



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

**AUTORES: NESTOR JAIR CIFUENTES MARTINEZ**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA**

**DIRECTOR: EDER NORBERTO FLOREZ SOLANO**

**TITULO DE LA TESIS: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAMARA CLIMATICA PARA EL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA HELADA EN BALDOSAS CERAMICAS**

### **RESUMEN**

En el siguiente trabajo se realizó una investigación del procedimiento y de los tipos de cámaras climáticas existentes a nivel mundial para la realización del ensayo de acuerdo a las normas internacionales. Se llevó a cabo el diseño y construcción de la cámara climática según la norma y su sitio de trabajo. Se realizaron pruebas de funcionamiento para la optimización del equipo y la realización del ensayo de resistencia a la helada. Se elaboró el manual de funcionamiento, operación y mantenimiento.

### **CARACTERISTICAS**

PAGINAS\_155\_

PLANOS\_5\_

ILUSTRACIONES \_\_\_

CD-ROM\_1\_\_

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAMARA CLIMATICA PARA EL  
ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA HELADA EN BALDOSAS CERAMICAS**

**NESTOR JAIR CIFUENTES MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2008**

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAMARA CLIMATICA PARA EL  
ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA HELADA EN BALDOSAS CERAMICAS**

**NESTOR JAIR CIFUENTES MARTINEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al titulo de Ingeniero  
Electromecánico**

**Director  
EDER NORBERTO FLOREZ SOLANO  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2008**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

*ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO*

FECHA : 12 DE AGOSTO DE 2008 HORA: 4:00 p. m.

LUGAR : GIDIMA - SP - 202 - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECHANICA

TITULO DE LA TESIS: "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAMARA CLIMATICA PARA EL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA HELADA EN BALDOSAS CERAMICAS.

JURADOS: JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS  
JOHN ERICKSON BARBOSA JAIMES

DIRECTOR: INGENIERO EDER NORBERTO FLOREZ SOLANO

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
NESTOR JAIR CIFUENTES MARTINEZ	0090498	4,4	CUATRO, CUATRO

**A P R O B A D A**

FIRMA DE LOS JURADOS:

JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS

JOHN ERICKSON BARBOSA JAIMES

Vo. Bp.

CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA  
Decano Facultad de Ingenieria

Betty M.

A Dios por llenarme de sabiduría y conocimiento, por escuchar mis oraciones.

A mis padres Arcesio Cifuentes Monsalve y Esperanza Martínez Marín por confiar en mí, y estar atentos en mis decisiones. Siempre estarán conmigo sus grandiosas enseñanzas. A mi alma gemela Angela Marcela Peña Olaya, quien fue el corazón para impulsar mis capacidades durante estos cinco años con amor y sacrificio, para llegar a ser lo que soñamos. Gracias por no desfallecer.

A Blanca María Olaya y Amanda Yiselth Peña Olaya, mujeres incansables que con su apoyo noble estuvieron siempre junto a mí con voz de aliento. A mis hermanos Daniel, Javier Augusto y Ricardo Andrey Cifuentes Martínez, seres de inspiración y conocimiento, por su apoyo y buenos consejos.

A mis abuelos Ignacia y Efraín, y a toda la familia Peña por acompañarme en este camino. Y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor del trabajo expresa sus agradecimientos a:

Eder Norberto Flórez Solano, Ingeniero Mecánico y Director del trabajo, por su tiempo y dedicación brindada a la enseñanza, asesorías y aportes para la realización de este trabajo y a mi formación como Ingeniero Electromecánico.

Doctor Jaime Dulce, quien brindó su conocimiento científico, apoyo y confianza.

Marlon Mauricio Hernández Cely, Ingeniero Electrónico, por sus asesorías, consejos y conocimientos que fueron fundamentales para la construcción del equipo.

Grupo CIMAC, quienes colaboraron disponiendo de su tiempo y espacios físicos para la ejecución del trabajo.

Doctor Jorge Eduardo Granados Granados e Ingeniero John Erickson Barbosa, evaluadores del presente trabajo, por las inquietudes resueltas y el tiempo dedicado a este

A la Universidad Francisco De Paula Santander, por darme la oportunidad de ser un buen profesional.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	21
1. GENERALIDADES	23
1.1 PROPOSITO DEL PROYECTO	23
1.2 ANTECEDENTES	24
1.3 DESCRIPCION DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA HELADA EN BALDOSAS CERAMICAS	25
2. DISEÑO DE LA CAMARA CLIMATICA	28
2.1 CUARTO FRIO	29
2.1.1 Diseño del tanque de refrigeración	30
2.1.2 Diseño del sistema de refrigeración	33
2.2 SISTEMA HIDRAULICO	39
2.2.1 Tanque de almacenamiento	39
2.2.2 Sistemas de suministro y desalojo de agua	41

2.2.3 Selección de bombas y conductos	53
2.3 SISTEMA DE CONTROL	55
2.3.1 Sistema de control	55
2.3.2 Circuitos de control	56
2.3.3 Cálculos eléctricos para el sistema de control	62
2.3.4 Elección de los componentes electrónicos y eléctricos para el sistema de control	65
3. CONSTRUCCION DE LA CAMARA CLIMATICA	73
3.1 CUARTO FRIO	74
3.1.1 Tanque de refrigeración	74
3.1.2 Sistema de refrigeración	75
3.1.3 Control eléctrico del cuarto frío	79
3.2 SISTEMA HIDRAULICO	80
3.2.1 Construcción	80
3.2.2 Funcionamiento	83
3.3 SISTEMA DE CONTROL	83

3.3.1 Implementación	84
3.3.2 Control	87
4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	90
5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA HELADA Y RESULTADOS	94
5.1 REALIZACION DEL ENSAYO	94
5.1.1 Selección de la muestra	94
5.1.2 Secado	95
5.1.3 Aplicación del vacío	95
5.1.4 Aplicación de los ciclos de congelación y deshielo	96
5.2 RESULTADOS	97
6. SEGURIDAD INDUSTRIAL	99
6.1 EL EQUIPO Y SU FUNCIONAMIENTO	99
6.2 LA SEGURIDAD ELECTRICA	99
6.3 ACERCA DEL GAS REFRIGERANTE	100
6.4 EN CASO DE INCENDIO	101

7. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	103
7.1 MEDIDAS DE PRECAUCION	103
7.2 OPERACIÓN	103
7.2.1 Programación del controlador SR	104
7.2.2 Programación del temporizador	105
7.2.3 Programación del medidor de temperatura	107
7.2.4 Programación del contador de ciclos ascendente	107
7.2.5 Encendido	108
7.2.6 Apagado	108
7.3 SOLUCION DE PROBLEMAS	108
7.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS	110
7.4.1 Cuarto frío	110
7.4.2 Sistema hidráulico	110
7.4.3 Sistema de control	111
7.5 MANTENIMIENTO	113

7.5.1 Sistema hidráulico	113
7.5.2 Cuarto frío	114
7.5.3 Sistema de control	118
8. COSTOS	119
8.1 COSTO DE MATERIALES ELECTRICOS	119
8.2 COSTO DE MATERIALES PARA EL SISTEMA HIDRAULICO	119
8.3 COSTO DEL CUARTO FRIO (MATERIALES)	120
8.4 COSTO GLOBAL DEL PROYECTO	120
9. CONCLUSIONES	121
10. RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	124