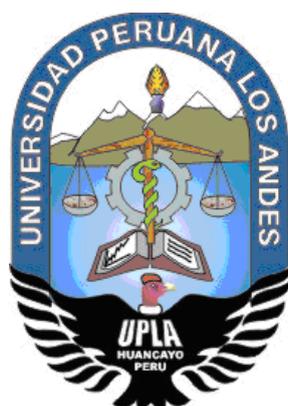


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE LOS FIERROS CORRUGADOS COMERCIALES
NACIONALES E INTERNACIONALES A NIVEL
LABORATORIO”**

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

PRESENTADO POR:

Bach. MARYLAND NOEMI QUISPE MINAYA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

ASESOR:

Ing. RANDO PORRAS OLARTE

DEDICATORIA

A mis sobrinos Mayte, Tracy, Angelly y Antoni,
por su apoyo emocional que me brindan día a
día, a mis padres y hermanos que me ayudan
en mi formación profesional.

Bach. Maryland Noemi Quispe Minaya

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos también a los docentes de la de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Peruana los Andes, donde obtuve diversas experiencias enriquecedoras, el dinamismo de los miembros y excelente ambiente de trabajo hacen del lugar muy simpático y motivante.

Finalmente, al Ing. Rando Porras por cada una con sus valiosas asistencias, haciendo factible este proyecto y por la gran calidad humana que ha manifestado con su amistad.

Bach. Maryland Noemi Quispe Minaya

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
DECANO

Mg. Jesús Iden Cárdenas Capcha
JURADO

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
JURADO

Ing. Julio Fredy Porras Mayta
JURADO

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
SECRETARIO DOCENTE

INDICE GENERAL

CAPITULO I	13
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación y sistematización del problema	13
1.2.1. Problema General.....	13
1.2.2. Problema(s) Específico(s).....	13
1.3. Justificación	14
1.3.1. Justificación practica o social.....	14
1.3.2. Metodológica.....	14
1.4. Delimitaciones	14
1.4.1. Espacial.....	14
1.4.2. Temporal.....	16
1.4.3. Económica.....	16
1.5. Limitaciones	16
1.5.1. Limitación económica	16
1.6. Objetivos	16
1.6.1. Objetivo general.....	16
1.6.2. Objetivos específicos.....	16
CAPITULO II	18
MARCO TEORICO	18
2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)	18
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	21
2.2. Marco conceptual	22
2.2.1. Acero.....	22
2.2.2. Clasificación del acero estructural.....	23
2.2.3. Propiedades mecánicas de acero.....	23
2.2.4. Ensayos mecánicos del acero.....	31
2.2.5. Especificaciones técnicas de los aceros nacionales e internacionales.....	41
2.3. Definición de términos	43
2.4. Hipótesis	43
2.4.1. Hipótesis general.....	43
2.4.2. Hipótesis específicas.....	43

2.5. Variables.....	44
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	44
CAPITULO III.....	46
METODOLOGIA	46
3.1. Método de investigación.....	46
3.2. Tipo de investigación	46
3.3. Nivel de investigación	46
3.4. Diseño de investigación	46
3.5. Población y muestra	47
3.5.1. Población.....	47
3.5.2. Muestra	47
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.6.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.6.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.7. Procesamiento de la información.....	49
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	49
3.8.1. Análisis documental.....	49
3.8.2. Observación experimental.....	49
CAPITULO IV	50
RESULTADOS	50
4.1. Ensayo De tracción	50
4.1.1. Cuadro de diferencias de resultados de ensayo de tracción en aceros de diámetro de 3/8	50
4.1.2. Cuadro de diferencias de resultados de ensayo de tracción en aceros de diámetro de 1/2	56
4.1.3. Cuadro de diferencias de resultados de ensayo de tracción en aceros de diámetro de 5/8	63
4.2. Ensayo de doblado	68
4.2.1. Ensayo de doblado en acero de 3/8:	68
4.2.1. Ensayo de doblado en acero de 1/2:	71
4.2.2. Ensayo de doblado en acero de 5/8	74
4.3. COMPARACION DE CURVAS DE TRACCION.....	76
4.3.1. Aceros nacionales e internacionales de 3/8:	76
.....	78
4.3.2. Aceros nacionales e internacionales de 1/2:	79

4.3.3. Aceros nacionales e internacionales de 5/8:	81
.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO V	84
DISCUSION DE RESULTADOS	84
5.1. Ensayo de tracción	84
5.1.1. Ensayo de tracción de Aceros de 3/8.....	84
5.1.2. Ensayo de tracción de Aceros de ½.....	89
5.1.3. Ensayo de tracción de Aceros de 5/8.....	93
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	103
Bibliográficas	103
Revistas	¡Error! Marcador no definido.
Periódicos	¡Error! Marcador no definido.
Páginas web	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	104

RESUMEN

La Investigación planteó el problema general: ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de las siguientes propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel laboratorio para ser empleados en construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo?, El objetivo general fue: Evaluar las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel laboratorio para ser empleados en construcciones de viviendas de 5 pisos, y la hipótesis general fue: Las propiedades mecánicas del acero nacionales muestran ventajas ante los Aceros internacionales a nivel de laboratorio, la cual se demuestra en los resultados.

El método general de investigación fue el científico, tipo aplicado, nivel descriptivo explicativo, diseño experimental; la población estuvo conformado por: 80 varillas de acero de 3/8', 80 varillas de acero de 1/2' y 80 varillas de acero de 5/8', la muestra estuvo conformado por: 20 varillas de acero de 3/8', 20 varillas de acero de 1/2' y 20 varillas de acero de 5/8'.

Producto de la investigación se concluye que: Se demostró que las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran ventajas ante los aceros internacionales ya que la mayoría de las probetas cumplieron con los parámetros establecidos según la NTP 341.031 sus resultados fueron similares mientras que los aceros internacionales mostraron gran variación en sus resultados y la gran mayoría de sus probetas no cumplieron con los parámetros establecido en la norma.

Palabras claves: Propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales, laboratorio, construcciones de viviendas

ABSTRACT

The investigation posed the general problem: What are the results of the evaluation of the following mechanical properties of national and international commercial corrugated iron at the laboratory level for employees in 5-story housing construction in the city of Huancayo?, The objective was general: Evaluate the mechanical properties of national and international commercial corrugated iron at the laboratory level to be used in 5-story house constructions, and the general hypothesis was: The mechanical properties of national steel show advantages over international steels at the level of laboratory, which is demonstrated in the results.

The general method of investigation was the scientific one, applied type, explanatory descriptive level, experimental design; The population consisted of: 80 3/8 'steel rods, 80 1/2' steel rods and 80 5/8 'steel rods, the sample consisted of: 20 3/8 steel rods ', 20 1/2' steel rods and 20 5/8 'steel rods.

As a result of the research, it is concluded that: It was shown that the mechanical properties of the national commercial corrugated iron show advantages over international steels and that most of the probes complied with the parameters established according to NTP 341.031, their results were similar while the steels international transmission great variation in their results and the vast majority of their test tubes did not comply with the parameters established in the standard.

Keywords: Mechanical properties of commercial corrugated iron, laboratory, house construction

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de determinar la diferencia en las propiedades mecánicas de los aceros de marca comerciales nacionales e internacionales se ha realizado los ensayos de laboratorio que son el ensayo de tracción y ensayo de doblado estudiado la carga de rotura, carga elástica, deformación máxima, rigidez, tiempo de rotura y doblado a 180°, en Varillas de Acero de las 4 marcas. Se realizaron los ensayos en varillas de 3/8, 1/2 ,5/8 de las 4 marcas.

Las probetas de varilla corrugada tienen 40 cm de largo para poder realizar el ensayo de tracción se utilizó 180 probetas de las 4 marcas. Este ensayo de tracción se realizó de acuerdo a la NTP 350.405 vigente en nuestro país, en el ensayo de doblado se utilizó 60 probetas de las 4 marcas, tomando en cuenta lo que especifica en NTP 341.01. En ensayo de tracción se utilizó 15 probetas por cada diámetro de varilla (15 varillas de 3/8, 15 varillas de 1/2, 15 varillas de 5/8) y por cada marca de acero (sider Perú, aceros Arequipa, Miromina y Deacero), fueron en total 180 probetas, las mismas que dieron como resultado variaciones en la carga de rotura, carga elástica, deformación máxima, rigidez, tiempo de rotura y doblado a 180°, en las diferentes muestras.

Para desarrollo del presente trabajo los contenidos temáticos se dividen en cuatro capítulos, los cuales contienen los siguientes aspectos:

En el capítulo I, En este capítulo se hace referencia al problema de investigación, se realiza la formulación y sistematización del problema, dando a conocer el problema general y específico del mismo modo se muestra la justificación practica y metodológica, seguidamente de la delimitaciones tanto temporal, espacial y económica; de igual manera se manifiesta las limitaciones, y para finalizar se dan a conocer los objetivos tanto general como específico.

En el capítulo II, está referido a los antecedentes nacionales e internacionales del proyecto, exponiendo la parte conceptual, definición de términos, hipótesis y descripción de variable.

En el capítulo III, está referido para el método, tipo, nivel y diseño de investigación, dando a conocer la población y muestra, exponiendo las técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

En el capítulo IV, se expone los resultados del ensayo de tracción y doblado mediante tablas.

En el capítulo V, se realiza la discusión de resultados hallando las diferencias entre los aceros nacionales e internacionales.

Para finalizar se da a conocer las conclusiones, recomendaciones, la referencia bibliográfica; y finalmente se documenta los anexos

Bach. Maryland Noemi Quispe Minaya

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Debido a que no hay un estudio realizado en laboratorio para conocer la diferencia de las propiedades mecánicas de los diferentes aceros empleados en las construcciones civiles se optó por realizar la evaluación de las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel laboratorio para ser empleados en construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el alargamiento de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio?
- b) ¿Cuál es el límite de fluencia de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio?
- c) ¿Cuál es el resultado de la resistencia a la tracción de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de

laboratorio?

- d) ¿Cuál es el resultado del doblado a 180° en todos los diámetros de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación practica o social

En esta investigación pretende contribuir a la búsqueda de la solución del problema que aquejan a la sociedad debido al desconocimiento de las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018.

1.3.2. Metodológica

Para desarrollar la presente tesis el investigador hará uso metodologías apropias para recolectar la información de campo, procesar los datos gabinete y cuantificar resumen, las metodologías empleadas podrán servir de apoyo sustento a otras investigaciones de similar característica.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación está delimitada espacialmente para el:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : Huancayo
- Laboratorio : Universidad Peruana Los Andes

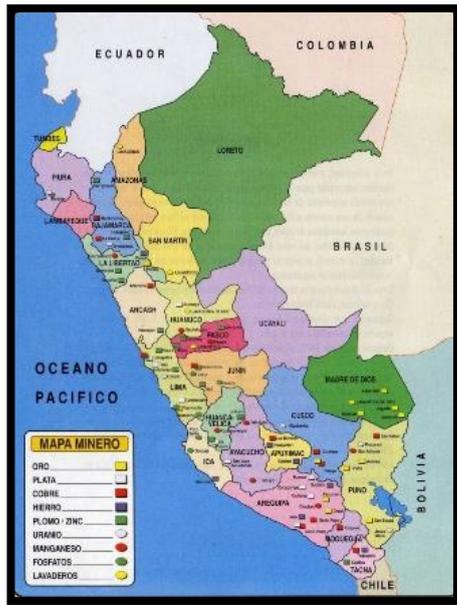


Figura N°1: Mapa del Perú
Junín



Figura N°2: Mapa de la región



Figura N°3: Mapa de la provincia de Huancayo



Figura N°4: Ubicación de la Facultad de Ingeniería

1.4.2. Temporal

La presente investigación está delimitada temporalmente para el Año 2018.

1.4.3. Económica

Los gastos que involucre el desarrollo del presente trabajo serán cubiertos en su totalidad por el sustentante.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación económica

Por falta de recursos económicos no se analizaron otras marcas ya que en el mercado local (Huancayo) no se proveen otras marcas como son las importadas de Brasil y Colombia, y si en caso se solicitaría un pedido en la ciudad de Lima la venta es por lotes a partir de una tonelada

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Calcular las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Calcular el alargamiento de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio.
- b) Determinar el límite de fluencia de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio.

- c) Calcular la resistencia a la tracción de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio.
- d) Evaluar el resultado del doblado a 180° en todos los diámetros de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel de laboratorio.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

2.1.2. Antecedentes nacionales

- A) El Bach. **CARLOS EMILIO PINTO MEZA (2015)** en su investigación titulada **“ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONFORMACION SUPERFICIAL EN BARRAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN ASTM A615, DE 1/2" DE DIÁMETRO SEGÚN NORMA ABNT NBR 7477:1982** tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Materiales de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN**” tiene los siguientes objetivos:
- a) “Estudiar del coeficiente de conformación superficial en barras de acero de construcción ASTM A615 de 1/2" de diámetro, así como, norma ABNT NBR 7477:1982.”
 - b) “Determinar el coeficiente de conformación superficial de las barras de construcción laminadas de 1/2" de diámetro, según norma de fabricación ASTM A615 G60 a través del ensayo de adherencia”.
 - c) “Evaluar y confrontar los resultados del ensayo de adherencia con las características geométricas de las siguientes barras

de construcción laminadas de 1/2" de diámetro en tres condiciones distintas de toma de muestras”.

Y tiene las siguientes conclusiones:

- a) “Los ensayos de adherencia manifestaron un coeficiente de conformación superficial de las barras de acero para el inicio del proceso 2.12, intermedio del proceso 2.22 y final del proceso 1.92 los cuales comparados con la norma ABNT NBR 7477 siendo la categoría CA 50 más semejante a la barra de W' de diámetro; estamos dentro del rango mínimo de coeficiente superficial que es 1.5 mm.”
- b) “Al inicio del proceso canal nuevo y final del proceso canal desgastado afloraron mayores fisuras que el intermedio del proceso canal gastado observándose porosidades e inclusiones no muy significativas que aparecieron en estos procesos de laminación, también se notó y verifico que la altura de los resaltes transversales en el final del proceso de laminación ha disminuido en casi un 40% debido a las constantes pasadas de la palanquilla a través de los rodillos de desbaste a causa de la fricción entre el acero y el rodillo de desbaste”.
- c) “Se tasó el coeficiente de conformación superficial de los tres procesos y el que nos beneficia más es intermedio del proceso porque se formaron menores fisuras en probetas de concreto reforzado ,por lo tanto mejor adherencia tendría acero-concreto ,en cambio en los otros procesos mayores fisuras lucieron por lo que la adherencia acero-concreto es menor y confrontando con las características geométricas la que más resaltaría sería la altura de los resaltes transversales esto es debido a que la barra de construcción tiene varias pasadas a través del mismo canal esto va respaldar en el rozamiento y el Angulo de contacto del acero con el rodillo por lo tanto va generarse fricción y disminución de la altura del resalte transversal”.

B) El Bach. **YOPER CASTRO ATAU (2010)** en su investigación titulada: **“SISTEMATIZACION DE DETALLES, HABILITACION Y ARMADO DE ACEROS ASTM A615 PARA CONSTRUCCIONES DE CONCRETO**, tesis para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL de la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA”** tiene los siguientes objetivos:

- a) “Deliberar la calidad técnica, económica y ambiental de la manipulación de aceros de construcción, demostrando las grandes pérdidas de materiales en la etapa de habilitación de aceros ASTM A615”.
- b) “Proponer conocimientos y metodologías eficientes para la sistematización de detalles, habilitación y armado de aceros, que aumenten la productividad, reduzcan los costos de construcción a través del control de desperdicios y residuos, que resten los efectos ambientales y nos permita conducirnos al desarrollo sostenible”.

Y tiene las siguientes conclusiones:

- a) “Se disminuyen los recubrimientos previstos, debido al doblado de aceros, que no toman en cuenta los efectos de la elongación, porque no examinan que el cortar barras como indica las dimensiones de una pieza en el plano, conduce a obtener piezas de dimensiones distintas. Originando sobre posición de refuerzos y pérdida de recubrimientos, en muchos considerar recubrimiento igual para todos los elementos hace que los encuentros de aceros en una misma línea de acción, inevitablemente exijan dobleces no observados que atentan contra las propiedades mecánicas del acero, ocasionan la exposición del acero a la oxidación.”
- b) “De la metodología propuesta, se permite incorporar definiciones y prácticas de calidad para ser aplicadas en las construcciones, ante la expectativa del destino que adquieran las obras en el futuro, frente a las consecuencias del impacto ambiental que generamos día a día. Porque se ha

manifestado que los temas de calidad en el uso del acero en obras de nuestro entorno, no han avanzado, y tienen consecuencias patológicas en el concreto armado.”

2.1.2. Antecedentes internacionales

A) El Bach. **HÉCTOR LEGUE LEGUE (2009)** en su investigación titulada “**ARMADO ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE EN UNA CONSTRUCCION NAVAL** tesis para optar el título profesional de **INGENIERO NAVAL de la UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**”.

Llega a la conclusión:

- a) “La construcción de un bloque soldado, el principal integrante es el acero y como principal metal de aporte de unión de metales bases es la soldadura. El acero en su gran variedad está presente en el comercio, pero en el ámbito naval el acero tiene la clasificación según Norma A.S.T.M. (American Standard Testing Material, Estándar Americano para Ensayos de Materiales) y con designación ASTM A131 y se clasifican según su grado de resistencia. Los aceros dentro de sus propiedades, presentan el grado de soldabilidad de los aceros, lo cual está determinado y reglamentado por A.W.S. (American Welding Society, Sociedad Americana de Soldadura)”.
- b) “Debido a la competitividad del mundo globalizado, es necesario el desarrollo continuo y creación de estrategias para competir en el ámbito empresarial, por lo cual, es necesario recurrir a márgenes de calidad satisfactorios de un producto. Por este motivo se emplea la ISO9001 dirigido en el desarrollo de proceso constructivos con sus datos de entrada, desarrollo del proceso y creación de datos de salida que es la construcción de un bloque clasificado por Lloyd’s Register of Shipping dentro del plazo, costo y calidad establecido contractualmente”.

B) El Mg. **LAURA MATESANZ BENITO (2011)** en su investigación titulada “**UNIONES HETEROGÉNEAS ACEROS ESPECIALES-CERMET OBTENIDAS MEDIANTE PROCESOS DE DIFUSIÓN (DIFFUSION BONDING Y DIFFUSION BRAZING)** tesis para optar el título profesional de **DOCTOR de la UNIVERSIDAD**

COMPLUTENSE DE MADRID". Tiene como objetivo:

- a) "Los materiales con aplicaciones en trabajos de corte y forja deben tener una superficie resistente a la abrasión y un substrato con la tenacidad adecuada. La necesidad de obtener herramientas con distintas combinaciones de propiedades en su estructura, ha conducido a la obtención de recubrimientos de metal duro (WC-Co). Estos recubrimientos mejoran la resistencia al desgaste de las piezas de acero y alargan su vida útil al menos 2 o 3 veces".
- b) "Los recubrimientos obtenidos por proyección térmica son de gran interés en aplicaciones donde son necesarias alta resistencia al desgaste, a la corrosión y a alta temperatura. Los recubrimientos tipo cermet obtenidos por la técnica HVOF (High Velocity Oxy Fuel), son recubrimientos densos de alta dureza y excelente resistencia al desgaste. Estas propiedades son resultado de una óptima adherencia del recubrimiento al substrato, y bajas porosidad y tendencia a formar fases frágiles durante el proceso de deposición".

Llegan a la conclusión:

- a) "Impurezas en forma de óxidos, sulfuros y silicatos de los elementos aleantes del propio acero, lo cual origina puntos de nucleación de grietas y una menor resistencia de la unión. La rotura progresa en todos los casos a través del intermediario de soldadura en las proximidades de la intercara con el acero".

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Acero

El acero es el material que se reconoce una definitiva temperatura y básicamente es una aleación o combinación de hierro y carbono (alrededor de 0,05% hasta menos de un 2%). "En los otros elementos de aleaciones específicos tal como el Cr (Cromo) o Ni (Níquel) se añaden con los siguientes propósitos determinados. Ya que en el acero es básicamente hierro altamente refinado (más de un 98%), su fabricación empieza con la reducción de hierro (producción de arrabio) en el cual se convierte más tarde en acero."

2.2.2. Clasificación del acero estructural

a) Aceros lisos

Son recomendables para los siguientes casos que necesita realizar fácilmente las siguientes operaciones del doblado y desdoblado, o en las que ya se necesite las barras cilíndricas de superficie lisa.

b) Aceros corrugados

Al acero que se emplea en el país para el concreto armado está producido por SIDERPERU O AREQUIPA, también existen aceros internacionales tales MIROMINA O D" ACERO que son de una sección circular y corrugado de grado 60, en cierto punto de aquella fluencia es de 4200 kg/cm² (fy). Su longitud es de 9.00 ml.

El acero corrugado es un tipo de acero laminado utilizado principalmente en la construcción, para utilizarse en el concreto armado. Se presenta de barras de acero que muestran resaltos o «corrugas» que regeneran la adherencia con el concreto. Sé proporciona de una gran ductilidad, lo cual tolera que al momento de cortar y doblar no sufra daños, y obtiene una gran soldabilidad, para que las siguientes operaciones resulten más convincentes y con un menor gasto energético.

En las siguientes barras de acero corrugados se originan en un grado de diámetros que se muestra de 6 a 40 mm, en donde se llega a citar en la sección en cm² que cada barra posee, así como su peso en kg.

Las barras inferiores o iguales a 16 mm de diámetro se pueden suministrar en barras o rollos, para diámetros superiores a 16 siempre se suministran en forma de barras.

Las barras de producto corrugado tienen unas características técnicas que deben cumplir, para asegurar el cálculo correspondiente de las estructuras de hormigón armado.

2.2.3. Propiedades mecánicas de acero

Las propiedades ingenieriles o mecánicas del acero estructural son trascendentales para ingenieros y arquitectos, fundamentalmente cuando el material se usa en construcción. En el acero estructural están usualmente sometidos a cargas, cambio de temperatura y

entre nuevas condiciones que consigue deformar el material, así como, los ingenieros saben las siguientes propiedades mecánicas y en qué tipo de espacio los materiales ya no es necesario utilizar.

