

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JUAN SEBASTIÁN

APELLIDOS: JIMÉNEZ HERRERA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JHON ÉDISON

APELLIDOS: GUTIÉRREZ ESPINOSA

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): LUIS DANIEL

APELLIDOS: MENDOZA PEREZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA SOLUCIONAR Y APROVECHAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TÉRMICA DEL HORNO DE RODILLOS #5 DE LA PLANTA DE CERÁMICA ITALIA EN CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN

En el siguiente estudio se presenta la evaluación de la eficiencia energética del Horno de Rodillos # 5 SACMI FMS 2600, para conocer su funcionamiento y cuantificar la cantidad real de energía térmica que el proceso está produciendo, así mismo detectar los puntos críticos de pérdidas de energía térmica en el horno y posibles focos de aprovechamiento de calor, con el objetivo de plantear alternativas de mejora que permitan optimizar la eficiencia energética tanto del horno como de la planta en general, con la proyección de generar un ahorro en el consumo de combustible, el cual es el mayor gasto energético de la empresa. Se midieron todos los parámetros necesarios para los cálculos con la ayuda de los técnicos operarios del horno, así mismo con datos suministrados por la empresa como: consumo de gas, cromatografía del gas, composición de los gases de combustión. Después de ejecutado el estudio se evidencia la baja eficiencia energética del horno de un 23,3 % comparada con el 75,5% que se registra en pérdidas de energía térmica. Se plantearon alternativas para mejorar la eficiencia energética y aprovechar la energía térmica que se pierde por las chimeneas, finalmente se calculó el posible ahorro energético.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia energética, horno de rodillos, energía térmica, perdidas, combustible

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 156 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 96 CD ROOM: 1

**\*\*Copia No Controlada\*\***

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ALTERNATIVAS DE MEJORA  
PARA SOLUCIONAR Y APROVECHAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TÉRMICA DEL  
HORNO DE RODILLOS #5 DE LA PLANTA DE CERÁMICA ITALIA EN CÚCUTA,  
NORTE DE SANTANDER

JUAN SEBASTIÁN JIMÉNEZ HERRERA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ALTERNATIVAS DE MEJORA  
PARA SOLUCIONAR Y APROVECHAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TÉRMICA DEL  
HORNO DE RODILLOS #5 DE LA PLANTA DE CERÁMICA ITALIA EN CÚCUTA,  
NORTE DE SANTANDER

JUAN SEBASTIÁN JIMÉNEZ HERRERA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar por al título de  
Ingeniero Mecánico

Director

ING. JHON ÉDISON GUTIÉRREZ ESPINOSA

Codirector

ING. LUIS DANIEL MENDOZA PEREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 21 DE SEPTIEMBRE 2022  
**HORA:** 04:00 P.m.  
**LUGAR:** LABORATORIO DE FLUIDOS Y TÉRMICAS FU306 UFPS  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA MECÁNICA

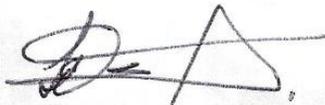
**TÍTULO:** "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA SOLUCIONAR Y APROVECHAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TÉRMICA DEL HORNO DE RODILLOS #5 DE LA PLANTA DE CERÁMICA ITALIA EN CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER."

**Jurados:** ING. LUIS EMILIO VERA DUARTE  
ING. FAUSTINO MORENO GAMBOA

**Director:** ING. JHON EDISON GUTIÉRREZ ESPINOSA  
**Codirector:** ING. LUIS DANIEL MENDOZA PEREZ

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
JUAN SEBASTIÁN JIMÉNEZ HERRERA	1121324	Cuatro, Cuatro	4.4

**APROBADA**

  
ING. LUIS EMILIO VERA DUARTE.

  
ING. FAUSTINO MORENO GAMBOA.

  
Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios por sus bendiciones en mi vida y darme la oportunidad de culminar mi carrera universitaria.

A la empresa Cerámica Italia S.A por la oportunidad de realizar mi proyecto de grado en modalidad pasantía en su organización.

A mis padres Claudio Jiménez y Claudia Herrera por los valores inculcados en mí y por su apoyo incondicional durante todo el proceso de aprendizaje.

A mi novia Angee Osorio por ser una gran motivación en este gran sueño de ser ingeniero mecánico.

A mis hermanos Geraldine y Jonathan por ser parte importante de mi vida y ser un acompañamiento en este proceso.

## **Resumen**

En el siguiente estudio se presenta la evaluación de la eficiencia energética del Horno de Rodillos # 5 SACMI FMS 2600, para conocer su funcionamiento y de esta manera cuantificar la cantidad real de energía térmica que el proceso está produciendo, así mismo detectar los puntos críticos de pérdidas de energía térmica en el horno y posibles focos de aprovechamiento de calor, con el objetivo de plantear alternativas de mejora que permitan optimizar la eficiencia energética tanto del horno como de la planta en general, con la proyección de generar un ahorro en el consumo de combustible, el cual es el mayor gasto energético de la empresa.

