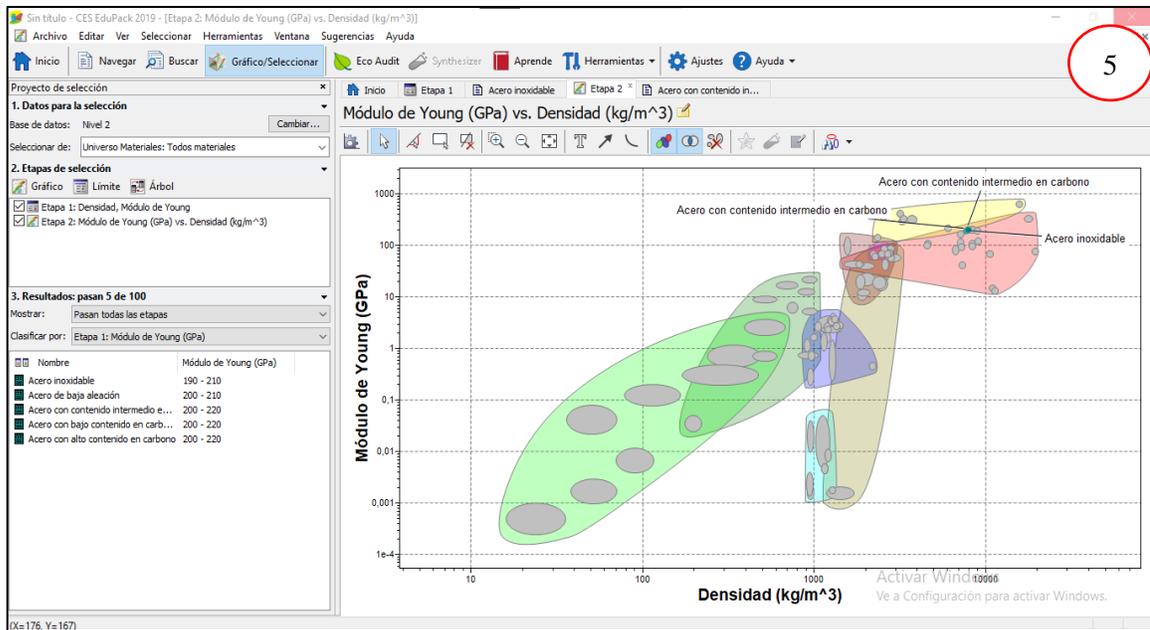
3. Resultados: pasan 5 de 100
Mostrar: Pasen todas las etapas
Clasificar por: Etapa 1: Módulo de Young (GPa)

Nombre	Módulo de Young (GPa)
Acero inoxidable	190 - 210
Acero de baja aleación	200 - 210
Acero con contenido intermedio e...	200 - 220
Acero con bajo contenido en carb...	200 - 220
Acero con alto contenido en carbono	200 - 220

Densidad (kg/m³)

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

4



5

Sin título - CES EduPack 2019 - [Universo Materiales\Metales y aleaciones\Férreas]

Archivo Editar Ver Seleccionar Herramientas Ventana Sugerencias Ayuda

Inicio Navegar Buscar Gráfico/Seleccionar Eco Audit Synthesizer Aprende Herramientas Ajustes Ayuda

Buscar

Base de datos: Nivel 2

No se encontraron resultados para:

Intenta lo siguiente:

Búsquedas de texto

- Revisa la ortografía
- Usa sinónimos
- Término abreviado y asterisco - por ejemplo, polyprop*

Designación, grado, búsquedas de estándares

- Elimina calificadores: AISI 302 en lugar de AISI 302D
- Separa los términos: AISI 302 D en lugar de AISI 302D

Acero inoxidable

Ver hoja de datos: Todas las propiedades

Mostrar/ocultar

Metales y aleaciones > Férreas >

Descripción

Figura

Leyenda

1. Tostadora Siemens en acero inoxidable austenítico pulido (por Porsche Design) © Granta Design; 2. Tijeras en acero inoxidable ferrítico, que es magnético en contraste con el inoxidable austenítico © Granta Design

Material

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro, cromo, níquel, y a menudo cuatro o cinco elementos adicionales. La aleación transmuta el acero al carbono normal, que se oxida, y es propenso a la fragilidad por debajo de la temperatura ambiente, en un material que supera estas limitaciones. De hecho, la mayoría de los aceros inoxidables resisten la corrosión en entornos normales, y siguen siendo dúctiles a bajas temperaturas.

Composición (resumen)

Fe/<0.25C/16 - 30Cr/3.5 - 37Ni/<10Mn + Si,P,S (+N para la serie 200)

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

6

ANEXO C: ACERO INOXIDABLE PLANO



ACERO INOXIDABLE PLANO



LÁMINA

Láminas de acero inoxidable en diferentes tipos de acero AISI, con diferentes acabados, recubrimientos y calibres.

Calibres
26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 13, 12, 11, 10

Medidas
3' x 10' | 4' x 8' | 4' x 10' | 5' x 10' | 5' x 12' | 5' x 20'

Acabados
Mate (2B), Pulido (P3), Pulido (P4), Espejo (BA), otros sobre pedido.

Tipos de Acero AISI
201, 204, 301, 304, 304L, 310, 316, 316L, 430, 441

Recubrimientos
Vinil Azul, Vinil Láser, Vinil Black & White, otros sobre pedido.