I. **Diagrama Tensión-Deformación**

Para los diagramas de tensión y deformación es producto de la gráfica representada del ensayo de tracción, “normalizado en UNE-EN 10002-1“, que está sometida a una probeta de acero que se encuentra normalizada a un esfuerzo gradual de tracción según a su eje. El siguiente ensayo de tracción admite el procesamiento de datos de las diferentes propiedades mecánicas de acero.

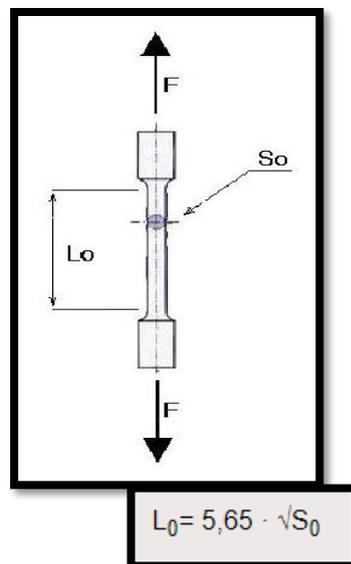


Figura N°5: Alargamiento de acero

Dónde: L_0 (longitud inicial), S_0 (sección inicial) y D_0 (diámetro inicial) de la probeta. Para realizar el ensayo de tracción, las anteriores variables toman los siguientes valores:

- $D_0 = 20 \text{ mm}$, $L_0 = 100 \text{ mm}$, ó bien,
- $D_0 = 10 \text{ mm}$, $L_0 = 50 \text{ mm}$.

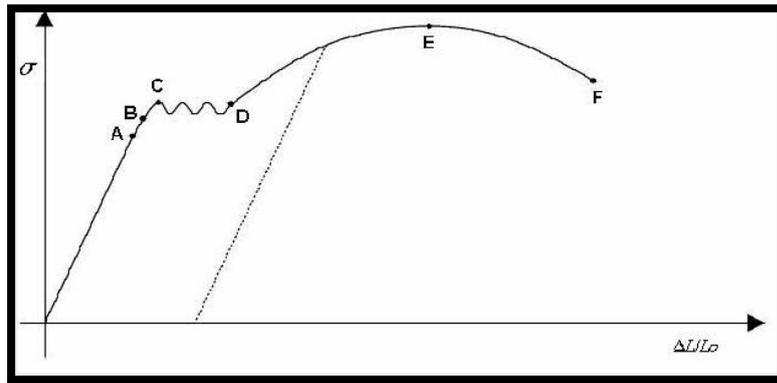


Figura N°6: Diagrama tensión - deformación

El ensayo empieza usando determinadamente dicha fuerza de tracción en la probeta, así mismo induce que el camino inicial en el diagrama transite por la línea recta que une el inicio de coordenadas con el punto A.

Para llegar al punto A se mantiene una proporción entre la tensión alcanzada y el estiramiento unitario provocado en el elemento. “Se le conoce como Ley de Hooke, que une linealmente tensiones con las deformaciones a través del módulo de elasticidad E, constante para cada uno de los materiales y en el caso de los aceros su fundición vale alrededor de 2.100.000 Kg/cm².”

En distintas peculiaridades de este tramo es acabar la sollicitación sobre la pieza, ésta rescata su longitud inicial. Así como, trabaja de manera elástica, como también el punto A se designa Límite de Proporcionalidad.

Presentado en el punto A y hasta llegar al punto B, los alargamientos provocados incluso ascienden de manera rápida con la tensión, y llega a cumplirse que, al finalizar la carga, el tramo recobra nuevamente su geometría inicial, tal como, sigue soportando elasticidad. El punto B representa el límite en este comportamiento, y por el cual el punto B se le denomina Límite Elástico.

Pasado el punto B del material se comporta de manera plástica, se designe, que no recobra su longitud inicial, subsistiendo una deformación permanente al finalizar la carga. De tal manera, este proceso de cierta descarga es ejecutada siguiendo el camino según la línea señalada del siguiente diagrama de tensión-deformación, de

tal como se conoce, divide al eje de las deformaciones, $\Delta L/L_0$, en esta distancia del comienzo, llega a corresponder la deformación permanente que está dada. Específicamente, este punto B o Límite Elástico es correspondiente a una deformación permanente del 0.2%.

Si se llega a aplicar la carga al punto reconocido en la imagen como C, a partir de cierto punto hasta el punto D, progresan las deformaciones de la manera más rápida mientras llega la carga que ondea entre dos valores, denominamos límites de fluencia, superior e inferior. Este nuevo campo, conocemos de fluencia, es característica y exclusiva de los aceros dúctiles, no emergiendo en los aceros endurecidos.

“Más distante del punto de fluencia D es preciso emplear un acrecimiento de cierta carga para obtener un acentuado aumento del estiramiento. Ingresamos en la zona de grandes imperfecciones plásticas hasta lograr el punto F, donde llega alcanza el valor máximo de su carga, lo que fraccionada por el área inicial de la probeta proporciona la tensión máxima de rotura o resistencia a la tracción.”

Al comenzar del punto E tiende un lugar el fenómeno de extracción de la probeta, consiste en una disminución de las siguientes secciones en la zona de la rotura, así mismo el responsable que se encuentra en descenso el periodo de diagrama, al reducir el valor de la sección real, cierto valor de la carga aplicada a partir del punto E también se va reduciendo hasta llegar alcanzar el punto F de rotura.

II. **Límite elástico y Resistencia a la tracción**

Al determinar las diferentes propiedades mecánicas del acero, conocemos el límite elástico (f_y), la resistencia de tracción (f_u), que tal manera otras particularidades mecánicas del acero como el Módulo de Elasticidad (E), o el estiramiento máximo que obtiene producir la rotura, se desarrollará mediante el tipo de ensayo que es tracción normalizado en la UNE-EN 10002-1.

En cuanto conocemos el valor de la tensión final o la resistencia a la tracción se presenta el cálculo del ensayo, de tal manera se

especifica el cociente de dicha carga máxima que va provocado en el fallo a rotura del material ya sea por tracción y la superficie de la sección transversal inicial de la probeta, en cuanto el límite elástico marca el umbral, que llega ser superado, dicho material trabaja bajo el comportamiento plástico y la deformación remanente.

Características Mecánicas				
AISI	Resistencia a la	Limite Elástico	Dureza	
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	H Rb Máx.	Brinell Máx.
201	70-80	30	95	201
301	52-75	21	88	185
302	52-70	21	88	183
302 B	55-75	21	88	183
303	52-70	21	90	180
304	50-70	21	88	183
304 L	50-65	18	88	183
304 H	75	30	92	183
304 LN	75	30	92	202
305	50-70	20	88	183
308	50-70	21	88	183
309	50-75	25	95	217
309 S	50-75	25	95	217
310	50-75	25	95	217
310 S	50-75	25	95	217
314	50-75	25	95	217
316	50-75	21	95	217
316 L	50-70	18	95	217
316 N	80	35	95	217
316 LN	75	30	95	217
316 Ti	50-78	25	95	217
317	55-75	25	90	217
317 L	80	35	95	217
321	55-75	25	88	183
321 H	75	30	95	217
347	55-75	25	92	201
348	55-75	25	92	201
403-410 S	45-60	24	90	183
405	42-53	25	88	183
410	45-88	30	95	217
416	45-74	24	98	215
420	55-77	33	95	220
430	45-62	25	90	185
430 F	45-63	25	-	185
431	84-92	65	-	270
440 A	65-80	30	95	-
440 B	75-80	40	-	-
446	52-60	31	90	185

Tabla N°1: Valores del límite elástico y la resistencia a tracción.

La resistencia en la tracción del acero estructural también está basada en propiedades medidas con mayor frecuencia.

III. **Módulo de elasticidad longitudinal o Módulo de Young**

Contiene percibir el significado de Módulo de Elasticidad longitudinal de los materiales, que deduce empezar del ensayo de tracción ya descrito. “De tal manera se percibió que si llega sobrar una probeta cilíndrica de acero de sección transversal A y longitud inicial L_0 se somete a una dicha tracción F que ejecuta a lo largo de su eje, ésta sufrirá, por efecto de pedido, un estiramiento de magnitud ΔL .”

En los estadios originarios donde una deformación es mínima, $\Delta L/L_0 \ll 1$, se logra experimentar hasta la fuerza aplicada F no llega alcanzar un rango limitado, aquello aumento ΔL de la probeta es conforme a la fuerza aplicada (F), a la longitud original (L_0) e contrariamente proporcional al espacio de la sección transversal (A), de tal manera que:

$$\Delta L \text{ es proporcional a } \frac{F \cdot L_0}{A}$$

“A la constante de proporcionalidad, o mejor vista a su inversa, se eligen con las letras E ó Y , y se llama Módulo de Young o Módulo de Elasticidad longitudinal, se conoce una propiedad intrínseca de cada uno de los materiales. Reemplazando en la palabra anterior,” ya que ésta quedaría como lo siguiente:

$$\Delta L = \frac{1}{E} \cdot \frac{F \cdot L_0}{A}$$

Por el lado, el cociente F/A simboliza el tipo de nivel tensional o la tensión normal del segmento σ , y el cociente $\Delta L/L_0$ es una deformación unitaria, ϵ , con el término anterior se escribirse de la siguiente manera,

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

que llega ser la expresión conocida como Ley de Hooke.

Dicho Módulo de Elasticidad o Módulo de Young, el cálculo y el

diseño de estructuras de acero en el rango elástico, es convencional que tome el siguiente valor:

$$E= 210.000 \text{ N/mm}^2$$

Metal	Módulo de Young, $\gamma \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$
Cobre estirado en frio	12,7
Cobre, fundición	8,2
Cobre laminado	10,8
Aluminio	6,3-7,0
Acero al carbono	19,5-20,5
Acero aleado	20,6
Acero, fundición	17,0
Cinc laminado	8,2
Latón estirado en frio	8,9-9,7
Latón naval laminado	9,8
Bronce de aluminio	10,3
Titanio	11,6
Níquel	20,4
Plata	8,27

Tabla N°2: “Módulo de Elasticidad o Módulo de Young para otros distintos metales”

IV. **Módulo de elasticidad transversal**

Para dicho módulo de elasticidad transversal, el módulo cortante o módulo de cizalla G, para la mayoría de los materiales, y en el concreto de los materiales isótropos, tiene una relación determina con el módulo de elasticidad longitudinal y el coeficiente de Poisson, según en la siguiente expresión:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Las equivalencias para los Módulos de Elasticidad, E y G, son los siguientes valores constantes e iguales señalados, así mismo nos encontremos desarrollando dentro del categoría de comportamiento elástico del acero.

Material	G (MPa)
Acero	81.000
Aluminio	26.300
Bronce	41.000
Cobre	42.500
Fundición Gris (4.5 %C)	41.000
Hierro Colado	< 65.000
Hierro Forjado	73.000
Latón	39.200

Tabla N°3: Valores para el Módulo de elasticidad transversal

V. **Coeficiente de Poisson**

El coeficiente de Poisson corresponde a la razón entre la elongación longitudinal y a la deformación transversal en el ensayo de tracción. Alternativamente el coeficiente de Poisson puede calcularse a partir de los módulos de elasticidad longitudinal y transversal, según la expresión siguiente:

$$\nu = \frac{E}{2 \cdot G} - 1$$

Para el acero, toma el siguiente valor: $\nu = 0,3$

Como en el caso anterior, las expresiones arriba indicadas del coeficiente de Poisson, ν , son valores constantes siempre dentro del rango de comportamiento elástico del acero.

VI. **Aptitud al doblado**

La capacidad desigual es un índice de la ductilidad del material, se especifica por la desaparición o representación de grietas en el tipo de ensayo del doblado. La capacidad al doblado es una particularidad necesaria que debe verificarse si sólo lo requiere el pliego de reglas técnicas particulares del siguiente proyecto o si lo muestra el pedido.

El valor de la aptitud a cierto doblado se efectuará explicando la ausencia de fisuras en el tipo de ensayo de doblado simple, regulando en la NTP 341.031. Las probetas de ensayo una vez dobladas alrededor de un mandril de diámetro especificado, no deberán presentar fisuras o grietas transversales sobre el radio

exterior de la porción doblada, observadas a simple vista. Para el material entregado en rollos, la probeta o muestra de ensayo cumplirá ser enderezada antes de su puesto en la máquina para ensayo de doblado.

Diámetro nominal de la barra (d)		Diámetro del mandril para el ensayo de doblado ^(A)	
		Grado 280 (40)	Grado 420 (60)
Milímetros	Pulgadas		
6, 8, 10, 12	...	3d	3 d
	3/8; 1/2; 5/8	3d	3 d
	3/4; 7/8; 1,0	5d	5 d
	1 1/8; 1 1/4; 1 3/8	...	7 d
	1 3/4; 2 1/4 ^(B)	...	9 d
	2 1/2 ^(B)	...	10 d
^(A) Ensayo de doblado a 180°, a menos que se indique de otra forma			
^(B) Ensayo de doblado a 90°.			

Tabla N° 4: Requisitos del ensayo de doblado

2.2.4. Ensayos mecánicos del acero

“Cuando el técnico planea una distribución metálica, plantea un instrumento o una máquina, precisa las características que obtienen los materiales. Como en estos diversos tipos de aceros, así mismo, se logran variar sus prestaciones con tratamientos térmicos, se implantan una orden de ensayos mecánicos para verificar principalmente la dureza superficial, la resistencia a los diversos esfuerzos que están sometidos, en el grado de terminado del mecanizado o la presencia de grietas internas en el material, lo cual aplica claramente al material pues se pueden originar fracturas o roturas.”

Hay dos tipos de ensayos, únicos que pueden ser destructivamente y otros no destructivamente.

En caso de esta tesis se utilizó 2 ensayos del cual hablaremos a continuación:

A. Ensayos de tracción:

“El tipo de ensayo de tracción es seguramente el ensayo más esencial de las pruebas mecánicas que pueden ser realizar en un material. Los ensayos de tracción no son complejos, respectivamente baratos, y completamente normalizados.”

“En este ensayo se aplica al material a una fuerza de tracción, es decir, se le somete una fuerza o varias fuerzas externas que van a tratar de estirar el material. En el tiempo de ensayo lo estiraremos haciendo cada vez más fuerza sobre él hasta obtener su rotura. Como ves es un ensayo Esfuerzo-Deformación.”

Ensanchando el material, podemos establecer rápidamente cómo el material va a renovarse ante las fuerzas que se le ponga y que tratan de extender. A cierta medida que extendemos el material, iremos observando la fuerza que realizamos en cada momento y la cantidad que se estira el material (alargamiento).

“En los tipos de ensayos de tracción se ejecutan con los materiales dúctiles, con un adecuado grado de plasticidad, por ejemplo, los materiales directos de metálicos ferrosos y no ferrosos, plásticos, gomas, fibras, etc.”

“Un material dúctil se puede convertir en ciertos cables o hilos, por lo cual tiene la capacidad de estirarse. Lo inverso a blando es frágil. El tipo de material plástico es el material que puede modificar ante fuerzas externas antes de llegar a romperse.”

“Si el tipo de material no hubiera plasticidad no llegaría a deformarse antes de romperse. Los siguientes datos logrados en los ensayos de tracción se llegan a utilizar para cotejar diferentes materiales y probar si cualquiera de ellos podrá resistir los siguientes esfuerzos a los que va estar sumiso cuando es manejado en una determinada aplicación.”

“Diversos materiales, cuando se prestan asistencia que están sometidos a fuerzas o cargas, modelos de ello son los siguientes revestimientos refractarios de los hornos, las fusiones de aluminio con las cuales se edifican las alas de los aviones, el acero de los ejes de los automóviles o las vigas y los pilares de los edificios. En las siguientes situaciones es necesario saber los tipos de materiales de tal manera que cualquier deformación que de no sea enorme y no se produzca su rotura.”

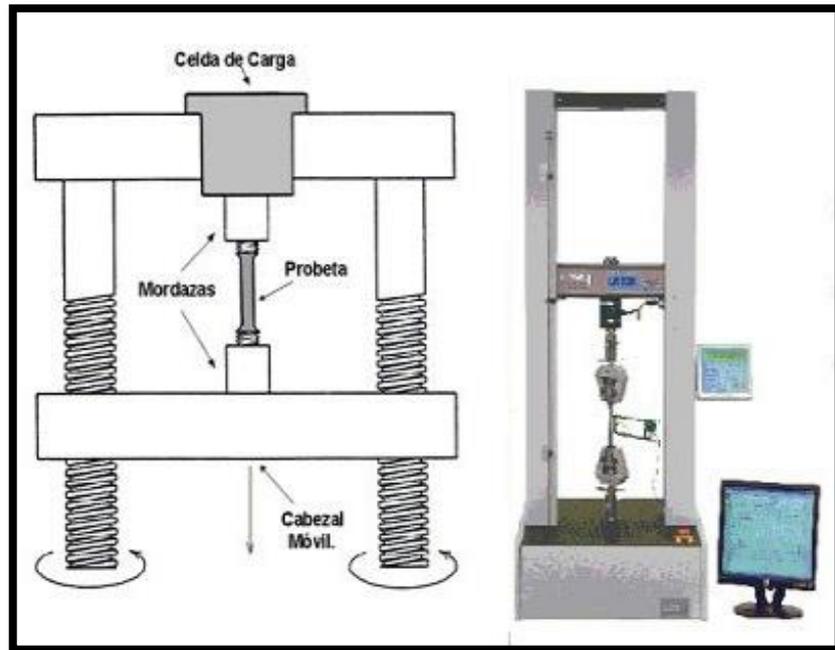


Figura N°7: Maquinas de ensayo de tracción

“Para los ensayos se manejan trozos de material llamados "probetas" o "muestras". La probeta del material es un pedazo con dimensiones reguladas para ejecutar los ensayos, como de tracción. Estas dimensiones previstas son la longitud de la probeta y el área de su sección transversal. Es indispensable de no confundir con una probeta de laboratorio de física o química que sirven para calcular volúmenes.”



Figura N°8: Probetas o muestras

“Se pone y engancha por sus extremos la probeta entre dos dependientes llamados "agarres" o "mordazas" que retienen la

probeta de la máquina en el ensayo (al principio y al final puedes ver la imagen de alguna máquina de tracción). Regularmente la probeta se ubica en vertical. Actualmente comenzamos usar una fuerza exterior por ciertos extremos de la probeta a una velocidad que tarda y constante. El otro extremo de la probeta permanecerá unido al agarre, sin embargo, la máquina se hace fuerza sobre la probeta por los dos extremos hallados.”

“Todo cuerpo al sobrellevar una fuerza aplicada trata de convertir en el sentido de aplicación de la fuerza. En este caso del ensayo de tracción, la fuerza se utiliza en acomodo del eje de ella y por eso se designa axial. La probeta se prolongará en trayectoria de su longitud y se disminuirá en el sentido o plano perpendicular.”

“Como vamos empleando cada vez más fuerza sobre la probeta, la probeta obtendrá un momento que organizará a estirarse, reduciendo su sección y ampliando su longitud. Continuaremos utilizando cada vez más fuerza externa hasta que la distancia de un momento que la probeta rompe.” Este momento se llama el momento de la fractura. Para esta razón se dice que el ensayo de tracción de un ensayo demoledor, la pieza se destroza y no sirve. Durante el ensayo andamos anotando los datos de fuerza (también llamada carga) y estiramiento de la probeta. Con las fichas obtenidas en el ensayo podemos constituir una gráfica llamada "Curva de Tensión-Alargamiento".

“Por tensión se especula la fuerza sometida a la probeta en cada momento, pero OJO por unidad de sección. El elemento de tensión en el SI (sistema internacional) es el Newton/metro cuadrado, sin embargo, a veces por ser conocedores se expresa en Kg/mm² (milímetros cuadrados). Así que será Newtons ya que es la unidad de fuerza y metros cuadrados es por cada unidad de sección, de tal manera la sección se mide en metros cuadrados, milímetros cuadrados, etc.”

“Una vez completado el ensayo, la muestra de prueba rota se recoge para medir la longitud final y se concierta con la longitud original o inicial para lograr la elongación.”

Alargamiento o Deformación Unitaria: “Es tanto por uno que ha desarrollado la longitud de la probeta, es presentar, si la longitud inicial es L_0 y en un explícito momento del ensayo es L , el estiramiento o deformación unitaria”, sería:

$$EL = \frac{L_f - L_0}{L_0}$$

“Para las subsiguientes fórmulas tenemos que ver el diagrama del ensayo de tracción formado en nuestro ensayo. Ayudemos un ejemplo de diagrama para un material”, determinado:

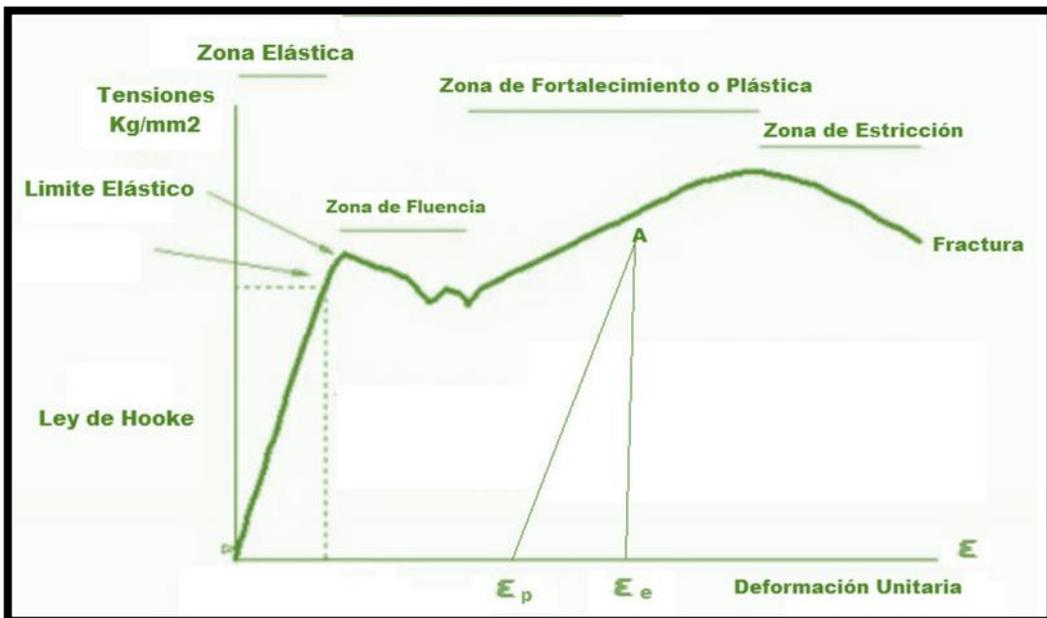


Figura N°9: Diagrama de tracción

Zona Elástica: “Hay una zona de la gráfica del ensayo de tracción en la que la relación entre la tensión y la deformación es lineal, es decir hay una proporción entre la tensión aplicada y la deformación producida en el material. Más allá de esta zona, la deformación deja de ser proporcional a la tensión. En esta zona del ensayo se cumple la Ley de Hooke. Solo se cumple hasta el límite elástico que puedes ver en el diagrama”.

$$\sigma_e = E \cdot e$$

σ_e = Tensión en la Zona Elástica

E = Modulo de Young

e = Alargamiento o Deformación Unitaria

“El módulo de Young o también llamado módulo de elasticidad longitudinal es un valor constante para cada material y se expresa en Newton/metro cuadrado. Este valor nos da la proporción entre la fuerza y la deformación del material. Sería el valor de la pendiente de la recta de la zona elástica.” “Es un dato que solemos saber del material que vamos a ensayar. De todas formas, podríamos calcularlo con dos puntos de la recta por trigonometría de un triángulo. Luego lo veremos para no liarnos ahora.”

