

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Estudio de Soldabilidad para Calificación de Proveedores de
Materia Prima utilizados en la Producción de Tuberías y Perfiles
Soldados en Novacero S.A.”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Andrés Eduardo Cadme Barros

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

A Jesucristo, por mi salvación. A mi Abuelo José, fuente de mi Inspiración, a mis Madres Margoth y Gladys, mis Padres Holger y Jorge, hermanos, familiares y amigos por todo su apoyo y consejos brindados. En especial al Ing. Ignacio Wiesner, al Ing. Fernando Mora y todo el personal de INTRAMET, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Cynthia, mi amor eterno. A mis Madres: Gladys y Margoth, por todo el amor, esfuerzo, paciencia y apoyo incondicional brindado en todo momento. A mi viejita Dolores que vivirá por siempre en mi Corazón. A mi Padre Jorge, por su valentía. A mis hermanos: Jorge, Johanna y Gabriela, familiares, seres queridos y amigos por el perenne empuje para mi superación.

TRIBUNAL DE GRADUACION



Dra. Cecilia Paredes V.
DELEGADA DECANO FIMCP
VOCAL-PRESIDENTA



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

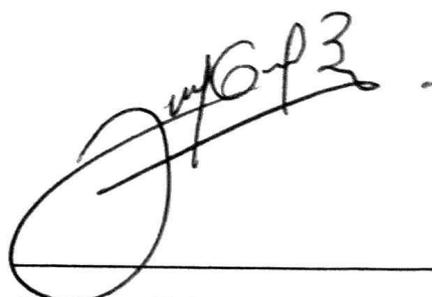


Ing. Marcos Buestán B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andrés Eduardo Cadme Barros', written over a horizontal line.

Andrés Eduardo Cadme Barros

RESUMEN

El presente trabajo trata de un Estudio de Soldabilidad para la Calificación de Proveedores de Materia Prima utilizados en la manufactura de tuberías y perfiles en Novacero S.A. Este estudio toma en cuenta la materia prima importada de las tres principales compañías proveedoras de aceros, para dicho fin se realizan diferentes ensayos físico químicos con referencia en la norma ASTM A450.

En el capítulo uno se define el problema, se plantea la solución y los límites de la misma, luego se describen los defectos de soldadura más comunes en el proceso de producción, a continuación se presenta una breve introducción sobre la influencia de los elementos microaleados en la soldabilidad de los aceros, finalmente se presenta un breve resumen del proceso de soldadura utilizado.

En el capítulo dos se realiza el proceso de selección de las probetas, a continuación se realizan los ensayos de soldabilidad que incluyen ensayos químicos, de Tensión, Metalografía y Ensayos Destructivos de Abocardado, luego con los resultados se calculan los índices de CEV y relación Mn/C de gran importancia para determinar el grado de soldabilidad, adicionalmente se calculan valores de esfuerzos de fluencia y ruptura de la materia prima, se

realiza un análisis metalográfico y posteriormente se presenta los resultados de las pruebas de abocardado de cada una de las muestras.

El capítulo tres se efectúa un análisis completo de los resultados obtenidos de los ensayos, inicialmente basado en los valores de la relación Manganese Carbono (Mn/C) obtenido en los aceros evaluados y luego corroborando el análisis con los resultados de los demás ensayos, para determinar en base a comparación el tipo de materia prima más conveniente para la soldadura de tubos y perfiles.

Finalmente en el cuarto capítulo, se concluye designando la materia prima del proveedor con mayor aptitud para la soldadura, luego se emiten las recomendaciones necesarias con el objetivo de lograr una mejora continua del proyecto realizado.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	III
SIMBOLOGÍA	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCION.....	1
 CAPITULO 1	
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.1. Descripción de defectos de soldadura en tuberías.	5
1.2. Influencia de elementos aleantes en la Soldabilidad de los Aceros.	8
1.3. Análisis de Producción de tuberías rechazadas por defectos de soldadura.....	16
1.4. Proceso de Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia.	20
 CAPITULO 2	
2. ENSAYOS DE SOLDABILIDAD EN LA PLANTA.....	26
2.1. Metodología para obtención de probetas con varios proveedores internacionales	28

2.2. Medición de Parámetros de Soldadura en la fabricación de tuberías.	34
2.3. Ensayos Físico Químicos	37
2.4. Ensayos de Tensión.....	39
2.5. Ensayos Microscópicos.....	43
2.6. Pruebas de Abocardado.	49

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	57
3.1. Relación Mn/C y su influencia en la soldabilidad de los aceros evaluados.	57
3.2. Análisis comparativo de Soldabilidad de las materias primas de diferentes proveedores.	61

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
4.1. Conclusiones.....	64
4.2. Recomendaciones.	65

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

SIMBOLOGÍA

<i>CEV</i>	Porcentaje de Carbono Equivalente.
<i>Mn/C</i>	Relación Mn/C de los aceros.
<i>SIDOR</i>	Siderurgicos del Orinoco C.A.
<i>USIMINAS</i>	Usinas Siderurgicas de Minas Gerais S.A.
<i>CST</i>	Compañía Siderurgica de Tubarao.
<i>ASTM</i>	American Society for Testing of Materials.
<i>F3P</i>	Fosfuro de Hierro
<i>%C</i>	Porcentaje de Carbono en el acero.
<i>%Mn</i>	Porcentaje de Manganeso en el acero.
<i>%Cr</i>	Porcentaje de Cromo en el acero.
<i>%Mo</i>	Porcentaje de Molibdeno en el acero.
<i>% V</i>	Porcentaje de Vanadio en el acero
<i>% Ni</i>	Porcentaje de Niquel en el acero
<i>% Cu</i>	Porcentaje de Cobre en el acero
<i>Prod_(Ton)</i>	Producción en toneladas de acero.
<i>mm.</i>	Milímetros.
<i>HFRW</i>	Proceso de Soldadura por Resistencia de Alta Frecuencia
<i>HFIW</i>	Proceso de Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia
<i>m</i>	Metros.
<i>Pot_{Sold}</i>	Potencia de Soldadura requerida para arranque, Kw
<i>V_{avance}</i>	Velocidad de avance o de soldadura, m/min
<i>I_{FORMING}</i>	Corriente necesaria para mesa de rodillos Forming, amp
<i>I_{SIZING}</i>	Corriente necesaria para mesa de rodillos SIZING, amp
<i>e</i>	Espesor de tubería o perfil, mm
<i>Kw</i>	KiloWatts
<i>Amp</i>	Amperios.
<i>C_{FLUENCIA}</i>	Número de dientes del engranaje
<i>C_{FLUENCIA}</i>	Diámetro del engranaje, <i>pulg</i>
<i>Sy</i>	Número de dientes del engranaje de entrada
<i>Sut</i>	Número de dientes del engranaje de salida
<i>% ε</i>	Porcentaje de Elongación del acero.
<i>A</i>	Área Seccional de las probetas, mm ²
<i>Kgf</i>	Kilogramos Fuerza
<i>ZAC</i>	Zona Afectada por el Calor
<i>INEN</i>	Instituto Ecuatoriano de Normalización

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.2. Soldadura de tubos mediante HFIW [3].....	21
Figura 1.3. Colocación de las bobinas de laminación.....	23
Figura 1.4. Mesa de moldeo de tubos.....	23
Figura 1.5. Área convergente en una “v” hasta tocarse en lo que se denomina punto de soldadura.....	24
Figura 1.6. Desbaste posterior a soldadura.....	24
Figura 1.7. Flejes laminados.....	25
Figura 2.1. Cortador de bobinas.....	28
Figura 2.2. Selección de bobinas.....	30
Figura 2.3. Muestra seleccionada.....	31
Figura 2.4. Codificación de muestras.....	31
Figura 2.5. Soldadura de tuberías en la tubera # 1.....	35
Figura 2.6. Microestructura PROVEEDOR CST. 2.9 MM CÓDIGO MBC2901220-304 (250 X).....	45
Figura 2.7. Microestructura PROVEEDOR CST. 1.9 MM CÓDIGO MBC1901220-709 (250 X).....	45
Figura 2.8. Microestructura PROVEEDOR CST. 1.5 MM CÓDIGO MBC1501220-622 (250 X).....	45
Figura 2.9. Microestructura PROVEEDOR USIMINAS. 1.1 MM CODIGO MBF1101220 (250 X).....	46
Figura 2.10. Microestructura PROVEEDOR USIMINAS. 0.9 MM CODIGO MBF0901220 (250 X).....	46
Figura 2.11. Microestructura PROVEEDOR USIMINAS. 0.75 MM CODIGO MBF0751220 (250 X).....	47
Figura 2.12. Microestructura PROVEEDOR SIDOR. 1.1 MM CÓDIGO MBF1101220-158 (250 X).....	47
Figura 2.13. Microestructura PROVEEDOR SIDOR. 0.9 MM CÓDIGO MBF0901220-18 (250 X).....	48
Figura 2.14. Microestructura PROVEEDOR SIDOR. 0.75 MM CÓDIGO F525574-075 (250 X).....	48
Figura 2.15. Equipo para pruebas de abocardado.....	50
Figura 2.16. Pruebas de abocardado – proveedor CST.....	51
Figura 2.17. Pruebas de abocardado – proveedor USIMINAS.....	52
Figura 2.18. Pruebas de abocardado – proveedor SIDOR.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1	Clasificación de los aceros según su porcentaje de carbono.....	10
TABLA 2	Datos de producción Tubera 1.....	17
TABLA 3	Promedio mensual de principales defectos en Tubera 1	19
TABLA 4	Información de muestras – proveedor CST.....	32
TABLA 5	Información de muestras – proveedor USIMINAS.....	32
TABLA 6	Información de muestras – proveedor SIDOR.....	33
TABLA 7	Resultados de análisis químico – proveedor CST.....	38
TABLA 8	Resultados de análisis químico – proveedor USIMINAS	38
TABLA 9	Resultados de análisis químico – proveedor SIDOR	39
TABLA 10	Resultados promedio de ensayos de tensión – sentido longitudinal	42
TABLA 11	Resultados promedio de ensayos de tensión – sentido transversal.....	42
TABLA 12	Resultados CEV Y Mn/C – Proveedor CST.....	59
TABLA 13	Resultados CEV Y Mn/C – Proveedor USIMINAS.	59
TABLA 14	Resultados CEV Y Mn/C – Proveedor SIDOR.	59

INTRODUCCIÓN

A nivel industrial, la competitividad actual existente entre compañías manufactureras de productos de aceros en el Ecuador, exige la implementación de procesos de mejora continua que proporcionen un manejo más eficiente de sus recursos.

Novacero S.A. es una compañía dedicada principalmente a la Manufactura y Comercialización de tuberías de acero y perfilería en general, una clara opción de mejora detectada en su Planta se refiere a la disminución del porcentaje de defectos de soldadura presentes en sus procesos de producción. En la actualidad, aproximadamente el 30% de los defectos totales que se presentan son originados por fallas de soldadura. El proceso de soldadura utilizado es de Inducción por Alta Frecuencia.

Respaldo en lo anteriormente citado, el objetivo específico a cumplir será presentar un estudio de Soldabilidad para Calificación de los principales proveedores de materia prima para manufactura de tuberías y perfiles soldados con Alta Frecuencia que permita luego de un análisis de los resultados obtenidos, concluir eligiendo al proveedor con la materia prima más apta para la soldadura.

Se realiza el proceso de selección de las materias primas y posteriormente de los productos terminados, tomando como referencia aquellos con mayor demanda en el mercado nacional.

El estudio está basado primordialmente en las propiedades y características químicas y físicas de la materia prima de los Proveedores SIDOR, USIMINAS Y CST, razón por la cual se realiza diferentes ensayos experimentales con referencia en la Norma ASTM A450/450M, con el objetivo de determinar la influencia de los elementos microaleados presentes en los aceros que de estas compañías provienen, y con sus resultados se calculan índices de gran importancia para el análisis de soldabilidad.

CAPITULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Para el desarrollo adecuado de esta tesis, es necesario empezar definiendo el problema principal especificando sus principales causas; luego, optamos por una solución que tiene sus limitaciones debido al gran campo de estudio que abarca su análisis.

En la fabricación de tuberías y perfiles en NOVACERO S.A. se presentan una variedad de defectos de diferente tipo u origen en porcentajes considerables que hacen deficiente el proceso de producción, entre estos constan los defectos de soldadura.

Las tuberías y perfiles rechazados debido a defectos originados por fallas en la soldadura suman alrededor del 30% del total de defectos presentes

en el proceso de Producción y son considerados como productos de segunda mano o rechazo por el personal de Calidad de la compañía y no son comercializados, generando pérdidas, disminuyendo la eficiencia y aumentando los costos de producción.

Las tuberías y perfiles son soldados utilizando el proceso de Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia el mismo que se detalla en el inciso 1.4.

Los resultados de calidad de la soldadura dependen principalmente de dos parámetros de gran importancia que son: Las propiedades *químicas* y *mecánicas* de los aceros que dependen del tipo de materia prima o acero utilizado en el proceso; y segundo, la *calibración de parámetros* del equipo de soldadura y del proceso de conformado de la materia prima, estos últimos dependientes de las recomendaciones del fabricante del equipo y del sistema de control del proceso utilizado por el personal de planta de la compañía.

Los principales proveedores internacionales de la materia prima son: SIDOR de procedencia venezolana, USIMINAS y CST de procedencia brasileña. Estos aceros son importados en bobinas de laminación o flejes laminados de diferentes espesores, como se muestra en la *Figura 1.1*.



FIGURA 1.1. FLEJES LAMINADOS

La presente tesis busca solucionar el problema anteriormente citado basado en un estudio de Soldabilidad de los aceros utilizados como materia prima procedentes de estos tres proveedores internacionales, quedando fuera del ámbito de este proyecto de tesis el análisis de parámetros del proceso de Soldadura; sin embargo, en el avance práctico del proyecto se han tomado datos básicos del proceso de soldadura para tener una referencia técnica que contribuya a un mejor entendimiento del estudio realizado.

1.1. Descripción de defectos de soldadura en tuberías.

El incorrecto uso de materia prima para la elaboración de productos de acero, es uno de los factores que genera la presencia de defectos de soldadura en el proceso de manufactura de tuberías y perfiles.

Para el personal de Producción de NOVACERO S.A. es primordial cumplir con las exigencias estipuladas en el Sistema de Gestión Integrado de su Planta, basado en que todos los productos tubulares y perfilerías en general deben poseer una eficiencia productiva de al menos 96.6 %.

Esto se refiere, a que si las pérdidas en el proceso de producción debido a la presencia de defectos superan el 3.4 % del volumen total producido, se deben tomar acciones correctivas inmediatas realizando reajustes de parámetros en el proceso o en situaciones más complicadas para la producción.

Este porcentaje se refiere a todo los tipos de defectos que se podrían presentar en la fabricación de tuberías y perfiles, y que son denominados por el personal de Planta como: punta y cola, soldadura, problemas en la conformación del material, corrosión y deflexión del material.

En lo referente a soldabilidad, existen variadas formas de defectos en una junta soldada, algunos de ellos se pueden observar a simple vista y otros realizando un análisis más detallado con equipos de tecnología avanzada.

Entre las formas más comunes de defectos metalúrgicos y físicos de soldadura en el Proceso de Alta Frecuencia para manufactura de tubos y perfiles nombramos:

- Falta de ductilidad en la dirección perpendicular a las caras del material roloado en caliente, originado en el proceso de fabricación de la materia prima o el tipo de acero.
- Las discontinuidades de soldadura, son principalmente el resultado de la presencia de cantidades apreciables de materiales no metálicos delgados y planos en la interfaz de soldadura [4]. Estas discontinuidades por lo regular se deben a que el calentamiento o el vuelco fueron insuficientes. La insuficiencia puede ser constante o variable debido a una operación inestable. Si se dispone de suficiente potencia de soldadura, la calidad de las uniones generalmente mejora al aumentar la velocidad de soldadura.
- Porosidades, son pequeñas picaduras producidas por el contacto del aire atmosférico con la zona soldada, en el instante en que se realiza la unión del material o también por la inadecuada calibración de parámetros del equipo de soldadura.

- Falta de Penetración de Soldadura, que entre otras causas puede deberse a la variación de potencia del equipo soldador o una falta de ajuste en los rodillos formadores.
- Tubos con soldadura montada, unión incorrecta del fleje en el punto de soldadura debido a que el desarrollo es variado.

Las tuberías que de acuerdo a estándares de calidad han sido rechazadas por presencia de algún defecto, son separadas del lote de producción principal y acumuladas como producto de segunda para su posterior reciclaje.

1.2. Influencia de elementos aleantes en la Soldabilidad de los Aceros.

En la actualidad la diversa gama de aceros disponibles en el mercado nacional son utilizados para la mayoría de proyectos ingenieriles en los cuales está involucrada el área de la soldadura, siendo una prioridad en su diseño y construcción, el fiel y estricto cumplimiento de procedimientos, normas de calidad y seguridad que garanticen el uso eficiente de los mismos, sin afectar a la vida de las personas y al medio ambiente.

A fin de comprender los principios básicos que rigen la soldabilidad de los aceros y de conocer los efectos del calor sobre los mismos, es necesario recordar las características metalúrgicas básicas de los aceros para tener un mejor entendimiento.

Entre muchas de las características metalúrgicas básicas de los aceros podemos citar dos que son fundamentales:

1. Los pequeños cambios en la composición química de las aleaciones ferrosas implican grandes cambios en sus propiedades mecánicas [1].
2. La mayoría de los aceros sufren transformaciones alotrópicas es decir el reordenamiento de sus átomos que resulta del cambio de estado o estructuras de la aleación, debido a esto se puede obtener un sin número de propiedades físicas a partir de una misma composición química de la aleación [1].

Los aceros se clasifican generalmente por el contenido de carbono que poseen como se detalla en la *Tabla 1*.

TABLA 1
CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS SEGÚN SU PORCENTAJE DE
CARBONO [1]

DESIGNACIÓN COMÚN	CONTENIDO DE CARBONO	USO TÍPICO	SOLDABILIDAD
Hierro dulce o lingote	0.03 % max.	Esmaltado, galvanizado y estampado profundo de chapas y flejes	Excelente
Acero de bajo contenido de carbono	0.15 % max.	Electrodos para soldadura, chapas y perfiles especiales, chapas finas, flejes	Excelentes
Acero dulce	0.15 – 0.30 %	Perfiles estructurales, chapas y barras	Buena
Acero de mediano contenido de carbono	0.30 – 0.50 %	Piezas de maquinas	Regular (se sugiere precalentamiento y tratamiento térmico post-soldadura
Acero de alto contenido de carbono	0.50 – 1.00 %	Resortes, matrices, rieles para ferrocarril	Mala (Difícil de soldar sin precalentamiento y adecuado tratamiento posterior)

La soldabilidad de los aceros depende principalmente de su contenido o porcentaje de carbono, si bien los otros elementos pueden influir también en cierta medida sobre sus propiedades y específicamente sobre su soldabilidad. Mientras mayor sea el porcentaje de Carbono de los aceros disminuye sus propiedades de soldabilidad.

NOVACERO S.A. para la manufactura de sus productos utiliza mayormente los aceros de bajo contenido de carbono, los que son

producidos en su mayoría en láminas o rollos laminados tanto en frío como en caliente y tienen baja resistencia a la fluencia. Tienen excelente soldabilidad utilizando cualquiera de los procesos de soldadura a gas, arco eléctrico o resistencia.

Los elementos aleantes o materiales de aleación permiten mejorar las propiedades de los aceros brindándoles características especiales. Entre los principales elementos aleantes tenemos al níquel, cromo, molibdeno, manganeso, silicio y vanadio. Se pueden mejorar las propiedades mecánicas de los aceros, su respuesta ante los tratamientos térmicos, su soldabilidad y su resistencia a la corrosión con el uso correcto de los elementos aleantes. A continuación presento un breve resumen de los mismos, dándole énfasis especial a su influencia en la soldabilidad.

El Carbono es el elemento aleante principal en los aceros y el elemento fundamental que determina su soldabilidad. Al aumentar la cantidad o porcentaje de carbono se incrementa la dureza, la resistencia a la tracción y la respuesta a los tratamientos térmicos de endurecimiento [2], pero por otro lado disminuye su aptitud para la soldadura. La mayoría de los aceros soldables no pasan del 0.35% de Carbono.

