


<b>Ellos lo revisan de nuevo</b>  	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADÉMICO	1(168)		

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>Elías Monterrosa Ruiz</b>		
FACULTAD	<b>Ingeniería</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>Ingeniería mecánica</b>		
DIRECTOR	<b>José Humberto Arévalo Rueda</b>		
TÍTULO DE LA TESIS	<b>ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y METALGRÁFICA DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZADAS POR LAS DIFERENTES FERRETERÍAS BAJO LA NORMA ASTM (A706/706M, A615/A615M) EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p>LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADA SON UNA ALEACIÓN DE HIERRO CARBÓN QUE SE HA CONVERTIDO EN LA MATERIA PRIMA PARA EL REFUERZO DEL HORMIGÓN EN LAS CONSTRUCCIONES, EN LA QUE SE APLICAR LA NORMA ASTM (A706/706M, A615/A615M) DETERMINADO LA RESISTENCIA A LA FLUENCIA MÁXIMA (KGF/MM<sup>2</sup>) Y LA DEF. EN LA FLUENCIA (%) MÍNIMA CON EL FIN DE HACER UNA PARALELO ENTRE LOS CATÁLOGOS DEL FABRICANTE Y LOS DATOS DEL LABORATORIO.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 168	PLANOS:0	ILUSTRACIONES:45	CD-ROM: 1



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
[www.ufpso.edu.co](http://www.ufpso.edu.co)



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y METALOGRAFÍA DE LAS  
VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZADAS POR LAS  
DIFERENTES FERRETERÍAS BAJO LA NORMA ASTM (A706/706M,  
A615/A615M) EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER**

**ELÍAS MONTERROSA RUIZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA  
OCAÑA  
2016**

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y METALGRÁFICA DE LAS  
VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZADAS POR LAS  
DIFERENTES FERRETERÍAS BAJO LA NORMA ASTM (A706/706M,  
A615/A615M) EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER**

**ELÍAS MONTERROSA RUIZ**

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

**Director  
JOSÉ HUMBERTO ARÉVALO RUEDA  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA  
OCAÑA  
2016**

*Quiero dedicarle este triunfo a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación, a mis Padres Manuel Mateo Monterrosa Márquez y Josefina Ruiz Ochoa por estar ahí cuando más los necesité; también a Yulitch Santiago Arias que me apoyo grandemente en todo los aspectos y a mi novia Yenny Lorena Ortiz Santiago por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco profundamente a Dios, por guiarme en el sendero correcto de la vida, cada día en el transcurso de mi camino e iluminándome en todo lo que realizo de mi convivir diario.*

*A mi director de tesis el Ingeniero José Humberto Arévalo Rueda por tenerme paciencia y por guiarme en cada paso de este proyecto.*

*A los profesores de la Universidad Francisco de Paula Santander que me impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil y que me ayudaron de una u otra forma para hacer posible la realización de la tesis.*

*A mis amigos Eduar Pérez, Aldair Reales, Luis Terán, Joel Anillo por su amistad y ayuda incondicional durante todo el proceso.*

*A los profesores Eder Flórez, Alfredo Bohórquez, Leonardo Navarro que hicieron que amara más mi carrera inspirándome a seguir a delante a pesar de las dificultades.*

*A todas las personas que me incentivaron y me motivaron para seguir adelante con los objetivos de este propósito muchas gracias.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	15
<u>1 TITULO</u>	16
<u>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	16
<u>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	17
<u>1.3 OBJETIVOS</u>	17
1.3.1 General	17
1.3.2 Específicos	17
<u>1.4 JUSTIFICACIÓN</u>	17
<u>1.5 DELIMITACIONES</u>	18
1.5.1 Geográfica	18
1.5.2 Conceptual	18
1.5.3 Operativa	18
1.5.4 Temporal	18
<u>2 MARCO REFERENCIAL</u>	19
<u>2.1 MARCO HISTÓRICO</u>	19
2.1.1 Antecedentes históricos a nivel mundial	19
2.1.2 Antecedentes históricos a nivel nacional	20
2.1.3 Antecedentes históricos a nivel local	22
<u>2.2 MARCO CONCEPTUAL</u>	23
<u>2.3 MARCO TEÓRICO</u>	30
<u>2.4 MARCO LEGAL</u>	33
2.4.1 Constitución política de Colombia.	33
2.4.2 Universidad Francisco de Paula Santander	34
<u>3 DISEÑO METODOLÓGICO</u>	36
<u>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN</u>	36
<u>3.2 POBLACIÓN</u>	36
<u>3.3 MUESTRAS</u>	36
<u>3.4 FASES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</u>	36
3.4.1 FASE I. Recopilación inicial de información.	36
3.4.2 FASE II. Realización de medidas y tomas de datos.	36
3.4.3 FASE III. Análisis del estado actual de la instalación	36
<u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	37
<u>4.1. ANÁLISIS DE OFERTA DE VARILLAS CORRUGADAS EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA.</u>	37
4.1.1. Numero de ferreterías distribuidoras de varillas corrugadas en el municipio de Ocaña	37
4.1.2. Diámetros de uso común en el municipio de Ocaña.	37

4.1.3. Muestreo de las varillas de aceros corrugadas en las ferreterías seleccionadas.	37
<u>4.2. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES METALOGRAFICAS, MECANICAS Y ESTRUCTURALES, A TRAVÉS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.</u>	38
4.2.1. Características de dureza.	38
4.2.2 Análisis metalográfico.	48
4.2.3. Selección de las muestras.	49
4.2.4. Montaje.	50
4.2.5. Pulido.	51
4.2.6. Grabado de acero al carbono.	53
4.2.7. Análisis metalográfico de las probetas.	53
4.2.8. Análisis de resistencia a la tracción y flexión.	60
4.2.9. Análisis de resistencia a la tracción.	67
4.2.10. Ensayo de flexión	97
<u>5. CONCLUSIONES</u>	99
<u>6. RECOMENDACIONES</u>	101
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	102
<u>REFERENCIAS ELECTRÓNICAS</u>	106
<u>ANEXOS</u>	108

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de tipo de corrugada (a) y (b)	25
Figura 2. Angulo de la corrugación	25
Figura 3. Dirección de corrugas de acuerdo al ángulo	26
Figura 4. Marcado de varillas de aceros corrugados en sistema inglés y métrico	27
Figura 5. Curva de tensión vs. deformación típica de un acero estructural	29
Figura 6. Durómetro digital marca Mitutoyo.	39
Figura 7. Cargas para los diferentes tipos de dureza Rockwell.	40
Figura 8. Muestras de las varillas.	40
Figura 9. Indicación de tablas de dureza Rockwell B	41
Figura 10. Extracción de la probeta para el análisis metalográfico.	49
Figura 11. Cortadora Pico155.	50
Figura 12. Montaje de presión TP-7001.	51
Figura 13. Pulidor automatizado Nano 2000T.	52
Figura 14. Muestras atacadas con Nital al 2%.	53
Figura 15. Microscopio óptico de marca Optiks.	54
Figura 16. Diagrama Hierro carbono.	60
Figura 17. Corte de probeta	61
Figura 18. Probetas cortadas a 500 mm	62
Figura 19. Pesado de las probetas	62
Figura 20. Medición de características de la probeta (profundidad de la vena)	63
Figura 21. Medición del diámetro de la varilla	63
Figura 22. Medición del espesor y Angulo de la vena de las varillas	64
Figura 23. Instante de falla de la probeta	65
Figura 24. Grafica esfuerzo deformación Ferrasa F1.	70
Figura 25. Grafica esfuerzo deformación Ferrasa F2	71
Figura 26. Grafica esfuerzo deformación Ferrasa F3.	72
Figura 27. Grafica esfuerzo deformación Ferrasa F4.	73
Figura 28. Grafica esfuerzo deformación Ferrasa F5.	74
Figura 29. Grafica esfuerzo deformación Transfor T1.	77
Figura 30. Grafica esfuerzo deformación Transfor T2.	78
Figura 31. Grafica esfuerzo deformación Transfor T3.	79
Figura 32. Grafica esfuerzo deformación Transfor T4.	80
Figura 33. Grafica esfuerzo deformación Transfor T5.	81
Figura 34. Grafica esfuerzo deformación Diaco D1.	84
Figura 35. Grafica esfuerzo deformación Diaco D2.	85
Figura 36. Grafica esfuerzo deformación Diaco D3.	86
Figura 37. Grafica esfuerzo deformación Diaco D4.	87
Figura 38. Grafica esfuerzo deformación Diaco D5.	88
Figura 39. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P1.	91
Figura 40. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P2.	92
Figura 41. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P3.	93



Figura 42. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P4.	94
Figura 43. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P5.	95
Figura 44. Ensayos de flexión en 4 apoyos.	97
Figura 45. Probeta flexionada	98

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición química de la colada.	24
Tabla 2. A706/A706M	31
Tabla 3. Tensile requirements	32
Tabla 4. Selección de prueba Rockwell B	39
Tabla 5. Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Ferrasa	41
Tabla 6. Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Transfor.	42
Tabla 7. Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Diaco	43
Tabla 8. Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Paz de Rio.	44
Tabla 9. Para convertir HRB a VH Y BH	46
Tabla 10. Promedio de dureza por muestras de cada empresa	46
Tabla 11. Proceso de pulido.	52
Tabla 12. Resultados obtenidos en el microscopio Ferrasa.	55
Tabla 13. Resultados obtenidos en el microscopio Diaco.	56
Tabla 14. Resultados obtenidos en el microscopio Transfor.	57
Tabla 15. Resultados obtenidos en el microscopio Paz del Rio	58
Tabla 16. Características metalográficas del Acero de bajo carbono.	59
Tabla 17. Nomenclatura de las características física de la varillas.	61
Tabla 18. Dimensiones de la probeta Ferrasa.	65
Tabla 19. Dimensiones de la probeta Transfor.	66
Tabla 20. Dimensiones de la probeta Diaco.	66
Tabla 21. Dimensiones de la probeta Paz del Rio	67
Tabla 22. Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Ferrasa.	68
Tabla 23. Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia ala fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Ferrasa.	69
Tabla 24. Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Transfor.	75
Tabla 25. Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia ala fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Transfor.	76
Tabla 26. Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Diaco.	82
Tabla 27. Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia ala fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Diaco.	83
Tabla 28. Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Paz del Rio.	89
Tabla 29. Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia ala fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Paz del Rio.	90
Tabla 30. Análisis comparativo entre dureza Rockwell B y resistencia la fluencia Kgf/mm <sup>2</sup> .	96

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica 1. Diámetros de uso común.	37
Grafica 2. Fábricas de varillas corrugadas	38
Gráfica 3. Promedio de dureza por muestras de cada empresa en diagrama de barra	47
Gráfica 4. Promedio de dureza Rockwell B por muestras de cada empresa en diagrama de barra	47
Gráfica 5. Promedio de dureza Vicker (HV) por muestras de cada empresa en diagrama de barra	48
Grafica 6. Análisis comparativo entre dureza Rockwell B y resistencia la fluencia Kgf/mm2.	96

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Encuestas realizadas.	109
ANEXO B. Norma ASTM A706/A706M – 14	111
ANEXO C. Norma ASTM A615/615M.	118
ANEXO D. Norma ASTM A370.	123
ANEXO E. Norma ASTM A247.	124
ANEXO F. Catálogo de fabricante Diaco.	125
ANEXO G. Catálogo de fabricante Ferrasa.	126
ANEXO H. Catálogo de fabricante Transfor.	127
ANEXO I. Catálogo de fabricante Paz de Rio.	128
ANEXO J. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Ferrasa.	129
ANEXO K. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Diaco.	139
ANEXO L. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Transfor.	149
ANEXO M. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Paz del Rio.	159

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al análisis de las propiedades mecánicas y metalográfica de las varillas de acero corrugadas comercializadas por las diferentes ferreterías en el municipio de Ocaña Norte de Santander, como sabemos el acero es la materia prima en la vida cotidiana, brindando un desarrollo sostenible a través de sus características únicas de resistencia y ductilidad.

Estas varillas de acero corrugada son una aleación de hierro carbón que se ha convertido en la materia prima para el refuerzo del hormigón en las construcciones. Por la cual analizaremos mediante ensayos de tensión, flexión, dureza y su estructura metalográfica por medio de la maquina universal, durómetro y microscopio respectivamente bajo la norma internación ASTM (A706/706M, A615/A615M) con la que está basada la norma técnica Colombia (NTC 2289) para fabricar este tipo de acero desde su composición química hasta sus propiedades mecánicas y físicas determinado así la resistencia a la fluencia máxima (Kgf/mm<sup>2</sup>) y la Def. En la fluencia (%) mínima con el fin de hacer una comparación con los catálogos de cada uno los proveedores fabricantes de las varillas de aceros corrugado distribuidas en el municipios de Ocaña Norte de Santander

## 1. TITULO

### **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y METALOGRAFÍA DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZADAS POR LAS DIFERENTES FERRETERÍAS BAJO LA NORMA ASTM (A706/706M, A615/A615M) EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.**

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acero corrugado o varilla corrugada es una clase de acero laminado diseñado especialmente para construir elementos estructurales de hormigón armado. Se trata de barras de acero que presentan resaltes o corrugas que mejoran la adherencia con el hormigón, y poseen una gran ductilidad, la cual permite que las barras se puedan cortar y doblar con mayor facilidad.<sup>1</sup>

Las barras de acero de sección redonda con la superficie estriada, o con resaltes, facilitan su adherencia al concreto al utilizarse en la industria de la construcción. Se fabrican cumpliendo estrictamente las especificaciones que señalan el límite de fluencia, resistencia a la tracción y su alargamiento. Las especificaciones señalan también las dimensiones y tolerancias.

El concreto es un material que resiste muy bien las fuerzas que lo comprimen, sin embargo, es muy débil antes las fuerzas que lo estiran. Por eso, a una estructura de concreto es necesario incluirle barras de acero corrugados con el fin de que la estructura tenga resistencia al estiramiento.

Se les conoce como barras para la construcción o barras deformadas. Las barras para construcción se identifican por su diámetro, que puede ser en pulgadas o milímetros. Las longitudes usuales son de 6 y 12 metros de largo.

Teniendo en cuenta que el municipio de Ocaña Norte de Santander ha tenido una gran evolución en la parte de infraestructura desde que comenzaron adoptar las construcciones de los españoles, que comenzaron con palos o cañas entretrejidas y barro, por lo cual en la actualidad se han mejorado estos tipos de construcciones ya que se han remplazado el barro por el hormigón y palo o las cañas por las varillas de aceros corrugadas mejorando así la resistencia a los esfuerzo de compresión, flexión, tracción, cortante, etc.

El motivo de esta investigación es realizar un análisis de las varillas de acero corrugadas más utilizadas en las diferentes construcciones como material estructural en el municipio de Ocaña Norte de Santander, incluyendo la verificación y ejecución de los requerimientos

---

<sup>1</sup>WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE. acero corrugado fuente, [http://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_corrugado](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_corrugado)

técnicos en el cumplimiento de las propiedades mecánicas y metalográficas de las varillas de acero corrugadas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cumplen con las norma técnicas ASTM A706/A706M las varillas de acero corrugadas utilizadas en las diferentes construcciones en el municipio de Ocaña Norte de Santander?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 General**

Realizar un análisis de las propiedades mecánicas y metalográfica de las varillas de acero corrugadas comercializadas por las diferentes ferreterías bajo la norma ASTM (A706/706M, A615/A615M) en el municipio de Ocaña Norte de Santander

### **1.3.2 Específicos**

- Realizar encuestas para determinar el número de ferreterías en el municipio de Ocaña
- Determinar los diámetros de las varillas de aceros corrugadas de uso común en las diferentes construcciones del municipio de Ocaña norte de Santander.
- Realizar un muestreo de las varillas de aceros corrugadas en las ferreterías seleccionadas.
- Realizar análisis o pruebas de las propiedades mecánica (tensión y flexión) y metalográfica a las varillas de acero corrugadas recolectadas.
- Realizar análisis estadístico Para diseño de experimento
- Analizar comparativamente de los resultados obtenidos con respecto a los catálogos ofrecidos por el proveedor o distribuidor de las varillas de aceros corrugadas.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Es de gran importancia la realización de este proyecto investigativo debido a que brindara un gran apoyo a todas las personas vinculadas con la construcción, ya que es una necesidad imperiosa frente el auge que ha tomado la construcción en el municipio de Ocaña.

Indudablemente que estas construcciones requieren de materiales que cumplan con normas técnicas; entre estos materiales se hace referencia a las varillas de acero corrugadas, estas para que garanticen un óptimo funcionamiento deben cumplir con normas específicas internacionales, de tal manera que estas varillas de acero corrugada ofrezcan a los constructores garantías en el acabado de sus estructuras. Por eso la importancia de este estudio ya que es fundamental el gran papel que juega las propiedades mecánicas y

metalográficas de los materiales estructurales en el área de construcción, garantizando así la resistencia de las estructuras en la construcción de estas.

Por tal razón este proyecto tendrá el fin de verificar y comprobar las propiedades mecánicas y metalográficas de las varillas de aceros corrugadas como material de construcción ya que esta es utilizada principalmente para la construcción de columnas, porque su principal característica es su ductilidad, lo que permite que estas barras de acero se puedan cortar y doblar fácilmente así como sus altos estándares de resistencia y calidad lo que la hace la más adecuada para este tipo de trabajo.

Por lo tanto este estudio permite hacer una comparación de las propiedades mecánicas y metalográficas de las varillas de acero corrugadas con las especificaciones técnicas nacionales ofrecidas por los proveedores quienes son los encargados de distribuir los diferentes materiales que se utilizan en las construcciones en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

## **1.5 DELIMITACIONES**

- 1.5.1 Geográfica:** la investigación se llevó a cabo en el municipio de Ocaña norte de Santander con el fin de conocer o verificar las normas técnicas de las varillas de acero corrugada para las construcciones.
- 1.5.2 Conceptual:** este proyecto tuvo las siguientes conceptualizaciones: norma ASTM, tipos de varillas corrugadas, propiedades mecánicas en aceros, varillas corrugadas, tensión, compresión, resistencia a la fluencia, resistencia a la tracción, alargamiento, ASTM (A706/A706M), norma ICONTEC, norma NTC.
- 1.5.3 Operativo:** el proyecto se desarrolló con base a los parámetros de las normas ASTM con la dirección y asesoría del director del mismo y el personal necesario laboratoristas para de esta manera llevar a cabo la realización de los objetivos en el proyecto.
- 1.5.4 Temporal:** el presente proyecto investigativo tuvo una duración aproximada de 16 semanas como mínimo desde la fecha de aprobación del anteproyecto.



## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO HISTÓRICO.

#### **2.1.1 MARCO HISTÓRICO MUNDIAL.**

La fecha en que se descubrió la técnica de fundir el mineral de hierro no es conocida con exactitud. Los primeros artefactos encontrados por arqueólogos datan del año 3.000 A. de C. en Egipto.

Sin embargo, los griegos a través de un tratamiento térmico, endurecían armas de hierro hacia el 1.000 A. de C.

Los primeros artesanos en trabajar el hierro, producían aleaciones que hoy se clasificarían como hierro forjado, esto mediante una técnica que implicaba calentar una masa de mineral de hierro y carbón vegetal en un gran horno con tiro forzado, de esta manera se reducía el mineral a una masa esponjosa de hierro metálico llena de una escoria de impurezas metálicas, junto con cenizas de carbón vegetal. Esta esponja de hierro se retiraba mientras permanecía incandescente, dándole fuertes golpes con pesados martillos para poder expulsar la escoria y soldar el hierro. Ocasionalmente esta técnica de fabricación, producía accidentalmente auténtico acero en lugar de hierros forjado.

A partir del siglo XIV el tamaño de los hornos para la fundición aumentó considerablemente, al igual que el tiro para forzar el paso de los gases de combustión para carga o mezcla de materias primas. En estos hornos de mayor tamaño el mineral de hierro de la parte superior del horno se reducía a hierro metálico y a continuación absorbía más carbono como resultado de los gases que lo atravesaban. El producto de estos hornos era el llamado arrabio, una aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado. El arrabio se refinaba después para fabricar acero.

La actual producción de acero emplea altos hornos que son modelos perfeccionados de los usados antiguamente. El proceso de refinado del arrabio mediante chorros de aire se debe al inventor británico Henry Bessemer, que en 1855 desarrolló el horno o convertidor que lleva su nombre. Desde la década de 1960 funcionan varios mini hornos que emplean electricidad para producir acero a partir de chatarra. Sin embargo, las grandes instalaciones de altos hornos continúan siendo esenciales para producir acero a partir de mineral de hierro.<sup>2</sup>

Las barras de aceros corrugadas es el elemento, que junto con el hormigón, configura el hormigón armado, el sistema constructivo más utilizado en España. Las barras de aceros corrugadas que celsa Barcelona fabrican para España en la actualidad, son aceros de alta ductilidad, especialmente diseñados para evitar posibles roturas frágiles de la estructura de hormigón, como por ejemplo aquellas estructuras sometidas a sollicitaciones de tipo sísmico, dinámico o de impacto. Esto aceros aportan un elevado grado de seguridad a la

---

<sup>2</sup> ARCHDAILY COLOMBIA, historia del acero, <http://www.archdaily.co/co/02-44191/historia-del-acero>

construcción final. Las barras de acero corrugado, cumpliendo con toda la normativa y reglamento vigente.

Celsa Barcelona es licenciataria de la marca “N” de Aenor para acero corrugado y de marca Arcer, marca de calidad que ampara a los aceros para armado del hormigón de altas prestaciones: alta ductilidad, resistencia a fatiga, resistencia a cargas cíclicas, etc.

Además, Celsa Barcelona ostenta numerosas certificaciones internacionales que avalan su vocación internacional y su compromiso con la calidad.<sup>3</sup>

La norma ASTM es incorporada por las Compañías y agencias en todo el mundo. Los compradores y vendedores incorporan normas en sus contratos; los científicos e ingenieros las usan en sus laboratorios y oficinas; los arquitectos y diseñadores las usan en sus planos; las agencias gubernamentales de todo el mundo hacen referencia a ellas en códigos, regulaciones y leyes; y muchos otros las consultan para obtener orientación sobre muchos temas.

Estas normas son aplicadas cuando los miembros de un comité técnico de ASTM identifican una necesidad, u otras partes interesadas hacen propuestas al comité. Los miembros del grupo de trabajo preparan un proyecto de norma; la norma ASTM (A706/706M) a nivel internacional procura que las varillas de acero corrugada cumpla con las propiedades mecánicas requeridas y requisitos para la corrugación en dichas varillas como aporte en el hormigón.<sup>4</sup>

### **2.1.2 MARCO HISTÓRICO NACIONAL**

En Colombia la industria siderúrgica nace en los comienzos del siglo XX con el descubrimiento de los primeros yacimientos de mineral de hierro en 1923 en la región de Pacho, ubicada en el departamento de Cundinamarca.

Se instaló la Ferrería de Pacho y posteriormente fueron naciendo otras como la de Amagá en Antioquia, la de Samacá en Boyacá y la de la Pradera en Subachoque, ferrerías que pronto suspendieron definitivamente su producción.

El 5 de Agosto de 1938, se constituyó lo que entonces se llamaría Empresa Siderúrgica S.A., conocida más adelante como Siderúrgica de Medellín S.A. Simesa. Actualmente adquirida por Diaco S.A.

En 1940 el IFI se fijó como meta impulsar el desarrollo de la industria siderúrgica en el país. En 1942, los geólogos Benjamín Alvarado y Vicente Suárez Hoyos presentaron el primer informe documentado sobre los yacimientos de Paz del Río en Boyacá, como resultado de un análisis practicado a la muestra enviada por el Doctor Olimpo Gallo, confirmando la existencia del mineral de hierro en la región. También se hallaron importantes depósitos de caliza y carbón. La hacienda Belencito fue escogida para el montaje de la Planta por su cercanía tanto a los yacimientos de mineral de hierro, carbón y caliza como a las ciudades de Sogamoso y Duitama.

---

<sup>3</sup> CELSA BARCELONA, acero corrugados, <http://www.celsa.com/productos.mvc/Corrugados>

<sup>4</sup> ASTM INTERNATIONAL helping our world work better, Norma ASTM, <http://www.astm.org/FAQ/index-spanish.html#anchor8>

En 1947, un grupo de empresarios liderados por el ingeniero Daniel Jaramillo funda Siderúrgica del Muña S.A. ubicada en la sabana de Bogotá. La empresa comienza su labor productiva como un taller artesanal fabricando pequeñas piezas de fundición gris, bronce y aluminio. Desde 1986 hace parte de Diaco S.A.

En 1954 se inaugura Acerías Paz de Río entre los Municipios de Sogamoso y Paz de Río en el departamento de Boyacá. Esta Siderúrgica Integrada produce acero a partir del mineral de hierro (hematita) dado que la zona es rica en este mineral así como en hulla y caliza, a diferencia de las otras siderúrgicas colombianas cuya materia prima principal es la chatarra, las cuales son industrias semi-integradas. A comienzos de 2007 el Grupo Votorantin de Brasil, adquirió el 52% de las acciones de esta siderúrgica.

Metalúrgica de Boyacá, se funda el 12 de mayo de 1961 fruto de la unión entre industriales vascos y boyacenses, empresa que más adelante se conocería con el nombre de Siderúrgica de Boyacá S.A. Actualmente hace parte de Diaco S.A. En el mismo año fue fundada Siderúrgica del Pacífico S.A.

En 1968 se funda Armaduras Heliacero, su principal objetivo fue el de suministrar acero de alta resistencia para la construcción a través del proceso de Heliaceración consistente en la torsión a partir del material de baja resistencia. En el año de 1986 fue adquirida por Siderúrgica de Boyacá S.A. (hoy Diaco S.A) y en el año 2001 pasó a pertenecer a Proalco S.A.

En el año 1972 se crea la compañía conocida hasta 1997 como Distribuidora de Aceros Colombianos DIACO LTDA. Su objetivo fue operar como mayorista no solamente de aceros sino de todo los materiales para la construcción tales como cemento, griferías, enchapados, tubería y otros. La distribuidora compraba la producción de las Siderúrgicas y a su vez la vendía a los pequeños distribuidores y ferreterías.

En 1981 se crea Siderúrgica del Caribe, ubicada en la zona industrial de Mamonal en Cartagena.

El 28 de Diciembre de 1997 las empresas Siderúrgica del Muña, luego de 50 años de operaciones, Armaduras Heliacero, Siderúrgica del Caribe, Siderúrgica de Boyacá y Distribuidora de Aceros Colombianos se fusionaron en una sola empresa siendo la empresa fusionadora Siderúrgica de Boyacá S.A. Con la fusión de las empresas Diaco Ltda. Desapareció, pero se decidió conservar el nombre como marca. En el inicio del año 2001 Siderúrgica de Boyacá compró a Simesa cuya fusión se llevó a cabo a finales del año. Se cambió su razón social por “Grupo Siderúrgico Diaco S.A.” Y a partir del primero de marzo de 2004 esta siderúrgica se conoce como “Diaco S.A.”

Desde comienzos de 2005, Diaco y Sidelpa hacen parte del Grupo Gerdau, el mayor productor de aceros largos de América.”

Más adelante en la cadena, a lo largo de la historia se han creado otras industrias, entre las cuales vale la pena destacar las siguientes:

Corpacero fue fundada en 1.961 en la ciudad de Bogotá; se ha dedicado a la importación y transformación de láminas y planchas de acero Cold Rolled (CR) y Hot Rolled (HR) para la fabricación y comercialización de productos metalmecánicos como Lámina lisa galvanizada, teja corrugada de zinc, tubería para conducción de agua, gas, tipo conducto y para cerramiento, tuberías metálicas corrugadas, láminas para revestimiento de túneles, pisos metálicos para puentes, defensas metálicas para carretera, postes de iluminación, perfiles en “C” y en “Z” formados en frío “PERLINES”, entepiso metálico

“CORPALOSA”, cubiertas estructural galvanizada “CORPATECHO”, sistemas estructurales para naves industriales, centros comerciales y edificios a partir de vigas de alma llena soldadas, sistema estructural para vivienda industrializada, canastas y baldes plásticos.

Productora de Cables Limitada C I - Procables Ltda. C I, es una organización fundada en 1972 en la ciudad de Bogotá, para la Producción y Comercialización de Cables y Alambres Conductores Eléctricos.

Acesco nace en 1970. Durante 25 años venía importando y comercializando aceros planos, aprovechando el modelo de sustitución de importaciones. Inicia operaciones en Santafé de Bogotá con una línea de galvanización lámina a lámina de 20.000 Tm. por año. En 1996 ACESCO produce el primer rollo de acero laminado en frío en Colombia. El montaje del tren de laminación es considerado el desarrollo siderúrgico más importante de los últimos 25 años en Colombia y representa un gran aporte para la industria metalmeccánica.

En 1970 se crea Laminados Andinos S.A., industria que presta el servicio de figuración atendiendo el mercado de la construcción civil. Actualmente hace parte de Diaco S.A.

El 10 de octubre de 1980 se fundó Trefilados de Caldas con la producción de puntillas y varillas. Once años después fundó “Alambres Técnicos de Colombia” produciendo alambre galvanizado y de púas. Dos años más tarde las dos empresas se fusionaron bajo el nombre de “Trefilados de Caldas” En 1995 se asoció con la empresa Bekaer dando origen a la “Productora de Alambres Colombianos S.A.” Proalco.

Estos son algunos ejemplos del progreso que ha tenido el sector siderúrgico a lo largo de la historia, creando empresa, generando empleo para los colombianos, haciendo un importante aporte al Gobierno en materia de impuestos y contribuyendo al desarrollo del país al impulsar otras actividades de la economía como lo es el transporte y otras industrias y servicios.<sup>5</sup>

El organismo multinacional privado de ICONTEC que esta encarga de fomentar la certificación, normalización, metrología y gestión de calidad en Colombia; actualmente el ICONTEC aplica la norma técnica Colombia NTC 2289, (esta norma es basada en la norma internacional ASTM (A706/706M), en las varillas de acero corrugadas como refuerzo del concreto, esta norma determina las propiedades mecánica y suministra la relación tracción/fluencia deseada en las aplicaciones que exigen propiedades de tracción controladas.

### **2.1.3 MARCO HISTÓRICO LOCAL**

Realizado un minucioso estudio pormenorizado sobre investigaciones que tenga que ver con las propiedades mecánicas y metalográficas de las varillas de acero corrugadas bajo la norma ASTM (A706/706M, A615/A615M), no se encontró registro alguno que evidenciara estos tipos de estudios en las diferentes instituciones de educación superior En el municipio de Ocaña Norte de Santander.

---

<sup>5</sup> CAMACOL VALLE, historia del acero en Colombia, <http://www.fedestructurasvalle.com.co/eventos/eac/presentacion/historia-del-acero/48-historiadelaceroencolombia>

## **2.2 MARCOS CONCEPTUAL**

### **2.2.1 LA NORMA ASTM**

ASTM o ASTM International es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica, acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Existen alrededor de 12,575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial. Las oficinas principales de la organización ASTM internacional están ubicadas en West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos de América, como a 8 kilómetros (5 millas) al noroeste de la ciudad de Filadelfia.<sup>6</sup>

ASTM International es uno de los editores técnicos de normas, artículos y documentos técnicos e información relacionada más reconocido del mundo. Con más de 13,000 normas, más de 1,500 libros, y más de 60,000 artículos y capítulos, la Biblioteca Digital de Ingeniería y Normas de ASTM (SEDL, por sus siglas en inglés) es la forma más rápida y cómoda para tener acceso a más de 100 años de investigación y competencia tecnológica recopilada por la comunidad mundial de expertos de ASTM.<sup>7</sup>

### **2.2.2 EL ACERO CORRUGADO O VARILLA CORRUGADA**

Es una clase de acero laminado diseñado especialmente para construir elementos estructurales de hormigón armado. Se trata de barras de acero que presentan resaltes o corrugas que mejoran la adherencia con el hormigón, y poseen una gran ductilidad, la cual permite que las barras se puedan cortar y doblar con mayor facilidad.

Se llama armadura a un conjunto de barras de acero corrugado que forman un conjunto funcionalmente homogéneo, es decir, que trabajan conjuntamente para resistir cierto tipo de esfuerzo en combinación con el hormigón. Las armaduras también pueden cumplir una función de montaje o constructiva, y también se utilizan para evitar la fisuración del hormigón.<sup>8</sup>

### **2.2.3 TIPOS DE VARILLAS DE ACEROS**

La norma establece que el tipo de varillas por el esfuerzo de fluencia mínima, designada por el grado La varilla suele ser fabricada en los grados 40, 60 y 75 alrededor del mundo, sin embargo en Colombia el grado comercial que se produce es el 60.

---

<sup>6</sup> WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE, ASTM, <http://es.wikipedia.org/wiki/ASTM>

<sup>7</sup> BIBLIOTECA DIGITAL DE INGENIERÍA Y NORMAS ASTM, norma ASTM, [http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL\\_Flyer\\_022212\\_Spanish.pdf](http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL_Flyer_022212_Spanish.pdf)

<sup>8</sup> WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE, acero corrugado, [http://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_corrugado](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_corrugado)

Respecto a la composición química por la norma ASTM A751 donde se debe determinar los porcentajes de carbono, manganeso, azufre, silicio, cobre, níquel, cromo, molibdeno, niobio y vanadio.

En la cual debe limitarse a los siguientes valores:

**Tabla 1.** Composición química de la colada.

<b>COMPOSICION QUIMICA DE LA COLADA</b>	
<b>ELEMETO</b>	<b>% MINIMO</b>
<b>carbono</b>	<b>0,30</b>
<b>manganeso</b>	<b>1,50</b>
<b>fosforo</b>	<b>0,035</b>
<b>azufre</b>	<b>0,045</b>
<b>silicio</b>	<b>0,50</b>

**Fuente.** SLIDESHARE, norma técnica colombiana NTC 2289, <http://es.slideshare.net/AnD1Torres/ntc2289>.

La norma también establece la masa nominal en kg/m y las dimensiones nominales en diámetro, área de la sección transversal y perímetro de las varillas comercialmente disponibles.<sup>9</sup>

Las corrugaciones deben estar espaciadas a lo largo de la barra a distancias sustancialmente uniformes. Las corrugaciones sobre lados opuestos de la barra deben ser similares en tamaño, forma y patrón.

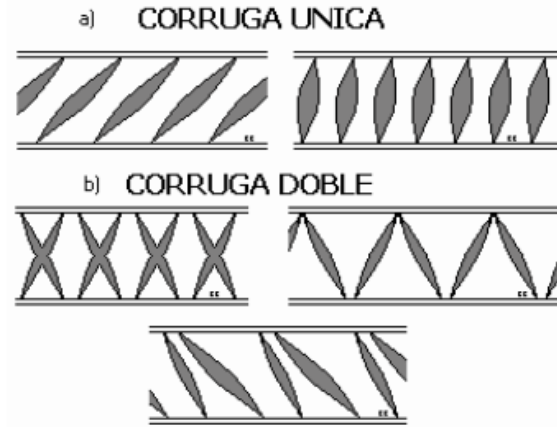
Las corrugaciones deben estar ubicadas con respecto al eje longitudinal de la barra, en forma tal, que el ángulo incluido no sea menor a 45°. Donde la línea de corrugaciones forma un ángulo incluido con el eje de la barra de 45° a 70° inclusive, las corrugaciones deben revertirse en su dirección alternativamente sobre cada lado, o aquellas sobre un lado, deben revertirse en dirección de aquellas del lado opuesto.

---

<sup>9</sup> SLIDESHARE, norma técnica colombiana NTC 2289, <http://es.slideshare.net/AnD1Torres/ntc2289>

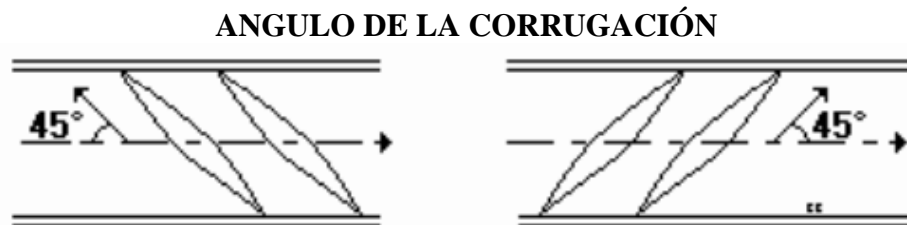
**Figura 1.** Diagrama de tipo de corrugada (a) y (b)

**DIAGRAMA DE TIPO DE CORRUGADA (a) y (b)**



**Fuente.** COMISIÓN GUATEMALTE DE NORMAS MINISTERIO DE ECONOMÍA, tipos de corrugación, <http://www.construguate.com/emails/Normas/NTG%2036011%20%28ASTM%20A615-A615%20M-12%29%20V.3.pdf>

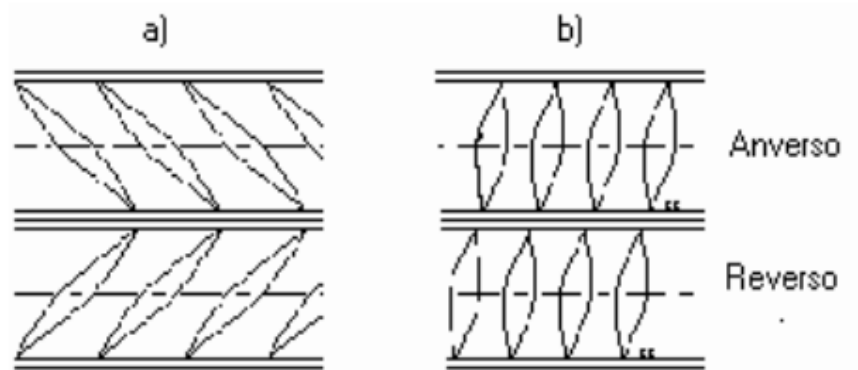
**Figura 2.** Angulo de la corrugación



**Fuente.** COMISIÓN GUATEMALTE DE NORMAS MINISTERIO DE ECONOMÍA, tipos de corrugación, <http://www.construguate.com/emails/Normas/NTG%2036011%20%28ASTM%20A615-A615%20M-12%29%20V.3.pdf>

**Figura 3.** Dirección de corrugas de acuerdo al ángulo

**DIRECCIÓN DE CORRUGAS DE ACUERDO AL ÁNGULO**  
a)  $45^\circ \leq A \leq 70^\circ$ ; b)  $70^\circ \leq A \leq 90^\circ$



10

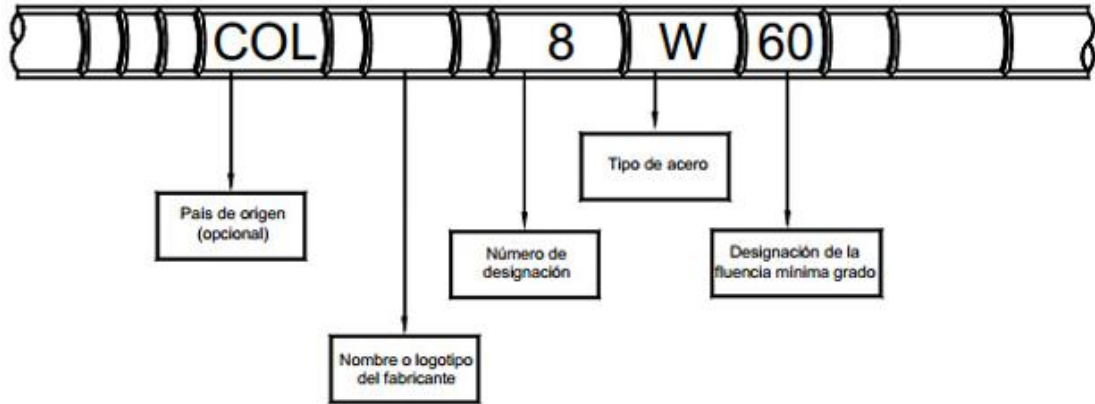
**Fuente.** COMISIÓN GUATEMALTE DE NORMAS MINISTERIO DE ECONOMÍA, tipos de corrugación, <http://www.construguate.com/emails/Normas/NTG%2036011%20%28ASTM%20A615-A615%20M-12%29%20V.3.pdf>

<sup>10</sup> COMISIÓN GUATEMALTE DE NORMAS MINISTERIO DE ECONOMÍA, tipos de corrugación, <http://www.construguate.com/emails/Normas/NTG%2036011%20%28ASTM%20A615-A615%20M-12%29%20V.3.pdf>

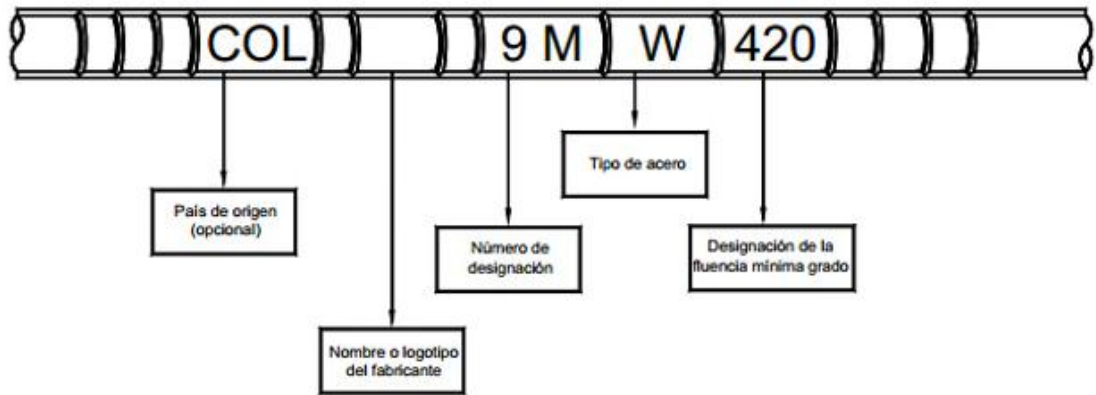


**Ejemplo** para el marcado de las varillas de aceros corrugadas en el sistema inglés y métrico

**Figura 4.** Marcado de varillas de aceros corrugados en sistema inglés y métrico



**Figura B.1.** Ejemplo para el marcado de barras en sistema inglés



11

**Fuente.** SLIDESHARE, norma técnica colombiana NTC 2289, <http://es.slideshare.net/AnD1Torres/ntc2289>

<sup>11</sup> SLIDESHARE, norma técnica colombiana NTC 2289, <http://es.slideshare.net/AnD1Torres/ntc2289>

## 2.2.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Las propiedades mecánicas son aquellas que tienen que ver con el comportamiento de un material bajo fuerzas aplicadas. Las propiedades mecánicas se expresan en términos de cantidades que son funciones del esfuerzo o de la deformación o ambas simultáneamente. Las propiedades mecánicas fundamentales son la resistencia, la rigidez, la elasticidad, la plasticidad y la capacidad energética. La resistencia de un material se mide por el esfuerzo según el cual desarrolla alguna condición limitativa específica. Las principales condiciones limitativas o criterios de falla son la terminación de la acción elástica y la ruptura. La dureza, usualmente indicada por la resistencia a la penetración o la abrasión en la superficie de un material, puede considerarse como un tipo o una medida particular de la resistencia. La rigidez tiene que ver con la magnitud de la deformación que ocurre bajo la carga; dentro del rango del comportamiento elástico, la rigidez se mide por el módulo de elasticidad.<sup>12</sup>

## 2.2.5 TENSIÓN

Es la magnitud física que representa la fuerza por unidad de área en el entorno de un punto material sobre una superficie real o imaginaria de un medio continuo. Es decir posee unidades físicas de presión.