Ver más
integrinox.com/lamina



ROLLO

Calibres
26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 13, 12, 11, 10

Medidas
3' x 10' | 4' x 8' | 4' x 10' | 5' x 10' | 5' x 12' | 5' x 20'

Acabados
Mate (2B), Pulido (P3), Pulido (P4), Espejo (BA), otros sobre pedido.

Ver más
integrinox.com/rollo

ANEXO D: ENCUESTA APLICADA

La siguiente encuesta tiene como objetivo hallar los requerimientos del cliente para el diseño y construcción de la cámara de combustión de un asadero de pollos ecológico que funcione a carbón.

1. ¿Cuál es el método que usted cree más conveniente para el asado de pollos?

Gas Carbón Piedra volcánica Mixto

2. ¿Es necesario que un asadero de pollos sea llamativo o tenga un modelo atractivo?

No Algunas veces

3. ¿Cree usted que es conveniente trabajar con asaderos que tengan materiales ajenos a los de grado alimenticio?

Si No Algunas veces

4. ¿Considera usted que los costos de fabricación y de mercado de los asaderos de pollos son elevados dentro de la ciudad?

Si No Algunas veces

5. ¿Es relevante que el equipo tenga dimensiones grandes dentro de su local?

Si No Algunas veces

6. ¿Cree usted que es conveniente que estos equipos tengan una libre movilidad?

Si No Algunas veces

7. ¿Cuál cree que sería una capacidad adecuada del asadero de pollos para su local comercial?

8 pollos 12 Pollos 16 pollos 20 o más pollos

8. ¿Considera usted que es necesario trabajar con equipos que reduzcan las emisiones dentro de la ciudad?

Si No Algunas veces

9. ¿Cree usted que el diseño estructural, velocidad, potencia y temperatura influyen en la cocción de los pollos?

Si No Algunas veces

10. ¿Cree usted que es necesario implementar un sistema de encendido del carbón en estos equipos?

Si No Algunas veces

11. ¿Considera usted que es necesario implementar controles de temperatura y tiempo en los asaderos de pollo para facilitar el trabajo?

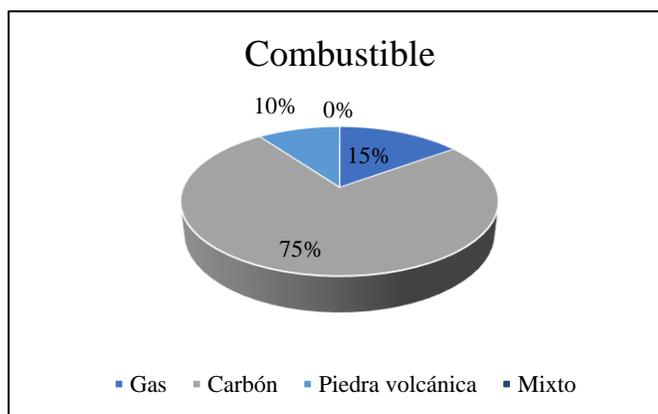
Si No Algunas veces

12. ¿Pagaría usted valores adicionales por asaderos de pollo con controles, ergonómicos, ecológicos y más seguros?

Si No Algunas veces

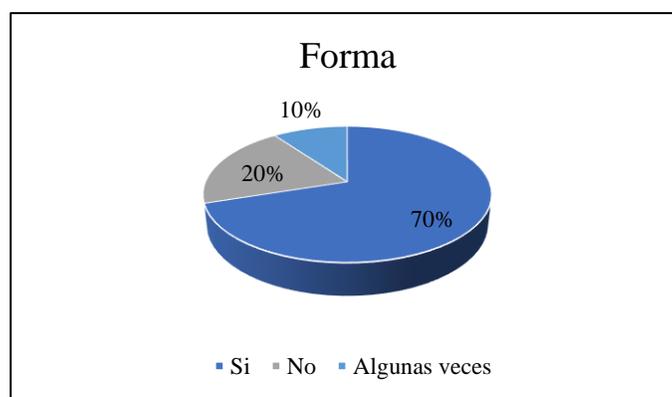
ANEXO E: TABULACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1. ¿Cuál es el método que usted cree más conveniente para el asado de pollos?



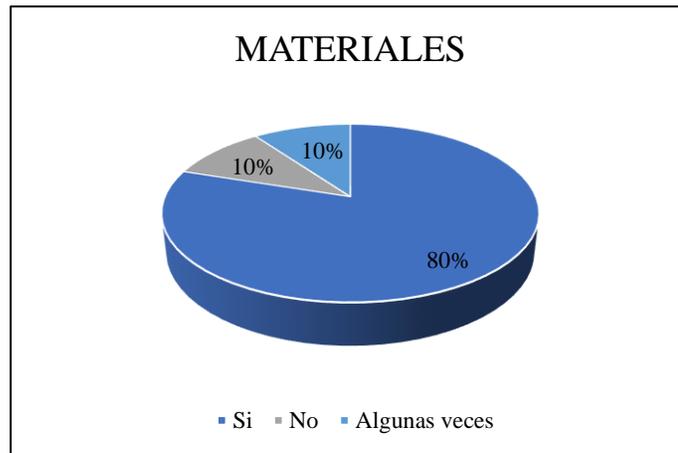
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Gas	3	15%
2	Carbón	15	75%
3	Piedra volcánica	2	10%
4	Mixto	0	0%
Total		20	100%

2. ¿Es necesario que un asadero de pollos sea llamativo o tenga un modelo atractivo?