“Estas son las fórmulas principales para realizar cálculos de los ensayos de tracción, pero vamos analizar el diagrama de tracción, sus zonas y puntos importantes.”

Límite de elasticidad o limite elástico: “Es la tensión más allá de la cual el material no recupera totalmente su forma original al ser descargado de la fuerza a la que se le somete, sino que queda con una deformación residual llamada de formación permanente e_p o ϵ_p . Podemos decir que es la tensión máxima que un material elástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes.”

Punto de fluencia: “Es el punto del inicio de la zona de fluencia. Es aquel donde aparece un considerable alargamiento o fluencia del material sin el correspondiente aumento de carga que, incluso puede disminuir la carga mientras dura la fluencia y aumentar de deformación. Esto ocurre en la llamada zona de fluencia. Sin embargo, el fenómeno de la fluencia es característico del acero al carbono, mientras que hay otros tipos de aceros, aleaciones y otros metales y materiales diversos, en los que no se manifiesta la fluencia. La fluencia tiene lugar en la

zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.”

“Cuando la fluencia ha terminado, puede aplicarse más carga a la probeta, resultando una curva que se eleva continuamente pero que se va aplanando hasta llegar a un punto que se llama el "esfuerzo ultimo", que es el esfuerzo máximo que el material es capaz de soportar. Recordemos que no es el de rotura o fractura.”

“La elevación en la curva de esta manera se llama endurecimiento por deformación.”

Zona Plástica: “En esta zona los alargamientos son permanentes. Si el ensayo se detiene, por ejemplo, en el punto A de la gráfica, se recupera el alargamiento elástico ϵ_e sufrido, quedando un alargamiento remanente o plástico llamado ϵ_p o $\epsilon_{p.}$ La curva en la zona plástica tiene menos pendiente que en la elástica, ya que para conseguir grandes alargamientos no es necesario un incremento de la carga elevado.”

“Esta fuerza o carga máxima dividida por la sección inicial de la probeta determina la resistencia a la tracción del material.”

“El punto de fuerza máxima es donde se termina la zona plástica, no en el punto de rotura o fractura.” En la gráfica de más abajo puedes ver el punto que se llama "Esfuerzo último". La obstinación a la tracción se conoce como σ_R . Asimismo se logra llamar Resistencia a la Tensión.

$$\sigma_R = \frac{F_{m\acute{a}x}}{A_0}$$

Mientras en la tensión aplicada llega ser menor a RM, la imperfección es uniforme, pero al conseguir esta tensión comienza a desarrollar un cuello en la probeta.

Zona de Estricción: “A partir del punto del "esfuerzo último", la deformación se localiza en una zona determinada de la probeta en lugar de hacerlo en toda su longitud. Como resultado, tiende

a desarrollarse una estricción o cuello en esta zona a medida que la probeta se alarga cada vez más. La tensión disminuye (curva hacia abajo) y la probeta termina por romperse en esa zona en el punto de fractura.”

Esfuerzo o Carga de Fractura: Es la fuerza donde llega a romper la probeta.

Mediciones de ductilidad: “la ductilidad de un material es una medida del grado de deformación plástica del material que puede ser soportada hasta la fractura. La ductilidad puede expresarse cuantitativamente como alargamiento relativo porcentual, o bien mediante el porcentaje de reducción de área. El alargamiento relativo porcentual a rotura es %EL.”

Alargamiento Relativo Porcentual a Rotura

$$\%EL = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) \times 100$$

l_f = la longitud en el momento de la fractura

l₀ = la longitud de prueba original.

El procedimiento de los materiales bajo la carga se puede especificar como dúctil o frágil, como el material muestra o no permite que la capacidad domine sufrir deformación plástica.

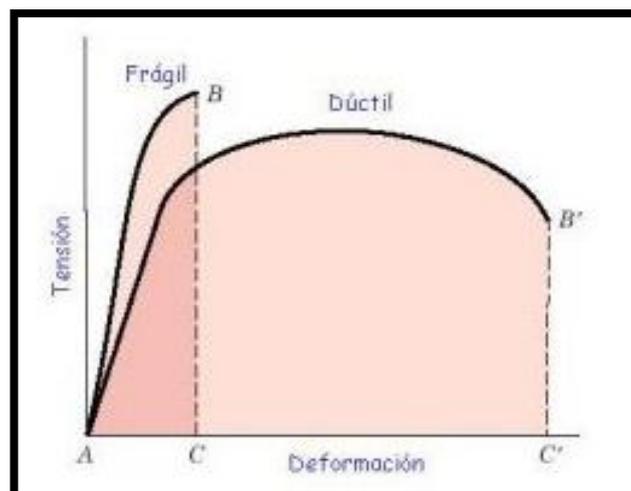


Figura N°10: “Diagrama de tracción de materiales frágiles y dúctiles

Como hemos visto, el ensayo de tracción es un proceso de

ensayo destructivo que proporciona información sobre la resistencia a la tracción, límite de elasticidad y ductilidad de un material.”

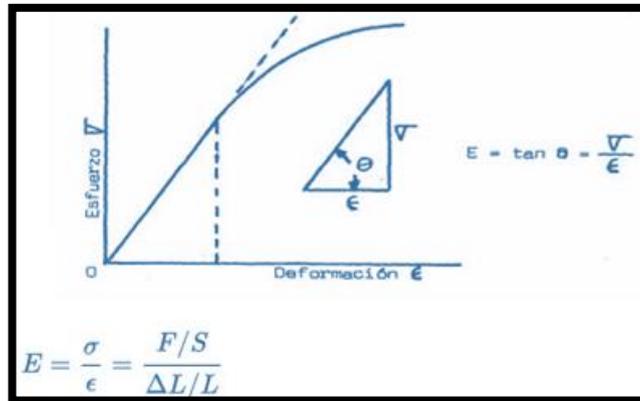


Figura N°11: Cálculo del Módulo de Young o de Elasticidad Longitudinal

B. Ensayos de doblado:

El ensayo de doblado es un método para evaluar la ductilidad, fundamenta en someter a una imperfección plástica una muestra, por un doblado fuera de inversión del sentido de flexión las deformaciones mediante su ejecución. La muestra se dobla hasta que una de las ramas de éste forme con la prolongación de la otra rama, bajo carga, un ángulo especificado. El eje de la muestra debe permanecer en un plano perpendicular al eje del doblado.

En el caso de doblado a 180°, las dos ramas pueden, según lo especificado,

apoyarse la una sobre la otra, o bien quedar paralelas a una distancia determinada. Después del doblado, la superficie convexa de la muestra en la zona doblada es examinada buscando evidencia de grietas u otros defectos superficiales. Si la muestra se fractura el material ha fallado el ensayo.

Cuando la fractura completa no ocurre, el criterio utilizado es el número y tamaño de las grietas o irregularidades visibles a simple vista, presentes en la superficie convexa de la muestra después del doblado, según lo especificado en la Norma del producto.

Algunas grietas de cierto espesor en el borde de la muestra no son consideradas falla del material. Las grietas presentes en las esquinas dobladas de la muestra no serán consideradas significativas a menos que excedan el tamaño especificado para estas grietas en la especificación del producto.

Diámetro nominal de la barra (d)		Diámetro del mandril para el ensayo de doblado ^(A)	
		Grado 280 (40)	Grado 420 (60)
Milímetros	Pulgadas		
6, 8, 10, 12	...	3d	3 d
	3/8;1/2;5/8	3d	3 d
	3/4;7/8;1,0	5d	5 d
	1 1/8; 1 1/4; 1 3/8	...	7 d
	1 3/4; 2 1/4 ^(B)	...	9 d
	2 1/2 ^(B)	...	10 d

^(A)Ensayo de doblado a 180°, a menos que se indique de otra forma
^(B)Ensayo de doblado a 90°.

Figura N°12: Parámetros del ensayo de doblado

Doblado Guiado: en que se usa un mandril o punzón de dimensiones definidas para forzar a la muestra por su zona media a doblarse entre dos soportes separados por un espacio definido. Puede ser:

- a) Doblado Guiado sin dado o punzón
- b) Doblado Guiado en U.
- c) Doblado Guiado en V
- d) Doblado Guiado en V para hojas laminadas en frío.

Doblado Semi-guiado: en el que la muestra es doblada, mientras está en contacto con un mandril, hasta un ángulo especificado o es doblada hasta un radio de curvatura (r) interior especificado, el cual es medido mientras se le está aplicando la fuerza de doblado. Puede ser:

- a) Arreglo A, donde la muestra es sujeta en un extremo
- b) Arreglo B, para materiales delgados
- c) Arreglo C, con la fuerza de contacto del mandril en la zona

doblada

Doblado Libre: donde los extremos de la muestra son obligados a juntarse

entre sí, pero sin la aplicación de una fuerza transversal sobre la zona de doblado misma y no hay contacto de la superficie interior cóncava doblada con otro material. Puede ser:

- a) Tipo 1, con doblado a 180°
- b) Tipo 2, doblado plano sobre sí mismo

2.2.5. Especificaciones técnicas de los aceros nacionales e internacionales

A) Aceros Arequipa:

NORMAS TÉCNICAS:

Composición Química, Propiedades Mecánicas y Tolerancias Dimensionales: ASTM A615 Grado 60 / NTP 341.031 Grado 60 (Norma Técnica Peruana)/ Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

USOS:

Se utiliza en la construcción de edificaciones de concreto armado de todo tipo: en viviendas, edificios, puentes, obras industriales, etc.

PRESENTACIÓN:

Se produce en barras de 9 m y 12 m de longitud en los siguientes diámetros: 6 mm, 8 mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8", 3/4", 1" y 1 3/8". Previo acuerdo, se puede producir en otros diámetros y longitudes requeridos por los clientes.

Se suministra en paquetes de 2 toneladas, en varillas y como ACEDIM®. Las barras de 6mm también se comercializan en rollos de 550 kg.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia (fy)	=	4,280 kg/cm ² mínimo
Resistencia a la Tracción (R)	=	6,320 kg/cm ² mínimo
Relación R/fy	≥	1.25

Alargamiento en 200 mm:

Diámetros:

6 mm, 8 mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8" y 3/4"	=	9% mínimo
1"	=	8% mínimo
1 3/8"	=	7% mínimo

Doblado a 180° = Bueno en todos los diámetros

Figura N°13: Especificación de aceros Arequipa

B) Aceros Sider Perú:

Diámetro nominal (d)	Requisitos de Tracción				Doblado a 180° Diámetro de mandril de doblado
	Límite de fluencia MPa (Kgf/mm ²) mínimo	Resistencia de tracción (Kgf/mm ²) mínimo	Relación RT/LF mínimo	% de alargamiento Lo=200 mm mínimo	
6 mm	420 (42,8) A 540 (55,1)	620 (63,2)	1.25	11	3 d
8 mm				14	
3/8"					
12 mm					
1/2"					5 d
5/8"					
3/4"					
1"				12	7 d
1 3/8"					

Figura N°14: Especificación de Sider Perú

C) Aceros miromina:

PROPIEDADES MECANICAS	
Límite de fluencia mínimo	4280 Kg/cm ² (420 MPa)
Resistencia a la tracción mínimo	6320 Kg/cm ² (620 MPa)
Alargamiento mínimo en 203 mm,	9%
Alargamiento mínimo en 203 mm 1"	8%
Alargamiento mínimo en 203 mm 1 3/8"	7%
Doblado a 180°	Sin Fisuras
Contenido máximo de Fósforo	0.06 %

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	
Límite de fluencia máxima	545 MPa
Relación	
Resistencia Tracción/Resistencia Fluencia	≥ 1.25

Figura N°15: Especificación de Miromina

D) Aceros Dacero

ESPECIFICACIONES DE LA VARILLA	
Acabado	corrugado
Resistencia a la tensión	70 Kg/mm ²
Resistencia a la fluencia	60 Kg/mm ²

Figura N°16: Especificación de Dacero

2.3. Definición de términos

- **Carga de rotura:** “Carga que causa la fractura en un ensayo de tracción, compresión, flexión o torsión. En los ensayos de tracción de materiales de láminas finas o de materiales en forma de alambre de pequeño diámetro es difícil distinguir entre la carga de rotura y la carga máxima desarrollada, por tanto, esta última es la que se considera carga de rotura.”
- **Carga elástica:** Es un cambio temporal de forma producido por la fuerza mecánica internamente del límite elástico (proporcional) del material bajo presión, recobrando la forma y dimensión original al excluir la fuerza deformante. La fuerza al existir por debajo del límite proporcional, sea que aquel átomo de enrejado cristalino se desplaza solo en ciertos valores tales que al reducir aquella regresen a su posición original.
- **Deformación máxima:** se menciona a los cambios en las extensiones de un miembro estructural cuando oriente se acierta sometido a cargas externas
- **Rigidez:** Capacidad de la resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores que actúan sobre su superficie. Rigidez es una capacidad que tienen ciertos elementos de las estructuras de soportar los esfuerzos sin perder su forma (deformarse) conservando sus uniones. Las estructuras rígidas se dice que son indeformables. Las estructuras no rígidas pueden perder su forma tras un esfuerzo, se dice que son deformables.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La evaluación de las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales muestra ventajas versus aceros internacionales a nivel de laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El alargamiento de los fierros corrugados comerciales nacionales es mayor a aceros internacionales a nivel de laboratorio.

- b) El límite de fluencia de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran resultados similares a aceros internacionales a nivel de laboratorio.
- c) La resistencia a la tracción de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran resultados similares a Aceros internacionales a nivel de laboratorio.
- d) El resultado del doblado a 180° en todos los diámetros de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran resultados similares a aceros internacionales a nivel de laboratorio.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

a) **VARIABLE INDEPENDIENTE (X): PROPIEDADES MECÁNICAS**

- Alargamiento
- Límite de fluencia
- Resistencia a la tracción
- Doblado a 180°

b) **VARIABLE DEPENDIENTE (Y): FIERRO CORRUGADO**

- Diámetro de fierro corrugado

2.5.2. Definición operacional de la variable

a) **PROPIEDADES MECÁNICAS**

- **Alargamiento:** El alargamiento en tecnología de materiales también conocido como elongación es una magnitud que mide el aumento de longitud que experimenta un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rotura. El alargamiento se expresa en tanto por ciento (%) con respecto a la longitud inicial.
- **Límite de fluencia:** El límite de fluencia es el punto donde comienza el fenómeno conocido como fluencia, que consiste en un alargamiento muy rápido sin que varíe la tensión aplicada en un ensayo de tracción. Hasta el punto de fluencia el material se comporta elásticamente, siguiendo la ley de Hooke, y por tanto se puede definir el módulo de Young.

- **Resistencia a la tracción:** se define como el cociente entre la carga máxima que ha provocado el fallo a rotura del material por tracción y la superficie de la sección transversal inicial de la probeta
- **Doblado a 180°:** El ensayo es una suma importante para verificar que el acero consiga ser doblado sin grietarse. Además, sirve para estar al tanto con el comportamiento que obtendrá el material frente a la flexión, ya que necesariamente la rotura del material no sea frágil.

b) FIERRO CORRUGADO

- **Diámetro de fierro corrugado:** Estas varillas son producidas por diversas empresas dedicadas a este comercio entre ellas tenemos a Sider Perú, Aceros Arequipa, Miromina, Deacero; y se venden en diferentes grosores. Las más usadas para una casa de 5 pisos son las de diámetros de 3/8", 1/2", y 5/8".

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tipo de Variable	Nombre de la variable	Indicadores
Variable Independiente	Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alargamiento ✓ Límite de fluencia ✓ Resistencia a la tracción ✓ Doblado a 180°
Variable Dependiente	Fierro corrugado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro de fierro corrugado

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método de investigación fue científico debido a que se siguen procedimientos ordenados con la finalidad de resolver el problema.

3.2. Tipo de investigación

Es tecnológica porque se preocupa por la búsqueda de medir la eficiencia o rendimiento de la diferencia de las propiedades mecánicas del fierro corrugado de las marcas más comercializadas a nivel nacional.

3.3. Nivel de investigación

El tipo de investigación es descriptivo - explicativo porque tiene como propósito describir, sistemática, completa cualitativa y cuantitativamente los fenómenos y explicar las causas que originan un fenómeno y la verificación de hipótesis causales y explicativas.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es cuasi experimental, debido a que los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto - causa.

En la investigación se realizará toma de datos y observaciones de campo, ensayos en laboratorio y trabajos en gabinete para el procesamiento de la información.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población para la presente investigación está conformada por los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales de 40 cm de longitud y de diámetros variables iguales a:

Diámetro del acero	ACEROS NACIONALES		ACEROS INTERNACIONALES		TOTAL
	SIDER PERU	ACEROS AREQUIPA	MIROMINA	D ACERO	
3/8´	20	20	20	20	80
1/2´	20	20	20	20	80
5/8´	20	20	20	20	80
TOTAL	60	60	60	60	240

3.5.2. Muestra

La muestra no pirolística del presente trabajo está conformada por 240 testigos de fierros corrugados de 40 cm de longitud y de diámetros variables iguales a:

A) ACEROS NACIONALES:

SIDER PERU			
Diámetro del acero	Ensayo de tracción	Ensayo de doblado	Total
3/8´	15	5	20
1/2´	15	5	20
5/8´	15	5	20
Total			60

ACEROS AREQUIPA			
Diámetro del acero	Ensayo de tracción	Ensayo de doblado	Total
3/8´	15	5	20
1/2´	15	5	20
5/8´	15	5	20
Total			60

B) ACEROS INTERNACIONALES

MIROMINA			
Diámetro del acero	Ensayo de tracción	Ensayo de doblado	Total
3/8´	15	5	20
1/2´	15	5	20
5/8´	15	5	20
Total			60

D ACERO			
Diámetro del acero	Ensayo de tracción	Ensayo de doblado	Total
3/8´	15	5	20
1/2´	15	5	20
5/8´	15	5	20
Total			60

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos el investigador se basará a información de las fichas técnicas de los fierros corrugados proporcionados por los fabricantes, de la misma manera se recurrirá a la información evaluada de otras investigaciones.

- Fichas de observación
- Cámara fotográfica

3.6.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Equipo de tracción
- Equipo para el doblado de fierro corrugado
- Amoladora
- Flexómetro
- Equipos de protección personal
- Pintura
- Calculadora

3.7. Procesamiento de la información

Se hará uso de los siguientes programas que ayudarán a procesar y/o obtener datos:

- Word para la elaboración del informe
- Ensayos en laboratorio de estructuras e hidráulica
- Excel para cuadros comparativos y estadísticos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

3.8.1. Análisis documental

La tesis se desarrolló mediante un análisis documental ya que recolecta datos de fuentes secundarias. “Libros, boletines, revistas, folletos, y periódicos se recurren como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés.”

La herramienta que se acostumbra utilizar es una ficha de registro de datos.

3.8.2. Observación experimental

Para el desarrollo de esta tesis se utilizó la observación experimental porque se elaboró datos en condiciones respectivamente controladas por el investigador ya que se realizó el ensayo de tracción y doblado en laboratorio, particularmente puede manipular las diferentes variables.