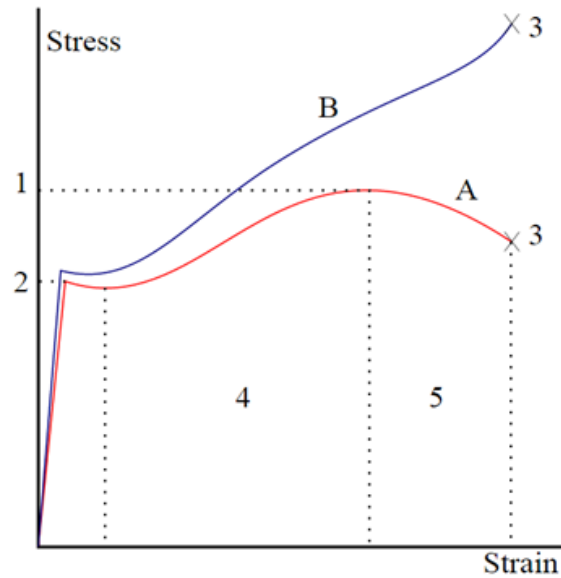
Para algunos materiales no homogéneos se la indica como una fuerza o una fuerza por unidad de espesor. En el sistema internacional, la unidad es el pascal (Pa) (o un múltiplo del mismo, a menudo el Mega pascal (MPa), utilizando el prefijo Mega); o, equivalente al Pascal, Newton por metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>).

---

<sup>12</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES, propiedades mecánica de los materiales, [http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n\\_mec%C3%A1nica](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_mec%C3%A1nica)

**Figura 5.** CURVA DE TENSIÓN VS. DEFORMACIÓN TÍPICA DE UN ACERO ESTRUCTURAL

**CURVA DE TENSIÓN VS. DEFORMACIÓN TÍPICA DE UN ACERO ESTRUCTURAL<sup>13</sup>**



**Fuente.** WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE, tensión de la ruptura, [http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n\\_de\\_rotura#Conceptos](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_de_rotura#Conceptos)

1. Tensión de rotura
  2. Límite elástico
  3. Fractura
  4. Región de endurecimiento inducido por deformación
  5. Región de necking
- A: Tensión de ingeniería  
B: Tensión verdadera

<sup>13</sup> WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE, tensión de la ruptura, [http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n\\_de\\_rotura#Conceptos](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_de_rotura#Conceptos)

### **2.2.6 ICONTEC**

El **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)**, es el Organismo Nacional de Normalización de Colombia. Entre sus labores se destaca la creación de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales. ICONTEC es el representante de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), en Colombia.<sup>14</sup>

### **2.2.7 ALARGAMIENTO**

También conocido como elongación; es una magnitud que mide el aumento de longitud que tiene un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rotura. El alargamiento se expresa en cómo tanto por ciento (%) con respecto a la longitud inicial<sup>15</sup>

### **2.2.8 NORMA ASTM (A706/A706M)**

Esta especificación trata sobre barras de acero de baja aleación lisas y corrugadas en tramos cortados y en rollos para refuerzo de concreto destinadas para aplicaciones donde se requieren propiedades mecánicas restrictivas y composición química para compatibilizar con aplicaciones de propiedades controladas de tracción o para aumentar la soldabilidad.<sup>16</sup>

### **2.2.9 NORMA NTC**

Es aquella que fue creada por ICONTEC que se encarga del cumplimiento de los requisitos mínimos que se han establecido para el cumplimiento de dichas normas.

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

La norma (ASTM (A706/A706M)) trata sobre barras de acero de baja aleación lisas y corrugadas en tramos cortados y en rollos para refuerzo de concreto destinadas para aplicaciones donde se requieren propiedades mecánicas restrictivas y composición química para compatibilizar con aplicaciones de propiedades controladas de tracción o para aumentar la soldabilidad. Los tamaños y dimensiones normalizadas de las barras corrugadas y sus designaciones de número se dan en la (Tabla 1).

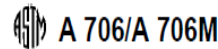
---

<sup>14</sup> WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE, ICONTEC, [http://es.wikipedia.org/wiki/Instituto\\_Colombiano\\_de\\_Normas\\_T%C3%A9cnicas\\_y\\_Certificaci%C3%B3n#Origen](http://es.wikipedia.org/wiki/Instituto_Colombiano_de_Normas_T%C3%A9cnicas_y_Certificaci%C3%B3n#Origen)

<sup>15</sup> WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE, alargamiento, <http://es.wikipedia.org/wiki/Alargamiento>

<sup>16</sup> ASTM INTERNATIONAL helping our world work better, Norma ASTM, <http://www.astm.org/FAQ/index-spanish.html#anchor8>

**Tabla 2. A706/A706M**



**TABLE 1 Deformed Bar Designation Numbers, Nominal Weights [Masses], Nominal Dimensions, and Deformation Requirements**

Bar Designation No. <sup>A</sup>	Nominal Weight, lb/ft [Nominal Mass, kg/m]	Nominal Dimensions <sup>B</sup>			Deformation Requirements, in. [mm]		
		Diameter, in. [mm]	Cross-Sectional Area in. <sup>2</sup> [mm <sup>2</sup> ]	Perimeter, in. [mm]	Maximum Average Spacing	Minimum Average Height	Maximum Gap (Chord of 12.5 % of Nominal Perimeter)
3 [10]	0.376 [ 0.560]	0.375 [ 9.5]	0.11 [ 71]	1.178 [ 29.9]	0.262 [ 6.7]	0.015 [0.38]	0.143 [ 3.6]
4 [13]	0.668 [ 0.994]	0.500 [12.7]	0.20 [ 129]	1.571 [ 39.9]	0.350 [ 8.9]	0.020 [0.51]	0.191 [ 4.9]
5 [16]	1.043 [ 1.552]	0.625 [15.9]	0.31 [ 199]	1.963 [ 49.9]	0.437 [11.1]	0.028 [0.71]	0.239 [ 6.1]
6 [19]	1.502 [ 2.235]	0.750 [19.1]	0.44 [ 284]	2.356 [ 59.8]	0.525 [13.3]	0.038 [0.97]	0.286 [ 7.3]
7 [22]	2.044 [ 3.042]	0.875 [22.2]	0.60 [ 387]	2.749 [ 69.8]	0.612 [15.5]	0.044 [1.12]	0.334 [ 8.5]
8 [25]	2.670 [ 3.973]	1.000 [25.4]	0.79 [ 510]	3.142 [ 79.8]	0.700 [17.8]	0.050 [1.27]	0.383 [ 9.7]
9 [29]	3.400 [ 5.060]	1.128 [28.7]	1.00 [ 645]	3.544 [ 90.0]	0.790 [20.1]	0.056 [1.42]	0.431 [10.9]
10 [32]	4.303 [ 6.404]	1.270 [32.3]	1.27 [ 819]	3.990 [101.3]	0.889 [22.6]	0.064 [1.63]	0.487 [12.4]
11 [36]	5.313 [ 7.907]	1.410 [35.8]	1.56 [1006]	4.430 [112.5]	0.987 [25.1]	0.071 [1.80]	0.540 [13.7]
14 [43]	7.65 [11.38]	1.693 [43.0]	2.25 [1452]	5.32 [135.1]	1.185 [30.1]	0.085 [2.16]	0.648 [16.5]
18 [57]	13.60 [20.24]	2.257 [57.3]	4.00 [2581]	7.09 [180.1]	1.58 [40.1]	0.102 [2.59]	0.864 [21.9]

<sup>A</sup> Bar numbers are based on the number of eighths of an inch included in the nominal diameter of the bars [bar numbers approximate the number of millimetres of the nominal diameter of the bar].

<sup>B</sup> The nominal dimensions of a deformed bar are equivalent to those of a plain round bar having the same weight [mass] per foot [metre] as the deformed bar.

**Fuente.** ASTM INTERNATIONAL helping our world work better, Norma ASTM (A706/A706M)

## Grado

Las barras son de dos niveles de límite de fluencia mínimos: a saber, 60 000 psi [420 MPa], y 80 000 psi [550 MPa], designados como Grado 60 [420] y Grado 80 [550], respectivamente.

Cuando se ordenen barras lisas, en tamaños hasta 2 1/2 in. [63.5 mm] de diámetro inclusive en rollos o en tramos cortados, deben ser suministradas bajo esta especificación. Para propiedades de ductilidad (alargamiento y doblado), se deben aplicar las disposiciones de ensayo del tamaño nominal menor más cercano de barra corrugada. No se aplicarán requisitos de corrugaciones y marcado.

Propiedades Controladas de Tracción—Esta especificación limita las propiedades de tracción (Tabla 2) para brindar las propiedades deseadas de fluencia/tracción para aplicaciones de propiedades controladas de tracción.

**Tabla 3.** Tensile requirements

**TABLE 2 Tensile Requirements**

Tensile strength, min, psi [MPa]	80 000 [550] <sup>A</sup>
Yield strength, min, psi [MPa]	60 000 [420]
Yield strength, max, psi [MPa]	78 000 [540]
Elongation in 8 in. [203.2 mm], min, %	
Bar Nos.	
3, 4, 5, 6 [10, 13, 16, 19]	14
7, 8, 9, 10, 11 [22, 25, 29, 32, 36]	12
14, 18 [43, 57]	10

<sup>A</sup> Tensile strength shall not be less than 1.25 times the actual yield strength.

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)<sup>7</sup>

**Fuente.** ASTM INTERNATIONAL helping our world work better, Norma ASTM (A706/A706M)

### **Electro soldado**

Esta especificación limita la composición química y el carbono equivalente para aumentar la soldabilidad del material. Cuando deba electro soldarse el acero, deberá utilizarse un procedimiento de electro soldado adecuado para la composición química y el uso o el servicio proyectados. Se recomienda usar la última edición de AWS D1.4/D1.4M describe la selección apropiada de los metales de relleno, las temperaturas de precalentamiento/interpaso, así como también los requisitos de calificación de desempeño y procedimiento.

Esta especificación es aplicable para órdenes ya sea en unidades pulgada-libra (Especificación A706) o en unidades SI [Especificación A706M].

Los valores indicados en pulgadas-libras o en unidades SI deben considerarse como una norma separada; las unidades SI se muestran entre corchetes. Los valores establecidos en cada sistema de unidades pueden no ser equivalentes exactos; por lo tanto, cada sistema debe utilizarse independientemente del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en la no conformidad con esta especificación.

Estas observaciones ponen de manifiesto que la característica fundamental que afecta a la deformación y al fallo resistente de los materiales es la magnitud  $\sigma$ , llamada esfuerzo o tensión mecánica. Medidas más precisas ponen de manifiesto que la proporcionalidad entre el esfuerzo y el alargamiento no es exacta porque durante el estiramiento del cable la sección transversal del mismo experimenta un estrechamiento, por lo que A disminuye ligeramente. Sin embargo, si se define la tensión real  $\sigma = F/A'$  donde A' representa ahora el área verdadera bajo carga, entonces se observa una proporcionalidad correcta para valores pequeños de F.

El coeficiente de Poisson se introdujo para dar cuenta de la relación entre el área inicial  $A$  y el área deformada  $A'$ . La introducción del coeficiente de Poisson en los cálculos estimaba correctamente la tensión al tener en cuenta que la fuerza  $F$  se distribuía en un área algo más pequeña que la sección inicial, lo cual hace que  $\sigma > s$ .<sup>17</sup>

## **2.4 MARCO LEGAL**

### **2.4.1 CONSTITUCIÓN COLOMBIANA**

#### **CAPITULO II**

#### **DE LOS DERECHOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES**

**ARTICULO 65.** La producción de alimentos gozará de la especial protección del estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras.

De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad.

**ARTICULO 74.** Todas las personas tienen derecho a acceder a los documentos públicos salvo los casos que establezca la ley.

#### **CAPITULO III**

#### **DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE**

**ARTICULO 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**ARTICULO 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Como una respuesta al problemática ambiental de los sectores productivos colombianos, el gobierno nacional, a través del ministerio del medio ambiente, ha definido dentro de sus políticas ambientales fundamentales incentivar “la prevención de la contaminación” en su origen, en lugar de tratarla una vez generada.

**Resolución 909:** ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

---

<sup>17</sup> ASTM INTERNATIONAL helping our world work better, Norma ASTM (A706/A706M)

## **CAPÍTULO IX. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.**

**ARTÍCULO 155.** Para obtener en los establecimientos de trabajo un medio ambiente que no perjudique la salud de los trabajadores, por los riesgos químicos a que están expuestos, se deberán adoptar todas las medidas necesarias para controlar en forma efectiva los agentes nocivos preferentemente en su origen, pudiéndose aplicar uno o varios de los siguientes métodos: sustitución de sustancias, cambio o modificación del proceso, encerramiento o aislamiento de procesos, ventilación general, ventilación local exhaustiva y mantenimiento. Otros métodos complementarios, tales como limitación del tiempo de exposición y protección personal; solo se aplicarán cuando los anteriormente citados sean insuficientes por sí mismos o en combinación.

### **2.4.2 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**

**ACUERDO 065 DE 1996.** El cual establece el estatuto estudiantil que es el regente actual en la institución.

**ARTICULO 140.** El estudiante podrá optar por una de las siguientes modalidades del trabajo de grado:

#### **a. Proyecto de Investigación.**

- Monografía.
- Trabajo de Investigación: Generación o aplicación de conocimientos.
- Sistematización del conocimiento.

#### **b. Proyecto de Extensión.**

- Trabajo social.
- Labor de consultoría en aquellos proyectos en los cuales participe la Universidad.
- Pasantía.
- Trabajo dirigido.

**PARÁGRAFO 1.** El estudiante podrá optar como componente alterna al proyecto de grado, créditos especiales como cursos de profundización académica o exámenes preparatorios.

**PARÁGRAFO 2.** Para algunos Planes de Estudio y de acuerdo a sus características el Consejo Académico podrá obviar la presentación del trabajo de grado.

**ARTICULO 141.** El proyecto de grado incluye las siguientes etapas:

**a.** Presentación del anteproyecto o plan de trabajo según corresponda a la modalidad del proyecto seleccionado.

**b.** Desarrollo de la investigación o ejecución física del proyecto.

**c.** Sustentación de la investigación y/o verificación o aval de la realización del proyecto.

**PARÁGRAFO.** Para todas las modalidades de proyecto de grado, el estudiante deberá presentar un informe final avalado por su director.



**ARTICULO 142.** Las condiciones y procedimientos para la presentación, desarrollo y evaluación de cada una de las modalidades de trabajo de grado, o sus componentes alternas, harán parte de la reglamentación específica de cada facultad, para cada plan de estudios.

**PARÁGRAFO.** La Universidad incorporará los trabajos de grado, como componente básico de su hacer y creará bancos de proyectos en los Departamentos Académicos y en la Vicerrectoría Asistente de Investigación y Extensión.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la realización de este proyecto, se efectuó una investigación descriptiva. Con el fin de analizar de las propiedades mecánicas y metalográficas de las varillas de acero corrugadas por medio de ensayos en los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander aplicando la norma ASTM (A706/A706M)

#### 3.2 POBLACIÓN

La población para esta investigación correspondió a 5000 varillas de acero corrugadas distribuidas por 5 ferreterías mayoristas ubicadas en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

#### 3.3 MUESTRA

Para la muestra se tomó un número de ferreterías teniendo en cuenta la formula estadística aplicada que le corresponda la cantidad de varillas de acero corrugadas para el estudio.

#### 3.4 FASES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Para el desarrollo de cada una de las fases de la propuesta;** se planteó cada de una de las fases basándonos en los objetivos con el fin de dar solución al problema de investigación.

**3.4.1 FASE I. recopilación inicial de información.** En la primera fase del proyecto se realizaron encuestas para determinar el número de ferreterías distribuidoras de las varillas de acero corrugadas en el municipio de Ocaña, trazando así un mapa de los lugares donde se encuentra cada una de ellas.

**3.4.2 FASE II. Realización de medidas y toma de datos.** En esta fase se determinaron los diámetros de las varillas de aceros corrugadas de uso común en las diferentes construcciones del municipio de Ocaña norte de Santander; recopilando así un muestreo de las varillas de aceros corrugadas en las ferreterías seleccionadas.

**3.4.3 FASE III. Análisis de datos.** En la tercera fase se realizaron el análisis o pruebas de las propiedades mecánica (tensión y compresión) y metalográfica a las varillas de acero corrugadas recolectadas y diseño estadístico del experimento, para realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos con respecto a los catálogos ofrecidos por el proveedor o distribuidor de las varillas de aceros corrugadas.

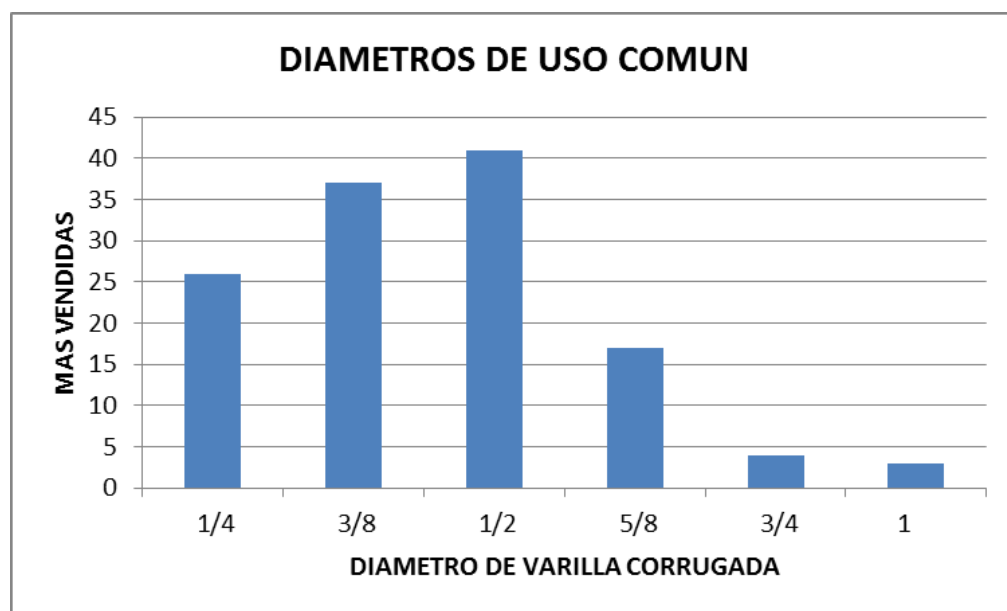
#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1. ANÁLISIS DE OFERTA DE VARILLAS CORRUGADAS EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA.

**4.1.1. Numero de ferreterías distribuidoras de varillas corrugadas en el municipio de Ocaña.** Mediante la realización de encuestas se determinó que el número de ferreterías proveedores de varillas corrugadas en el municipio de Ocaña son 42.

**4.1.2. Diámetros de uso común en el municipio de Ocaña.** Gracias a la encuesta realiza se encontró que los diámetros de uso común son las de media pulgada como se muestra en la gráfica 1, ya que las edificaciones en el municipio no son de gran envergadura.

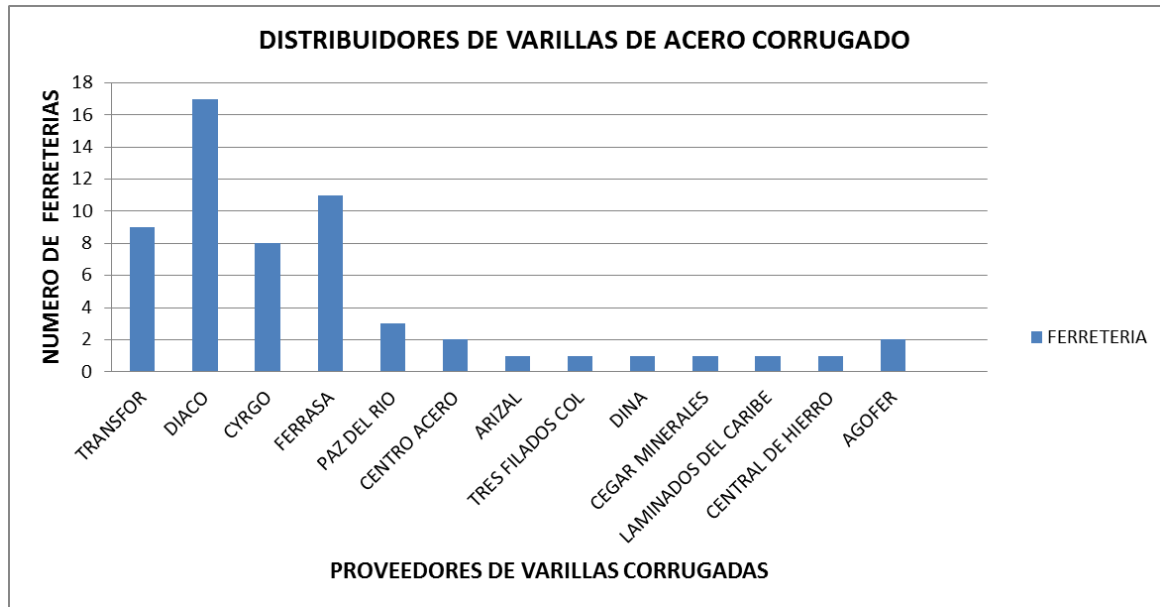
**Grafica 1.** Diámetros de uso común



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**4.1.3. Muestreo de las varillas de aceros corrugadas en las ferreterías seleccionadas.** Se determinó mediante muestreo que en el municipio de Ocaña se encuentran 14 proveedores que distribuyen en las diferentes ferreterías las varillas de acero corrugado teniendo en cuenta cuatro fabricantes (Ferrasa, Diaco, Paz del Rio y transfor) que producen su propia varillas de aceros corrugado a diferencia a las otras que solo son distribuidores como se muestra en la gráfica 2.

**Grafica 2.** Fábricas de varillas corrugadas



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

#### **4.2. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES METALOGRAFÍAS, MECÁNICAS Y ESTRUCTURALES, A TRAVÉS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.**

A continuación se muestran los análisis realizados a las propiedades de las varillas corrugadas de dureza, metalografía y tensión.

**4.2.1. Características de dureza.** Con la ayuda del laboratorio de materiales metálicos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña se realizó la prueba de dureza Rockwell B en el durómetro digital Mitutoyo que tiene una capacidad de 150 KgF. El ensayo se realizó bajo la norma ASTM E18 y A370, el ensayo se realizó con las siguientes condiciones una fuerza de 100k KgF con una penetración de bola de 1/16, de esta manera se tiene en cuenta las dimensiones de la muestra se tomaran los diferentes puntos de referencia sobre a superficies.

Mediante la norma ASTM E18, se deben tomar diferentes puntos de referencias de dureza a lo largo de la superficie, por lo cual se promedia para estandarizar la dureza que presenta el material, debido a que el material es blando se estableció con la prueba de dureza Rockwell B.

**Tabla 4.** Selección de prueba Rockwell B

METODO	ESCALA	FUERZA DE PRUEBA				PENETRADOR		LOCAL INDICADO
		FUERZA DE PRUEBA		SIMBOLO DE FUERZA		PENETRADOR (mm)	SIMBOLO PENETRADOR (*3)	
		PRECARGA	CARGA	PREGARGA (*1)	CARGA (*2)			
ROCKWELL NORMAL	A	98,07	588,4	R (NOTA 2) 10 KgF	60	DIAMANTE	DIA.	(*3) PAINEL DELANTERO
	D		980,7		100			
	C		1471		150			
	F		588,4		60	BOLA 1,5875	1/16	
	B		980,7		100			
	G		1471		150	BOLA 3,175	1/8	
	H		588,4		60			
	E		980,7		100			
	K		1471		150	BOLA 6,35	1/4	
	L		588,4		60			
	M		980,7		100			
	P		1471		150	BOLA 12,7	1/2	
	R		588,4		60			
	S		980,7		100			
V	1471	150						

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Figura 6.** Durómetro digital marca Mitutoyo.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Figura 7.** Cargas para los diferentes tipos de dureza Rockwell.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Figura 8.** Muestras de las varillas.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

La ecuación para evaluar el promedio de las durezas tomadas en los diferentes puntos de la probeta es:

$$H = \frac{H_1 + H_2 + H_n}{n}$$


Dónde:

$H_1, H_2, H_n =$  Puntos de Dureza

$n =$  Numero de Muestras


Las medidas de dureza son fundamentales para predeterminar la resistencia a la tracción ya que existe una proporcionalidad directa entre dureza y resistencia a la tracción.

**Figura 9.** Indicación de tablas de dureza Rockwell B


<b>FERRASA (FX)</b>				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
<b>F8</b>	1	90,0	<b>88,64</b>	CENTRO
	2	85,8		ESQUINA
	3	88,5		ESQUINA
	4	90,2		ESQUINA
	5	88,7		ESQUINA


**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 5.** Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Ferrasa

<b>FERRASA (FX)</b>				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
<b>F10</b>	1	85,9	<b>89,14</b>	CENTRO
	2	90,8		ESQUINA
	3	90,1		ESQUINA
	4	89,2		ESQUINA
	5	89,7		ESQUINA


  


<b>FERRASA (FX)</b>				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
<b>F9</b>	1	89,7	<b>91,04</b>	CENTRO
	2	90,9		ESQUINA
	3	91,8		ESQUINA
	4	91,5		ESQUINA
	5	91,3		ESQUINA

FERRASA (FX)					
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN	
F8	1	90,0	88,64	CENTRO	
	2	85,8		ESQUINA	
	3	88,5		ESQUINA	
	4	90,2		ESQUINA	
	5	88,7		ESQUINA	


**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Tabla 6.** Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Transfor.

TRANSFOR (T)					
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN	
T10	1	85,5	90,08	CENTRO	
	2	90,7		ESQUINA	
	3	90,7		ESQUINA	
	4	91,7		ESQUINA	
	5	91,8		ESQUINA	


TRANSFOR (T)					
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN	
T9	1	88,8	91,06	CENTRO	
	2	86,5		ESQUINA	
	3	94,0		ESQUINA	
	4	93,4		ESQUINA	
	5	92,6		ESQUINA	





TRANSFOR (T)				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
T8	1	91,5	90,56	CENTRO
	2	89,9		ESQUINA
	3	90,9		ESQUINA
	4	88,8		ESQUINA
	5	91,7		ESQUINA

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Tabla 7.** Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Diaco.


DIACO (D)				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
D10	1	80,3	83,86	CENTRO
	2	84,2		ESQUINA
	3	83,6		ESQUINA
	4	84,8		ESQUINA
	5	86,4		ESQUINA


DIACO (D)				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
D9	1	87,2	84,1	CENTRO
	2	80,7		ESQUINA
	3	84,4		ESQUINA
	4	82,1		ESQUINA
	5	86,1		ESQUINA

DIACO (D)			
NUMERO DE ENSAYOS	DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
D8	1	87,7	CENTRO
	2	85,0	ESQUINA
	3	85,6	ESQUINA
	4	80,1	ESQUINA
	5	84,7	ESQUINA
		84,62	

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Tabla 8.** Dureza Rockwell B en las varillas de acero corrugado Paz de Rio.

PAZ DEL RIO (P)			
NUMERO DE ENSAYOS	DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
P10	1	89,1	CENTRO
	2	89,8	ESQUINA
	3	90,8	ESQUINA
	4	89,4	ESQUINA
	5	90,7	ESQUINA
		89,96	

PAZ DEL RIO (P)			
NUMERO DE ENSAYOS	DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
P9	1	82,9	CENTRO
	2	87,7	ESQUINA
	3	87,4	ESQUINA
	4	90,1	ESQUINA
	5	89,0	ESQUINA
		87,42	

PAZ DEL RIO (P)				
NUMERO DE ENSAYOS		DUREZA ROCKWELL B (HRB)		UBICACIÓN
P8	1	84,1	84,68	CENTRO
	2	85,0		ESQUINA
	3	80,6		ESQUINA
	4	84,7		ESQUINA
	5	89,0		ESQUINA

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

Para encontrar la dureza Vickers se promedió la dureza Rocwell B de cada fabricante mediante la ecuación:

$$HRB_{Fabricante} = \frac{Promedio_1 + Promedio_2 + Promedio_n}{n}$$

Dónde:

$Promedio_1 + Promedio_2 + Promedio_n =$  Sumatoria de promedio por fabrica  
 $n =$  Numero de Promedios por muestra de cada fabrica

Luego de obtener los promedios por fabricante se interpolan los datos de la tabla 5 números aproximados de conversión de dureza para aceros usteniticos. Anexa en la norma ASTM A370 (Anexo D) mediante la ecuación:

$$HV_{Real} = \frac{HRB_{Promedio} - HRB_1}{HRB_2 - HRB_1} (HV_2 - HV_1) + HV_1$$

**Tabla 9.** para convertir HRB a VH Y BH








**TABLE 2 Approximate Hardness Conversion Numbers for Non-Austenitic Steels (Rockwell B Hardness Range)<sup>A, B</sup>**

Rockwell B Hardness Number, 100-kgf (HRB)	Vickers Hardness Number (HV)	Brinell Hardness Number, 3000-kgf, (HBS)	Knoop Hardness Number, 500-gf, and Over (HK)	Rockwell A Hardness Number, 60-kgf, (HRA)	Rockwell F Hardness Number, 60-kgf, (HRF)	Rockwell Superficial Hardness Number			Rockwell B Hardness Number, 100-kgf, (HRB)
						15-T Scale, 15-kgf, (HR 15-T)	30-T Scale, 30-kgf, (HR 30-T)	45-T Scale, 45-kgf, (HR 45-T)	
100	240	240	251	81.5	...	93.1	83.1	72.9	100
99	234	234	246	80.9	...	92.8	82.5	71.9	99
98	228	228	241	80.2	...	92.5	81.8	70.9	98
97	222	222	236	79.5	...	92.1	81.1	69.9	97
96	216	216	231	78.9	...	91.8	80.4	68.9	96
95	210	210	226	78.3	...	91.5	79.8	67.9	95
94	205	205	221	77.6	...	91.2	79.1	66.9	94
93	200	200	216	77.0	...	90.8	78.4	65.9	93
92	195	195	211	76.4	...	90.5	77.8	64.8	92
91	190	190	206	75.8	...	90.2	77.1	63.8	91
90	185	185	201	75.2	...	89.9	76.4	62.8	90
89	180	180	196	74.6	...	89.5	75.8	61.8	89
88	176	176	192	74.0	...	89.2	75.1	60.8	88
87	172	172	188	73.4	...	88.9	74.4	59.8	87
86	169	169	184	72.8	...	88.6	73.8	58.8	86
85	165	165	180	72.3	...	88.2	73.1	57.8	85
84	162	162	176	71.7	...	87.9	72.4	56.8	84
83	159	159	173	71.1	...	87.6	71.8	55.8	83
82	156	156	170	70.6	...	87.3	71.1	54.8	82
81	153	153	167	70.0	...	86.9	70.4	53.8	81
80	150	150	164	69.5	...	86.6	69.7	52.8	80
79	147	147	161	68.9	...	86.3	69.1	51.8	79
78	144	144	158	68.4	...	86.0	68.4	50.8	78
77	141	141	155	67.9	...	85.6	67.7	49.8	77
76	139	139	152	67.3	...	85.3	67.1	48.8	76
75	137	137	150	66.8	99.8	85.0	66.4	47.8	75
74	135	135	147	66.3	99.1	84.7	65.7	46.8	74
73	132	132	145	65.8	98.5	84.3	65.1	45.8	73
72	130	130	143	65.3	98.0	84.0	64.4	44.8	72
71	127	127	141	64.8	97.4	83.7	63.7	43.8	71
70	125	125	139	64.3	96.8	83.4	63.1	42.8	70
69	123	123	137	63.8	96.2	83.0	62.4	41.8	69
68	121	121	135	63.3	95.6	82.7	61.7	40.8	68
67	119	119	133	62.8	95.1	82.4	61.0	39.8	67
66	117	117	131	62.3	94.5	82.1	60.4	38.7	66
65	116	116	129	61.8	93.9	81.8	59.7	37.7	65
64	114	114	127	61.4	93.4	81.4	59.0	36.7	64
63	112	112	125	60.9	92.8	81.1	58.4	35.7	63
62	110	110	124	60.4	92.2	80.8	57.7	34.7	62
61	108	108	122	60.0	91.7	80.5	57.0	33.7	61
60	107	107	120	59.5	91.1	80.1	56.4	32.7	60

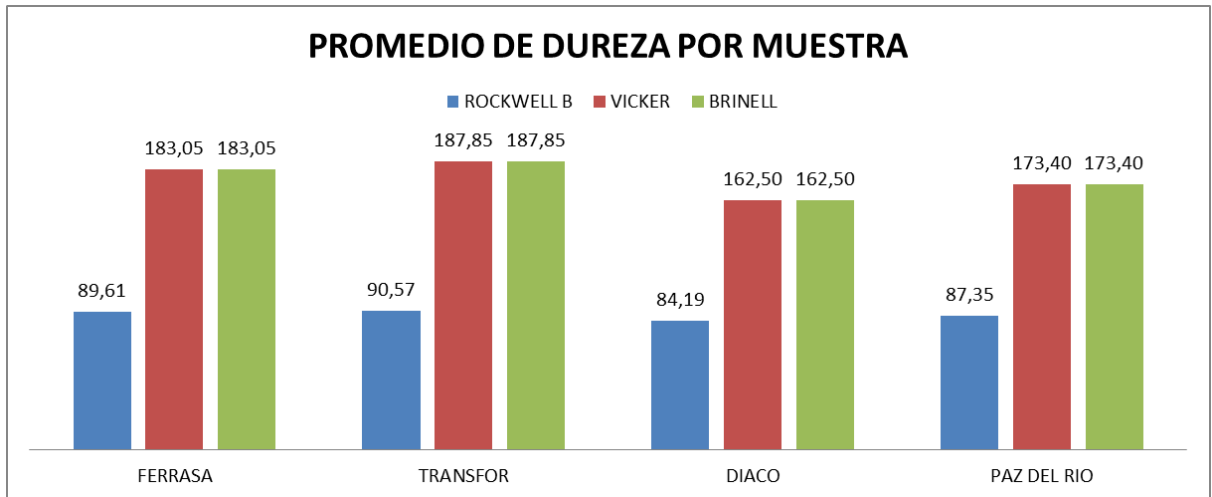
Fuente. ASTM E140.

**Tabla 10.** Promedio de dureza por muestras de cada empresa

promedio de dureza por muestra			
Fabricante	Rockwell B (HRB)	Vicker (HV)	Brinell (HB)
 	89,61	183,05	183,05
	90,57	187,85	187,85
	84,19	162,50	162,50
	87,35	173,40	173,40

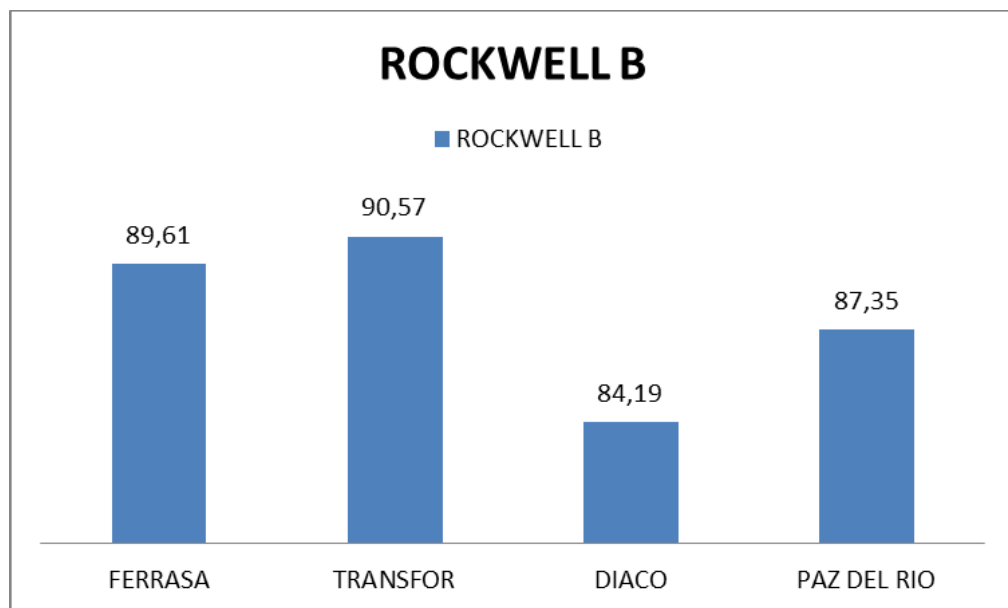
Fuente. Autor del proyecto de investigación.