El Manganeso es un elemento que favorece al temple del acero, su contenido raramente sobrepasa del 2% y cuando esto ocurre es porque se busca obtener durezas o resistencias al desgaste mayores. Constituye un elemento importante en los electrodos y en las varillas de aporte utilizadas en los procesos al arco eléctrico y gas respectivamente, esto debido a que reacciona favorablemente con el metal líquido o baño de fusión. Ayuda a la desoxidación del acero (0.3 a 1.5 % de concentración) y previene las inclusiones de sulfuro de hierro. Disminuye la velocidad crítica de enfriamiento de los aceros y aumenta su sensibilidad al sobrecalentamiento. En los aceros tratados térmicamente este elemento incrementa: la resistencia a la tracción, el límite elástico, la resistencia a la fatiga, la fluencia lenta, la forjabilidad, la resistencia al revenido, la tendencia al crecimiento de grano, la formación de carburos y la dilatación térmica, por otro lado disminuye la embutilidad, la maquinabilidad, la conductividad térmica y eléctrica y la sensibilidad a la fractura frágil.

Es importante denotar la influencia del manganeso en el poder de temple de los aceros que está fielmente relacionado con el carbono como se indica en la siguiente ecuación:

$$C\% = \frac{Mn\%}{4} \quad [2]$$

Esta ecuación indica que el manganeso posee un poder templante cuatro veces menor que el carbono. Si relacionamos el comportamiento de los aceros con elevados contenidos de manganeso, estos son muy parecidos al de los aceros comunes, por lo que se deduce que la influencia del manganeso es mayor que la del carbono aumentando la dureza sin bajar notablemente su aptitud para ser soldados.

La relación Mn/C, constituye un valor de gran importancia que permite emitir criterios acerca de la calidad del acero y de su comportamiento en la soldadura, si bien hasta ahora no se ha determinado claramente el valor de esta relación, algunos autores atribuyen que esta debe de ser por lo menos 4, para que el manganeso influya notablemente en las propiedades de los aceros y desempeñe su papel mejorando la soldabilidad de los mismos.

El Silicio se encuentra comúnmente en los aceros laminados en pequeñas proporciones cerca del 0.2 %, se usa como desoxidante y es un reductor energético del acero al igual que el manganeso. Su contenido en los aceros usados en el área de la construcción debe limitarse entre 0.15 y 0.30 % de concentración puesto que aumenta la tendencia del agrietamiento durante el proceso de soldadura en los aceros.

El Azufre es un elemento aleante que es considerado una impureza en los aceros, por lo que no se desea su presencia en los mismos. Por lo general en cantidades mayores al 0,05 % en concentración puede causar fragilidad y reducción en la soldabilidad causando porosidades, especialmente cuando se sueldan utilizando técnicas de penetración profunda. Los aceros conocidos como desulfurados a los que se les adiciona entre 0.1 y 0.3 % de concentración, no son recomendables para procesos de soldadura.

El Fósforo es también considerado una impureza de la soldadura por lo que se recomienda mantener el nivel más bajo posible del mismo. Reduce la soldabilidad cuando está presente en cantidades superiores del 0.04 % y su efecto es mayor aún si se encuentra acompañado del azufre produciendo fragilidad en los metales aumentando el tamaño de grano del metal fundido, este aleante actúa en el momento de la solidificación formando el fosfuro de hierro (FeP_3).

El Níquel es un elemento aleante que es adicionado en los aceros de baja aleación en cantidades cercanas al 3.5% incrementando su tenacidad y templabilidad, puede ser usado hasta en cantidades del 35% en su concentración en aceros de alta aleación, a los mismos pertenece el grupo de los aceros inoxidable. En pequeñas cantidades el níquel mejora la capacidad de deformación de la soldadura, afina el

grano e interviene favorablemente en la temperatura de transición de fragilidad del acero.

El Cromo es un elemento aleante que está normalmente acompañado de otros elementos como el níquel y el molibdeno produciendo un aumento en la templabilidad de los aceros mucho mayor que la del manganeso. En algunos aceros puede causar dureza excesiva y fisuras adyacentes a la soldadura. Es soluble en el hierro, en los aceros de baja aleación se puede adicionar en cantidades de hasta un 9 % para aumentar su respuesta a la oxidación, altas temperaturas y mejoras en su templabilidad, pero así mismo éste reduce su soldabilidad debido a que presenta el inconveniente de formar óxidos de cromo que es un material refractario que dificulta su aptitud para soldarse.

El Molibdeno aumenta la templabilidad de los aceros y su influencia es mayor que la del cromo por lo que en los aceros aleados no debe de sobrepasar del 0.35 % en concentración. Los aceros soldables generalmente contienen al menos 0.3 % de molibdeno que ayuda como desoxidante y previene la formación de inclusiones de sulfuro de hierro. A mayores concentraciones disminuye su soldabilidad metalúrgica a pesar que su poder de temple aumenta notablemente, en conclusión se debe tomar precauciones en los procesos de soldadura de los aceros que contengan este elemento aleante en su composición.

El Vanadio aumenta la resistencia a la tracción, límite de fluencia y la dureza en los aceros. Su contenido debe ser limitado pues con valores por encima del 0.05 % puede fragilizar los aceros, es un potente formador de carburos que sirven para afinar el grano de los aceros y su velocidad crítica de enfriamiento disminuye notablemente.

El parámetro fundamental de los aceros desde el punto de vista de la soldabilidad es el valor del carbono equivalente (CEV) que se establece para cada tipo de acero. Según ASME SA-106 la fórmula del Carbono Equivalente es:

$$CEV = C\% + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

En la ecuación de carbono equivalente los contenidos de los elementos químicos indicados se expresan en tanto por ciento.

1.3. Análisis de Producción de tuberías rechazadas por defectos de soldadura.

La planta cuenta actualmente con 4 Tuberías para el proceso de fabricación de perfiles y tuberías. Cada una de ellas cuenta con una máquina de alta frecuencia para el proceso de soldadura, de diferentes

capacidades dependiente del tipo de tubería o perfil que se desea obtener.

Para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto he recopilado información de los meses de Enero a Julio del año 2007 con los que se podrá obtener resultados promedios de productividad más cercanos a la realidad actual.

A continuación presento un detalle con datos referentes al proceso de producción en NOVACERO S.A., los cuales son analizados mensualmente por el personal de Producción de la compañía (Ver *Tabla 2*). En los mismos se adjuntan cantidades reales en toneladas de los diferentes productos fabricados, porcentajes de pérdidas y tipo de defectos encontrados en el proceso de producción.

TABLA 2

DATOS DE PRODUCCIÓN TUBERA 1

MES	Prod (Ton)	Perd.(%)*10
Ene	124.31	26.24
Feb	153.56	17.40
Mar	131.13	20.97
Abr	112.70	17.01
May	131.13	20.97
Jun	134.3	19.3
Jul	145.6	19.30
PROMEDIO	133.2	20.18

Los datos recolectados pertenecen a la producción de la Tubera # 1, en la que se procesan los tipos de aceros objeto de estudio de este proyecto de tesis y en general de la mayoría de perfiles tubulares fabricados en NOVACERO.

El porcentaje promedio mensual de la cantidad de defectos presentes en la Tubera # 1 es del 2.018% del volumen total de producción. Se elaboraron aproximadamente 133 toneladas de acero en los primeros siete meses del 2007.

Las tuberías y perfiles producidos son obtenidos de materia prima, bobinas o flejes laminados en frío de 0.75 - 0.9 - 1.1 mm de espesor y en bobinas o flejes laminados en caliente de espesores mayores a 1.1 mm.

Un análisis con los defectos de mayor incidencia en la Tubería # 1 se detallan a continuación en la *Tabla 3*.

TABLA 3

**PROMEDIO MENSUAL DE PRINCIPALES DEFECTOS
EN TUBERA 1**

Tipo de Defectos	No. Defectos	%
Punta y cola	861	41.55
Soldadura	635	30.65
Otros	576	27.80 %
SUB-TOTAL	1496	72.20 %
TOTAL DEFECTOS	2072	100.00%

Podemos notar que los dos defectos con mayor presencia suman aproximadamente el 72 % de la cantidad total de defectos, y más específicamente de acuerdo al interés de este estudio, los defectos de soldadura suman en promedio el 30% de la cantidad total de defectos presentes.

Se adjunta en el *Apéndice A*, el análisis mensual de la cantidad de defectos en el proceso de producción gráficos de producción correspondientes.

Similar comportamiento presentan las demás Tuberías existentes en la Planta por lo que asumo que los análisis obtenidos por el procesamiento de los datos de producción de la Tubería #1 son los que representan con mucha aproximación el comportamiento productivo de las demás Tuberías y de la Planta en general.

1.4. Proceso de Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia.

Con el objetivo de un mejor entendimiento de los parámetros físicos y metalúrgicos que influyen en la calidad de la soldadura de los productos elaborados en la Compañía, se proporciona una breve introducción del Proceso de Soldadura utilizado.

La soldadura de alta frecuencia incluye aquellos procesos en los que la unión de los metales se produce gracias al calor generado por la resistencia eléctrica del trabajo a corrientes de alta frecuencia, por lo regular con la aplicación de una fuerza de vuelco para producir una soldadura forjada [4].

Existen dos procesos que emplean corrientes de alta frecuencia para producir el calor de soldadura:

- La soldadura de resistencia de alto voltaje (HIGH FREQUENCY RESISTANCE WELDING, **HFRW**), y
- La soldadura de inducción de alta frecuencia (HIGH FREQUENCY INDUCTION WELDING, **HFIW**), a veces llamada la soldadura de resistencia por inducción.

El calentamiento de trabajo en el área de soldadura y la soldadura en sí son básicamente idénticos en ambos procesos, pero con HFRW, la corriente se conduce a través de contactos eléctricos que tocan

físicamente la pieza a soldar, con HFIW, la corriente se induce mediante una bobina externa por lo que no hay contacto eléctrico físico en el trabajo, tal como se ilustra en la *Figura 1.2*.

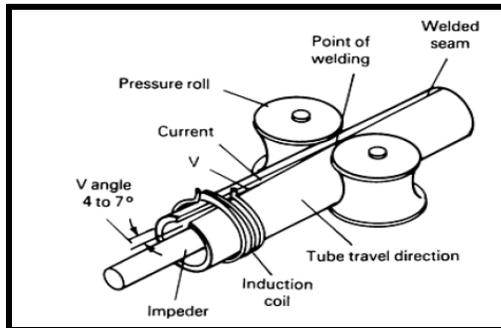


FIGURA 1.2. SOLDADURA DE TUBOS MEDIANTE HFIW [4]

En la soldadura de alta frecuencia la corriente se concentra en la superficie de la pieza. El calentamiento en la pieza puede lograrse con una corriente mucho más baja que en la soldadura de resistencia de baja corriente o de corriente continua.

Esta corriente de alta frecuencia concentra el calor en un volumen pequeño del metal justo en el lugar donde se efectuará la soldadura, el proceso es muy eficiente en el aprovechamiento de la energía y las velocidades de soldadura pueden ser muy altas.

El proceso de Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia ofrece varias ventajas respecto a los procesos de soldadura comunes de resistencia de baja frecuencia y de corriente continua.

Una característica es que produce soldaduras con zonas térmicas afectadas muy angostas [4]. Lo angosto del trayecto del flujo de la corriente produce tasas de calentamiento más elevadas y por tanto velocidades de soldadura más altas y bajo consumo de potencia.

Este proceso se puede adaptar a muchos metales, incluidos aceros de bajo carbono y aleación como en el caso de los productos fabricados en NOVACERO S.A., aceros inoxidable ferríticos y austeníticos, y muchas aleaciones de aluminio, cobre, titanio y níquel.

Las cuatro Tuberías o Mesas para Manufacturación de tuberías y perfiles cuentan básicamente de las siguientes partes: Un Sistema mecánico de avance, una mesa de rodillos formadores o Forming, una máquina de alta frecuencia para el proceso de soldadura y posteriormente una mesa de rodillos para acabado final del producto o también llamado Sizing.

El proceso inicia tomando la materia prima o bobinas de laminación del área de bodega de la Planta y colocándolo en un sistema de distribución, como se muestra en la *Figura 1.3*.



FIGURA 1.3. COLOCACIÓN DE LAS BOBINAS DE LAMINACIÓN

Luego el tubo se moldea a partir de las tiras de metal en una forja continua de moldeo con rodillos y entra en el área de la soldadura con los bordes que se van a soldar ligeramente separados como se observa en la *Figura 1.4*.



FIGURA 1.4. MESA DE MOLDEO DE TUBOS

Una bobina de inducción, por lo regular hecha de tubo de cobre, rodea al tubo un poco antes del punto de soldadura, e induce una corriente

que fluye tanto alrededor del tubo inmediatamente abajo de la bobina como a lo largo de los bordes del tubo entre la bobina de inducción y el punto de la soldadura. El proceso es sometido a un baño de refrigerante durante todas sus etapas. Esto se ilustra en la *Figura 1.5*.



FIGURA 1.5. ÁREA CONVERGENTE EN UNA “V” HASTA TOCARSE EN LO QUE SE DENOMINA PUNTO DE SOLDADURA.

Siguiendo el proceso, la tubería que ha sido soldada contiene una protuberancia superficial debido al cordón de soldadura la cual es removida por una cuchilla de corte que la elimina por completo, dejando el cordón de soldadura liso con la superficie de la tubería, como se aprecia en la *Figura 1.6*



FIGURA 1.6. DESBASTE POSTERIOR A SOLDADURA.

Finalmente, pasa por otra mesa con rodillos que dan la forma final al producto, entre los más comunes están tuberías redondas y cuadradas, perfiles C, I, W y otros. Esto se ilustra en la *Figura 1.7*.



FIGURA 1.7. FLEJES LAMINADOS

Las soldaduras de alta frecuencia se consideran uniones autógenas forjadas en caliente en las que la mayor parte del metal fundido que está en las superficies de empalme inmediatamente antes de la operación de forjado se expulsa, dejando muy poca o ninguna estructura colada en el área de la unión.

CAPITULO 2

2. ENSAYOS DE SOLDABILIDAD EN LA PLANTA.

Dada la gran variedad de equipos mecánicos empleados en la soldadura de Alta Frecuencia y los numerosos tipos de productos que se elaboran, no se ha publicado aún norma específica sobre ensayos para estudio de soldabilidad de tuberías soldadas con este proceso, tampoco tenemos un procedimiento de soldadura estándar para esta área. Los fabricantes de los equipos proporcionan pautas generales, pero los procedimientos que se utilizan en la práctica para un producto dado casi siempre son desarrollados por el personal de operación de la Planta.

Sin embargo, para realizar el estudio de soldabilidad de este proyecto tomo como referencia la Norma ASTM A450/A450M “Especificación estándar de requisitos generales para tubos de aceros al carbono, de

aleación ferrítica y de aleación austenítica, la cual cubre requisitos opcionales y obligatorios para una amplia variedad de productos tubulares, que incluye aquellos que son soldados con Alta Frecuencia.

Los requisitos opcionales serán obligatorios si se incluyen en la especificación del producto o en los documentos de compra de la materia prima. Esta norma cubre los requisitos de ensayos mecánicos y químicos, tolerancias dimensionales de los productos, pruebas hidrostáticas y pruebas no destructivas.

La norma ASTM A450 en lo que respecta a Ensayos Químicos nos pide en el punto 4 referirnos a la norma ASTM A751 para ejemplos de análisis químicos, métodos y prácticas a utilizar.

En lo que respecta a ensayos mecánicos nombra una variedad de ensayos que se podrían realizar como requisitos para fabricación de tuberías de aceros, en lo que corresponde a mi estudio que trata exclusivamente sobre soldabilidad, se realizará ensayos destructivos de tensión con referencia en la norma ASTM A370 y pruebas de abocardado.

2.1. Metodología para obtención de probetas con varios proveedores internacionales

Luego de recibir la materia prima, las bobinas de laminación son seccionadas en varias bobinas más pequeñas de acuerdo a los requerimientos de producción de la Planta en cuanto a diámetros de tuberías o dimensiones de perfiles. Esta labor se realiza en un equipo cortador como se ilustra en la *Figura 2.1*.



FIGURA 2.1. CORTADOR DE BOBINAS

Los resultados que se obtendrán de los ensayos de soldabilidad son estadísticos pues el método para la obtención de las probetas es tomar una muestra del total de la población de las materias primas, sin embargo, la elección no es realizada sin criterio pues solamente toma en cuenta las bobinas de acero utilizadas para la fabricación de los productos con mayor salida en el mercado industrial del País.

Estas bobinas con mayor salida provienen de las principales compañías proveedoras de aceros para Novacero que son: **SIDOR C.A.** (Siderúrgicos del Orinoco) de Venezuela, **USIMINAS** (Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A.) de Brasil y **CST** (Compañía Siderúrgica de Tubarao) de Brasil.

Para la realización de los ensayos de soldabilidad se han tomado tres muestras de materia prima de diferente espesor por cada proveedor anteriormente nombrado, sumando nueve en su totalidad.

Las muestras fueron seleccionadas en base a los siguientes criterios:

- Se toman tres muestras por cada proveedor internacional.
- Se debe realizar el estudio de soldabilidad de las muestras con los espesores utilizados con mayor frecuencia en la actualidad.
- Se deben seleccionar los espesores de bobinas más comunes en la producción de tuberías y perfiles.
- Las muestras de materia prima se utilizarán para realizar los ensayos químicos y de tensión.
- Luego, las bobinas se manufacturan en tuberías y perfiles, a este producto terminado se realizará análisis microscópico de metalografía y pruebas de abocardado.

- En lo posible no se deberá interrumpir el sistema programado de producción de la compañía.

El procedimiento seguido para la obtención de las muestras a ser analizadas es el siguiente:



FIGURA 2.2. SELECCIÓN DE BOBINAS.

Se seleccionó y separó del área de bodega las nueve bobinas de acuerdo a los criterios antes mencionados, esto se ilustra en la *Figura 2.2.*

De cada bobina seleccionada se tomó una muestra de 2 m. de longitud, cantidad acorde a la necesidad de los ensayos que se realizarán, esto se ilustra en la *Figura 2.3.*



FIGURA 2.3. MUESTRA SELECCIONADA.

Luego se identifica cada muestra tomada anotando en la superficie de la bobina el nombre del proveedor, código de la bobina, código interno de la Planta, espesor e información sobre el producto terminado que se elaborará con dicha bobina, tal como se ilustra en las siguientes figuras.



FIGURA 2.4. CODIFICACIÓN DE MUESTRAS.

A continuación en las Tablas 4, 5 y 6, se resume la información de las muestras que han sido seleccionadas y que serán sometidas a posteriores ensayos.

TABLA 4

INFORMACIÓN DE MUESTRAS – PROVEEDOR CST

PROVEEDOR	CST		
COLADA	BOBINA	CODIGO INTERNO	ESPEJOR
2528276	72045411	MBC1901220-709	1.9
2528348	72053921	MBC2901220-304	2.9
2546302	75037611	MBC1501220-622	1.5

TABLA 5

INFORMACIÓN DE MUESTRAS – PROVEEDOR USIMINAS

PROVEEDOR	USIMINAS		
COLADA	BOBINA	CODIGO INTERNO	ESPEJOR
821890	3712727	MBF1101220	1.1
821882	3834706	MBF0751220	0.75
821927	3912880	MBF0901220	0.9

TABLA 6

INFORMACIÓN DE MUESTRAS – PROVEEDOR SIDOR

PROVEEDOR	SIDOR		
COLADA	BOBINA	CODIGO INTERNO	ESPESOR
570889	-----	MBF1101220-158	1.1
161241	-----	F525574-075	0.75
554297	-----	MBF0901220-18	0.9

En su gran mayoría la materia prima importada de espesores menores o iguales a 1.1 mm son aceros laminados en caliente y de espesores mayores a 1.1 mm son aceros laminados en frío, estos conceptos aplicados a las muestras que han sido seleccionadas denotan que las que pertenecen a los Proveedores USIMINAS y SIDOR son bobinas de aceros laminados en caliente y las muestras de CST son bobinas de aceros laminados en frío.

Estas formas de laminación utilizadas en la fabricación de la materia prima no tienen influencia relevante en la soldabilidad de los productos manufacturados.