Se utilizó como instrumento la hoja o cédula de registro de datos.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. Ensayo De tracción

4.1.1. Cuadro de diferencias de resultados de ensayo de tracción en aceros de diámetro de 3/8

A) ACEROS NACIONALES

N° DE PRUEBA	SIDER PERU	ACERO AREQUIPA
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.68 kN • Carga elástica: 055.59 kN • Deformación máxima: 088.81 mm • Rigidez: 0.873 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.002 s • Tiempo de ensayo: 46.087 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 045.21 kN • Carga elástica: 038.65 kN • Deformación máxima: 054.11 mm • Rigidez: 1.464 kN/mm • Tiempo de rotura: 14.454 s • Tiempo de ensayo: 41.305 s
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.58 kN • Carga elástica: 055.53 kN • Deformación máxima: 091.49 mm • Rigidez: 0.854 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.119 s • Tiempo de ensayo: 43.059 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 054.26 kN • Carga elástica: 047.15 kN • Deformación máxima: 068.32 mm • Rigidez: 1.202 kN/mm • Tiempo de rotura: 14.817 s • Tiempo de ensayo: 46.074 s

P3	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 057.55 kN • Carga elástica: 053.62 kN • Deformación máxima: 087.63 mm • Rigidez: 0.864 kN/mm • Tiempo de rotura: 39.813 s • Tiempo de ensayo: 42.964 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.66 kN • Carga elástica: 048.68 kN • Deformación máxima: 063.26 mm • Rigidez: 1.268 kN/mm • Tiempo de rotura: 13.889 s • Tiempo de ensayo: 44.963 s
P4	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 057.67 kN • Carga elástica: 053.38 kN • Deformación máxima: 087.51 mm • Rigidez: 0.881 kN/mm • Tiempo de rotura: 40.720 s • Tiempo de ensayo: 43.348 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.03 kN • Carga elástica: 049.36 kN • Deformación máxima: 058.63 mm • Rigidez: 1.808 kN/mm • Tiempo de rotura: 23.806 s • Tiempo de ensayo: 55.986 s
P5	<ul style="list-style-type: none"> • Carga elástica: 055.23 kN • Deformación máxima: 091.30 mm • Rigidez: 0.876 kN/mm • Tiempo de rotura: 43.019 s • Tiempo de ensayo: 47.526 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.73 kN • Carga elástica: 049.80 kN • Deformación máxima: 056.54 mm • Rigidez: 1.818 kN/mm • Tiempo de rotura: 23.193 s • Tiempo de ensayo: 54.170 s
P6	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.68 kN • Carga elástica: 055.65 kN • Deformación máxima: 086.40 mm • Rigidez: 0.868 kN/mm • Tiempo de rotura: 18.988 s • Tiempo de ensayo: 41.069 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 056.65 kN • Carga elástica: 047.45 kN • Deformación máxima: 058.18 mm • Rigidez: 1.658 kN/mm • Tiempo de rotura: 14.357 s • Tiempo de ensayo: 53.606 s
P7	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.51 kN • Carga elástica: 055.01 kN • Deformación máxima: 086.86 mm • Rigidez: 0.900 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.091 s • Tiempo de ensayo: 46.501 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.33 kN • Carga elástica: 047.87 kN • Deformación máxima: 065.52 mm • Rigidez: 1.314 kN/mm • Tiempo de rotura: 14.592 s • Tiempo de ensayo: 47.540 s

P8	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.44 kN • Carga elástica: 055.12 kN • Deformación máxima: 087.95 mm • Rigidez: 0.884 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.061 s • Tiempo de ensayo: 46.855 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 058.40 kN • Carga elástica: 048.77 kN • Deformación máxima: 056.27 mm • Rigidez: 1.817 kN/mm • Tiempo de rotura: 14.030 s • Tiempo de ensayo: 54.782 s
P9	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.56 kN • Carga elástica: 055.48 kN • Deformación máxima: 087.96 mm • Rigidez: 0.864 kN/mm • Tiempo de rotura: 18.972 s • Tiempo de ensayo: 45.241 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 056.01 kN • Carga elástica: 047.01 kN • Deformación máxima: 058.02 mm • Rigidez: 1.616 kN/mm • Tiempo de rotura: 14.189 s • Tiempo de ensayo: 52.403 s
P10	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.40 kN • Carga elástica: 055.33 kN • Deformación máxima: 087.72 mm • Rigidez: 0.896 kN/mm • Tiempo de rotura: 19.997 s • Tiempo de ensayo: 41.495 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.01 kN • Carga elástica: 047.98 kN • Deformación máxima: 062.83 mm • Rigidez: 1.222 kN/mm • Tiempo de rotura: 13.060 s • Tiempo de ensayo: 43.519 s
P11	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 059.65 kN • Carga elástica: 055.57 kN • Deformación máxima: 090.23 mm • Rigidez: 0.871 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.361 s • Tiempo de ensayo: 46.186 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.74 kN • Carga elástica: 048.78 kN • Deformación máxima: 066.24 mm • Rigidez: 1.227 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.553 s • Tiempo de ensayo: 45.217 s
P12	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 056.89 kN • Carga elástica: 052.85 kN • Deformación máxima: 085.40 mm • Rigidez: 0.874 kN/mm • Tiempo de rotura: 19.413 s • Tiempo de ensayo: 45.761 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.60 kN • Carga elástica: 048.38 kN • Deformación máxima: 063.52 mm • Rigidez: 1.251 kN/mm • Tiempo de rotura: 13.398 s • Tiempo de ensayo: 44.215 s

P13	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 056.80 kN • Carga elástica: 052.38 kN • Deformación máxima: 084.24 mm • Rigidez: 0.901 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.612 s • Tiempo de ensayo: 47.066 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.68 kN • Carga elástica: 048.30 kN • Deformación máxima: 061.28 mm • Rigidez: 1.310 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.077 s • Tiempo de ensayo: 46.576 s
P14	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 056.88 kN • Carga elástica: 053.05 kN • Deformación máxima: 089.33 mm • Rigidez: 0.844 kN/mm • Tiempo de rotura: 20.457 s • Tiempo de ensayo: 44.340 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 058.36 kN • Carga elástica: 049.07 kN • Deformación máxima: 058.02 mm • Rigidez: 1.788 kN/mm • Tiempo de rotura: 23.636 s • Tiempo de ensayo: 56.627 s
P15	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 061.69 kN • Carga elástica: 056.10 kN • Deformación máxima: 082.27 mm • Rigidez: 1.048 kN/mm • Tiempo de rotura: 21.686 s • Tiempo de ensayo: 53.718 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 055.47 kN • Carga elástica: 047.86 kN • Deformación máxima: 064.31 mm • Rigidez: 1.319 kN/mm • Tiempo de rotura: 21.302 s • Tiempo de ensayo: 46.967 s

B) ACEROS INTERNACIONALES

N° DE PRUEBA	MIROMINA	DEACERO
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.78 (KN) • Carga elástica: 51.23 (KN) • Deformación máxima: 58.02 (mm) • Rigidez: 1.078 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 3.906 (s) • Tiempo de ensayo: 15.136 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 50.63 (KN) • Carga elástica: 49.88 (KN) • Deformación máxima: 62.09 (mm) • Rigidez: 0.977 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.201 (s) • Tiempo de ensayo: 20.967 (s)
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 52.96 (KN) • Carga elástica: 52.02 (KN) • Deformación máxima: 55.82 (mm) • Rigidez: 1.181 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.454 (s) • Tiempo de ensayo: 19.305 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 60.1 (KN) • Carga elástica: 58.94 (KN) • Deformación máxima: 50.64 (mm) • Rigidez: 1.562 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 5.047 (s) • Tiempo de ensayo: 24.94 (s)

P3	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 55.63 (KN) • Carga elástica: 54.57 (KN) • Deformación máxima: 52.45 (mm) • Rigidez: 1.308 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.032 (s) • Tiempo de ensayo: 18.497 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 49.86 (KN) • Carga elástica: 49 (KN) • Deformación máxima: 58.03 (mm) • Rigidez: 1.064 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.491 (s) • Tiempo de ensayo: 19.306 (s)
P4	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 56.62 (KN) • Carga elástica: 55.45 (KN) • Deformación máxima: 49.7 (mm) • Rigidez: 1.474 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.895 (s) • Tiempo de ensayo: 21.154 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.91 (KN) • Carga elástica: 51.14 (KN) • Deformación máxima: 60.34 (mm) • Rigidez: 1.026 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 3.969 (s) • Tiempo de ensayo: 18.887 (s)
P5	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 53.56 (KN) • Carga elástica: 52.63 (KN) • Deformación máxima: 54.94 (mm) • Rigidez: 1.25 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.741 (s) • Tiempo de ensayo: 20.951 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 50.26 (KN) • Carga elástica: 49.52 (KN) • Deformación máxima: 65.92 (mm) • Rigidez: 0.923 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.582 (s) • Tiempo de ensayo: 21.576 (s)
P6	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 53.49 (KN) • Carga elástica: 52.51 (KN) • Deformación máxima: 54.68 (mm) • Rigidez: 1.212 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.285 (s) • Tiempo de ensayo: 19.313 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.27 (KN) • Carga elástica: 50.59 (KN) • Deformación máxima: 62.45 (mm) • Rigidez: 0.996 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.162 (s) • Tiempo de ensayo: 22.146 (s)
P7	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 55.59 (KN) • Carga elástica: 54.84 (KN) • Deformación máxima: 63.54 (mm) • Rigidez: 1.046 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.171 (s) • Tiempo de ensayo: 18.965 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 49.82 (KN) • Carga elástica: 48.96 (KN) • Deformación máxima: 59.25 (mm) • Rigidez: 1.04 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.649 (s) • Tiempo de ensayo: 19.981 (s)
P8	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 53.46 (KN) • Carga elástica: 52.59 (KN) • Deformación máxima: 57.66 (mm) • Rigidez: 1.108 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 3.879 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 50.29 (KN) • Carga elástica: 49.56 (KN) • Deformación máxima: 63.04 (mm) • Rigidez: 0.972 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 12.959 (s)

	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de ensayo: 19.265 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de ensayo: 20.396 (s)
P9	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 54.47 (KN) • Carga elástica: 53.53 (KN) • Deformación máxima: 55.68 (mm) • Rigidez: 1.212 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.113 (s) • Tiempo de ensayo: 19.414 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 56.6 (KN) • Carga elástica: 55.68 (KN) • Deformación máxima: 53.32 (mm) • Rigidez: 1.365 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 14.528 (s) • Tiempo de ensayo: 24.207 (s)
P10	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 53.32 (KN) • Carga elástica: 52.58 (KN) • Deformación máxima: 60.87 (mm) • Rigidez: 1.085 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.759 (s) • Tiempo de ensayo: 20.64 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.22 (KN) • Carga elástica: 50.32 (KN) • Deformación máxima: 59.74 (mm) • Rigidez: 1.084 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.589 (s) • Tiempo de ensayo: 20.505 (s)
P11	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 54.14 (KN) • Carga elástica: 53.26 (KN) • Deformación máxima: 60.95 (mm) • Rigidez: 1.084 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.584 (s) • Tiempo de ensayo: 20.041 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.76 (KN) • Carga elástica: 51.05 (KN) • Deformación máxima: 64.94 (mm) • Rigidez: 0.942 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.084 (s) • Tiempo de ensayo: 20.282 (s)
P12	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 54.63 (KN) • Carga elástica: 53.74 (KN) • Deformación máxima: 58.17 (mm) • Rigidez: 1.182 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 13.644 (s) • Tiempo de ensayo: 21.279 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.38 (KN) • Carga elástica: 50.57 (KN) • Deformación máxima: 62.89 (mm) • Rigidez: 1.006 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.715 (s) • Tiempo de ensayo: 20.437 (s)
P13	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 55.42 (KN) • Carga elástica: 54.32 (KN) • Deformación máxima: 51.44 (mm) • Rigidez: 1.35 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.192 (s) • Tiempo de ensayo: 19.402 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 52.61 (KN) • Carga elástica: 51.81 (KN) • Deformación máxima: 62.5 (mm) • Rigidez: 1.052 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.982 (s) • Tiempo de ensayo: 21.417 (s)
P14	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 54.23 (KN) • Carga elástica: 53.35 (KN) • Deformación máxima: 55.64 (mm) • Rigidez: 1.193 (KN/mm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 51.11 (KN) • Carga elástica: 50.39 (KN) • Deformación máxima: 58.01 (mm) • Rigidez: 1.064 (KN/mm)

	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de rotura: 12.913 (s) • Tiempo de ensayo: 19.315 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de rotura: 4.028 (s) • Tiempo de ensayo: 20.103 (s)
P15	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 53.9 (KN) • Carga elástica: 52.97 (KN) • Deformación máxima: 57.99 (mm) • Rigidez: 1.163 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 4.657 (s) • Tiempo de ensayo: 20.104 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 50.54 (KN) • Carga elástica: 49.76 (KN) • Deformación máxima: 61.47 (mm) • Rigidez: 1.045 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 5.327 (s) • Tiempo de ensayo: 22.897 (s)

4.1.2. Cuadro de diferencias de resultados de ensayo de tracción en aceros de diámetro de ½

A) ACEROS NACIONALES

N° DE PRUEBA	SIDER PERU	ACERO AREQUIPA
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 096.18 kN • Carga elástica: 087.74 kN • Deformación máxima: 080.76 mm • Rigidez: 1.605 kN/mm • Tiempo de rotura: 57.401 s • Tiempo de ensayo: 59.435 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 101.85 kN • Carga elástica: 087.11 kN • Deformación máxima: 056.66 mm • Rigidez: 2.968 kN/mm • Tiempo de rotura: 30.188 s • Tiempo de ensayo: 87.239 s
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 104.46 kN • Carga elástica: 093.95 kN • Deformación máxima: 074.63 mm • Rigidez: 2.031 kN/mm • Tiempo de rotura: 76.173 s • Tiempo de ensayo: 80.006 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 104.13 kN • Carga elástica: 088.93 kN • Deformación máxima: 057.34 mm • Rigidez: 3.118 kN/mm • Tiempo de rotura: 31.006 s • Tiempo de ensayo: 89.350 s
P3	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 114.79 kN • Carga elástica: 101.97 kN • Deformación máxima: 070.67 mm • Rigidez: 2.396 kN/mm • Tiempo de rotura: 31.515 s • Tiempo de ensayo: 97.699 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 104.90 kN • Carga elástica: 089.79 kN • Deformación máxima: 058.71 mm • Rigidez: 2.983 kN/mm • Tiempo de rotura: 38.173 s • Tiempo de ensayo: 91.240 s

P4	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 111.15 kN •Carga elástica: 098.58 kN •Deformación máxima: 074.51 mm •Rigidez: 2.176 kN/mm •Tiempo de rotura: 34.426 s •Tiempo de ensayo: 95.443 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 104.47 kN •Carga elástica: 091.64 kN •Deformación máxima: 061.93 mm •Rigidez: 2.614 kN/mm •Tiempo de rotura: 35.927 s •Tiempo de ensayo: 79.555 s
P5	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 111.73 kN •Carga elástica: 101.58 kN •Deformación máxima: 079.84 mm •Rigidez: 1.894 kN/mm •Tiempo de rotura: 75.621 s •Tiempo de ensayo: 78.860 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 104.13 kN •Carga elástica: 090.77 kN •Deformación máxima: 060.90 mm •Rigidez: 2.692 kN/mm •Tiempo de rotura: 30.944 s •Tiempo de ensayo: 81.798 s
P6	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 104.61 kN •Carga elástica: 095.41 kN •Deformación máxima: 080.47 mm •Rigidez: 1.819 kN/mm •Tiempo de rotura: 64.878 s •Tiempo de ensayo: 68.073 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 100.38 kN •Carga elástica: 087.65 kN •Deformación máxima: 060.32 mm •Rigidez: 2.617 kN/mm •Tiempo de rotura: 30.697 s •Tiempo de ensayo: 78.118 s
P7	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 116.16 kN •Carga elástica: 102.94 kN •Deformación máxima: 072.13 mm •Rigidez: 2.398 kN/mm •Tiempo de rotura: 35.090 s •Tiempo de ensayo: 98.893 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 102.87 kN •Carga elástica: 090.36 kN •Deformación máxima: 061.78 mm •Rigidez: 2.578 kN/mm •Tiempo de rotura: 36.202 s •Tiempo de ensayo: 77.642 s
P8	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 116.21 kN •Carga elástica: 104.57 kN •Deformación máxima: 078.24 mm •Rigidez: 2.099 kN/mm •Tiempo de rotura: 86.596 s •Tiempo de ensayo: 91.234 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 102.25 kN •Carga elástica: 090.96 kN •Deformación máxima: 064.29 mm •Rigidez: 2.344 kN/mm •Tiempo de rotura: 32.479 s •Tiempo de ensayo: 73.025 s

P9	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 116.03 kN •Carga elástica: 103.25 kN •Deformación máxima: 071.22 mm •Rigidez: 2.358 kN/mm •Tiempo de rotura: 34.638 s •Tiempo de ensayo: 99.257 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 102.18 kN •Carga elástica: 090.17 kN •Deformación máxima: 063.00 mm •Rigidez: 2.487 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.770 s •Tiempo de ensayo: 75.938 s
P10	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 113.32 kN •Carga elástica: 100.75 kN •Deformación máxima: 071.41 mm •Rigidez: 2.322 kN/mm •Tiempo de rotura: 34.668 s •Tiempo de ensayo: 97.703 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 102.23 kN •Carga elástica: 089.81 kN •Deformación máxima: 061.68 mm •Rigidez: 2.528 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.880 s •Tiempo de ensayo: 76.738 s
P11	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 105.70 kN •Carga elástica: 095.77 kN •Deformación máxima: 075.95 mm •Rigidez: 1.993 kN/mm •Tiempo de rotura: 77.847 s •Tiempo de ensayo: 81.848 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 108.73 kN •Carga elástica: 093.07 kN •Deformación máxima: 057.91 mm •Rigidez: 3.425 kN/mm •Tiempo de rotura: 40.687 s •Tiempo de ensayo: 93.958 s
P12	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 114.03 kN •Carga elástica: 101.35 kN •Deformación máxima: 072.12 mm •Rigidez: 2.347 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.552 s •Tiempo de ensayo: 97.222 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.72 kN •Carga elástica: 089.16 kN •Deformación máxima: 061.50 mm •Rigidez: 2.654 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.404 s •Tiempo de ensayo: 78.168 s
P13	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 116.90 kN •Carga elástica: 103.93 kN •Deformación máxima: 071.52 mm •Rigidez: 2.385 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.241 s •Tiempo de ensayo: 99.254 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 093.75 kN •Carga elástica: 083.46 kN •Deformación máxima: 059.97 mm •Rigidez: 2.287 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.541 s •Tiempo de ensayo: 67.506 s

P14	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 116.86 kN •Carga elástica: 105.13 kN •Deformación máxima: 076.07 mm •Rigidez: 2.100 kN/mm •Tiempo de rotura: 31.514 s •Tiempo de ensayo: 88.568 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 102.51 kN •Carga elástica: 090.84 kN •Deformación máxima: 065.67 mm •Rigidez: 2.363 kN/mm •Tiempo de rotura: 34.464 s •Tiempo de ensayo: 74.856 s
P15	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 116.56 kN •Carga elástica: 103.68 kN •Deformación máxima: 073.08 mm •Rigidez: 2.362 kN/mm •Tiempo de rotura: 34.762 s •Tiempo de ensayo: 100.742 s 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 093.58 kN •Carga elástica: 083.35 kN •Deformación máxima: 064.53 mm •Rigidez: 2.139 kN/mm •Tiempo de rotura: 32.996 s •Tiempo de ensayo: 67.512 s

B) ACEROS INTERNACIONALES

N° DE PRUEBA	MIROMINA	DEACERO
P1	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 100.22 (KN) •Carga elástica: 97.95 (KN) • Deformación máxima: 48.24(mm) •Rigidez: 2.652 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 4.811 (s) •Tiempo de ensayo: 27.19 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 89.7 (KN) • Carga elástica: 89.53 (KN) • Deformación máxima: 3.07 (mm) • Rigidez: 29.633 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.576 (s) • Tiempo de ensayo: 1.258 (s)
P2	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 105.19 (KN) •Carga elástica: 102.77 (KN) •Deformación máxima: 47.28 (mm) •Rigidez: 2.963 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 5.304 (s) •Tiempo de ensayo: 30.658 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 88.12 (KN) •Carga elástica: 87.97 (KN) •Deformación máxima: 2.28 (mm) •Rigidez: 39.091 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.57 (s) •Tiempo de ensayo: 0.918 (s)
P3	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 100.43 (KN) •Carga elástica: 98 (KN) •Deformación máxima: 48.19 (mm) •Rigidez: 2.693 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 5.093 (s) •Tiempo de ensayo: 28.164 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 97.97 (KN) •Carga elástica: 96.16 (KN) •Deformación máxima: 55.26 (mm) •Rigidez: 2.365 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 18.955 (s) •Tiempo de ensayo: 32.374 (s)
P4	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.57 (KN) •Carga elástica: 99.22 (KN) •Deformación máxima: 48.4 (mm) •Rigidez: 2.644 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 16.646 (s) •Tiempo de ensayo: 27.031 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 88.42 (KN) •Carga elástica: 88.16 (KN) •Deformación máxima: 3 (mm) •Rigidez: 29.983 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.639 (s) •Tiempo de ensayo: 1.356 (s)
P5	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.45 (KN) •Carga elástica: 99.55 (KN) •Deformación máxima: 55.67 (mm) •Rigidez: 2.251 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 15.532 (s) •Tiempo de ensayo: 25.67 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 89.7 (KN) •Carga elástica: 89.46 (KN) •Deformación máxima: 2.87 (mm) •Rigidez: 31.818 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.623 (s) •Tiempo de ensayo: 1.184 (s)

P6	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 103.1 (KN) •Carga elástica: 100.9 (KN) •Deformación máxima: 53.19 (mm) •Rigidez: 2.435 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 5.039 (s) •Tiempo de ensayo: 28.484 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 87.21 (KN) •Carga elástica: 86.98 (KN) •Deformación máxima: 3.09 (mm) •Rigidez: 28.801 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.587 (s) •Tiempo de ensayo: 1.401 (s)
P7	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 100.83 (KN) •Carga elástica: 98.53 (KN) •Deformación máxima: 49.37 (mm) •Rigidez: 2.538 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 4.61 (s) •Tiempo de ensayo: 25.354 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 89.26 (KN) •Carga elástica: 89.17 (KN) •Deformación máxima: 5.58 (mm) •Rigidez: 15.91 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.572 (s) •Tiempo de ensayo: 1.175 (s)
P8	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 103.58 (KN) •Carga elástica: 101.26 (KN) •Deformación máxima: 48.91 (mm) •Rigidez: 2.697 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 16.628 (s) •Tiempo de ensayo: 27.088 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 85.59 (KN) •Carga elástica: 85.37 (KN) •Deformación máxima: 2.51 (mm) •Rigidez: 34.606 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.612 (s) •Tiempo de ensayo: 1.04 (s)
P9	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 103.15 (KN) •Carga elástica: 100.83 (KN) •Deformación máxima: 48.09 (mm) •Rigidez: 2.732 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 17.002 (s) •Tiempo de ensayo: 28.054 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 81.84 (KN) •Carga elástica: 81.78 (KN) •Deformación máxima: 5.3 (mm) •Rigidez: 15.384 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 4 (s) •Tiempo de ensayo: 1.148 (s)
P10	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 104.11 (KN) •Carga elástica: 101.77 (KN) •Deformación máxima: 48.57 (mm) •Rigidez: 2.724 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 5.041 (s) •Tiempo de ensayo: 27.288 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 80.76 (KN) •Carga elástica: 80.69 (KN) •Deformación máxima: 3.88 (mm) •Rigidez: 20.695 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.475 (s) •Tiempo de ensayo: 0.942 (s)
P11	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.86 (KN) •Carga elástica: 99.9 (KN) •Deformación máxima: 54.73 (mm) •Rigidez: 2.364 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 17.226 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 86.58 (KN) •Carga elástica: 86.37 (KN) •Deformación máxima: 2.62 (mm) •Rigidez: 33.313 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.472 (s)