**Gráfica 3.** Promedio de dureza por muestras de cada empresa en diagrama de barra



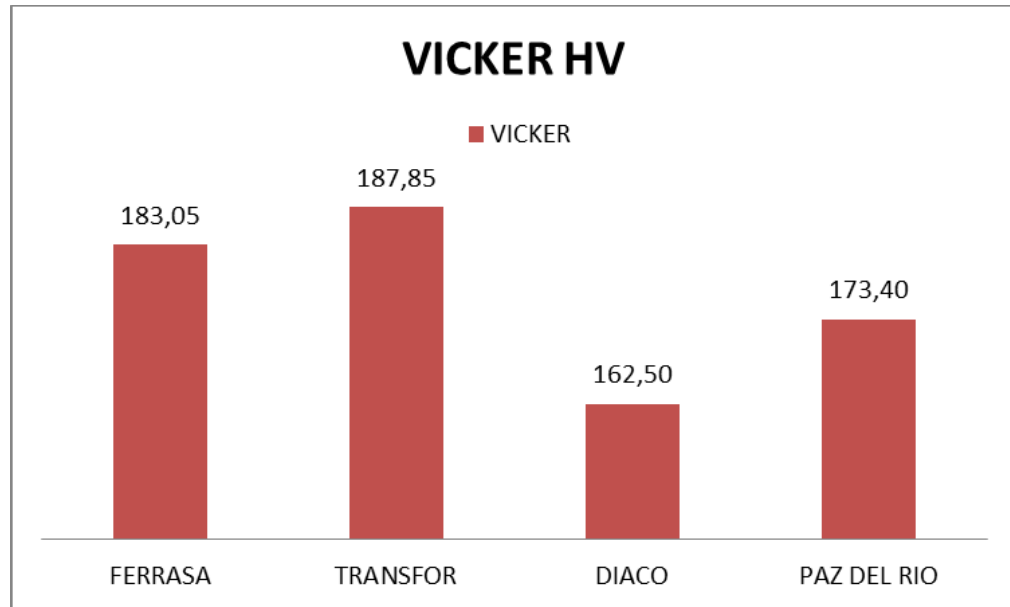
**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Gráfica 4.** Promedio de dureza Rockwell B por muestras de cada empresa en diagrama de barra



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Gráfica 5.** Promedio de dureza vicker (HV) por muestras de cada empresa en diagrama de barra



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

Observando los resultados obtenidos de las durezas para cada fabricante se determina que Transfor fabrica las varillas de acero corrugado con mayor dureza con respecto a las demás fábricas (Ferrasa, Paz del Rio, Diaco). Por la cual también se deduce que Diaco produce las varillas de acero corrugado con menos dureza con respecto a las otras fábricas como se puede observar en la tabla anterior (promedio de dureza por muestra).

**4.2.2 Análisis metalográfico.** Las muestras para el análisis metalográfico se extrajeron de las varillas corrugadas como se observa en la Figura 10, se utilizó la norma ASTM A247 (Anexo E). La cual especifica el procedimiento adecuado y así poder observar la microestructura del material.

**Figura 10.** Extracción de la probeta para el análisis metalográfico.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**4.2.3. Selección de las muestras.** En la selección de la muestra se utilizó un equipo de corte con hoja abrasiva y lubricante, una vez obtenida la muestra es preciso cortarla con una longitud de 7 mm, se trata de alcanzar una superficie plana con la mínima deformación posible para tener una mejor lectura, teniendo en cuenta la lubricación (taladrina o aceite soluble) ya que la temperatura generada por el rozamiento del disco de corte para que este no modifique o altere la estructura cristalina de la varilla de acero corrugada. En este fase se utilizó la cortadora de precisión Pico155 marca Dace Technologies (ver Figura 11), que para este tipo de material férreo se utiliza un disco de corte diamantado a una velocidad promedio de 1500 rpm y un lubricante a base de agua.

**Figura 11.** Cortadora Pico155.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**4.2.4. Montaje.** Montaje de muestra en resina fenólica. La muestra se colocó en la prensa neumática TP-7001 (Dace Technologies (ver Figura 12), donde se recubrió la muestra con resina fenólica (polímero), el proceso de la maquina es aproximadamente 9 minutos en la que se calienta hasta  $200^{\circ}\text{C}$  a una presión de 90 Psi para que la muestra se una a la resina fenólica, después se toma un tiempo mientras se enfría por medio de agua estipulada por la programación de la máquina, luego así se casa la muestra.



**Figura 12.** Montaje de presión TP-7001.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**4.2.5. Pulido.** Muestra con superficie tipo espejo. Para la eliminación de impurezas de la superficie de la muestra para obtener una mejor lectura en el microscopio, se utilizó una sucesión de abrasivos (papel lija) al más fino según la norma ASTM A247 y el consideraciones del fabricante de la máquina en el pulidor automatizado Nano 2000T (Dace Technologies) (ver Figura 13), gramos 120, 240, 360, 400, 500, 600, 800 y 1200, también siguiendo las recomendación del laboratorista como muestra la tabla 11.

**Figura 13.** Pulidor automatizado Nano 2000T.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 11.** Proceso de pulido.

<b>ABRASIVO/ SUPERFICIE</b>	<b>LUBRICANTE</b>	<b>FUERZA</b>	<b>ACELERACIÓN (Superior/Inferior)</b>	<b>TIEMPO</b>
Papel abrasivo 240	Agua	5- 10 Lb	200 rpm/200 rpm	Hasta aplanar
Papel abrasivo 360				1 minuto
Papel abrasivo 600				1 minuto
Papel abrasivo 800				1 minuto
Papel abrasivo 1200				1 minuto
Paño de pulir (GOLPAD) con diamante policristalino (DIAMANT)	Lubricante purpura (DIALUBE)	5- 10 Lb	200 rpm/200 rpm	2 minuto
Paño de pulir (TRICOTE- MICROPAD) con alúmina 0,05 $\mu\text{m}$		5- 10 Lb	100 rpm/100 rpm	1 minuto

**Fuente.** Metallographics Handbook.

Luego se coloca cada una de las lijas en la máquina pulidora automatizada Nano 2000T (Dace Technologies) y cumpliendo los tiempos establecidos en la Tabla 11 para obtener la superficie tipo espejo que es la ideal para poder observar en el microscopio la estructura del material.

**4.2.6. Grabado de acero al carbono.** Ataque químico. Los reactivos comúnmente utilizados para aceros deben estar sometidos a estos químicos para obtener una verdadera microestructura metalográfica.

El ataque se realizó empleando una gota de la solución acida que ataca la superficie de la muestra llevándola a una orientación cristalina. Ya que los cristales de un metal tienen distintas orientaciones, disolviendo así los cristales adyacentes produciendo el efecto de altiplano, eliminando las superficies verticales que no reflejan la luz en el lente. Esta superficie es atacada con Nital al 2% el cual está compuesto de 2 ml de ácido nítrico y 98 ml de alcohol etílico, por un lapso de aproximadamente un minuto. Que Realizar la interface entre los carburos y la matriz, Ennegreciendo la perlita. Por la cual después se enjuaga y seco para evitar su oxidación.

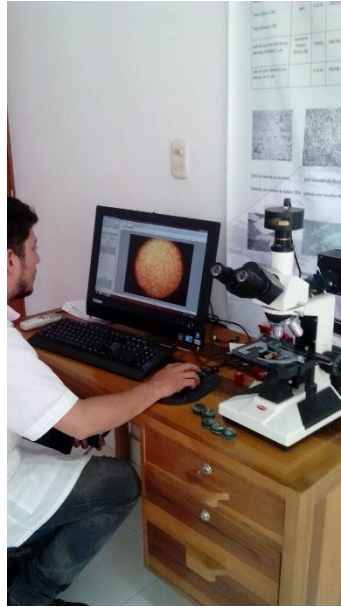
**Figura 14.** Muestras atacadas con Nital al 2%.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**4.2.7. Análisis metalográfico de las probetas.** Imágenes de las muestras. Este último paso fue realizado en un Microscopio óptico de marca Optiks con una magnificación de 600X (ver Figura 47), el cual mediante la cámara y el software que posee la misma se obtienen las imágenes de la metalografía o microestructura de las muestras analizadas a diferentes acercamientos para cada una de las muestras a las cuales se les realizó el debido proceso.

**Figura 15.** Microscopio óptico de marca Optiks.





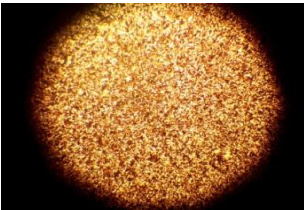
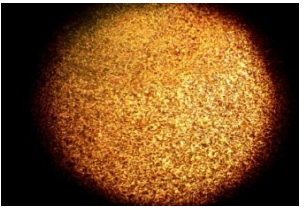
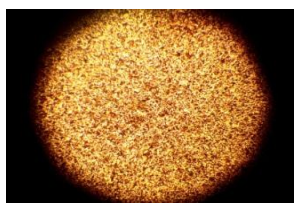
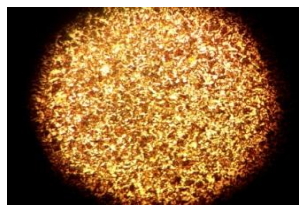
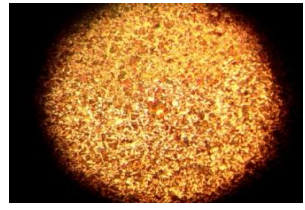

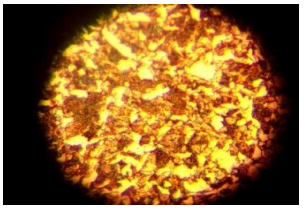
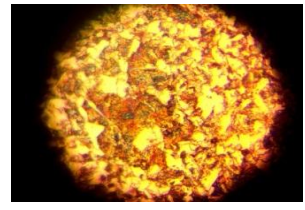
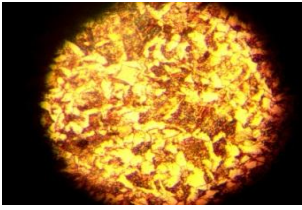
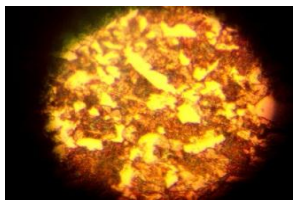
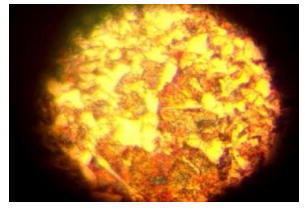
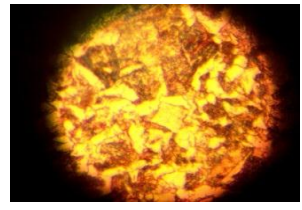
**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

Las muestras metalográficas fueron analizadas con el objeto de obtener las características principales de las fundiciones grises ya sea la de los grafitos o de las fases presentes (Ferrita y Perlita). En el caso del grafito ya sea el tipo, las fases o su distribución.

De esta manera, se observaron las 3 muestras en los 4 oculares del microscopio a diferentes distancias de acercamiento y se obtuvieron las siguientes imágenes.

Luego de realizar los cinco pasos para la obtención de la muestra se obtuvieron las siguientes imágenes del microscopio, presentes en la Tabla 24.


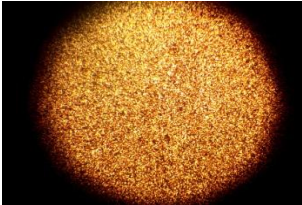
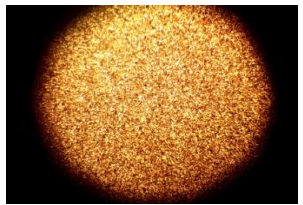
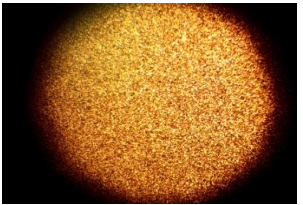
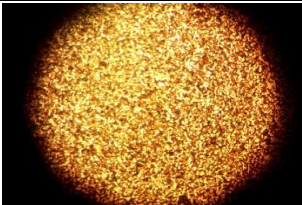


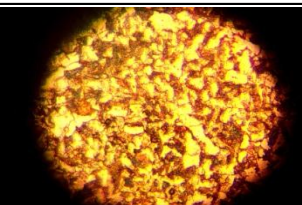
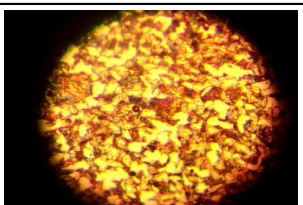
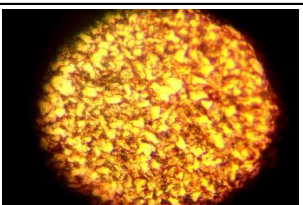
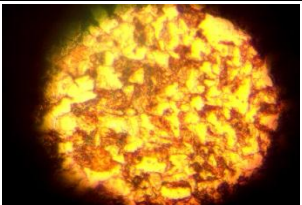
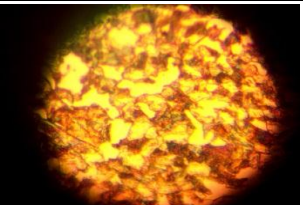
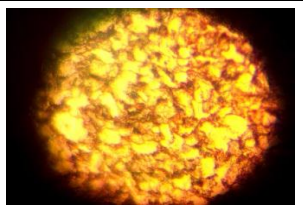
**Tabla 12.** Resultados obtenidos en el microscopio Ferrasa.

MUESTRA DE MICROSCOPIO			 
ACERCAMIENTO	FERRASA (FX)		F8
	F10	F9	
<b>50X</b>			
<b>100X</b>			
<b>400X</b>			
<b>600X</b>			

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación


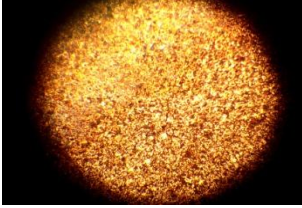
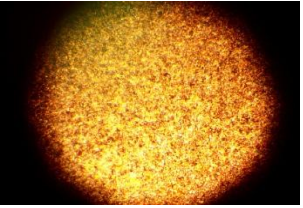
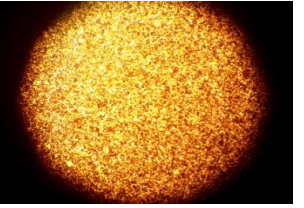
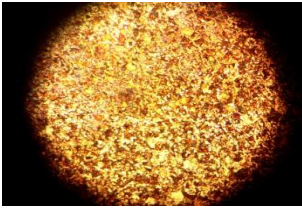

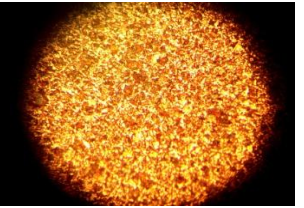
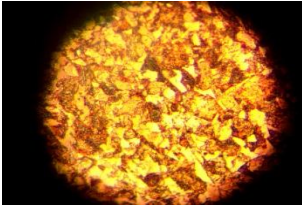
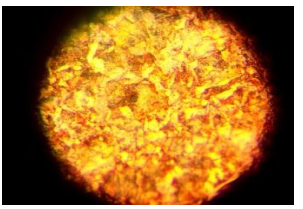
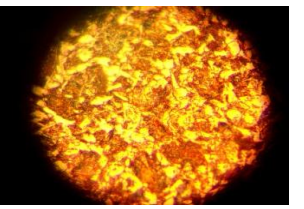
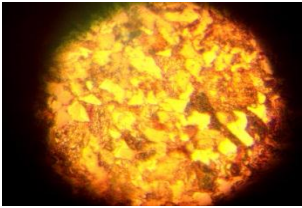
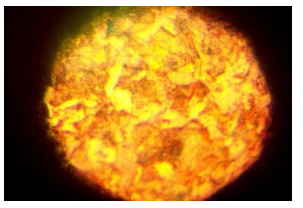
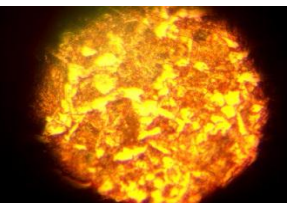


**Tabla 13.** Resultados obtenidos en el microscopio Diaco.

MUESTRA DE MICROSCOPIO			
ACERCAMIENTO	DIACO (D)		
	D10	D9	
<b>50X</b>			
<b>100X</b>			
<b>400X</b>			
<b>600X</b>			





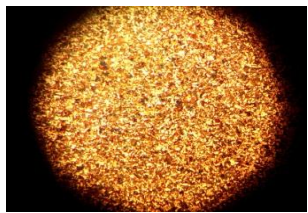

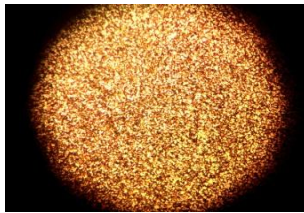
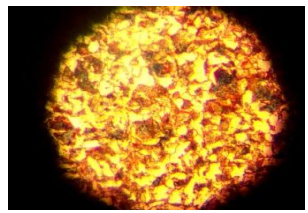
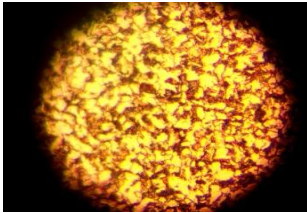
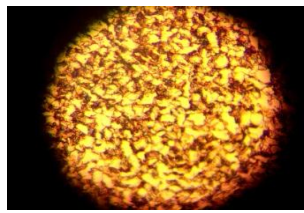
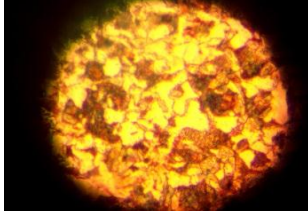
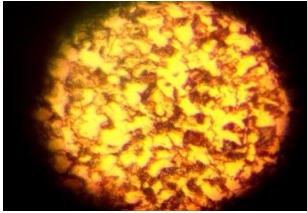
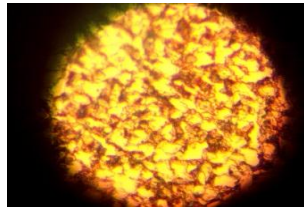
**Fuente.** Autor del proyecto investigativo

**Tabla 14.** Resultados obtenidos en el microscopio Transfor.

MUESTRA DE MICROSCOPIO			 SICARTSA
ACERCAMIENTO	TRANSFOR (T)		
	T10	T9	
<b>50X</b>			
<b>100X</b>			
<b>400X</b>			
<b>600X</b>			

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Tabla 15.** Resultados obtenidos en el microscopio Paz del Rio

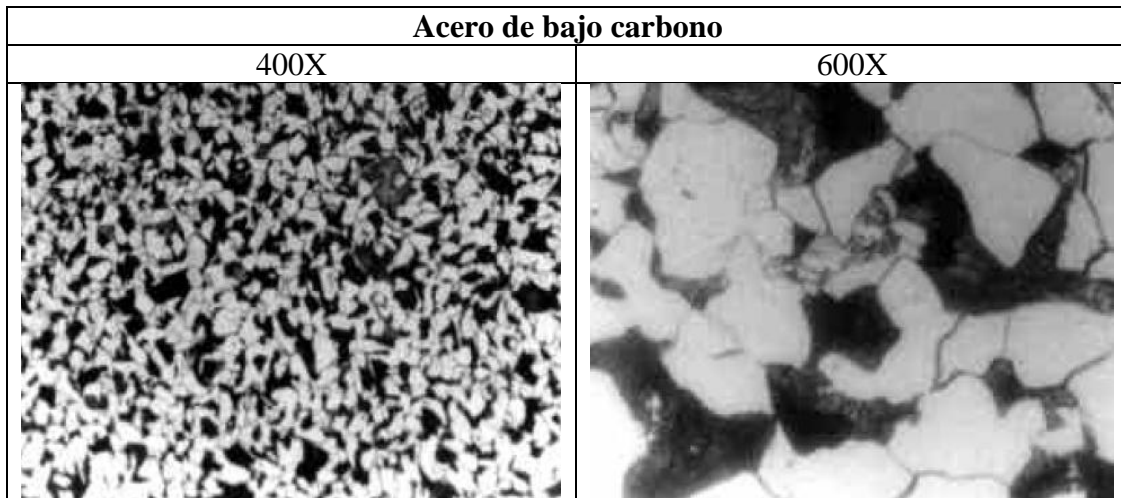
MUESTRA DE MICROSCOPIO			 Paz del Rio
ACERCAMIENTO	PAZ DEL RIO (P)		
	P10	P9	
<b>50X</b>			
<b>100X</b>			
<b>400X</b>			
<b>600X</b>			

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.



Se tomó como referencia al catálogo de Metallographics Handbook, el cual especifica que los acero de bajo carbono contiene las siguientes características en la microestructura del material:

**Tabla 16.** Características metalográficas del Acero de bajo carbono.



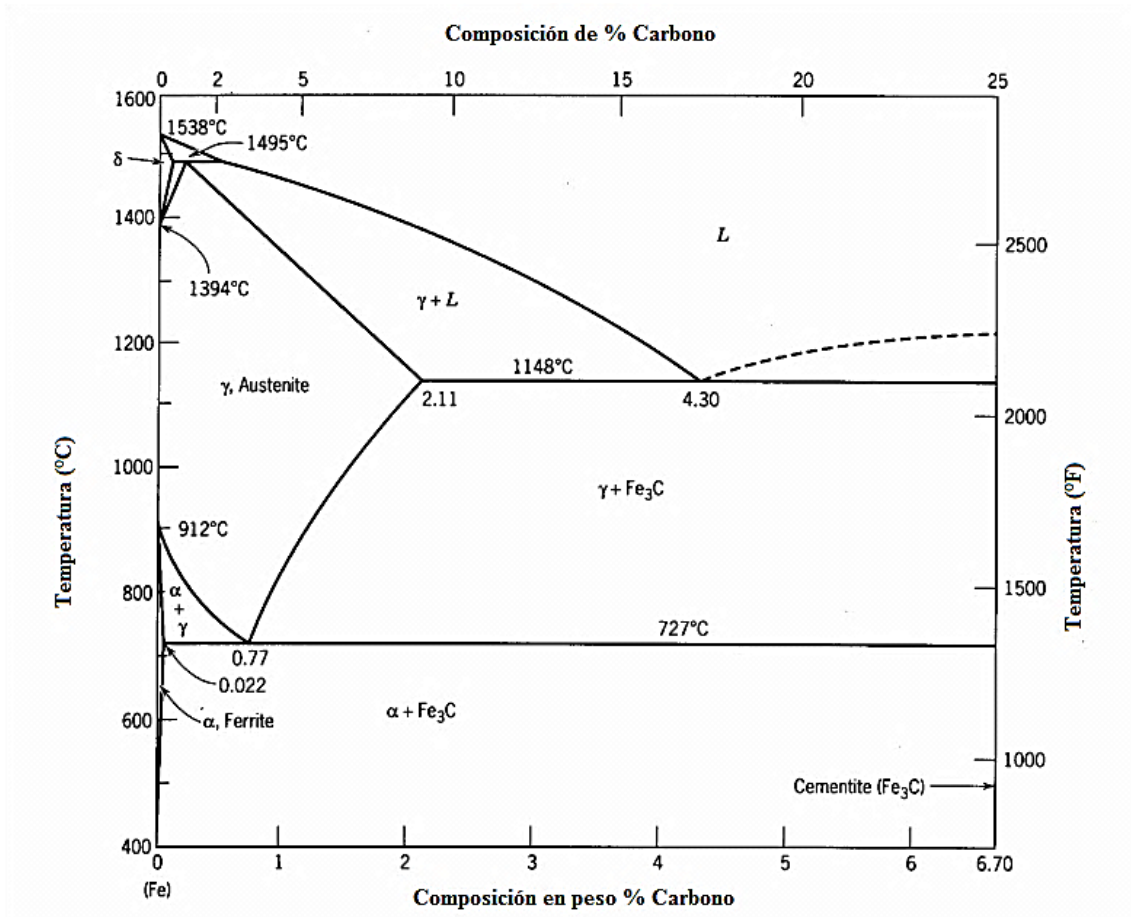
**Fuente.** Metallographics Handbook.

Al observar los resultados del análisis de la micro estructura metalográfica, se encuentra en las imágenes de cada una de las micro estructuras de los proveedor, que el material con el cual se fabrican las varillas es acero de bajo carbono. Lo que corresponde a un acero hipoeutectoide que tiene un contenido de carbono inferior al 0,77%, lo que se puede observar en las imágenes donde se detallan las fases presentes como lo son la ferrita en los granos claros, la fase eutectoide denominado perlita en las zonas oscuras de las imágenes. Lo que da como resultado del estudio un acero de bajo carbono para la fabricación de las varillas de acero corrugado que son comercializadas en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

A continuación en la Figura 16 se muestran las fases de las aleaciones Fe - C. Las líneas continuas determinan la temperatura de las fases de equilibrio de austenita - ferrita - cementita y las líneas discontinuas, la fase de equilibrio entre la austenita, ferrita y el grafito.

Los contenidos en carbono de las aleaciones eutécticas y eutectoides del diagrama estable varían con el contenido en silicio de las fundiciones y son inferiores a los que corresponden al diagrama meta-estable. En las transformaciones del diagrama estable para una temperatura determinada, la austenita es capaz de disolver menor cantidad de carbono que el que disuelve a la misma temperatura la austenita cuando las transformaciones se hacen de acuerdo con el diagrama meta-estable.

Figura 16. Diagrama Hierro carbono.



Fuente. Metallographics Handbook.

**4.2.8. Análisis de resistencia a la tracción y flexión.** Para determinar la resistencia a la tracción de cada uno de los fabricantes, se escogieron 5 muestras que fueron sometidas a cargas que llevarán el material hasta la ruptura para conocer las propiedades mecánicas de cada uno de los fabricantes para luego compararlas con las especificaciones de catálogo que suministra cada uno de ellos.

Para realizar estas pruebas se tomaron sub-muestras de 500mm de cada fabricante y proveedor de una muestra inicial de 1000 mm, a las cuales se les realizaron medición de las características físicas que se muestran a continuación para luego realizar las pruebas de tensión y flexión.

**Figura 17.** Corte de probeta.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 17.** Nomenclatura de las características física de la varillas.

<b>NOMENCLATURA</b>	
DIAMETRO DE VARILLA	$\mathbf{\varnothing}_V$
PROFUNDIDA DE LA VENA	$\mathbf{P}_V$
ESPEJOR DE LA VENA	$\mathbf{E}_V$
SEPARACION DE VENA	$\mathbf{S}_V$
ANGULO DE INCLINACION DE A VENA	$\mathbf{\alpha}_i$
LONGITUD FINAL	$\mathbf{L}_F$
DIAMETRO FINAL	$\mathbf{\varnothing}_F$
DISTANCIA FINAL ENTRE PUNTOS GRANETEADO A 20 cm	$\mathbf{D}_F$

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

Luego de realizar la selección de la muestra (varillas corrugadas de acero de ½”) de las fábricas distribuidoras en Ocaña norte de Santander, se procedió al cortado de cada una de ellas a 50 cm establecido por la norma con sus respectiva nomenclatura.

**Figura 18.** Probetas cortadas a 500 mm



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

Después fueron previamente pesadas cada una de las probetas determinado así su peso en gramos.

**Figura 19.** Pesado de las probetas



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.



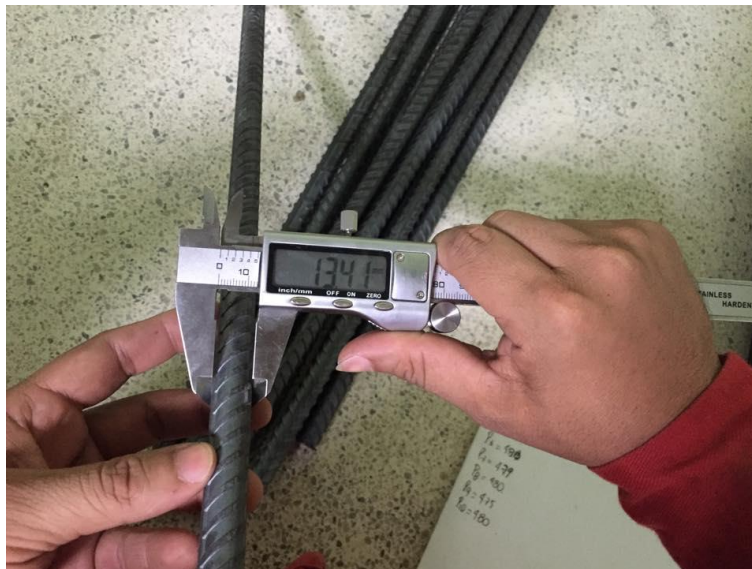
Luego se tomó probeta por probeta y se le tomaron los siguientes datos. Se midió la profundidad de la vena ( $P_V$ ), diámetro de las varillas ( $\phi_V$ ), espesor de la vena ( $E_V$ ), separación de vena ( $S_V$ ), con la ayuda de un Pie de Rey digital en milímetros y el ángulo de inclinación de a vena ( $\alpha_V$ ) con la ayuda de un Goniómetro análogo

**Figura 20.** Medicion de características de la probeta (profundida de la vena)



**Fuente.** Autor del proyecto de investigacion.

**Figura 21.** Medicion del diametro de la varilla



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Figura 22.** Medición del espesor y Angulo de la vena de las varillas



**Fuente.** Autor del proyecto de investigacion.

Luego de tomarles cada uno de los datos anterior por probeta, se procede a medir desde el centro de la probeta hacia la izquierda 100 mm y hacia la derecha 100 mm para hacer para hacer una graneteado de 200 mm en la probeta, donde se colocara el deformimetro, haciendo coincidir su dispositivo de sujeción en los agujeros creados por el punzón.

Después colocamos la probeta en la maquina universal, sujetándola con las mordazas al extremos de la probeta.


Luego se aplica la carga de forma gradual y continúa, finalmente se toma la deformación y de carga aplicada para posteriormente tabular los datos y determinar los valores requeridos.

**Figura 23.** Instante de falla de la probeta




**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

**Tabla 18.** Dimensiones de la probeta Ferrasa.

		FERRASA (FX)			
F	$\text{Ø}_V$ (mm)	$P_V$ (mm)	$E_V$ (mm)	$S_V$ (mm)	$\alpha_1$ (grados)
1	13,59	1,12	2,51	4,19	60
2	13,38	1,26	2,39	4,33	60
3	13,38	1,26	2,38	4,32	60
4	13,37	1,13	2,44	4,36	60
5	13,34	1,13	2,35	4,06	60
6	13,49	1,14	2,49	4,40	60
7	13,47	1,11	2,42	4,25	60
8	13,50	1,13	2,22	4,68	60
9	13,56	1,14	2,45	4,49	60
10	13,30	1,13	2,31	4,60	60


**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 19.** Dimensiones de la probeta Transfor.

		<b>TRANSFOR (T)</b>			
<b>T</b>	<b>Ø<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>P<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>E<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>S<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>α<sub>I</sub> (grados)</b>
1	14,49	1,07	3,02	3,51	60
2	14,02	1,02	3,27	3,48	60
3	14,00	1,08	3,20	3,64	60
4	13,94	1,02	3,11	3,82	60
5	13,97	1,08	3,48	3,74	60
6	13,94	1,06	3,41	3,70	60
7	13,88	1,10	3,10	3,86	60
8	13,94	1,01	3,27	3,67	60
9	13,88	1,09	3,34	3,76	60
10	13,96	1,09	3,30	3,63	60

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.


**Tabla 20.** Dimensiones de la probeta Diaco.

		<b>DIACO (D)</b>			
<b>D</b>	<b>Ø<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>P<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>E<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>S<sub>V</sub> (mm)</b>	<b>α<sub>I</sub> (grados)</b>
1	13,15	0,89	2,90	3,73	60
2	13,10	0,83	2,74	3,98	60
3	13,10	0,72	2,55	3,68	60
4	13,42	0,78	2,48	3,79	60
5	13,22	0,77	2,45	3,37	60
6	13,15	0,90	2,80	3,47	60
7	13,12	0,60	2,66	3,71	60
8	13,04	0,72	2,60	3,60	60
9	13,24	0,78	2,70	3,70	60
10	13,14	0,89	2,84	3,40	60

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.




**Tabla 21.** Dimensiones de la probeta Paz del Rio.

		PAZ DEL RIO (P)			
P	$\varnothing_V$ (mm)	$P_V$ (mm)	$E_V$ (mm)	$S_V$ (mm)	$\alpha_1$ (grados)
1	13,23	0,46	2,21	6,01	80
2	13,30	0,57	2,20	5,94	80
3	13,12	0,36	2,16	5,72	80
4	13,31	0,57	2,20	5,91	80
5	13,23	0,77	2,10	5,43	80
6	13,23	0,50	2,41	5,89	80
7	13,26	0,56	2,54	5,60	80
8	13,23	0,77	2,20	5,97	80
9	13,15	0,52	2,21	5,42	80
10	13,14	0,56	2,58	5,02	80

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

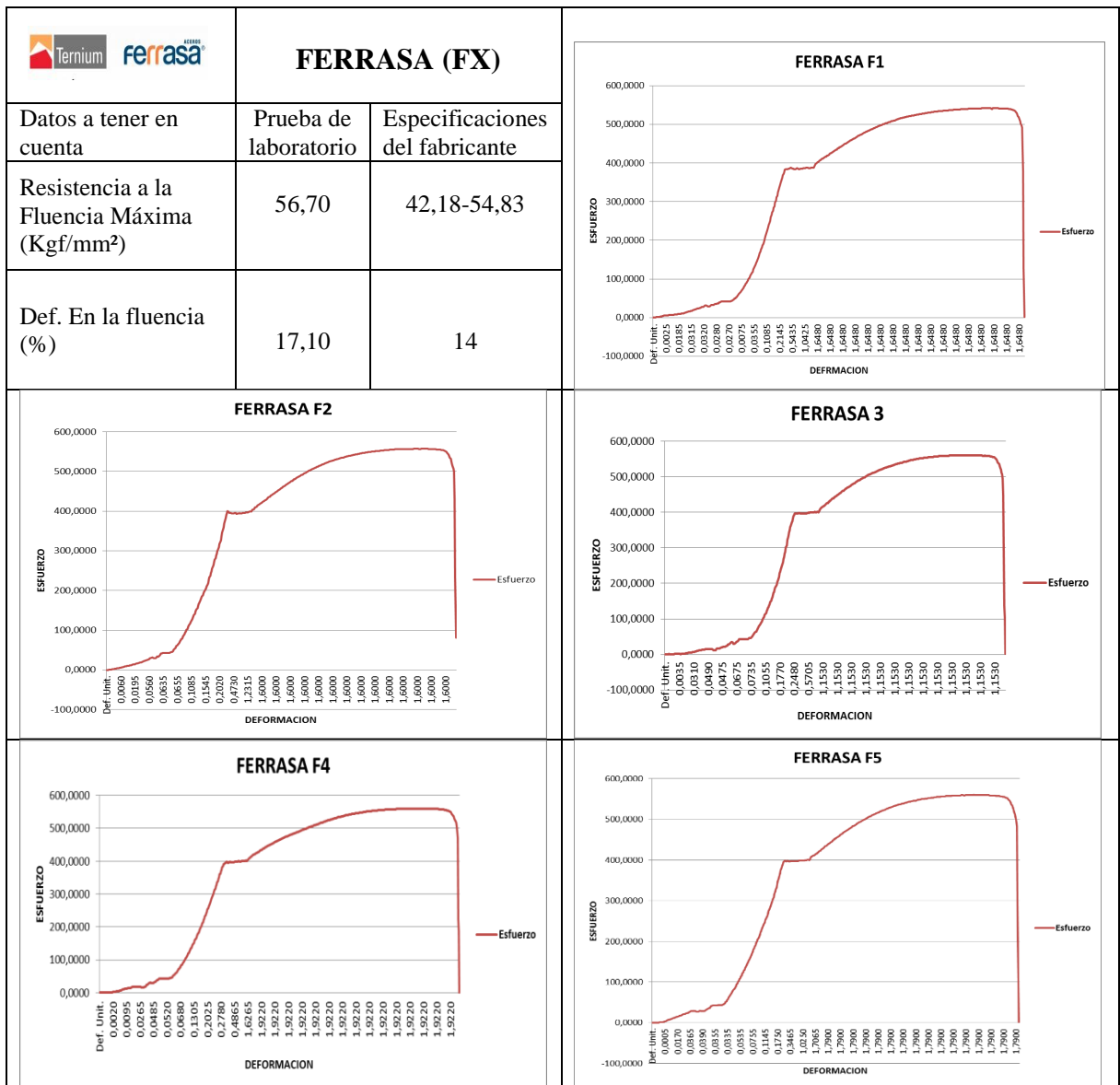
**4.2.9. Análisis de resistencia a la tracción.** Dentro de las especificaciones de resistencia del material que entrega el fabricante es tenido en cuenta la resistencia a la fluencia máxima y el porcentaje de deformación en la fluencia para cumplir con las especificaciones de la norma, las cuales se tabularon y promediaron y compararon para cada uno de los fabricantes (Ferrasa, Diaco, Transfor y Paz del Rio) como se muestra a continuación en cada una de las tablas y gráficas.

**Tabla 22.** Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Ferrasa.

	<b>FERRASA (FX)</b>					
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>Promedio</b>
<b>No. De la Serie</b>						
<b>Diámetro Muest. 'c' (mm)</b>	13,59	13,38	13,38	13,37	13,34	13,41
<b>Longitud total 'l' (mm)</b>	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
<b>Ángulo de la vena °</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>Espesor de la vena (mm)</b>	2,51	2,39	2,38	2,44	2,35	2,41
<b>Profundidad de la vena (mm)</b>	1,12	1,26	1,26	1,13	1,13	1,18
<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	145,05	140,61	140,61	140,40	139,80	141,29
<b>Carga de Fluencia (kN)</b>	387,47	394,53	396,67	396,32	396,12	394,22
<b>Carga Máxima (kN)</b>	78,67	78,35	78,80	78,61	78,31	78,55
<b>Resistencia a la Fluencia Maxima (Kgf/mm<sup>2</sup>)</b>	55,31	56,82	57,15	57,09	57,12	56,70
<b>Def. en la fluencia (%)</b>	12,50	16,50	18,00	19,50	19,00	17,10
<b>Elongación final (mm)</b>	554,00	555,00	553,00	556,00	554,00	554,40
<b>Área reducida (mm<sup>2</sup>)</b>	64,61	64,75	68,96	64,33	58,09	64,15
<b>Resistencia Real (MPa)]</b>	0,00	557,20	560,40	559,90	560,20	447,54
<b>Mód. Elast. (GN/mm<sup>2</sup>)]</b>	1200,37	1961,84	1748,77	1520,66	1969,80	1680,29
<b>Tipo de falla</b>	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación

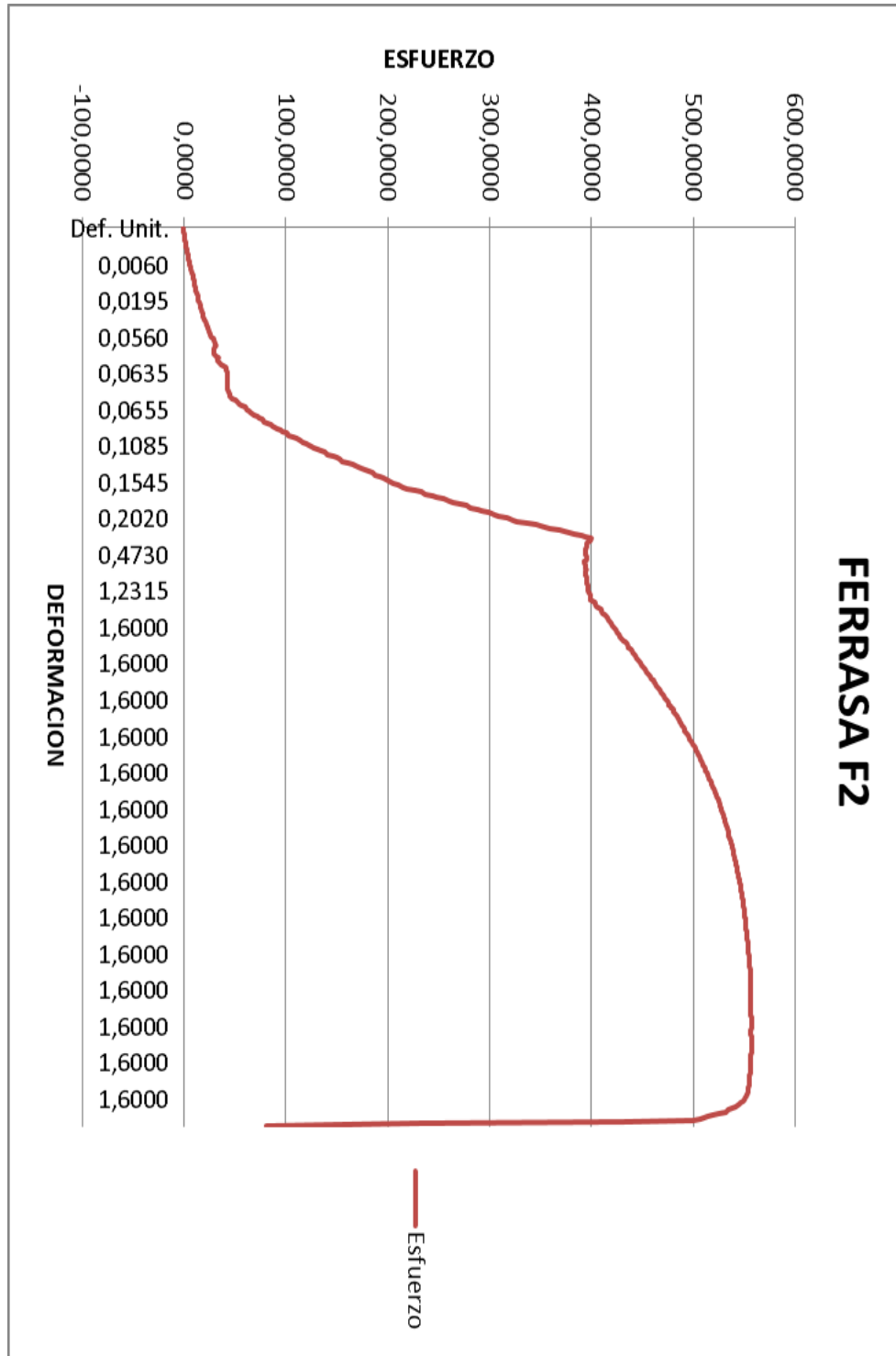
**Tabla 23.** Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia a la fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Ferrasa.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.