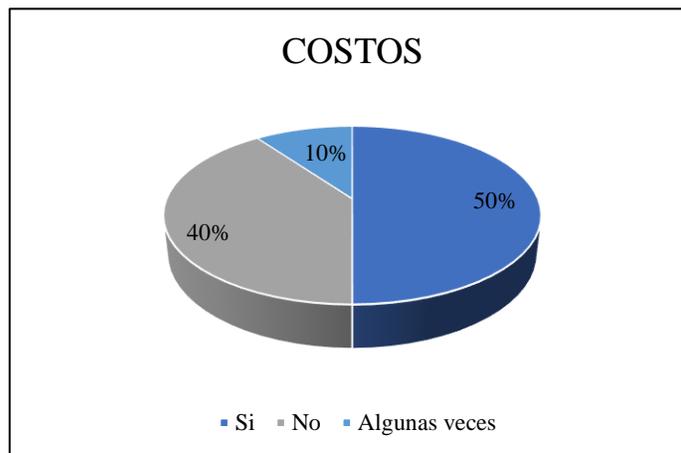
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	14	70%
2	No	4	20%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

3. ¿Cree usted que es conveniente trabajar con asaderos que tengan materiales ajenos a los de grado alimenticio?



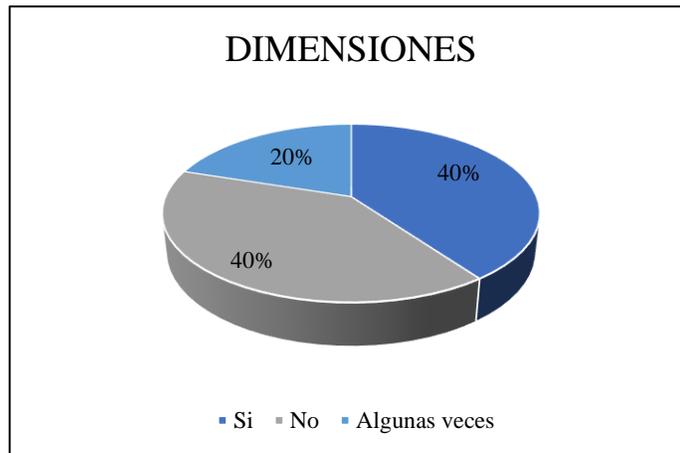
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	16	80%
2	No	2	10%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

4. ¿Considera usted que los costos de fabricación y de mercado de los asaderos de pollos son elevados dentro de la ciudad?



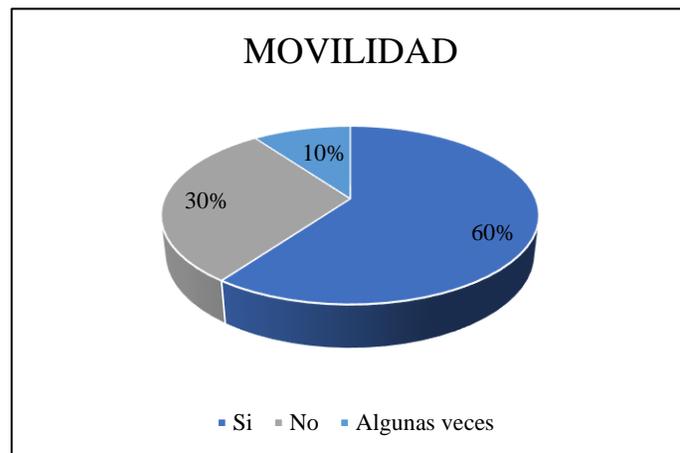
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	10	50%
2	No	8	40%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

5. ¿Es relevante que el equipo tenga dimensiones grandes dentro de su local?



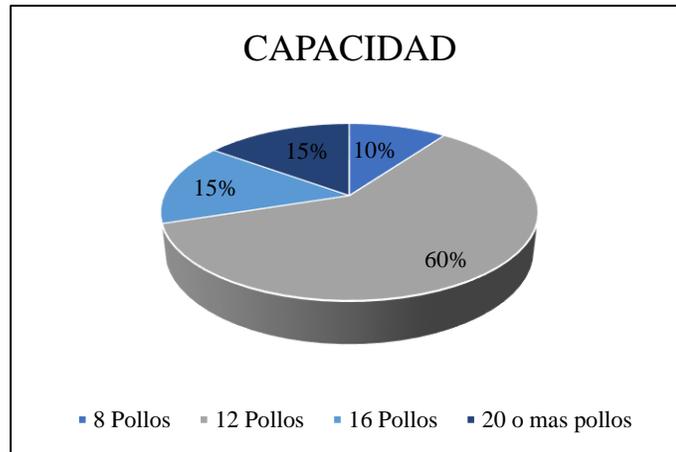
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	8	40%
2	No	8	40%
3	Algunas veces	4	20%
Total		20	100%

6. ¿Cree usted que es conveniente que estos equipos tengan una libre movilidad?