Adicionalmente, el restante de cada una de las bobinas que fueron tomadas como muestras son separadas del área de bodega y puestas a espera de su posterior manufacturación de acuerdo al programa de

Producción de la Planta, una vez que han sido procesadas en tuberías y perfiles se tomarán nuevamente muestras de cada una de ellas.

Estas últimas muestras son utilizadas para la realización de las pruebas finales de abocardado y los ensayos microscópicos de metalografía.

2.2. Medición de Parámetros de Soldadura en la fabricación de tuberías.

Prácticamente todos los sistemas de soldadura de alta frecuencia son forjas continuas. Las forjas pueden ser automatizadas es decir que contienen acumuladores de tiras para que la operación no se detenga ni cuando el inicio de un nuevo rollo se tenga que soldar con el final del rollo anterior, la única razón por la que se podría detener el proceso sería un paro programado o una falla, visto de esta manera, el mejor método de control de calidad de una forja de alta frecuencia es utilizando control del proceso [4].

En NOVACERO S.A. el control está en las manos de los operadores del proceso de producción, ciertos medidores proporcionan información sobre parámetros como la velocidad de la forja y la potencia de la soldadura.

El operador lee la información y ajusta la variable cuando se desvía del valor empírico estándar. Además, los operadores observan la condición de la franja de soldadura exterior al mismo tiempo que se elimina y de esta inspección deducen la probable calidad de la soldadura.

Una especificación típica para un tubo soldado por alta frecuencia incluye criterios de aceptación para el diámetro exterior, el espesor de la pared, grado de ovalado, linealidad y apariencia general.

Con el objetivo de contribuir al entendimiento técnico del proceso de soldadura, se han tomado datos sobre los parámetros utilizados en el equipo de alta frecuencia y del proceso en general.

Los datos fueron tomados del procesamiento de la materia prima en la Tubera # 1, tal como se ilustra en la *Figura 2.5*.



FIGURA 2.5. SOLDADURA DE TUBERIAS EN LA TUBERA # 1.

La validación del proceso de soldadura con referencia en la Norma ASTM A500 nos indica la siguiente ecuación:

$$Pot_{sold} = V_{avance} * e * 2$$

Los parámetros promedios más relevantes obtenidos son:

$$V_{avance} = 44 \text{ m/ min}$$

$$e = 1.9 \text{ mm (tomada como ejemplo)}$$

$$\text{Corriente}_{Forming} = 18 \text{ Amp.}$$

$$\text{Corriente}_{Sizing} = 6 \text{ Amp.}$$

Ingresando estos valores en la ecuación da el siguiente resultado:

$$Pot_{sold} = 167.2 \text{ KW}$$

Este valor de potencia es utilizado como una referencia para el de arranque.

Adicional los parámetros más relevantes de la máquina de alta frecuencia son:

$$\text{Voltaje ánodo} = 0.8 \text{ KV.}$$

$$\text{Corriente de ánodo} = 9 \text{ Amp.}$$

$$\text{Corriente de Grilla} = 1.8 \text{ Amp.}$$

2.3. Ensayos Físico Químicos

Para el fiel cumplimiento de los objetivos propuestos, la realización de análisis químicos a cada una de las muestras seleccionadas constituye el principal elemento experimental del cuerpo de esta tesis.

ASTM A 751 “Test Methods, Practices and Terminology for Chemical Analysis of steel products” nos sirve de referencia para realizar los análisis, sin embargo, estos se realizarán en un laboratorio metalúrgico calificado.

Son de gran importancia el cálculo de los valores de Carbono Equivalente (CEV) y Relación Manganeso - Carbono (Mn/C). Los resultados de estos índices nos permitirán emitir con toda claridad criterios acertados acerca de la soldabilidad de los aceros evaluados.

Al finalizar el proceso de selección de probetas, se obtuvo los certificados de calidad emitidos por el Proveedor de cada una de las muestras. En los mismos, se detallan las propiedades físicas y químicas de estos aceros.

Para avalar los porcentajes de elementos químicos emitidos en los Certificados de Calidad se realizan los análisis químicos a las muestras seleccionadas, se emiten los resultados en un reporte y luego se comparan. Los Certificados de Calidad se adjuntan en el *Apéndice B*.

Se tomó muestras en pequeñas cantidades de acero en forma de virutas con la ayuda de una fresadora, para luego ser enviadas a un laboratorio certificado para la realización de estos ensayos, las muestras se adjuntan en el *Apéndice C*.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio Químico Metalúrgico de la Planta de Electrodo de la Compañía AGA S.A. Los resultados obtenidos de estos ensayos son utilizados para el cálculo de los índices de soldabilidad. Los reportes de ensayos químicos emitidos por el laboratorio se encuentran en el *Apéndice D*.

Los resultados obtenidos de los certificados se presentan en las Tablas 7, 8 y 9 a continuación:

TABLA 7
RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO – PROVEEDOR CST

PROVEEDOR	CST							
COLADA	% C	%S	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%Ni	%Cu
2528276	0.0767	0.0124	0.3130	0.0094	0.0013	0.0017	0.0137	0.0094
2528348	0.0698	0.0055	0.3022	0.0088	0.0014	0.0018	0.0123	0.0058
2546302	0.0747	0.0057	0.3170	0.0115	0.0016	0.0015	0.0123	0.0061

TABLA 8
RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO – PROVEEDOR USIMINAS

PROVEEDOR	USIMINAS							
COLADA	% C	%S	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%Ni	%Cu
821890	0.0582	0.0101	0.2330	0.0568	0.0012	0.0019	0.0230	0.0051
821882	0.0610	0.0137	0.2388	0.0369	0.0015	0.0016	0.0194	0.0059
821927	0.0472	0.0105	0.1807	0.0238	0.0019	0.0013	0.0131	0.0055

TABLA 9
RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO – PROVEEDOR SIDOR

PROVEEDOR	SIDOR							
COLADA	% C	%S	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%Ni	%Cu
570889	0.0608	0.0033	0.2764	0.0079	0.0016	0.0013	0.0111	0.0294
161241	0.0697	0.0046	0.3343	0.0081	0.0010	0.0016	0.0159	0.0035
554297	0.0630	0.0074	0.3101	0.0061	0.0018	0.0011	0.0119	0.0069

2.4. Ensayos de Tensión.

De gran importancia como soporte al análisis de soldabilidad es conocer acerca de las propiedades mecánicas de los aceros utilizados en la elaboración de tuberías y perfiles, puesto que son sometidos a procesos de conformado inicial, soldadura y conformado final.

Para dicho fin, se realizan Ensayos Destructivos de Tensión con referencia en la Norma ASTM A 370 “Standard Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products” que en las secciones 4 al 12 describe el método para realizar pruebas de tensión, definiciones de parámetros a calcular y dimensiones de probetas.

En los certificados facilitados por el personal del área de Calidad de la Planta están registrados los valores de las propiedades mecánicas de los aceros, sin embargo, se realizan estos ensayos para cada una de las muestras en el Laboratorio de Ensayos Destructivos de la Facultad de Tecnología Mecánica de la ESPOL.

El procedimiento llevado a cabo es el siguiente:

- De cada una de las bobinas de acero laminado seleccionadas en la etapa de muestreo se procedió a manufacturar 6 probetas, siendo 3 en sentido longitudinal, es decir en la misma dirección de laminación de la bobina y 3 en sentido transversal o perpendicular a la dirección de laminación de la bobina en conformidad con las recomendaciones de la Norma ASTM A 370. Las dimensiones varían entre las probetas con sentido longitudinal y transversal a la laminación.
- Se clasificaron las probetas de acuerdo al proveedor y se codificaron en la superficie según la siguiente metodología:
 - CSN con las iniciales C, X, Y
 - SIDOR con las iniciales S, X, Y
 - USIMINAS con las iniciales U, X, Y
 - La primera letra indica la inicial del proveedor al que pertenece, las letras X y Y son números enteros utilizados para diferenciarlos.
- Luego, se realiza la prueba de tensión a cada probeta y se toma los datos respectivos de Carga de Fluencia (C_{FLUENCIA}) y Carga Máxima o de Ruptura (C_{RUPTURA}), luego se calcula los parámetros de Esfuerzos de Fluencia (S_y), Esfuerzo Máximo o Último de

Tensión (S_{ut}) y porcentaje de elongación (% ξ) de los aceros evaluados.

- Las ecuaciones utilizadas para cálculo de valores de esfuerzos son las siguientes:

$$S_y = C_{FLUENCIA} / A$$

$$S_{ut} = C_{RUPTURA} / A$$

Donde A: Área Seccional de la probeta en el punto medio

En total 54 probetas son sometidas a este ensayo destructivo, dicha cantidad permitirá ser eficaces al conseguir resultados de las propiedades mecánicas de los aceros evaluados y que dichos valores estén cercanos a la realidad.

Los resultados de los ensayos con los valores promedios de cada parámetro se presentan en los siguientes cuadros:

TABLA 10

RESULTADOS PROMEDIO DE ENSAYOS DE TENSIÓN – SENTIDO LONGITUDINAL

Proveedor	Colada	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Resistencia a la fluencia (Kgf/mm ²)	Resistencia Máxima (Kgf/mm ²)	Elong. %
C.S.T	2528348	2,9	38,1	110,49	31,22	41,33	29,08
	2546302	1,5	38,1	57,15	39,08	43,45	19,51
	2528276	1,9	38,1	72,39	33,15	41,21	23,24
USIMINAS	821890	1,1	38,1	41,91	23,07	27,84	19,04
	821927	0,9	38,1	34,29	22,84	29,16	16,01
	821882	0,75	38,1	28,58	20,41	28,58	12,45
SIDOR	554297	0,9	38,1	34,29	30,62	42,29	13,97
	161241	0,75	38,1	28,58	28,00	34,41	16,83
	570889	1,1	38,1	41,91	27,04	40,17	23,36

TABLA 11

RESULTADOS PROMEDIO DE ENSAYOS DE TENSIÓN – SENTIDO TRANSVERSAL

Proveedor	Colada	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Resistencia a la fluencia (Kgf/mm ²)	Resistencia Máxima (Kgf/mm ²)	Elong. %
C.S.T	2528348	2,9	12,5	36,25	36,78	49,20	31,93
	2546302	1,5	12,5	18,75	39,29	47,47	22,94
	2528276	1,9	12,5	23,75	38,60	47,72	26,80
USIMINAS	821890	1,1	12,5	13,75	24,73	30,79	18,64
	821927	0,9	12,5	11,25	28,00	34,96	13,39
	821882	0,75	12,5	9,375	27,73	36,27	15,14
SIDOR	554297	0,9	12,5	11,25	30,22	41,48	19,73
	161241	0,75	12,5	9,375	35,02	42,67	16,30
	570889	1,1	12,5	13,75	26,67	37,33	22,72

Los planos con las dimensiones de las probetas recomendadas en la norma, los gráficos con las probetas luego de ser sometidas al ensayo de Tensión, y la Tablas con los resultados por cada muestra se adjuntan al final en el *Apéndice E*.

2.5. Ensayos Microscópicos.

Los ensayos de metalografía microscópica se aplican para inspeccionar tanto al material base como a la soldadura de alta frecuencia y son práctica común para evaluar la calidad de la soldadura. También es utilizada para determinar la causa de una falla de la soldadura al someterse a pruebas mecánicas y determinar discontinuidades que se podrían presentar en la interfaz entre el cordón y el metal base.

Luego que las muestras han sido sometidas a los primeros ensayos para determinar sus propiedades químicas y mecánicas, en coordinación con el personal de Producción de la Planta se manufacturó las bobinas de cada uno de los aceros seleccionados.

Los resultados que saldrán de la evaluación metalográfica de cada una de las tuberías y/o perfiles servirán como medio de soporte a los resultados de soldabilidad provenientes de la evaluación físico-química de las muestras.

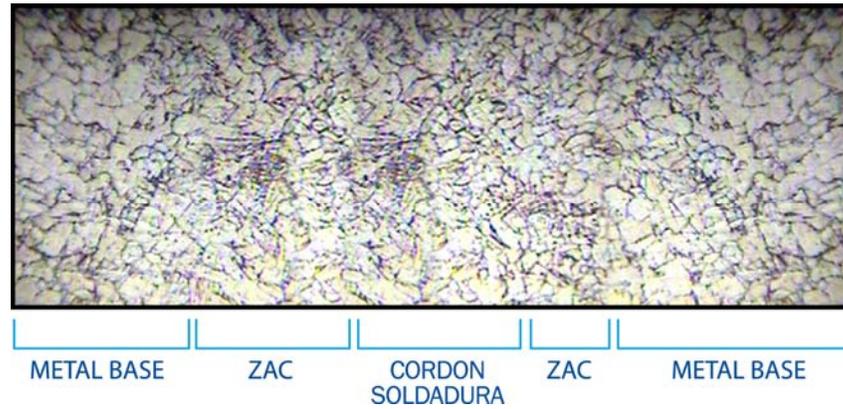
Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Análisis de Metales de la Cía INTRAMET – WIESNER INOX., usando microscopía electrónica, procedimiento que facilita la obtención inmediata de las imágenes tomadas en forma digital.

Por recomendación, la evaluación microscópica se realiza a las secciones transversales de las probetas y con el objetivo de colaborar a un mejor análisis de los resultados se han tomado cuatro fotos o imágenes por cada probeta.

Las fotos permitirán realizar un seguimiento metalográfico del comportamiento de las muestras evaluadas a la soldadura de alta frecuencia y contienen lo siguiente:

- Imagen del metal base.
- Imagen de la zona afectada por el calor (ZAC) pasando por la interfaz o línea de soldadura.
- Imagen del cordón de soldadura.
- Nuevamente sale por la ZAC hasta el metal base.

A continuación se ilustra las imágenes tomadas durante el ensayo por cada probeta en las siguientes *Figuras 2.6 hasta la 2.14*.



**FIGURA 2.6. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR CST. 2.9 MM
CÓDIGO MBC2901220-304 (250 X)**

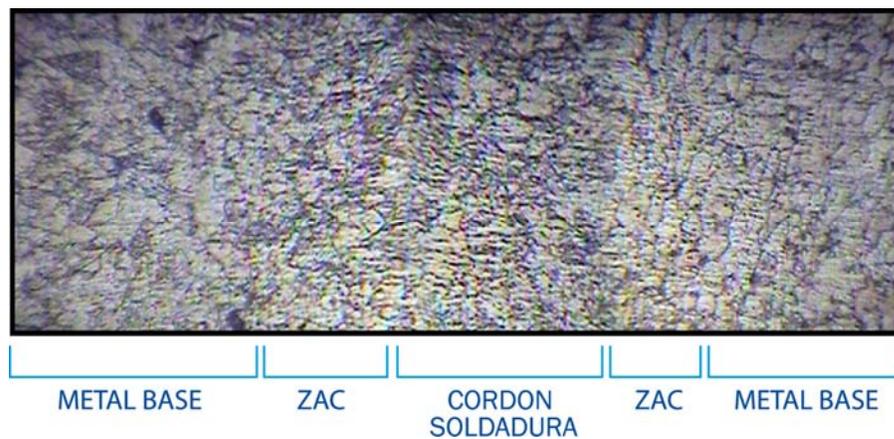


**FIGURA 2.7. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR CST. 1.9 MM
CÓDIGO MBC1901220-709 (250 X)**



**FIGURA 2.8. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR CST. 1.5 MM
CÓDIGO MBC1501220-622 (250 X)**

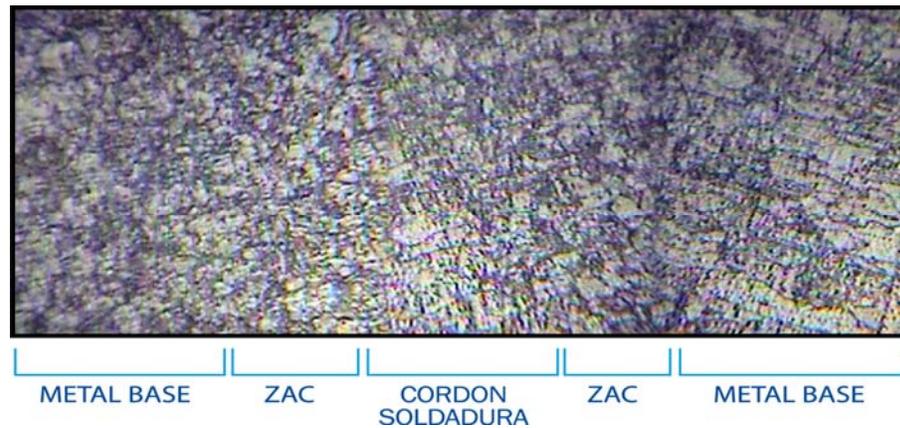
En las micrografías del proveedor CST, se observa en el área del metal base granos de ferrita con sus fronteras claramente definidas, en la ZAC los granos han disminuido de tamaño pero su composición es muy parecida a la inicial y en la zona del cordón de soldadura los granos toman forma más fina y acicular (granos de ferrita acicular).



**FIGURA 2.9. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR USIMINAS 1.1 MM
CÓDIGO MBF1101220 (250 X)**



**FIGURA 2.10. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR USIMINAS 0.9 MM
CÓDIGO MBF0901220 (250 X)**

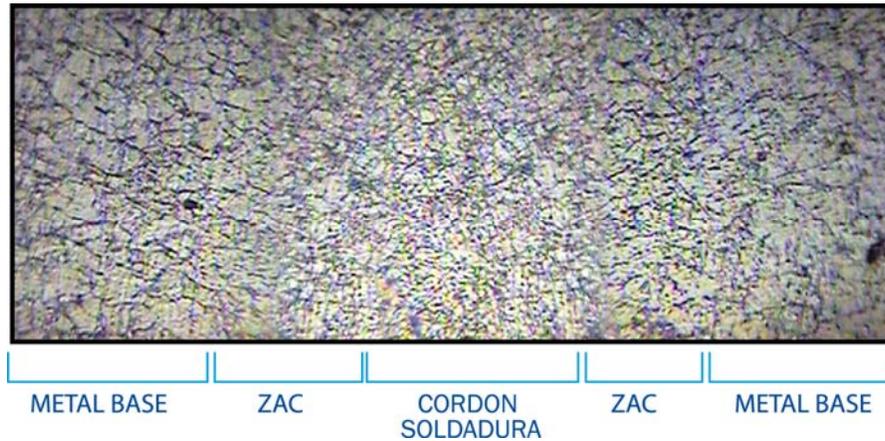


**FIGURA 2.11. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR USIMINAS 0.75 MM
CÓDIGO MBF0751220 (250 X)**

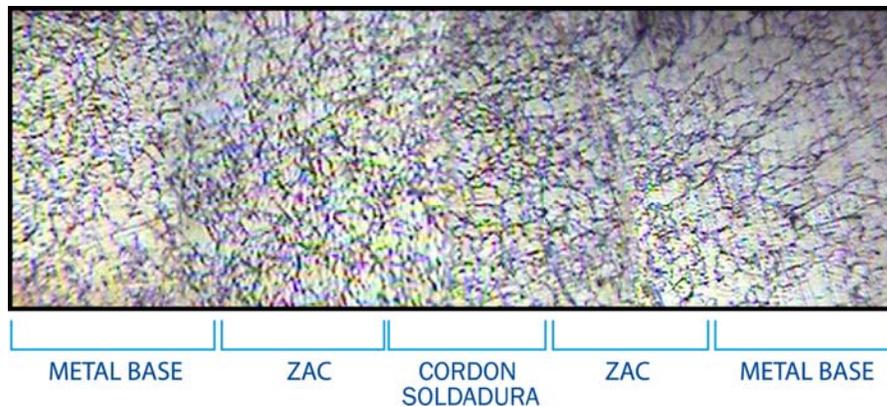
Se observa una matriz embebida de ferrita con granos no muy definidos, la ZAC no presenta cambios visibles con respecto al metal base y en la zona del cordón de fusión ferrita acicular.



**FIGURA 2.12. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR SIDOR 1.1 MM
CÓDIGO MBF1101220-158 (250 X)**



**FIGURA 2.13. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR SIDOR 0.9 MM
CÓDIGO MBF0901220-18 (250 X)**



**FIGURA 2.14. MICROESTRUCTURA PROVEEDOR SIDOR 0.75 MM
CÓDIGO F525574-075 (250 X)**

En las tres muestras del proveedor SIDOR se observa microestructuras similares, el metal base presenta granos de ferrita con límites definidos y a medida que nos acercamos al cordón de soldadura pasando por la ZAC observamos granulometría más fina y acicular (ferrita acicular).

