



**RESUMEN – TESIS DE GRADO**

**AUTOR:** LEONARDO ALFREDO MEDINA PEREIRA

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA ELECTRONICA

**DIRECTOR:** GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRÍGUEZ

**TITULO DE LA TESIS:** PASANTÍA PARA EL ESTUDIO Y ASESORAMIENTO EN LA COMPRA DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA, SEGÚN RESOLUCIONES 024 DE 2005 Y 107 DE 2006 DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG), EN LAS SUBESTACIONES TIBÚ, PAMPLONA, PALERMO, LOS PATIOS, PLANTA ZULIA, AYACUCHO, BELÉN Y SEVILLA; DE CENTRALES ELECTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

**RESUMEN**

En el presente trabajo se realizó el análisis, estudio y asesoramiento técnico para adquirir un sistema de medición de la calidad de la potencia eléctrica, conformado por medidores multifuncionales, tableros, servidor y software de gestión; que cumpliera con las exigencias de la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, así mismo con las características de diseño de las subestaciones de Centrales Eléctricas de Norte de Santander - CENS S.A E.S.P.

**CARACTERÍSTICAS:**

PAGINAS: 154

PLANOS:

ILUSTRACIONES:

CD-ROM: 1

**PASANTÍA PARA EL ESTUDIO Y ASESORAMIENTO EN LA COMPRA DE  
UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA  
ELÉCTRICA, SEGÚN RESOLUCIONES 024 DE 2005 Y 107 DE 2006 DE LA  
COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG), EN LAS  
SUBESTACIONES TIBÚ, PAMPLONA, PALERMO, LOS PATIOS, PLANTA  
ZULIA, AYACUCHO, BELÉN Y SEVILLA; DE CENTRALES ELECTRICAS  
DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

**LEONARDO ALFREDO MEDINA PEREIRA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2007**

**PASANTÍA PARA EL ESTUDIO Y ASESORAMIENTO EN LA COMPRA DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA, SEGÚN RESOLUCIONES 024 DE 2005 Y 107 DE 2006 DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG), EN LAS SUBESTACIONES TIBÚ, PAMPLONA, PALERMO, LOS PATIOS, PLANTA ZULIA, AYACUCHO, BELÉN Y SEVILLA; DE CENTRALES ELECTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

**LEONARDO ALFREDO MEDINA PEREIRA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Electrónico**

**Director  
GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRÍGUEZ  
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2007**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 2 de agosto de 2007

HORA: 10:00

LUGAR: CREAD SALA 3

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: PASANTIA: "PASANTIA PARA EL ESTUDIO Y ASESORAMIENTO EN LA COMPRA DE UN SISTEMA DE MEDICION DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA ELECTRICA, según RESOLUCIONES 024 DE 2005 Y 107 DE 2006 DE LA COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS (CREG), EN LAS SUBESTACIONES TIBU, PAMPLONA, PALERMO, LOS PATIOS, PLANTA ZULIA, AYACUCHO, BELEN Y SEVILLA; DE CENTRALES ELECTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P."

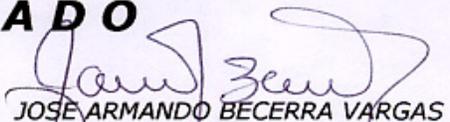
Jurados: Ing. LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ  
Ing. JOSE ARMANDO BECERRA  
Lic. NYDIA MARIA RINCON VILLAMIZAR

Director: Ing. GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRIGUEZ

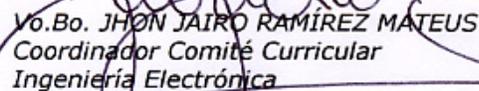
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
LEONARDO ALFREDO MEDINA PEREIRA	0160293	Cuatro	4,4

**APROBADO**

  
LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ

  
JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS

  
NYDIA MARIA RINCON VILLAMIZAR

  
Yo.Bo. JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

Martha A

Av. Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag- Teléfonos: 5776655 ext: 115-116 Fax: 5771988

Cúcuta - Colombia

A Rodolfo Pereira Garavito y Rosa Maria Porras Pinzón, que dejaron una huella profunda en mi vida y que lamentablemente ya no están con nosotros.

A Quintina Castro Serrano y Alfonso Medina Vivas, por ser unos grandes ejemplos de vida.