Para la realización de la evaluación se midieron todos los parámetros necesarios para los cálculos con la ayuda de los técnicos operarios del horno, así mismo con datos suministrados por la empresa como: consumo de gas, cromatografía del gas, composición de los gases de combustión, etc.

Después de ejecutado el estudio se evidencia la baja eficiencia energética del horno de un 23,3 % comparada con el 75,5% que se registra en pérdidas de energía térmica. Posterior a esto se plantearon las alternativas para mejorar la eficiencia energética y aprovechar la energía térmica que se pierde por las chimeneas, finalmente se calculó el posible ahorro energético implementando alguna de las opciones de mejora.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	20
1. Problema	21
1.1 Título	21
1.2 Planteamiento del problema	21
1.3 Formulación del problema	22
1.4 Justificación	22
1.4.1 Desde lo técnico.	22
1.4.2 Desde lo social	22
1.4.3 Desde lo económico.	22
1.5 Objetivos	22
1.5.1 General.	22
1.5.2 Específicos	22
1.6 Alcance	23
1.7 Limitación	23
1.8 Delimitaciones	23
1.8.1 Delimitación espacial.	23
1.8.2 Delimitación temporal.	23
2. Marco referencial	24

2.1 Antecedentes	24
2.2 Marco teórico	26
2.2.1 ¿Qué es la energía térmica?	26
2.2.2 Mecanismos de pérdidas de energía térmica	26
2.2.3 Principio de conservación de la energía.	29
2.2.4 Exergía.	30
2.2.5 Máquinas Industriales térmicas	31
2.2.6 Hornos de rodillos.	32
2.2.7 Tipos de hornos de rodillos	32
2.2.8 Mecanismos de pérdidas de calor en los hornos de rodillos.	34
2.2.9 Planta de producción cerámica.	35
2.2.10 Proceso de fabricación de la cerámica.	36
3. Diseño metodológico	46
3.1 Tipo de investigación	46
3.2 Fuentes de información	46
3.2.1 Fuentes primarias	46
3.2.2 Fuentes secundarias	46
3.3 Técnicas de recolección de datos	47
3.4 Análisis de datos	47
3.5 Población y muestra	47

3.5.1 Población.	47
3.5.2 Muestra.	47
3.6 Metodología	48
4. Cerámica Italia S.A	49
4.1 Misión	50
4.2 Visión	50
4.3 Propósito	50
4.4 Estructura organizacional	51
5. Horno de rodillos # 5 SACMI FMS 2600	52
5.1 Prehorno	53
5.2 Pre calentamiento	53
5.3 Cocción	53
5.4 Enfriamiento directo	54
5.5 Enfriamiento indirecto	55
5.6 Enfriamiento final	55
5.7 Características del horno	56
5.8 Desplazamiento rodillos	58
5.9 Sistema de combustión	61
5.10 Gas natural	66
5.11 Quemadores	69

5.12 Aireación	72
5.12.1 Sistema de aspiración de humos.	73
5.12.2 Sistema de aire de combustión	76
5.12.3 Sistema de enfriamiento directo.	78
5.12.4 Sistema de enfriamiento indirecto	80
5.12.5 Soplado de aire en enfriamiento final.	82
5.12.6 Aspiración de aire caliente en enfriamiento final	84
5.13 Tablero eléctrico	88
5.14 Toma de temperatura en paredes y techo del horno	90
5.15 Producción de cerámica	94
5.15.1 Cálculo de metros teóricos del horno # 5	97
6. Informe de cumplimiento de trabajo	99
6.1 Objetivo específico 1. Realizar una evaluación de la eficiencia energética del horno	99
6.1.1 Calor útil	99
6.1.2 Pérdidas de calor por fugas.	100
6.1.3 Pérdidas en la chimenea de gases de refrigeración.	102
6.1.4 Pérdidas de energía térmica por enfriamiento.	105
6.1.5 Pérdidas por convección y radiación.	106
6.1.6 Pérdidas en la chimenea de gases de combustión	113
6.1.7 Balance de energía	114

6.2 Objetivo específico 2. Diagnóstico de los puntos críticos de pérdida de energía térmica.	116
6.2.1 Aislamiento.	117
6.2.2 Pérdidas de energía térmica en las chimeneas.	120
6.2.3 Fugas de gas.	123
6.2.4 Cámara termográfica	124
6.3 Objetivo específico 3. Alternativas para solucionar y aprovechar las pérdidas de energía térmica	128
6.3.1 Mejorar el aislamiento del horno.	129
6.3.2 Cogeneración eléctrica.	131
6.3.3 Precalentamiento del aire de combustión.	134
6.3.4 Calor residual en otro proceso de la planta.	136
6.3.5 Intercambiador de calor.	138
6.4 Análisis de ahorro energético	141
7. Conclusiones	143
8. Recomendaciones	144
9. Referencias bibliográficas	145
Anexos	147