	<ul style="list-style-type: none"> •Tiempo de ensayo: 28.332 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Tiempo de ensayo: 0.939 (s)
P12	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.74 (KN) •Carga elástica: 99.55 (KN) •Deformación máxima: 51.46 (mm) •Rigidez: 2.523 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 16.673 (s) •Tiempo de ensayo: 26.904 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 83.45 (KN) •Carga elástica: 83.2 (KN) •Deformación máxima: 2.4 (mm) •Rigidez: 35.307 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 0.725 (s) •Tiempo de ensayo: 1.342 (s)
P13	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.11 (KN) •Carga elástica: 98.97 (KN) •Deformación máxima: 52.19 (mm) •Rigidez: 2.517 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 17.406 (s) •Tiempo de ensayo: 28.721 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 93.32 (KN) •Carga elástica: 91.76 (KN) •Deformación máxima: 58.24 (mm) •Rigidez: 2.039 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 17.328 (s) •Tiempo de ensayo: 27.656 (s)
P14	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 101.76 (KN) •Carga elástica: 99.59 (KN) •Deformación máxima: 50.86 (mm) •Rigidez: 2.506 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 16.691 (s) •Tiempo de ensayo: 26.555 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 93.27 (KN) •Carga elástica: 91.67 (KN) •Deformación máxima: 60.23 (mm) •Rigidez: 2.032 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 17.904 (s) •Tiempo de ensayo: 29.687 (s)
P15	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 102.83 (KN) •Carga elástica: 100.24 (KN) •Deformación máxima: 47.63 (mm) •Rigidez: 2.786 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 5.043 (s) •Tiempo de ensayo: 27.012 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> •Carga de rotura: 91.96 (KN) •Carga elástica: 90.43 (KN) •Deformación máxima: 58.72 (mm) •Rigidez: 2.034 (KN/mm) •Tiempo de rotura: 18.01 (s) •Tiempo de ensayo: 29.526 (s)

4.1.3. Cuadro de diferencias de resultados de ensayo de tracción en aceros de diámetro de 5/8

A) ACEROS NACIONALES

N° DE PRUEBA	SIDER PERU	ACERO AREQUIPA
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.34 kN • Carga elástica: 122.23 kN • Deformación máxima: 046.68 mm • Rigidez: 6.259 kN/mm • Tiempo de rotura: 37.846 s • Tiempo de ensayo: 122.135 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 150.26 kN • Carga elástica: 131.77 kN • Deformación máxima: 065.32 mm • Rigidez: 3.420 kN/mm • Tiempo de rotura: 44.313 s • Tiempo de ensayo: 109.498 s
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 148.88 kN • Carga elástica: 122.55 kN • Deformación máxima: 047.00 mm • Rigidez: 5.804 kN/mm • Tiempo de rotura: 66.208 s • Tiempo de ensayo: 112.510 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.73 kN • Carga elástica: 133.84 kN • Deformación máxima: 067.81 mm • Rigidez: 3.311 kN/mm • Tiempo de rotura: 48.654 s • Tiempo de ensayo: 110.856 s
P3	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 149.17 kN • Carga elástica: 120.50 kN • Deformación máxima: 050.23 mm • Rigidez: 6.469 kN/mm • Tiempo de rotura: 70.701 s • Tiempo de ensayo: 129.388 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 141.63 kN • Carga elástica: 125.80 kN • Deformación máxima: 068.28 mm • Rigidez: 3.129 kN/mm • Tiempo de rotura: 47.330 s • Tiempo de ensayo: 101.506 s
P4	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 152.96 kN • Carga elástica: 126.09 kN • Deformación máxima: 046.20 mm • Rigidez: 5.918 kN/mm • Tiempo de rotura: 32.413 s • Tiempo de ensayo: 113.169 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.39 kN • Carga elástica: 134.09 kN • Deformación máxima: 067.02 mm • Rigidez: 3.323 kN/mm • Tiempo de rotura: 47.722 s • Tiempo de ensayo: 107.532 s

P5	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 148.68 kN • Carga elástica: 133.71 kN • Deformación máxima: 063.83 mm • Rigidez: 3.113 kN/mm • Tiempo de rotura: 95.989 s • Tiempo de ensayo: 99.390 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 147.75 kN • Carga elástica: 130.97 kN • Deformación máxima: 069.84 mm • Rigidez: 3.191 kN/mm • Tiempo de rotura: 50.441 s • Tiempo de ensayo: 104.669 s
P6	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 156.61 kN • Carga elástica: 100.75 kN • Deformación máxima: 040.82 mm • Rigidez: 19.621 kN/mm • Tiempo de rotura: 124.130 s • Tiempo de ensayo: 127.368 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 152.99 kN • Carga elástica: 130.60 kN • Deformación máxima: 060.66 mm • Rigidez: 4.172 kN/mm • Tiempo de rotura: 43.788 s • Tiempo de ensayo: 126.184 s
P7	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 153.33 kN • Carga elástica: 132.27 kN • Deformación máxima: 054.98 mm • Rigidez: 4.084 kN/mm • Tiempo de rotura: 49.467 s • Tiempo de ensayo: 109.537 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 152.38 kN • Carga elástica: 135.06 kN • Deformación máxima: 068.19 mm • Rigidez: 3.224 kN/mm • Tiempo de rotura: 49.485 s • Tiempo de ensayo: 103.314 s
P8	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.56 kN • Carga elástica: 131.30 kN • Deformación máxima: 056.19 mm • Rigidez: 3.911 kN/mm • Tiempo de rotura: 51.220 s • Tiempo de ensayo: 106.070 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.46 kN • Carga elástica: 135.56 kN • Deformación máxima: 073.29 mm • Rigidez: 3.008 kN/mm • Tiempo de rotura: 117.991 s • Tiempo de ensayo: 121.925 s
P9	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 155.54 kN • Carga elástica: 137.47 kN • Deformación máxima: 065.94 mm • Rigidez: 3.247 kN/mm • Tiempo de rotura: 123.658 s • Tiempo de ensayo: 126.251 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 144.54 kN • Carga elástica: 129.39 kN • Deformación máxima: 073.90 mm • Rigidez: 2.805 kN/mm • Tiempo de rotura: 102.321 s • Tiempo de ensayo: 108.584 s
P10	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 155.83 kN • Carga elástica: 138.56 kN • Deformación máxima: 065.69 mm • Rigidez: 3.352 kN/mm • Tiempo de rotura: 124.270 s • Tiempo de ensayo: 130.255 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 150.39 kN • Carga elástica: 135.00 kN • Deformación máxima: 069.52 mm • Rigidez: 3.005 kN/mm • Tiempo de rotura: 100.265 s • Tiempo de ensayo: 102.984 s

P11	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 152.77 kN • Carga elástica: 135.42 kN • Deformación máxima: 065.65 mm • Rigidez: 3.316 kN/mm • Tiempo de rotura: 122.178 s • Tiempo de ensayo: 126.507 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 150.13 kN • Carga elástica: 134.99 kN • Deformación máxima: 073.19 mm • Rigidez: 2.882 kN/mm • Tiempo de rotura: 107.195 s • Tiempo de ensayo: 111.558 s
P12	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.96 kN • Carga elástica: 135.95 kN • Deformación máxima: 066.75 mm • Rigidez: 3.232 kN/mm • Tiempo de rotura: 110.415 s • Tiempo de ensayo: 116.209 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 149.90 kN • Carga elástica: 134.88 kN • Deformación máxima: 070.44 mm • Rigidez: 3.003 kN/mm • Tiempo de rotura: 45.576 s • Tiempo de ensayo: 103.841 s
P13	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 153.95 kN • Carga elástica: 137.43 kN • Deformación máxima: 066.81 mm • Rigidez: 3.260 kN/mm • Tiempo de rotura: 118.996 s • Tiempo de ensayo: 124.600 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 150.30 kN • Carga elástica: 134.87 kN • Deformación máxima: 076.50 mm • Rigidez: 2.836 kN/mm • Tiempo de rotura: 110.045 s • Tiempo de ensayo: 113.143 s
P14	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 152.93 kN • Carga elástica: 136.66 kN • Deformación máxima: 066.62 mm • Rigidez: 3.224 kN/mm • Tiempo de rotura: 111.305 s • Tiempo de ensayo: 116.547 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 155.26 kN • Carga elástica: 138.42 kN • Deformación máxima: 071.13 mm • Rigidez: 3.178 kN/mm • Tiempo de rotura: 124.935 s • Tiempo de ensayo: 128.710 s
P15	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 152.13 kN • Carga elástica: 135.62 kN • Deformación máxima: 066.99 mm • Rigidez: 3.257 kN/mm • Tiempo de rotura: 122.207 s • Tiempo de ensayo: 128.488 s 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 150.35 kN • Carga elástica: 134.50 kN • Deformación máxima: 073.73 mm • Rigidez: 2.971 kN/mm • Tiempo de rotura: 117.930 s • Tiempo de ensayo: 123.484 s

B) ACEROS INTERNACIONALES

N° DE PRUEBA	MIROMINA	DEACERO
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 158 (KN) • Carga elástica: 155.2 (KN) • Deformación máxima: 57.82 (mm) • Rigidez: 3.509 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.865 (s) • Tiempo de ensayo: 41.907 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 126.06 (KN) • Carga elástica: 0 (KN) • Deformación máxima: 62.57 (mm) • Rigidez: 0 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 1.659 (s) • Tiempo de ensayo: 1.986 (s)
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 154.92 (KN) • Carga elástica: 152.37 (KN) • Deformación máxima: 59.01 (mm) • Rigidez: 3.311 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 6.628 (s) • Tiempo de ensayo: 42.116 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 123.37 (KN) • Carga elástica: 123.15 (KN) • Deformación máxima: 2.64 (mm) • Rigidez: 47.553 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.804 (s) • Tiempo de ensayo: 1.442 (s)
P3	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 154.66 (KN) • Carga elástica: 151.44 (KN) • Deformación máxima: 55.12 (mm) • Rigidez: 3.467 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 23.492 (s) • Tiempo de ensayo: 37.848 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 123.63 (KN) • Carga elástica: 123.43 (KN) • Deformación máxima: 3.78 (mm) • Rigidez: 33.281 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.696 (s) • Tiempo de ensayo: 1.72 (s)
P4	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 154.93 (KN) • Carga elástica: 152.11 (KN) • Deformación máxima: 57.16 (mm) • Rigidez: 3.317 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 6.169 (s) • Tiempo de ensayo: 37.564 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 124.19 (KN) • Carga elástica: 124.03 (KN) • Deformación máxima: 3.69 (mm) • Rigidez: 34.297 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.615 (s) • Tiempo de ensayo: 1.884 (s)
P5	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 151.69 (KN) • Carga elástica: 147.82 (KN) • Deformación máxima: 56.34 (mm) • Rigidez: 3.45 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 23.573 (s) • Tiempo de ensayo: 37.506 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 122.33 (KN) • Carga elástica: 122.18 (KN) • Deformación máxima: 3.94 (mm) • Rigidez: 31.647 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.574 (s) • Tiempo de ensayo: 1.761 (s)
P6	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 156.34 (KN) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 124.76 (KN)

	<ul style="list-style-type: none"> • Carga elástica: 153.27 (KN) • Deformación máxima: 59.9 (mm) • Rigidez: 3.398 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.849 (s) • Tiempo de ensayo: 43.306 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga elástica: 124.45 (KN) • Deformación máxima: 2.67 (mm) • Rigidez: 47.423 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.797 (s) • Tiempo de ensayo: 1.44 (s)
P7	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 156.83 (KN) • Carga elástica: 153.27 (KN) • Deformación máxima: 56.43 (mm) • Rigidez: 3.577 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.482 (s) • Tiempo de ensayo: 42.164 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 125.8 (KN) • Carga elástica: 125.55 (KN) • Deformación máxima: 3.19 (mm) • Rigidez: 40.169 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.836 (s) • Tiempo de ensayo: 1.668 (s)
P8	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 155.27 (KN) • Carga elástica: 151.6 (KN) • Deformación máxima: 55.94 (mm) • Rigidez: 3.675 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.975 (s) • Tiempo de ensayo: 41.816 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 123.54 (KN) • Carga elástica: 123.4 (KN) • Deformación máxima: 3.76 (mm) • Rigidez: 33.569 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 1.471 (s) • Tiempo de ensayo: 2.166 (s)
P9	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 157.6 (KN) • Carga elástica: 153.55 (KN) • Deformación máxima: 56.97 (mm) • Rigidez: 3.583 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.009 (s) • Tiempo de ensayo: 38.498 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 124.07 (KN) • Carga elástica: 123.82 (KN) • Deformación máxima: 3.33 (mm) • Rigidez: 38.006 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.761 (s) • Tiempo de ensayo: 1.507 (s)
P10	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 154.78 (KN) • Carga elástica: 150.75 (KN) • Deformación máxima: 55.41 (mm) • Rigidez: 3.661 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.291 (s) • Tiempo de ensayo: 38.829 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 123.19 (KN) • Carga elástica: 122.97 (KN) • Deformación máxima: 3.65 (mm) • Rigidez: 34.351 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.632 (s) • Tiempo de ensayo: 1.703 (s)
P11	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 155.86 (KN) • Carga elástica: 152.42 (KN) • Deformación máxima: 57.06 (mm) • Rigidez: 3.509 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.099 (s) • Tiempo de ensayo: 41.575 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 124.76 (KN) • Carga elástica: 124.59 (KN) • Deformación máxima: 3.71 (mm) • Rigidez: 34.206 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.541 (s) • Tiempo de ensayo: 1.908 (s)

P12	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 154.64 (KN) • Carga elástica: 150.97 (KN) • Deformación máxima: 56.18 (mm) • Rigidez: 3.531 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 6.879 (s) • Tiempo de ensayo: 38.666 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 123.01 (KN) • Carga elástica: 122.71 (KN) • Deformación máxima: 2.95 (mm) • Rigidez: 42.439 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.827 (s) • Tiempo de ensayo: 1.591 (s)
P13	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 155.61 (KN) • Carga elástica: 152.15 (KN) • Deformación máxima: 58.42 (mm) • Rigidez: 3.472 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.905 (s) • Tiempo de ensayo: 42.253 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 122.57 (KN) • Carga elástica: 122.35 (KN) • Deformación máxima: 3.67 (mm) • Rigidez: 33.954 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.622 (s) • Tiempo de ensayo: 1.851 (s)
P14	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 156.03 (KN) • Carga elástica: 152.24 (KN) • Deformación máxima: 55.15 (mm) • Rigidez: 3.684 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 24.822 (s) • Tiempo de ensayo: 41.358 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 123.56 (KN) • Carga elástica: 123.39 (KN) • Deformación máxima: 3.79 (mm) • Rigidez: 33.261 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.453 (s) • Tiempo de ensayo: 1.831 (s)
P15	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 154.78 (KN) • Carga elástica: 151.02 (KN) • Deformación máxima: 56.87 (mm) • Rigidez: 3.46 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 23.577 (s) • Tiempo de ensayo: 37.337 (s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de rotura: 122.99 (KN) • Carga elástica: 122.75 (KN) • Deformación máxima: 3.72 (mm) • Rigidez: 33.584 (KN/mm) • Tiempo de rotura: 0.666 (s) • Tiempo de ensayo: 1.48 (s)

4.2. Ensayo de doblado

4.2.1. Ensayo de doblado en acero de 3/8:

A) ACEROS NACIONALES

SIDER PERÚ		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

ACEROS AREQUIPA		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
------------	---	--

B) ACEROS INTERNACIONALES

MIROMINA		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

DACERO		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

4.2.1. Ensayo de doblado en acero de 1/2:

A) ACEROS NACIONALES

SIDER PERU		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
------------	---	--

ACEROS AREQUIPA		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

B) ACEROS INTERNACIONALES

MIROMINA		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

DEACERO		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

4.2.2. Ensayo de doblado en acero de 5/8

A) ACEROS NACIONALES

SIDER PERU		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

ACEROS AREQUIPA		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

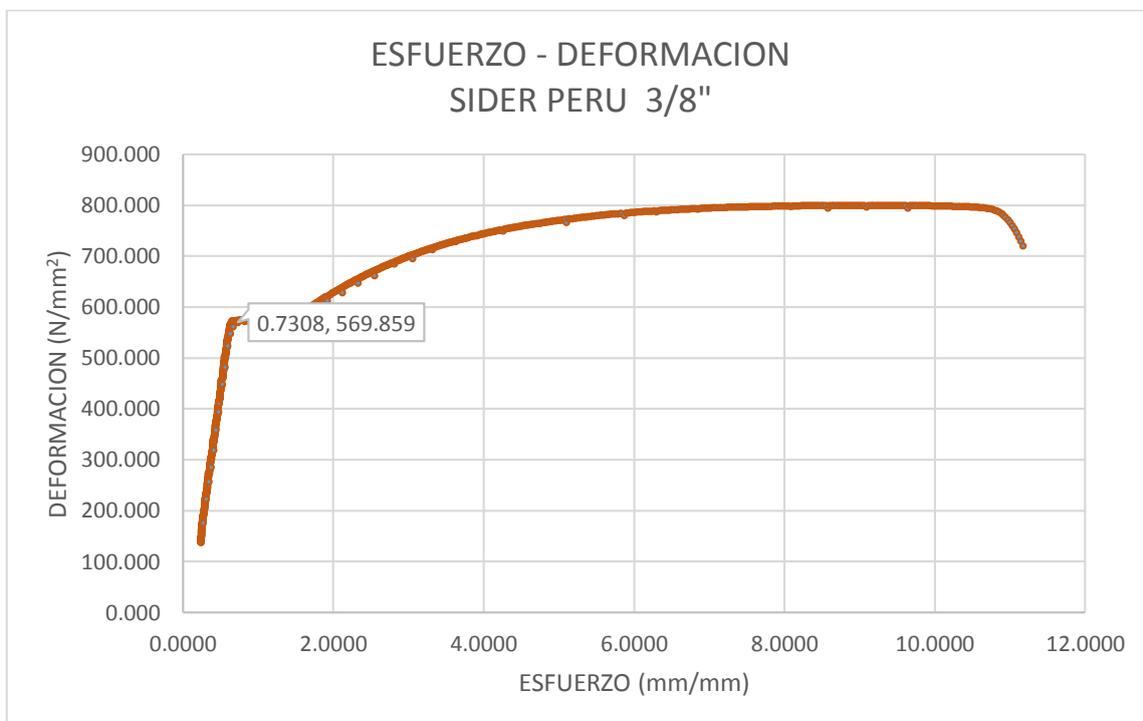
B) ACEROS INTERNACIONALES

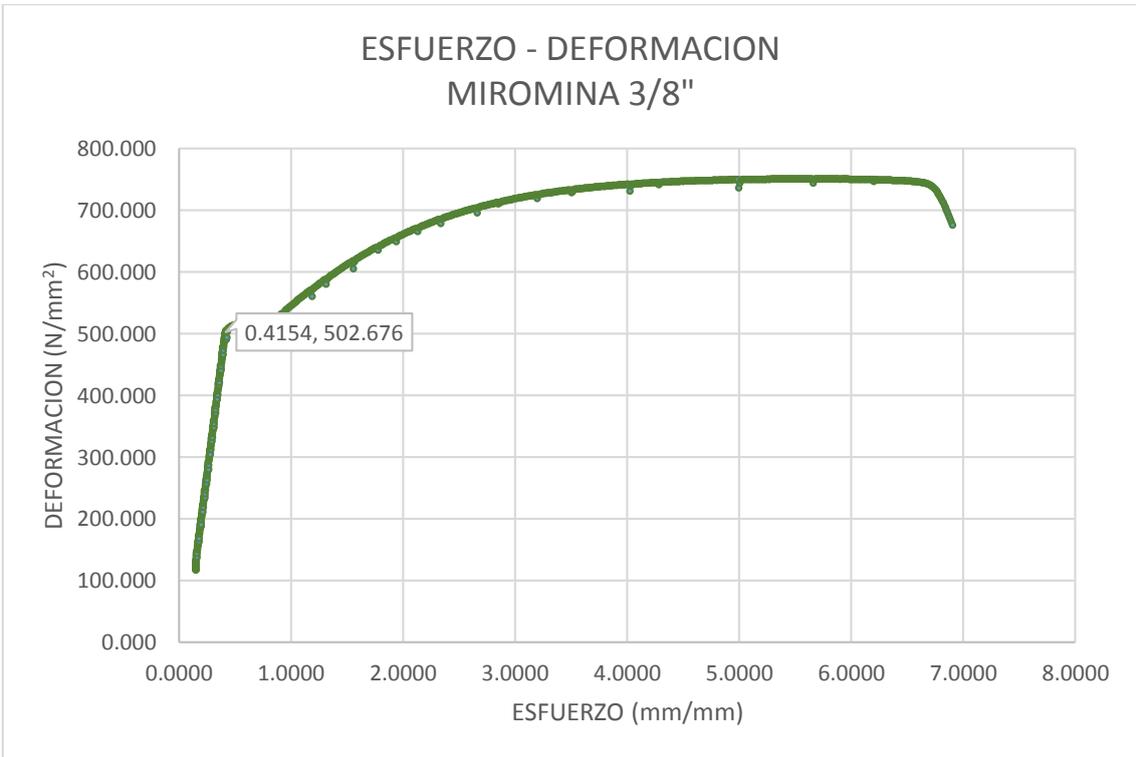
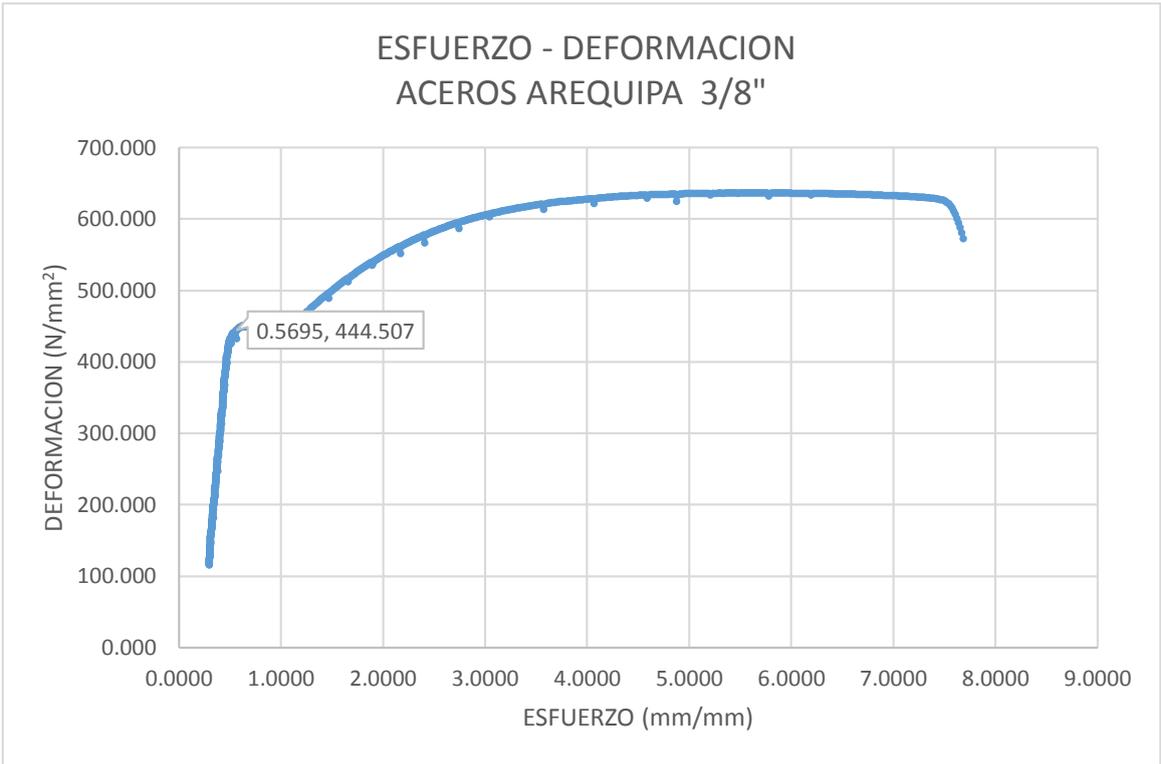
MIROMINA		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P16		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

