

## Tabla de contenido

1	Introducción .....	1
2	Motivación.....	1
3	Objetivos.....	3
3.1	Objetivo General.....	3
3.2	Objetivos específicos .....	3
3.3	Alcances .....	3
4	Metodología .....	4
5	Contexto energético.....	6
6	Antecedentes Teóricos .....	9
6.1	Soldaduras y esfuerzos residuales .....	9
6.2	Tratamientos térmicos de metales .....	10
6.2.1	Tratamiento térmico de distensionado .....	11
6.2.2	ASME VIII, UW-40, PWHT.....	12
7	Hornos industriales para tratamiento térmico.....	13
7.1	Clasificación y tipos de hornos industriales.....	13
7.1.1	Clasificación según la fuente térmica .....	13
7.1.2	Clasificación por método de calentamiento .....	14
7.1.3	Clasificación según el modo de operación.....	15
7.1.4	Clasificación por recirculación.....	17
7.1.5	Clasificación por recuperación .....	18
7.2	Principales componentes de un horno y consideraciones .....	18
7.2.1	Envolvente.....	18
7.2.1.1	Volumen encerrado y compuerta.....	19
7.2.1.2	Materiales usados para su construcción.....	19
7.2.1.3	Estructura de soporte y separación con respecto al piso.....	20
7.2.2	Sistema de carga/descarga.....	20
7.2.3	Sistema de control y energía .....	21
7.2.3.1	Quemadores industriales .....	22
7.2.4	Sistema de escape y recuperación de calor .....	31

7.2.4.1	Definición.....	31
7.2.4.2	Recuperación de calor.....	32
8	Metodología de cálculo para el diseño básico de un horno .....	32
8.1	Balance térmico del horno.....	33
8.1.1	Calor útil.....	34
8.1.2	Perdidas en las paredes .....	34
8.1.2.1	Perdidas de calor por convección natural .....	35
8.1.2.2	Perdidas de calor por radiación .....	38
8.1.3	Perdidas por calor sensible en los gases de escape.....	39
8.1.4	Perdidas por calentamiento .....	40
8.2	Dimensionamiento del espesor de la envolvente.....	41
8.3	Cálculo del quemador .....	42
8.4	Balance térmico en el estanque de agua.....	44
8.4.1	Pérdidas por conducción .....	44
8.4.2	Pérdidas por renovación del agua del estanque.....	44
8.5	Dimensionamiento del intercambiador .....	45
8.6	Dimensionamiento de la chimenea .....	46
8.6.1	Temperaturas de los productos de combustión .....	47
8.6.2	Coeficiente global de transmisión de calor .....	47
8.6.3	Caída de presión por resistencia al movimiento.....	48
8.6.4	Velocidad media de los gases de escape .....	49
8.6.5	Tiro natural.....	49
9	Caso de estudio.....	50
9.1	Definición del sistema.....	50
9.2	Criterios de diseño y consideraciones generales .....	52
9.3	Criterios de diseño y consideraciones para la envolvente y sistema de carga .....	52
9.4	Criterios de diseños y consideraciones para la chimenea .....	54
9.5	Criterios de diseño y consideraciones para el sistema de recuperación de calor .....	55
10	Resultados .....	56
10.1	Balance térmico y dimensionamiento.....	56
10.1.1	Carga.....	56

10.1.2	Envolvente.....	56
10.1.3	Perdidas por las paredes.....	56
10.1.4	Temperatura de la cara interna del horno y temperaturas de interfaz.....	57
10.1.5	Perdidas por calentamiento .....	57
10.1.6	Perdidas en los gases de escape.....	59
10.1.7	Selección y ubicación de los quemadores.....	60
10.1.7.1	Simulación de movimiento de gases.....	61
10.1.8	Verificación del diseño de la chimenea .....	75
10.1.9	Dimensionamiento del intercambiador de calor.....	75
10.1.10	Sistema de control.....	78
10.2	Planos y especificaciones técnicas.....	80
10.2.1	Componentes secundarios .....	82
10.2.1.1	PLC .....	82
10.2.1.2	Bombas .....	83
10.2.1.3	Válvulas del circuito de agua .....	83
10.2.1.4	Almacenamiento de agua caliente sanitaria .....	83
10.3	Análisis de factibilidad económica de la implementación de un sistema de recuperación de calor .....	83
11	Conclusiones.....	87
12	Glosario.....	90
	Bibliografía.....	91
	ANEXO .....	92
	ANEXO A: TEMPERATURAS TÍPICAS SEGÚN EL TIPO DE PROCESO .....	92
	ANEXO B: PROPIEDADES DE MATERIALES.....	93
	ANEXO C: PROPIEDADES DEL AIRE Y CORRELACIONES ASOCIADAS .....	95
	ANEXO D: ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y COMPONENTES SELECCIONADOS .....	98