

Universidad Nacional

“José Faustino Sánchez Carrión”

“Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia”

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica



**“INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS TERMICOS EN LAS UNIONES
SOLDADAS DE ACERO AL CARBONO - EMPRESA TECNICAS METALICAS
INGENIEROS 2017”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROESIONAL DE INGENIERO
METALURGICO**

Autor:

FRANCI FRAYNET FRANCISCO FALERO

Asesor:

M(o). JUAN MANUEL IPANAQUE ROÑA

CIP 66303

HUACHO – PERU

2021

**” INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS TERMICOS EN LAS UNIONES
SOLDADAS DE ACERO AL CARBONO - EMPRESA TECNICAS METALICAS
INGENIEROS 2017”**

Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA

Presidente del Jurado

M(o). CAYO EDUARDO GUERRA LAZO

Secretario del Jurado

M(o). JAIME IMAN MENDOZA

Vocal del Jurado

M(o). JUAN MANUEL IPANAQUE ROÑA.

Asesor

DEDICATORIA

Mis padres:

Gracias a la ayuda constante y persistencia
en terminar la formación profesional.

Franci Fraynet.

AGRADECIMIENTO

A Dios por alumbrarme a seguir adelante antes las dificultades su apoyo, amor y guía en la vida.

Compañía TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C, por darme la oportunidad de realizar mis investigaciones, respaldo de los docentes de la EP. Ingeniería Metalúrgica al impartir sus conocimientos, amigos de la empresa por guiarme en el desarrollo de mis conocimientos.

Franci Fraynet

PENSAMIENTO

“El secreto del éxito es la
persistencia por la meta”

Benjamín Disraeli.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE FIGURAS	vii
INDICE TABLA	viii
INDICE DE ANEXO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 DELIMITACIÓN DE ESTUDIO	3
1.6 Viabilidad de Estudio	4
CAPITULO II	5
MARCO TEORICO	5
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	5
2.2 BASES TEORICAS	8
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	18
2.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	19
CAPITULO III	20
METODOLOGÍA	20
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	20

3.1.1 Tipo de Investigación.....	20
3.1.2 Nivel de Investigación.....	20
3.1.3 Diseño de Investigación.....	21
3.1.4 Enfoque de la Investigación.....	21
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	21
3.2.1 Población.....	21
3.2.1. Muestra	22
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	22
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
3.4.1. Técnicas a implementar.....	23
3.5. LAS TÉCNICAS y PROCESAMIENTO LA INFORMACIÓN.....	24
CAPITULO IV.....	25
RESULTADOS.....	25
4.1.CONDICIONES DE TRABAJO	25
4.1.1. Generalidades.....	25
4.1.2. Descripción del trabajo desarrollar	26
4.1.3. Procedimiento de ejecución de los tratamientos térmicos.....	27
4.2. ANALISIS DE RESULTADOS	33
CAPITULO V	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1 CONCLUSIONES.....	41
5.2 RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA	43
Referencias	43
ANEXO	44

INDICE FIGURAS

Figura 1: Etapas del tratamiento termico.....	25
Figura 2: Tratamiento térmico de uniones soldadas.....	29
Figura 3: Pre calentamiento de piezas	31
Figura 4: Susceptibilidad de formación de fisuras en frio.....	33
Figura 5: Influencia del tiempo y temperatura	40
Figura 6: Esquema de procedimiento	51
Figura 7: Preparación de superficies	52
Figura 8: Calentamiento por resistencia electrica.....	52
Figura 9: Área de calentamiento.....	53
Figura 10: Esquema de disposición de TC	54
Figura 11: Esquema ciclo térmico del TT	56
Figura 12: Proceso de calentamiento.....	57
Figura 13: Preparación de junta a tope	58
Figura 14: Grafica de tratamiento térmico a 500°C	62
Figura 15: Grafica de tratamiento térmico a 750°C	63
Figura 16: Grafica de tratamiento térmico a 870°C	64
Figura 17: Grafica de diagrama hierro - carbono	77