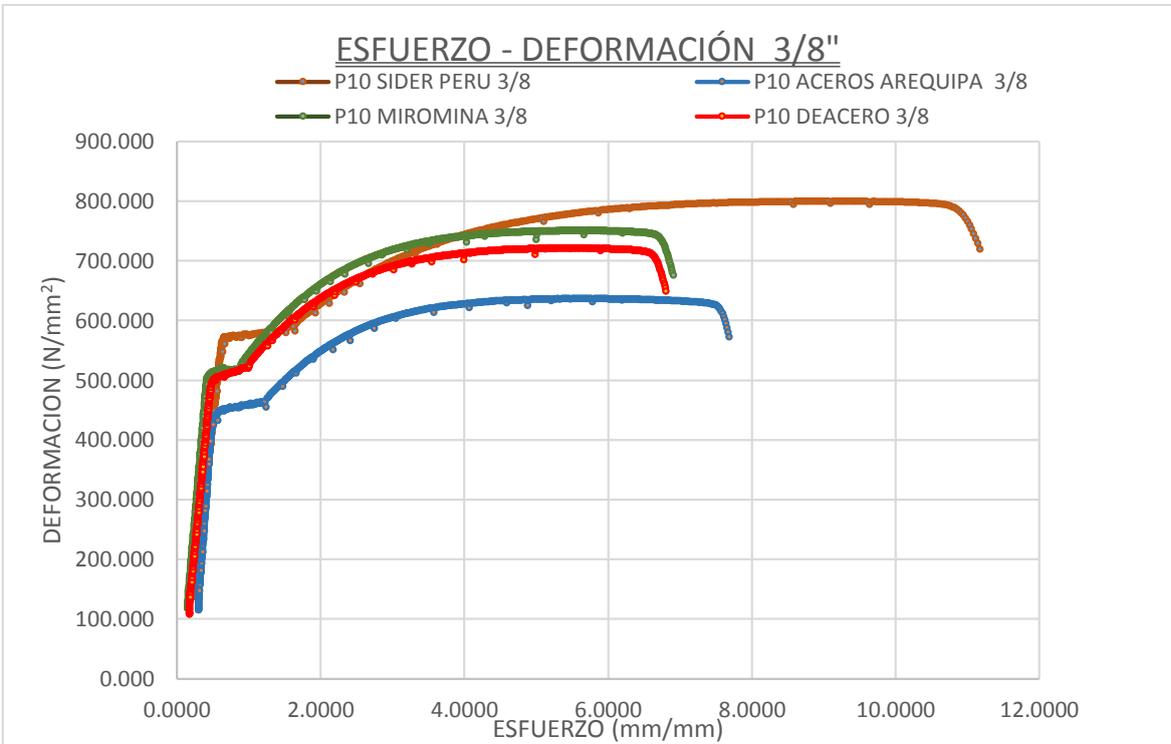
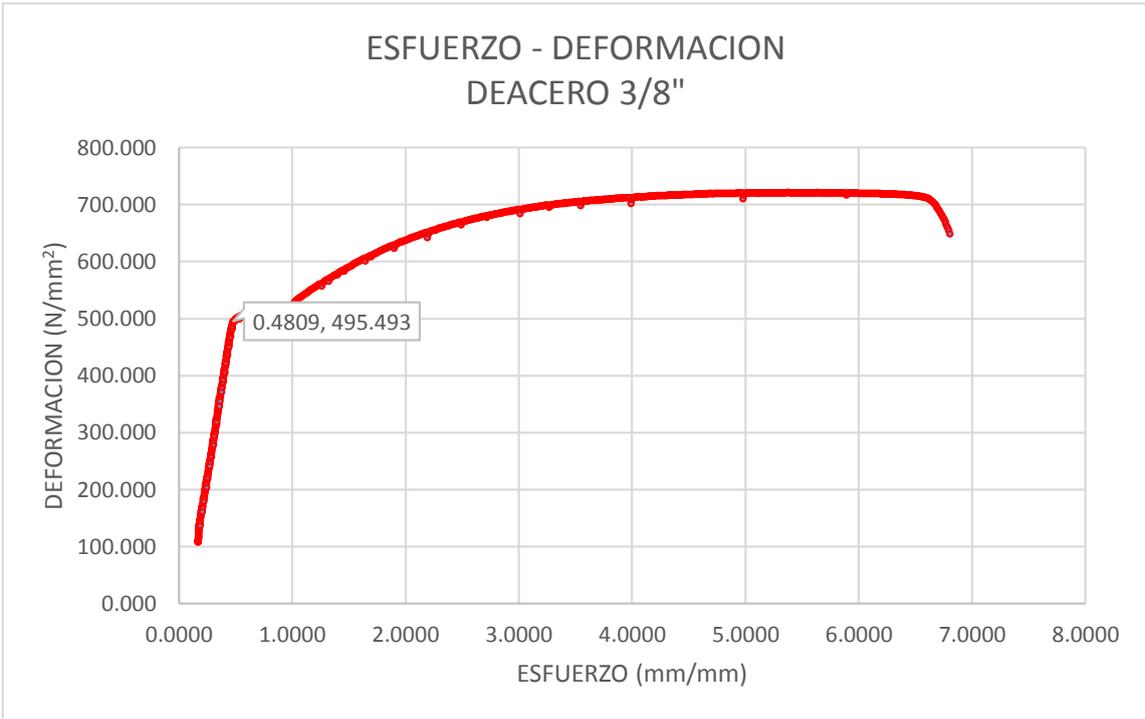
DEACERO		
N° DE MUESTRA	IMAGEN	RESULTADO
P17		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P18		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P19		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales
P20		No presenta grietas, ni otros defectos superficiales

4.3. COMPARACION DE CURVAS DE TRACCION

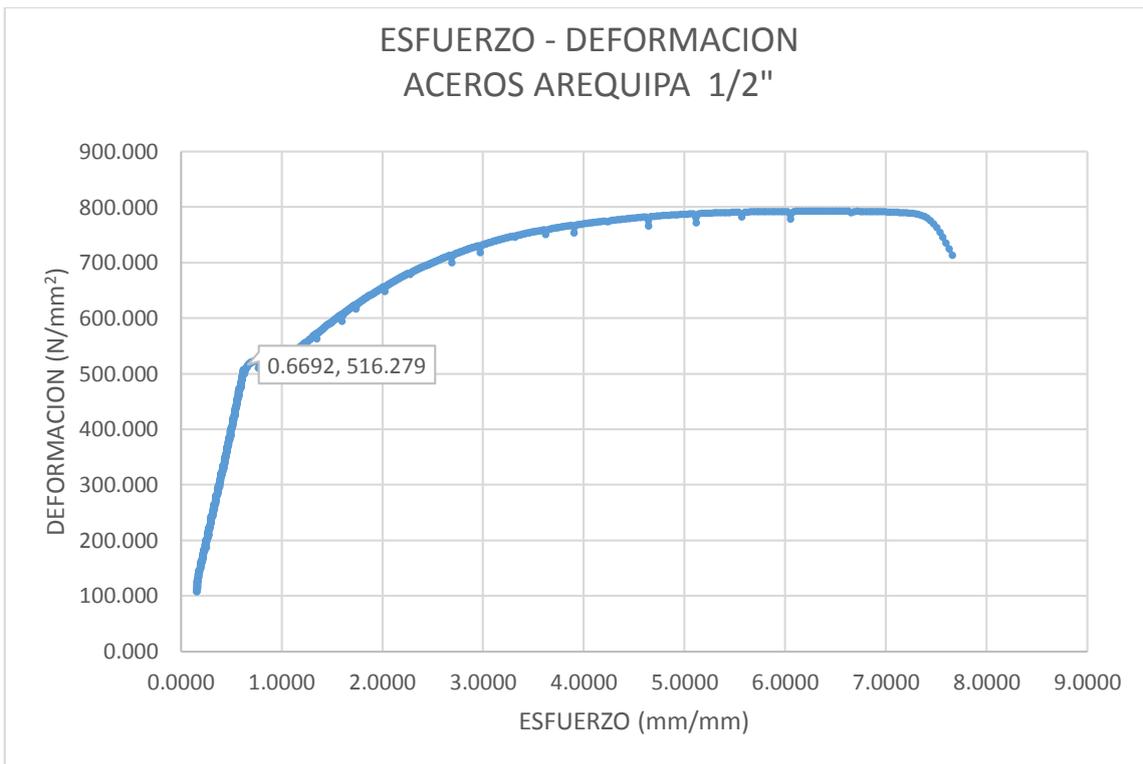
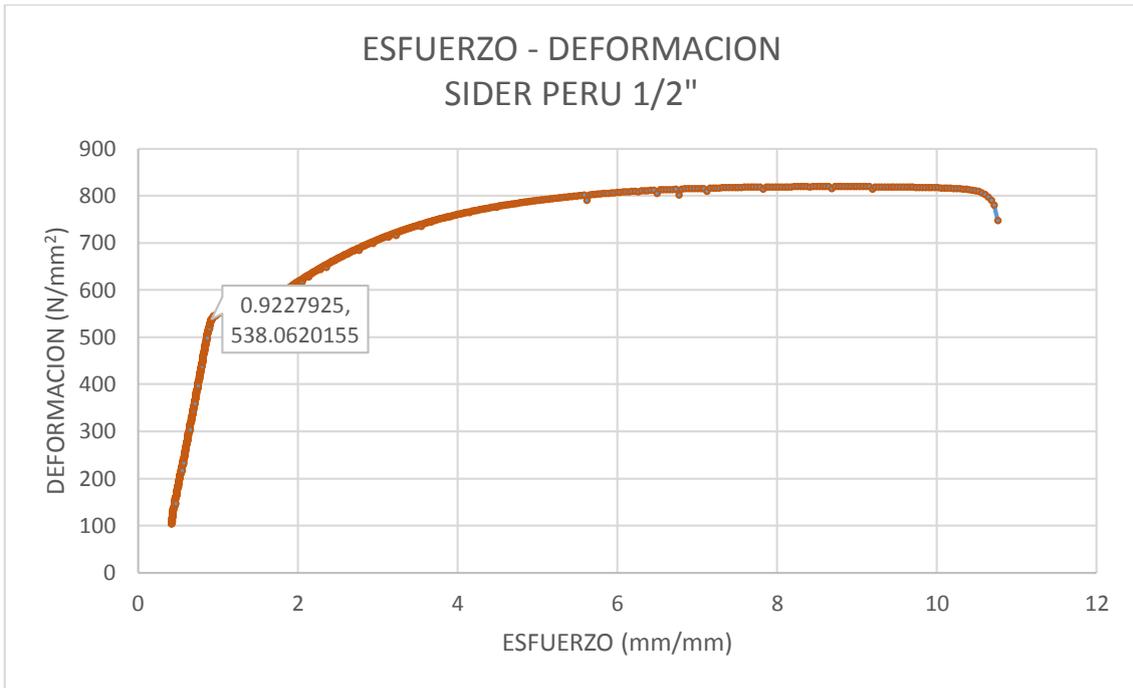
4.3.1. Aceros nacionales e internacionales de 3/8":