Figura 25. Grafica esfuerzo deformación Ferrasa F2



Fuente. Autor del proyecto de investigación.








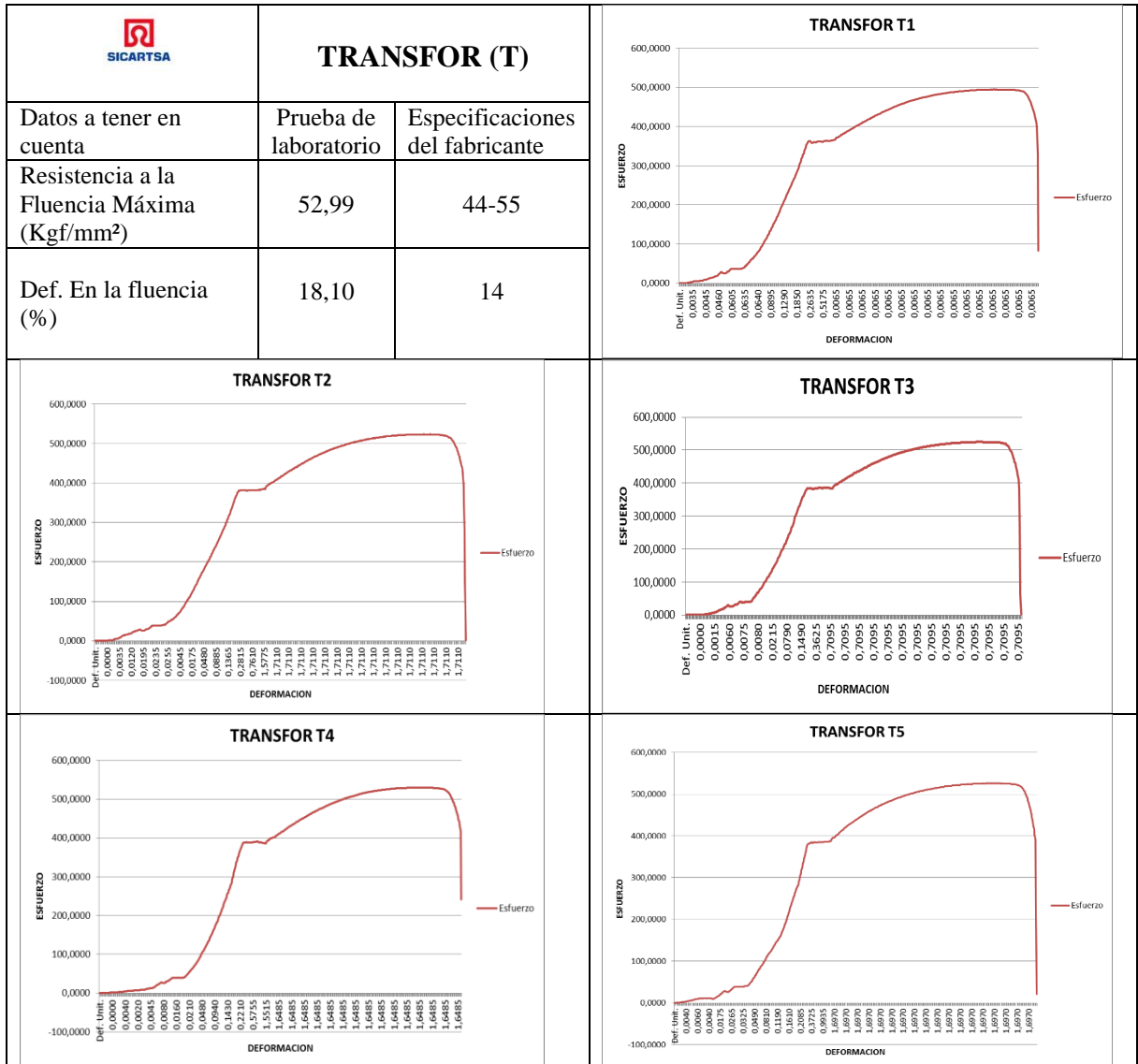


**Tabla 24.** Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Transfor.

	<b>TRANSFOR (T)</b>					
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Promedio</b>
<b>No. De la Serie</b>						
<b>Diámetro Muest. 'c' (mm)</b>	14,49	14,02	14,00	13,94	13,97	14,08
<b>Longitud total 'l' (mm)</b>	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
<b>Ángulo de la vena °</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>Espesor de la vena (mm)</b>	3,02	3,27	3,20	3,11	3,48	3,22
<b>Profundidad de la vena (mm)</b>	1,07	1,02	1,08	1,02	1,08	1,05
<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	164,90	154,40	153,90	152,60	153,28	155,82
<b>Carga de Fluencia (kN)</b>	358,68	381,48	383,89	388,90	384,66	379,52
<b>Carga Máxima (kN)</b>	81,56	80,79	80,74	80,91	80,59	80,92
<b>Resistencia a la Fluencia Maxima (Kgf/mm<sup>2</sup>)</b>	50,43	53,36	53,50	54,06	53,62	52,99
<b>Def. En la fluencia (%)</b>	17,50	18,50	18,00	18,00	18,50	18,10
<b>Elongación final (mm)</b>	552,00	550,00	552,00	549,00	555,00	551,60
<b>Área reducida (mm<sup>2</sup>)</b>	49,14	50,90	58,36	58,90	39,04	51,27
<b>Resistencia Real (MPa)]</b>	0,00	523,30	524,60	530,20	525,80	420,78
<b>Mód. Elast. (GN/mm<sup>2</sup>)]</b>	1855,41	1609,53	1804,94	1707,27	2017,95	1799,02
<b>Tipo de falla</b>	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 25.** Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia a la fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Transfor.

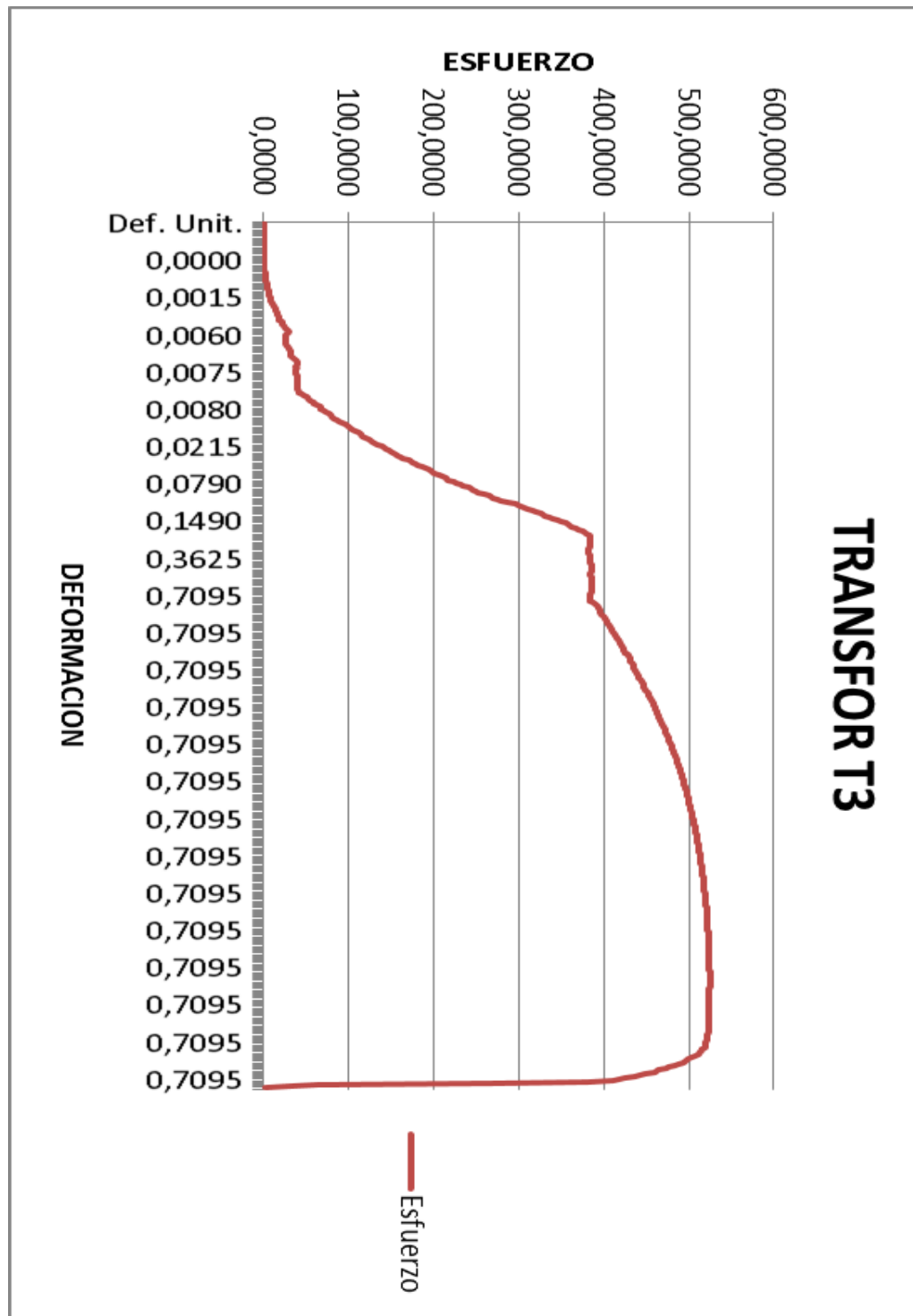


**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.



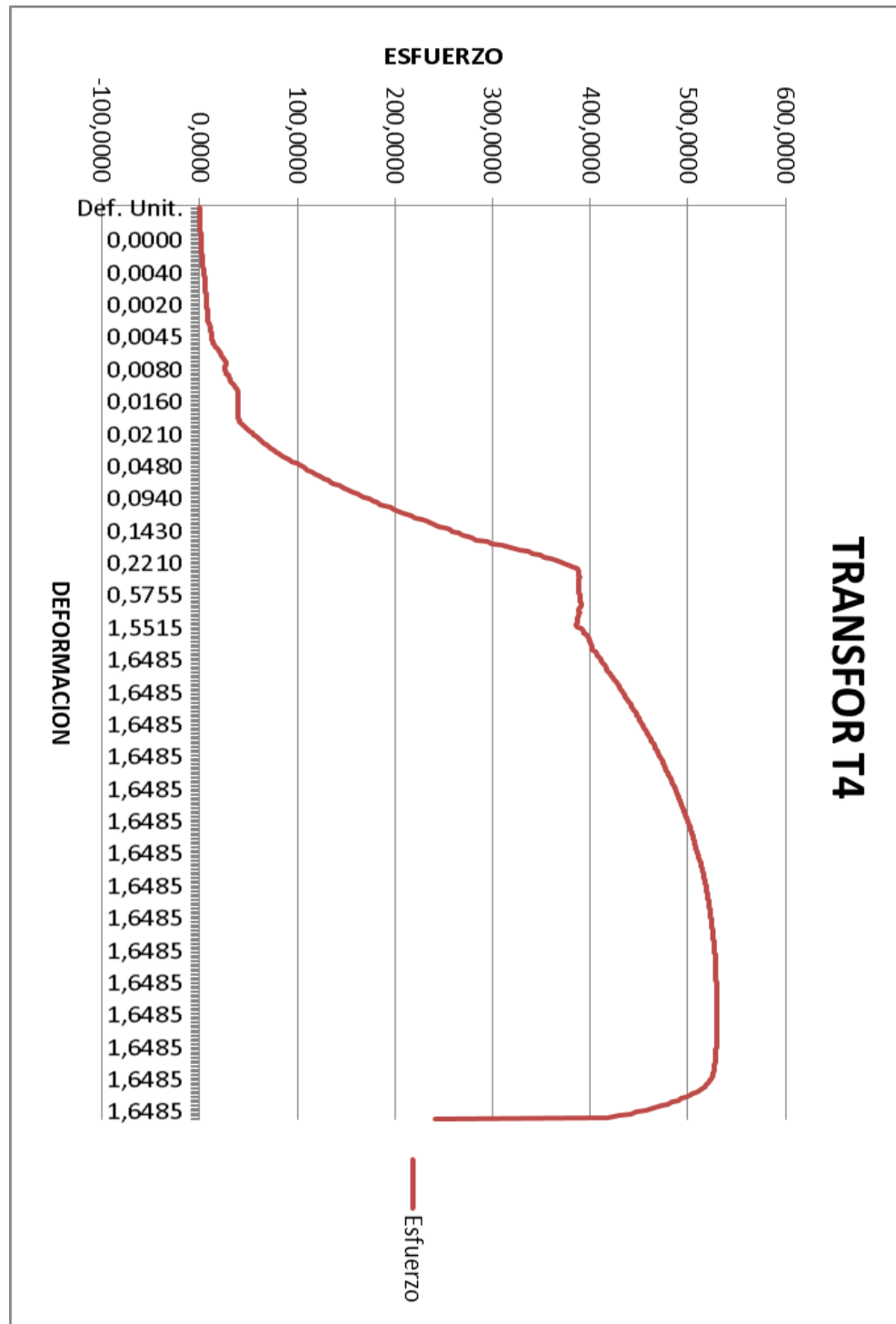


Figura 31. Grafica esfuerzo deformación Transfor T3



Fuente. Autor del proyecto de investigación.


Figura 32. Grafica esfuerzo deformación Transfor T4



Fuente. Autor del proyecto de investigación.



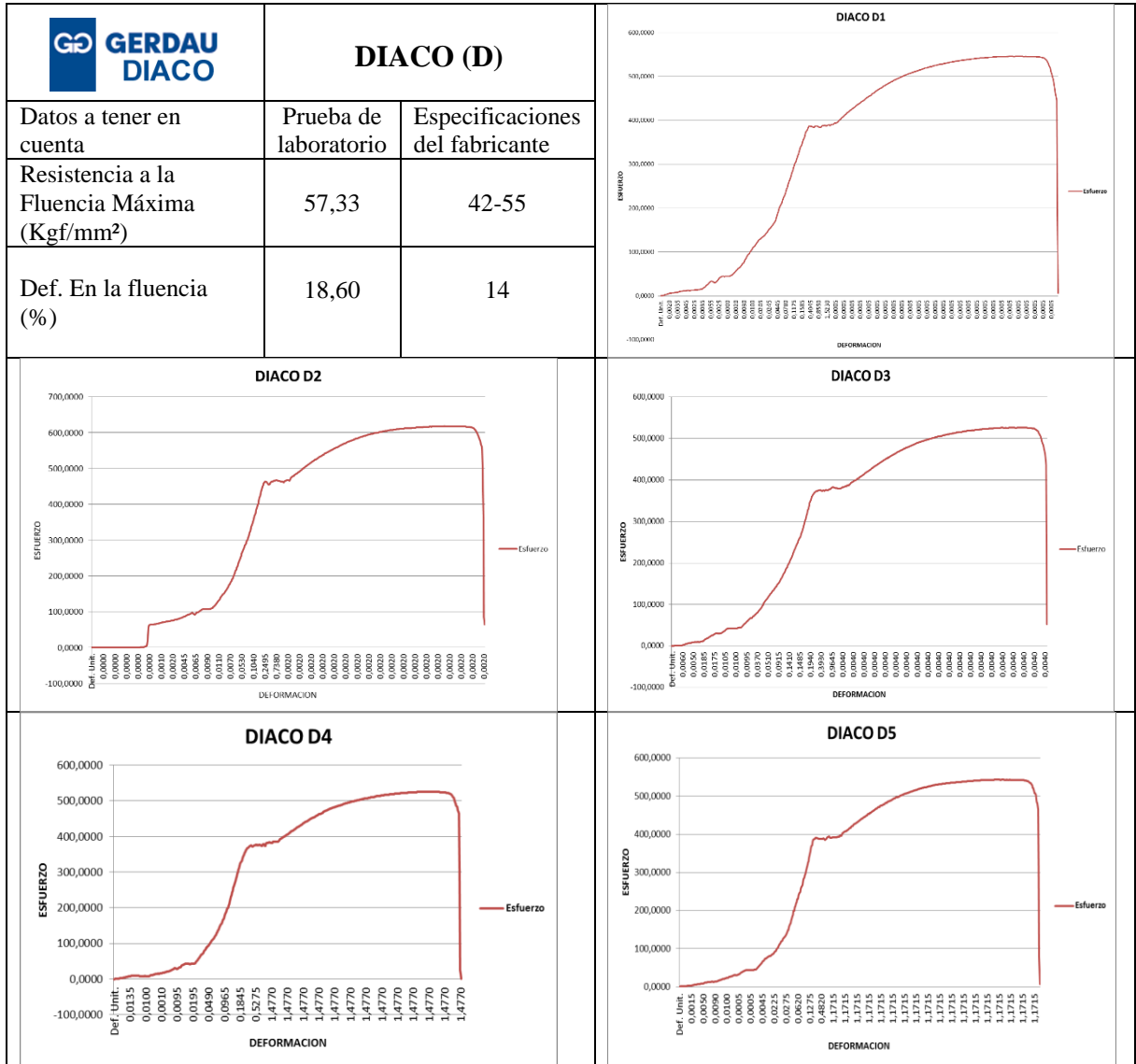
**Tabla 26.** Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Diaco.

	DIACO (D)					
	No. De la Serie	D1	D2	D3	D4	D5
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,15	13,10	13,40	13,42	13,22	13,26
Longitud total 'l' (mm)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Ángulo de la vena °	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Espesor de la vena (mm)	2,90	2,74	2,55	2,48	2,45	2,62
Profundidad de la vena (mm)	0,89	0,83	0,72	0,78	0,77	0,80
Área (mm <sup>2</sup> )	135,80	134,80	141,00	141,40	137,30	138,06
Carga de Fluencia (kN)	383,01	453,60	374,82	373,50	390,84	395,15
Carga Máxima (kN)	74,11	83,28	74,16	74,23	74,58	76,07
Resistencia a la Fluencia Maxima (Kgf/mm <sup>2</sup> )	55,65	63,62	54,69	55,11	57,56	57,33
Def. en la fluencia (%)	22,00	18,00	16,00	18,00	19,00	18,60
Elongación final (mm)	561,00	560,00	557,00	554,00	564,00	559,20
Área reducida (mm <sup>2</sup> )	49,39	63,48	69,55	61,38	72,53	63,27
Resistencia Real (MPa)]	545,76	617,80	526,00	525,00	543,20	551,55
Mód. Elast. (GN/mm <sup>2</sup> )]	1126,62	1740,52	2180,96	1303,56	1641,25	1598,58
Tipo de falla	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.



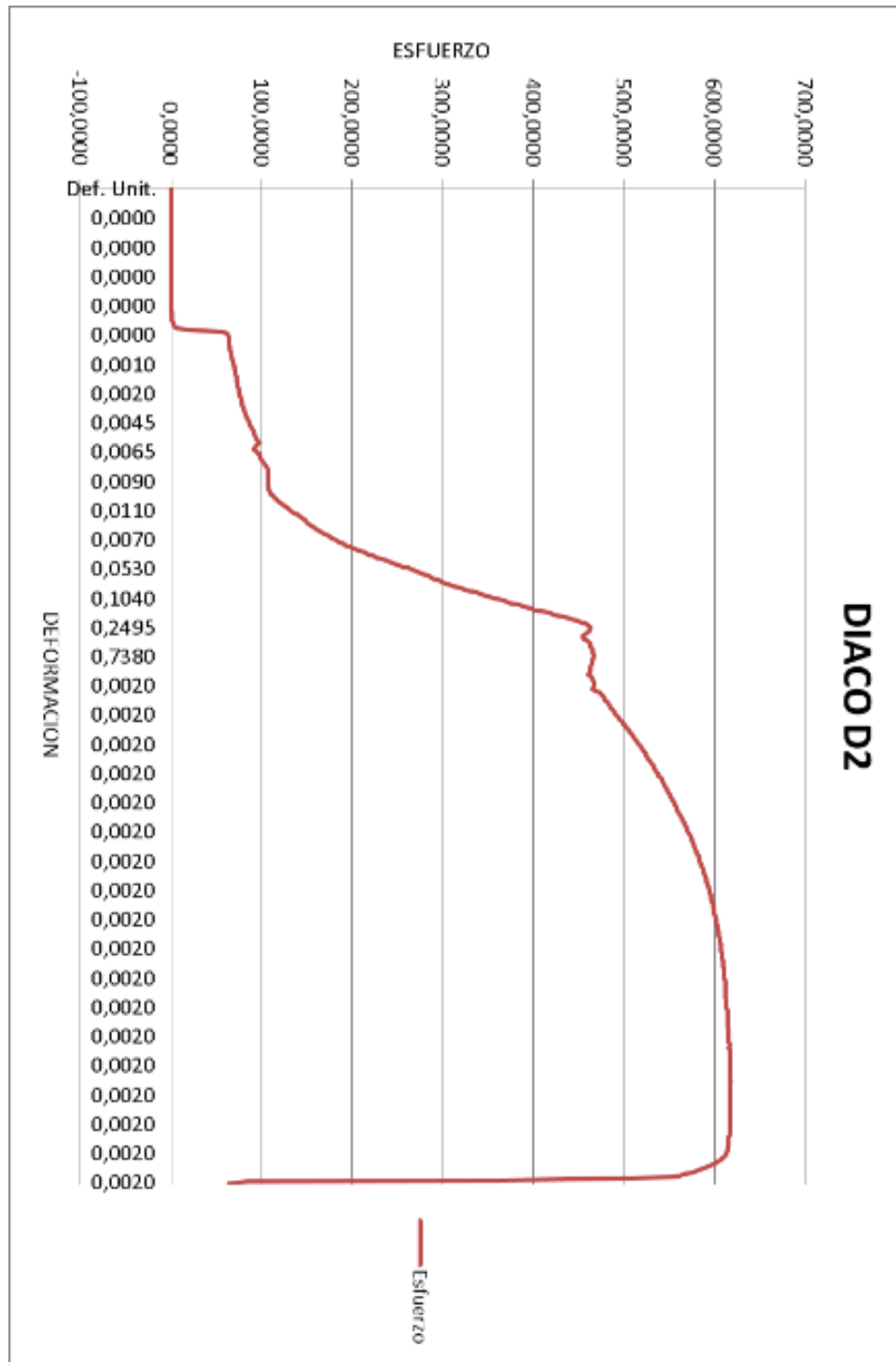
**Tabla 27.** Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia a la fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Diaco.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

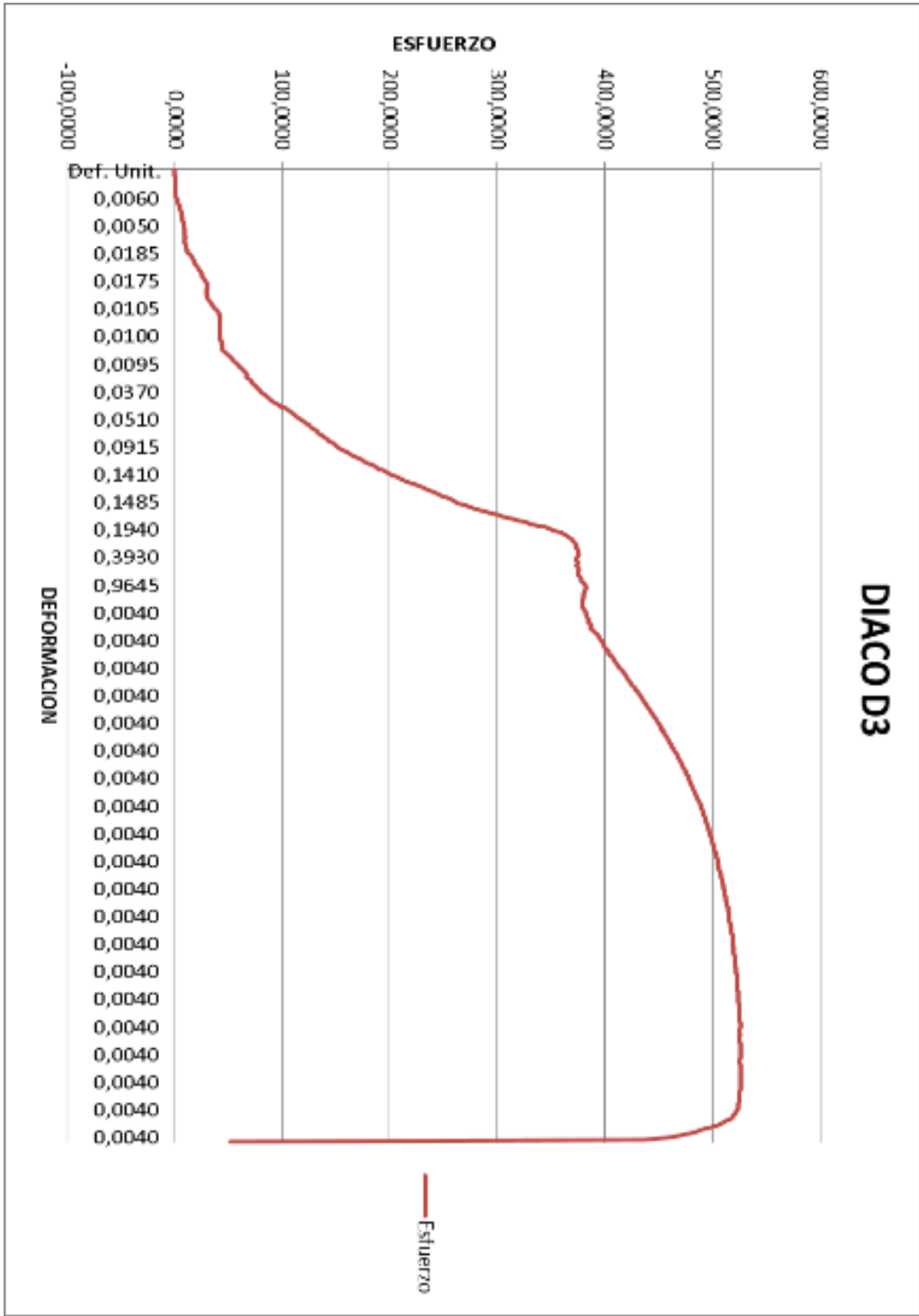


**Figura 35. Grafica esfuerzo deformación Diaco D2**



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

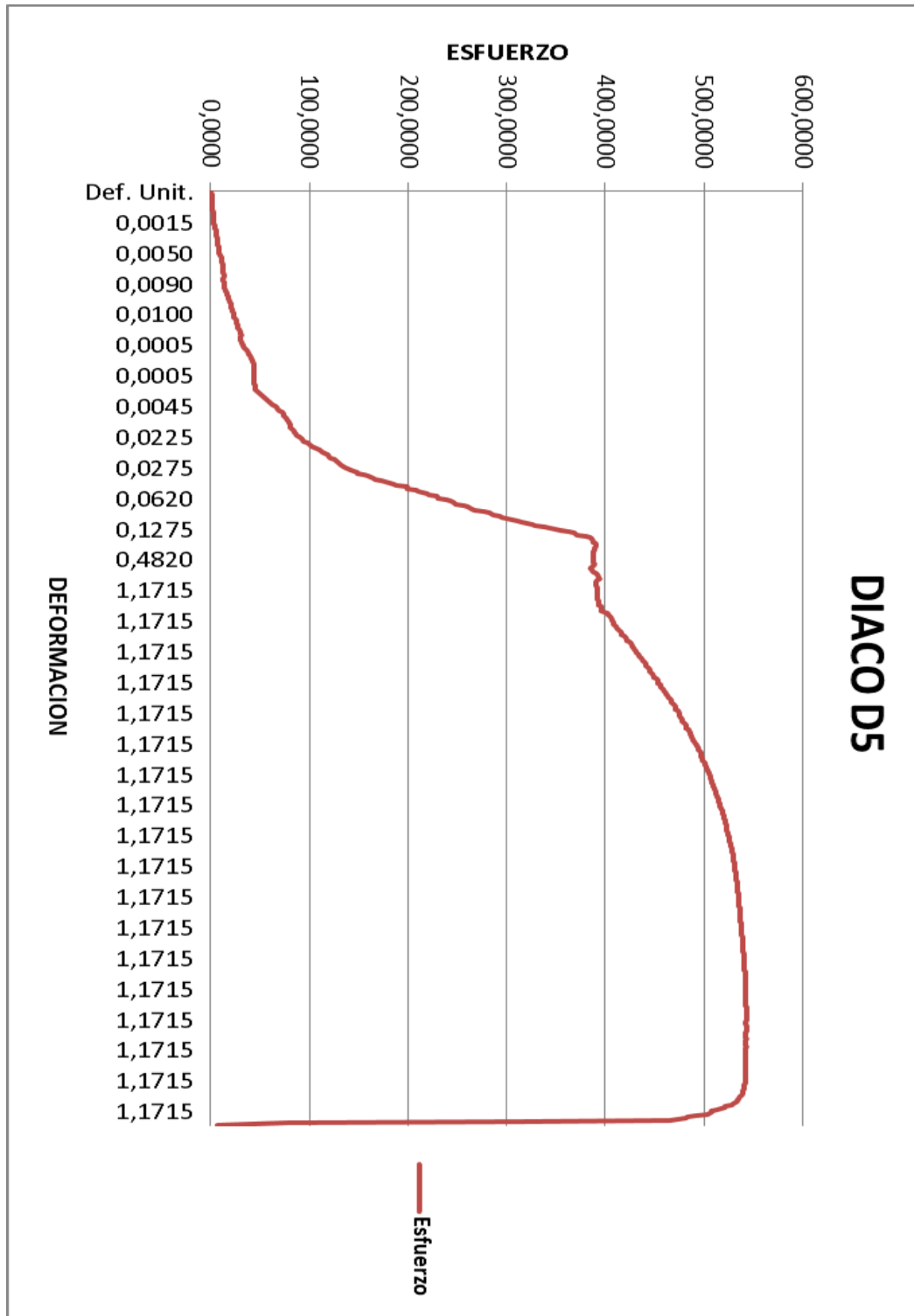
Figura 36. Grafica esfuerzo deformación Diaco D3.



Fuente. Autor del proyecto de investigación.




Figura 38. Grafica esfuerzo deformación Diaco D5



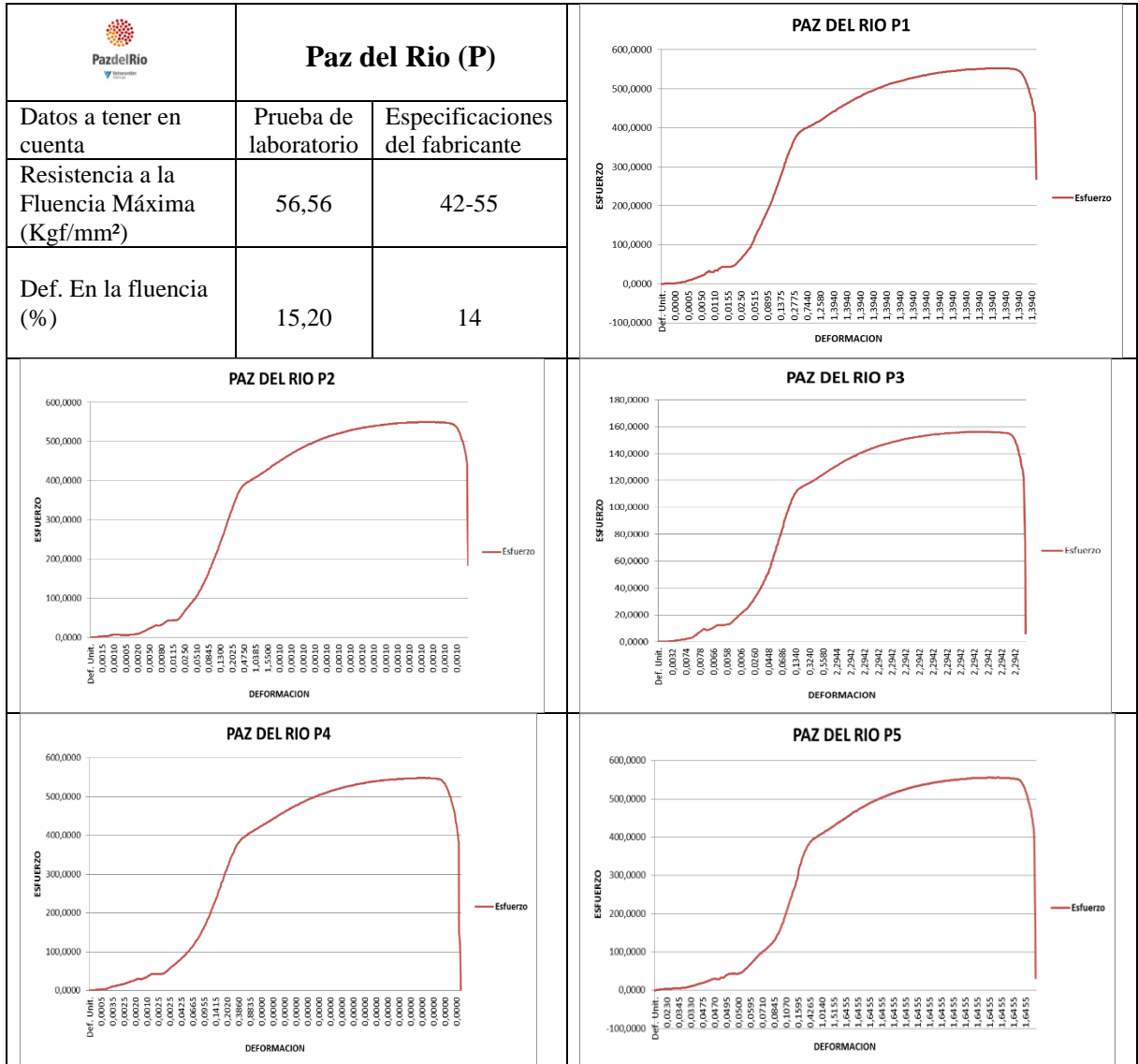
Fuente. Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 28.** Promedio de las propiedades mecánicas de las probetas de Paz del Rio.

 Paz del Rio	<b>Paz del Rio (P)</b>					
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>Promedio</b>
<b>No. De la Serie</b>						
<b>Diámetro Muest. 'c' (mm)</b>	13,23	13,30	13,12	13,31	13,23	13,24
<b>Longitud total 'l' (mm)</b>	200,00	200,00	500,00	200,00	200,00	260,00
<b>Ángulo de la vena °</b>	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
<b>Espesor de la vena (mm)</b>	2,21	2,20	2,16	2,22	2,10	2,18
<b>Profundidad de la vena (mm)</b>	0,46	0,57	0,36	0,57	0,77	0,55
<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	137,47	138,93	135,19	139,14	137,47	137,64
<b>Carga de Fluencia (kN)</b>	400,17	402,55	116,05	408,08	404,15	346,20
<b>Carga Máxima (kN)</b>	75,93	76,42	76,67	76,29	76,37	76,34
<b>Resistencia a la Fluencia Maxima (Kgf/mm<sup>2</sup>)</b>	56,32	56,09	57,83	55,91	56,65	56,56
<b>Def. en la fluencia (%)</b>	15,00	17,50	13,50	12,50	17,50	15,20
<b>Elongación final (mm)</b>	562,00	557,00	551,00	535,00	552,00	551,40
<b>Área reducida (mm<sup>2</sup>)</b>	56,35	60,96	55,29	54,50	56,21	56,66
<b>Resistencia Real (MPa)]</b>	0,00	550,10	156,20	548,30	555,50	362,02
<b>Mód. Elast. (GN/mm<sup>2</sup>)]</b>	1778,95	1779,48	1332,36	1960,33	3464,76	2063,18
<b>Tipo de falla</b>	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono	Copa y Cono

**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

**Tabla 29.** Análisis comparativo de las especificaciones mínimas de la resistencia a la fluencia y el % de la deformación de fluencia (200 mm) de Paz del Río.



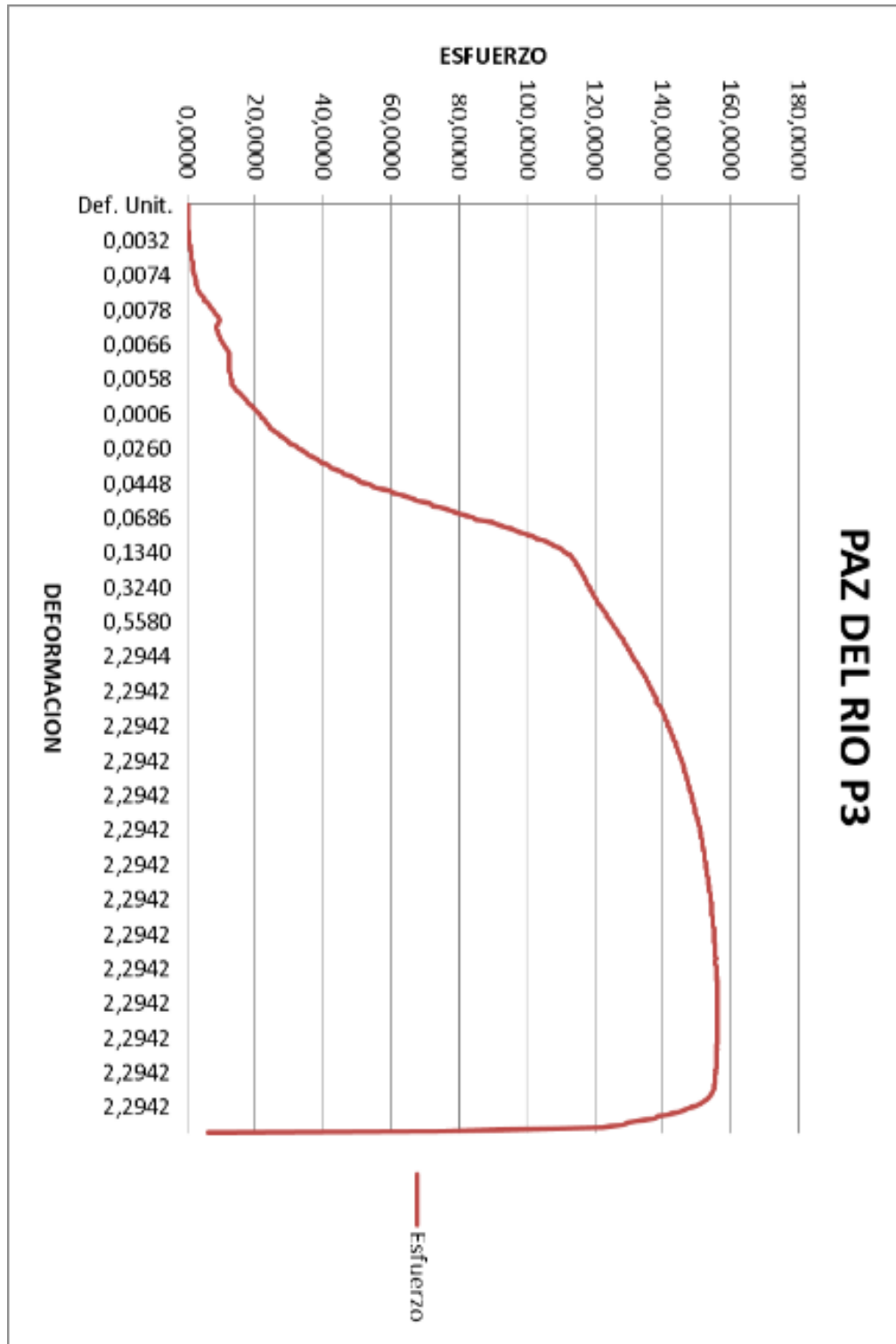
**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.