INDICE TABLA

Tabla 1: Métodos de tratamiento térmico.....	26
Tabla 2: Esquema de experimento y variables	46
Tabla 3: Operacionalización de variables e indicadores.....	47
Tabla 4: Especificaciones de ancho de banda	53
Tabla 5: Especificaciones para la medición de temperatura.....	53
Tabla 6: Cantidad de TC.....	55
Tabla 7: Parámetros del proceso.....	58
Tabla 8: Parámetro del proceso	58
Tabla 9: Medición de dureza	60
Tabla 10: Medición de dureza después del tratamiento térmico	61
Tabla 11. Parámetro del tratamiento térmico a 500°C	62
Tabla 12: Parámetros del tratamiento térmico a 750°C.....	63
Tabla 13: Parámetros del tratamiento térmico a 870°C.....	64
Tabla 14: Temperatura de tratamiento termico.....	65

INDICE DE ANEXO

Anexo 1: Certificado calibración.....	71
Anexo 2: Certificado calibración del registro temperatura.....	73
Anexo 3: Matriz consistencias.....	78

RESUMEN

El objetivo de mi investigación es evaluar, la influencia de los tratamientos térmicos en las uniones soldadas de acero al carbono – Empresa Técnica Metálica Ingenieros 2017, cumpliendo con las normas nacionales e internacionales exigidas, el **Objetivo** es evaluar los tratamientos térmicos de uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017, la técnica el análisis estadístico en el procesamiento de la información. **Metodología**, a evaluar tratamientos térmicos en uniones soldadas antes o después una soldadura sin defectos y propiedades mecánicas a las condiciones de servicios y el procedimiento a ejecutar se evalúa las condiciones de superficie, método y área de calentamiento para tubería norma ASME B 31.3, y el método de control de temperatura (tabla 3) se realiza por intermedio de las termocuplas tipo k soldadas y las seis variables del ciclo térmico durante el tratamiento. Como **Resultados** la temperatura adecuada de los tratamientos térmicos en la junta soldada es 625°C, se inicia y finaliza con una temperatura 425°C, y se observó una dureza excelente en el cordón de soldadura a 171.33 brinell y una reducción mínima de 157.33 brinell, los demás valores de dureza a diferentes temperaturas, su disminución es significativa. La hipótesis de investigación, afirma la temperatura de los tratamientos térmicos que nos determina la calidad de la junta soldada del acero al carbono adecuada en la Empresa Técnica Metálica Ingenieros. La **Conclusión** a través de la influencia de la temperatura a 625°C en los tratamientos térmicos se consigue un excelente cordón de soldadura entre 157.33 - 171.33 brinell.

Palabra Clave: influencia de la temperatura en los tratamientos térmicos, cordón de soldadura. Uniones soldadas.

ABSTRACT

The objective of my research is to evaluate the influence of heat treatments on welded carbon steel joints - Empress Tecnicas Metallica Ingenious 2017, complying with the national and international standards required, the Objective is to evaluate the heat treatments of welded steel joints. Carbon - Empress Tecnicas Metallica Ingenious 2017, the technique of statistical analysis in information processing. Methodology, to evaluate heat treatments in welded joints before or after a weld without defects and mechanical properties to the service conditions and the procedure to be executed is evaluated the surface conditions, method and heating area for ASME B 31.3 standard pipe, and the temperature control method (table 3) is carried out through the welded k-type thermocouples and the six variables of the thermal cycle during the treatment. As a result, the appropriate temperature of the heat treatments in the welded joint is 625 ° C, it starts and ends with a temperature of 425 ° C, and an excellent hardness in the weld bead was observed at 171.33 brinell and a minimum reduction of 157.33 brinell. , the other hardness values at different temperatures, its decrease is significant. The research hypothesis affirms the temperature of the heat treatments that determines the quality of the welded joint of the carbon steel suitable in the Empress Tecnicas Metallica Ingenious. The conclusion is that through the influence of the temperature at 625 ° C in the heat treatments, an excellent weld bead between 157.33 - 171.33 brinell is achieved.