2.6. Pruebas de Abocardado.

Adicional a los ensayos anteriormente realizados, es de gran interés realizar para el cumplimiento del objetivo de este proyecto, realizar el ensayo destructivo de abocardado a todas las probetas para determinar la calidad del cordón de soldadura y su resistencia comparada con la del material base.

En el proceso de elaboración de productos en NOVACERO S.A. se encuentra adaptado un procedimiento en base a la norma INEN 133 e INEN 1584 para la realización de pruebas destructivas de abocardado o también llamadas pruebas de cono.

Novacero cuenta con un equipo para realizar pruebas de abocardado que básicamente consta de un cilindro hidráulico con su extremo superior en forma de cono y una estructura con un tope superior fijo como se ilustra en la *Figura 2.15*.



FIGURA 2.15. EQUIPO PARA PRUEBAS DE ABOCARDADO.

Los procedimientos internos de la Planta indican que los ensayos destructivos de soldadura se deben realizar cada media hora mientras se elabora un lote de productos, el personal de calidad de la compañía tiene adaptado un procedimiento para la realización de prueba de abocardado en la elaboración de tubos redondos y cuadrados.

En el ensayo de abocardado las probetas son sometidas a grandes esfuerzos radiales por la acción del cono hidráulico que ingresa por uno de los extremos de la tubería mientras el otro extremo esta fijo, provocando fisuración. La muestra pasa la prueba si el lugar por donde se fisura la tubería no es el cordón de soldadura o sus cercanías.

El procedimiento realizado por el personal de Planta se resume en los siguientes puntos:

- Se coloca la probeta de tal manera que la punta del cono se introduzca en el agujero de la probeta en su extremo inferior y en su extremo superior tope con la placa.
- Se acciona la palanca de avance hasta que se fisura la muestra o se aplaste la probeta sin abrirse el cordón de soldadura ni sus cercanías.
- Se retira la muestra y se selecciona una para guardarla 30 días anotando al lote que le corresponde mientras el operador registra la aprobación o no del ensayo.
- Este ensayo es realizado mínimo una vez cada cambio de fleje o bobina, cuando exista una variación en la potencia o paras del equipo.

Los resultados de los ensayos se pueden apreciar en las *Figuras 2.16, 2.17 y 2.18*, mostradas a continuación:



FIGURA 2.16. PRUEBAS DE ABOCARDADO – PROVEEDOR CST.



FIGURA 2.17. PRUEBAS DE ABOCARDADO – PROVEEDOR USIMINAS.



FIGURA 2.18. PRUEBAS DE ABOCARDADO – PROVEEDOR SIDOR.

Las probetas no se fisuraron o partieron en el cordón de soldadura o en la zonas cercanas por lo que se puede concluir que todas las muestras pasaron esta prueba.

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.

Luego que se han realizado todos los ensayos de soldabilidad previstos en el inicio de este proyecto, se procede a analizar los resultados obtenidos basados en los criterios de soldabilidad emitidos en el cuerpo de esta tesis.

3.1. Relación Mn/C y su influencia en la soldabilidad de los aceros evaluados.

De los resultados porcentuales de cada elemento químico de los aceros evaluados emitidos en las Tablas 7, 8 y 9 del inciso 2.3, vemos que el porcentaje de Carbono de todas las muestras están por debajo de 0.15 %, por lo que basados en la Tabla 1 se confirma que

son aceros de bajo contenido de carbono y su respuesta a la soldabilidad es excelente. Sin embargo, este resultado no es suficiente base para el análisis deseado.

Este precedente, nos impulsa a analizar el comportamiento de estos aceros a la soldadura basados en otros factores como el Porcentaje de Carbono Equivalente (CEV) y la relación Mn/C, valores que nos brinden resultados más claros para emitir criterios de comparación.

Se recuerda, que en los aceros de bajo carbono con alto contenido de Mn como es el caso de las probetas objeto de este estudio, aquellos con porcentaje de Carbono Equivalente (CEV) por debajo de 0.25 se consideran de soldabilidad buena, entre 0.25 y 0.45 de soldabilidad media y mayores a 0.45 de soldabilidad baja.

Con los valores en porcentaje de cada uno de los elementos que componen los aceros evaluados, calculo los índices de soldabilidad CEV y Mn/ C, los que se ilustran en las *Tablas 12, 13 y 14*, mostradas a continuación:

TABLA 12**RESULTADOS CEV Y Mn/C – PROVEEDOR CST.**

PROVEEDOR	CST			
COLADA	BOBINA	CODIGO INTERNO	CEV	Mn / C
2528276	72045411	MBC1901220-709	0,1329	4,0808
2528348	72053921	MBC2901220-304	0,1238	4,3295
2546302	75037611	MBC1501220-622	0,1317	4,2436

TABLA 13**RESULTADOS CEV Y Mn/C – PROVEEDOR USIMINAS.**

PROVEEDOR	USIMINAS			
COLADA	BOBINA	CODIGO INTERNO	CEV	Mn / C
821890	3712727	MBF1101221	0,1109	4,0034
821882	3834706	MBF0751220	0,1105	3,9148
821927	3912880	MBF0901220	0,0840	3,8282

TABLA 14**RESULTADOS CEV Y Mn/C – PROVEEDOR SIDOR.**

PROVEEDOR	SIDOR			
COLADA	BOBINA	CODIGO INTERNO	CEV	Mn / C
570889	-----	MBF1101220-158	0,1117	4,5461
161241	-----	F525574-075	0,1289	4,7935
554297	-----	MBF0901220-18	0,1177	4,9222

Los valores de relación Mn/c del Proveedor SIDOR y CST son en promedio 4.21 y 4.75 respectivamente, lo que anticipa que el porcentaje de Mn presente en estos tipos de aceros influye positivamente en sus propiedades de templabilidad sin disminuir su aptitud para la soldadura. Adicionalmente, el porcentaje de Mn presente en 5 de las 6 probetas es mayor de 0.3 % en el acero, ayudando así a la desoxidación y prevención de defectos de soldadura debido a la presencia de inclusiones de Sulfuro de Hierro.

El proveedor USIMINAS presenta un índice Mn/ C promedio de 3.92. La probeta MBF1101221 de 1.1 mm de espesor tiene un valor de Mn/C de 4.00 (*acceptable*) pero en las de menor espesor (0.9 y 0.75 mm.) este factor disminuye hasta 3.83, su diferencia con los demás proveedores radica esencialmente en que el porcentaje de Mn presente es menor, implicando así que su influencia en la soldabilidad no es tan aceptable como la de los demás aceros de los proveedores CST y SIDOR.

Los valores de CEV para todas las probetas evaluadas están por debajo de 0.25 por lo que basados en este factor son todos considerados de buena soldabilidad.

3.2. Análisis comparativo de Soldabilidad de las materias primas de diferentes proveedores.

Para ratificar el análisis realizado con base en los ensayos químicos y la influencia de los materiales de aleación (en especial Mn y C) en la soldabilidad de los aceros evaluados, se procede a realizar un breve análisis de soporte a los resultados de soldabilidad hasta este punto obtenidos.

Los ensayos de tensión fueron realizados a la materia prima o metal base, según los resultados de las *Tablas 10 y 11*, los aceros del proveedor CST obtuvieron esfuerzos de fluencia y de tensión promedios muy parecidos a los del proveedor SIDOR y mucho mayores que la del proveedor USIMINAS. Estos resultados se confirman con los resultados de análisis químicos del proveedor CST, cuyos aceros presentan mayor porcentaje de C y Mn en su composición.

Sin embargo, basados en criterios de comparación las muestras del Proveedor CST presentaron propiedades físicas de resistencia a la tensión mayores que la de los demás proveedores.

Los valores de esfuerzos de Fluencia y Ruptura de todas las muestras cuyas probetas fueron sometidas al ensayo de tensión en el sentido

transversal a la dirección de laminación de las materias primas presentaron valores mayores que la de las probetas longitudinales.

Los aceros del proveedor USIMINAS presentan los valores más bajos de esfuerzos de fluencia y ruptura que son en promedio en sentido longitudinal 22.10 y 28.53 Kg/mm² y en sentido transversal 26.82 y 34 Kg/mm² respectivamente. Este comportamiento físico se ve influenciado por los porcentajes de los elementos C y Mn presentes en las muestras, los mismos que son menores que la de los demás proveedores.

En los análisis químicos, adicional al análisis que se presenta en el inciso 3.1, es importante destacar que en los resultados de porcentajes de elementos aleantes, en todas las muestras el porcentaje de Azufre es menor a 0.04%, lo que reduce la posibilidad de fragilización de los aceros y por ende la disminución de sus propiedades de soldabilidad.

En los ensayos microscópicos, con los resultados obtenidos y un análisis de las micrografías tomadas a cada una de las muestras que se detallan en el inciso 2.5, se detalla los cambios de fase ocurridos en las micro-estructuras de los aceros sometidos al proceso de Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia. Analizando en forma general, estos aceros considerados de bajo contenido de carbono (menos de 0.15% de C) y alta aleación (altos porcentajes 0.30% de Mn aprox.) presentan

zonas de soldadura con propiedades mecánicas mejoradas a las del metal base (resistencia mayor).

Debido a las altas velocidades de soldadura y enfriamiento y las ventajas del Proceso de Alta frecuencia la corriente fluye por trayectos muy cortos y poco profundos ocasionando así zonas térmicamente afectadas muy pequeñas y variaciones micro-estructurales pequeñas.

En las pruebas de abocardado, todas las nueve probetas pasaron la prueba ya que las fisuras se mostraron en lugares alejados de la zona de soldadura y áreas cercanas.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

1. Luego del estudio de soldabilidad realizado con base en las propiedades y características químicas y físicas de los aceros y en la influencia de sus principales elementos aleantes, se concluye que la materia prima con mayor aptitud para la soldadura de tuberías y perfiles para la compañía NOVACERO S. A. es la del proveedor SIDOR, cuyas bobinas son importadas desde Venezuela.
2. En base a los análisis realizados, la materia prima del Proveedor USIMINAS es considerada como de menor calidad y con menor aptitud para ser soldable con Alta Frecuencia.

3. Las micrografías presentadas demostraron que la Soldadura por Inducción de Alta Frecuencia en los aceros de bajo carbono y alta aleación como los que han sido evaluados, metalúrgicamente causaron pequeños cambios en las micro-estructuras de las muestras y mejoraron las propiedades de resistencia en las zonas de soldadura.
4. Se cumplieron los objetivos planteados, se realizaron todos los ensayos previstos para el estudio de soldabilidad de acuerdo a las Normas requeridas, detallados en el cuerpo de esta tesis.

4.2. Recomendaciones.

1. Se recomienda la continuación de este estudio de soldabilidad, complementándolo con un análisis de la influencia de los parámetros del Proceso de Soldadura.
2. Se recomienda el uso e importación en mayores cantidades de materia prima proveniente de SIDOR C.A.
3. Adicionalmente, a futuro y basado en los resultados de este proyecto, se debe complementar este estudio con un análisis de productividad con detalles de mejoras en la eficiencia del proceso de manufactura, con menos presencia de productos rechazados y ahorro económico para la Compañía.

4. Se recomienda para futuras tesis utilizar métodos estadísticos para obtención de resultados de los ensayos y como complemento al proceso que indican las normas

APENDICES

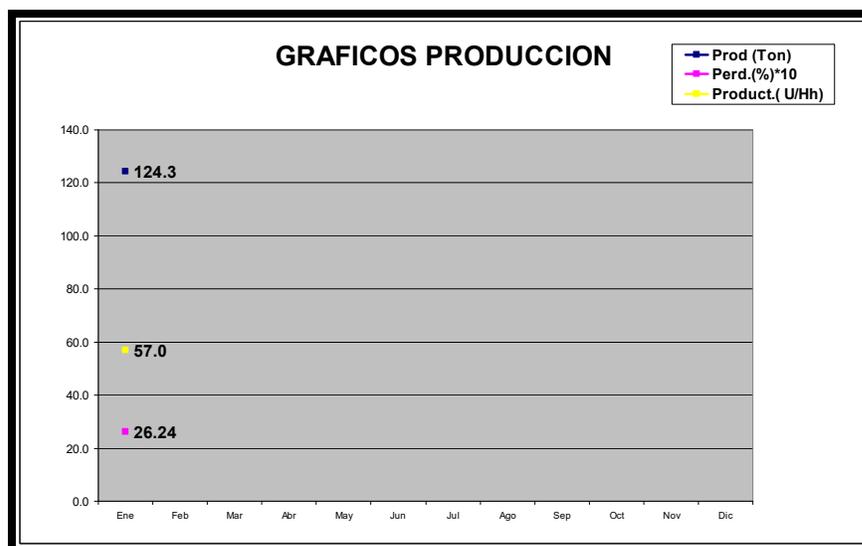
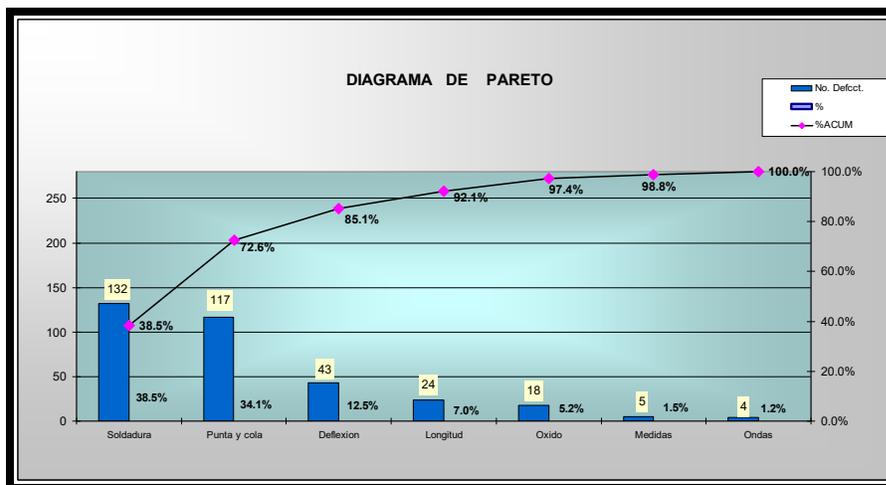
APENDICE A.

TABLAS Y DIAGRAMAS DE PARETO Y PRODUCCIÓN.

- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Enero.
- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Febrero.
- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Marzo.
- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Abril.
- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Mayo.
- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Junio.
- ☞ Datos de Producción y Defectos Mes de Julio.

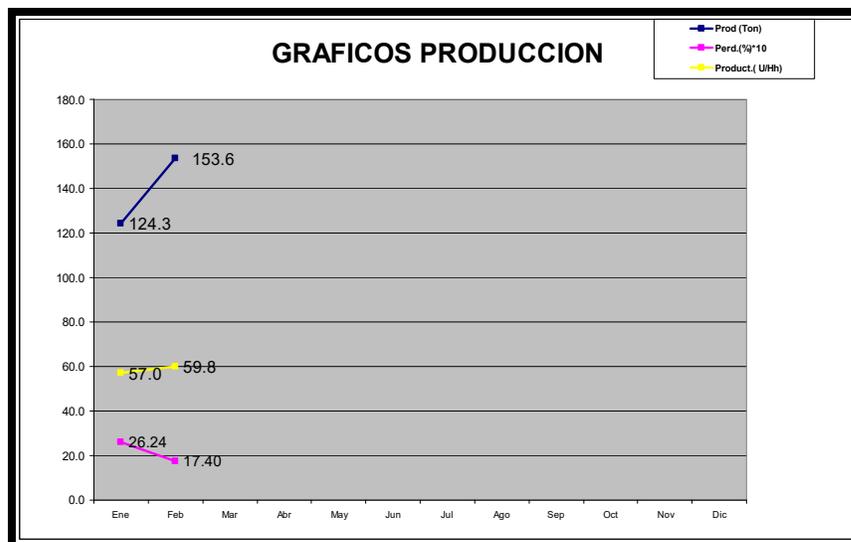
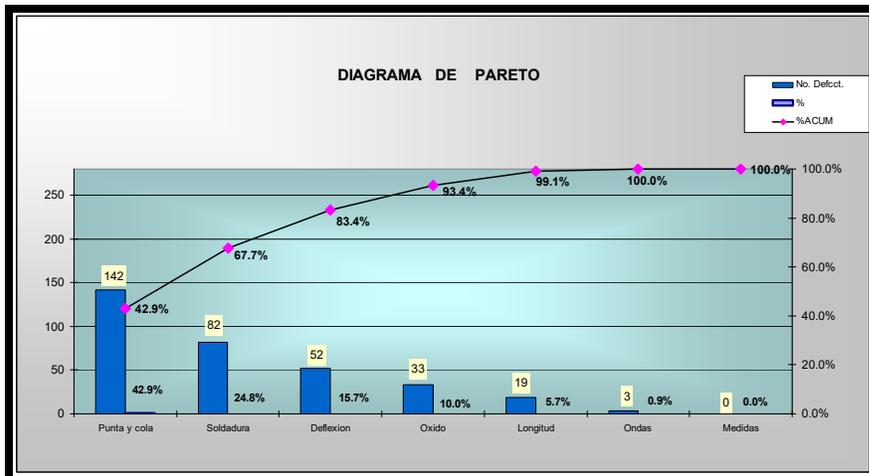
DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE ENERO

DATOS DEFECTOS MES DE ENERO			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Soldadura	132	38.5%	38.5%
Punta y cola	117	34.1%	72.6%
Deflexion	43	12.5%	85.1%
Longitud	24	7.0%	92.1%
Oxido	18	5.2%	97.4%
Medidas	5	1.5%	98.8%
Ondas	4	1.2%	100.0%
TOTAL	343	100.00%	



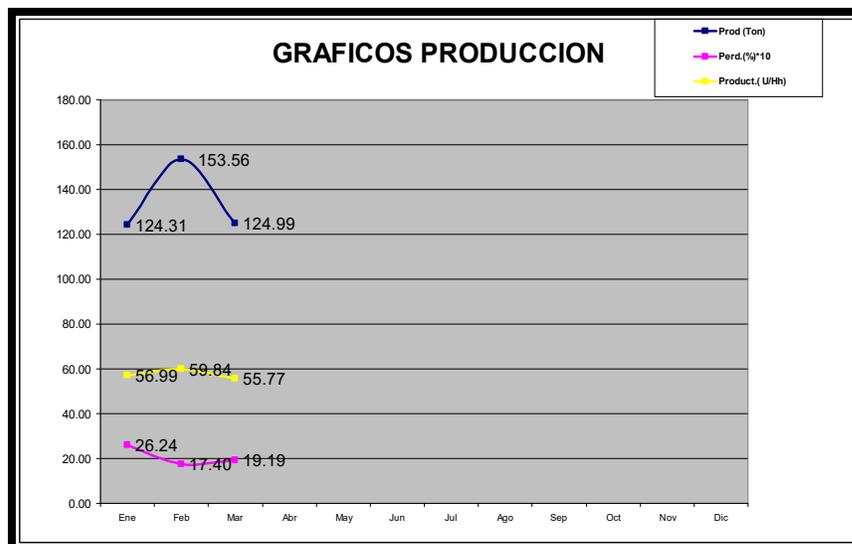
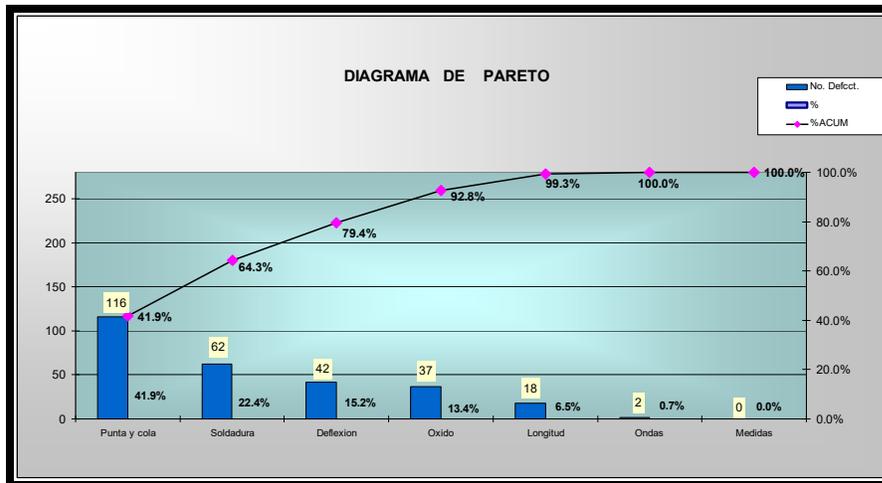
DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE FEBRERO.