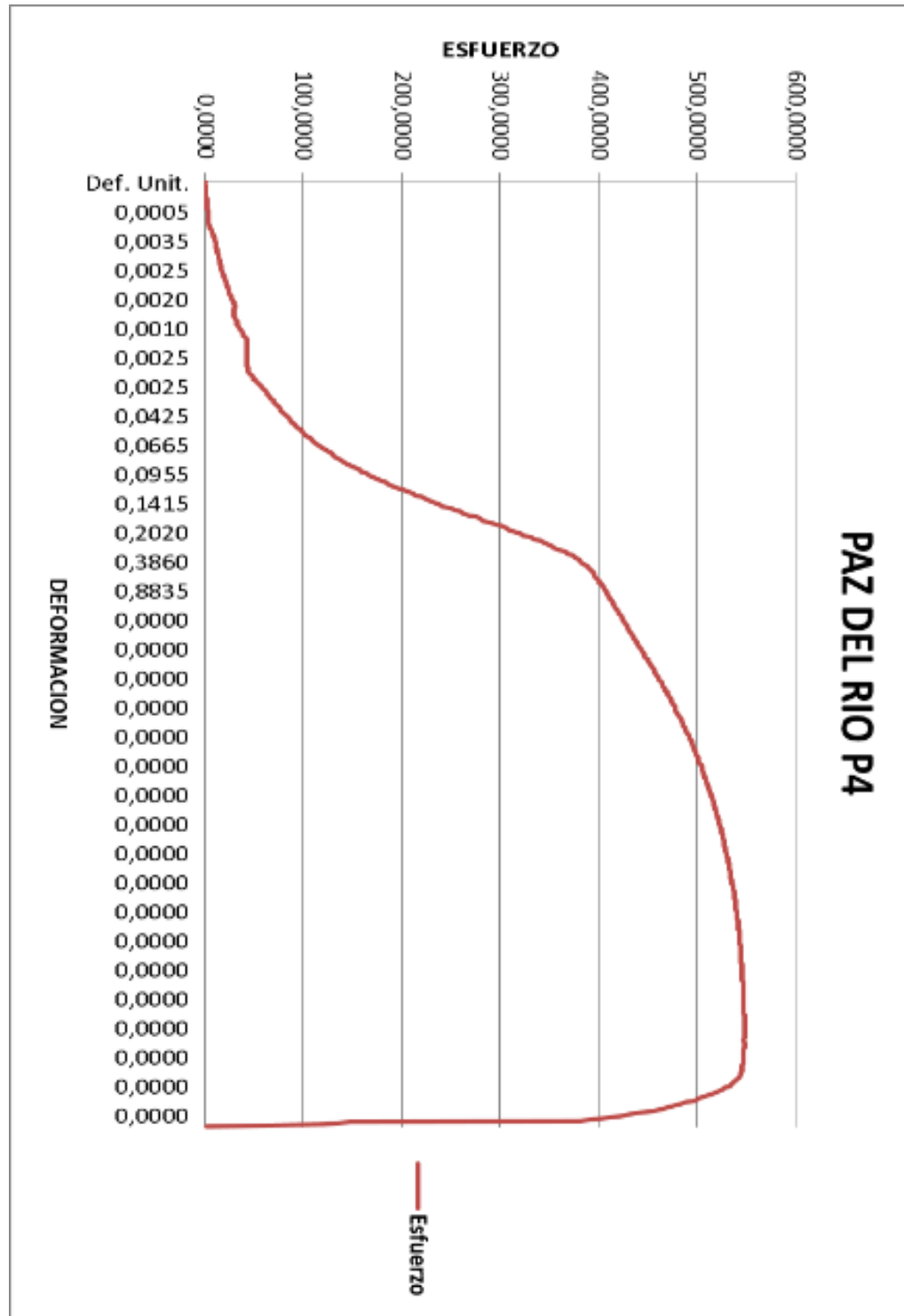


Figura 41. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P3



Fuente. Autor del proyecto de investigación.

Figura 42. Grafica esfuerzo deformación Paz del Rio P4



Fuente. Autor del proyecto de investigación.



Se pudo observar en cada uno de las gráficas de su respectiva fábricas, se obtuvo en los laboratorio de la universidad fránico de paula Santander Ocaña que cumple con las propiedades mecánica (resistencia a la fluencia máxima y deformación en la fluencia) propuestos en los catalogo del fabricante ya que se mantiene en los rango que muestra cada uno de ellos aunque en algunos este por encima del rango, por lo tanto cumple con las normas estipuladas para ser comercializadas.

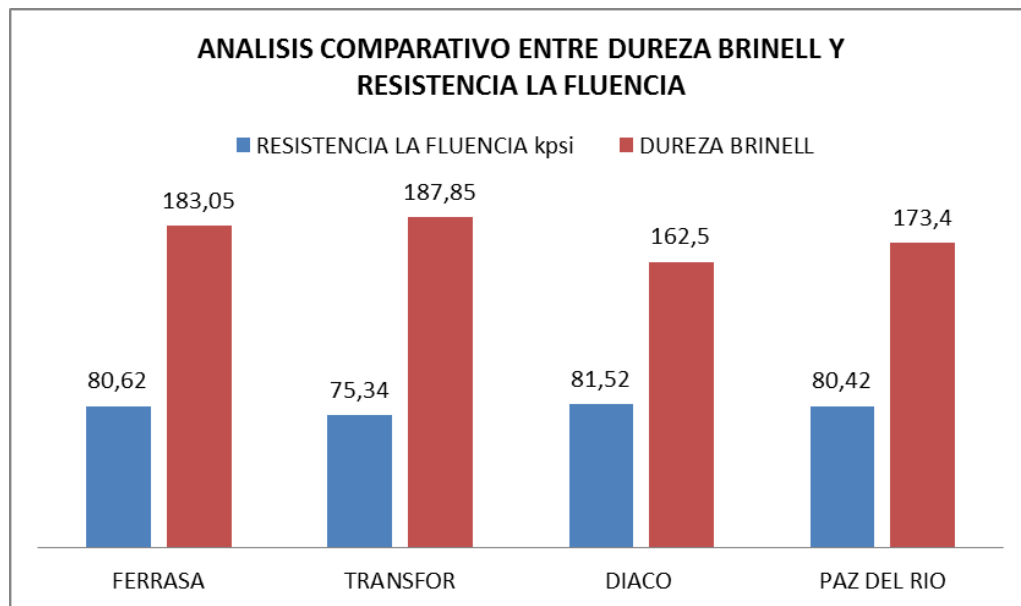
- **Análisis comparativos de los resultados entre la dureza Rockwell B y la resistencia a la fluencia de cada uno de los fabricantes.**

**Tabla 30.** Análisis comparativo entre dureza Brinell y resistencia la fluencia Kpsi.

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DUREZA BRINELL Y RESISTENCIA LA FLUENCIA				
FABRICANTE	FERRASA	TRANSFOR	DIACO	PAZ DEL RIO
RESISTENCIA LA FLUENCIA kpsi	80,62	75,34	81,52	80,42
DUREZA BRINELL	183,05	187,85	162,5	173,4

Fuente. Autor del proyecto de investigación.

**Grafica 6.** Análisis comparativo entre dureza Brinell y resistencia la fluencia Kpsi.



Fuente. Autor del proyecto de investigación.

**4.2.10. Ensayo de flexión.** De igual forma en la selección de las muestras (varillas corrugadas de acero de ½”) para los ensayos de flexión se cortan a 50 cm con sus respectivas nomenclaturas.

Fueron previamente pesadas en la balanza digital dando así su peso en gramos.

Después se midió con la ayuda del Pie de Rey digital su profundidad de la vena ( $P_V$ ), diámetro de las varillas ( $\varnothing_V$ ), espesor de la vena ( $E_V$ ), separación de vena ( $S_V$ ), con la ayuda de un Pie de Rey digital en milímetros y el ángulo de inclinación de a vena ( $\alpha_V$ ) con la ayuda de un Goniómetro análogo a cada una de las probetas.

Luego se procedió a colocar la probeta en la maquina universal modelo 50 K (Pinzuar Ltda) en cuatro apoyos.

**Figura 44.** Ensayos de flexión en 4 apoyos.



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.

Mediante los ensayos de flexion realizos en la maquina universal del laboratorio de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña se observar de manera visual que no ocurio ningun ructura al momento de aplicar la carga de flexion en cada una de las probetas como se obeserva en la figura 25. Sin presentar cambio en su microestructura manteniednose en la forma elastica.

**Figura 45.** Probeta flexinona



**Fuente.** Autor del proyecto de investigación.



## 5. CONCLUSIÓN

El objetivo de esta tesis fue aplicar una norma internacional (ASTM A706/706M y A615/A615M) en las varillas de acero corrugado distribuidas en el municipio de Ocaña norte de Santander, para el análisis de sus propiedades mecánicas. Este objetivo se llevó a cabo mediante las encuestas realizadas en todo el municipio, determinado de esta manera los proveedores que distribuyen varillas de acero corrugado para seleccionar el muestreo.

Mediante esto se determinó que solo existen cuatro fabricantes de los trece proveedores que son Ferrasa, Paz del Rio, Diaco y Transfor, mediante datos estadísticos también se seleccionó la probeta, la cual fue la varilla de ½ pulgadas ya que estas son las más vendidas y usadas en el reforzado del hormigón para las construcciones de viviendas en el municipio de Ocaña.

Con la ayuda del laboratorio de Resistencia de materiales y Metalografía de la Universidad Francisco de Paula Santander, se determinaron las propiedades mecánicas de las probetas de cada una de las fábricas que distribuyen las varillas de acero corrugado teniendo en cuenta la resistencia a la fluencia máxima (Kgf/mm<sup>2</sup>) y deformación en la fluencia (%) en el ensayo de tensión con la cual ayudó a comprobar que las varillas cumplen con los estándares requeridos por la norma y con los parámetros establecidos en los catálogos de cada fábrica. Teniendo en cuenta que Ferrasa, Paz del Rio y Diaco están un poco por encima de lo ofrecido por sus catálogos.

Esta investigación también fue complementada con ensayos de flexión que de manera visual en la que se observó que no tuvo ninguna grieta después de aplicar una fuerza en la probeta.

Un aspecto importante que complementa esta investigación fue el ensayo de dureza Rockwell B que se realizó en el laboratorio de metalografía de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, con el Durómetro digital Mitutoyo en cada probeta de los diferentes fabricantes en la cual Transfor tiene mayor dureza con respecto a los demás fabricantes que distribuyen en el municipio de Ocaña, pero manteniéndose con valores muy cercanas a esta. En la que también se observó que al momento de hacer las pruebas en cinco puntos (centro y esquinas) se apreció que en el centro tiene mayor dureza ya que tiene un enfriamiento al aire libre que va desde la parte externa de la varilla hasta la interna de manera muy lenta la cual hace que tenga mejores propiedades en el centro de la varilla.

En la parte metalográfica que se realizó en cada una de las probetas se observó en su microestructura corresponde a un acero hipoeutectoide (acero de bajo contenido de carbono) que tiene un contenido de carbono inferior al 0,77%, en la que se observó ferrita que la parte más clara de hierro puro y perlita que son las láminas alternas claras (ferrita) y oscuras que son las cementita (carburo de hierro Fe<sub>3</sub>C) Lo que da como resultado del estudio un acero de bajo carbono para la fabricación de las varillas de acero corrugado que son comercializadas en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

También se pudo observar su similitud en su microestructuras, en cada una de las imágenes a diferente acercamiento (aumento del lente) de las probetas de cada una de las fabricas (Ferrasa, Paz del Rio, Diaco y Trasnfor) cumpliendo con las características de acero de bajo carbono como lo muestra el diagrama de acero hierro carbono.

Al realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de los ensayos de dureza Rockwell B y resistencia máxima a la fluencia se pudo determinar que el fabricante que brinda el material más dúctil es Diaco, material que brinda una mayor flexibilidad al momento de ser sometido a cargas de sismo resistencia.

Además se puede evidencia en los análisis comparativos realizados en los ensayos de dureza Rockwell B y resistencia máxima a la fluencia que el fabricante cuyo material presenta mayor dureza es Transfor.

Se pudo observar que la dureza Brinell promedio para el fabricante Ferrasa fue 183,05; Transfor 187,85; Diaco 162,5 y Paz del Rio 173,4 la que ayuda a determinar su ductilidad.

Igualmente en la resistencia a la fluencia máxima promedio para las fabricas Ferrasa 80,62 Kpsi, Transfor 75,34 Kpsi, Diaco 81,52 Kpsi y Paz del Rio 80,42 Kpsi.

## 6. RECOMENDACIONES

Dentro de esta importante investigación, siempre se desea que haya una mejora continua de la investigación; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que se interés por el proyecto investigativo de las varillas de aceros corrugadas distribuida en el municipio de Ocaña norte Santander, complementar el estudio de las propiedades mecánicas de los aceros corrugado con otros tipos de ensayos ya sea no destructivo o destructivo como líquidos penetrantes, composición química (espectrometría), de fatiga y torsión. Determinando un cien por ciento las propiedades mecánica y determinado la composición química de a colada.

Debido a que las ferreterías en el municipio de Ocaña norte de Santander no cuenta con un catálogo de fabricante se sugiere con base al estudio realizado en el presente proyecto realizar una catálogo de recomendación para utilización de las varillas  $\frac{1}{2}$  pulgadas de acero corrugadas en las construcción de obra civiles que no cuentan con diseños y análisis de ingeniería.

## BIBLIOGRAFÍA

**Luis Ortiz Berrocal** (2007). Resistencia de materiales, Madrid: Ed. McGraw-Hill.

**George E. Dieter**, Mechanical Metallurgy (1988). McGraw-Hill, UK.

**R.C Hibbeler**, Mecánica de materiales sexta edición: PEARSON EDUCACIÓN.

**William A. Nash, Ph. D.** Resistencia de Materiales, McGraw-Hill.

**James Newell**, Ciencia de Materiales Aplicaciones en Ingeniería, Alfaomega.

**William A. Nash, Ph. D.** Teoría y Problemas de Resistencia de Materiales, McGraw-Hill.

**Pytel-Singer**, Resistencia de Materiales, Traducción de la cuarta edición en inglés, Alfaomega.

**James M. Gerre**, Mecánica de Materiales cuarta edición, International Thomson Editores.

**Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr; Jhon T. Dewolf; David F. Mazurek**, Mecánica Materiales Sexta Edición.

**William F. Smith**, Ciencia e ingeniería de materiales tercera edición, McGraw-Hill.

**Gustavo Tovar Sánchez**, Fundamentos de Análisis de Fallas, Editorial Escuela Colombina Ingeniería.

**James F. Shackelford**, Introducción A La Ciencia De Materiales Para Ingeniero Sexta Edición, Pearson.

**ASHBY**, Michael y Jones, Daniel. Materiales para ingeniería, Introducción a las propiedades, las aplicaciones y el diseño. México: Reverte S.A. 2008. 912 p.

**ASM**. International Handbook ASM, Corrosion. Vol. 13. Handbook, 1992, 11 p.

**PERO SANZ, Jose**. Aceros: Metalurgia Física, Selección y Diseño. Madrid, España: Editoriales Dossat, 2000. 159 p.

**Allen, M., 2011**. An Investigation of the Suitability of Using AISI 1117 Carbon Steel in a Quench and Self-Tempering Process to Satisfy ASTM A 706 Standard of Rebar. M.Sc. Thesis. University of Toronto, Canada.

**C, etinel, H., Toparli, M., Özsoyeller, L., 2000.** A finite element based prediction of the microstructural evolution of steels subjected to the Tempcore process. *Mech. Mater.* 32, 339–347.

**Danieli manuals, 2010.** EZZSTEEL bar mill contract.

**Denis, S., Farias, D., Simon, A., 1992.** Mathematical model coupling with phase transformation and temperature evolution in steel. *ISIJ* 32, 316–325.

**Economopoulos, M., Respen, Y., Lessel, G., Steffes, G., 1975.** Application of the Tempcore process to the fabrication of high yield strength concrete-reinforcing bars. *CRM Rep.* 45, 1–17.

**Hollman, J.O., 1990.** *Heat Transfer*, 7th Edition. McGraw-Hill, New York.

**Incropera, F.P., Dewitt, D.P., 1996.** *Introduction to Heat Transfer*, 3rd edition. Wiley, New York.

**Isukapalli, B., Sankar, K., Mallikarjuna, R., Gopala, A., 2010.** Prediction of heat transfer coefficient of steel bars subjected to Tempcore process using nonlinear modeling. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 47, 1159–1166.

**Kang, S.H., Im, Y.T., 2005.** Three-dimensional finite- element analysis of the quenching process of plain-carbon steel with phase transformation. *Metall. Mater. Trans.* 36A, 2315.

**Lindemann, A., Schmidt, J., 2005.** ACMOD-2DdA heat transfer model for the simulation of the cooling of wire rod. *J. Mater. Process. Technol.* 169, 466–475.

**Munira, M., Dhindaw, B.K., Roy, A., 1994.** Modeling of eutectoid transformation in plain carbon steel. *ISIJ* 34, 355–358.

**Nobari, A.H., Serajzadeh, S., 2011.** Modeling of heat transfer during controlled cooling in hot rod rolling of carbon steels. *Appl. Therm. Eng.* 31, 487–492.

**Purcell, A., 2000.** Mathematical modeling of temperature evolution in the hot rolling of steel. In: *Master of Engineering Thesis*. Department of Mining and Metallurgical engineering, McGill University, Canada.

**Prakash, K.A., Brimacombe, J.K., 1981.** Mechanical modeling of heat flow and austenite pearlite transformation in eutectoid carbon steel rods for wires. *Metall. Trans.* 12B, 121–133.

**Rodríguez, R., Gutiérrez, I., 2004.** Mechanical behavior of steels with mixed

microstructures. In: 2nd International Conference of Thermomechanical Processing of Steels, Liege, Belgium, pp. 356–363.

**Suehiro, M., Senuma, T., Yada, H., Sato, K., 1992.** Application of mathematical model for prediction microstructural evolution to high carbon steel. *ISIJ* 32, 33–439.

**Simon, P., Economopoulos, M., Nilles, P., 1984.** Tempcore a new process for production of high quality reinforcing bars. *Iron Steel Eng.* 61 (3), 55–57.

**Mukherjee, M., Dutta, C., Haldar, A., 2012.** Prediction of hardness of the tempered martensitic rim of TMT rebars. *Mater. Sci. Eng. A* 543, 35–43.

**ACI 440R-96.** State-of-the-art report on fiber reinforced plastic (FRP) reinforcement for concrete structures. American Concrete Institute; 1996.

**ISIS Canada.** Design Manual 3: reinforcing concrete structures with fiber reinforced polymers. The Canadian Network of Centers of Excellence on Intelligent Sensing for Innovative Structures; 2007.

**Cui Y, Tao J.** A new type of ductile composite reinforcing bar with high tensile elastic modulus for use in reinforced concrete structures. *Can J Civil Eng* 2009;36:672–5.

**ACI 440.1R-06.** Guide for the design and construction of concrete reinforced with FRP bars. American Concrete Institute; 2006.

**David TCJ.** Investigation of glass fibre reinforced polymer reinforcing bars as internal reinforcement for concrete structures. MSc Thesis. Dep of Civil Eng, Univ of Toronto; 2009, p. 11–14.

**Kang TH-K, Kim WS, Ha SS, Choi DU.** Hybrid effects of carbon–glass FRP sheets in combination with or without concrete beams. *Int J Conc Struct Mat* 2014;8(1):27–41.

**Tepfers R, Karlsson M.** Pull-out and tensile reinforcement splice tests using FRP C-Bars. Non-metallic (FRP) reinforcement for concrete structures. In: Proceedings of the Third International Symposium (FRPRCS-3), Sapporo, Japan, 1997; 2: 359.

**fib.** FRP reinforcement in RC structures. Bulletin 40; 2007.

**ACI 318-05.** Building code requirements for structural concrete. American Concrete Institute; 2005.

**Nkurunziza G, Debaiky A, Cousin P, Benmokrane B.** Durability of GFRP bars: a critical review of the literature. *Prog Struct Eng Mat* 2005;7:205.

**CAN/CSA-S6-06.** Canadian highway bridge design code. Ontario, Canada: Canadian Standard Association; 2006.

**Daniel IM, Ishai O.** Engineering mechanics of composite materials. Oxford University press; 1994. p. 72–85.

**Matthys S.** Structural behavior and design of concrete members strengthened with externally bonded FRP reinforcement. Ph.D Thesis. Magnel Laboratory for Concrete research. Department of Structural Engineering. Ghent University; 2000:71.

**Kalamkarov AL, Georgiades AV, MacDonald DO, Fitzgerald SB.** Pultruded fibre reinforced polymer reinforcements with embedded fibre optic sensors. Can J Civil Eng 2000;27:972–84.

**Fethi K, Ramana MP.** Composite rebars shape effect in reinforced structures. Compos struct – ScienceDirect 2005;67(1):19.

**Ko FK, Somboonsong W, Harris HG.** Fiber architecture based design of ductile composite rebars for concrete structures. In: Proc of the 11th Int'l Conf of Compo Mat Ed Scott ML. Gold Coast; Australia; 1997: 4.

**Ahmadi MS, Johari MS, Sadighi M, Esfandeh M.** An experimental study on mechanical properties of GFRP braid-pultruded composite rods. Exp Polym Lett 2009;3(9):560–8.

**Ghiorse SR.** Effect of void content on the mechanical properties of carbodepoxy laminates. SAMPE Quarterly 1993;24(2):54–9.

**Yoshida H.** Influence of voids on the interlaminar shear strength of carbon fiber reinforced plastics. Adv Compos Mater 1993;3(2):113–22.

**Djamaluddin R, Hino S, Yamaguchi K.** Innovative approach in manufacturing and application of CFRP rods with U-anchor for concrete structures. Advanced Compo Mats in Brdgs and Struc (ACMBS), 4th Int'l Conf. Calgary; Canada; 2004.

**CSA S806-02.** Design and construction of building components with fiber reinforced polymers. Toronto: Canadian Standards Association; 2002.

**ACI 440.3R-04.** Guide test methods for fiber-reinforced-polymers (FRPs) for reinforcing

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

**WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE.** Acero corrugado fuente, [http://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_corrugado](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_corrugado).

**ARCHDAILY COLOMBIA,** historia del acero, <http://www.archdaily.co/co/02-44191/historia-del-acero>.

**CELSA BARCELONA,** acero corrugados, <http://www.celsa.com/productos.mvc/Corrugados>.

**ASTM INTERNATIONAL helping our world work better,** Norma ASTM, <http://www.astm.org/FAQ/index-spanish.html#anchor8>.

**CAMACOL VALLE,** historia del acero en Colombia, <http://www.fedestructurasvalle.com.co/eventos/eac/presentacion/historia-del-acero/48-historiadelaceroencolombia>.

**WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE,** ASTM, <http://es.wikipedia.org/wiki/ASTM>.

**BIBLIOTECA DIGITAL DE INGENIERÍA Y NORMAS ASTM,** norma ASTM, [http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL\\_Flyer\\_022212\\_Spanish.pdf](http://www.astm.org/toolkit/images/ASTM%20Information/DL_Flyer_022212_Spanish.pdf).

**WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE,** acero corrugado, [http://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_corrugado](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_corrugado).

**SLIDESHARE,** norma técnica colombiana NTC 2289, <http://es.slideshare.net/AnD1Torres/ntc2289>.

**COMISIÓN GUATEMALTE DE NORMAS MINISTERIO DE ECONOMÍA,** tipos. de corrugación, <http://www.construguate.com/emails/Normas/NTG%2036011%20%28ASTM%20A615-A615%20M-12%29%20V.3.pdf>.

**SLIDESHARE,** norma técnica colombiana NTC 2289, <http://es.slideshare.net/AnD1Torres/ntc2289>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES**, propiedades  
mecánica de los materiales,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n\\_mec%C3%A1nica](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_mec%C3%A1nica).

**WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE**, tensión de la ruptura,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n\\_de\\_rotura#Conceptos](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_de_rotura#Conceptos).

**WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE**, ICONTEC,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Instituto\\_Colombiano\\_de\\_Normas\\_T%C3%A9cnicas\\_y\\_Certificaci%C3%B3n#Origen](http://es.wikipedia.org/wiki/Instituto_Colombiano_de_Normas_T%C3%A9cnicas_y_Certificaci%C3%B3n#Origen).

**WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE**, alargamiento,  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Alargamiento>.

**ASTM INTERNATIONAL helping our world work better**, Norma ASTM  
(A706/A706M).

**ASTM INTERNATIONAL helping our world work better**, Norma ASTM,  
<http://www.astm.org/FAQ/index-spanish.html#anchor8>.

# **ANEXOS**

**Anexo A.** Encuestas realizadas.

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	ENCUESTA 8	100227	INGENIERÍA MECÁNICA
ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y METALGRÁFICA DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZADAS POR LAS DIFERENTES FERRETERÍAS BAJO LA NORMA ASTM (A796/796M, A615/A615M) EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER			1(2)

**Objetivo:**

- > Realizar encuestas para determinar el número de ferreterías en el municipio de Ocaña
- > Determinar los diámetros de las varillas de aceros corrugadas de uso común en las diferentes construcciones del municipio de Ocaña norte de Santander

**INICIO DE ENCUESTA**

1. NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LA FERRETERÍA:

---



---

2. NOMBRE DEL PROPIETARIO:

---

3. LA FERRETERÍA SE ENCUENTRA REGISTRADA EN LA CÁMARA DE COMERCIO:


SI                      NO

4. CUAL DE ESTOS DIÁMETRO DE VARILLAS ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZA :

PULGADAS (in)	MILIMETRO (mm)
3/4	
3/8	
1/2	
5/8	
3/4	
1	
1 1/4	
1 1/2	



	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	ENCUESTA 8	160227	INGENIERÍA MECÁNICA
	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y METALGRÁFICA DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS COMERCIALIZADAS POR LAS DIFERENTES FERRETERÍAS BAJO LA NORMA ASTM (A796/A796M, A615/A615M) EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NOROCCIDENTAL DE SANTANDER.		2(2)

5. CUAL DE ESTOS DIÁMETRO DE VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS VENDEN MAS:

PULGADAS (in)		MILIMETRO (mm)	
3/4			
7/8			
1			
1 1/8			
1 1/4			
1 1/2			

6. NOMBRE DE SU PROVEEDOR/ES DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS :

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

7. ES PROVEEDOR DE VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS A OTRA FERRETERÍA DEL MUNICIPIO:

SI  NO

8. EXISTE DISPONIBILIDAD DE CATÁLOGOS DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS (propiedades mecánicas) :

SI  NO

Si la respuesta es SI, es posible facilitar el catalogo para una respectiva copia



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 125022 / PÉDICO 097-5690088  
www.ufpsoc.edu.co





Designation: A706/A706M – 14

## Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A706/A706M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

### 1. Scope\*

1.1 *General*—This specification covers deformed and plain low-alloy steel bars in cut lengths and coils for concrete reinforcement intended for applications where restrictive mechanical properties and chemical composition are required for compatibility with controlled tensile property applications or to enhance weldability. The standard sizes and dimensions of deformed bars and their number designations are given in [Table 1](#).

1.2 *Grade*—Bars are of two minimum yield strength levels: namely, 60 000 psi [420 MPa] and 80 000 psi [550 MPa], designated as Grade 60 [420] and Grade 80 [550], respectively.

1.3 *Plain bars*, in sizes up to and including 2½ in. [63.5 mm] in diameter in coils or cut lengths, when ordered, shall be furnished under this specification. For ductility properties (elongation and bending), test provisions of the nearest smaller nominal diameter deformed bar size shall apply. Requirements providing for deformations and marking shall not be applicable.

1.4 *Controlled Tensile Properties*—This specification limits tensile properties ([Table 2](#)) to provide the desired yield/tensile properties for controlled tensile property applications.

1.5 *Welding*—This specification limits chemical composition (6.2) and carbon equivalent (6.4) to enhance the weldability of the material. When this steel is to be welded, a welding procedure suitable for the chemical composition and intended use or service should be used. The use of the latest edition of AWS D1.4/D1.4M is recommended. The AWS D1.4/D1.4M Welding Code describes the proper selection of the filler metals, preheat/interpass temperatures, as well as, performance and procedure qualification requirements.

1.6 Requirements for alternate bar sizes are presented in [Annex A1](#). The requirements in [Annex A1](#) only apply when specified by the purchaser (see 4.2.3).

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.05 on Steel Reinforcement.

Current edition approved April 1, 2014. Published May 2014. Originally approved in 1974. Last previous edition approved in 2013 as A706/A706M – 13. DOI: 10.1520/A0706\_A0706M-14.

1.7 The text of this specification references notes and footnotes that provide explanatory material. These notes and footnotes, excluding those in tables, shall not be considered as requirements of this specification.

1.8 This specification is applicable for orders in either inch-pound units (Specification A706) or in SI units [Specification A706M].

1.9 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with this specification.

1.10 *This specification does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this specification to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:<sup>2</sup>

- A6/A6M Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling
- A370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
- A510/A510M Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel, and Alloy Steel
- A615/A615M Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement
- A700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Shipment (Withdrawn 2014)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

<sup>3</sup> The last approved version of this historical standard is referenced on [www.astm.org](http://www.astm.org).

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2958, United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Mon Sep 7 16:42:35 EDT 2015 1

Downloaded/printed by

Universidad Pontificia Bolivariana (Universidad Pontificia Bolivariana) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

TABLE 1 Deformed Bar Designation Numbers, Nominal Weights [Masses], Nominal Dimensions, and Deformation Requirements

Bar Designation No.	Nominal Weight, lb/ft (Nominal Mass, kg/m)	Nominal Dimensions <sup>a</sup>			Deformation Requirements, in. [mm]		
		Diameter, in. [mm]	Cross-Sectional Area, in. <sup>2</sup> [mm <sup>2</sup> ]	Perimeter, in. [mm]	Maximum Average Spacing	Minimum Average Height	Maximum Gap (Cheek of 12.5 % of Nominal Perimeter)
3 [10]	0.376 [0.560]	0.375 [9.5]	0.11 [71]	1.178 [29.9]	0.262 [6.7]	0.015 [0.38]	0.143 [3.6]
4 [13]	0.688 [0.994]	0.500 [12.7]	0.20 [129]	1.571 [39.9]	0.350 [8.9]	0.020 [0.51]	0.191 [4.8]
5 [16]	1.043 [1.552]	0.625 [15.9]	0.31 [199]	1.963 [49.9]	0.437 [11.1]	0.028 [0.71]	0.239 [6.1]
6 [19]	1.502 [2.235]	0.750 [19.1]	0.44 [284]	2.356 [59.8]	0.525 [13.3]	0.038 [0.97]	0.286 [7.3]
7 [22]	2.044 [3.042]	0.875 [22.2]	0.60 [387]	2.749 [69.8]	0.612 [15.5]	0.044 [1.12]	0.334 [8.5]
8 [25]	2.670 [3.973]	1.000 [25.4]	0.79 [510]	3.142 [79.8]	0.700 [17.8]	0.050 [1.27]	0.382 [9.7]
9 [29]	3.400 [5.000]	1.128 [28.7]	1.00 [645]	3.534 [90.0]	0.790 [20.1]	0.056 [1.42]	0.431 [10.9]
10 [32]	4.303 [6.404]	1.270 [32.3]	1.27 [818]	3.926 [101.2]	0.880 [22.6]	0.064 [1.63]	0.487 [12.4]
11 [36]	5.313 [7.907]	1.410 [35.8]	1.56 [1006]	4.430 [112.5]	0.987 [25.1]	0.071 [1.80]	0.540 [13.7]
14 [43]	7.65 [11.36]	1.693 [43.0]	2.25 [1452]	5.32 [135.1]	1.185 [30.1]	0.085 [2.16]	0.648 [16.5]
18 [57]	13.60 [20.24]	2.257 [57.3]	4.00 [2581]	7.09 [180.1]	1.58 [40.1]	0.102 [2.59]	0.864 [21.9]

<sup>a</sup> The nominal dimensions of a deformed bar are equivalent to those of a plain round bar having the same weight [mass] per foot [meter] as the deformed bar.

TABLE 2 Tensile Requirements

	Grade 60 [420]	Grade 80 [550]
Tensile strength, min, psi [MPa]	80 000 [550] <sup>a</sup>	100 000 [690] <sup>a</sup>
Yield strength, min, psi [MPa]	60 000 [420]	80 000 [550]
Yield strength, max, psi [MPa]	78 000 [540]	98 000 [675]
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %		
Bar Designation Nos.		
3, 4, 5, 6 [10, 13, 16, 19]	14	12
7, 8, 9, 10, 11 [22, 25, 29, 32, 36]	12	12
14, 18 [43, 57]	10	10

<sup>a</sup> Tensile strength shall not be less than 1.25 times the actual yield strength.

A751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products

E29 Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

2.2 AWS Standard:<sup>4</sup>

AWS D1.4/D1.4M Structural Welding Code—Reinforcing Steel

2.3 U.S. Military Standard:<sup>5</sup>

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage

2.4 U.S. Federal Standard:<sup>5</sup>

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)

### 3. Terminology

3.1 Definitions of Terms Specific to This Specification:

3.1.1 deformations, *n*—transverse protrusions on a deformed bar.

3.1.2 deformed bar, *n*—steel bar with protrusions; a bar that is intended for use as reinforcement in reinforced concrete and related construction.

3.1.2.1 Discussion—The surface of the bar is provided with lugs or protrusions that inhibit longitudinal movement of the bar relative to the concrete surrounding the bar in such construction. The lugs or protrusions conform to the provisions of this specification.

3.1.3 plain bar, *n*—steel bar without protrusions.

<sup>4</sup> Available from American Welding Society (AWS), 8669 NW 36 Street, #130, Miami, FL 33166-6672, <http://www.aws.org>.

<sup>5</sup> Available from Standardization Documents Order Desk, DODSSP, Bldg. 4, Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5098, <http://www.dodssp.daps.mil>.

3.1.4 rib, *n*—longitudinal protrusions on a deformed bar.

### 4. Ordering Information

4.1 Orders for low-alloy steel bars for concrete reinforcement under this specification shall contain the following information:

4.1.1 Quantity (weight) [mass],

4.1.2 Deformed or plain,

4.1.3 Bar designation number (size) of deformed bars, or nominal diameter (size) of plain bars,

4.1.4 Cut lengths or coils,

4.1.5 Grade, and

4.1.6 ASTM designation and year of issue.

4.2 The purchaser shall have the option to specify additional requirements, including but not limited to, the following:

4.2.1 Special package marking requirements (20.2),

4.2.2 Other special requirements, if any, and

4.2.3 Optional requirements of Annex A1, if applicable.

### 5. Material and Manufacture

5.1 The bars shall be processed from properly identified heats of mold-cast or strand-cast steel. The steel shall be made by any commercially accepted process.

### 6. Chemical Composition

6.1 The chemical analysis of each heat shall be determined in accordance with Test Methods, Practices, and Terminology A751. The manufacturer shall make the analysis on test samples taken preferably during the pouring of the heat. The percentages of carbon, manganese, phosphorus, sulfur, silicon, copper, nickel, chromium, molybdenum, and vanadium shall be determined.

6.2 The chemical composition as shown by heat analysis shall be limited by the following:

Element	max, %
Carbon	0.30
Manganese	1.50
Phosphorus	0.035
Sulfur	0.045
Silicon	0.50

6.3 Choice and use of alloying elements, combined with carbon, phosphorus, and sulfur to produce the mechanical



properties prescribed in Table 2 and Table 3, shall be made by the manufacturer. Elements commonly used include manganese, silicon, copper, nickel, chromium, molybdenum, vanadium, columbium, titanium, and zirconium.

6.4 The heat analysis shall be such as to provide a carbon equivalent (C.E.) not exceeding 0.55 % as calculated by the following formula:

$$C.E. = \% C + \frac{\% Mn}{6} + \frac{\% Cu}{40} + \frac{\% Ni}{20} + \frac{\% Cr}{10} + \frac{\% Mo}{50} + \frac{\% V}{10} \quad (1)$$

6.5 *Product (Check) Verification Analysis*—A product check analysis made by the purchaser shall not exceed the following percentages:

Element	max, %
Carbon	0.33 %
Manganese	1.56 %
Phosphorus	0.043 %
Sulfur	0.053 %
Silicon	0.55 %

7. Requirements for Deformations

7.1 Deformations shall be spaced along the bar at substantially uniform distances. The deformations on opposite sides of the bar shall be similar in size, shape, and pattern.

7.2 The deformations shall be placed with respect to the axis of the bar so that the included angle is not less than 45°. Where the line of deformations forms an included angle with the axis of the bar from 45 to 70°, inclusive, the deformations shall reverse alternately in direction on each side, or those on one side shall be reversed in direction from those on the opposite side. Where the line of deformation is over 70°, a reversal in direction shall not be required.

7.3 The average spacing or distance between deformations on each side of the bar shall not exceed 3/10 of the nominal diameter of the bar.

7.4 The overall length of deformations shall be such that the gap (measured as a chord) between the ends of the deformations shall not exceed 12.5 % of the nominal perimeter of the bar. Where the ends terminate in a rib, the width of the rib shall be considered as the gap between these ends. The summation of the gaps shall not exceed 25 % of the nominal perimeter of the bar. The nominal perimeter of the bar shall be 3.1416 times the nominal diameter.

7.5 The spacing, height, and gap of deformations shall conform to the requirements prescribed in Table 1.

8. Measurements of Deformations

8.1 The average spacing of deformations shall be determined by measuring the length of a minimum of 10 spaces and

dividing that length by the number of spaces included in the measurement. The measurement shall begin from a point on a deformation at the beginning of the first space to a corresponding point on a deformation after the last included space. Spacing measurements shall not be made over a bar area containing bar marking symbols involving letters or numbers.

8.2 The average height of deformations shall be determined from measurements made on not less than two typical deformations. Determinations shall be based on three measurements per deformation, one at the center of the overall length and the other two at the quarter points of the overall length.

8.3 Insufficient height, insufficient circumferential coverage, or excessive spacing of deformations shall not constitute cause for rejection unless it has been clearly established by determinations on each lot (see Note 1) tested that typical deformation height, gap, or spacing do not conform to the minimum requirements prescribed in Section 7. No rejection shall be made on the basis of measurements if fewer than ten adjacent deformations on each side of the bar are measured.

NOTE 1—As used within the intent of 8.3, the term "lot" shall mean all the bars of one bar size and pattern of deformations contained in an individual shipping release or shipping order.

9. Tensile Requirements

9.1 The material, as represented by the test specimens, shall conform to the requirements for tensile properties prescribed in Table 2.

9.2 The yield point or yield strength shall be determined by one of the following methods:

9.2.1 The yield point shall be determined by the drop of the beam or halt in the gauge of the tensile testing machine, where the steel tested has a sharp-knead or well-defined yield point.

9.2.2 Where the steel does not have a well-defined yield point, the yield strength shall be determined by the offset method (0.2 % offset) as described in Test Methods and Definitions A370.

9.3 When material is furnished in coils, the test specimen shall be taken from the coil and straightened prior to placing it in the jaws of the tensile testing machine. (See Note 2.)

NOTE 2—Straighten the test specimen to avoid formation of local sharp bends and to minimize cold work. Insufficient straightening prior to attaching the extensometer can result in lower-than-actual yield strength readings.