Key Word: influence of temperature in heat treatments, welding seam. Welded joints

INTRODUCCIÓN

En la formación profesional es importante disponer sólidos conocimientos en cada uno de las áreas de estudio, y si presenta factores de riesgos al momento de realizar un determinado trabajo.

Al desarrollar, los materiales a cambios de temperatura alojan esfuerzos residuales sucediendo para piezas soldadas, forjadas, fundidas, mecanizadas, esmeriladas, o endurecidas. Se tiene conocimientos que esfuerzos residuales, los materiales están expuestos algunos problemas durante su procesamiento, o cuando están en servicio al cliente: distorsión dimensional después del mecanizado, esmerilado o tratamiento térmico, deformación posterior y fisuras prematuras.

Existen efectos negativos que se producen los procesos de soldadura, en relación con la generación de distintas microestructuras duras y jugando un papel negativo en relación con las propiedades mecánicas que debe de presentar la unión soldada durante su servicio. La composición de los materiales bases y del material de aporte determinan enormemente en los efectos negativos que se pueden presentarse en las juntas soldadas.

Es difícil realizar tratamiento térmico en hornos, por las dimensiones y formas geométricas de las piezas soldadas, por tal motivo se realizan en forma localizada mediante la aplicación de calor por medio de mantas térmicas o cerámicas, haciendo difícil la aplicación uniforme de temperatura y el proceso de enfriamiento gradual para obtener los resultados previstos.

La buena aplicación de los tratamientos térmicos localizados post soldadura y el control de los parámetros y resultados garantizan la buena calidad de la unión soldada, dándonos una garantía en calidad y seguridad del elemento soldado.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C, compañía peruana fundada el año 1979, la empresa es especialista en el sector ingeniería y fabricación de estructuras metálicas, siendo líder en este rubro, teniendo como clientes a las empresas de minería, comerciales, compañías de telecomunicaciones, energía, transporte, industriales y sector inmobiliario.

Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C., amplia y moderna planta de fabricación de área 50 802 mts² y capacidad de procesamiento de 2400 toneladas al mes, automatizada con maquinarias a control numérico (CNC).

Técnicas Metálicas ejecuta todos sus proyectos garantizando calidad, seguridad, salud ocupacional, protección ambiental con responsabilidad social, que compete hoy a todas más organizaciones, gestionando estos sistemas de acuerdo con Normas ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18000 y SA8000, con una clara orientación hacia la excelencia.

Para obtener uniones soldadas de alta calidad, que cumplan los requisitos de los estándares aplicados en tuberías y planchas de aceros al carbono fueron sometidas a ensayos de dureza para determinar su estado de templabilidad producido por los ciclos térmicos aplicados durante el proceso de soldadura y apreciar su estado de templabilidad obtenido.

Se describe el proceso de tratamientos térmico aplicado luego de concluido el proceso de soldadura en aceros al carbono, llamado la post soldadura y la aplicación correcta de los parámetros, beneficia en gran medida la obtención de uniones más sana, con propiedades mecánicas aceptables en relación a la funcionabilidad de las uniones, a la vez la obtención de una microestructura de menor dureza, y la eliminación de tensiones residuales nos garantizan la calidad de la unión soldada.

El tratamiento térmico son procesos que se realizan al acero dicha aleación se ingresa a una temperatura muy elevada; para poder realizar el tratamiento es necesario que el elemento sea soluble en otro en el estado sólido en diferentes proporciones bajo distintas circunstancias; por tanto, este tratamiento no puede ser realizado a todas las aleaciones. Se endurece el acero (temperatura térmica) por que el carbono es soluble en estructura cúbica de cara centrada (Austenita) a temperaturas altas que en la estructura de cuerpo centrado (ferrita) a temperaturas bajas.

La elección de la investigación parte en base a la necesidad de obtener uniones soldadas de alta calidad, que cumplan los requisitos de los estándares aplicados.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Influyen los tratamientos térmicos en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo influyen los procesos de soldadura en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?

¿En qué medida los procedimientos de tratamiento térmico influyen en la soldadura de uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?