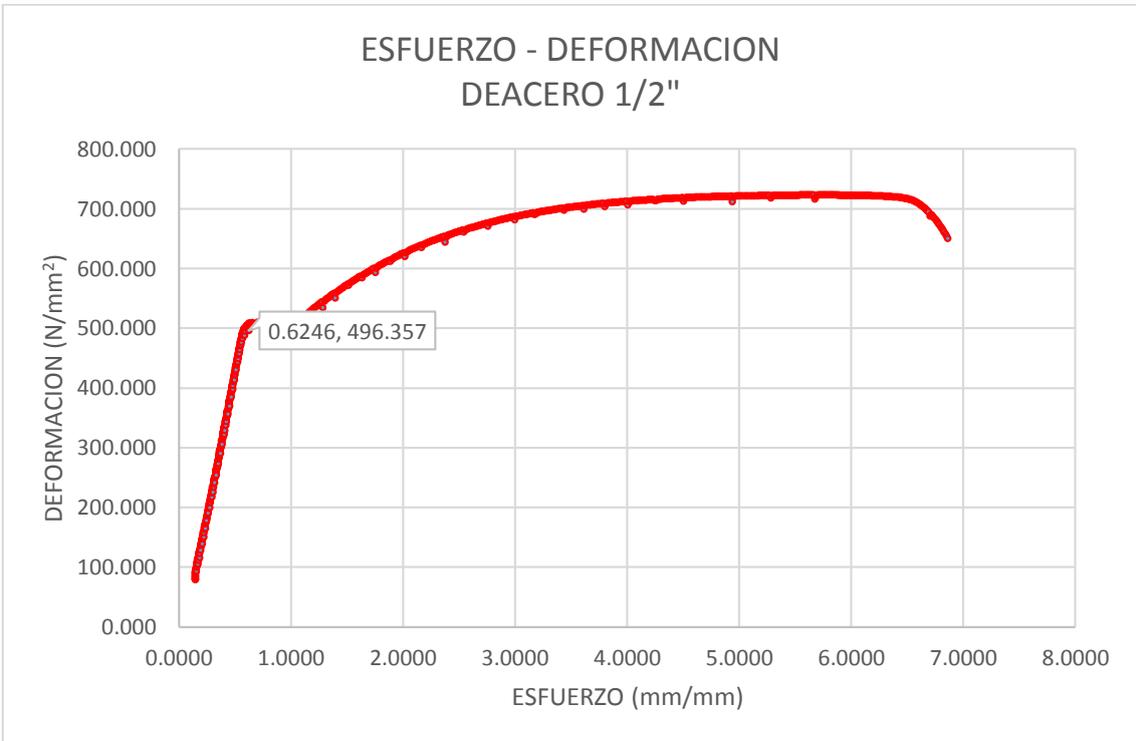




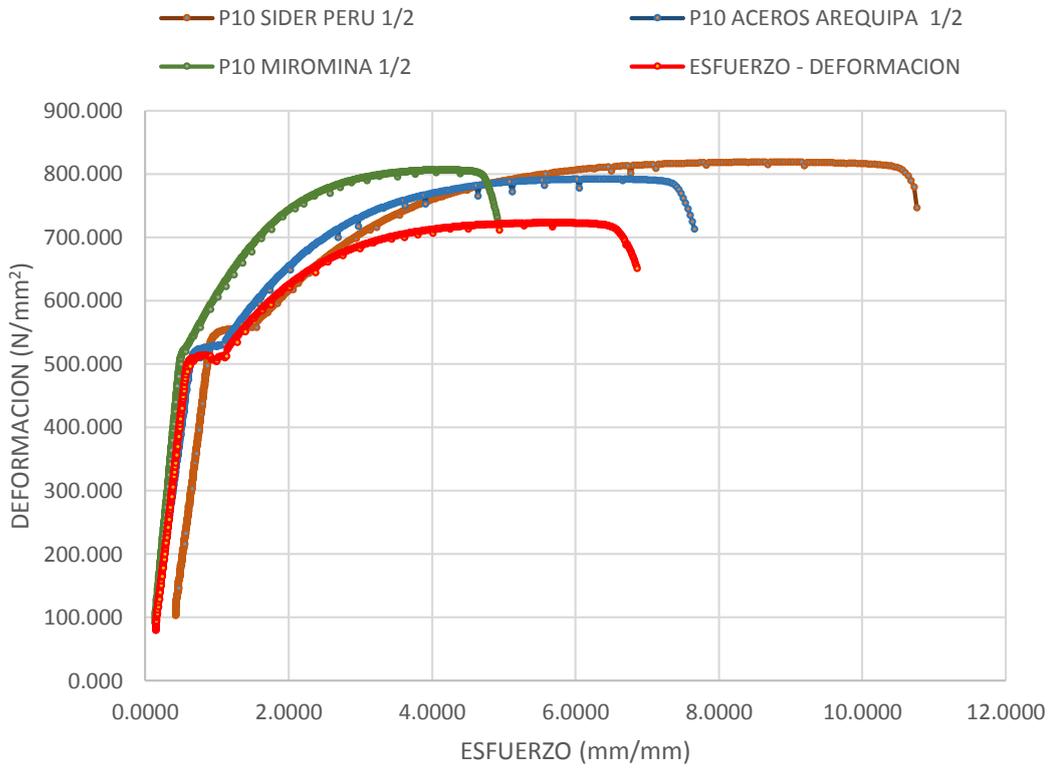


4.3.2. Aceros nacionales e internacionales de 1/2":

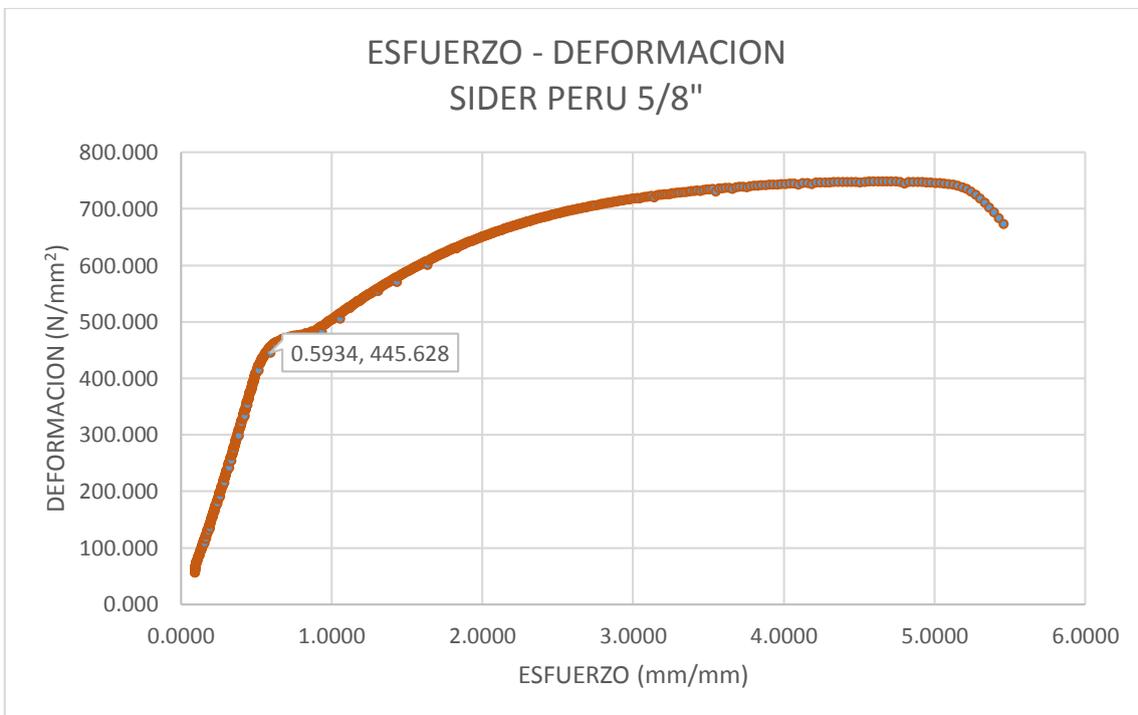


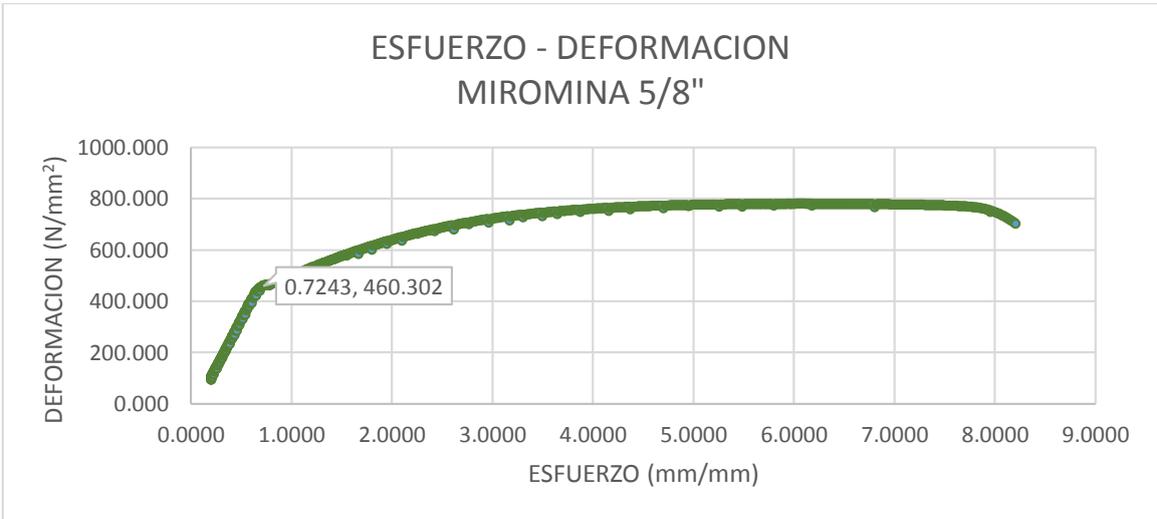
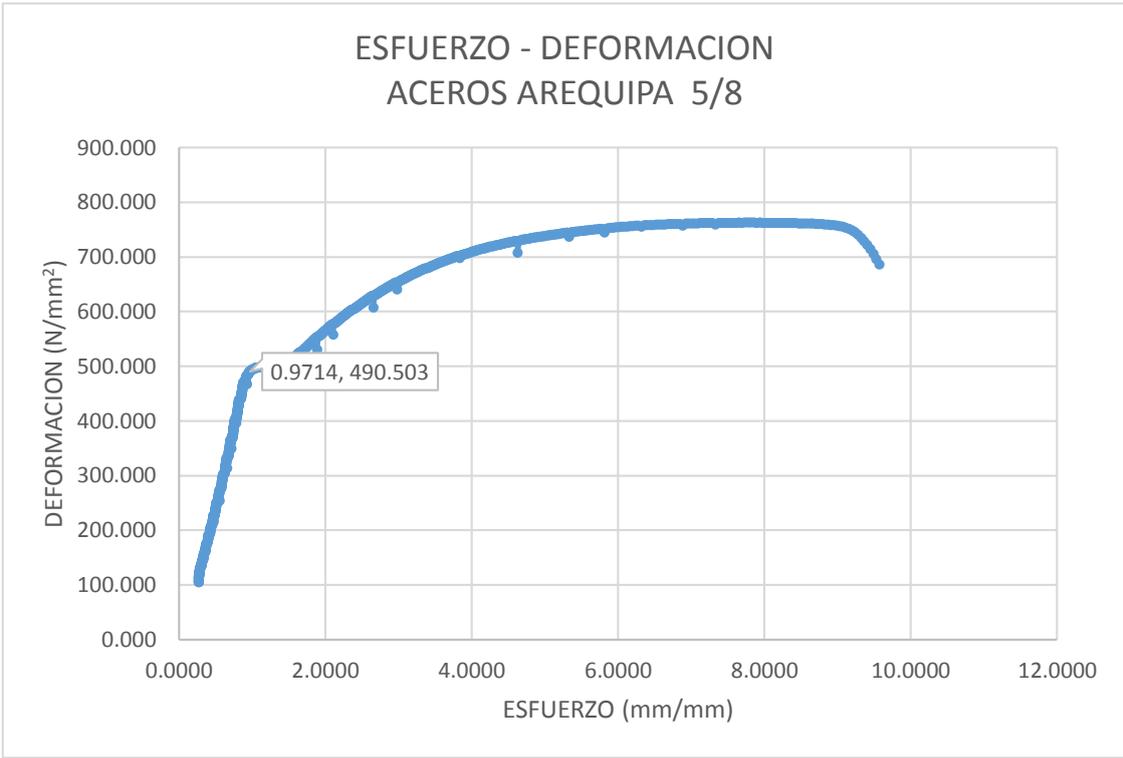


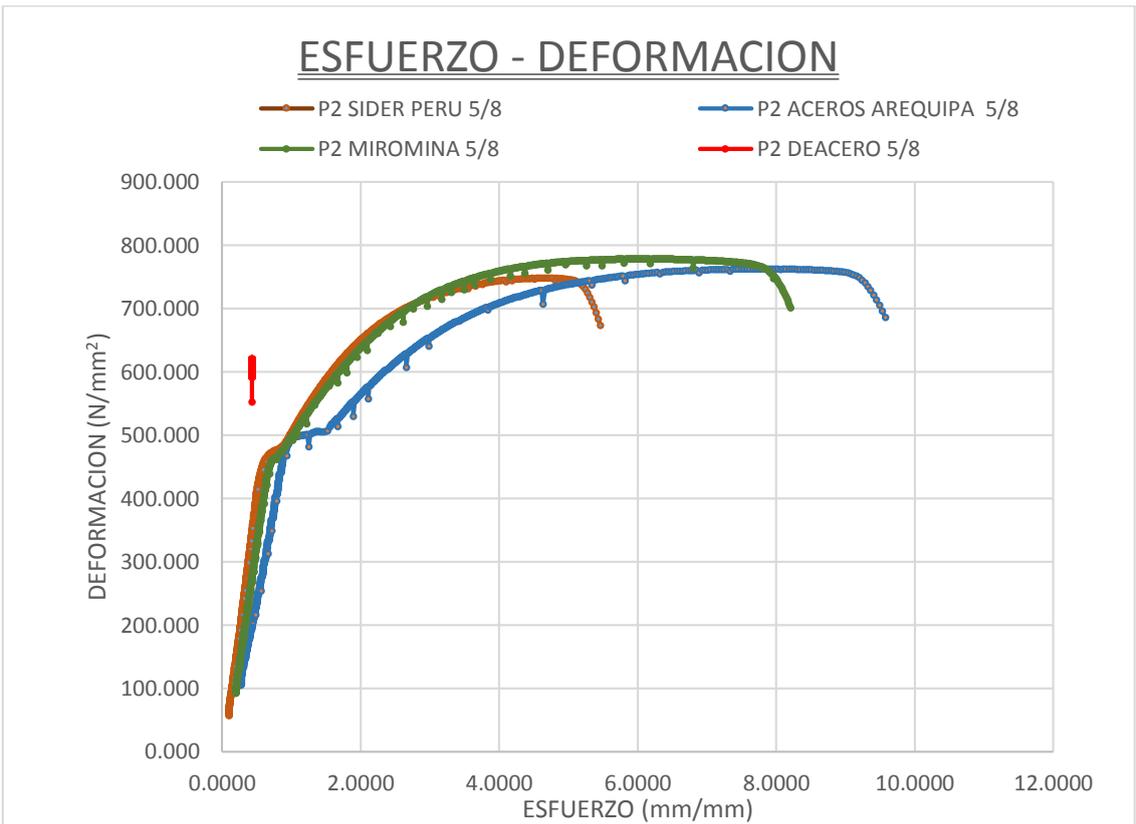
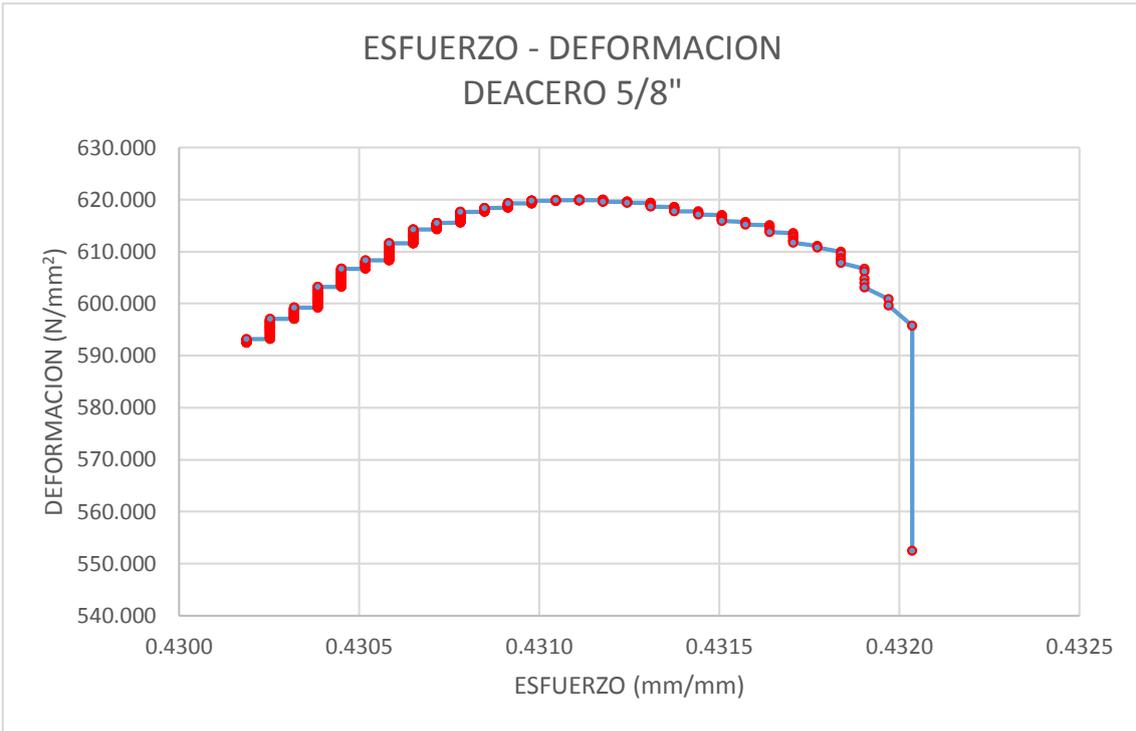
ESFUERZO - DEFORMACION 1/2"



4.3.3. Aceros nacionales e internacionales de 5/8:







CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Ensayo de tracción

5.1.1. Ensayo de tracción de Aceros de 3/8

A) ACEROS NACIONALES

SIDER PERU - 3/8"						
	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA ELASTICA (KN)	DEFORMACION MAXIMA (mm)	RIGIDEZ (KN/mm)	TIEMPO DE ROTURA (s)	TIEMPO DE ENSAYO (s)
P1	59.68	55.59	88.81	0.873	20.002	46.087
P2	59.58	55.53	91.49	0.854	20.119	43.059
P3	57.55	53.62	87.63	0.864	39.813	42.964
P4	57.67	53.38	87.51	0.881	40.72	43.348
P5	59.29	55.23	91.3	0.876	43.019	47.526
P6	59.68	55.65	86.4	0.868	18.988	41.069
P7	59.51	55.01	86.86	0.9	20.091	46.501
P8	59.44	55.12	87.95	0.884	20.061	46.855
P9	59.56	55.48	87.96	0.864	18.972	45.241
P10	59.4	55.33	87.72	0.896	19.997	41.495
P11	59.65	55.57	90.23	0.871	20.361	46.186
P12	56.89	52.85	85.4	0.874	19.413	45.761

P13	56.8	52.38	84.24	0.901	20.612	47.066
P14	56.88	53.05	89.33	0.844	20.457	44.34
P15	61.69	56.1	82.27	1.048	21.686	53.718
PRO M	58.885	54.659	87.673	0.887	24.287	45.414

Tabla N°1: Promedio De Resultados De Acero Sider Perú De 3/8

ACEROS AREQUIPA - 3/8"						
	CARGA DE ROTUR A (KN)	CARGA ELASTIC A (KN)	DEFORMACIO N MAXIMA (mm)	RIGIDE Z (KN/mm)	TIEMPO DE ROTUR A (s)	TIEMPO DE ENSAY O (s)
P1	45.21	38.65	54.11	1.464	14.454	41.305
P2	54.26	47.15	68.32	1.202	14.817	46.074
P3	55.66	48.68	63.26	1.268	13.889	44.963
P4	59.03	49.36	58.63	1.808	23.806	55.986
P5	59.73	49.8	56.54	1.818	23.193	54.17
P6	56.65	47.45	58.18	1.658	14.357	53.606
P7	55.33	47.87	65.52	1.314	14.592	47.54
P8	58.4	48.77	56.27	1.817	14.03	54.782
P9	56.01	47.01	58.02	1.616	14.189	52.403
P10	55.01	47.98	62.83	1.222	13.06	43.519
P11	55.74	48.78	66.24	1.227	20.553	45.217
P12	55.6	48.38	63.52	1.251	13.398	44.215
P13	55.68	48.3	61.28	1.31	20.077	46.576
P14	58.36	49.07	58.02	1.788	23.636	56.627
P15	55.47	47.86	64.31	1.319	21.302	46.967
PRO M	55.743	47.674	61.003	1.472	17.290	48.930

Tabla N°2: Promedio De Resultados De Acero Arequipa de 3/8

B) ACEROS INTERNACIONALES

MIROMINA - 3/8						
	Carga de rotura(kN)	Carga elastica (kN)	Deformación máxima (mm)	Rigidez (kN/mm)	Tiempo de rotura(s)	Tiempo de ensayo (s)
P1	51.78	51.23	58.02	1.078	3.906	15.136
P2	52.96	52.02	55.82	1.181	4.454	19.305
P3	55.63	54.57	52.45	1.308	4.032	18.497
P4	56.62	55.45	49.7	1.474	13.895	21.154
P5	53.56	52.63	54.94	1.25	13.741	20.951
P6	53.49	52.51	54.68	1.212	4.285	19.313
P7	55.59	54.84	63.54	1.046	4.171	18.965
P8	53.46	52.59	57.66	1.108	3.879	19.265
P9	54.47	53.53	55.68	1.212	13.113	19.414
P10	53.32	52.58	60.87	1.085	13.759	20.64
P11	54.14	53.26	60.95	1.084	4.584	20.041
P12	54.63	53.74	58.17	1.182	13.644	21.279
P13	55.42	54.32	51.44	1.35	4.192	19.402
P14	54.23	53.35	55.64	1.193	12.913	19.315
P15	53.9	52.97	57.99	1.163	4.657	20.104
PROM	54.213	53.306	56.503	1.195	7.948	19.519

DEACERO - 3/8						
	Carga de rotura(kN)	Carga elastica (kN)	Deformación máxima(mm)	Rigidez (kN/mm)	Tiempo de rotura(s)	Tiempo de ensayo(s)
P1	50.63	49.88	62.09	0.977	4.201	20.967
P2	60.1	58.94	50.64	1.562	5.047	24.94
P3	49.86	49	58.03	1.064	4.491	19.306
P4	51.91	51.14	60.34	1.026	3.969	18.887
P5	50.26	49.52	65.92	0.923	13.582	21.576

P6	51.27	50.59	62.45	0.996	13.162	22.146
P7	49.82	48.96	59.25	1.04	4.649	19.981
P8	50.29	49.56	63.04	0.972	12.959	20.396
P9	56.6	55.68	53.32	1.365	14.528	24.207
P10	51.22	50.32	59.74	1.084	13.589	20.505
P11	51.76	51.05	64.94	0.942	4.084	20.282
P12	51.38	50.57	62.89	1.006	4.715	20.437
P13	52.61	51.81	62.5	1.052	4.982	21.417
P14	51.11	50.39	58.01	1.064	4.028	20.103
P15	50.54	49.76	61.47	1.045	5.327	22.897
PROM	51.957	51.145	60.309	1.075	7.554	21.203

	ACEROS NACIONALES			ACEROS INTERNACIONALES		
	SIDER PERU 3/8"	ACEROS AREQUIPA 3/8"	PROM.	MIROMINA 3/8"	DEACERO 3/8"	PROM.
CARGA DE ROTURA (KN)	58.885	55.743	57.317	54.213	51.957	53.085
CARGA ELASTICA (KN)	54.659	47.674	51.1665	53.306	51.145	52.2255
DEFORMACION MAXIMA (mm)	87.673	61.003	74.338	56.503	60.309	58.406
RIGIDEZ (KN/mm)	0.887	1.472	1.1795	1.195	1.075	1.135
TIEMPO DE ROTURA (s)	24.287	17.290	20.7885	7.948	7.554	7.751
TIEMPO DE ENSAYO (s)	45.414	48.930	47.172	19.519	21.203	20.361

Tabla N°3: Cuadro de promedio de resultados de aceros de 3/8 entre los aceros nacionales e internacionales.

Como se puede observar en la tabla N°3, el acero nacional a tracción presenta un promedio de 57.314 a una carga de rotura, 51.1665 respecto

a la carga elástica, 74.338 respecto a la deformación máxima, 1.1795 respecto a la rigidez, 20.7885 respecto al tiempo de rotura y 47.172 respecto al tiempo de ensayo. Mientras que los aceros internacionales presentan un promedio de 53.085 a una carga de rotura, 52.2255 respecto a la carga elástica, 58.406 respecto a la deformación máxima, 1.135 respecto a la rigidez, 7.751 respecto al tiempo de rotura y 20.361 respecto al tiempo de ensayo

También se observa que haciendo una comparación entre los cuatro aceros el acero Sider Perú presenta ventajas en sus resultados en por ejemplo presenta un promedio de 58.885 a una carga de rotura, 54.659 respecto a la carga elástica, 87.673 respecto a la deformación máxima, 0.887 respecto a la rigidez, 24.287 respecto al tiempo de rotura y 45.414 respecto al tiempo de ensayo

5.1.2. Ensayo de tracción de Aceros de ½

A) ACEROS NACIONALES

SIDER PERU - 1/2"						
	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA ELASTICA (KN)	DEFORMACION MAXIMA (mm)	RIGIDEZ (KN/mm)	TIEMPO DE ROTURA (s)	TIEMPO DE ENSAYO (s)
P1	96.18	87.74	80.76	1.605	57.401	59.435
P2	104.46	93.95	74.63	2.031	76.173	80.006
P3	114.79	101.97	70.67	2.396	31.515	97.699
P4	111.15	98.58	74.51	2.176	34.426	95.443
P5	111.73	101.58	79.84	1.894	75.621	78.86
P6	104.61	95.41	80.47	1.819	64.878	68.073
P7	116.16	102.94	72.13	2.398	35.09	98.893
P8	116.21	104.57	78.24	2.099	86.596	91.234
P9	116.03	103.25	71.22	2.358	34.638	99.257
P10	113.32	100.75	71.41	2.322	34.668	97.703
P11	105.7	95.77	75.95	1.993	77.847	81.848
P12	114.03	101.35	72.12	2.347	31.552	97.222
P13	116.9	103.93	71.52	2.385	31.241	99.254
P14	116.86	105.13	76.07	2.1	31.514	88.568
P15	116.56	103.68	73.08	2.362	34.762	100.742
PRO M	111.646	100.040	74.841	2.152	49.195	88.949

Tabla N°4 : Promedio De Resultados De Acero Sider Perú De ½

ACEROS AREQUIPA - 1/2"						
	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA ELASTICA (KN)	DEFORMACION MAXIMA (mm)	RIGIDEZ (KN/mm)	TIEMPO DE ROTURA (s)	TIEMPO DE ENSAYO (s)
P1	101.85	87.11	56.66	2.968	30.188	87.239
P2	104.13	88.93	57.34	3.118	31.006	89.35
P3	104.9	89.79	58.71	2.983	38.173	91.24
P4	104.47	91.64	61.93	2.614	35.927	79.555
P5	104.13	90.77	60.9	2.692	30.944	81.798
P6	100.38	87.65	60.32	2.617	30.697	78.118
P7	102.87	90.36	61.78	2.578	36.202	77.642
P8	102.25	90.96	64.29	2.344	32.479	73.025
P9	102.18	90.17	63	2.487	31.77	75.938
P10	102.23	89.81	61.68	2.528	31.88	76.738
P11	108.73	93.07	57.91	3.425	40.687	93.958
P12	101.72	89.16	61.5	2.654	31.404	78.168
P13	93.75	83.46	59.97	2.287	31.541	67.506
P14	102.51	90.84	65.67	2.363	34.464	74.856
P15	93.58	83.35	64.53	2.139	32.996	67.512
PRO M	101.979	89.138	61.079	2.653	33.357	79.510

**Tabla N°5 : Promedio De Resultados De Acero Arequipa De 1/2
B) ACEROS INTERNACIONALES**

MIROMINA - 1/2						
	Carga de rotura(kN)	Carga elastica (kN)	Deformación máxima(mm)	Rigidez (kN/mm)	Tiempo de rotura(s)	Tiempo de ensayo(s)
P1	100.22	97.95	48.24	2.652	4.811	27.19
P2	105.19	102.77	47.28	2.963	5.304	30.658
P3	100.43	98	48.19	2.693	5.093	28.164

P4	101.57	99.22	48.4	2.644	16.646	27.031
P5	101.45	99.55	55.67	2.251	15.532	25.67
P6	103.1	100.9	53.19	2.435	5.039	28.484
P7	100.83	98.53	49.37	2.538	4.61	25.354
P8	103.58	101.26	48.91	2.697	16.628	27.088
P9	103.15	100.83	48.09	2.732	17.002	28.054
P10	104.11	101.77	48.57	2.724	5.041	27.288
P11	101.86	99.9	54.73	2.364	17.226	28.332
P12	101.74	99.55	51.46	2.523	16.673	26.904
P13	101.11	98.97	52.19	2.517	17.406	28.721
P14	101.76	99.59	50.86	2.506	16.691	26.555
P15	102.83	100.24	47.63	2.786	5.043	27.012
PROM	102.195	99.935	50.185	2.602	11.250	27.500

DEACERO - 1/2						
	Carga de rotura(kN)	Carga elastica (kN)	Deformación máxima(mm)	Rigidez (kN/mm)	Tiempo de rotura(s)	Tiempo de ensayo(s)
P1	89.7	89.53	3.07	29.633	0.576	1.258
P2	88.12	87.97	2.28	39.091	0.57	0.918
P3	97.97	96.16	55.26	2.365	18.955	32.374
P4	88.42	88.16	3	29.983	0.639	1.356
P5	89.7	89.46	2.87	31.818	0.623	1.184
P6	87.21	86.98	3.09	28.801	0.587	1.401
P7	89.26	89.17	5.58	15.91	0.572	1.175
P8	85.59	85.37	2.51	34.606	0.612	1.04
P9	81.84	81.78	5.3	15.384	4	1.148
P10	80.76	80.69	3.88	20.695	0.475	0.942
P11	86.58	86.37	2.62	33.313	0.472	0.939
P12	83.45	83.2	2.4	35.307	0.725	1.342
P13	93.32	91.76	58.24	2.039	17.328	27.656
P14	93.27	91.67	60.23	2.032	17.904	29.687
P15	91.96	90.43	58.72	2.034	18.01	29.526
PROM	88.477	87.913	17.937	21.534	5.470	8.796

	ACEROS NACIONALES			ACEROS INTERNACIONALES		
	SIDER PERU 1/2"	ACEROS AREQUIPA 1/2"	PROM.	MIROMINA 1/2"	DEACERO 1/2"	PROM.
CARGA DE ROTURA (KN)	111.646	101.979	106.8125	102.195	88.477	95.336
CARGA ELASTICA (KN)	100.040	89.138	94.589	99.935	87.913	93.924
DEFORMACION MAXIMA (mm)	74.841	61.079	67.96	50.185	17.937	34.061
RIGIDEZ (KN/mm)	2.152	2.653	2.4025	2.602	21.534	12.068
TIEMPO DE ROTURA (s)	49.195	33.357	41.276	11.250	5.470	8.36
TIEMPO DE ENSAYO (s)	88.949	79.510	84.2295	27.500	8.796	18.148

Tabla N°6: Cuadro de diferencia de resultados de aceros de 1/2

Como se puede observar en la tabla N°6, el acero nacional a tracción presenta un promedio de 106.8125 a una carga de rotura, 94.589 respecto a la carga elástica, 67.96 respecto a la deformación máxima, 2.4025 respecto a la rigidez, 41.276 respecto al tiempo de rotura y 84.2295 respecto al tiempo de ensayo. Mientras que los aceros internacionales presentan un promedio de 95.336 a una carga de rotura, 93.924 respecto a la carga elástica, 34.061 respecto a la deformación máxima, 12.068 respecto a la rigidez, 8.36 respecto al tiempo de rotura y 18.148 respecto al tiempo de ensayo

También se observa que haciendo una comparación entre los cuatro aceros el acero Sider Perú presenta ventajas en sus resultados en por ejemplo presenta un promedio de 111.646 a una carga de rotura, 100.040 respecto a la carga elástica, 74.841 respecto a la deformación máxima, 2.152 respecto a la rigidez, 49.195 respecto al tiempo de rotura y 88.949 respecto al tiempo de ensayo.