9.3.1 Test specimens taken from post-fabricated material shall not be used to determine conformance to this specification. (See Note 3.)

NOTE 3—Multiple bending distortion from mechanical straightening and fabricating machines can lead to excessive cold work, resulting in higher yield strengths, lower elongation values, and a loss of deformation height.

9.4 The percentage of elongation shall be as prescribed in Table 2.

10. Bending Requirements

10.1 The bend test specimen shall withstand being bent around a pin without cracking on the outside radius of the bent portion. The requirements for degree of bending and sizes of

TABLE 3 Bend Test Requirements

Bar Designation No.	Pin Diameter for 180° Bend Tests	
	Grade 60 [420]	Grade 60 [550]
3, 4, 5 [10, 13, 16]	3d <sup>a</sup>	3 1/2d <sup>a</sup>
6, 7, 8 [18, 22, 25]	4d	5d
9, 10, 11 [29, 32, 36]	6d	7d
14, 15 [43, 57]	8d	9d

<sup>a</sup> d = nominal diameter of specimen.

pins are prescribed in Table 3. When material is furnished in coils, the test specimen shall be straightened prior to placing it in the bend tester.

10.2 The bend test shall be made on specimens of sufficient length to ensure free bending and with apparatus that provides:

10.2.1 Continuous and uniform application of force throughout the duration of the bending operation,

10.2.2 Unrestricted movement of the specimen at points of contact with the apparatus and bending around a pin free to rotate,

10.2.3 Close wrapping of the specimen around the pin during the bending operation.

10.3 It is permissible to use more severe methods of bend testing, such as placing a specimen across two pins free to rotate and applying the bending force with a fixed pin. When failures occur under more severe methods, retests shall be permitted under the bend-test method prescribed in 10.2.

## 11. Permissible Variation in Weight [Mass]

11.1 Deformed reinforcing bars shall be evaluated on the basis of nominal weight [mass]. The weight [mass] determined using the measured weight [mass] of the test specimen and rounding in accordance with Practice E29, shall be at least 94 % of the applicable weight [mass] per unit length prescribed in Table 1. In no case shall overweight [excess mass] of any deformed bar be cause for rejection.

11.2 Weight [mass] variation for plain bars shall be computed on the basis of permissible variation in diameter. For plain bars smaller than 3/8 in. [9.5 mm] in diameter, use Specification A510/A510M. For larger plain bars up to and including 2 1/2 in. [63.5 mm] in diameter, use Specification A6A6M.

## 12. Finish

12.1 The bars shall be free of detrimental surface imperfections.

12.2 Rust, seams, surface irregularities, or mill scale shall not be cause for rejection, provided the weight [mass], nominal dimensions, cross-sectional area, and tensile properties of a hand wire brushed test specimen are not less than the requirements of this specification.

12.3 Surface imperfections or flaws other than those specified in 12.2 shall be considered detrimental when specimens containing such imperfections fail to conform to either tensile or bending requirements. Examples include, but are not limited to, laps, seams, scabs, slivers, cooling or casting cracks, and mill or guide marks.

Norm 4—Deformed reinforcing bars intended for epoxy coating applications should have surfaces with a minimum of sharp edges to achieve proper coverage. Particular attention should be given to bar marks and deformations where coating difficulties are prone to occur.

Norm 5—Deformed reinforcing bars destined to be mechanically spliced or butt-spliced by welding may require a certain degree of roundness in order for the splices to adequately achieve strength requirements.

## 13. Number of Tests

13.1 One tension test and one bend test shall be made of each bar size rolled from each heat.

13.2 One set of dimensional property tests including bar weight [mass] and spacing, height, and gap of deformations shall be made of each bar size rolled from each heat.

## 14. Retests

14.1 If the results of an original tension test specimen fail to meet the specified minimum requirements and are within 2000 psi [14 MPa] of the required tensile strength, within 1000 psi [7 MPa] of the required yield strength, or within two percentage units of the required elongation, a retest shall be permitted on two random specimens for each original tension test specimen failure from the lot. Both retest specimens shall meet the requirements of this specification.

14.2 If a bend test fails for reasons other than mechanical reasons or flaws in the specimen as described in 14.4.2 and 14.4.3, a retest shall be permitted on two random specimens from the same lot. Both retest specimens shall meet the requirements of this specification. The retest shall be performed on test specimens that are at air temperature but not less than 60°F [16°C].

14.3 If a weight [mass] test fails for reasons other than flaws in the specimen as described in 14.4.3, a retest shall be permitted on two random specimens from the same lot. Both retest specimens shall meet the requirements of this specification.

14.4 If the original test or any of the random retests fails because of any reasons listed in 14.4.1, 14.4.2, or 14.4.3, the test shall be considered an invalid test:

14.4.1 The elongation property of any tension test specimen is less than that specified, and any part of the fracture is outside the middle half of the gage length, as indicated by scribe marks on the specimen before testing;

Norm 6—Marking specimens with multiple scribe or punch marks can reduce the occurrence of fracture outside or near these marks and the need for declaring the test invalid.

14.4.2 Mechanical reasons such as failure of testing equipment or improper specimen preparation; and

14.4.3 Flaws are detected in a test specimen, either before or during the performance of the test.

14.5 The original results from 14.4.1, 14.4.2, or 14.4.3 shall be discarded and the test shall be repeated on a new specimen from the same lot.

## 15. Test Specimens

15.1 All mechanical tests shall be conducted in accordance with Test Methods and Definitions A370 including Annex A9.

15.2 Tension test specimens shall be the full section of the bar as rolled. The unit stress determination shall be based on the nominal bar area.

15.3 Bend test specimens shall be the full section of the bar as rolled.

## 16. Test Reports

16.1 The following information shall be reported on a per heat basis. Report additional items as requested or desired.



16.1.1 Chemical analysis including the percentages of carbon, manganese, phosphorus, sulfur, silicon, copper, nickel, chromium, molybdenum, and vanadium.

16.1.2 Carbon equivalent in accordance with 6.4.

16.1.3 Tensile properties.

16.1.4 Bend test results.

16.2 A Material Test Report, Certificate of Inspection, or similar document printed from or used in electronic form from an electronic data interchange (EDI) transmission shall be regarded as having the same validity as a counterpart printed in the certifier's facility. The content of the EDI transmitted document shall meet the requirements of the invoked ASTM standard(s) and conform to any EDI agreement between the purchaser and the manufacturer. Notwithstanding the absence of a signature, the organization submitting the EDI transmission is responsible for the content of the report.

*NOTE 7*—The industry definition invoked here is: EDI is the computer to computer exchange of business information in a standard format such as ANSI ASC X12.

## 17. Inspection

17.1 The inspector representing the purchaser shall have free entry, at all times while work on the contract of the purchaser is being performed, to all parts of the manufacturer's works that concern the manufacture of the material ordered. The manufacturer shall afford the inspector all reasonable facilities to satisfy the inspector that the material is being furnished in accordance with this specification. All tests (except product (check) analysis) and inspection shall be made at the place of manufacture prior to shipment, unless otherwise specified, and shall be so conducted so as not to interfere unnecessarily with the operation of the works.

17.2 *For Government Procurement Only*—Except as otherwise specified in the contract, the contractor shall be responsible for the performance of all inspection and test requirements specified herein and shall be permitted to use one's own or any other suitable facilities for the performance of the inspection and test requirements specified herein, unless disapproved by the purchaser at the time of purchase. The purchaser shall have the right to perform any of the inspections and tests at the same frequency as set forth in this specification where such inspections are deemed necessary to assure that material conforms to prescribed requirements.

## 18. Rejection and Rehearing

18.1 Any rejection based on testing undertaken by the purchaser shall be promptly reported to the manufacturer.

18.2 Samples tested that represent rejected material shall be preserved for two weeks from the date rejection is reported to the manufacturer. In case of dissatisfaction with the results of the tests, the manufacturer shall have the right to make claim for a rehearing within that time.

## 19. Marking

19.1 When loaded for mill shipment, bars shall be properly separated and tagged with the manufacturer's heat or test identification number.

19.2 Each manufacturer shall identify the symbols of their marking system.

19.3 All bars produced to this specification, except plain bars, which shall be tagged for grade, shall be identified by a distinguishing set of marks legibly rolled onto the surface of one side of the bar to denote in the following order:

19.3.1 *Point of Origin*—Letter or symbol established as the manufacturer's mill designation.

19.3.2 *Size Designation*—Arabic number corresponding to bar designation number of Table 1.

19.3.3 *Type of Steel*—Letter *W* indicating that the bar was produced to this specification, or letters *W* and *S* indicating that the bar was produced to meet both this specification and Specification A615/A615M.

19.3.4 *Minimum Yield Strength Designation*—For Grade 60 [420] bars, the marking shall be either the number 60 [4] or a single continuous longitudinal line through at least five spaces offset from the center of the bar. For Grade 80 [550] bars, the marking shall be either the number 80 [6] or three continuous longitudinal lines through at least five spaces.

19.3.5 It shall be permissible to substitute a metric size bar of Grade 420 for the corresponding inch-pound size bar of Grade 60, and a metric size bar of Grade 550 for the corresponding inch-pound size bar of Grade 80.

## 20. Packaging and Package Marking

20.1 Packaging, marking, and loading for shipment shall be in accordance with Practices A700.

20.2 When specified in the purchase order or contract, and for direct procurement by or direct shipment to the U.S. Government, marking for shipment, in addition to requirements specified in the purchase order or contract, shall be in accordance with MIL-STD-129 for military agencies and with Fed. Std. No. 123 for civil agencies.

## 21. Keywords

21.1 alloy steel; concrete reinforcement; deformations (protrusions); steel bars

ANNEX

(Mandatory Information)

A1. ALTERNATE BAR SIZES

A1.1 The following requirements shall apply only when specified in the purchase order or contract. When specified, the following Table A1.1, Table A1.2, and Table A1.3 replace Table 1, Table 2, and Table 3, respectively.

TABLE A1.1 Deformed Bar Designations, Nominal Weights [Masses], Nominal Dimensions, and Deformation Requirements

Bar Designation No. <sup>a</sup>	Nominal Weight, lb/ft <sup>b</sup> [Nominal Mass, kg/m <sup>3</sup> ]	Nominal Dimensions <sup>c</sup>			Deformation Requirements, in. [mm]		
		Diameter, in. [mm]	Cross-Sectional Area, in. <sup>2</sup> [mm <sup>2</sup> ]	Perimeter, in. [mm]	Maximum Average Spacing	Minimum Average Height	Maximum Gap [Chord of 12.5 % of Nominal Perimeter]
10	0.414 [0.617]	0.394 [10.0]	0.12 [79]	1.237 [31.4]	0.276 [7.0]	0.016 [0.40]	0.151 [3.8]
12	0.597 [0.868]	0.472 [12.0]	0.18 [113]	1.484 [37.7]	0.331 [8.4]	0.019 [0.48]	0.181 [4.6]
16	1.061 [1.578]	0.630 [16.0]	0.31 [201]	1.979 [50.3]	0.441 [11.2]	0.026 [0.72]	0.241 [6.1]
20	0.657 [2.466]	0.787 [20.0]	0.49 [314]	2.474 [62.8]	0.551 [14.0]	0.030 [1.00]	0.301 [7.7]
25	2.589 [3.853]	0.984 [25.0]	0.76 [491]	3.092 [78.5]	0.689 [17.5]	0.040 [1.25]	0.377 [9.6]
28	3.248 [4.834]	1.102 [28.0]	0.95 [616]	3.463 [88.0]	0.772 [19.6]	0.055 [1.40]	0.422 [10.7]
32	4.242 [6.313]	1.260 [32.0]	1.25 [804]	3.958 [100.5]	0.882 [22.4]	0.063 [1.60]	0.482 [12.2]
36	5.369 [7.990]	1.417 [36.0]	1.58 [1018]	4.453 [113.1]	0.992 [25.2]	0.071 [1.80]	0.542 [13.8]
40	6.629 [9.865]	1.575 [40.0]	1.95 [1257]	4.947 [125.7]	1.102 [28.0]	0.079 [2.00]	0.603 [15.3]
50	10.36 [15.41]	1.989 [50.0]	3.04 [1962]	6.184 [157.1]	1.379 [35.0]	0.098 [2.50]	0.753 [19.1]
60	14.91 [22.20]	2.362 [60.0]	4.38 [2827]	7.421 [188.5]	1.654 [42.0]	0.106 [2.70]	0.904 [23.0]

<sup>a</sup> The bar designations are based on the number of millimetres of the nominal diameter of the bar.

<sup>b</sup> The assumed weight of a cubic foot of steel is 490 lb/ft<sup>3</sup> in accordance with Specification A6/A6M.

<sup>c</sup> The assumed mass of a cubic metre of steel is 7850 kg/m<sup>3</sup> in accordance with Specification A6/A6M.

<sup>d</sup> The nominal dimensions of a deformed bar are equivalent to those of a plain round bar having the same weight [mass] per foot [metre] as the deformed bar.

 **A706/A706M – 14**

**TABLE A1.2 Tensile Requirements**

	Grade 60 [420]	Grade 80 [550]
Tensile strength, min, psi [MPa]	90 000 [620] <sup>a</sup>	105 000 [725] <sup>a</sup>
Yield strength, min, psi [MPa]	60 000 [420]	80 000 [550]
Yield strength, max, psi [MPa]	70 000 [480]	98 000 [675]
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %		
Bar Designation No.		
10, 12, 16, 20	14	12
25, 30, 36	12	12
40, 50, 60	10	10

<sup>a</sup> Tensile strength shall not be less than 1.25 times the actual yield strength.

**TABLE A1.3 Bend Test Requirements**

Bar Designation No.	Pin Diameter for 180° Bend Tests	
	Grade 60 [420]	Grade 80 [550]
10, 12, 16	3d <sup>a</sup>	3/32 <sup>a</sup>
20, 25	4d	5d
30, 36, 38	6d	7d
40, 50, 60	8d	9d

<sup>a</sup> d = nominal diameter of specimen.

**SUMMARY OF CHANGES**

Committee A01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (A706/A706M – 13) that may impact the use of this standard. (Approved April 1, 2014.)

- (1) Revised Sections 1, 2, 4, 5, 9, 12, 13, 16, 18, 19, Annex A1, and Table A1.2.      (2) Added Sections 10, 14, and 15.  
 (3) Revised 11.2 and 20.2.

Committee A01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (A706/A706M – 09b) that may impact the use of this standard. (Approved Oct. 1, 2013.)

- (1) Deleted Note 1 from 1.2 and renumbered subsequent notes.      (3) Added 4.2.3.  
 (2) Added 1.6.      (4) Added Annex A1.

*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2952, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9888 (phone), 610-832-9822 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the ASTM website (www.astm.org/COPYRIGHT).*

# Anexo C. Norma ASTM A615/615M.



Designation: A 615/A 615M – 96a<sup>1</sup>

American Association of State Highway and  
Transportation Officials Standard  
AASHTO No.: M 31

## Standard Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 615/A 615M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

<sup>1</sup> Note—An editorial correction was made in Note 1 in September 1999.

### 1. Scope

1.1 This specification covers deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement in cut lengths and coils. The standard sizes and dimensions of deformed bars and their number designations shall be those listed in Table 1. The text of this specification references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the specification.

1.2 Bars are of three minimum yield levels: namely, 40 000 [300 MPa], 60 000 [420 MPa], and 75 000 psi [520 MPa], designated as Grade 40 [300], Grade 60 [420], and Grade 75 [520], respectively.

1.3 Hot-rolled plain rounds, in sizes up to and including 2 in. [50.8 mm] in diameter in coils or cut lengths, when specified for dowels, spirals and structural ties or supports shall be furnished under this specification in Grade 40 [300], Grade 60 [420], and Grade 75 [520]. For ductility properties (elongation and bending), test provisions of the nearest smaller nominal diameter deformed bar size shall apply. Requirements providing for deformations and marking shall not be applicable.

Note 1—Welding of the material in this specification should be approached with caution since no specific provisions have been included to enhance its weldability. When steel is to be welded, a welding procedure suitable for the chemical composition and intended use or service should be used. The use of the latest edition of ANSI/AWS D 1.4 is recommended. This document describes the proper selection of the filler metals, preheat/interpass temperatures, as well as, performance and procedure qualification requirements.

1.4 This specification is applicable for orders in either inch-pound units (as Specification A 615) or in SI units (as Specification A 615M).

1.5 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not

exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in nonconformance with the specification.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

A 6/A 6M Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling<sup>2</sup>

A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products<sup>3</sup>

A 510 Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel<sup>3</sup>

A 510M Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel (Metric)<sup>3</sup>

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment<sup>4</sup>

A 706/A 706M Specification for Low-Alloy Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement<sup>2</sup>

E 29 Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications<sup>5</sup>

#### 2.2 AWS Standard:

ANSI/AWS D 1.4 Structural Welding Code—Reinforcing Steel<sup>6</sup>

#### 2.3 U.S. Military Standards:

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage<sup>7</sup>

MIL-STD-163 Steel Mill Products Preparation for Shipment and Storage<sup>7</sup>

#### 2.4 U.S. Federal Standard:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)<sup>7</sup>

### 3. Terminology

#### 3.1 Definitions of Terms Specific to This Standard:

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05.

<sup>5</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02.

<sup>6</sup> Available from American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, FL 33135.

<sup>7</sup> Available from Standardization Documents Order Desk, Hqdg. 4 Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPODS.

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A-1 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.05 on Steel Reinforcement.

Current edition approved July 10, 1996. Published September 1996. Originally published as A 615 – 68. Last previous edition A 615/A 615M – 96.



# A 615/A 615M

**TABLE 1 Deformed Bar Designation Numbers, Nominal Weights (Masses), Nominal Dimensions, and Deformation Requirements**

Bar Designation No. <sup>a</sup>	Nominal Weight, lb/ft [Nominal Mass, kg/m]	Nominal Dimensions <sup>b</sup>			Deformation Requirements, in. [mm]		
		Diameter, in. [mm]	Cross-Sectional Area, in. <sup>2</sup> [mm <sup>2</sup> ]	Perimeter, in. [mm]	Minimum Average Spacing	Minimum Average Height	Maximum Gap (Chord of 12.5 % of Nominal Perimeter)
3 [10]	0.375 [0.990]	0.375 [9.5]	0.11 [71]	1.178 [29.9]	0.282 [5.7]	0.015 [0.38]	0.143 [3.6]
4 [13]	0.668 [0.994]	0.500 [12.7]	0.20 [129]	1.571 [39.9]	0.390 [9.9]	0.020 [0.51]	0.191 [4.9]
5 [16]	1.043 [1.992]	0.625 [15.9]	0.31 [199]	1.963 [49.9]	0.437 [11.1]	0.028 [0.71]	0.239 [6.1]
6 [19]	1.502 [2.238]	0.750 [19.1]	0.44 [284]	2.356 [59.8]	0.525 [13.3]	0.038 [0.97]	0.286 [7.3]
7 [22]	2.044 [3.042]	0.875 [22.2]	0.60 [387]	2.749 [69.8]	0.612 [15.5]	0.044 [1.12]	0.334 [8.5]
8 [25]	2.670 [3.973]	1.000 [25.4]	0.79 [510]	3.142 [79.8]	0.700 [17.8]	0.050 [1.27]	0.383 [9.7]
9 [29]	3.400 [5.063]	1.128 [28.7]	1.00 [646]	3.544 [90.0]	0.790 [20.1]	0.056 [1.42]	0.431 [10.9]
10 [32]	4.303 [5.404]	1.270 [32.3]	1.27 [819]	3.990 [101.3]	0.889 [22.6]	0.064 [1.63]	0.487 [12.4]
11 [36]	5.313 [7.907]	1.410 [35.8]	1.56 [1008]	4.430 [112.8]	0.987 [25.1]	0.071 [1.80]	0.540 [13.7]
14 [43]	7.88 [11.38]	1.693 [43.0]	2.25 [1482]	5.32 [136.1]	1.185 [30.1]	0.085 [2.16]	0.648 [16.5]
18 [57]	13.60 [20.24]	2.257 [57.3]	4.00 [2581]	7.09 [180.1]	1.58 [40.1]	0.102 [2.59]	0.864 [21.9]

<sup>a</sup>Bar numbers are based on the number of eighths of an inch included in the nominal diameter of the bars [bar numbers approximate the number of millimetres of the nominal diameter of the bar].

<sup>b</sup>The nominal dimensions of a deformed bar are equivalent to those of a plain round bar having the same weight [mass] per foot [metre] as the deformed bar.

3.1.1 *deformed bar*—steel bar with protrusions; a bar that is intended for use as reinforcement in reinforced concrete construction.

3.1.1.1 *Discussion*—The surface of the bar is provided with lugs or protrusions that inhibit longitudinal movement of the bar relative to the concrete surrounding the bar in such construction. The lugs or protrusions conform to the provisions of this specification.

3.1.2 *deformations*—protrusions on a deformed bar.

3.1.3 *plain bar*—steel bar without protrusions.

3.1.4 *rib*—longitudinal protrusion on a deformed bar.

## 4. Ordering Information

4.1 It shall be the responsibility of the purchaser to specify all requirements that are necessary for material ordered to this specification. Such requirements shall include but are not limited to the following:

- 4.1.1 Quantity (weight) [mass].
- 4.1.2 Name of material (deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement).
- 4.1.3 Size.
- 4.1.4 Cut lengths or coils.
- 4.1.5 Deformed or plain.
- 4.1.6 Grade.
- 4.1.7 Packaging (see Section 21).
- 4.1.8 ASTM designation and year of issue, and
- 4.1.9 Certified mill test reports (if desired). (See Section 16.)

Note 2—A typical ordering description is as follows: 20 tons, deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement, No. 8, 60 ft 0 in. long, deformed, Grade 60, in secured lifts, to ASTM A 615 —. Certified mill test reports are required.

[19 tons, deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement, No. 25, 18.3-m long, deformed, Grade 420, in secured lifts to ASTM A 615M —. Certified mill test reports are required.]

## 5. Material and Manufacture

5.1 The bars shall be rolled from properly identified heats of mold cast or strand cast steel using the open-hearth, basic-oxygen, or electric-furnace process.

## 6. Chemical Composition

6.1 An analysis of each heat of steel shall be made by the

manufacturer from test samples taken preferably during the pouring of the heats. The percentages of carbon, manganese, phosphorus, and sulfur, shall be determined. The phosphorus content thus determined shall not exceed 0.06 %.

6.2 An analysis may be made by the purchaser from finished bars. The phosphorus content thus determined shall not exceed that specified in 6.1 by more than 25 %.

## 7. Requirements for Deformations

7.1 Deformations shall be spaced along the bar at substantially uniform distances. The deformations on opposite sides of the bar shall be similar in size, shape, and pattern.

7.2 The deformations shall be placed with respect to the axis of the bar so that the included angle is not less than 45°. Where the line of deformations forms an included angle with the axis of the bar from 45 to 70° inclusive, the deformations shall alternately reverse in direction on each side, or those on one side shall be reversed in direction from those on the opposite side. Where the line of deformations is over 70°, a reversal in direction shall not be required.

7.3 The average spacing or distance between deformations on each side of the bar shall not exceed seven tenths of the nominal diameter of the bar.

7.4 The overall length of deformations shall be such that the gap between the ends of the deformations on opposite sides of the bar shall not exceed 12½ % of the nominal perimeter of the bar. Where the ends terminate in a longitudinal rib, the width of the longitudinal rib shall be considered the gap. Where more than two longitudinal ribs are involved, the total width of all longitudinal ribs shall not exceed 25 % of the nominal perimeter of the bar; furthermore, the summation of gaps shall not exceed 25 % of the nominal perimeter of the bar. The nominal perimeter of the bar shall be 3.14 times the nominal diameter.

7.5 The spacing, height, and gap of deformations shall conform to the requirements prescribed in Table 1.

## 8. Measurements of Deformations

8.1 The average spacing of deformations shall be determined by dividing a measured length of the bar specimen by the number of individual deformations and fractional parts of deformations on any one side of the bar specimen. A measured length of the bar specimen shall be considered the distance

from a point on a deformation to a corresponding point on any other deformation on the same side of the bar. Spacing measurements shall not be made over a bar area containing bar marking symbols involving letters or numbers.

8.2 The average height of deformations shall be determined from measurements made on not less than two typical deformations. Determinations shall be based on three measurements per deformation, one at the center of the overall length and the other two at the quarter points of the overall length.

8.3 Insufficient height, insufficient circumferential coverage, or excessive spacing of deformations shall not constitute cause for rejection unless it has been clearly established by determinations on each lot (Note 3) tested that typical deformation height, gap, or spacing do not conform to the minimum requirements prescribed in Section 7. No rejection shall be made on the basis of measurements if fewer than ten adjacent deformations on each side of the bar are measured.

Note 3—As used within the intent of 8.3, the term "lot" shall mean all the bars of one bar size and pattern of deformations contained in an individual shipping release or shipping order.

**9. Tensile Requirements**

9.1 The material, as represented by the test specimens, shall conform to the requirements for tensile properties prescribed in Table 2.

9.2 The yield point or yield strength shall be determined by one of the following methods:

9.2.1 The yield point shall be determined by drop of the beam or halt in the gage of the testing machine.

9.2.2 Where the steel tested does not have a well-defined yield point, the yield strength shall be determined by reading the stress corresponding to the prescribed strain using an autographic diagram method or an extensometer as described in Test Methods and Definitions A 370. The strain shall be 0.5 % of gage length for Grade 40 [300] and Grade 60 [420] and shall be 0.35 % of gage length for Grade 75 [520]. When material is furnished in coils, the test sample shall be straightened prior to placing it in the jaws of the tensile machine. Straightening shall be done carefully to avoid formation of local sharp bends and to minimize cold work. Insufficient straightening prior to attaching the extensometer can result in lower-than-actual yield strength readings.

9.3 The percentage of elongation shall be as prescribed in Table 2.

TABLE 2 Tensile Requirements

	Grade 40 [300] <sup>a</sup>	Grade 60 [420]	Grade 75 [520] <sup>b</sup>
Tensile strength, min, psi [MPa]	70 000 [500]	90 000 [620]	100 000 [690]
Yield strength, min, psi [MPa]	40 000 [300]	60 000 [420]	75 000 [520]
Elongation in 8 in. [203.2 mm], min, %:			
Bar Designation No.			
3 [10]	11	9	...
4, 5 [13, 16]	12	9	...
6 [19]	12	9	7
7, 8 [22, 28]	...	8	7
9, 10, 11 [29, 32, 36]	...	7	6
14, 18 [43, 57]	...	7	6

<sup>a</sup>Grade 40 [300] bars are furnished only in sizes 3 through 6 [10 through 19].  
<sup>b</sup>Grade 75 [520] bars are furnished only in sizes 6 through 18 [19 through 57].

**10. Bending Requirements**

10.1 The bend-test specimen shall withstand being bent around a pin without cracking on the outside radius of the bent portion. The requirements for degree of bending and sizes of pins are prescribed in Table 3. When material is furnished in coils, the test sample shall be straightened prior to placing it in the bend tester.

10.2 The bend test shall be made on specimens of sufficient length to ensure free bending and with apparatus which provides:

10.2.1 Continuous and uniform application of force throughout the duration of the bending operation.

10.2.2 Unrestricted movement of the specimen at points of contact with the apparatus and bending around a pin free to rotate.

10.2.3 Close wrapping of the specimen around the pin during the bending operation.

10.3 Other acceptable more severe methods of bend testing, such as placing a specimen across two pins free to rotate and applying the bending force with a fixed pin, may be used. When failures occur under more severe methods, retests shall be permitted under the bend-test method prescribed in 10.2.

**11. Permissible Variation in Weight [Mass]**

11.1 Deformed reinforcing bars shall be evaluated on the basis of nominal weight [mass]. The permissible variation shall not exceed 6 % under nominal weight [mass]. In no case shall overweight [excess mass] of any deformed bar be the cause for rejection. Weight [mass] variation for plain rounds shall be computed on the basis of permissible variation in diameter. For plain bars smaller than 3/16 in. [9.5 mm], use Specification A 510 [Specification A 510M]. For larger bars up to and including 2 in. [50.8 mm], use Specification A 6/A 6M.

11.2 The specified limit of variation shall be evaluated in accordance with Practice E 29 (rounding method).

**12. Finish**

12.1 The bars shall be free of detrimental surface imperfections.

12.2 Rust, seams, surface irregularities, or mill scale shall not be cause for rejection, provided the weight, dimensions, cross-sectional area, and tensile properties of a hand wire brushed test specimen are not less than the requirements of this specification.

12.3 Surface imperfections other than those specified in 12.2 shall be considered detrimental when specimens containing such imperfections fail to conform to either tensile or bending requirements.

TABLE 3 Bend Test Requirements

Bar Designation No.	Pin Diameter for Bend Tests <sup>a</sup>		
	Grade 40 [300]	Grade 60 [420]	Grade 75 [520]
3, 4, 5 [10, 13, 16]	3 1/2 d <sup>b</sup>	3 1/2 d	...
6 [19]	5d	5d	5d
7, 8 [22, 28]	...	5d	5d
9, 10, 11 [29, 32, 36]	...	7d	7d
14, 18 [43, 57] (90°)	...	9d	9d

<sup>a</sup>Test bends 180° unless noted otherwise.  
<sup>b</sup>d = nominal diameter of specimen.

**13. Number of Tests**

13.1 For bar sizes No. 3 to 11 [10 to 36], inclusive, one tension test and one bend test shall be made of the largest size rolled from each heat. If, however, material from one heat differs by three or more designation numbers, one tension and one bend test shall be made from both the highest and lowest designation number of the deformed bars rolled.

13.2 For bar sizes Nos. 14 and 18 [43 and 57], one tension test and one bend test shall be made of each size rolled from each heat.

**14. Retests**

14.1 If any tensile property of any tension test specimen is less than that specified, and any part of the fracture is outside the middle third of the gage length, as indicated by scribe scratches marked on the specimen before testing, a retest shall be allowed.

14.2 If the results of an original tension specimen fail to meet the specified minimum requirements and are within 2000 psi [14 MPa] of the required tensile strength, within 1000 psi [7 MPa] of the required yield point, or within two percentage units of the required elongation, a retest shall be permitted on two random specimens for each original tension specimen failure from the lot. Both retest specimens shall meet the requirements of this specification.

14.3 If a bend test fails for reasons other than mechanical reasons or flaws in the specimen as described in 14.5 and 14.6, a retest shall be permitted on two random specimens from the same lot. Both retest specimens shall meet the requirements of this specification. The retest shall be performed on test specimens that are at air temperature but not less than 60°F [16°C].

14.4 If a weight [mass] test fails for reasons other than flaws in the specimen as described in 14.6, a retest shall be permitted on two random specimens from the same lot. Both retest specimens shall meet the requirements of this specification.

14.5 If any test specimen fails because of mechanical reasons such as failure of testing equipment or improper specimen preparation, it may be discarded and another specimen taken.

14.6 If any test specimen develops flaws, it may be discarded and another specimen of the same size bar from the same heat substituted.

**15. Test Specimens**

15.1 All mechanical tests shall be conducted in accordance with Test Methods and Definitions A 370 including Annex A9.

15.2 Tension test specimens shall be the full section of the bar as rolled. The unit stress determination shall be based on the nominal bar area.

15.3 The bend-test specimens shall be the full section of the bar as rolled.

**16. Test Reports**

16.1 When specified in the purchase order, report the following information, on a per heat basis. Additional items may be reported as requested or desired.

16.1.1 Chemical analysis including carbon, manganese, phosphorus, and sulfur.

16.1.2 Tensile properties.

16.1.3 Bend test.

**17. Inspection**

17.1 The inspector representing the purchaser shall have free entry, at all times while work on the contract of the purchaser is being performed, to all parts of the manufacturer's works that concern the manufacture of the material ordered. The manufacturer shall afford the inspector all reasonable facilities to satisfy him that the material is being furnished in accordance with this specification. All tests (except product analysis) and inspection, shall be made at the place of manufacture prior to shipment, unless otherwise specified, and shall be so conducted as not to interfere unnecessarily with the operation of the works.

17.2 *For Government Procurement Only*— Except as otherwise specified in the contract, the contractor is responsible for the performance of all inspection and test requirements specified herein and may use his own or any other suitable facilities for the performance of the inspection and test requirements specified herein, unless disapproved by the purchaser at the time of purchase. The purchaser shall have the right to perform any of the inspections and tests at the same frequency as set forth in this specification, where such inspections are deemed necessary to ensure that material conforms to prescribed requirements.

**18. Rejection**

18.1 Unless otherwise specified, any rejection based on tests made in accordance with 6.2, shall be reported to the manufacturer within five working days from the receipt of samples by the purchaser.

18.2 Material that shows injurious defects subsequent to its acceptance at the manufacturer's works will be rejected, and the manufacturer shall be notified.

**19. Rehearing**

19.1 Samples tested in accordance with 6.2 that represent rejected material shall be preserved for two weeks from the date rejection is reported to the manufacturer. In case of dissatisfaction with the results of the tests, the manufacturer may make claim for a rehearing within that time.

**20. Marking**

20.1 When loaded for mill shipment, bars shall be properly separated and tagged with the manufacturer's heat or test identification number.

20.2 Each producer shall identify the symbols of his marking system.

20.3 All bars produced to this specification, except plain round bars which shall be tagged for grade, shall be identified by a distinguishing set of marks legibly rolled onto the surface of one side of the bar to denote in the following order:

20.3.1 *Point of Origin*—Letter or symbol established as the producer's mill designation.

20.3.2 *Size Designation*—Arabic number corresponding to bar designation number of Table 1.

20.3.3 *Type of Steel*—Letter *S* indicating that the bar was produced to this specification, or for Grade 60 [420] bars only, letters *S* and *W* indicating that the bar was produced to meet both Specifications A 615/A 615M and A 706/A 706M.



## A 615/A 615M

20.3.4 *Minimum Yield Designation*—For Grade 60 [420] bars, either the number 60 [ 4] or a single continuous longitudinal line through at least five spaces offset from the center of the bar side. For Grade 75 [520] bars, either the number 75 [5] or two continuous longitudinal lines through at least five spaces offset each direction from the center of the bar. (No marking designation for Grade 40 [300] bars.)

20.3.5 It shall be permissible to substitute: a metric size bar of Grade 300 for the corresponding inch-pound size bar of Grade 40, a metric size bar of Grade 420 for the corresponding inch-pound size bar of Grade 60, and a metric size bar of Grade 520 for the corresponding inch-pound size bar of Grade 75.

### 21. Packaging

21.1 When specified in the purchase order, packaging shall be in accordance with the procedures in Practices A 700.

21.2 *For Government Procurement Only*— When specified in the contract or order, and for direct procurement by or direct shipment to the U.S. government, material shall be preserved, packaged, and packed in accordance with the requirements of MIL-STD-163. The applicable levels shall be as specified in the contract. Marking for shipment of such material shall be in accordance with Fed. Std. No. 123 for civil agencies and MIL-STD-129 for military agencies.

### 22. Keywords

22.1 concrete reinforcement; deformations (protrusions); steel bars

*The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9888 (phone), 610-832-9888 (fax), or [service@astm.org](mailto:service@astm.org) (e-mail), or through the ASTM website ([www.astm.org](http://www.astm.org)).*



## Anexo D. Norma ASTM A370.



Designation: A370 – 14

### Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A370; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

#### 1. Scope\*

1.1 These test methods<sup>2</sup> cover procedures and definitions for the mechanical testing of steels, stainless steels, and related alloys. The various mechanical tests herein described are used to determine properties required in the product specifications. Variations in testing methods are to be avoided, and standard methods of testing are to be followed to obtain reproducible and comparable results. In those cases in which the testing requirements for certain products are unique or at variance with these general procedures, the product specification testing requirements shall control.

1.2 The following mechanical tests are described:

	Sections
Tension	6 to 14
Band	15
Hardness	16
Brinell	17
Rockwell	18
Portable	19
Impact	20 to 29
Keywords	30

1.3 Annexes covering details peculiar to certain products are appended to these test methods as follows:

	Annex
Bar Products	A1.1
Tubular Products	Annex A2
Fasteners	Annex A3
Round Wire Products	Annex A4
Significance of Notched-Bar Impact Testing	Annex A5
Converting Percentage Elongation of Round Specimens to Equivalents for Flat Specimens	Annex A6
Testing Multi-Wire Strand	Annex A7
Rounding of Test Data	Annex A8
Methods for Testing Steel Reinforcing Bars	Annex A9
Procedure for Use and Control of Heat-Cycle Simulation	Annex A10

1.4 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard.

<sup>1</sup> These test methods and definitions are under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys and are the direct responsibility of Subcommittee A01.13 on Mechanical and Chemical Testing and Processing Methods of Steel Products and Processes.

Current edition approved May 15, 2014. Published July 2014. Originally approved in 1953. Last previous edition approved in 2013 as A370 – 13. DOI: 10.1520/A0370-14.

<sup>2</sup> For ASME Boiler and Pressure Vessel Code applications see related Specification SA-370 in Section II of that Code.

1.5 When this document is referenced in a metric product specification, the yield and tensile values may be determined in inch-pound (ksi) units then converted into SI (MPa) units. The elongation determined in inch-pound gauge lengths of 2 or 8 in. may be reported in SI unit gauge lengths of 50 or 200 mm, respectively, as applicable. Conversely, when this document is referenced in an inch-pound product specification, the yield and tensile values may be determined in SI units then converted into inch-pound units. The elongation determined in SI unit gauge lengths of 50 or 200 mm may be reported in inch-pound gauge lengths of 2 or 8 in., respectively, as applicable.

1.6 Attention is directed to ISO/IEC 17025 when there may be a need for information on criteria for evaluation of testing laboratories.

1.7 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

#### 2. Referenced Documents

##### 2.1 ASTM Standards:<sup>3</sup>

- A623 Specification for Tin Mill Products, General Requirements
- A623M Specification for Tin Mill Products, General Requirements [Metric]
- A703/A703M Specification for Steel Castings, General Requirements, for Pressure-Containing Parts
- A781/A781M Specification for Castings, Steel and Alloy, Common Requirements, for General Industrial Use
- A833 Practice for Indentation Hardness of Metallic Materials by Comparison Hardness Testers
- A956 Test Method for Leeb Hardness Testing of Steel Products
- A1038 Test Method for Portable Hardness Testing by the Ultrasonic Contact Impedance Method

<sup>3</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19408-2958. United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Mon Sep 7 16:38:53 EDT 2015 1

Downloaded/printed by

Universidad Pontificia Bolivariana (Universidad Pontificia Bolivariana) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.



Designation: A 247 – 67 (Reapproved 1998)

## Standard Test Method for Evaluating the Microstructure of Graphite In Iron Castings<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 247; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope

1.1 This test method covers the classification of graphite in cast irons in terms of type, distribution, and size. This test method is intended to be applicable for all iron-carbon alloys containing graphite particles, and may be applied to gray irons, malleable irons, and the ductile (nodular) irons.

1.2 The reference standards included in this test method are in no way to be construed as specifications. In an appropriate specification for a specific material where graphite microstructure is an important consideration this test method may be used as a reference to define concisely the graphite microstructure required.

1.3 These standards are offered primarily to permit accurate reporting of microstructures of cast irons and to facilitate the comparison of reports by different laboratories or investigators.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to consult and establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

E 3 Methods of Preparation of Metallographic Specimens<sup>2</sup>

### 3. Summary of Test Method

3.1 The reference diagrams included in this standard form the basis for classification. Characteristic features of graphite particles are designated by numerals and letters. Type, distribution, and size of observed graphite are compared with the idealized microstructures in the standard charts and rated accordingly as closely as possible to the equal or similar microstructures in the charts.

### 4. Significance and Use

4.1 The comparison of observed graphite particles with the structures shown in the charts give only purely descriptive information on the type, distribution, and size of the graphite in the sample being evaluated. It does not indicate except in a

very broad way the origin of the graphite, or the suitability of the iron-carbon alloy for a particular service.

### 5. Test Specimens or Samples

5.1 The preferred sample is a section cut from an actual casting that is being evaluated. When this is impractical, a test lug or projection often can be cast attached to the casting and sawed or broken off to be used as the sample. If neither of these methods is convenient, microscopical test coupons, such as that recommended by the Ductile Iron Research Committee (12K) of the American Foundrymen's Society<sup>3</sup> should be cast from metal representative of the castings poured.