¿Cómo influyen los tratamientos térmicos post soldadura en las uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar tratamientos térmicos en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.

1.3.2. Objetivos específicos

Conocer procesos de soldadura en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.

Determinar los procedimientos de tratamiento térmico en la soldadura de uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.

Identificar los tratamientos térmicos post soldadura en las uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación, describe el tratamiento térmico aplicado a los procesos de soldadura a las uniones soldadas de aceros al carbono realizados en la Empresa Técnica Metálicas Ingenieros S.A.C., llamado la Post Soldadura, evitando fragilidad en estructuras y reduciendo tensiones residuales.

Empresa, logra disminuir los efectos negativos adquiridos por la unión soldada durante el proceso de soldadura. Y, mejora las propiedades mecánicas en relación con la microestructura de las uniones soldadas ante de comenzar el servicio.

1.5 DELIMITACIÓN DE ESTUDIO

1.5.1 Delimitación territorial

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Lima

1.5.2. Delimitación tiempo y espacio

Toma referencia, 2017, lima.

1.5.3. Delimitación de recursos

Carencia de recursos financieros, detallada con tecnología o nivel piloto.

1.6 Viabilidad de Estudio

A realizar, por recursos y conocimientos teóricos, técnicos y acceso a información. Además, empresa posee los requerimientos para llevar la investigación y cualidades de la producción.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Investigaciones Nacionales

Villanueva G & Villanueva M (2016), tesis “*Análisis microestructural y mecánico de la unión soldada mediante proceso Gmaw en acero disimiles AISI 316 Y ASTM A36*”, concluye:

Soldadura GMAW, bisel “V”. Los materiales usados acero inoxidable austeníticos AISI 316 y carbono ASTM A36, espesor 12.7 mm, dimensión 300 mm x 150mm. Los materiales ER 309/309L aportación, diámetro 0.8 y 1.0 mm. Como enlace realizo tres pases, velocidad de soldadura y corriente en dos condiciones. Materiales de aceros inoxidables un cuidado especial en la estructura, cordón y zona afectada del calor de soldadura, cambian esencialmente. La soldadura GMAW aplicados aceros disimiles, es adecuado a resultados mecánicos, metalúrgico, y parámetros proceso de soldeo. Las pruebas de dureza y doblez de tensión: cara y raíz, aplicado a unión soldada en materiales disimiles, comprobando el material de aporte AWS Er309/309L, la soldabilidad buena a unir aceros disimiles tal caso aceros carbono medio e inoxidables austeníticos.

Lagua P (2018), tesis “*Proceso del tratamiento térmico localizado post soldadura (PWHT) para mejorar dureza prefabricado de tuberías del Proyecto de Modernización Refinería de Talara*”, optar Título Ingeniero Metalúrgico - Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, concluyo:

La técnica adecuada para Tratamiento Térmico Post Soldadura (PWHT), objetivo evitando frágiles estructuras y reducir la tensión residual, son forma los procesos de producción y/o reparación. Se considera la dureza del 1° CASO a 168 HB y 120 HB en el 2° CASO, en ambos el diámetro spools de 2". En cada caso de tener medidas >300 HB en diámetros mayores es recomendable hacer una prueba antes de considerar que con el PWHT bajara la dureza; 2° CASO se tomaron antes de PWHT solo a la soldadura y después de PWHT a las 5 áreas

correspondientes. Obteniendo resultados favorables. Ambos casos específicos mencionados obtuvieron durezas aceptadas después de PWHT. La reducción de dureza en estos dos casos específicos de Uniones Soldadas Olets vs. Tubería Ø2" está en un rango 120 HB a 160 HB. Esta reducción es mucho mayor que la reducción de dureza conocida en casos de probetas tubo vs. tubo que fue aprox. 80 HB. Para los casos específicos de Uniones Soldadas Olets vs. Tubería Ø2" se autoriza obtener como máximo 350 HB antes de PWHT, con proceso GTAW o proceso FCAW. Para el resto de casos, mantener por el momento como máximo 310 HB antes de PWHT, de manera preventiva.