5.1.3. Ensayo de tracción de Aceros de 5/8

A) ACEROS NACIONALES

SIDER PERU - 5/8"						
	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA ELASTICA (KN)	DEFORMACION MAXIMA (mm)	RIGIDEZ (KN/mm)	TIEMPO DE ROTURA (s)	TIEMPO DE ENSAYO (s)
P1	151.34	122.23	46.68	6.259	37.846	122.135
P2	148.88	122.55	47	5.804	66.208	112.51
P3	149.17	120.5	50.23	6.469	70.701	129.388
P4	152.96	126.09	46.2	5.918	32.413	113.169
P5	148.68	133.71	63.83	3.113	95.989	99.39
P6	156.61	100.75	40.82	19.621	124.13	127.368
P7	153.33	132.27	54.98	4.084	49.467	109.537
P8	151.56	131.3	56.19	3.911	51.22	106.07
P9	155.54	137.47	65.94	3.247	123.658	126.251
P10	155.83	138.56	65.69	3.352	124.27	130.255
P11	152.77	135.42	65.65	3.316	122.178	126.507
P12	151.96	135.95	66.75	3.232	110.415	116.209
P13	153.95	137.43	66.81	3.26	118.996	124.6
P14	152.93	136.66	66.62	3.224	111.305	116.547
P15	152.13	135.62	66.99	3.257	122.207	128.488
PRO M	152.509	129.767	58.025	5.204	90.734	119.228

Tabla N°7: Promedio De Resultados De Acero Sider Perú De 5/8

ACEROS AREQUIPA - 5/8"						
	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA ELASTICA (KN)	DEFORMACION MAXIMA (mm)	RIGIDEZ (KN/mm)	TIEMPO DE ROTURA (s)	TIEMPO DE ENSAYO (s)
P1	150.26	131.77	65.32	3.42	44.313	109.498

P2	151.73	133.84	67.81	3.311	48.654	110.856
P3	141.63	125.8	68.28	3.129	47.33	101.506
P4	151.39	134.09	67.02	3.323	47.722	107.532
P5	147.75	130.97	69.84	3.191	50.441	104.669
P6	152.99	130.6	60.66	4.172	43.788	126.184
P7	152.38	135.06	68.19	3.224	49.485	103.314
P8	151.46	135.56	73.29	3.008	117.991	121.925
P9	144.54	129.39	73.9	2.805	102.321	102.584
P10	150.39	135	69.52	3.005	100.265	102.984
P11	150.13	134.99	73.19	2.882	107.195	111.558
P12	149.9	134.88	70.44	3.003	45.576	103.841
P13	150.3	134.87	76.5	2.836	110.045	113.143
P14	155.26	138.42	71.13	3.178	124.935	128.71
P15	150.35	134.5	73.73	2.971	117.93	123.484
PRO M	150.031	133.316	69.921	3.164	77.199	111.453

Tabla N° 8: Promedio De Resultados De Acero Arequipa De 5/8

B) ACEROS INTERNACIONALES

MIROMINA - 5/8						
	Carga de rotura(kN)	Carga elástica (kN)	Deformación máxima(mm)	Rigidez (kN/mm)	Tiempo de rotura(s)	Tiempo de ensayo(s)
P1	158	155.2	57.82	3.509	24.865	41.907
P2	154.92	152.37	59.01	3.311	6.628	42.116
P3	154.66	151.44	55.12	3.467	23.492	37.848
P4	154.93	152.11	57.16	3.317	6.169	37.564
P5	151.69	147.82	56.34	3.45	23.573	37.506
P6	156.34	153.27	59.9	3.398	24.849	43.306
P7	156.83	153.27	56.43	3.577	24.482	42.164
P8	155.27	151.6	55.94	3.675	24.975	41.816
P9	157.6	153.55	56.97	3.583	24.009	38.498
P10	154.78	150.75	55.41	3.661	24.291	38.829

P11	155.86	152.42	57.06	3.509	24.099	41.575
P12	154.64	150.97	56.18	3.531	6.879	38.666
P13	155.61	152.15	58.42	3.472	24.905	42.253
P14	156.03	152.24	55.15	3.684	24.822	41.358
P15	154.78	151.02	56.87	3.46	23.577	37.337
PROM	155.463	152.012	56.919	3.507	20.774	40.183

DEACERO - 5/8						
	Carga de rotura(kN)	Carga elastica (kN)	Deformación máxima(mm)	Rigidez (kN/mm)	Tiempo de rotura(s)	Tiempo de ensayo(s)
P1	126.06	0	62.57	0	1.659	1.986
P2	123.37	123.15	2.64	47.553	0.804	1.442
P3	123.63	123.43	3.78	33.281	0.696	1.72
P4	124.19	124.03	3.69	34.297	0.615	1.884
P5	122.33	122.18	3.94	31.647	0.574	1.761
P6	124.76	124.45	2.67	47.423	0.797	1.44
P7	125.8	125.55	3.19	40.169	0.836	1.668
P8	123.54	123.4	3.76	33.569	1.471	2.166
P9	124.07	123.82	3.33	38.006	0.761	1.507
P10	123.19	122.97	3.65	34.351	0.632	1.703
P11	124.76	124.59	3.71	34.206	0.541	1.908
P12	123.01	122.71	2.95	42.439	0.827	1.591
P13	122.57	122.35	3.67	33.954	0.622	1.851
P14	123.56	123.39	3.79	33.261	0.453	1.831
P15	122.99	122.75	3.72	33.584	0.666	1.48
PROM	123.855	115.251	7.404	34.516	0.797	1.729

	SIDER PERU 5/8"	ACEROS AREQUIPA 5/8"	PROM.	MIROMINA 5/8"	DEACERO 5/8"	PROM.
CARGA DE ROTURA (KN)	152.509	150.031	142.9125	155.463	123.855	139.659

CARGA ELASTICA (KN)	129.767	133.316	131.5415	152.012	115.251	133.631 5
DEFORMACION MAXIMA (mm)	58.025	69.921	63.973	56.919	7.404	32.1615
RIGIDEZ (KN/mm)	5.204	3.164	4.184	3.507	34.516	19.0115
TIEMPO DE ROTURA (s)	90.734	77.199	83.9665	20.774	0.797	10.7855
TIEMPO DE ENSAYO (s)	119.228	111.453	115.3405	40.183	1.729	41.912

Tabla N°9: Cuadro de diferencia de resultados de aceros de 5/8

Como se puede observar en la tabla N°9, el acero nacional a tracción presenta un promedio de 142.9125 a una carga de rotura, 131.5415 respecto a la carga elástica, 63.973 respecto a la deformación máxima, 4.184 respecto a la rigidez, 83.9665 respecto al tiempo de rotura y 115.3405 respecto al tiempo de ensayo. Mientras que los aceros internacionales presentan un promedio de 139.659 a una carga de rotura, 133.6315 respecto a la carga elástica, 32.1615 respecto a la deformación máxima, 19.0115 respecto a la rigidez, 10.7855 respecto al tiempo de rotura y 41.912 respecto al tiempo de ensayo

También se observa que haciendo una comparación entre los cuatro aceros el acero Sider Perú presenta ventajas en sus resultados en por ejemplo presenta un promedio de 152.509 a una carga de rotura, 129.767 respecto a la carga elástica, 58.025 respecto a la deformación máxima, 90.734 respecto a la rigidez, 119.228 respecto al tiempo de rotura y 88.949 respecto al tiempo de ensayo.

5.2. Ensayo de doblado

El ensayo de doblado es un método para poder evaluar la ductilidad y consiste en someterse a una deformación plástica una muestra del acero, por un doblado sin inversión del sentido de flexión durante su ejecución. El ensayo se realizó a 180° hasta que las dos ramas puedan quedar paralelas a una distancia determinada.

Después del doblado, la superficie convexa de la muestra en la zona doblada se procedió a examinar buscando evidenciar las grietas u otros defectos superficiales. Ninguna de las muestras se fracturo.

Se utilizó el criterio que se describe en la NTP 341.001 donde nos menciona que el número y tamaños de las grietas irregulares visibles a simple vista, presentes en la superficie convexa de la muestra después del doblado, deben ser según lo especificado en la norma del producto.

En caso de los aceros nacionales y aceros internacionales en ambos aceros no se vieron grietas u otros defectos superficiales, por lo cual ambos aceros presentaron resultados similares.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de la evaluación de las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales a nivel laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo son:

PROPIEDADES MECANICA	DIAMETRO	SIDER PERU	ACEROS AREQUIPA	MIROMINA	DACERO
ALARGAMIENTO	3/8	87.673	61.003	56.503	60.309
	1/2	74.841	61.079	55.67	55.26
	5/8	58.025	69.921	56.919	62.57
LIMITE DE FLUENCIA	3/8	569.859	444.507	502.676	495.493
	1/2	538.062	516.279	517.132	496.357
	5/8	445.628	490.503	460.302	593.216
RESISTENCIA A LA TRACCION	3/8	800	636.761	750.986	721.408
	1/2	819.380	792.481	807.054	723.411
	5/8	748.141	762.462	778.492	619.950
DOBLADO	Los 3 diámetros	No presentas fisuras ni grietas transversales , sobre el radio exterior de la porción doblada			

Se demostró que las propiedades mecánicas de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran ventajas ante los aceros internacionales ya que la mayoría de las probetas cumplieron con los parámetros establecidos según la NTP 341.031 sus resultados fueron similares mientras que los aceros internacionales mostraron gran variación en sus resultados y la gran mayoría de sus probetas no cumplieron con los parámetros establecido en la norma.

2. Los resultados de alargamiento de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales se observan en la siguiente:

ALARGAMIENTO (mm)						
TIPO DE ACERO	3/8	%	1/2	%	5/8	%
SIDER PERU	87,673	22	74,841	19	58,025	15
ACEROS AREQUIPA	61,003	15	61,079	15	69,921	17
MIROMINA	56,503	14	55,67	14	56,919	14
D ACERO	60,309	15	55.26	14	62.57	16

Se demostró que el alargamiento en los fierros corrugados comerciales

nacionales es mayor que los aceros internacionales en los diámetros de 3/8 , 1/2 , 5/8. También es necesario mencionar que los aceros Sider Peru y Aceros Arequipa (aceros nacionales) cumplen con la NTP341.031 en donde menciona que el alargamiento mínimo es de 14% en los 3 diámetros mostrados, ya que la mayoría de las probetas cumplieron con el parámetro establecido por esta razón se sacó el promedio de de los resultados favorables; a diferencia de los aceros Miromina y Dacero (aceros internacionales) que sus resultados son variantes, ya que se obtuvo los resultados por el método de descarte como menciona la NTP 350.405 debido a que varias de las probetas no pasaron el parámetro mínimo establecido.

3. El resultado del límite de fluencia de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales se observan en el cuadro:

	LIMITE DE FLUENCIA		
ACERO	3/8	1/2	5/8
SIDERPERU	569.859	538.062	445.628
ACEROS AREQUIPA	444.507	516.279	490.503
MIROMINA	502.676	517.132	460.302
D ACERO	495.493	496.357	593.216

Se demostró que los límites de fluencia de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran resultados similares a aceros internacionales. Los resultados se obtuvieron realizando el diagrama de esfuerzo – deformación en donde la gráfica inicialmente tiene una zona lineal en donde se verifica en la ley de Hooke en la cual cumple que los esfuerzos son proporcionados a la deformación, y finaliza cuando el material alcanza su límite proporcional. La norma indica que el esfuerzo de fluencia es el primer pico de la zona de fluencia e indicara el inicio de la deformación permanente, en otras palabras, mientras el esfuerzo aplicado no supera el esfuerzo de fluencia esta recobrara su longitud inicial, pero si supera este valor la probeta quedara alargada permanentemente. Teniendo en cuenta lo explicado se tomó como dato el primer pico de la zona de fluencia para obtener los resultados

mostrados.

También la norma NTP 341.031 pone parámetros para el límite de fluencia como mínimo de 420 Mpa y como máximo 540 Mpa. En el cuadro de resultados se observa que casi todos los aceros están dentro de los parámetros, con excepción del acero Sider Peru de 3/8 que tiene 569.859 Mpa y del acero Dacero que tiene 593.216 Mpa.

4. Las deducciones de la resistencia a la tracción de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales son:

	RESISTENCIA A LA TRACCION		
ACERO	3/8	1/2	5/8
SIDERPERU	800	819,380	748,141
ACEROS ARQUILA	636,761	792,481	762,462
MIROMINA	750,986	807,054	778,492
D ACERO	721,408	723,411	619,950

Se demostró que la resistencia a la tracción de los fierros corrugados comerciales nacionales muestra resultados similares a Aceros internacionales. La resistencia a la tracción es la máxima tensión que soporta la probeta durante el ensayo por lo cual para hallar los resultados de la tabla se utilizó la gráfica de esfuerzo – deformación y se tomó como dato la máxima tensión que soporto cada probeta. En la NTP 341.031 se muestra como parámetro mínimo de 620 Mpa por lo cual se llegó a la conclusión que todos los aceros están cumpliendo con este parámetro. También se puede observar que el acero Sider Perú tiene mayor resistencia en los 3 diámetros mostrados.

5. El resultado del doblado a 180° en todos los diámetros de los fierros corrugados comerciales nacionales e internacionales. No presentan las fisuras o grietas transversales sobre el radio exterior de la porción doblada observadas a simple vista tal como se menciona en la NTP 341.031. Demostrando que los resultados del doblado a 180° en todos los diámetros de los fierros corrugados comerciales nacionales muestran resultados similares a aceros internacionales a nivel de laboratorio. También cabe resaltar que para realizar el ensayo de doblado se siguió los requisitos de la

NTP 341.031 en donde menciona que los diámetros de los mandriles son de 3 veces el diámetro en caso de los aceros de diámetro 3/8 se utilizó un mandril de 28,5 mm, 1/2 se utilizó un mandril de 38,1 mm y 5/8 se utilizó un mandril 47,7 mm. Para obtener el resultado final que es descriptivo se observó cada uno de las probetas con una lupa y se verificó que no hubo ninguna fisura o grieta.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario siempre regirse por la Norma técnicas peruanas al momento de realizar una investigación ya que en ellas aparece la forma correcta en la que se debe llevar a cabo los ensayos.
2. En esta tesis se investigó las propiedades mecánicas del acero nacional versus Aceros internacional de grado 60, como se conoce hay aceros de diversos grados cada uno tiene diferentes usos y circulan por el mercado es necesario saber si este cumple con las Norma técnicas peruana, ya que es de gran importancia para el sector productivo en la construcción saber si cumplen estos aceros con las Norma técnicas peruana.
3. También se ha observado que en el Perú ya construyen con aceros colombianos y brasileños sería de gran importancia saber cuáles son los resultados de sus propiedades mecánicas de estos aceros y si cumplen con las ASTM A615, y cuál de ellos es relativamente mejor.
4. El ensayo de doblado es muy importante por ellos existe una norma dirigida solo a este aspecto es la NTP 341.001, con este ensayo se puede verificar si el acero es dúctil por la cual se examina y busca evidencias de grietas u otros defectos superficiales, si el material se fractura es porque el material ha fallado en el ensayo, es recomendable utilizar este ensayo en futuras tesis relacionadas al tema las cuales evaluaran productos de acero y otros materiales metálicos.
5. Para realizar el ensayo de tracción es necesario analizar la NTP 350.405 ya que en ella se especifica los diferentes detalles que hay que tener en cuenta antes y durante la realización del ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

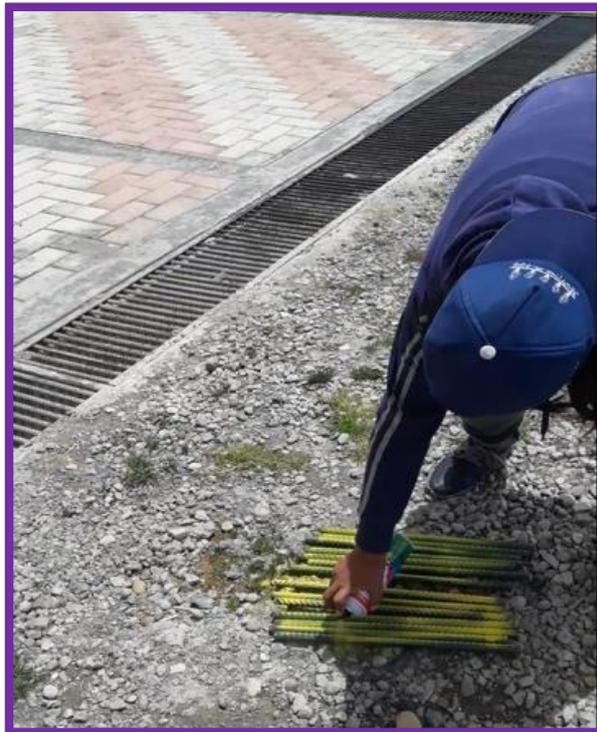
Bibliográficas

- ACEROS Y SU APLICACIÓN, ING. JOSE LUIS MALDONADO (1996), MEXICO. HIBBELER R, MECÁNICA DE MATERIALES. TERCERA EDICIÓN. PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA SA. MÉXICO D.F., 856 PÁGINAS
- RILEY W, MECÁNICA DE MATERIALES. PRIMERA EDICIÓN. LIMUSA WILEY. MEXICO D. F. 708 PÁGINAS
- MOTT R. RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA. TERCERA EDICIÓN. PRECTICE-HALL HISPANOAMERICANA SA. MEXICO D.F., 640 PÁGINAS.
- NORTON R, DISEÑO DE MÁQUINAS. PRIMERA EDICIÓN. PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S.A MÉXICO D.F., 1048 PÁGINAS
- ENSAYOS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES, ANTONIO BALVANTÍN AGO. – DIC. 2016

ANEXOS



FOTO N°1: CORTANDO LOS ACEROS A 40 CM



FOTON°2: PINTANDO LOS ACEROS SIDERPERU CORTADOS A 40 CM DE COLOR AMARILLO



FOTON°3: PINTANDO LOS ACEROS A EQUIPA CORTADORA 40 CM DE COLOR BLANCO



FOTON°4: REALIZANDO EL ENSAYO DE TRACCIÓN EN EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA UPLA



FOTON°5: REALIZANDO EL ENSAYO DE DOBLADO CON
MAQUINA DOBLADORA DE ESTRIBOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL FIERRO CORRUGADO COMERCIAL NACIONALES VERSUS ACEROS INTERNACIONALES A NIVEL LABORATORIO”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuáles son los resultados de la evaluación de las propiedades mecánicas del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) ¿Cuál es el alargamiento del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio?</p> <p>b) ¿Cuál es el límite de fluencia del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio?</p> <p>c) ¿Cuál es el resultado de la resistencia a la tracción del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio?</p> <p>d) ¿Cuál es el resultado del doblado a 180° en todos los diámetros del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Evaluación de las propiedades mecánicas del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) Calcular el alargamiento del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p> <p>b) Determinar el límite de fluencia del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p> <p>c) Calcular la resistencia a la tracción del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p> <p>d) Evaluar el resultado del doblado a 180° en todos los diámetros del fierro corrugado comercial nacionales versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La evaluación de las propiedades mecánicas del fierro corrugado comercial nacionales muestran ventajas versus Aceros internacionales a nivel de laboratorio para construcciones de viviendas de 5 pisos en la ciudad de Huancayo – 2018</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>a) El alargamiento del fierro corrugado comercial nacionales es mayor a Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p> <p>b) El límite de fluencia del fierro corrugado comercial nacionales muestran resultados similares a Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p> <p>c) La resistencia a la tracción del fierro corrugado comercial nacionales muestran resultados similares a Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p> <p>d) El resultado del doblado a 180° en todos los diámetros del fierro corrugado comercial nacionales muestran resultados similares a Aceros internacionales a nivel de laboratorio.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</p> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p> <p>✓ Alargamiento</p> <p>✓ Límite de fluencia</p> <p>✓ Resistencia a la tracción</p> <p>✓ Doblado a 180°</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (Y):</p> <p>RRO CORRUGADO</p> <p>✓ Diámetro de fierro corrugado</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Tecnológica</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Descriptivo - Explicativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Cuasi Experimental</p> <p>Población Varillas de fierros corrugado de 30 cm de longitud y de diámetros variables iguales</p> <p>a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3/8'' • 1/2'' • 5/8'' • 3/4'' • 1'' • 1- 3/8'' <p>Muestra: Varillas de fierros corrugados de 30 cm de longitud y de diámetros variables iguales a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3/8'' • 1/2'' • 5/8''