DATOS DEFECTOS MES DE FEBRERO			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Punta y cola	142	42.9%	42.9%
Soldadura	82	24.8%	67.7%
Deflexion	52	15.7%	83.4%
Oxido	33	10.0%	93.4%
Longitud	19	5.7%	99.1%
Ondas	3	0.9%	100.0%
Medidas	0	0.0%	100.0%
TOTAL	331	100.00%	



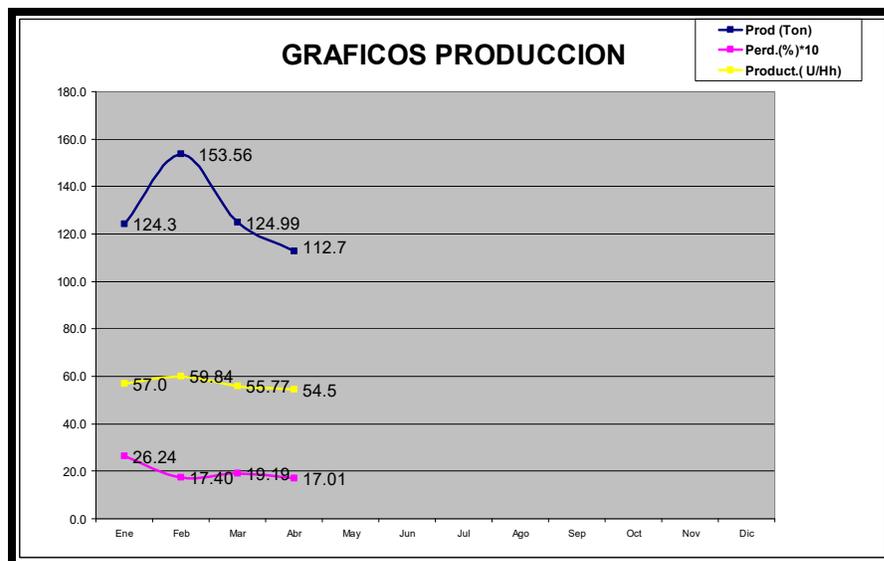
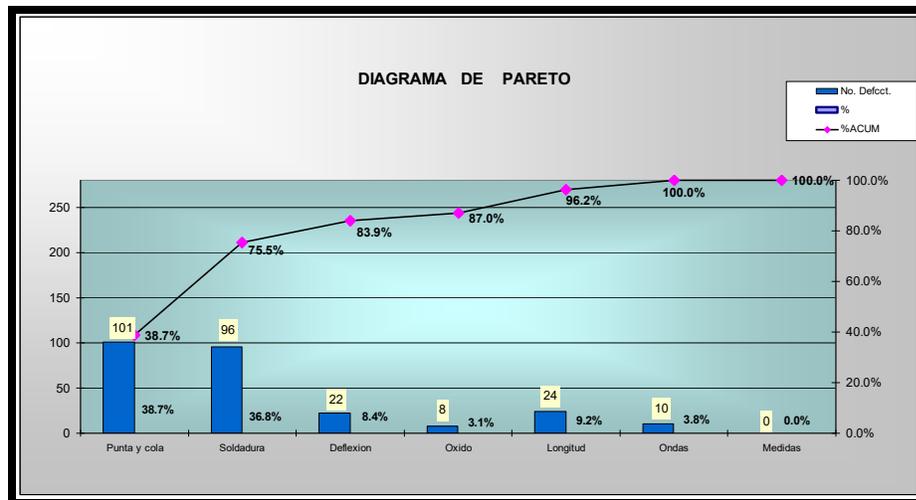
DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE MARZO.

DATOS DEFECTOS MES DE MARZO			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Punta y cola	116	41.9%	41.9%
Soldadura	62	22.4%	64.3%
Deflexion	42	15.2%	79.4%
Oxido	37	13.4%	92.8%
Longitud	18	6.5%	99.3%
Ondas	2	0.7%	100.0%
Medidas	0	0.0%	100.0%
TOTAL	277	100.00%	



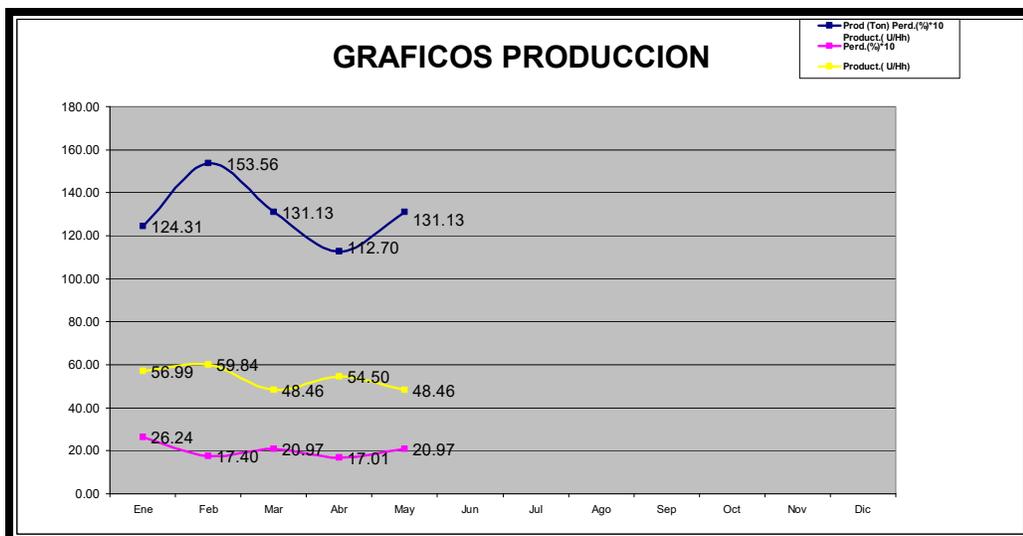
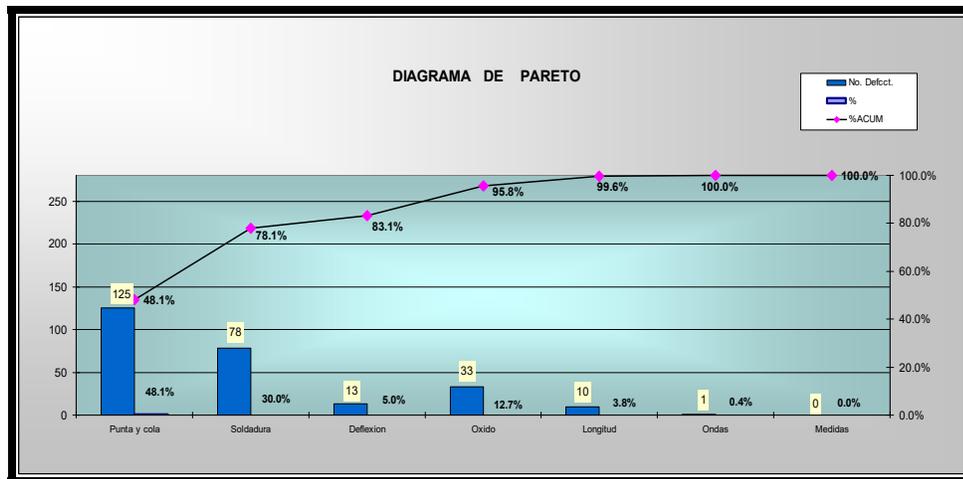
DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE ABRIL

DATOS DEFECTOS MES DE ABRIL			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Punta y cola	101	38.7%	38.7%
Soldadura	96	36.8%	75.5%
Deflexion	22	8.4%	83.9%
Oxido	8	3.1%	87.0%
Longitud	24	9.2%	96.2%
Ondas	10	3.8%	100.0%
Medidas	0	0.0%	100.0%
TOTAL	261	100.00%	



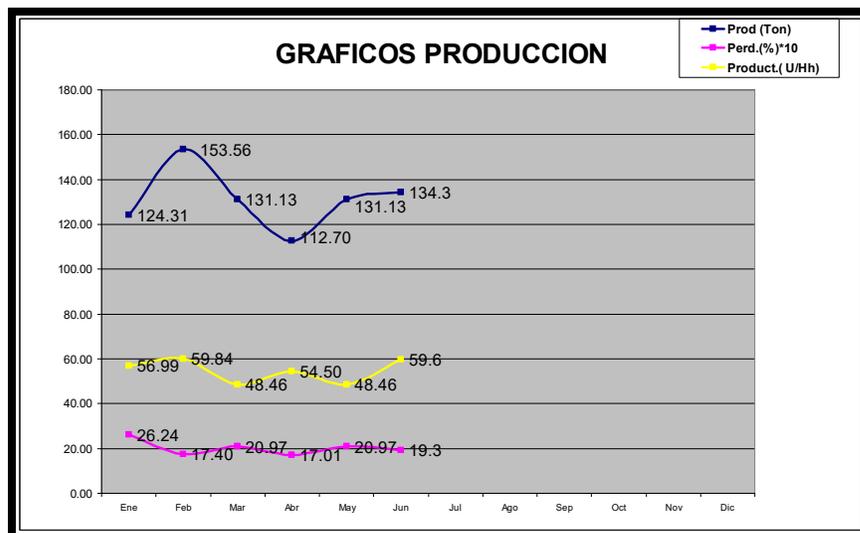
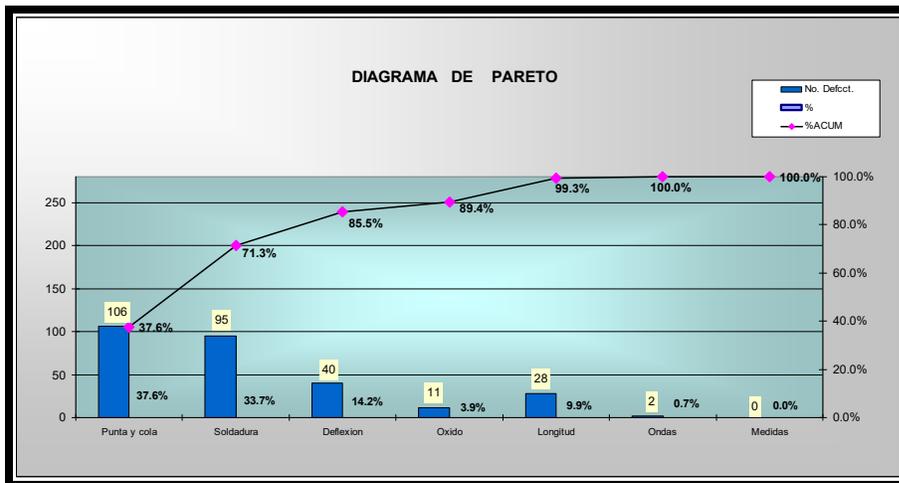
DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE MAYO.

DATOS DEFECTOS MES DE MAYO			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Punta y cola	125	48.1%	48.1%
Soldadura	78	30.0%	78.1%
Deflexion	13	5.0%	83.1%
Oxido	33	12.7%	95.8%
Longitud	10	3.8%	99.6%
Ondas	1	0.4%	100.0%
Medidas	0	0.0%	100.0%
TOTAL	260	100.00%	



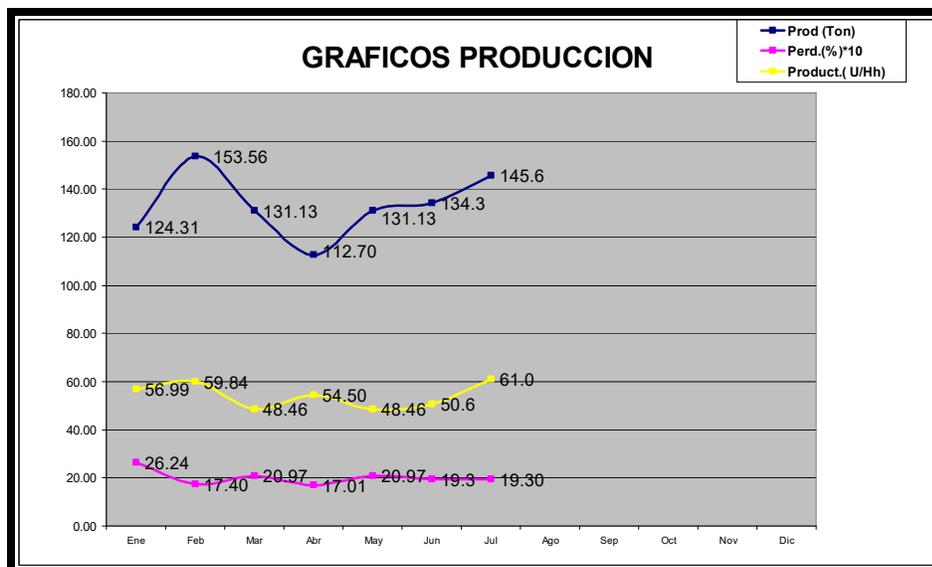
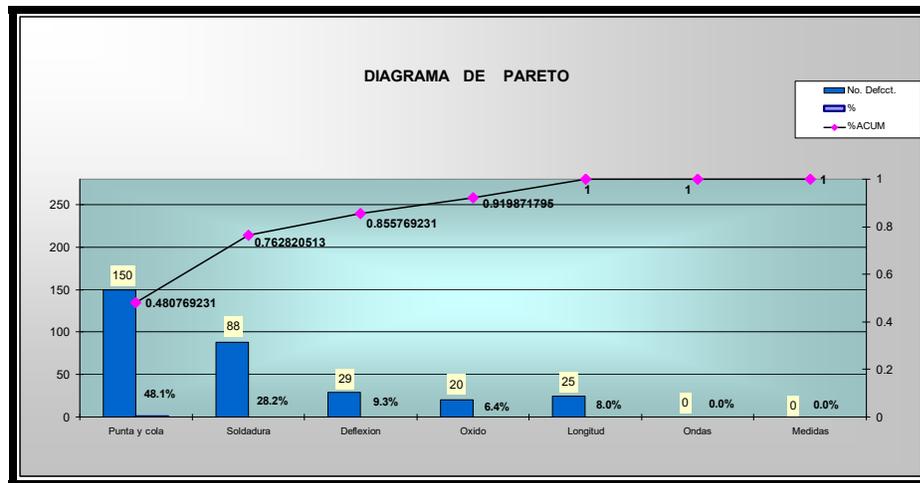
DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE JUNIO.

DEFECTOS MES DE JUNIO			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Punta y cola	106	37.6%	37.6%
Soldadura	95	33.7%	71.3%
Deflexion	40	14.2%	85.5%
Oxido	11	3.9%	89.4%
Longitud	28	9.9%	99.3%
Ondas	2	0.7%	100.0%
Medidas	0	0.0%	100.0%
TOTAL	282	100.00%	



DATOS DE PRODUCCIÓN Y DEFECTOS MES DE JULIO.

DATOS DEFECTOS MES DE JULIO			
Defectos	No. Defcct.	%	%ACUM
Punta y cola	154	48.4%	48.4%
Soldadura	90	28.3%	76.7%
Deflexion	29	9.1%	85.8%
Oxido	20	6.3%	92.1%
Longitud	25	7.9%	100.0%
Ondas	0	0.0%	100.0%
Medidas	0	0.0%	100.0%
TOTAL	318	100.00%	



APENDICE B.

CERTIFICADOS DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA.

- ☞ Figura B-1: Aceros del Proveedor CST - colada # 2546302
bobina N° 75037611.
- ☞ Figura B-2: Aceros del Proveedor CST - colada # 2528348
bobina N° 72053921.
- ☞ Figura B-3: Aceros del Proveedor CST - colada # 2528276
bobina N° 72045411.
- ☞ Figura B-4: Aceros del Proveedor USIMINAS colada # 821890
bobina N° 3712727.
- ☞ Figura B-5: Aceros del Proveedor USIMINAS colada # 821882
bobina N° 3834706.
- ☞ Figura B-6: Aceros del Proveedor USIMINAS colada # 821927
bobina N° 3912880.
- ☞ Figura B-7: Aceros del Proveedor SIDOR - bobina # 161241.
- ☞ Figura B-8: Aceros del Proveedor SIDOR - bobina # 554297.
- ☞ Figura B-9: Aceros del Proveedor SIDOR - bobina # 570889.

