

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			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): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JULIO DANIEL APELLIDOS: POLO CANTILLO

NOMBRE(S): GABRIEL APELLIDOS: FIGEROA DIAZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ISMAEL HUMBERTO APELLIDOS: GARCIA PAEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): INCIDENCIA DE LOS TRATAMIENTOS  
TÉRMICOS CRIOGÉNICOS EN LA DUREZA Y CONDUCTIVIDAD DEL  
ALUMINIO 1350-H 19

El proyecto consiste en la aplicación de un tratamiento térmico criogénico a alambres de aluminio de referencia 1350-H19 componentes de cables concéntricos encauchetados para conducción de electricidad. Al material se realizó el análisis metalográfico, la medición de dureza vickers y de conductividad eléctrica antes y después del tratamiento criogénico, con el fin de determinar los cambios en la dureza, en la conductividad eléctrica y en la microestructura, debidos a la aplicación del tratamiento térmico criogénico. Los resultados mostraron que el tratamiento criogénico no conlleva a cambios sustanciales en estas propiedades y por tanto no se considera viable para su implementación en este material.

PALABRAS CLAVES: Tratamiento Criogénico, Dureza Vickers, Aluminio 1350, conductividad eléctrica.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 78 PLANOS: ILUSTRACIONES: 17 CD ROOM:

INCIDENCIA DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS CRIOGÉNICOS EN LA  
DUREZA Y CONDUCTIVIDAD DEL ALUMINIO 1350-H19.

JULIO DANIEL POLO

GABRIEL FIGUEROA DÍAZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECÁNICA

CÚCUTA, 2021

INCIDENCIA DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS CRIOGÉNICOS EN LA  
DUREZA Y CONDUCTIVIDAD DEL ALUMINIO 1350-H19.

PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO  
DE INGENIERO MECÁNICO.

JULIO DANIEL POLO

GABRIEL FIGUEROA DÍAZ

DIRECTOR

ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ

INGENIERO MECÁNICO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECÁNICA

CÚCUTA, 2021



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 27 DE SEPTIEMBRE 2021  
**HORA:** 10:00 a.m.  
**LUGAR:** PLATAFORMA VIRTUAL GOOGLE MEET  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA MECÁNICA

**TÍTULO:** "INCIDENCIA DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS CRIOGÉNICOS EN LA DUREZA Y CONDUCTIVIDAD DEL ALUMINIO 1350-H19."

**Jurados:** ING. PEDRO PABLO TORRES MEDINA  
ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

**Director:** ING. ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PAEZ

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
JULIO DANIEL POLO CANTILLO	1120870	Cuatro, Cuatro	4.4
GABRIEL FIGUEROA DIAZ	1120850	Cuatro, Cuatro	4.4

## APROBADA

ING. PEDRO PABLO TORRES MEDINA

ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

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

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados ser profesionales de la ingeniería. A nuestros padres, por su amor y ayuda continua en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A nuestros hermanas (os) y amigos(as) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas. A todas las personas que de una u otra manera nos han apoyado y han hecho posible que este trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos sin esperar nunca nada a cambio, a todos ellos dedicamos este trabajo, porque lograron que este sueño se haga realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimientos a la Universidad Francisco de Paula Santander, a toda la Facultad de Ingeniería, a directivos, docentes, administrativos, a nuestro director de proyecto y a cada una de las personas quienes con su apoyo y la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pudiéramos realizar este trabajo y crecer cada día mas como profesionales.

## Tabla de contenido

Introducción	12
Generalidades	14
1.1. Título	14
1.2. Planteamiento del problema	14
1.3. Formulación del problema	19
1.4. Justificación	19
1.4.1. Perspectiva	22
1.5. Objetivos	24
1.5.1. Objetivo general	24
1.5.2. Objetivos específicos	25
1.6. Alcances y limitaciones	25
1.6.1. Alcances	25
1.7. Delimitaciones	26
2. Marco referencial	26
2.1. Antecedentes	27
2.2. Marco teórico	29
2.2.1. Tratamientos térmicos	29
2.2.2 Efecto de los tratamientos térmicos en el aluminio	32
2.2.3 Tratamiento Térmico Criogénico	34

2.2.4 conductividad eléctrica	39
2.3 Marco conceptual	43
2.4. Marco legal	46
3. Diseño metodológico	48
3.1. Tipo de proyecto	48
3.3. Fases del proyecto	49
4. procedimiento experimental	49
5. Prueba metalográfica	50
5.1. Corte de muestras	51
5.2. Montaje y Empestillado de muestras y probetas metalográficas	52
5.3. Desbaste, Lijado y Pulido - Ataque Químico	52
6. Tratamiento térmico criogénico al aluminio 1350 H-19	53
7. Micrografías	55
5.0. Prueba de dureza	60
6.0. Prueba conductividad eléctrica	65
7. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
ANEXOS	72
Bibliografía	74