Camarena (2016), tesis "*Influencia de parámetros de soldeo en unión de tuberías del proyecto línea impulsión de agua desalinizada – Cerro Lindo- Milpo*", concluye:

Es directamente proporcional caída de tensión, unión de los equipos electrógenos y de soldar, es la fuente donde cordones tengan defectos de soldeo: penetración, escorias y en los bordes la fusión. La otra variable el conductor eléctrico al exponerse altas temperatura, aumenta la resistencia donde la caída de tensión se ve afectada, y su deficiencia en los cordones de soldadura. En proceso soldeo, las condiciones climáticas son adversas y desfavorable, al material se lleva a pre calentamiento, reduciendo porosidades por alto porcentaje de humedad.

2.1.2. Investigaciones Internacionales

Jimenez & Bejarano (2017), su investigación "*Inspección de uniones soldadas mediante ensayo no destructivo de ultrasonido con el equipo veo 16-64 sonatest*", Titularse Ingeniero Mecánico - Brasil. Concluye:

Objetivo, resultados precisos y funcionamiento equipo VEO 16:64 SONATEST, parte del tutor, orientación y adiestramiento para los ensayos de probetas seleccionadas por ultrasonido, y manejo del equipo VEO 16:64 SONATEST; para los análisis se debió usar un equipo convencional de ultrasonido, para un mejor adiestramiento. Se observó y analizo en las probetas seleccionadas, las diferentes uniones soldadas presentan defectos y discontinuidades de soldadura falta de penetración, generando fisuras y grietas al cordón, durante solidificación. Corroborando lo anterior establecido con los procedimientos AWS D1.1, establece rechazar este tipo de defecto sin importar su longitud.

Adame A (2015) su tesis “*Estudio del tratamiento térmico post soldadura GTAW en tuberías proceso de acero al carbono ASTM A 106 GR B y su incidencia en la resistencia a la tracción y dureza*”, optar título Ingeniero mecánico – Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, concluye:

A temperatura 625°C, su resistencia a la tracción 520.80 MPa como resultados de ensayos tracción, consiguiéndose mejorar el límite de rotura, alivio de esfuerzo. Se determinó temperatura adecuada de los tratamientos térmicos 625°C, iniciando y finalizando la temperatura 425°C, dejándose la resistencia a terminar con enfriamiento moderado llegando a temperatura ambiente. Al calentar 54 min., para realizar ablandamiento y esfuerzo, permanencia 60 min., y enfriamiento 43 min, como nos indica registro UTA_MEC 004, al terminar se siguen con los ensayos de dureza y tracción. Controlamos en el proceso la temperatura de soldadura entre pases, el espesor de tubería es considerable al soldar, recalienta la zona de tubería evitando alterar las propiedades mecánicas. Al obtener durezas en diferentes puntos del cordón de soldadura, ZAC y material base, se observó un excelente resultado de dureza del cordón de soldadura a 171.33 Brinell, y zona afectada térmicamente se logró reducción de durezas 157.33 Brinell a temperatura 625°C, otros valores tomadas en diferentes temperaturas la dureza no se considera porque disminuye y se considera significativa, la temperatura mencionada se obtuvo buenos resultados logrando que el material no se tan frágil, logrando mejorar el cordón de soldadura. Al obtener datos después de los tratamientos térmicos post soldadura (PWHT) en el cordón de soldadura los valores de dureza disminuyeron los 180 HB, del ZAC por debajo de 170 HB nos indica un mejoramiento en las propiedades mecánicas, eliminando tensiones residuales causada por el proceso y aumento en resistencia de fatiga.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Características del acero al carbono

2.2.1.1 Según Norma ASTM

Norma ASTM, identificamos los aceros categorizando sus propiedades, evalúa y clasifica acero al carbono, forjados, moldeados, laminados y aceros tratados y no tratados altas temperaturas, se mide el rendimiento las características: módulo de elasticidad, tensión de dureza, tensión mínima y expropiar. Se produce en posición o mediante rotación, o ambas combinaciones la soldadura.