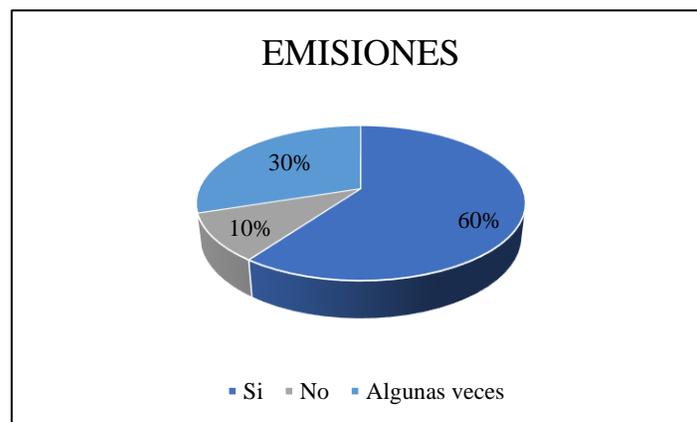
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	12	60%
2	No	6	30%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

7. ¿Cuál cree que sería una capacidad adecuada del asadero de pollos para su local comercial?



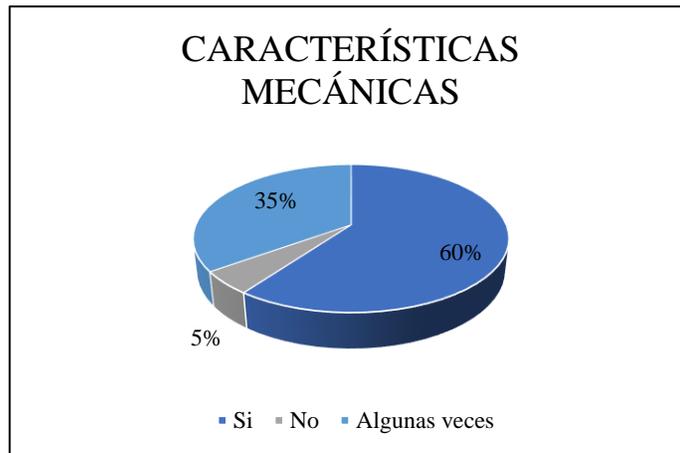
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	8 pollos	2	10%
2	12 pollos	12	60%
3	16 pollos	3	15%
4	20 o más pollos	3	15%
Total		20	100%

8. ¿Considera usted que es necesario trabajar con equipos que reduzcan las emisiones dentro de la ciudad?



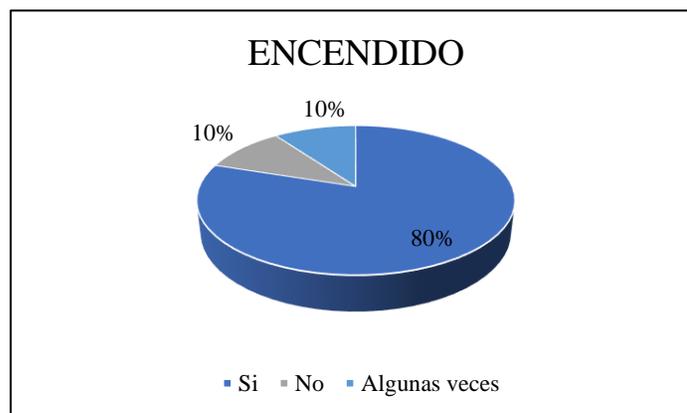
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	12	60%
2	No	2	10%
3	Algunas veces	6	30%
Total		20	100%

9. ¿Cree usted que el diseño estructural, velocidad, potencia y temperatura influyen en la cocción de los pollos?



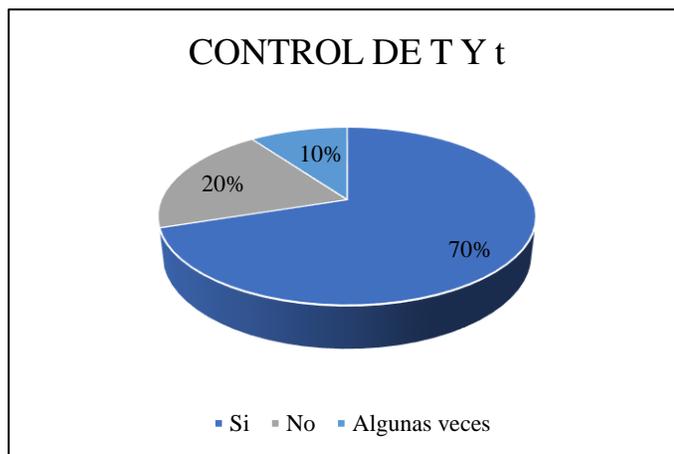
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	12	60%
2	No	1	5%
3	Algunas veces	7	35%
Total		20	100%

10. ¿Cree usted que es necesario implementar un sistema de encendido del carbón en estos equipos?



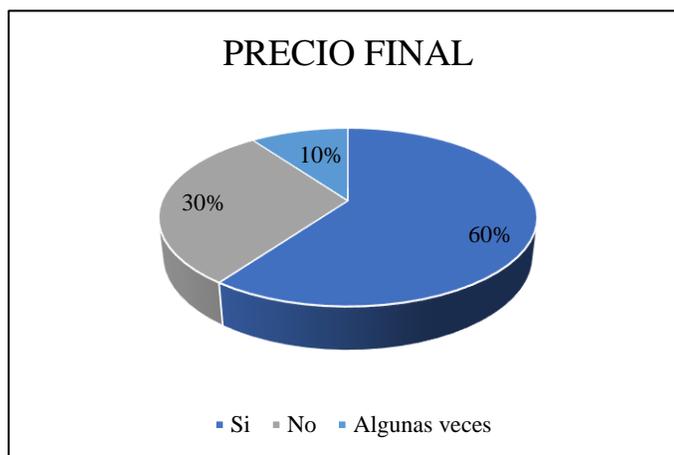
No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	16	80%
2	No	2	10%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

11. ¿Considera usted que es necesario implementar controles de temperatura y tiempo en los asaderos de pollo para facilitar el trabajo?