FIGURA B-4: ACEROS DEL PROVEEDOR USIMINAS - COLADA # 821890 BOBINA N° 3712727

	USINAS SIDERURGICAS DE MINAS GERAIS S.A. SEDE: BELD HORIZONTE - MG R. PROF. JOSÉ VIEIRA DE MENDONÇA, 3011 BARRIO ENGENHO NOGUEIRA - CP 808 CEP: 31130-260 - TEL: (31) 3489-4000 - FAX: (31) 3489-8889 E-mail: ush@usiminas.com.br CNPJ: 60.894.730/0001-06 - INSCRIÇÃO ESTADUAL: 062.002922.0072	CERTIFICADO DE INSPEÇÃO INSPECTION CERTIFICATE/PACKING LIST BOBINA A FRIO COLD ROLLED STEEL COIL	02594/01 Ordem de Venda Sale Order																																																																																																																																																				
	Para mutua proteção de fornecedor e cliente esta certificação tem caráter confidencial e sua transcrição total ou parcial, assim como, cópias xerográficas ou eletrônicas são proibidas, exceto quando autorizadas por escrito pela USIMINAS. As mutual protection to clients and ourselves, all reports are submitted as a confidential property authorization for publication of statements, conclusion extracts from or regarding our reports is reserved pending our written approval. Certificamos que o material discriminado foi fabricado pelo processo de oxigênio básico(LD), ensaiado e analisado pelos nossos laboratórios tecnológicos de acordo com as especificações técnicas. We hereby certify that material herein described has been made by the basic oxygen process(LD), tested and analysed by our technological laboratories according to the technical standard.	Nº 00086134	Item 3	1542																																																																																																																																																			
Qualidade - Quality JISG3141-96-SPCCT-SD	Dimensões Nominais - Nominal Dimensions 1,10 X 1220,0 X 0 mm																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume Packages</th> <th>Pecas por Volume Pieces per Packages</th> <th>Peso Líquido Net Weight</th> <th>Peso Bruto Gross Weight</th> <th>Corrida Amostra Heat Sample</th> <th>Volume Packages</th> <th>Pecas por Volume Pieces per Packages</th> <th>Peso Líquido Net Weight</th> <th>Peso Bruto Gross Weight</th> <th>Corrida Amostra Heat Sample</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3712727</td> <td>1</td> <td>5090</td> <td>5164</td> <td>821890 27608377</td> <td>3834405</td> <td>1</td> <td>5030</td> <td>5104</td> <td>821890 27649648</td> </tr> <tr> <td>3712727</td> <td>1</td> <td>6050</td> <td>6125</td> <td>821890 27608377</td> <td>3832207</td> <td>1</td> <td>5260</td> <td>5334</td> <td>821890 27667273</td> </tr> <tr> <td>3712740</td> <td>1</td> <td>5100</td> <td>5174</td> <td>821892 27608389</td> <td>3882321</td> <td>1</td> <td>5980</td> <td>6055</td> <td>821890 27667273</td> </tr> <tr> <td>3712820</td> <td>1</td> <td>5940</td> <td>6015</td> <td>821892 27608389</td> <td>3882403</td> <td>1</td> <td>5990</td> <td>6065</td> <td>397738 27667285</td> </tr> <tr> <td>3812007</td> <td>1</td> <td>5280</td> <td>5354</td> <td>821893 27643363</td> <td>3882451</td> <td>1</td> <td>6320</td> <td>6394</td> <td>397738 27667285</td> </tr> <tr> <td>3812020</td> <td>1</td> <td>5600</td> <td>5674</td> <td>821893 27643363</td> <td>4144465</td> <td>1</td> <td>5160</td> <td>5234</td> <td>821890 27783770</td> </tr> <tr> <td>3834374</td> <td>1</td> <td>5120</td> <td>5194</td> <td>821890 27649636</td> <td>4144705</td> <td>1</td> <td>5130</td> <td>5204</td> <td>821890 27783770</td> </tr> <tr> <td>3834362</td> <td>1</td> <td>5980</td> <td>6055</td> <td>821890 27649636</td> <td>3834405</td> <td>1</td> <td>5760</td> <td>5835</td> <td>821890 27783782</td> </tr> <tr> <td>3834405</td> <td>1</td> <td>5100</td> <td>5174</td> <td>821890 27649648</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Amostra Heat Sample	Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Amostra Heat Sample	3712727	1	5090	5164	821890 27608377	3834405	1	5030	5104	821890 27649648	3712727	1	6050	6125	821890 27608377	3832207	1	5260	5334	821890 27667273	3712740	1	5100	5174	821892 27608389	3882321	1	5980	6055	821890 27667273	3712820	1	5940	6015	821892 27608389	3882403	1	5990	6065	397738 27667285	3812007	1	5280	5354	821893 27643363	3882451	1	6320	6394	397738 27667285	3812020	1	5600	5674	821893 27643363	4144465	1	5160	5234	821890 27783770	3834374	1	5120	5194	821890 27649636	4144705	1	5130	5204	821890 27783770	3834362	1	5980	6055	821890 27649636	3834405	1	5760	5835	821890 27783782	3834405	1	5100	5174	821890 27649648						Peso Líquido Real Total-Total Actual Net Weight = 84.490 Tonelagem Métrica-Metric Ton Peso Bruto Real Total-Total Actual Gross Weight = 85.754 Tonelagem Métrica-Metric Ton Marcação e Cores-Color Mark = 0 0 = Yarnmark-Red	Pecas-Pieces = 17 Volume = 17																																																	
Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Amostra Heat Sample	Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Amostra Heat Sample																																																																																																																																														
3712727	1	5090	5164	821890 27608377	3834405	1	5030	5104	821890 27649648																																																																																																																																														
3712727	1	6050	6125	821890 27608377	3832207	1	5260	5334	821890 27667273																																																																																																																																														
3712740	1	5100	5174	821892 27608389	3882321	1	5980	6055	821890 27667273																																																																																																																																														
3712820	1	5940	6015	821892 27608389	3882403	1	5990	6065	397738 27667285																																																																																																																																														
3812007	1	5280	5354	821893 27643363	3882451	1	6320	6394	397738 27667285																																																																																																																																														
3812020	1	5600	5674	821893 27643363	4144465	1	5160	5234	821890 27783770																																																																																																																																														
3834374	1	5120	5194	821890 27649636	4144705	1	5130	5204	821890 27783770																																																																																																																																														
3834362	1	5980	6055	821890 27649636	3834405	1	5760	5835	821890 27783782																																																																																																																																														
3834405	1	5100	5174	821890 27649648																																																																																																																																																			
Ensaio de Tração - Tensile Test <table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra Sample</th> <th>Pos</th> <th>Dir</th> <th>IE</th> <th>LR</th> <th>LE/LR(%)</th> <th>AL(%)</th> <th>YS</th> <th>TS</th> <th>YS/TS</th> <th>EL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>27608377</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>220</td> <td>349</td> <td>63</td> <td>44,0</td> <td>27608377</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27608389</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>211</td> <td>321</td> <td>66</td> <td>45,0</td> <td>27608389</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27643343</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>197</td> <td>323</td> <td>61</td> <td>46,0</td> <td>27643343</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27649636</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>215</td> <td>352</td> <td>62</td> <td>44,0</td> <td>27649636</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27649648</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>205</td> <td>349</td> <td>59</td> <td>44,0</td> <td>27649648</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27667273</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>197</td> <td>342</td> <td>58</td> <td>45,4</td> <td>27667273</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27667285</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>167</td> <td>328</td> <td>51</td> <td>48,0</td> <td>27667285</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27783770</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>200</td> <td>353</td> <td>57</td> <td>44,0</td> <td>27783770</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27783782</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>186</td> <td>347</td> <td>54</td> <td>44,0</td> <td>27783782</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> </tbody> </table>	Amostra Sample	Pos	Dir	IE	LR	LE/LR(%)	AL(%)	YS	TS	YS/TS	EL	27608377	T4	L	220	349	63	44,0	27608377	T4	L	GOOD	27608389	T4	L	211	321	66	45,0	27608389	T4	L	GOOD	27643343	T4	L	197	323	61	46,0	27643343	T4	L	GOOD	27649636	T4	L	215	352	62	44,0	27649636	T4	L	GOOD	27649648	T4	L	205	349	59	44,0	27649648	T4	L	GOOD	27667273	T4	L	197	342	58	45,4	27667273	T4	L	GOOD	27667285	T4	L	167	328	51	48,0	27667285	T4	L	GOOD	27783770	T4	L	200	353	57	44,0	27783770	T4	L	GOOD	27783782	T4	L	186	347	54	44,0	27783782	T4	L	GOOD	Ensaio de Dobramento - Bend Test <table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra Sample</th> <th>Pos</th> <th>Dir</th> <th>Obtido Obtained</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>27608377</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27608389</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27643343</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27649636</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27649648</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27667273</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27667285</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27783770</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> <tr> <td>27783782</td> <td>T4</td> <td>L</td> <td>GOOD</td> </tr> </tbody> </table>	Amostra Sample	Pos	Dir	Obtido Obtained	27608377	T4	L	GOOD	27608389	T4	L	GOOD	27643343	T4	L	GOOD	27649636	T4	L	GOOD	27649648	T4	L	GOOD	27667273	T4	L	GOOD	27667285	T4	L	GOOD	27783770	T4	L	GOOD	27783782	T4	L	GOOD
Amostra Sample	Pos	Dir	IE	LR	LE/LR(%)	AL(%)	YS	TS	YS/TS	EL																																																																																																																																													
27608377	T4	L	220	349	63	44,0	27608377	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27608389	T4	L	211	321	66	45,0	27608389	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27643343	T4	L	197	323	61	46,0	27643343	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27649636	T4	L	215	352	62	44,0	27649636	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27649648	T4	L	205	349	59	44,0	27649648	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27667273	T4	L	197	342	58	45,4	27667273	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27667285	T4	L	167	328	51	48,0	27667285	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27783770	T4	L	200	353	57	44,0	27783770	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
27783782	T4	L	186	347	54	44,0	27783782	T4	L	GOOD																																																																																																																																													
Amostra Sample	Pos	Dir	Obtido Obtained																																																																																																																																																				
27608377	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27608389	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27643343	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27649636	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27649648	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27667273	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27667285	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27783770	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
27783782	T4	L	GOOD																																																																																																																																																				
Ensaio de Tração - Tensile Test Unidade-Unit = N/mm² Método de Ensaio LE-Test Method YS = 0,24 BN = 50 mm Larg = 25 mm S = Retangular-Rectangular	Ensaio de Dobramento - Bend Test Ângulo-Angle = 180° Tipo-Type = Normal Diâmetro do Pino-Diameter of Mandril = 0,0 Esp																																																																																																																																																						
Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight)	Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight)																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Corrida Heat</th> <th>Análise Analysis</th> <th>C</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>387738</td> <td>P</td> <td>0,03</td> <td>0,22</td> <td>0,022</td> <td>0,013</td> </tr> <tr> <td>821892</td> <td>P</td> <td>0,04</td> <td>0,26</td> <td>0,013</td> <td>0,009</td> </tr> <tr> <td>821890</td> <td>P</td> <td>0,04</td> <td>0,23</td> <td>0,020</td> <td>0,005</td> </tr> <tr> <td>821893</td> <td>P</td> <td>0,04</td> <td>0,22</td> <td>0,015</td> <td>0,007</td> </tr> </tbody> </table>	Corrida Heat	Análise Analysis	C	Mn	P	S	387738	P	0,03	0,22	0,022	0,013	821892	P	0,04	0,26	0,013	0,009	821890	P	0,04	0,23	0,020	0,005	821893	P	0,04	0,22	0,015	0,007	Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight)																																																																																																																								
Corrida Heat	Análise Analysis	C	Mn	P	S																																																																																																																																																		
387738	P	0,03	0,22	0,022	0,013																																																																																																																																																		
821892	P	0,04	0,26	0,013	0,009																																																																																																																																																		
821890	P	0,04	0,23	0,020	0,005																																																																																																																																																		
821893	P	0,04	0,22	0,015	0,007																																																																																																																																																		
Abreviaturas - Abbreviations Esp = Espessura-Thickness Pos = Posição-Position S = Seção Transversal-Cross Transverse	Abreviaturas - Abbreviations Dir = Direção-Direction T4 = Topo a um quarto da largura-Top at a quarter width P = Panela-Ladle																																																																																																																																																						
Observações - Remarks FTC 15/2007 Navio-Vessel: SENECA MAIDEN	 PAULO HÉLIO ALÍPIO GERÊNCIA DE LABORATÓRIOS E ENSAIOS DE LIBERAÇÃO LABORATORIES AND DELIVERY TESTING MANAGER																																																																																																																																																						

FIGURA B-5: ACEROS DEL PROVEEDOR USIMINAS - COLADA # 821882 BOBINA N° 3834706

 USIMINAS SEDE: BELO HORIZONTE - MG R. PROF. JOSÉ VIEIRA DE MENDONÇA, 3011 BAURIO ENGENHO NOGUEIRA - CP 304 CEP: 31310-260 - TEL.: (31) 3499-8000 - FAX: (31) 3499-8899 E-mail: ush@pe3@usiminas.com.br CNPJ: 60.884.730/0001-08 - INSCRIÇÃO ESTADUAL: 062.002022.0072	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A. CERTIFICADO DE INSPEÇÃO INSPECTION CERTIFICATE/PACKING LIST BOBINA A FRIO COLD ROLLED STEEL COIL	Cliente-Customer: FASAL TRADING CORP	02594/07- Ordem de Venda Sale Order Nº Item 1542b 00086134 1						
	Para a proteção do fornecedor e cliente este certificado tem caráter confidencial e sua transcrição total ou parcial, assim como, cópias xerográficas ou eletrônicas são proibidas, exceto quando autorizadas por escrito pela USIMINAS. As mutual protection to clients and ourselves, all reports are submitted as a confidential property authorization for publication of statements, conclusion extracts from or regarding our reports is reserved pending our written approval. Certificamos que o material discriminado foi fabricado pelo processo de oxigênio básico(LD), ensaiado e analisado pelos nossos laboratórios tecnológicos de acordo com as especificações técnicas. We hereby certify that material herein described has been made by the basic oxygen process(LD), tested and analysed by our technological laboratories according to the technical standards.			Folha - Sheet = 1/1					
Qualidade - Quality JISG3141-96-SPCCT-SD		Dimensões Nominais - Nominal Dimensions 0,75 X 1220,0 X 0 mm							
Volume Packages 3834706/1 3802005/1 3834593/1 3834638/1 3834687/1	Peças por Volume Pieces per Packages 5540 7100 5650 5790 5540	Peso Líquido Net Weight 5614 7181 5724 5865 5614	Peso Bruto Gross Weight 5614 7181 5724 5865 5614	Corrida Amostra Heat Sample 534873 2764045 534873 2764045 821882 27648455 821882 27648455 821882 27648467	Volume Packages 3834706/1 3907426/1 3907506/1 3907579/1 3907703/1	Peças por Volume Pieces per Packages 1 1 1 1 1	Peso Líquido Net Weight 5750 5640 5640 5640 5690	Peso Bruto Gross Weight 5825 5714 5714 5714 5764	Corrida Amostra Heat Sample 821882 27648467 821882 27678343 821882 27678343 821882 27678355 821882 27678355
Peso Líquido Real Total-Total Actual Net Weight = 58.000 Tonelagem Métrica-Metric Ton Peso Bruto Real Total-Total Actual Gross Weight = 58.749 Tonelagem Métrica-Metric Ton Marcação = Cores-Color Mark = G G = Vermelho-Red		Peças-Pieces = 10 Volumes = 10							
Ensaio de Tração - Tensile Test Amostra Pos Dir LE LR LR/LR(%) AL(%) Sample YS TS YS/TS EL 2764045 T4 L 204 307 66 45,9 2764845 T4 L 202 343 59 42,0 2764846 T4 L 219 335 65 42,0 2767834 T4 L 205 334 61 40,0 2767835 T4 L 208 328 63 42,0		Ensaio de Dobramento - Bend Test Amostra Pos Dir Obtido Sample YS TS YS/TS EL 2764045 T4 L GOOD 2764845 T4 L GOOD 2764846 T4 L GOOD 2767834 T4 L GOOD 2767835 T4 L GOOD							
Ensaio de Tração - Tensile Test Unidade-Unit = N/mm² Método de Ensaio LE-Test Method YS = 0,24 BM = 50 mm Larg = 25 mm S = Retangular-Rectangular		Ensaio de Dobramento - Bend Test Angulo-Angle = 180° Tipo-Type = Normal Diâmetro do Pino-Diameter of Mandril = 0,0 Esp							
Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight) Corrida Análise Heat Analysis 534873 P 0,03 0,19 0,014 0,009 821882 P 0,04 0,26 0,013 0,009		Abreviaturas - Abbreviations Esp = Espessura-Thickness Pos = Posição-Position S = Seção Transversal-Cross Transverse							
Observações - Remarks FTC 15/2007 Navio-Vessel: SENECA MAIDEN		Assinatura de Gestão Certificado pelo número: ISO 9001 ISO 14001 ISO-TS 16949 CHSAS 18061  PAULO HORT ALJINO GERÊNCIA DE LABORATÓRIOS E ENSAIOS DE LIBERAÇÃO LABORATORIES AND DELIVERY TESTING MANAGER							