El porcentaje del acero es 2% de carbono, conteniendo otros elementos químicos, el propósito es mejorar sus propiedades. Para mejorar su dureza y flexibilidad, admitimos el Temple. Actualmente en construcciones, se pide aceros resistentes, y mejorar su resistencia a la corrección.

a) Aceros al carbono

En aceros, 90% son aceros al carbono y cantidades menores, manganeso 1,65%, silicio 0,6% y 0,6% cobre. Fabricándose, maquinas, carrocerías automóviles, estructuras de construcción, pasadores de pelo y otros. (Guzman F, 2013)

En la industria del acero al carbono mejor usado por ser, cómodo y aplicable, y su propiedad buena ductilidad, permitiendo ser usado en diversas operaciones formado en frío y soldándose con facilidad.

b) Hierro forjado

En alto horno el arrabio es quebradizo, hierro forjado posee buena propiedad de maleabilidad y dureza permitiendo ser forjado y soldado. La característica del hierro el contenido de carbono es menor en los aceros. Y su escoria, de sulfuro, fosforo, manganeso, y silicio, le proporciona estructura fibrosa contribuyendo en su fabricación propiedades codiciables, la producción se realiza altas temperaturas mediante proceso pudelización. Al fundir el arrabio se mezcla con residuos de laminado. En el mundo para fines estructurales y decorativos, es usado el hierro forjado, decayendo su consumo ha mediado del siglo XIX por ser un proceso de trabajo manual de mecanización.

c) Aceros inoxidables

Obteniendo buenas propiedades duras, resistentes a la oxidación, en aleaciones de níquel, cromo y otros elementos, conservando resistencia a altas temperatura a buen tiempo, los arquitectos o usan en decoraciones, utensilios de cocinas y fácil de limpiar. Es resistente a la oxidación, lo usan en tuberías, acopios de petróleo, artículos químicos y industria de instrumentos quirúrgicos o la medicina sustituta de huesos por su resistencia a la acción de los fluidos corporales. (Guzman F, 2013)

d) Aceros aleados

Emplean para fabricación de engranaje, ejes, cuchillos. Sus aleaciones se determinan por proporciones vanadio, molibdeno y otros elementos; en mayor proporción manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono. (Guzman F, 2013)

e) Aceros ultra resistentes de baja aleación

Son útil en fabricaciones de estructuras, edificios, vagones por ser resistentes sus paredes delgadas, mayor capacidad de carga o peso, menos peso. Esta familia de aceros es resistente que las anteriores mencionadas, cómodos que los aceros convencionales en menor cantidad a los costosos materiales. (Guzman F, 2013)

2.2.1.2 Método de aplicación de soldadura

Existen muchos métodos aplicados, cada soldador se caracteriza por su habilidad. Definimos soldador “Especialista, ejecuta operación manual en soldadura o semiautomática” llamamos operarios. (Rodriguez & Flores, 2003), AWS en múltiple proceso de soldadura, estableció cuatro métodos específicos de aplicación

Soldadura manual: se realizan las operaciones con una o dos manos

Semiautomática: opera de modo automático.

Máquina: mecanismo transmite modifica la fuerza: ejecuta el tipo de trabajo deseado.

Automática: el mecanismo de operación es automático o autorregulado. El trabajo del electrodo es continuo; avanza de manera automática y sumergido, usa como protección un polvo; en el cordón largo su principal cualidad es la uniformidad.

2.2.2 Loa Proceso en la soldadura y consecuencia

En material o pieza se crean indeseables defectos, son:

Generándose tensiones residuales produciendo en el material o pieza de gran o poco espesor fragilidad o distorsión, las tensiones son dos clases: tracción y compresión.

En soldadura, la absorción de hidrógeno, se debe factores ambientales o uso en el material de aportación de situaciones inadecuadas.