No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	14	70%
2	No	4	20%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

12. ¿Pagaría usted valores adicionales por asaderos de pollo con controles, ergonómicos, ecológicos y más seguros?



No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1	Si	12	60%
2	No	6	30%
3	Algunas veces	2	10%
Total		20	100%

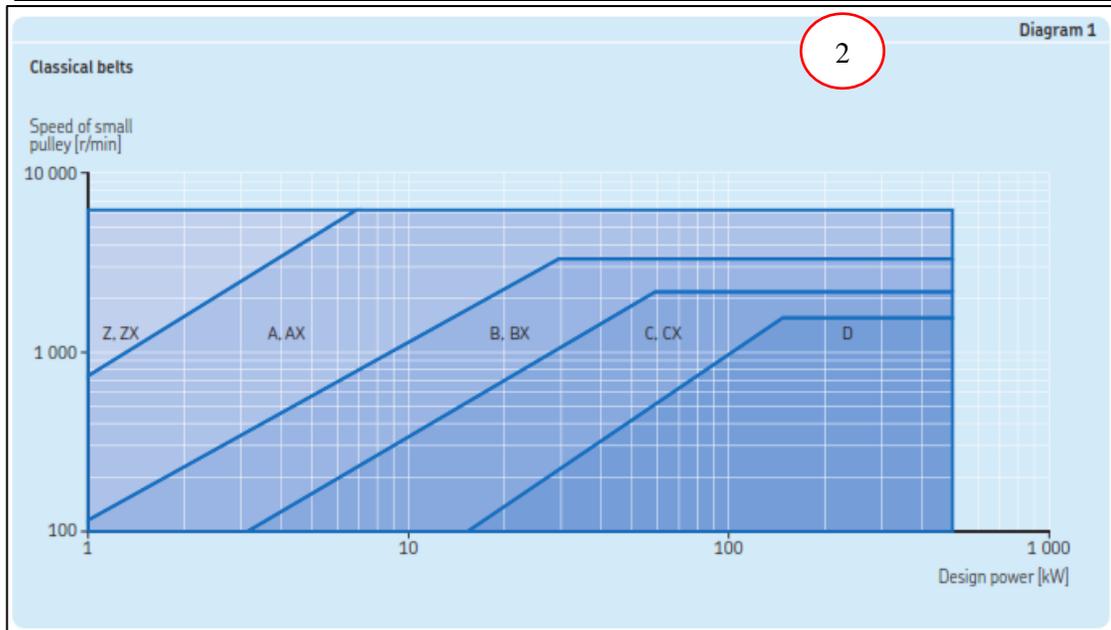
ANEXO F: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR



ANEXO G: VALORES PARA CÁLCULO DE CORREAS

Table 3

Types of driven machinery	1	Soft starts Duty time h/day			Heavy starts Duty time h/day		
		10 and under	Over 10 to 16	Over 16	10 and under	Over 10 to 16	Over 16
Class 1 Light duty	Blowers, exhausters and fans (up to 7,5 kW), centrifugal compressors and pumps. Belt conveyors (uniformly loaded).	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Class 2 Medium duty	Agitators (uniform density), blowers, exhausters and fans (over 7,5 kW). Rotary compressors and pumps (other than centrifugal). Belt conveyors (not uniformly loaded), generators and exciters, laundry machinery, lineshafts, machine tools, printing machinery, sawmill and woodworking machinery, screens (rotary).	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Class 3 Heavy duty	Agitators and mixers (variable density), brick machinery, bucket elevators, compressors and pumps (reciprocating), conveyors (heavy duty). Hoists, mills (hammer), pulverisers, punches, presses, shears, quarry plant, rubber machinery, screens (vibrating), textile machinery.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Class 4 Extra heavy duty	Crushers (gyratory-jaw roll), mills (ball-rod-tube).	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

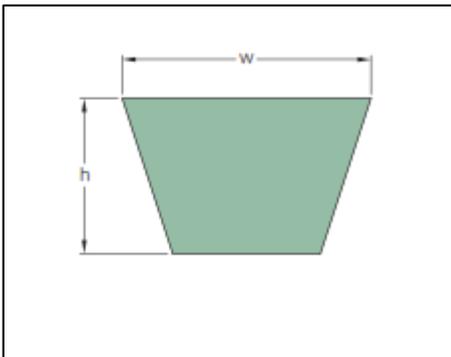


Recommended standard pulley diameters for faster shaft

Pulleys datum diameters	50 56 60 63 67 71 75 80 85 90 95 100 106 112 118 125 132 140 150 160 170 180 190 200 212																				
	-																				
Z	✓*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A																					
B																					
C																					
D																					
SPZ/SPZ-XP																					
SPA/SPA-XP																					
SPB/SPB-XP																					
SPC/SPC-XP																					
ZK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
AX	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BA																					
CK																					
XPZ	✓*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
XPA																					
XPB																					
XPC																					

*Shows minimum pulley diameter for particular section. If smaller pulley diameter is used, the belt service life could be affected.

