

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***SIMULACIÓN DE LA COMBUSTIÓN EN UNA
CALDERA PIROTUBULAR POR CFD***

DOCUMENTO 1- ÍNDICE GENERAL

Alumno/Alumna: Díaz Castillo, Alexander

Director/Directora: Romero Antón, Naiara

Curso: 2018-2019

Fecha: Bilbao, 11 de junio de 2019

Índice de la memoria

Índice de figuras	iii
Índice de tablas	iv
1. Introducción	1
2. Contexto	2
2.1. Introducción a las calderas	2
2.2. Caldera objeto del proyecto	4
2.3. Mecánica de fluidos computacional	6
2.3.1. Funcionamiento general de un software de CFD	7
2.4. Definiciones	7
3. Objetivos y alcance del trabajo	8
4. Beneficios	8
5. Alternativas	9
6. Alternativa seleccionada	10
6.1. Arquitectura de funcionamiento	11
6.2. Modelos matemáticos	11
6.2.1. Modelos básicos de un flujo	11
6.2.1.1. Modelos de continuidad, momento y energía	11
6.2.1.2. Ecuación de transporte de una variable	12
6.2.2. Modelos de turbulencia	12
6.2.2.1. Modelo K-épsilon Standard	13
6.2.2.1.1. Ecuaciones de transporte	13
6.2.2.2. Modelo K-épsilon Realizable	14
6.2.2.2.1. Ecuaciones de transporte	14
6.2.3. Modelos de radiación	15
6.2.3.1. Modelo P-1	15
6.2.3.2. Modelo Discrete Ordinates	15
6.2.4. Modelos de mezcla de especies y reacciones químicas	16
6.2.4.1. Finite-rate/no TCI	16
6.2.4.2. Eddy-Dissipation Model	17
6.2.4.3. Eddy-Dissipation-Concept	17
7. Descripción de una caldera pirotubular	18
7.1. Especificaciones de la caldera objeto del proyecto	19
8. Parámetros de diseño de la caldera	20
8.1. Datos de partida	20
8.1.1. Medidas geométricas	21

8.1.2. Medidas de las condiciones de operación	21
8.2. Condiciones ambientales	22
9. Simulaciones y resultados	24
9.1. Geometría	24
9.2. Mallado	26
9.2.1. Mallado mixto	27
9.2.2. Mallado con tetraedros	29
9.2.3. Elección de la malla	30
9.3. Condiciones de contorno	31
9.4. Comparación de los modelos	35
9.4.1. Modelos de turbulencia.....	36
9.4.2. Modelos de radiación	37
9.4.3. Modelos de combustión.....	38
9.5. Modelado del intercambio de calor al ambiente	38
10. Conclusiones y Recomendaciones	39
11. Cronograma	40
12. Bibliografía.....	42

Índice de los cálculos

Índice de figuras	ii
1. Cálculo del número de tubos.....	1
2. Cálculo de las condiciones de contorno	3
3. Cálculo de los diámetros hidráulicos	4
4. Resultados de las simulaciones	6
4.1. Comparación de los modelos de turbulencia.....	7
4.1.1. Caso 1 (Turbulencia: K-epsilon Standard)	8
4.1.2. Caso 2 (Turbulencia: K-epsilon Standard corregido).....	10
4.1.3. Caso 3 (Turbulencia: K-epsilon Realizable)	12
4.2. Comparación de los modelos de radiación	14
4.2.1. Caso 4 (Radiación: P-1).....	15
4.3. Comparación del intercambio de calor al ambiente	17
5. Referencias	22

Índice de los anexos

1. Cálculos con EES	1
1.1. Cálculo de los caudales de aire y propano	1
1.2. Cálculo de la temperatura de saturación del agua	2
2. Fichas técnicas de los equipos	2

Índice de planos

Plano	Título del plano	Formato
1	Dominio de los gases del modelo de simulación	DIN A3

Índice del presupuesto

1. Introducción	1
2. Horas internas	1
3. Amortización de los equipos y softwares.....	1
4. Gastos generales	2
5. Coste total	2