FIGURA B-6: ACEROS DEL PROVEEDOR USIMINAS. COLADA # 821927 BOBINA N° 3912880

 USIMINAS SEDE: BELO HORIZONTE - MG R. PROF. JOSÉ VIEIRA DE MENDONÇA, 3011 BARRIO ENGENHO NOGUEIRA - CP 858 CEP: 31310-260 - TEL.: (51) 3489-8000 - FAX: (51) 3489-8899 E-mail: ushoge02@usiminas.com.br CNPJ: 00.894.730/0001-06 - INSCRIÇÃO ESTADUAL: 042.002022.0072	CERTIFICADO DE INSPEÇÃO INSPECTION CERTIFICATE/PACKING LIST BOBINA A FRIO COLD ROLLED STEEL COIL	Cliente-Customer: FASAL TRADING CORP	02594/07- Ordem de Venda Sale Order																																																																																																																																																																																																																																		
	Para mutua proteção de fornecedor e cliente este certificado tem caráter confidencial e sua transcrição total ou parcial, assim como, cópias xerográficas ou eletrônicas são proibidas, exceto quando autorizadas por escrito pela USIMINAS. As mutual protection to clients and ourselves, all reports are submitted as a confidential property authorization for publication of statements, conclusion extracts from or regarding our reports is reserved pending our written approval. Certificamos que o material discriminado foi fabricado pelo processo de oxigênio básico(LD), ensaiado e analisado pelos nossos laboratórios tecnológicos de acordo com as especificações técnicas. We hereby certify that material herein described has been made by the basic oxygen process(LD), tested and analysed by our technological laboratories according to the technical standard.	Nº 00086134 Item 2	1542																																																																																																																																																																																																																																		
Qualidade - Quality JISG3141-96-SPCCT-SD		Dimensões Nominais - Nominal Dimensions 0,90 X 1220,0 X 0 mm																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume Packages</th> <th>Pecas por Volume Pieces per Packages</th> <th>Peso Líquido Net Weight</th> <th>Peso Bruto Gross Weight</th> <th>Corrida Heat</th> <th>Amostra Sample</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3762048</td><td>1</td><td>5160</td><td>5234</td><td>821927</td><td>27624537</td></tr> <tr><td>3762151</td><td>1</td><td>6080</td><td>6155</td><td>821927</td><td>27624537</td></tr> <tr><td>3762233</td><td>1</td><td>5250</td><td>5324</td><td>821931</td><td>27624549</td></tr> <tr><td>3764694</td><td>1</td><td>5790</td><td>5865</td><td>821931</td><td>27624549</td></tr> <tr><td>3779633</td><td>1</td><td>5160</td><td>5234</td><td>821927</td><td>27631497</td></tr> <tr><td>3779745</td><td>1</td><td>6070</td><td>6145</td><td>821927</td><td>27631497</td></tr> <tr><td>3779784</td><td>1</td><td>5170</td><td>5244</td><td>821927</td><td>27631504</td></tr> <tr><td>3779883</td><td>1</td><td>6130</td><td>6205</td><td>821927</td><td>27631504</td></tr> <tr><td>3912711</td><td>1</td><td>5210</td><td>5284</td><td>821915</td><td>27679235</td></tr> <tr><td>3912782</td><td>1</td><td>5740</td><td>5815</td><td>821915</td><td>27679235</td></tr> <tr><td>3912880</td><td>1</td><td>5450</td><td>5524</td><td>821927</td><td>27679232</td></tr> <tr><td>3912983</td><td>1</td><td>5310</td><td>5384</td><td>821927</td><td>27679232</td></tr> <tr><td>3960445</td><td>1</td><td>5940</td><td>6015</td><td>821927</td><td>27693555</td></tr> <tr><td>3960305</td><td>1</td><td>5250</td><td>5324</td><td>821927</td><td>27693555</td></tr> <tr><td>3960378</td><td>1</td><td>5550</td><td>5624</td><td>821927</td><td>27693555</td></tr> <tr><td>3971703</td><td>1</td><td>5100</td><td>5174</td><td>821925</td><td>27700735</td></tr> <tr><td>3971798</td><td>1</td><td>6090</td><td>6165</td><td>821925</td><td>27700735</td></tr> <tr><td>3971830</td><td>1</td><td>5850</td><td>5925</td><td>535240</td><td>27700747</td></tr> </tbody> </table>	Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Heat	Amostra Sample	3762048	1	5160	5234	821927	27624537	3762151	1	6080	6155	821927	27624537	3762233	1	5250	5324	821931	27624549	3764694	1	5790	5865	821931	27624549	3779633	1	5160	5234	821927	27631497	3779745	1	6070	6145	821927	27631497	3779784	1	5170	5244	821927	27631504	3779883	1	6130	6205	821927	27631504	3912711	1	5210	5284	821915	27679235	3912782	1	5740	5815	821915	27679235	3912880	1	5450	5524	821927	27679232	3912983	1	5310	5384	821927	27679232	3960445	1	5940	6015	821927	27693555	3960305	1	5250	5324	821927	27693555	3960378	1	5550	5624	821927	27693555	3971703	1	5100	5174	821925	27700735	3971798	1	6090	6165	821925	27700735	3971830	1	5850	5925	535240	27700747	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume Packages</th> <th>Pecas por Volume Pieces per Packages</th> <th>Peso Líquido Net Weight</th> <th>Peso Bruto Gross Weight</th> <th>Corrida Heat</th> <th>Amostra Sample</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3971851</td><td>1</td><td>7600</td><td>7672</td><td>535240</td><td>27750717</td></tr> <tr><td>3975367</td><td>1</td><td>10000</td><td>10086</td><td>535240</td><td>27750786</td></tr> <tr><td>3976308</td><td>1</td><td>5440</td><td>5514</td><td>821896</td><td>27750798</td></tr> <tr><td>3976782</td><td>1</td><td>5870</td><td>5945</td><td>821896</td><td>27750798</td></tr> <tr><td>4004745</td><td>1</td><td>10000</td><td>10086</td><td>535240</td><td>27712328</td></tr> <tr><td>4004801</td><td>1</td><td>6550</td><td>6624</td><td>535240</td><td>27712330</td></tr> <tr><td>4004874</td><td>1</td><td>6490</td><td>6564</td><td>535240</td><td>27712330</td></tr> <tr><td>4098327</td><td>1</td><td>6230</td><td>6305</td><td>535240</td><td>27759561</td></tr> <tr><td>4098371</td><td>1</td><td>6370</td><td>6446</td><td>535240</td><td>27759561</td></tr> <tr><td>4098390</td><td>1</td><td>6240</td><td>6315</td><td>535240</td><td>27759573</td></tr> <tr><td>4098424</td><td>1</td><td>6960</td><td>7024</td><td>535240</td><td>27759573</td></tr> <tr><td>4098652</td><td>1</td><td>5740</td><td>5815</td><td>821896</td><td>27759585</td></tr> <tr><td>4098668</td><td>1</td><td>5550</td><td>5624</td><td>821896</td><td>27759585</td></tr> <tr><td>4098695</td><td>1</td><td>6870</td><td>6946</td><td>432807</td><td>27759597</td></tr> <tr><td>4098801</td><td>1</td><td>6936</td><td>7011</td><td>432807</td><td>27759597</td></tr> <tr><td>4098828</td><td>1</td><td>6450</td><td>6524</td><td>535240</td><td>27759604</td></tr> <tr><td>4098862</td><td>1</td><td>6640</td><td>6716</td><td>535240</td><td>27759604</td></tr> <tr><td>4098929</td><td>1</td><td>5650</td><td>5724</td><td>535240</td><td>27759616</td></tr> </tbody> </table>	Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Heat	Amostra Sample	3971851	1	7600	7672	535240	27750717	3975367	1	10000	10086	535240	27750786	3976308	1	5440	5514	821896	27750798	3976782	1	5870	5945	821896	27750798	4004745	1	10000	10086	535240	27712328	4004801	1	6550	6624	535240	27712330	4004874	1	6490	6564	535240	27712330	4098327	1	6230	6305	535240	27759561	4098371	1	6370	6446	535240	27759561	4098390	1	6240	6315	535240	27759573	4098424	1	6960	7024	535240	27759573	4098652	1	5740	5815	821896	27759585	4098668	1	5550	5624	821896	27759585	4098695	1	6870	6946	432807	27759597	4098801	1	6936	7011	432807	27759597	4098828	1	6450	6524	535240	27759604	4098862	1	6640	6716	535240	27759604	4098929	1	5650	5724	535240	27759616
Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Heat	Amostra Sample																																																																																																																																																																																																																																
3762048	1	5160	5234	821927	27624537																																																																																																																																																																																																																																
3762151	1	6080	6155	821927	27624537																																																																																																																																																																																																																																
3762233	1	5250	5324	821931	27624549																																																																																																																																																																																																																																
3764694	1	5790	5865	821931	27624549																																																																																																																																																																																																																																
3779633	1	5160	5234	821927	27631497																																																																																																																																																																																																																																
3779745	1	6070	6145	821927	27631497																																																																																																																																																																																																																																
3779784	1	5170	5244	821927	27631504																																																																																																																																																																																																																																
3779883	1	6130	6205	821927	27631504																																																																																																																																																																																																																																
3912711	1	5210	5284	821915	27679235																																																																																																																																																																																																																																
3912782	1	5740	5815	821915	27679235																																																																																																																																																																																																																																
3912880	1	5450	5524	821927	27679232																																																																																																																																																																																																																																
3912983	1	5310	5384	821927	27679232																																																																																																																																																																																																																																
3960445	1	5940	6015	821927	27693555																																																																																																																																																																																																																																
3960305	1	5250	5324	821927	27693555																																																																																																																																																																																																																																
3960378	1	5550	5624	821927	27693555																																																																																																																																																																																																																																
3971703	1	5100	5174	821925	27700735																																																																																																																																																																																																																																
3971798	1	6090	6165	821925	27700735																																																																																																																																																																																																																																
3971830	1	5850	5925	535240	27700747																																																																																																																																																																																																																																
Volume Packages	Pecas por Volume Pieces per Packages	Peso Líquido Net Weight	Peso Bruto Gross Weight	Corrida Heat	Amostra Sample																																																																																																																																																																																																																																
3971851	1	7600	7672	535240	27750717																																																																																																																																																																																																																																
3975367	1	10000	10086	535240	27750786																																																																																																																																																																																																																																
3976308	1	5440	5514	821896	27750798																																																																																																																																																																																																																																
3976782	1	5870	5945	821896	27750798																																																																																																																																																																																																																																
4004745	1	10000	10086	535240	27712328																																																																																																																																																																																																																																
4004801	1	6550	6624	535240	27712330																																																																																																																																																																																																																																
4004874	1	6490	6564	535240	27712330																																																																																																																																																																																																																																
4098327	1	6230	6305	535240	27759561																																																																																																																																																																																																																																
4098371	1	6370	6446	535240	27759561																																																																																																																																																																																																																																
4098390	1	6240	6315	535240	27759573																																																																																																																																																																																																																																
4098424	1	6960	7024	535240	27759573																																																																																																																																																																																																																																
4098652	1	5740	5815	821896	27759585																																																																																																																																																																																																																																
4098668	1	5550	5624	821896	27759585																																																																																																																																																																																																																																
4098695	1	6870	6946	432807	27759597																																																																																																																																																																																																																																
4098801	1	6936	7011	432807	27759597																																																																																																																																																																																																																																
4098828	1	6450	6524	535240	27759604																																																																																																																																																																																																																																
4098862	1	6640	6716	535240	27759604																																																																																																																																																																																																																																
4098929	1	5650	5724	535240	27759616																																																																																																																																																																																																																																
Ensaio de Tração - Tensile Test <table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra Sample</th> <th>Fos Dir</th> <th>LE LR</th> <th>YS TS</th> <th>LR LR(%)</th> <th>AL(%) EL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>27624537</td><td>T4</td><td>L 180</td><td>307 59</td><td>44,4</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27624549</td><td>T4</td><td>L 240</td><td>340 71</td><td>42,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27631497</td><td>T4</td><td>L 216</td><td>343 63</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27631504</td><td>T4</td><td>L 178</td><td>316 56</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27679235</td><td>T4</td><td>L 207</td><td>335 62</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27679232</td><td>T4</td><td>L 220</td><td>349 63</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27693555</td><td>T4</td><td>L 187</td><td>335 56</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27693596</td><td>T4</td><td>L 173</td><td>317 55</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27700735</td><td>T4</td><td>L 182</td><td>307 59</td><td>46,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27700747</td><td>T4</td><td>L 181</td><td>306 59</td><td>48,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27702786</td><td>T4</td><td>L 158</td><td>315 50</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27703798</td><td>T4</td><td>L 175</td><td>304 58</td><td>48,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27712328</td><td>T4</td><td>L 177</td><td>320 55</td><td>48,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27712330</td><td>T4</td><td>L 167</td><td>315 53</td><td>50,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27759561</td><td>T4</td><td>L 183</td><td>317 58</td><td>48,2</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27759573</td><td>T4</td><td>L 243</td><td>303 80</td><td>46,2</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27759585</td><td>T4</td><td>L 172</td><td>307 56</td><td>48,3</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27759597</td><td>T4</td><td>L 164</td><td>305 54</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27759604</td><td>T4</td><td>L 173</td><td>326 53</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> <tr><td>27759616</td><td>T4</td><td>L 163</td><td>309 53</td><td>44,0</td><td>GOOD</td></tr> </tbody> </table>	Amostra Sample	Fos Dir	LE LR	YS TS	LR LR(%)	AL(%) EL	27624537	T4	L 180	307 59	44,4	GOOD	27624549	T4	L 240	340 71	42,0	GOOD	27631497	T4	L 216	343 63	44,0	GOOD	27631504	T4	L 178	316 56	44,0	GOOD	27679235	T4	L 207	335 62	44,0	GOOD	27679232	T4	L 220	349 63	44,0	GOOD	27693555	T4	L 187	335 56	44,0	GOOD	27693596	T4	L 173	317 55	44,0	GOOD	27700735	T4	L 182	307 59	46,0	GOOD	27700747	T4	L 181	306 59	48,0	GOOD	27702786	T4	L 158	315 50	44,0	GOOD	27703798	T4	L 175	304 58	48,0	GOOD	27712328	T4	L 177	320 55	48,0	GOOD	27712330	T4	L 167	315 53	50,0	GOOD	27759561	T4	L 183	317 58	48,2	GOOD	27759573	T4	L 243	303 80	46,2	GOOD	27759585	T4	L 172	307 56	48,3	GOOD	27759597	T4	L 164	305 54	44,0	GOOD	27759604	T4	L 173	326 53	44,0	GOOD	27759616	T4	L 163	309 53	44,0	GOOD	Ensaio de Dobramento - Bend Test <table border="1"> <thead> <tr> <th>Amostra Sample</th> <th>Fos Dir</th> <th>Obrido Obtained</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>27624537</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27624549</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27631497</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27631504</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27679235</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27679232</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27693555</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27693596</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27700735</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27700747</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27702786</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27703798</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27712328</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27712330</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27759561</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27759573</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27759585</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27759597</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27759604</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> <tr><td>27759616</td><td>T4</td><td>L GOOD</td></tr> </tbody> </table>	Amostra Sample	Fos Dir	Obrido Obtained	27624537	T4	L GOOD	27624549	T4	L GOOD	27631497	T4	L GOOD	27631504	T4	L GOOD	27679235	T4	L GOOD	27679232	T4	L GOOD	27693555	T4	L GOOD	27693596	T4	L GOOD	27700735	T4	L GOOD	27700747	T4	L GOOD	27702786	T4	L GOOD	27703798	T4	L GOOD	27712328	T4	L GOOD	27712330	T4	L GOOD	27759561	T4	L GOOD	27759573	T4	L GOOD	27759585	T4	L GOOD	27759597	T4	L GOOD	27759604	T4	L GOOD	27759616	T4	L GOOD																																							
Amostra Sample	Fos Dir	LE LR	YS TS	LR LR(%)	AL(%) EL																																																																																																																																																																																																																																
27624537	T4	L 180	307 59	44,4	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27624549	T4	L 240	340 71	42,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27631497	T4	L 216	343 63	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27631504	T4	L 178	316 56	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27679235	T4	L 207	335 62	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27679232	T4	L 220	349 63	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27693555	T4	L 187	335 56	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27693596	T4	L 173	317 55	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27700735	T4	L 182	307 59	46,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27700747	T4	L 181	306 59	48,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27702786	T4	L 158	315 50	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27703798	T4	L 175	304 58	48,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27712328	T4	L 177	320 55	48,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27712330	T4	L 167	315 53	50,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27759561	T4	L 183	317 58	48,2	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27759573	T4	L 243	303 80	46,2	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27759585	T4	L 172	307 56	48,3	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27759597	T4	L 164	305 54	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27759604	T4	L 173	326 53	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
27759616	T4	L 163	309 53	44,0	GOOD																																																																																																																																																																																																																																
Amostra Sample	Fos Dir	Obrido Obtained																																																																																																																																																																																																																																			
27624537	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27624549	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27631497	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27631504	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27679235	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27679232	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27693555	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27693596	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27700735	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27700747	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27702786	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27703798	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27712328	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27712330	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27759561	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27759573	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27759585	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27759597	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27759604	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
27759616	T4	L GOOD																																																																																																																																																																																																																																			
Ensaio de Tração - Tensile Test Unidade-Unit = N/mm² Método de Ensaio LE-Test Method YS = 0,2t Wt = 50 mm Larg = 25 mm S = Retangular-Rectangular	Ensaio de Dobramento - Bend Test Angulo-Angle = 180° Tipo-Type = Normal Diâmetro do Pino-Diameter of Mandril = 0,0 Esp																																																																																																																																																																																																																																				
Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Corrida Heat</th> <th>Análise Analysis</th> <th>C</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>432807</td><td>P</td><td>0,03</td><td>0,21</td><td>0,020</td><td>0,017</td></tr> <tr><td>535240</td><td>P</td><td>0,04</td><td>0,22</td><td>0,019</td><td>0,009</td></tr> <tr><td>821896</td><td>P</td><td>0,04</td><td>0,16</td><td>0,013</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>821915</td><td>P</td><td>0,04</td><td>0,20</td><td>0,010</td><td>0,007</td></tr> <tr><td>821925</td><td>P</td><td>0,03</td><td>0,17</td><td>0,014</td><td>0,007</td></tr> <tr><td>821927</td><td>P</td><td>0,04</td><td>0,20</td><td>0,016</td><td>0,008</td></tr> <tr><td>821931</td><td>P</td><td>0,05</td><td>0,23</td><td>0,015</td><td>0,008</td></tr> <tr><td>821975</td><td>P</td><td>0,05</td><td>0,23</td><td>0,019</td><td>0,007</td></tr> </tbody> </table>	Corrida Heat	Análise Analysis	C	Mn	P	S	432807	P	0,03	0,21	0,020	0,017	535240	P	0,04	0,22	0,019	0,009	821896	P	0,04	0,16	0,013	0,005	821915	P	0,04	0,20	0,010	0,007	821925	P	0,03	0,17	0,014	0,007	821927	P	0,04	0,20	0,016	0,008	821931	P	0,05	0,23	0,015	0,008	821975	P	0,05	0,23	0,019	0,007	Observações - Remarks FTC 15/2007 Navio-Vessel: SENECA MAIDEN																																																																																																																																																																														
Corrida Heat	Análise Analysis	C	Mn	P	S																																																																																																																																																																																																																																
432807	P	0,03	0,21	0,020	0,017																																																																																																																																																																																																																																
535240	P	0,04	0,22	0,019	0,009																																																																																																																																																																																																																																
821896	P	0,04	0,16	0,013	0,005																																																																																																																																																																																																																																
821915	P	0,04	0,20	0,010	0,007																																																																																																																																																																																																																																
821925	P	0,03	0,17	0,014	0,007																																																																																																																																																																																																																																
821927	P	0,04	0,20	0,016	0,008																																																																																																																																																																																																																																
821931	P	0,05	0,23	0,015	0,008																																																																																																																																																																																																																																
821975	P	0,05	0,23	0,019	0,007																																																																																																																																																																																																																																
Continua na Folha - Continued on Sheet: 2	 PAULO HIET ALÍPIO GERÊNCIA DE LABORATÓRIOS E ENSAIOS DE LIBERAÇÃO LABORATORIES AND DELIVERY TESTING MANAGER																																																																																																																																																																																																																																				

FIGURA B-7: ACEROS DEL PROVEEDOR SIDOR - BOBINA # 161241

PRODUCTO Product		BOBINAS EN FRIO										SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD			
DIMENSIONES Dimensions		DIMENSIONES 0.75 X 1.000 MM										TIPO DE ANALISIS Analysis Type			
		QUIMICA DE COLADA										ENSAYO FISICO			
PHYSICAL TEST										CHEMICAL COMPOSITION - %					
N° COLADA Heat N°	N° DE MUESTRA Sample Identification	***** TRACCION *****			DRZ	DOB	C	MN	P	S	SI	CU	AL	NI	CR
		ESF Y.P	ESF UTS	% AL	-1	180	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
		MPA	MPA	002P	X10	HRB	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10
	MIN.	1.00	270.00	36.00									20		
	MAX.				650		12	50	40	45	100	200	80	200	150
	161098	178.00	326.00	42.00	440	DK	006	018	009	003	066	026	035	010	005
	161241 1,3	233.00	346.00	37.00	510	OK	006	030	016	004	030	002	033	002	012
	161242	195.00	313.00	41.00	450	OK	005	021	013	005	055	002	036	002	008
	661339	211.00	337.00	39.00	460	OK	006	018	017	007	057	021	035	008	008
OBSERVACIONES / NOTE															
LOS RESULTADOS DE ENSAYOS HAN SIDO APROBADOS POR: ING. LUIS RODRIGUEZ JEFE DE LABORATORIO.															
<div style="text-align: right;">  <p>Sidor C.A. Compañía Siderúrgica del Ecuador COMPLEJO SIDERURGO DE AGUAYAN</p> </div>															

FIGURA B-8: ACEROS DEL PROVEEDOR SIDOR - BOBINA # 554297.

FÍSICO		QUÍMICO												
PRODUCTO		NORMA												
BOBINAS EN FRIO		JIS-G-3141-SFCCT-SD												
DIMENSIONES		TIPO DE ANÁLISIS												
0,90 X 1.219 MM		QUÍMICA DE COLADA ENSAYO FÍSICO												
PHYSICAL TEST					CHEMICAL COMPOSITION %									
Nº Coleta	Nº DE MUESTRA	TRACCIÓN	DRZ	DOB	C	MN	P	S	SI	CU	AL	NI	CR	
mm ²	Stampe	ESF Y.P. / ESF UTS / X AL	-1	180	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
	Identification	MPA / MPA / 002P	X10	HRB	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	
MIN.		1,00	270,00	36,00							20			
MAX.					650	12	50	40	45	100	200	80	200	150
1537704		218,00 / 320,00 / 38,00	440	DK	007	035	012	004	015	002	040	002	007	
554297	14	172,00 / 300,00 / 41,00	500	DK	006	031	007	004	011	003	027	002	005	
554299		213,00 / 338,00 / 37,00	530	DK	007	033	010	004	011	017	037	009	008	
553574		220,00 / 323,00 / 39,00	500	DK	006	034	010	007	011	008	039	004	007	
554411	3	201,00 / 324,00 / 40,00	490	DK	005	036	012	005	012	015	033	006	005	

Observaciones/ave

LOS RESULTADOS DE ENSAYOS HAN SIDO APROBADOS POR: ING. LUIS RODRIGUEZ JEFE DE LABORATORIO.

Sidor C.A.
 Gerencia General de Calidad
 Depto de Documentación
 CONTROL E MISIÓN

FIGURA B-9: ACEROS DEL PROVEEDOR SIDOR - BOBINA # 570889.

SIDOR		Sidor C.A. Capital Social Bs. 318.267.100.000,00 / RIF.: J-00041391-6, NIT.: 0005452449 Av. La Estancia, Edif. General, Piso 7, Urb. Chuao, Caracas, Venezuela Teléfonos: (0212) 600.38.06 - 600.36.02 - Apartado N° 11511 Av. Guayana, Zona Industrial Matanzas, Edif. Administrativo I, Piso 4, Puerto Ordaz, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela Teléfonos: (0286) 600.70.41 - 600.70.42 - Fax: (0286) 600.79.75									
CERTIFICADO DE C.											
CERTIFICADO N° / CERTIFICATE No	LISTA EMPAQUE/PACKING-LIST	PEDIDO	MEDIO DE TRANSPORTE / MEANS OF TRANSPORT								
128125	3132	417060	VESSEL EMWIKIA NAREE								
CLIENTE Nº / CUSTOMER No	CLIENTE / CUSTOMER		CLIENTE FINAL Nº / FINAL CUSTOMER No	CLIENTE FINAL / FINAL CUSTOMER							
210719	NOVACERO S.A.										
POSICION Nº / POS No	NORMA / NORMA	SUBNORMA / SUBNORMA	GRADO / DEGREE	ESPESOR / THICKNESS	DIAMETRO / DIAMETER						
30	JIS G 3141		SPCC SD	1,100 mm	508,000 mm						
ENSAYOS MECANICOS											
POSICION Nº	COLADA Nº	MUESTRA Nº	DUREZA								
f	HEAT No	TEST PIECE No	DOBLADO								
	Min		0.00								
	Max		60.00								
			EN HRB								
			GRADO: 180								
30	170881	1174663	56.00	OK							
30	270811	1174664	56.00	OK							
30	370889	1174662	56.00	OK							
30	670905	1174964	49.00	OK							
30	670921	1174660	45.00	OK							
ANALISIS QUIMIC											
COLADA / PEZA Nº	Tip	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Cu	Mg	Al
HEAT	Análisis	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		+10E 2	+10E 2	+10E 3	+10E 3	+10E 3	+10E 3	+10E 3	+10E 3	+10E 3	+10E 3
	Min	0	0	0	0						
	Max	15	60	100	50						
170881	C	7	22	12	4	35	27	11	10	1	27
270811	C	7	22	13	3	40	4	4	8	1	35
570889	C	5	22	10	3	42	25	12	8	1	34
670905	C	6	20	13	8	34	22	7	6	1	34
670921	C	6	20	9	7	36	31	16	7	2	30
Nota / Notes: MEC DUREZA= ESCADUREZA HRB, DOBLADO= DIRECCION U THE RESULTS INDICATED IN THIS DOCUMENT HAVE BEEN VALIDATED BY CARLOS VASQUEZ LABORATORY MANAGER.											
Legenda: C QUIMICA DE COLADA											

APENDICE C.

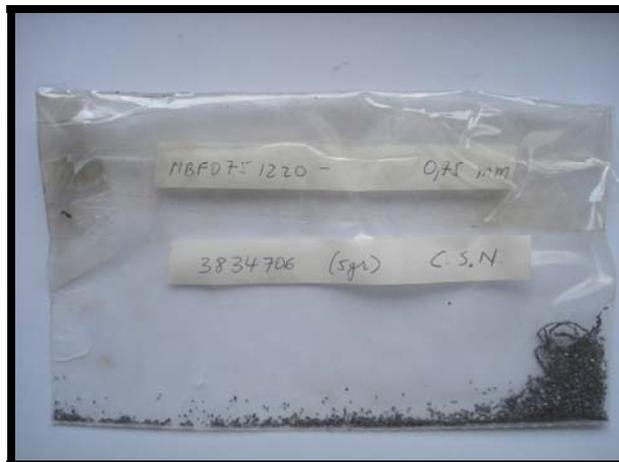
MUESTRAS OBTENIDAS PARA ANÁLISIS QUÍMICOS.