3



4

SKF Wrapped Classical Belts

13/A | 17/B

Section	Dimensions		Inside length	Designation		Section	Dimensions		Inside length	Designation			
	Pitch length			w	h		Pitch length			w	h		
-	mm	in.		mm	-	-	mm	in.		mm	-		
13/A	1 760	1 727	68,00	13	8	PHG A68	17/B	1 130	1 092	43,00	17	11	PHG B43
	1 790	1 753	69,00	13	8	PHG A69		1 160	1 118	44,00	17	11	PHG B44
	1 810	1 778	70,00	13	8	PHG A70		1 180	1 143	45,00	17	11	PHG B45
	1 840	1 803	71,00	13	8	PHG A71		1 210	1 168	46,00	17	11	PHG B46
	1 860	1 829	72,00	13	8	PHG A72		1 240	1 194	47,00	17	11	PHG B47
	1 890	1 854	73,00	13	8	PHG A73		1 260	1 219	48,00	17	11	PHG B48
	1 920	1 880	74,00	13	8	PHG A74		1 290	1 245	49,00	17	11	PHG B49
	1 940	1 905	75,00	13	8	PHG A75		1 310	1 270	50,00	17	11	PHG B50
	1 960	1 930	76,00	13	8	PHG A76		1 340	1 295	51,00	17	11	PHG B51
	1 990	1 956	77,00	13	8	PHG A77		1 370	1 321	52,00	17	11	PHG B52

ANEXO H: TABLAS PARA SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Confiabilidad %	L_n	Factor de confiabilidad a_1
90	L_{10}	1.00
95	L_5	0.62
96	L_4	0.53
97	L_3	0.44
98	L_2	0.33
99	L_1	0.21

Símbolo	Temp máxima de operación (C°)	Factor de característica a_2
TS2	160	1.00
TS3	200	0.73
TS4	250	0.48

Tabla 3.4 Aplicaciones en maquinarias y vida requerida (Referencia)

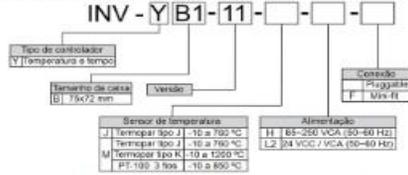
Clasificación del servicio	Aplicaciones en maquinarias y vida requerida (referencia) $L_{10h} \times 10^3 h$				
	~ 4	4 ~ 12	12 ~ 30	30 ~ 60	60 ~
Máquinas usadas por periodos cortos q utilizadas sólo ocasionalmente.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones domésticas • Herramientas de mano eléctricas 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria agrícola • Equipos de oficina 			
Utilización durante periodos cortos e intermitentemente, pero con requerimientos de alta confiabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos médicos • Instrumentos de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • Motores de acondicionadores de aire residenciales • Equipos de construcc. • Elevadores • Grúas 	<ul style="list-style-type: none"> • Grúas (Poleas) 		
Máquinas que no se usan constantemente, pero se utilizan por periodos largos.	<ul style="list-style-type: none"> • Automóviles • Vehículos de dos ruedas 	<ul style="list-style-type: none"> • Motores pequeños • Buses/camiones • Transmisiones de engranes en general • Máquinas madereras 	<ul style="list-style-type: none"> • Husillos de máquinas • Motores industriales • Trituradores • Cribas vibratorias 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisiones de engranes principales • Máquinas de caucho/plástico • Rodillos de calandrias • Máquinas de impresión 	
Máquinas en constante uso durante las 8 horas del día.		<ul style="list-style-type: none"> • Laminadores • Escaleras eléctricas • Transportadores • Centrifugas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejes de vehiculos ferroviarios • Acondicionadores de aire • Motores grandes • Centrifugas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejes de locomotoras • Motores de tracción • Elevadores mineros • Volantes a presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de fabricación de papel • Equipos de propulsión para barcos
24 horas de operación continua, no interrumpible.					<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de abastecimiento de agua • Bombas de drenaje/ ventiladores para minería • Equipos para generación de potencia

ANEXO I: FICHA TÉCNICA

1

MANUAL DE INSTRUÇÕES INV-YB1-11 CONTROLADOR PARA SISTEMAS A GÁS, ELÉTRICO E A LENHA

1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS



- Temperatura de medição e controle: conforme o sensor utilizado (vide especificações acima).
- Erro máximo de medição: 0,25% relativo ao SPAN do sensor.
- Temperatura de operação e armazenamento: -10 °C a 60 °C.
- (O uso do produto fora das suas especificações implica na perda de garantia.)
- Vida útil dos reles: 100.000 operações com carga ou 1.000.000 operações sem carga.
- Consumo aproximado: 0 VA.
- Controle: ON-OFF/PI/D.
- Buzzer interno
- Saídas:
 - Saídas a rele (SPST - 250 Vca@ 3 A).
 - 1 saída para buzzer (12 Vcc@ 20 mA).

2 - APRESENTAÇÃO

PGM Acesso à programação.

F1 Habilita/desabilita o vapor.

F2 Habilita/desabilita contagem do tempo.

▲ Incremento ou ligat/desliga saída auxiliar.

▼ Decremento.

1 Display superior.

2 Display inferior.

🔥 Aquecimento acionado.

🔥 Ignição acionada.

💡 Lâmpada acionada.

🌀 Vapor acionado.

🌀 Turbina acionada.

🌀 Saída do temporizador acionada.

°C Temperatura na escala Celsius.

🕒 Temporizador.



3 - PROGRAMAÇÃO

A navegação dentro dos menus de programação N1 a N5 é realizada da seguinte maneira: A tecla PGM avança para o parâmetro seguinte, as teclas ▲ e ▼ ajusta os valores do parâmetro e a tecla F2 salva as modificações e sai do menu.