A Odilia Pereira Porras y Alfredo Medina Castro por brindarme todo su apoyo, amor, comprensión y por ser esa fuerza que me impulsara a lograr mis metas.

A Jessica Paola Medina Pereira y Jimena Andrea Medina Pereira, que siempre han estado conmigo.

A Jaqueline Torcoroma Castillo Lobo y Ana Mercedes Castillo Lobo, por brindaron su apoyo y compañía.

A Mayra Alejandra Peña Bermón, por su apoyo, comprensión y amor en estos últimos años de mi formación profesional.

A Julio Enrique Gómez Corredor, por apoyarme en cada momento y por su continua colaboración desinteresada.

A Luis Alveiro Martínez Botello, por su apoyo, colaboración, alegrías y tristezas vividas a lo largo de nuestra formación como profesionales.

Leonardo Alfredo Medina Pereira

## **AGRADECIMIENTOS**

Al personal del proceso de transformación de la potencia de CENS S.A E.S.P; en especial a los Ingenieros Carlos Eduardo Solano y John Jairo Niño; por su colaboración, las enseñanzas, la amistad brindada y el tiempo dedicado en el período que duró mi estadía en la empresa.

Al Ingeniero German Enrique Gallego, docente del Departamento de Electricidad y Electrónica, por la colaboración para desarrollar mi trabajo de grado.

A Julio Enrique Gómez Corredor, por la colaboración prestada en el desarrollo de mi trabajo de grado.

A los Ingenieros y Licenciados de la Universidad Francisco de Paula Santander, que realizaron su gran aporte como educadores y formadores de mi perfil profesional.

## **CONTENIDO**

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	17
1.1 LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS -CREG)	18
1.2 SUBESTACIONES	19
1.2.1 Subestación eléctrica	19
1.2.2 Clasificación de las subestaciones eléctricas	19
1.3 CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA	20
1.3.1 Calidad del servicio	20
1.3.2 Tipos de problemas de calidad de potencia	21
1.3.3 Diagramas unifilares	33
1.3.4 Unidades constructivas	34
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	47
2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	49
3. SUMINISTROS DE LOS BIENES PARA EL SISTEMA DE CPE	50

3.1 MEDIDORES DE POTENCIA MULTIFUNCIONALES	50
3.1.1 Especificaciones generales	50
3.1.2 Requerimientos eléctricos	51
3.1.3 Requerimientos mecánicos	52
3.1.4 Compatibilidad electromagnética	53
3.1.5 Condiciones climáticas	53
3.1.6 Mediciones	53
3.1.7 Muestreo de variables	57
3.1.8 Almacenamiento de los datos	57
3.1.9 Tipos de memoria	57
3.1.10 Procesamiento	58
3.1.11 Comunicaciones	59
3.1.12 Formatos de datos	61
3.1.13 Indicador operacional	61
3.1.14 Hoja de calibración	61
3.1.15 Precisión del reloj	61
3.1.16 Marcación	62

3.1.17 Cubierta	62
3.1.18 Protección superficial	62
3.1.19 Pruebas de rutina para los medidores	62
3.1.20 Conexión eléctrica	63
3.2 SISTEMA DE GESTIÓN	65
3.2.1 Definición del sistema de gestión	65
3.2.2 Arquitectura de software y hardware	65
3.2.3 Servicio de actualización	73
3.2.4 Administración de bases de datos	74
3.2.5 Pruebas del sistema de gestión	75
3.3 TABLEROS DE INTEGRACIÓN	75
3.3.1 Características generales	76
3.3.2 Clasificación de los tableros	79
3.4 DESCRIPCIÓN DE BARRAJES, CIRCUITOS Y UNIDADES CONSTRUCTIVAS	82
3.5 LÓGICA DE INTERRUPTORES	88
3.5.1 Subestación Belén	88

3.5.2 Subestación Sevilla	89
3.5.3 Subestación Tibú	90
3.5.4 Subestación Planta Zulia	91
3.5.5 Subestación Ayacucho	91
3.5.6 Subestación Pamplona	92
3.5.7 Subestación Palermo	92
3.5.8 Subestación Los Patios	92
4. METAS ALCANZADAS	101
4.1 A NIVEL TECNOLÓGICO	101
4.2 A NIVEL ECONÓMICO	101
4.3 A NIVEL EMPRESARIAL	101
4.4 A NIVEL ACADÉMICO	101
5. CONCLUSIONES	103
6. RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	107