- ☞ Muestras obtenidas del Proveedor CST.
- ☞ Muestras obtenidas del Proveedor USIMINAS
- ☞ Muestras obtenidas del Proveedor SIDOR.

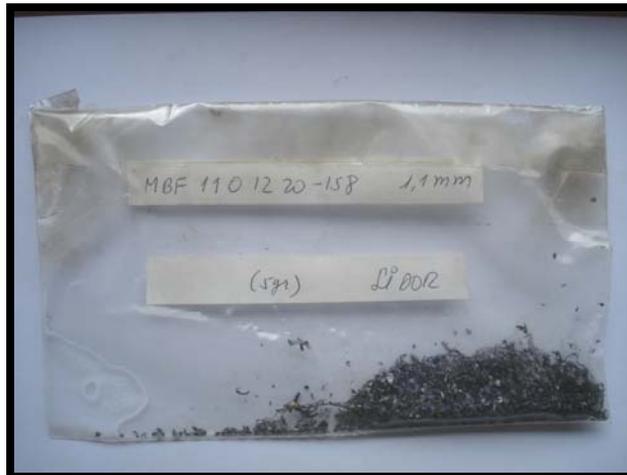
MUESTRAS OBTENIDAS DEL PROVEEDOR CST.



MUESTRAS OBTENIDAS DEL PROVEEDOR USIMINAS - CSN.



MUESTRAS OBTENIDAS DEL PROVEEDOR SIDOR.



APENDICE D.

REPORTES DE ANÁLISIS QUÍMICOS EMITIDOS POR LABORATORIO QUÍMICO-METALÚRGICO DE COMPAÑÍA AGA S.A.

- ☞ Proveedor CST.
- ☞ Proveedor USIMINAS.
- ☞ Proveedor SIDOR.

PROVEEDOR CST.

EC-PRO-0039 B

AGA

DPTO. DESARROLLO Y CONTROL
LAB. QUIMICO METALURGICO
PLANTA DE ELECTRODOS

REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

ALAMBRON

MATERIAL :

PROVEEDOR :

DIAMETRO :

TAMAÑO DE LOTE :

PRODUCTOR : C.S.T.

INGRESO A BODEGA :

PARAMETROS ANALIZADOS

CODIGO C.S.T.	mm	%C	%S	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%Ni	%Cu
MBC 150 1220-622 (75037611)	1.5	0.0747	0.00570	0.3170	0.0115	0.0016	0.0015	0.0123	0.0061
MBC 190 1220-709 (72045411)	1.90	0.0767	0.01239	0.3130	0.0094	0.0013	0.0017	0.0137	0.0094
MBC 290 1221-304 (72053921)	2.90	0.0698	0.00548	0.3022	0.0088	0.0014	0.0018	0.0123	0.0058

OBSERVACIONES: Muestra Ing. Andrés Cadme.

Trazas : $\leq 0,0009$

REPORTE # :

HRQA02 - 008 - 07

FECHA DE REPORTE	REPORTADO POR :	FECHA DE APROBADO	APROBADO POR :
03 / Septiembre / 2007	Pedro Toano	Septiembre 03/07	Walter Prado

REV 03, 29-11-2004

PROVEEDOR USIMINAS-CSN

EC-PRO-0039 B



DPTO. DESARROLLO Y CONTROL
LAB. QUIMICO METALURGICO
PLANTA DE ELECTRODOS

REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

ALAMBRON

MATERIAL :

PROVEEDOR :

DIAMETRO :

TAMAÑO DE LOTE :

PRODUCTOR : C.S.N.

INGRESO A BODEGA :

PARAMETROS ANALIZADOS

CODIGO C.S.N.	mm	%C	%S	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%Ni	%Cu
MBF 075 1220 (3834706)	0.75	0.0610	0.01371	0.2388	0.0369	0.0015	0.0016	0.0194	0.0059
MBF 090 1220 (3912880)	0.90	0.0472	0.01048	0.1807	0.0238	0.0019	0.0013	0.0131	0.0055
MBF 110 1221 (3712727)	1.10	0.0582	0.01010	0.2330	0.0568	0.0012	0.0019	0.0230	0.0051

OBSERVACIONES: Muestra Ing. Andrés Cadme.

Trazas : \leq 0,0009

REPORTE # :

HRQA02 - 007 - 07

FECHA DE REPORTE	REPORTADO POR :	FECHA DE APROBADO	APROBADO POR :
03 / Septiembre / 2007	Pedro Torres	Septiembre 03/07	Walter Revuelto

REV 03, 29-11-2004

PROVEEDOR SIDOR.

EC-PRO-0039 B

AGA

DPTO. DESARROLLO Y CONTROL
LAB. QUIMICO METALURGICO
PLANTA DE ELECTRODOS

REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

ALAMBRON

MATERIAL :

PROVEEDOR :

DIAMETRO :

TAMAÑO DE LOTE :

PRODUCTOR : SIDOR

INGRESO A BODEGA :

PARAMETROS ANALIZADOS

CODIGO SIDOR	mm	%C	%S	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%Ni	%Cu
MBF 110 1220-158	1.1	0.06080	0.00325	0.2764	0.0079	0.0016	0.0013	0.0111	0.0294
MBF 090 1220 - 18	0.9	0.06300	0.00738	0.3101	0.0061	0.0018	0.0011	0.0119	0.0069
F S25594 - 075	7.5	0.06970	0.00461	0.3343	0.0081	0.0010	0.0016	0.0159	0.0035

OBSERVACIONES: Muestra Ing. Andrés Cadme.

Trazas : $\leq 0,0009$

REPORTE # :

HRQA02 - 006 - 07

FECHA DE REPORTE	REPORTADO POR :	FECHA DE APROBADO	APROBADO POR :
03 / Septiembre / 2007	Pedro Torres	Septiembre 3/07	Walter Decio

REV 03, 29-11-2004

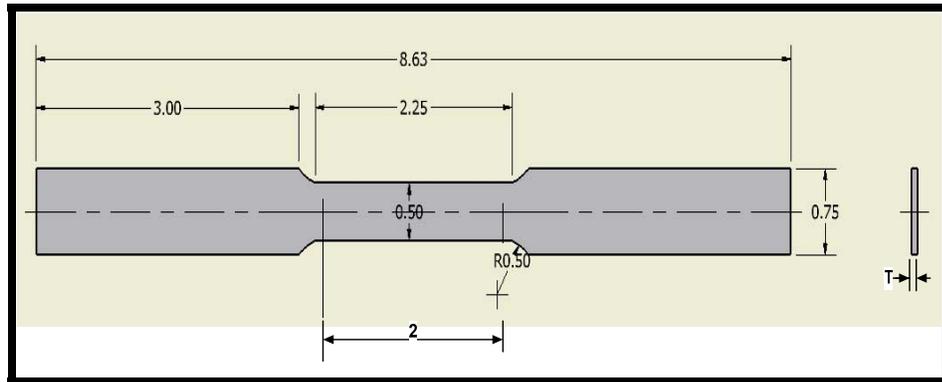
APENDICE E.

PLANOS DE PROBETAS PARA ENSAYOS DE TENSION CON REFERENCIA EN NORMA ASTM A370, GRAFICOS DE LAS PROBETAS LUEGO DE SER SOMETIDAS AL ENSAYO Y TABLAS CON RESULTADOS.

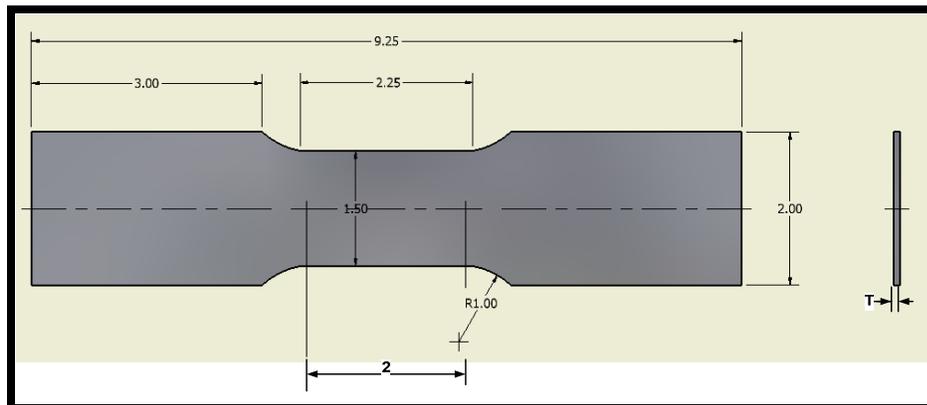
- ☞ Planos con dimensiones de Probetas para ensayos de Tensión en Sentido Longitudinal y Transversal.
- ☞ Muestras de Proveedor CST.
- ☞ Muestras de Proveedor USIMINAS - CSN.
- ☞ Muestras de Proveedor SIDOR.
- ☞ Tabla de Resultados de Muestras sometidas a ensayos de Tensión en sentido longitudinal.
- ☞ Tabla de Resultados de Muestras sometidas a ensayos de Tensión en sentido transversal.

PLANOS CON DIMENSIONES DE PROBETAS PARA ENSAYOS DE TENSIÓN EN SENTIDO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL.

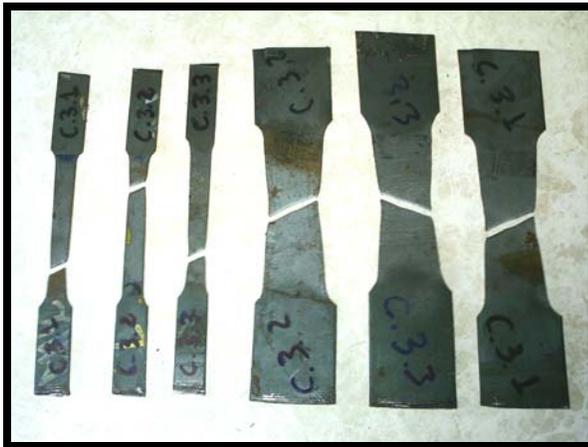
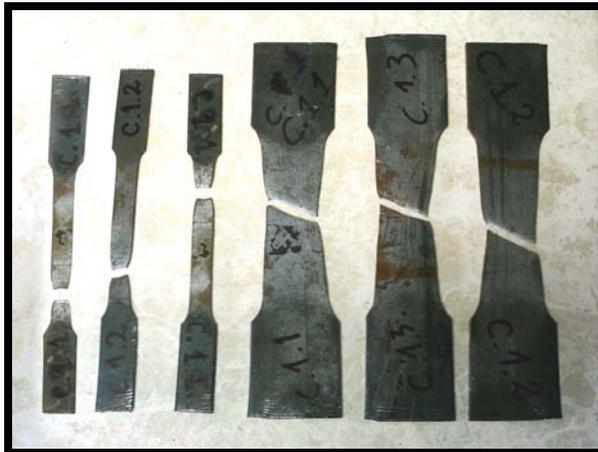
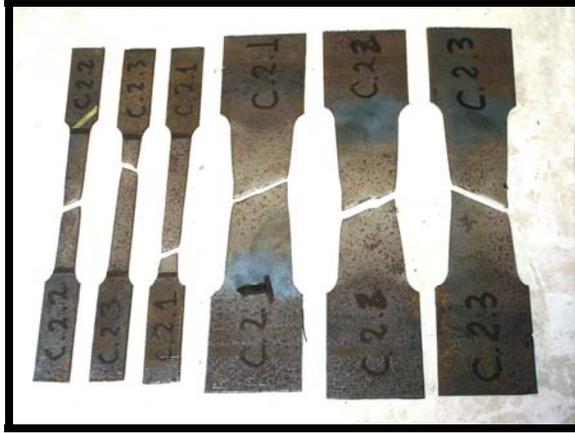
PROBETA LONGITUDINAL



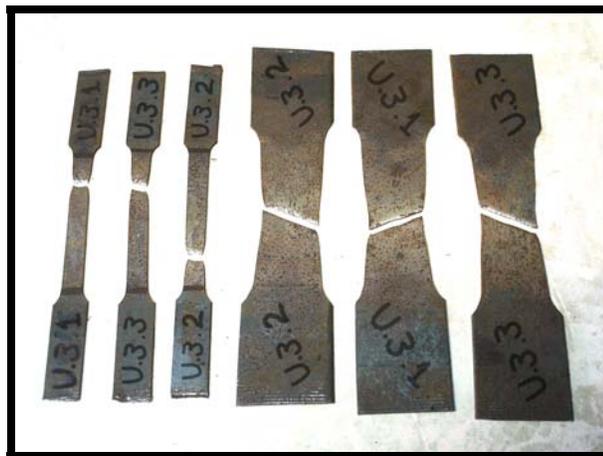
PROBETA TRANSVERSAL



MUESTRAS DE PROVEEDOR CST.



MUESTRAS DE PROVEEDOR USIMINAS - CSN.



MUESTRAS DE PROVEEDOR SIDOR.

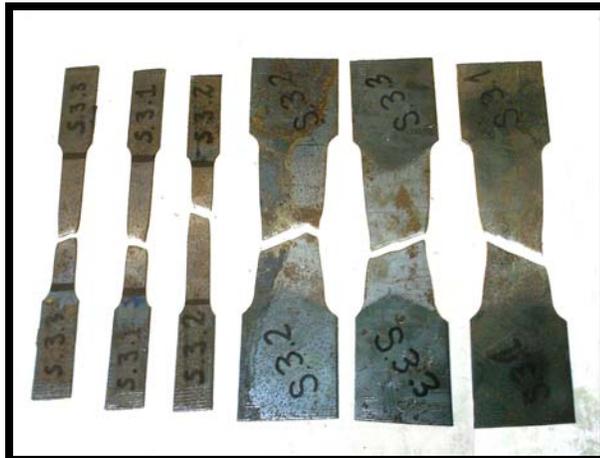


TABLA DE RESULTADOS DE MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYOS DE TENSIÓN EN SENTIDO LONGITUDINAL.

Proveedor	Colada	Código Tesis	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Carga de fluencia (Kgf)	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia a la fluencia (Kgf/mm ²)	Resistencia Máxima (Kgf/mm ²)	Lo (mm)	Lf (mm)	Elong. %
C.S.T	2528348	C,1,1	2,9	38,1	110,49	3400	4600	30,77	41,63	57,15	75,20	31,58
		C,1,2				3450	4550	31,22	41,18		73,00	27,73
		C,1,3				3500	4550	31,68	41,18		73,10	27,91
C.S.T	2546302	C,2,1	1,5	38,1	57,15	2050	2550	35,87	44,62	57,15	68,60	20,03
		C,2,2				2300	2500	40,24	43,74		67,80	18,64
		C,2,3				2350	2400	41,12	41,99		68,50	19,86
C.S.T	2528276	C,3,1	1,9	38,1	72,39	2550	3000	35,23	41,44	57,15	70,20	22,83
		C,3,2				2300	2950	31,77	40,75		71,20	24,58
		C,3,3				2350	3000	32,46	41,44		69,90	22,31
USIMINAS	821890	U,1,1	1,1	38,1	41,91	950	1150	22,67	27,44	57,15	67,30	17,76
		U,1,2				950	1150	22,67	27,44		68,20	19,34
		U,1,3				1000	1200	23,86	28,63		68,60	20,03
USIMINAS	821927	U,2,1	0,9	38,1	34,29	800	1050	23,33	30,62	57,15	66,80	16,89
		U,2,2				750	900	21,87	26,25		66,30	16,01
		U,2,3				800	1050	23,33	30,62		65,80	15,14
USIMINAS	821882	U,3,1	0,75	38,1	28,58	550	750	19,25	26,25	57,15	64,60	13,04
		U,3,2				600	850	21,00	29,75		64,40	12,69
		U,3,3				600	850	21,00	29,75		63,80	11,64
SIDOR	554297	S,1,1	0,9	38,1	34,29	1100	1400	32,08	40,83	57,15	65,20	14,09
		S,1,2				950	1450	27,70	42,29		65,00	13,74
		S,1,3				1100	1500	32,08	43,74		65,20	14,09
SIDOR	161241	S,2,1	0,75	38,1	28,58	650	950	22,75	33,25	57,15	66,00	15,49
		S,2,2				850	1000	29,75	35,00		67,30	17,76
		S,2,3				900	1000	31,50	35,00		67,00	17,24
SIDOR	570889	S,3,1	1,1	38,1	41,91	1200	1750	28,63	41,76	57,15	70,20	22,83
		S,3,2				1150	1650	27,44	39,37		70,50	23,36
		S,3,3				1050	1650	25,05	39,37		70,80	23,88

TABLA DE RESULTADOS DE MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYOS DE TENSIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL.

Proveedor	Código Bobina	Código Tesis	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Carga de fluencia (Kgf)	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia a la fluencia (Kgf/mm ²)	Resistencia Máxima (Kgf/mm ²)	Lo (mm)	Lf (mm)	Elong. %
C.S.T	2528348	C,1,1	2,9	12,5	36,25	1350	1800	37,24	49,66	57,15	78,20	36,83
		C,1,2				1300	1750	35,86	48,28		74,00	29,48
		C,1,3				1350	1800	37,24	49,66		74,00	29,48
C.S.T	2546302	C,2,1	1,5	12,5	18,75	750	900	40,00	48,00	57,15	69,70	21,96
		C,2,2				750	900	40,00	48,00		71,00	24,23
		C,2,3				710	870	37,87	46,40		70,08	22,62
C.S.T	2528276	C,3,1	1,9	12,5	23,75	950	1150	40,00	48,42	57,15	72,00	25,98
		C,3,2				900	1150	37,89	48,42		72,80	27,38
		C,3,3				900	1100	37,89	46,32		72,60	27,03
USIMINAS	821890	U,1,1	1,1	12,5	13,75	350	400	25,45	29,09	57,15	68,00	18,99
		U,1,2				320	420	23,27	30,55		67,20	17,59
		U,1,3				350	450	25,45	32,73		68,20	19,34
USIMINAS	821927	U,2,1	0,9	12,5	11,25	300	380	26,67	33,78	57,15	65,20	14,09
		U,2,2				325	400	28,89	35,56		65,20	14,09
		U,2,3				320	400	28,44	35,56		64,00	11,99
USIMINAS	821882	U,3,1	0,75	12,5	9,375	250	350	26,67	37,33	57,15	65,60	14,79
		U,3,2				250	320	26,67	34,13		66,00	15,49
		U,3,3				280	350	29,87	37,33		65,80	15,14
SIDOR	554297	S,1,1	0,9	12,5	11,25	350	450	31,11	40,00	57,15	68,82	20,42
		S,1,2				350	500	31,11	44,44		68,40	19,69
		S,1,3				320	450	28,44	40,00		68,06	19,09
SIDOR	161241	S,2,1	0,75	12,5	9,375	340	400	36,27	42,67	57,15	67,00	17,24
		S,2,2				325	400	34,67	42,67		66,20	15,84
		S,2,3				320	400	34,13	42,67		66,20	15,84
SIDOR	570889	S,3,1	1,1	12,5	13,75	400	500	29,09	36,36	57,15	70,06	22,59
		S,3,2				350	500	25,45	36,36		70,20	22,83
		S,3,3				350	540	25,45	39,27		70,14	22,74

BIBLIOGRAFIA

1. INSTITUTO ARGENTINO DE SIDERURGIA, "Material de Lectura de la Unidad METALURGIA DE LA SOLDADURA", 2001
2. CALDERON CELIS, Tesis Digital: "Modelo Uliram para determinar nuevas composiciones químicas para Materiales de Aporte", UNMSM, 2000.
3. ASM, "Metals Handbook", Ed. American Society for Metals 9th ed., Volumen 6, Welding Brazing and Soldering, 1999.
4. AMERICAN WELDING SOCIETY " Manual de Soldadura Tomo III ", Prentice Hall Hispanoamericana S.A., R.L. O'Brien, 8va. Edición, 1996
5. www.novacero.com
6. www.aemhf.com