NÍVEL	DESCRIÇÃO	ACESSO POR SENHA
N1	Configuração do sensor.	Obrigatório
N2	Programação dos parâmetros de processo.	Opcional (se F30 = 0)
N3	Programação da saída auxiliar.	Opcional (se F30 = 0)
N4	Programação do modo de trabalho do controlador.	Obrigatório
N5	Programação do controle de temperatura.	Livre

3.1 - SENHA DE ACESSO PARA PROGRAMAÇÃO

Quando o controlador solicitar senha, a mensagem SEN5 será apresentada no display superior:

- Utilizar as teclas ▲ e ▼ para selecionar um número de 0 a 9.
- Utilizar as teclas PGM e F2 para selecionar entre os quatro dígitos.
- Com o dígito da unidade selecionado, pressionar a tecla PGM para confirmar a senha.

A mensagem ---- será apresentada após a confirmação da senha, neste ponto, há duas opções:

- Pressionar a tecla PGM para prosseguir para o menu.
- Pressionar a tecla ▲ para alterar a senha.

A senha padrão de fábrica é 1234. A senha mestra é 1700.

3.2 - CONFIGURAÇÃO DO SENSOR - N1

Para acessar este menu, energizar o controlador com as teclas PGM, ▲ e F2 pressionadas. Menu visível somente na versão multisensor (INV-YB1-11-M-X-X).

DISPLAY	DESCRIÇÃO	AJUSTE	DEFAULT
SEN5	Tipo de sensor de temperatura: 0 = Termopar tipo J (2 fios), 1 = Termopar tipo K (2 fios), 2 = Termorresistência PT-100 (3 fios).	0 a 2	0

3.3 - PROGRAMAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROCESSO - N2

Para acessar este menu, pressionar a tecla PGM.

DISPLAY	DESCRIÇÃO	AJUSTE	DEFAULT
SP-t	Setpoint de temperatura.	F-01 a F-08	180 °C
tPa	Ajuste do temporizador.	Conforme F-t2	20:00

3.4 - PROGRAMAÇÃO DA SAÍDA AUXILIAR - N3

Para acessar este menu, pressionar as teclas ▲ e F1.

DISPLAY	DESCRIÇÃO	AJUSTE	DEFAULT
U-d	Tempo de vapor desligado. Visível se F-t0 = 0 ou F-t0 = 1.	0 a 255 min.	1 min.
U-L	Tempo de vapor ligado. Visível se F-t0 = 0 ou F-t0 = 1.	0 a 255 seg.	0 seg.
t-d	Tempo de turbina desligada. Visível se F-t1 = 2.	1 a 300 seg.	20 seg.
t-L	Tempo de turbina ligada. Visível se F-t1 = 2.	1 a 999 seg.	180 seg.
L Pd	Tempo de lâmpada ligada. Se L Pd = 0, a saída auxiliar ligat/desliga por tempo permanente ao pressionar a tecla ▲. Visível se F-t1 = 0.	0 a 300 seg.	255 seg.

3.5 - PROGRAMAÇÃO DO MODO DE TRABALHO DO CONTROLADOR - N4

Para acessar este menu, pressionar as teclas ▲ e ▼ simultaneamente por 10 segundos.

DISPLAY	DESCRIÇÃO	AJUSTE	DEFAULT
F-01	Tipo de fardo: 0 = Elétrico, 1 = Gás, 2 = Lenha, 3 = Elétrico sem jumper em CH1 (Rem 12.2).	0 a 3	1
F-02	Tempo de ignição acionada. Visível se F-01 = 1.	2 a 15 seg.	5 seg.
F-03	Intervalo entre acionamentos da ignição. Visível se F-01 = 1.	1 a 10 seg.	3 seg.
F-04	Número de tentativas de ignição. Visível se F-01 = 1.	1 a 5	3
F-05	Habilitação do segundo sensor de chama (CH2): 0 = Não, 1 = Sim. Visível se F-01 = 1.	0 ou 1	0
F-06	Configuração do controle de acendimento: 0 = Aciona gás e cicla ignição, 1 = Cicla ignição e gás, com o acionamento de ignição 2 segundos antes. Visível se F-01 = 1.	0 ou 1	0
F-07	Limite inferior do setpoint de temperatura.	-10 °C a F-08	0 °C
F-08	Limite superior do setpoint de temperatura. Para termopar tipo J, até 700 °C. Para termopar tipo K, até 1200 °C. Para termorresistência PT-100, até 850 °C.	F-01 a 1200 °C (máx)	760 °C