### 6. Polishing

6.1 Grinding and polishing may follow the usual accepted metallographic procedures as covered in Methods E 3, except that care must be taken that the graphite is retained at the polished surface and not torn or dragged out. Use of diamond powder polishing compound in one of the final stages of polishing is very effective in retaining the graphite at the polished surface.

### 7. Classification of Graphite Form with Chart

7.1 The graphite form type chart (Plate I)<sup>4</sup> is used as a reference standard by scanning the polished specimen under the microscope and noting the graphite forms in the microstructure that more nearly correspond to type designations on the chart.

7.2 Type I is the normal and usually desirable graphite form in ductile iron, although the presence of Type II graphite forms has little or no adverse effect on properties. Graphite forms represented by Types IV through VI often occur in ductile iron in conjunction with Types I and II. The percentages of each graphite type are estimated by observation, or better, by counting the particles of each type. Types present in a sample are to be reported in percentages to total 100. Any convenient magnification that clearly reveals the graphite form may be used.

7.3 Type III is the graphite form most often seen in malleable iron castings after annealing. Some malleable irons may contain Types I or II graphite particles also.

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee A-4 on Iron Castings and is the direct responsibility of Subcommittee A04.21 on Testing.

Current edition effective Aug. 25, 1967. Originally issued 1941. Replaces A 247 – 47.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

<sup>3</sup> Transactions, American Foundrymen's Society, 1960, p. 655.

<sup>4</sup> Plates I, II, and III may be obtained from ASTM Headquarters. Order ADJAO247.

Anexo F. Catálogo de fabricante Diaco.

## Barras Corrugadas

Descripción			Tablas de Características Dimensionales		Contacto
<b>Características Dimensionales</b>			<b>Características Dimensionales</b>		
Número de designación (d)	Pulgadas (")	Masa Nominal kg/m	Número de designación (d)	Masa nominal kg/m	
2	1/4"	0,249	8,5M	0,446	
3	3/8"	0,560	9,0M	0,500	
4	1/2"	0,994	11,0M	0,747	
5	5/8"	1,552	12,0M	0,888	
6	3/4"	2,235	15,0M	1,387	
7	7/8"	3,042			
8	1"	3,973			
9	1 1/8"	5,050			
10	1 1/4"	6,404			
11	1 3/8"	7,907			
<b>Propiedades Mecánicas</b>					
Resistencia a la fluencia (Fy)		Resistencia a la tracción (Fu)	Relación Fu/Fy	Alargamiento Mínimo (en 200mm)	
Min	Max	Min		d ≤ 6	7 ≤ d ≤ 11
420 Mpa	540 Mpa	550 Mpa	≤ 1,25	14%	12%
42 Kgf/mm <sup>2</sup>	55 Kgf/mm <sup>2</sup>	56 Kgf/mm <sup>2</sup>			
60.000 psi	78.000 psi	80.000 psi			

Anexo G. Catálogo de fabricante Ferrasa.

## Ternium Aceros Largos

### Barra Corrugada

**Normas**

Fabricación:  
NTC 2289: 2012-11-21  
(ASTM A706-06)

**Descripción**

Barra de acero laminada en caliente, con resaltes en su superficie para mayor adherencia del concreto.

**Aplicaciones**

Refuerzo para concreto en estructuras sismo resistentes como muros, losas, vigas, columnas, tanques de agua, edificios y diques, entre otras obras civiles y de infraestructura.

**Longitudes**

Las longitudes estándar son de 6 m, 9 m, 12 m y 14 m.

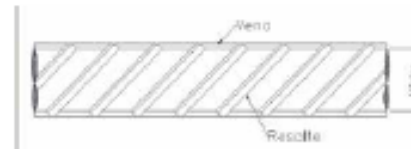
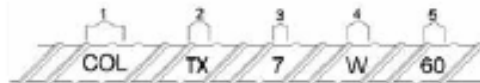


Designación	Diámetro exterior de Pulgada	Diámetro Nominal Milímetros	Peso (masa) nominal (kg/m)	Requisitos de tracción		
				% de elongación (alargamiento) mínimo	Esfuerzo de fluencia (psi)	Esfuerzo último mínimo (psi)
4	1/2"	12,700	0,994	14	60000 - 78000	80000
5	5/8"	15,875	1,552	14	60000 - 78000	80000
6	3/4"	19,050	2,235	14	60000 - 78000	80000
7	7/8"	22,225	3,042	12	60000 - 78000	80000
8	1"	25,400	3,973	12	60000 - 78000	80000
9	1 1/8"	28,575	5,060	12	60000 - 78000	80000
10	1 1/4"	31,750	6,404	12	60000 - 78000	80000

Designación	Diámetro Milímetros	Diámetro Nominal Milímetros	Peso (masa) nominal (kg/m)	Requisitos de tracción		
				% de elongación (alargamiento) mínimo	Esfuerzo de fluencia (Mpa)	Esfuerzo último mínimo (Mpa)
12 M	12	12,000	0,888	14	420 - 540	550

Nota: Longitudes diferentes (entre 6m y 14m), requieren aprobación por parte del área de planificación.

1. País de origen
2. Marca de Ternium
3. Número de designación
4. Tipo de acero
5. Fluencia mínima



ETP consultado: DATETP02006 N8 ETP COLMZL L02 NTC2289, Revisión 4 / Sujetas a cambio sin previo aviso

## Anexo H. Catálogo de fabricante Transfor.

### ACERO DE REFUERZO <sup>1 d</sup>

#### VARILLA CORRUGADA SICARTSA

#### VARILLA SICARTSA / PROPIEDADES MECÁNICAS

Propiedades	NMX-C-407		NMX-B-457
	Grado 30	Grado 42	Grado 42
Resistencia a la Tensión N/mm. <sup>2</sup> (Kg/mm. <sup>2</sup> )	490 (50)*	617 (63)*	490 (50)*
Límite de Fuerza N/mm. <sup>2</sup>	Min.	Min.	Min. - Max.
	294 (30)	412 (42)	412-540 (44-55)
Alargamiento en 200 mm.			
Mínimo en % Varilla No.			
3, 4, 5 y 6			
7	11	9	14
8	11	8	12
9	10	8	12
10	9	7	11
11 y 12	8	7	12
	7	7	12

\*La relación entre la resistencia a la tensión y el límite de fluencia no debe ser menor de 1.25  
\*Equivalente a Norma Americana ASTM A 615

REQUISITOS DE DOBLADO			
Número de Designación de Varilla	NMX-C-407		NMX-B-457
	Grado 30	Grado 42	Grado 42
3, 4 y 5	3 1/2 D	3 1/2 D	3 D
6, 7 y 8	5 D	5 D	4 D
9 y 10	5 D	7 D	6 D
11 y 12	5 D	8 D	5 D

D= Diámetro Normal de la Probeta

Longitud / Longitude - 12 mts.

- a) A solicitud del cliente puede ser suministrada en cortes especiales  
b) Peso de atado 1,800 - 2,000 kgs

#### DIMENSIONES NOMINALES

No. Designación	Diámetro Nominal		Peso Nominal		Área Sección Transversal	Perímetro
	Pulg.	mm.	Kg./m.	Lb/ft	mm. <sup>2</sup>	mm.
3	3/8	9.5	0.56	0.376	71	29.8
4	1/2	12.7	0.994	0.668	127	39.9
5	5/8	15.9	1.562	1.043	198	50.0
6	3/4	19.1	2.235	1.502	285	60.0
8	1	25.4	3.973	2.670	507	79.8
10	1 1/4	31.7	6.225	4.303	794	99.9
12	1 1/2	38.1	8.938	5.988	1,140	119.7

La tolerancia en masa no deberá exceder a +/- 6% en pieza y +/- 3.5 % en lote.

#### SICARTSA CUMPLE RIGUROSAMENTE CON LAS SIGUIENTES NORMAS

	NORMA	GRADO
México	*NMX-B-457 NMX-C-407	30/42
E.U.A.	ASTM A-615	40/60/75
Inglaterra	*ASTM A-706 BS-4449	60 460 (*)
Francia	NF-A35-015 NF-A35-016	FeE22 y FeE24 FeE40
Alemania	DIN 488	Bst 42/50
Japón	JIS-G-3112	SD 35
Chile	NCh-204	A44-28H A83-42H

#### 1-A

ALAMBRÓN SICARTSA	
Milímetros	Equivalencia Decimal en Pulgadas
5.5	0.218
6.3	0.250
7.0	0.276
8.0	0.315
9.5	0.374
10.0	0.394
11.0	0.434
12.0	0.473

De acuerdo a NMX-B365  
\*Peso de rollo: 1,500 - 1,600 kg.  
\*Diámetro de Rollo: 1.00 Mt.  
\*Longitud de Rollo: 1.20 Mt.

Activa  
Ve a Co



## Anexo I. Catálogo de fabricante Paz de Río.

### BARRAS CORRUGADAS

Para ser usadas en todo tipo de construcciones sismoresistentes

#### PROPIEDADES MECÁNICAS

UNIDADES	LÍMITE DE FLUENCIA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ALARGAMIENTO EN 200 mm	
			Designación	% mín
kgf/mm <sup>2</sup>	42 - 55	56 mín	No. de octavos 2 a 6	14
lbf/pulg <sup>2</sup>	60,000 - 78,000	80,000 mín	de pulgada 7 a 10	12
MPa	420 - 540	550 mín	en mm 6M a 12 M	14

Producto con sello de calidad ICONTEC bajo norma NTC 2289 y certificación ISO 9001

#### DIMENSIONES

BARRAS EN PULGADAS		LONGITUD
Designación No.	Pulgadas	Metros
2	1/4	6 y 12
3	3/8	6 y 12
4	1/2	6 y 12
5	5/8	6 y 12
6	3/4	6 y 12
7	7/8	6 y 12
8	1	6 y 12
10	1 1/4	6 y 12



#### USOS

Para refuerzo de estructuras de concreto en todo tipo de proyectos de construcción.

Sabía que?...  
Nuestras Barras y Rollos corrugados son producidos con acero micro aleado (mejorado) teniendo un óptimo desempeño estructural (doblado, soldabilidad, elasticidad).



#### IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRAS SISMORRESISTENTES



País de Origen


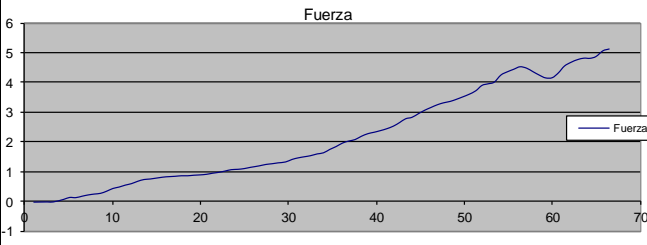
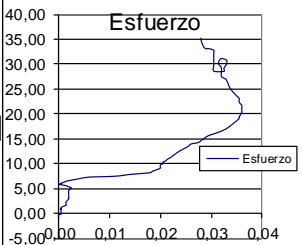


Logo Empresa fabricante

Designación (diámetro nominal de la barra)

Cumple totalmente con la norma NTC 2289

Límite de fluencia mín 60.000 lbf/pulg<sup>2</sup>

**Anexo J. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Ferrasa.**

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado	Pág							
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
<b>ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)</b>										
<b>Ensayo No.: 8212</b>										
Fecha: 14/12/2015										
CLIENTE: UFPSO					Número de la Muestra: F1					
MATERIAL: Acero Corrugado					Referencia: Ferrasa					
DESCRIPCIÓN:					Lote:					
Fecha de producción: 14/12/2015										
RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa										
Vel de ensayo 10 mm/min										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,59									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,51									
Profundidad de la vena (mm)	1,12									
Área (mm²)	145,1									
Carga de Fluencia (kN)	387,5									
Carga Máxima (kN)	78,7									
Def. en la fluencia (%)	12,5									
Elongación final (mm)	554,0									
Área reducida (mm²)	64,6									
Resistencia Real (MPa)	542,4									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1200,4									
Tipo de falla										
 										
<b>Gráfico Esfuerzo vs Deformación</b>										
Observaciones: _____										
Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias										
Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.										
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27										
 <p>VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S. Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088 www.ufpso.edu.co</p> 										
28/12/2010										



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8213**

Fecha: 14/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: F2

Referencia: Ferrasa

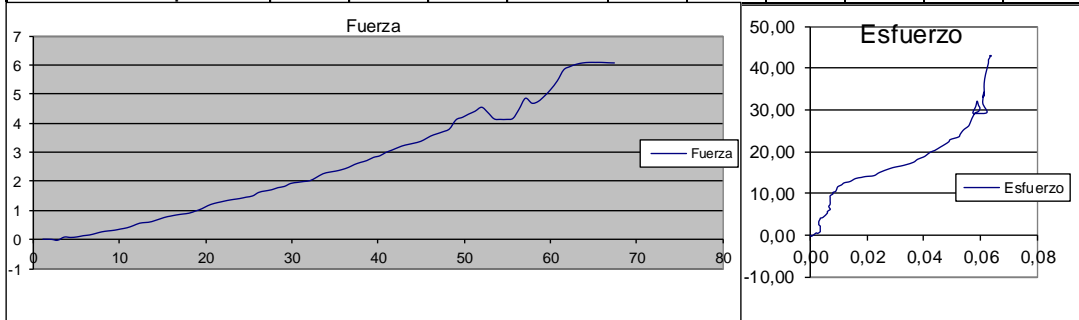
Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de producción: 14/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa

Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,38									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,39									
Profundidad de la vena (mm)	1,26									
Área (mm²)	140,6									
Carga de Fluencia (kN)	394,5									
Carga Máxima (kN)	78,3									
Def. en la fluencia (%)	16,5									
Elongación final (mm)	555									
Área reducida (mm²)	64,8									
Resistencia Real (MPa)	557,2									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1961,8									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010





**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8214**

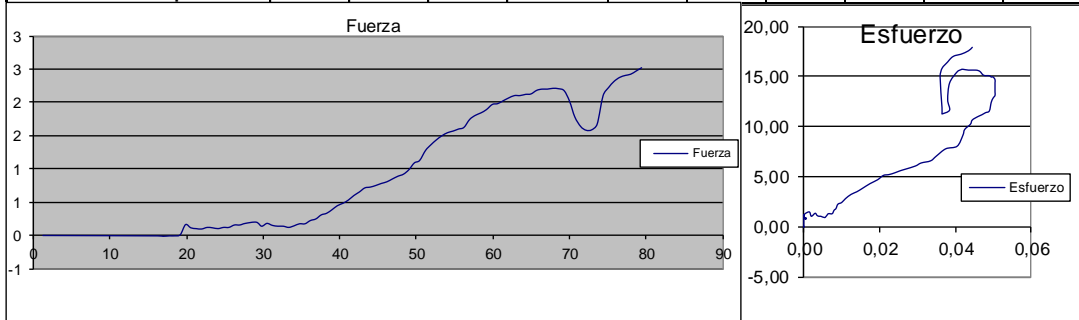
Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: F3  
 Referencia: Ferrasa  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,38									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,38									
Profundidad de la vena (mm)	1,26									
Área (mm²)	140,6									
Carga de Fluencia (kN)	396,7									
Carga Máxima (kN)	78,8									
Def. en la fluencia (%)	18,0									
Elongación final (mm)	553,0									
Área reducida (mm²)	69,0									
Resistencia Real (MPa)	560,4									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1748,8									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8215**

Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: F4

Referencia: Ferrasa

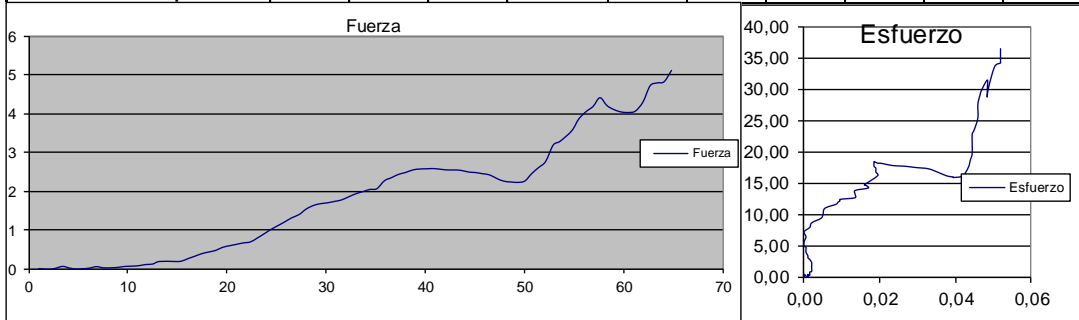
Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa

Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,37									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,44									
Profundidad de la vena (mm)	1,13									
Área (mm²)	140,4									
Carga de Fluencia (kN)	396,3									
Carga Máxima (kN)	78,6									
Def. en la fluencia (%)	19,5									
Elongación final (mm)	556,0									
Área reducida (mm²)	64,3									
Resistencia Real (MPa)	559,9									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1520,7									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8216**

Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO

Número de la Muestra: F5

MATERIAL: Concreto Corriente

Referencia: Ferrasa

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

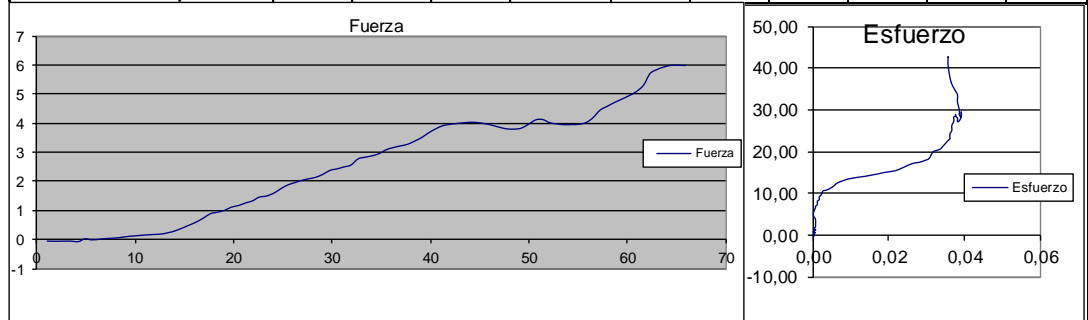
Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa

Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,34									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,35									
Profundidad de la vena (mm)	1,13									
Área (mm <sup>2</sup> )	139,8									
Carga de Fluencia (kN)	396,1									
Carga Máxima (kN)	78,3									
Def. en la fluencia (%)	19,0									
Elongación final (mm)	554,0									
Área reducida (mm <sup>2</sup> )	58,1									
Resistencia Real (MPa)	560,2									
Mód. Elast. (GN/mm <sup>2</sup> )	1969,8									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8227**

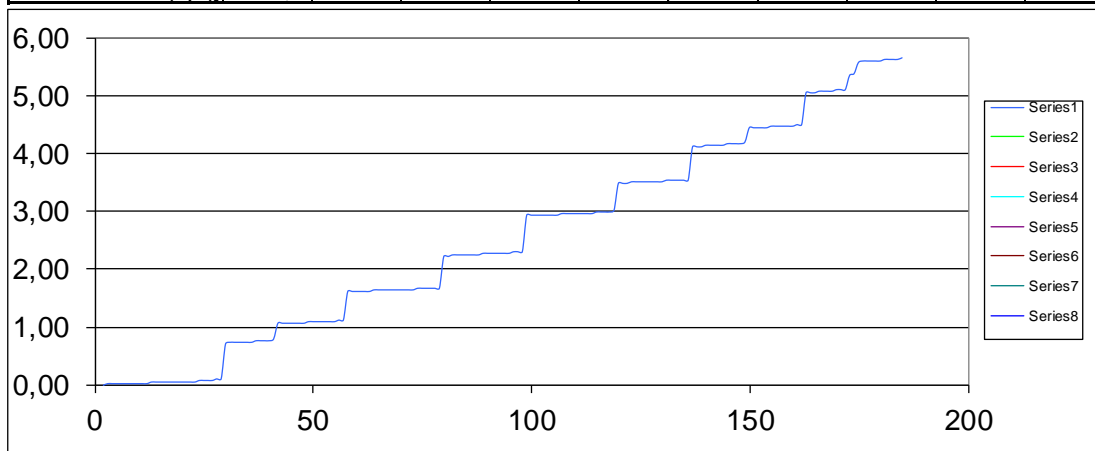
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 6  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 10 Mpa  
 Vel de ensayo : 0,017 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,3414612									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,26									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8228**

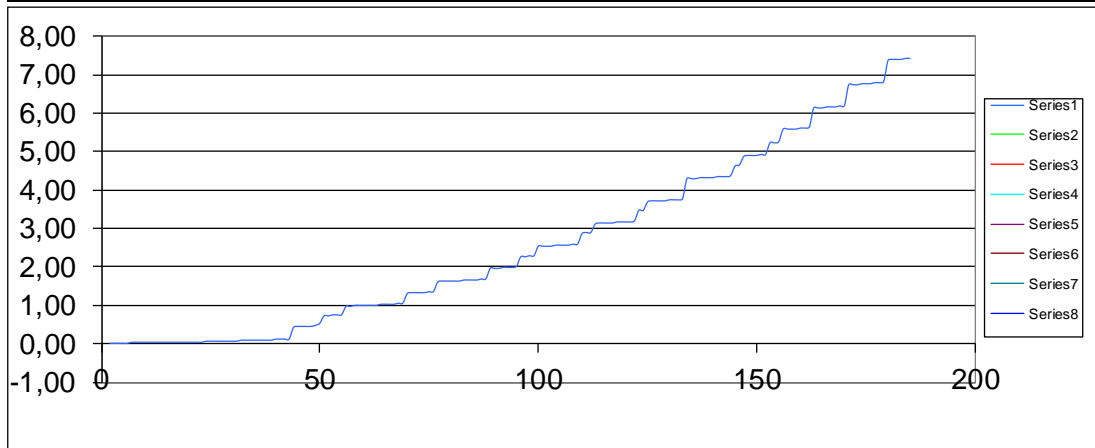
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 7  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 5 Mpa  
 Vel de ensayo : 0,017 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,1247178									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,24									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8229**

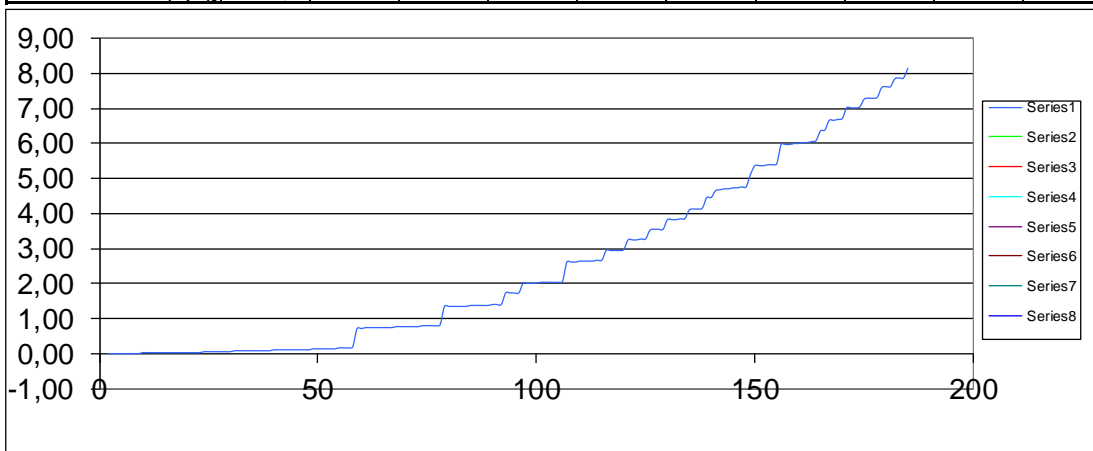
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 8  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,4498329									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,27									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8230**

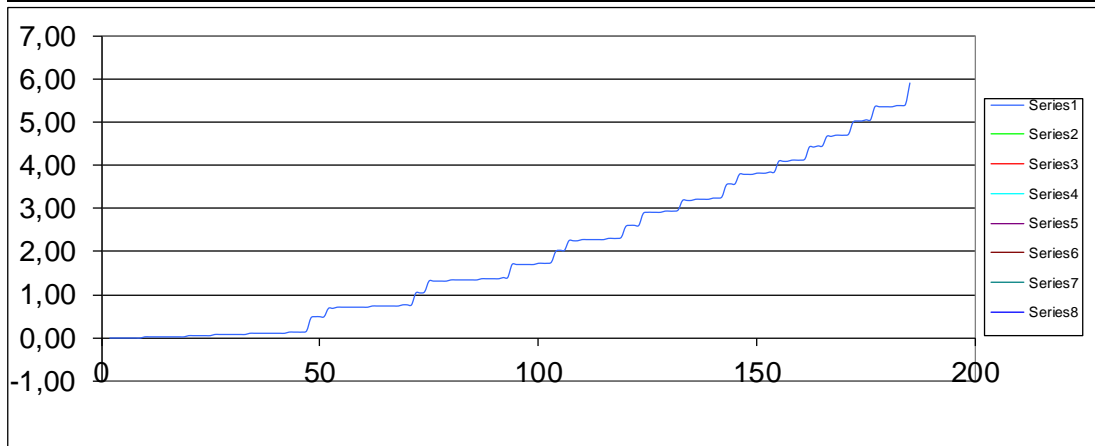
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 9  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 3 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,552184									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,27									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8231**

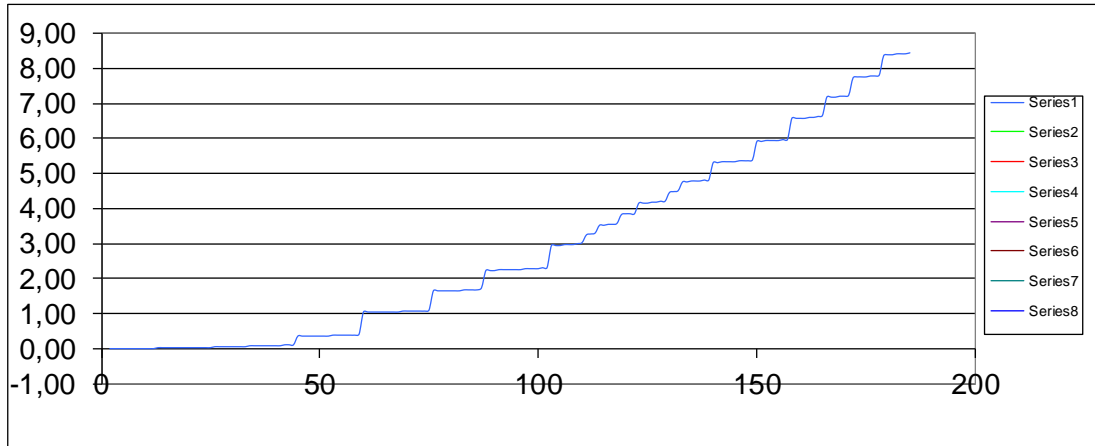
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: 10  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,0705319									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,24									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista: \_\_\_\_\_

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



Anexo K. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Diaco.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
Documento	Código	Fecha	Revisión	
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A	
Dependencia	Aprobado	Pág		
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8222**

Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO Número de la Muestra: D1

MATERIAL: Acero Corrugado Referencia: DIACO

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa

Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,15									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,90									
Profundidad de la vena (mm)	0,89									
Área (mm <sup>2</sup> )	135,8									
Carga de Fluencia (kN)	383,0									
Carga Máxima (kN)	74,1									
Def. en la fluencia (%)	22,0									
Elongación final (mm)	561,0									
Área reducida (mm <sup>2</sup> )	49,4									
Resistencia Real (MPa)	545,8									
Mód. Elast. (GN/mm <sup>2</sup> )	1126,6									
Tipo de falla										

Fuerza

Esfuerzo

**Gráfico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27

VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
www.ufpso.edu.co

ISO 9001  
Icontec

28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

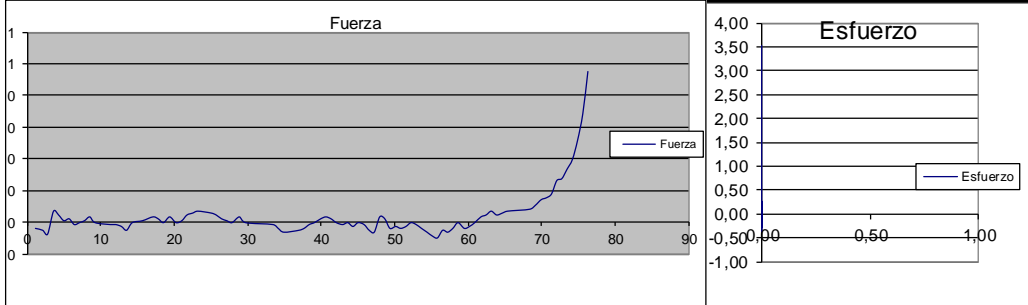
**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8223**

Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>D2</u>
MATERIAL: <u>Acero Corrugado</u>	Referencia: <u>DIACO</u>
DESCRIPCIÓN: _____	Lote: _____
	Fecha de producción: <u>15/12/2015</u>
	RESISTENCIA NOMINAL <u>650</u> Mpa
	Vel de ensayo <u>10</u> mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,10									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,74									
Profundidad de la vena (mm)	0,83									
Área (mm²)	134,8									
Carga de Fluencia (kN)	453,6									
Carga Máxima (kN)	83,3									
Def. en la fluencia (%)	18,0									
Elongación final (mm)	560,0									
Área reducida (mm²)	63,5									
Resistencia Real (MPa)	617,8									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1740,5									
Tipo de falla										



**Gráfico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufps.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8224**

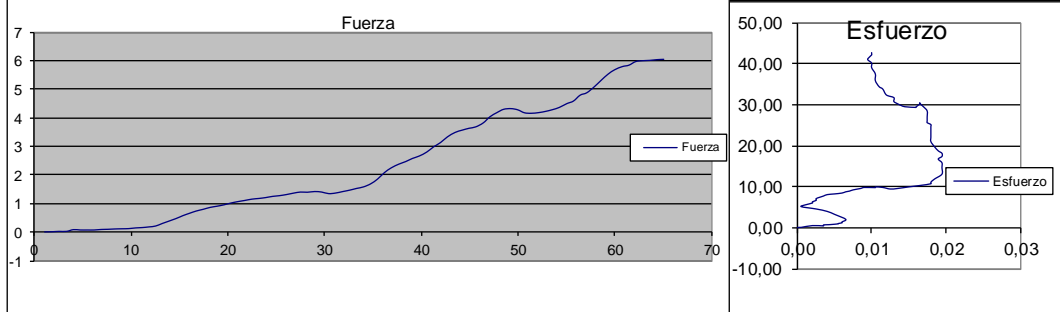
Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: D3  
 Referencia: DIACO  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,40									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,55									
Profundidad de la vena (mm)	0,72									
Área (mm²)	141,0									
Carga de Fluencia (kN)	374,8									
Carga Máxima (kN)	74,2									
Def. en la fluencia (%)	16,0									
Elongación final (mm)	557,0									
Área reducida (mm²)	69,6									
Resistencia Real (MPa)	526,0									
Mód. Elast. (GN/mm²)	2181,0									
Tipo de falla										



**Gráfico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufps.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8225**

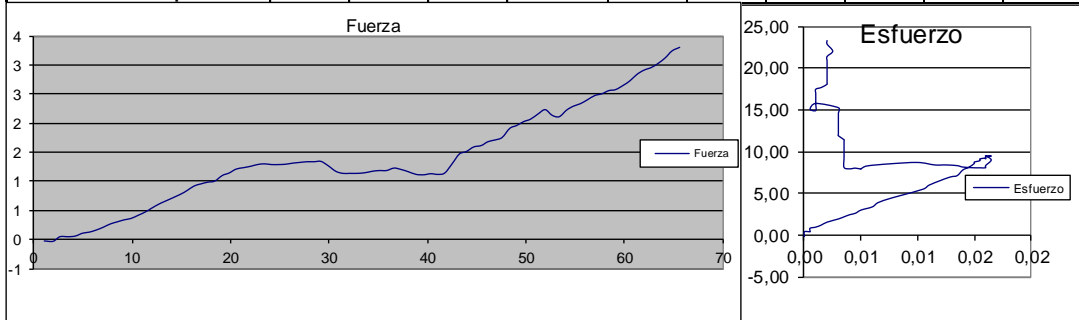
Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: D4  
 Referencia: DIACO  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,42									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,48									
Profundidad de la vena (mm)	0,78									
Área (mm²)	141,4									
Carga de Fluencia (kN)	373,5									
Carga Máxima (kN)	74,2									
Def. en la fluencia (%)	18,0									
Elongación final (mm)	554,0									
Área reducida (mm²)	61,4									
Resistencia Real (MPa)	525,0									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1303,6									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8226**

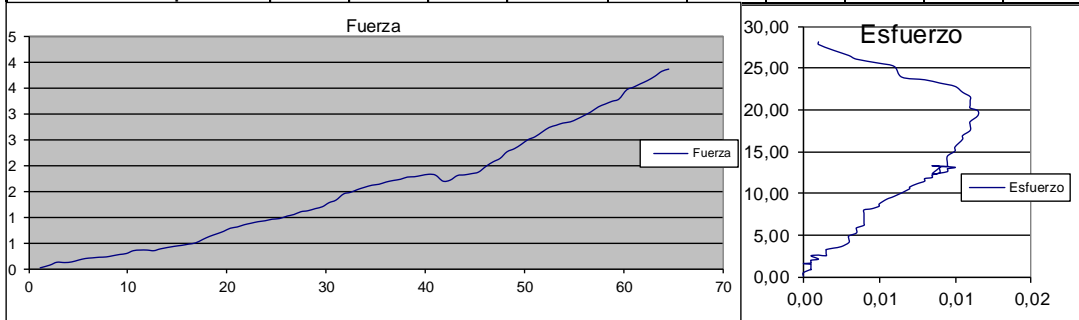
Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: D5  
 Referencia: DIACO  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,22									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	2,45									
Profundidad de la vena (mm)	0,77									
Área (mm <sup>2</sup> )	137,3									
Carga de Fluencia (kN)	390,8									
Carga Máxima (kN)	74,6									
Def. en la fluencia (%)	19,0									
Elongación final (mm)	564,0									
Área reducida (mm <sup>2</sup> )	72,5									
Resistencia Real (MPa)	543,2									
Mód. Elast. (GN/mm <sup>2</sup> )	1641,3									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8243**

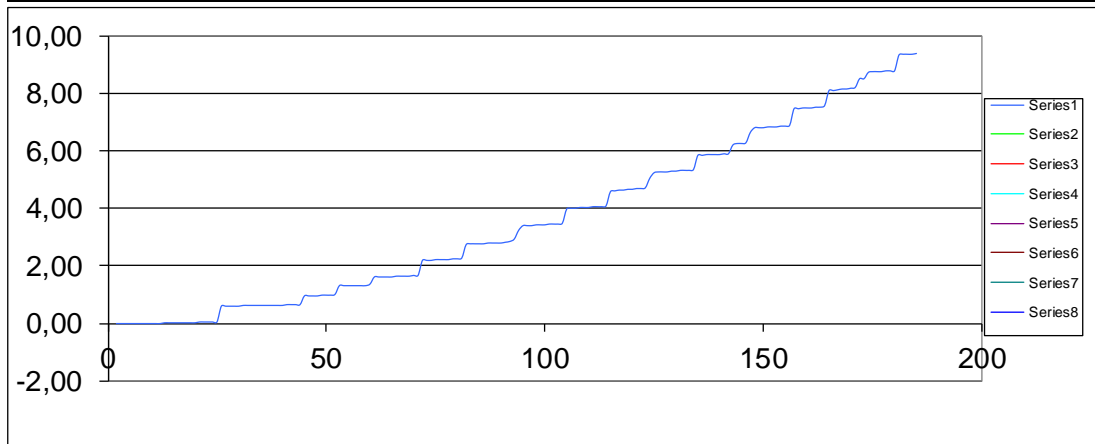
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 6  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	2,9922635									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,23									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Iván Dario Bustos A.

Jefe de Laboratorio

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8244**

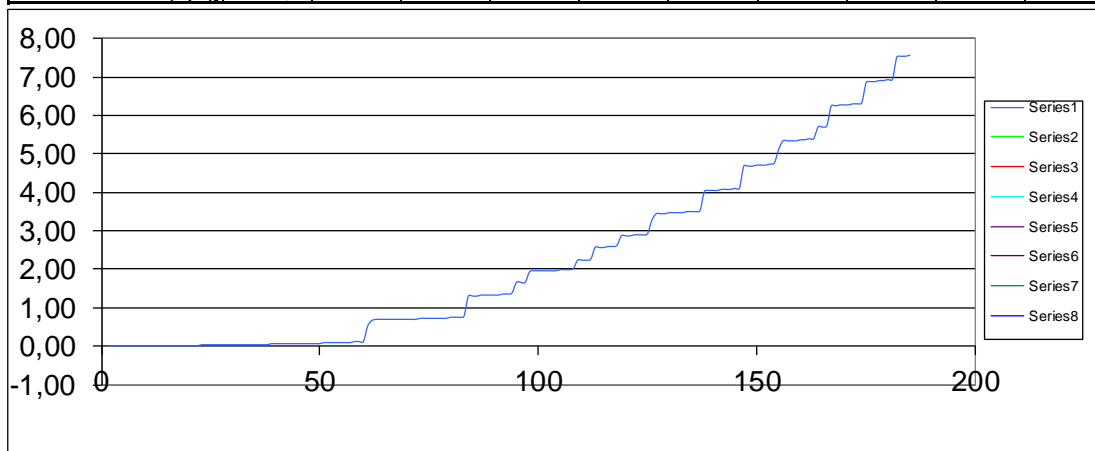
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 7  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	2,8236852									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,22									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8245**

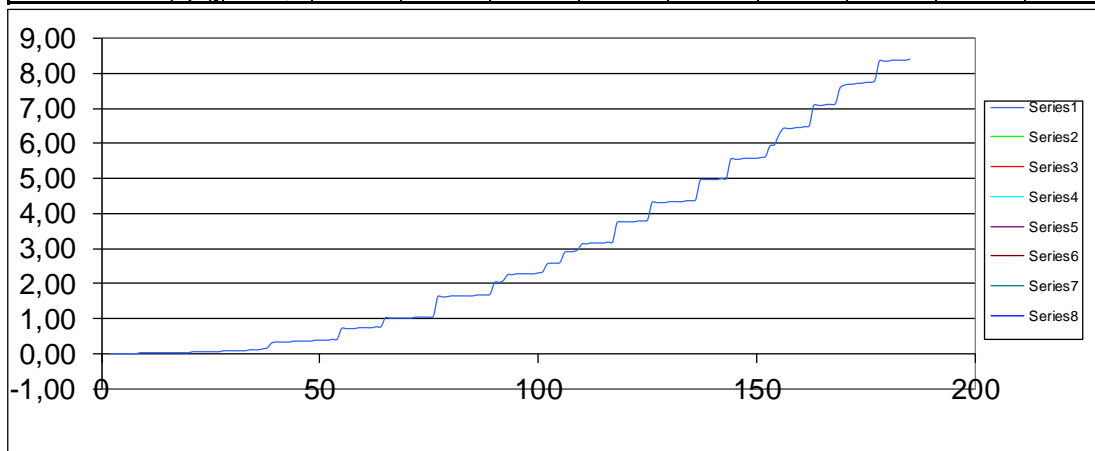
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 8  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,1969656									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,25									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010





**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8246**

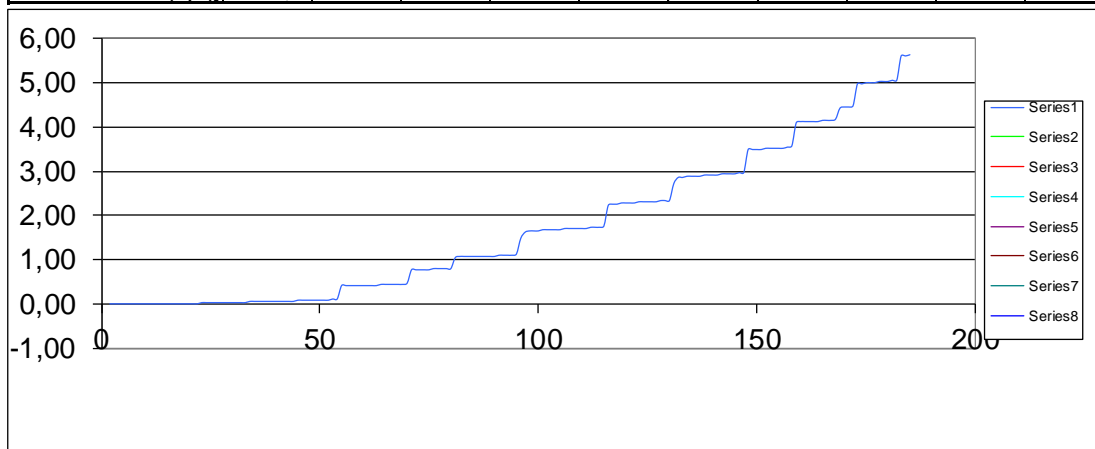
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 9  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,0163461									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,23									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8247**

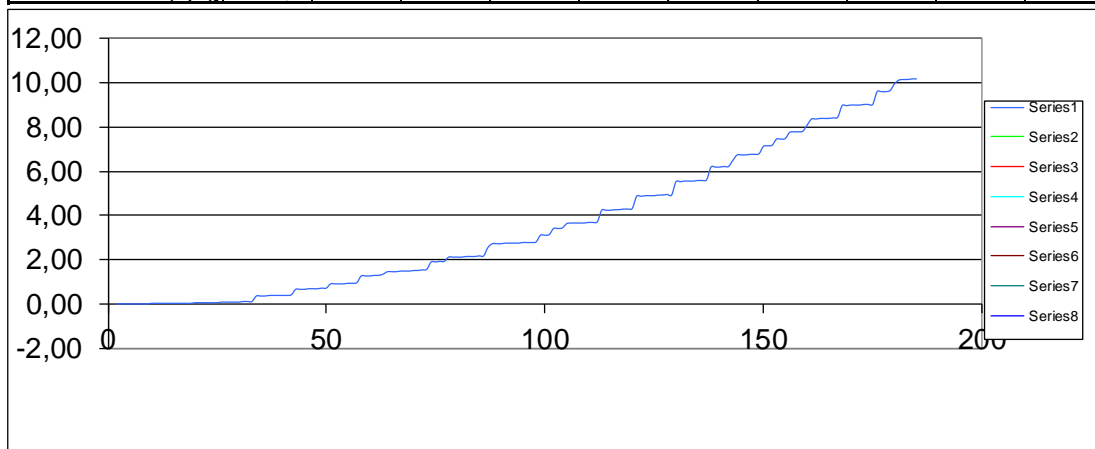
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 10  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	2,8537885									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,22									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.


Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010

Anexo L. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Transfor.

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	<b>RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO</b>	<b>F-AC-LRE-002</b>	<b>10-11-2011</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág	
<b>LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA</b>	<b>DIRECTOR DE DEPARTAMENTO</b>		<b>1(1)</b>	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8217**

Fecha: **15/12/2015**

CLIENTE: **UFPSO** Número de la Muestra: **T1**

MATERIAL: **Acero Corrugado** Referencia: **Transfor**

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_

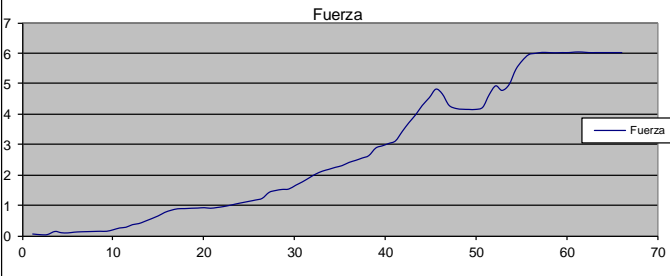
Fecha de producción: **15/12/2015**

**RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa**

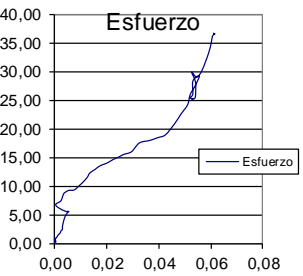
Vel de ensayo **10 mm/min**

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	14,49									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	3,02									
Profundidad de la vena (mm)	1,07									
Área (mm <sup>2</sup> )	164,9									
Carga de Fluencia (kN)	358,7									
Carga Máxima (kN)	81,6									
Def. en la fluencia (%)	17,5									
Elongación final (mm)	552,0									
Área reducida (mm <sup>2</sup> )	49,1									
Resistencia Real (MPa)	494,6									
Mód. Elast. (GN/mm <sup>2</sup> )	1855,4									
Tipo de falla										



Fuerza



Esfuerzo

**Gráfico Esfuerzo vs Deformación**


Observaciones: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_


Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista: **Iván Dario Bustos Arias** Jefe Laboratorio: **Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.**

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: **1000 kN** No. se serie: **109** Fecha de Calibración: **2012-04-27**



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
www.ufps.edu.co



ISO 9001  
icontec

28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Código	Fecha	Revisión
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

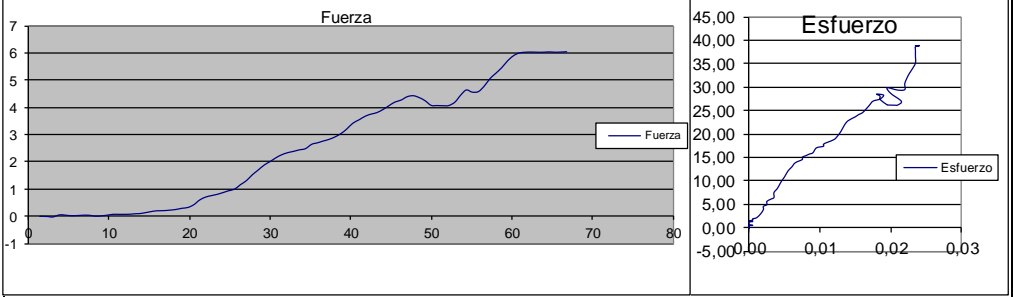
**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8218**

Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>T2</u>
MATERIAL: <u>Acero Corrugado</u>	Referencia: <u>Transfor</u>
DESCRIPCIÓN: _____	Lote: _____
	Fecha de producción: <u>15/12/2015</u>
	RESISTENCIA NOMINAL <u>650</u> Mpa
	Vel de ensayo <u>10</u> mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	14,02									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	3,27									
Profundidad de la vena (mm)	1,02									
Área (mm²)	154,4									
Carga de Fluencia (kN)	381,5									
Carga Máxima (kN)	80,8									
Def. en la fluencia (%)	18,5									
Elongación final (mm)	550,0									
Área reducida (mm²)	50,9									
Resistencia Real (MPa)	523,3									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1609,5									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
[www.ufpsedu.co](http://www.ufpsedu.co)



28/12/2010



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Documento	Código	Fecha	Revisión
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)

Ensayo No.: 8219

Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: T3  
 Referencia: Transfor  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	14,00									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	3,20									
Profundidad de la vena (mm)	1,08									
Área (mm²)	153,9									
Carga de Fluencia (kN)	383,9									
Carga Máxima (kN)	80,7									
Def. en la fluencia (%)	18,0									
Elongación final (mm)	552,0									
Área reducida (mm²)	58,4									
Resistencia Real (MPa)	524,6									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1804,9									
Tipo de falla										

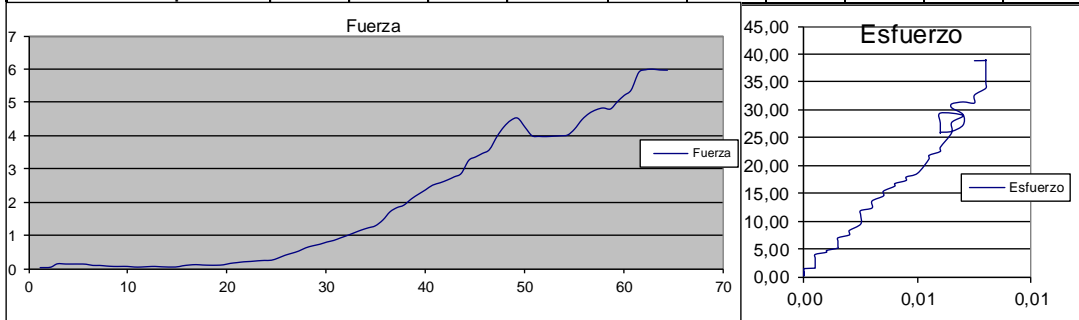


Grafico Esfuerzo vs Deformación

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8220**

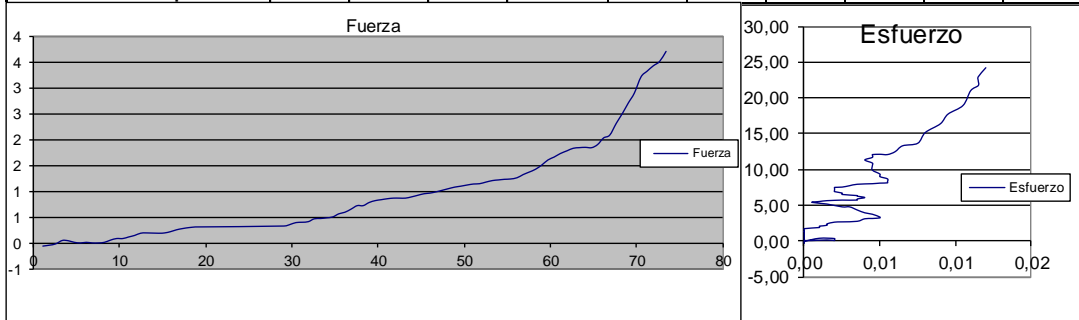
Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: T4  
 Referencia: Transfor  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,94									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	3,11									
Profundidad de la vena (mm)	1,02									
Área (mm²)	152,6									
Carga de Fluencia (kN)	388,9									
Carga Máxima (kN)	80,9									
Def. en la fluencia (%)	18,0									
Elongación final (mm)	549,0									
Área reducida (mm²)	58,9									
Resistencia Real (MPa)	530,2									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1707,3									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

Documento	Codigo	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

**ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)**

**Ensayo No.: 8221**

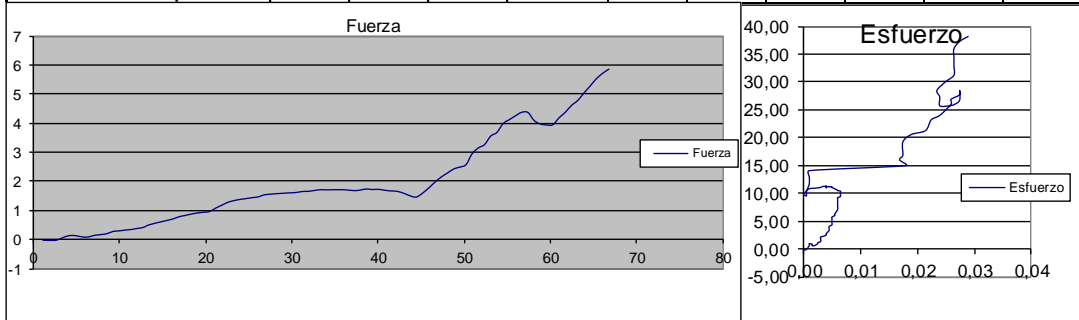
Fecha: 15/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: T5  
 Referencia: Transfor  
 Lote: \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción: 15/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
 Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,97									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	60,00									
Espesor de la vena (mm)	3,48									
Profundidad de la vena (mm)	1,08									
Área (mm²)	153,3									
Carga de Fluencia (kN)	384,7									
Carga Máxima (kN)	80,6									
Def. en la fluencia (%)	18,5									
Elongación final (mm)	555,0									
Área reducida (mm²)	39,0									
Resistencia Real (MPa)	525,8									
Mód. Elast. (GN/mm²)	2018,0									
Tipo de falla										



**Grafico Esfuerzo vs Deformación**

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8232**

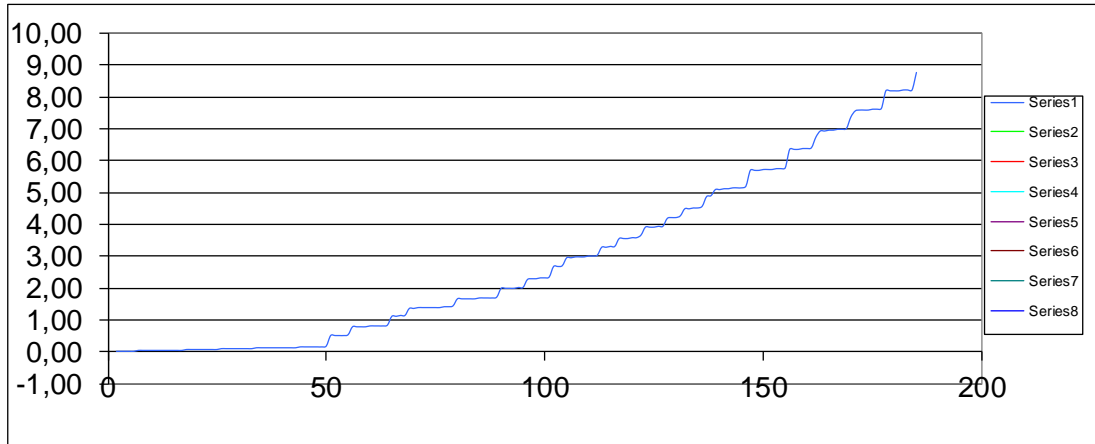
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 6  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,2150275									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,25									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010





**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8233**

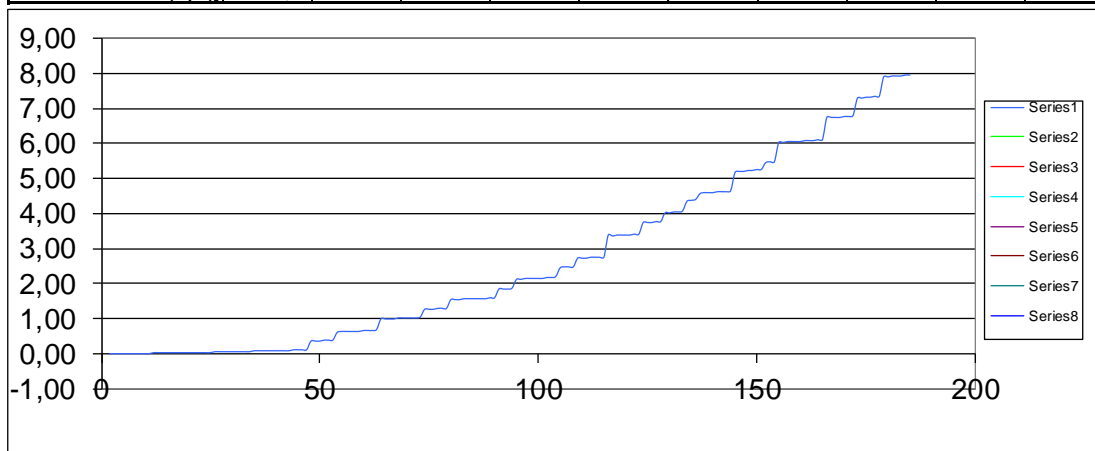
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: 7  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	20,548481									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,58									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista: \_\_\_\_\_

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8234**

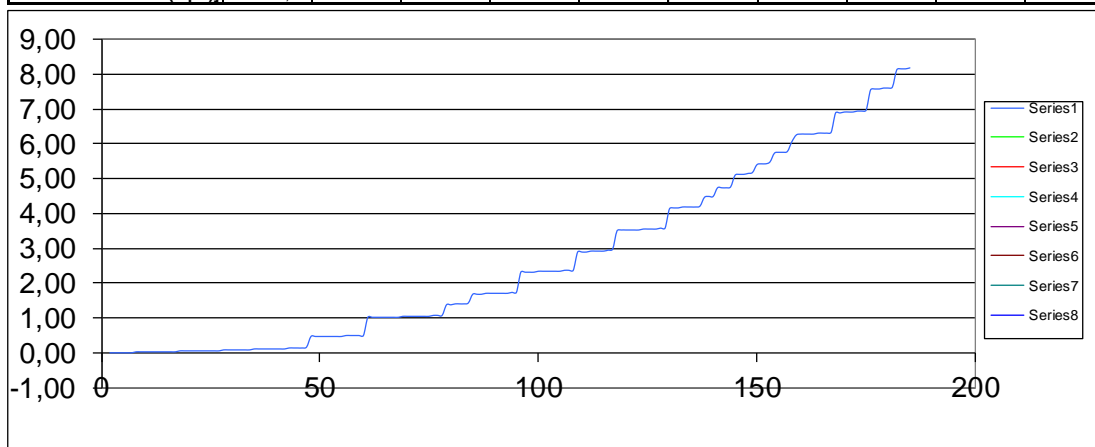
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 8  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	650									
Área Transv. Efect.(mm²)	5192.31									
Carga Máxima (kN)	5,7858454									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,11									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Iván Dario Bustos A.

Jefe de Laboratorio

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

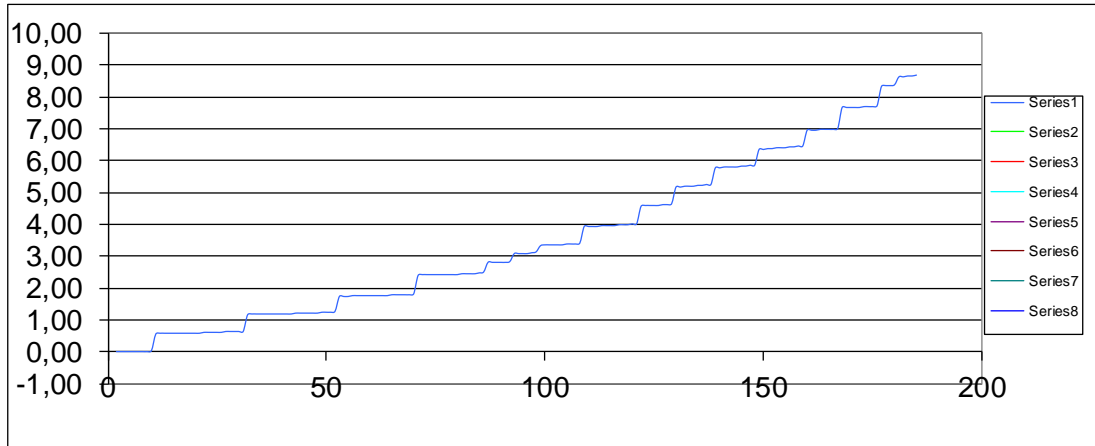
**Ensayo No.: 8235**

Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 9  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0  
 RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,552184									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,27									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8236**

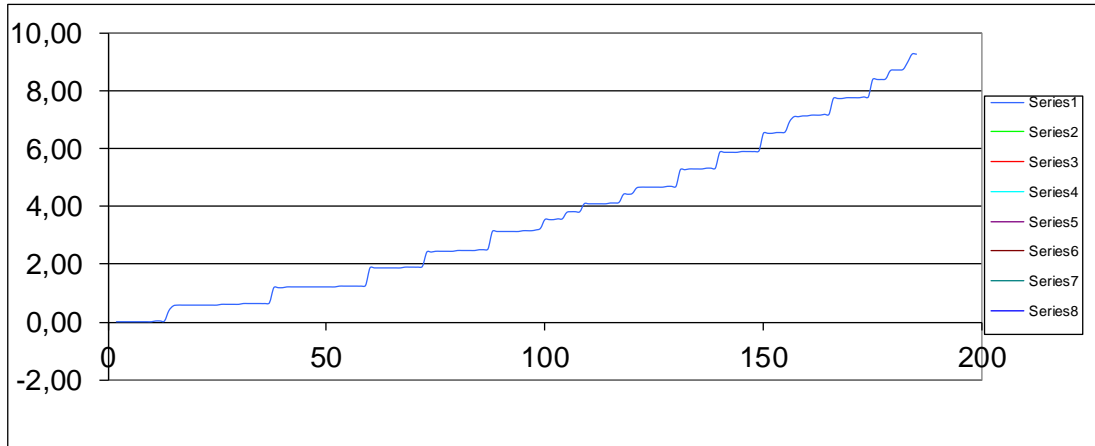
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 10  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	2,7273548									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,21									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.


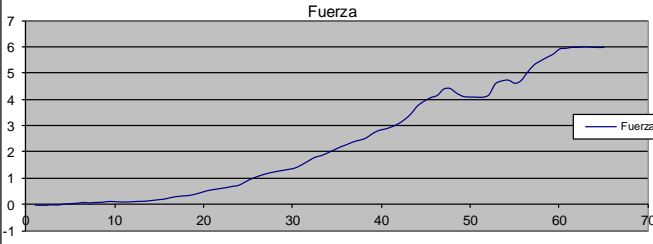
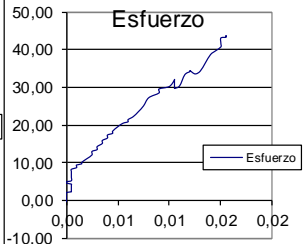

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010

Anexo M. Informe de ensayos de tensión y flexión para el fabricante Paz del Río.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	Aprobado	Pág 1(1)						
<b>ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)</b>										
<b>Ensayo No.: 8209</b>										
Fecha: <u>14/12/2015</u>										
CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: _____									
MATERIAL: <u>Acero Corrugado</u>	Referencia: <u>P1</u>									
DESCRIPCIÓN: _____	Lote: <u>Paz del Río</u>									
Fecha de producción: <u>14/12/2015</u>										
RESISTENCIA NOMINAL <u>650</u> Mpa										
Vel de ensayo <u>10</u> mm/min										
No. de la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,23									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	80,00									
Espesor de la vena (mm)	2,21									
Profundidad de la vena (mm)	0,46									
Área (mm²)	137,5									
Carga de Fluencia (kN)	400,2									
Carga Máxima (kN)	75,9									
Def. en la fluencia (%)	15,0									
Elongación final (mm)	562,0									
Área reducida (mm²)	56,4									
Resistencia Real (MPa)	552,4									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1779,0									
Tipo de falla										
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fuerza</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Esfuerzo</p> </div> </div>										
<b>Gráfico Esfuerzo vs Deformación</b>										
Observaciones: _____										
Laboratorista: <u>Iván Darío Bustos Arias</u> Jefe Laboratorio: <u>Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.</u>										
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: <u>1000 kN</u> No. se serie <u>109</u> Fecha de Calibración: <u>2012-04-27</u>										
 <p>VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S. Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088 www.ufps.edu.co</p>										
28/12/2010										



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Documento	Código	Fecha	Revision
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)

Ensayo No.: **8208**

Fecha: **14/12/2015**

CLIENTE: **UFPSO**

Número de la Muestra: **P2**

MATERIAL: **Acero Corrugado**

Referencia: **Paz del Rio**

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de producción: **14/12/2015**

RESISTENCIA NOMINAL **650** Mpa

Vel de ensayo **10** mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,30									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	80,00									
Espesor de la vena (mm)	2,20									
Profundidad de la vena (mm)	0,57									
Área (mm <sup>2</sup> )	138,9									
Carga de Fluencia (kN)	402,5									
Carga Máxima (kN)	76,4									
Def. en la fluencia (%)	17,5									
Elongación final (mm)	557,0									
Área reducida (mm <sup>2</sup> )	61,0									
Resistencia Real (MPa)	550,1									
Mód. Elast. (GN/mm <sup>2</sup> )	1779,5									
Tipo de falla										

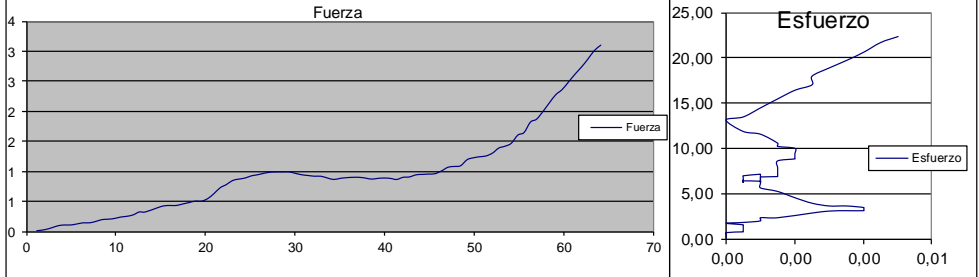


Grafico Esfuerzo vs Deformación

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Laboratorista: **Iván Darío Bustos Arias**

Jefe Laboratorio: **Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.**

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: **1000 kN** No. se serie: **109** Fecha de Calibración: **2012-04-27**



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Documento	Código	Fecha	Revisión
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)

Ensayo No.: 8207

Fecha: 14/12/2015

CLIENTE: UFPSO Número de la Muestra: P3  
MATERIAL: Acero Corrugado Referencia: Paz del Rio  
DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_  
Fecha de producción: 14/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa  
Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,12									
Longitud total 'l' (mm)	500,00									
Ángulo de la vena °	80,00									
Espesor de la vena (mm)	2,16									
Profundidad de la vena (mm)	0,36									
Área (mm²)	135,2									
Carga de Fluencia (kN)	116,0									
Carga Máxima (kN)	76,7									
Def. en la fluencia (%)	13,5									
Elongación final (mm)	551,0									
Área reducida (mm²)	55,3									
Resistencia Real (MPa)	156,2									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1332,4									
Tipo de falla										

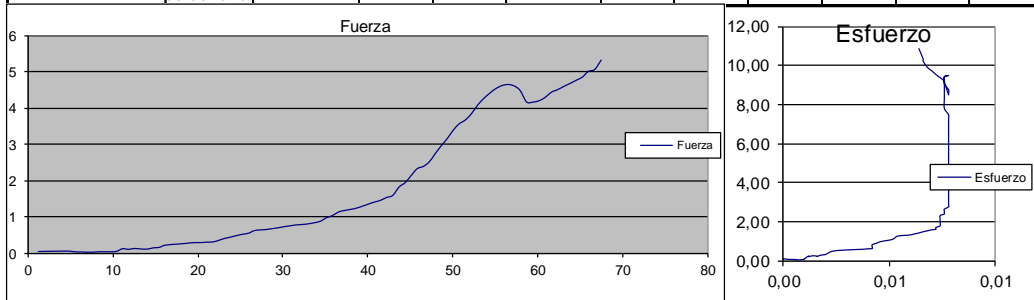


Grafico Esfuerzo vs Deformación

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie 109 Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S. Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088 www.ufps.edu.co



28/12/2010



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Documento	Código	Fecha	Revisión
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)

Ensayo No.: 8211

Fecha: 14/12/2015

CLIENTE: UFPSO

Número de la Muestra: P4

MATERIAL: Acero Corrugado

Referencia: Paz del Rio

DESCRIPCIÓN:

Lote:

Fecha de producción: 14/12/2015

RESISTENCIA NOMINAL 650 Mpa

Vel de ensayo 10 mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,31									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	80,00									
Espesor de la vena (mm)	2,22									
Profundidad de la vena (mm)	0,57									
Área (mm²)	139,1									
Carga de Fluencia (kN)	408,1									
Carga Máxima (kN)	76,3									
Def. en la fluencia (%)	12,5									
Elongación final (mm)	535,0									
Área reducida (mm²)	54,5									
Resistencia Real (MPa)	548,3									
Mód. Elast. (GN/mm²)	1960,3									
Tipo de falla										

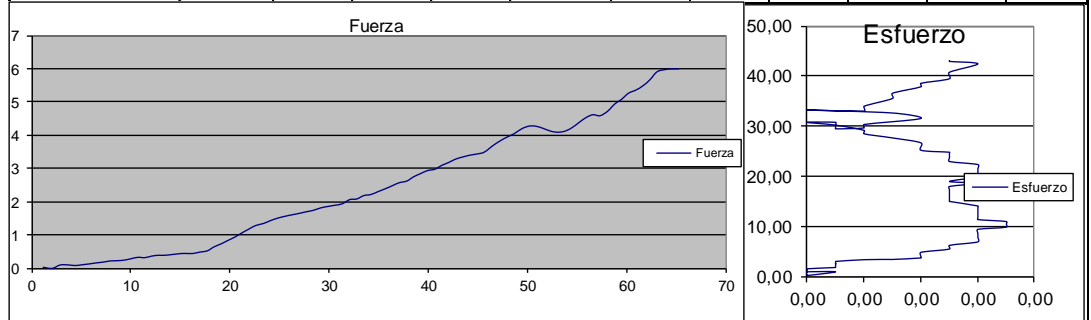


Grafico Esfuerzo vs Deformación

Observaciones:

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias

Jefe Laboratorio: Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN No. se serie: 109

Fecha de Calibración: 2012-04-27



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010





UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Documento	Código	Fecha	Revisión
RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

ENSAYO A TRACCIÓN - MÓDULO DE ELASTICIDAD (ASTM A 37)

Ensayo No.: **8210**

Fecha: **14/12/2015**

CLIENTE: **UFPSO**

Número de la Muestra: **P5**

MATERIAL: **Acero Corrugado**

Referencia: **Paz del Rio**

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de producción: **14/12/2015**

RESISTENCIA NOMINAL **650** Mpa

Vel de ensayo **10** mm/min

No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Muest. 'c' (mm)	13,23									
Longitud total 'l' (mm)	200,00									
Ángulo de la vena °	80,00									
Espesor de la vena (mm)	2,10									
Profundidad de la vena (mm)	0,77									
Área (mm²)	137,5									
Carga de Fluencia (kN)	404,2									
Carga Máxima (kN)	76,4									
Def. en la fluencia (%)	17,5									
Elongación final (mm)	552,0									
Área reducida (mm²)	56,2									
Resistencia Real (MPa)	555,5									
Mód. Elast. (GN/mm²)	3464,8									
Tipo de falla										

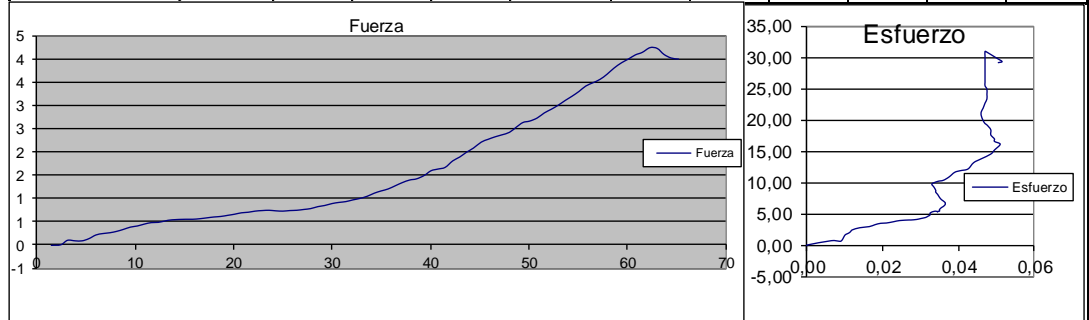


Grafico Esfuerzo vs Deformación

Observaciones: \_\_\_\_\_

Laboratorista: **Iván Darío Bustos Arias**

Jefe Laboratorio: **Nelson Afanador G. I.C. Ms.C.**

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: **1000 kN** No. se serie: **109**

Fecha de Calibración: **2012-04-27**



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.  
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
 www.ufpso.edu.co



28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8237**

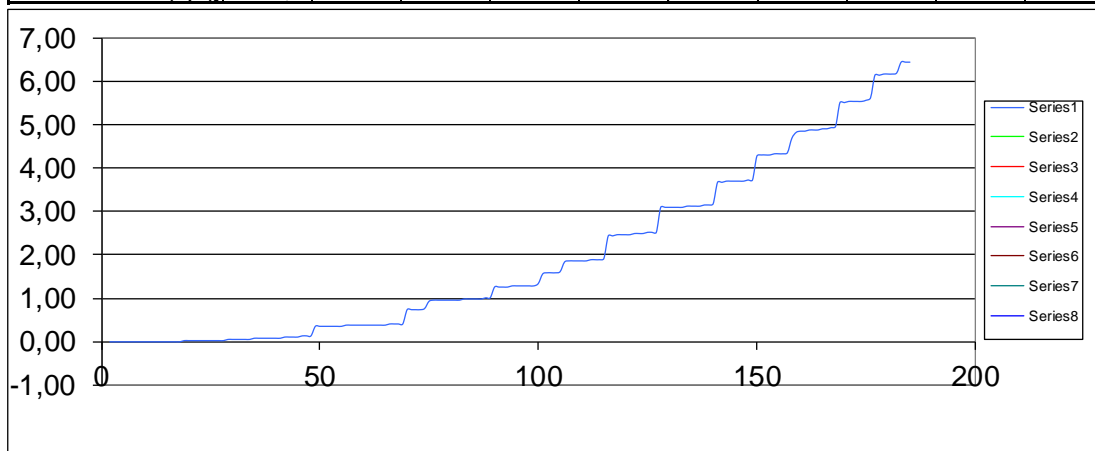
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: 6  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	2,3299919									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,18									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista: \_\_\_\_\_

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8239**

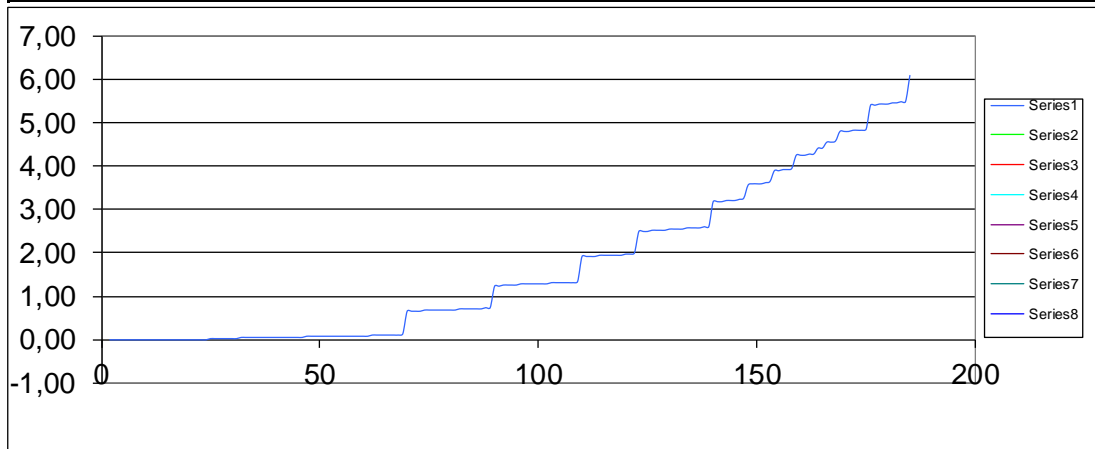
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: 7  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,1969656									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,25									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista: \_\_\_\_\_

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8240**

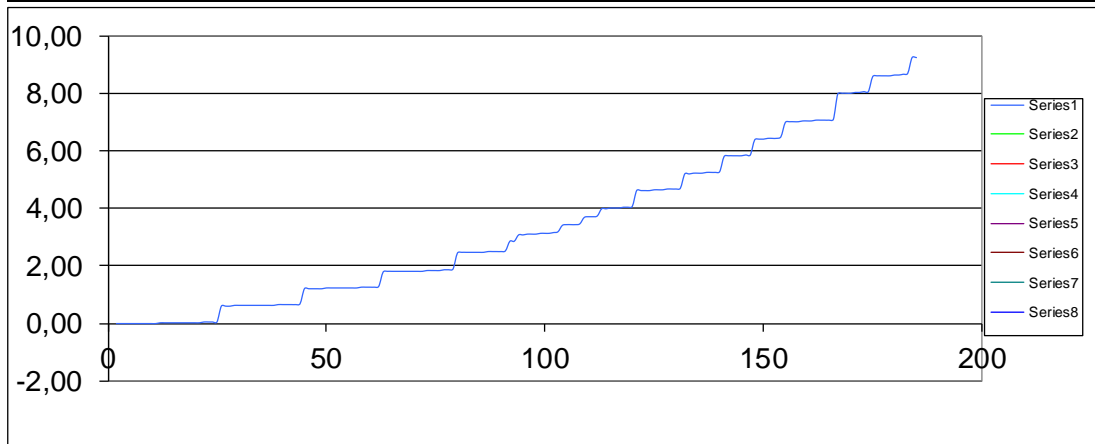
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 8  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,1789036									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,24									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Iván Dario Bustos A.

Jefe de Laboratorio

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8241**

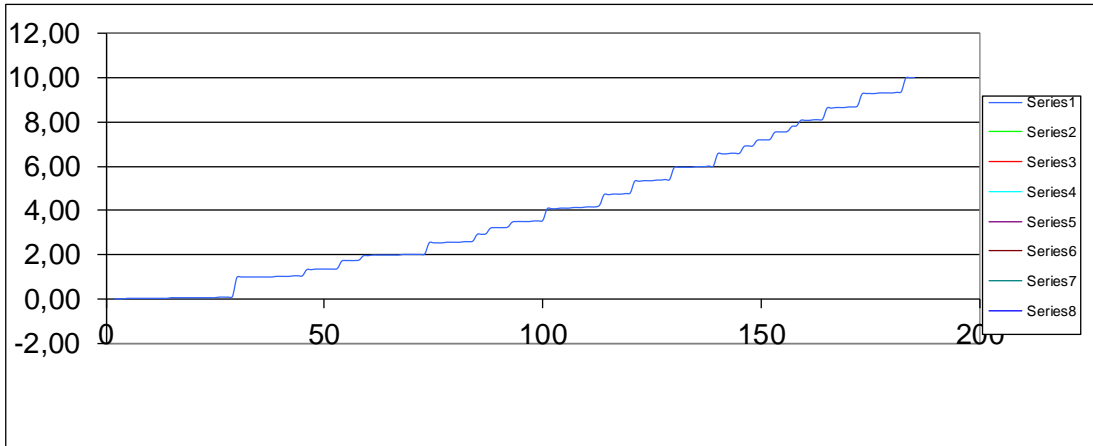
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN:  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN:

Número de la Muestra: 9  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,1186971									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,24									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista:

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010



**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SÍSMICA UFPSO**

Formato de registro de ensayos

Rev 0

Código: Formatos-003

2010-07-31

**FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS**

**Ensayo No.: 8242**

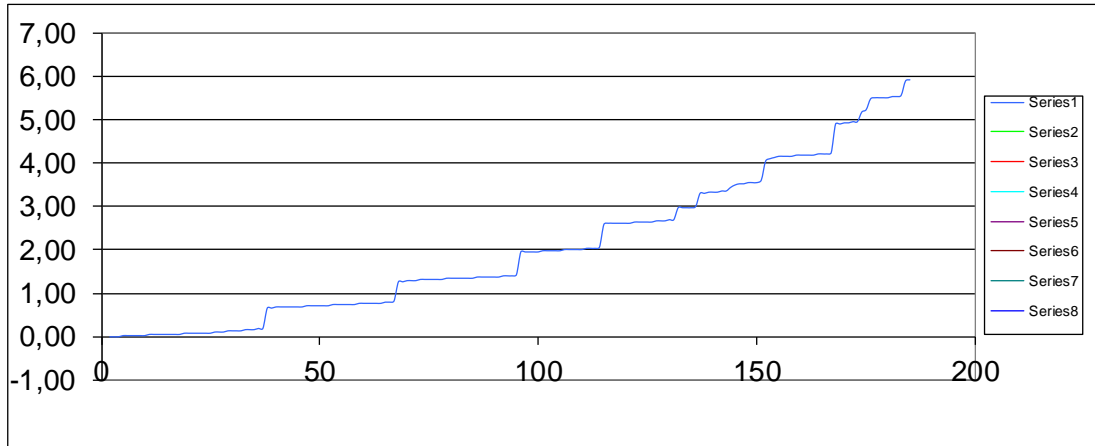
Fecha de ensayo: 16/12/2015

CLIENTE: UFPSO  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 MATERIAL: Acero Corrugado  
 DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

Número de la Muestra: 10  
 Fecha de producción: 12:00:00 AM  
 F. Recepción: 12:00:00 AM  
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa  
 Vel de ensayo : 3 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	260									
Área Transv. Efect.(mm²)	12980,77									
Carga Máxima (kN)	3,3474819									
Esfuerzo Real (Mpa)	0,26									



**Gráfico : Fuerza Vs Tiempo**

Observaciones:

Laboratorista: \_\_\_\_\_

Jefe de Laboratorio

Iván Dario Bustos A.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.

Rango: 1000 kN

No. se serie: 109

Calibración: 28/12/2010