F-09	Offset do sensor de temperatura.	-15 °C a 15 °C	0 °C
F-t0	Modo de funcionamento do vapor: 0 = Acionamento pela tecla F1, 1 = Acionamento cíclico, 2 = Desativado.	0 a 2	0
F-t1	Temperatura mínima para a liberação do vapor. Visível se F-t0 = 0 ou F-t0 = 1.	F-01 a F-08	60 °C
F-t2	Escala de tempo do temporizador: 0 = Segundos e décimos de segundo (até 999,9), 1 = Minutos e segundos (até 99:59), 2 = Minutos (até 9999 min.), 3 = Horas (até 9999 h).	0 a 3	1
F-t3	Ordem de contagem do temporizador: 0 = Decrescente, 1 = Crescente.	0 ou 1	0
F-t4	Modo de disparo do temporizador: 0 = Pela tecla F2 ou entrada E2, 1 = Ao energizar o controlador, 2 = Ao atingir o setpoint de temperatura. Nos modos 1 e 2, a tecla F2 e a entrada E2 desativam o temporizador.	0 a 2	0
F-t5	Modo de reset do temporizador: 0 = Pela tecla F2 ou entrada E2, 1 = Ao energizar o controlador, 2 = Reset automático com reinicialização da contagem.	0 a 2	0
F-t6	Tempo de espera para reset automático do temporizador. Visível se F-t5 = 1 ou F-t5 = 2.	0 a 999 seg.	5 seg.
F-t7	Saída auxiliar: 0 = Lâmpada, 1 = Turbina, 2 = Turbina com reversão (utiliza a saída do temporizador para reversão).	0 a 2	0
F-t8	Controle da turbina pela tecla ▲ (saída auxiliar) com a porta fechada: 0 = Desabilitado, 1 = Habilitado. Visível se F-t7 = 1 ou F-t7 = 2.	0 ou 1	1
F-t9	Ativação da turbina ao energizar o controlador: 0 = Não, 1 = Sim. Visível se F-t8 = 1.	0 ou 1	0
F-20	Modo de acionamento do relé do temporizador: 0 = Aciona durante a contagem do tempo, 1 = Aciona ao fim da contagem do tempo. Visível se F-t7 = 0 ou F-t7 = 1.	0 ou 1	0
F-21	Modo de funcionamento da entrada E1 (sensor da porta): 0 = Contato normalmente aberto (NA), 1 = Contato normalmente fechado (NF).	0 ou 1	0
F-22	Modo de reinício de contagem após pausa por porta aberta: 0 = Reinício automático, 1 = Reinício após pressionar a tecla F2 ou acionar a entrada E2.	0 ou 1	0
F-23	Habilitação do controle de temperatura: 0 = Ao energizar, 1 = Enquanto o temporizador estiver ativo, 2 = Ao ativar o temporizador. A combinação F-t4 = 2 e F-t3 = 1 ou F-t4 = 2 e F-t3 = 2 deve ser evitada, pois resulta em funcionamento indesejado do controlador.	0 a 2	0

ANEXO J: MEDICIÓN DE EMISIONES



ANEXO K: CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN



ANEXO L: MÓDULO DE PRUEBAS

Módulo de observación y medición de algunas emisiones en los equipos de asaderos de pollos dentro de la provincia de Chimborazo.

Encargado: Edison Pilco

Modelo: ED-001

Local: s/n

Ubicación: Residencia

Capacidad: 12 pollos

Características: Horno de tipo ecológico con sistema de control de temperatura y tiempo.

Análisis # 2

Hora de encendido: 11:20 am

Hora de apagado: 12:35 pm

Configuración inicial	Valor	Unidad	Observaciones
Cantidad de pollos	12	u	
Tiempo de análisis:	75	min	
Masa de carbón de ingreso:	3	kg	Total, de carbón ingresado en la cámara de combustión.
Masa de carbón resultante:	0,5	kg	Total, de carbón sobrante en masa después de la combustión.
Tiempo de cocción timer	75	min	
Número de paradas	1	s/n	Amarrado del producto en las lanzas para evitar el despresado de los pollos.
Temperatura de trabajo	220	°C	Temperatura configurada en el sistema de control de temperatura y tiempo INOVA.

Temperatura inicial (Pre calentamiento)

Configuración	Valor	Hora	Reloj	Observaciones
Temperatura máxima	300 °C	11:20	--	Temperatura configurada en el panel como máxima de trabajo.
Temperatura de encendido del	220 °C	--	--	Temperatura en la que el soplador se enciende para avivar las brasas cabe mencionar que tiene un rango de 3 °C para

blower				su encendido lo que resulta un encendido a los 217°C.
Temperatura de mantención	230°C- 250°C	--	--	Temperatura que alcanza el asadero luego de encender el soplador.

Encendido del blower (217 °C)

No	Hora	Temperatura
1	11:20	125 °C
2	12:05	221 °C
3	12:10	226 °C
4	12:15	221 °C
5	12:20	226°C
6	12:22	226 °C
7	12:23	234 °C
8	12:25	235 °C
9	12:27	234 °C
10	12:29	233 °C
11	12:30	232 °C
12	12:32	230 °C
13	12:33	232 °C
14	12:34	220 °C
15	12:36	225 °C

Tiempo de uso del gas

Configuración	Valor	Hora	Reloj	Observaciones
Tiempo de ignición del carbón	--	11:32	63:00	Tiempo en el que el carbón se ha encendido totalmente.
Hora de encendido de gas	--	11:20	75:00	Este gas se enciende para avivar el carbón.
Hora de apagado de gas	--	11:32	63:00	Una vez que el carbón ha logrado su encendido por completo.

Medición de temperaturas en lapsos de 5min

No	Hora	Temperatura	Observaciones
5min	11:20	81°C	
10min	11:25	176°C	
15min	11:30	226°C	
20min	11:35	239°C	
25min	11:40	251°C	
30min	11:45	244°C	
35min	11:50	254°C	
40min	11:55	232°C	
45min	12:00	232°C	
50min	12:05	218°C	
55min	12:10	224°C	
60min	12:15	221°C	
65min	12:20	226°C	
70min	12:25	227°C	
75min	12:30	224°C	

Temperatura final de cocción: Se debe estimar una media de trabajo para determinar la temperatura de cocción.

Tiempo de cocción estimado: 75 min.