2.2.3 Tratamiento térmico

Procedimiento, una o parte de una pieza se somete a una secuencia específica de tiempo - temperatura. La finalidad es otorgarle propiedades requeridas a la probeta para procesos de transformación posteriores y su aplicación; además provoca transformaciones en los constituyentes estructurales sin modificar la composición química promedio del material. El tratamiento térmico consta de tres etapas:

Calentamiento. es uniforme y progresivo en un tiempo el material o corazón de la pieza alcance la temperatura deseada. Los calentamientos rápidos son peligrosos en material o piezas gruesas, al incrementar el contenido de carbono del acero el efecto negativo se agrava.

Mantenimiento. Cuando se realiza el calentamiento lentamente, se mantiene media hora por pulgada y si el calentamiento es rápido se eleva el mantenimiento a una hora por pulgada.

Enfriamiento. Es la etapa final del tratamiento la cual será más larga que las anteriores debido a que los tiempos dependen de la pieza a tratar, pero como se tiene concentración de calor la temperatura disminuye en menor cantidad que cuando se está calentando.

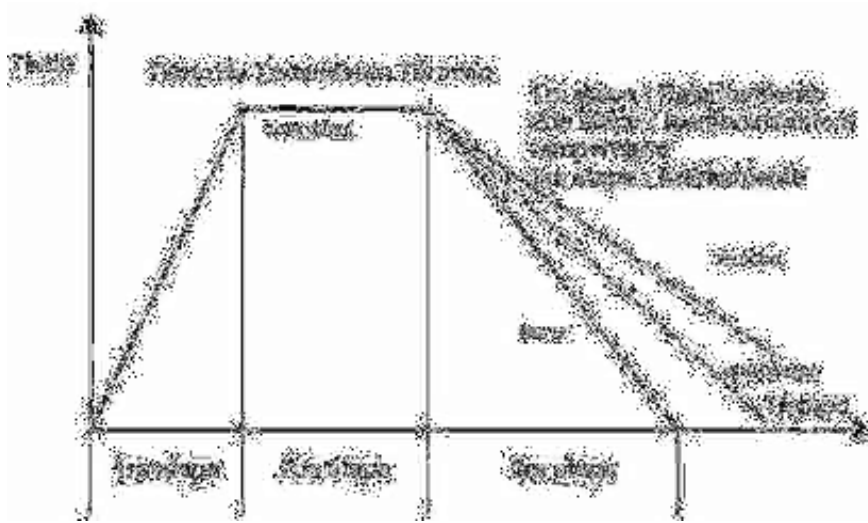


Figura 1. Etapas del Tratamiento Térmico.

2.2.4 Principales tratamientos térmicos

Temple. Es aumentar la dureza y resistencia del acero. Calienta el acero a temperatura ligeramente elevada que la crítica superior A_c (900 a 950 °C) y se enfría rápidamente (según características de la pieza) en aceite, agua, como medios.

Revenido. Aplicación acero previamente templado, disminuyendo ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentando la tenacidad. Consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, eliminando tensiones creadas en el temple.

Recocido. Es un calentamiento hasta una temperatura austenizada (800 - 925°C) seguido de un enfriamiento lento, y se logra aumentar la elasticidad, mientras que disminuye la dureza.

Normalizado. Donde un material queda en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y distribución uniforme del carbono. Se emplea como tratamiento previo al temple y al revenido.

2.2.5 Tratamiento térmico

El objetivo de tratamientos térmicos, antes o después de soldadura es conseguir uniones soldada sin defectos (operacionales y metalúrgicos) y buenas propiedades mecánicas de servicio. Se consiguen modificando el ciclo térmico o bien las propiedades y estructura final. Los tratamientos térmicos de soldadura son: (Garcia, 2014)

Pre calentamiento. se calienta la probeta antes de comenzar el proceso de soldadura. El ciclo térmico es modificado por este tratamiento elevando la temperatura alcanzar (facilita el material fusionado, el tamaño de la zona afectada aumenta térmicamente y favorece las deformaciones) y decrece la velocidad de enfriamiento (reduce el peligro de formación de estructuras frágiles, favoreciendo la difusión del hidrogeno y las tensiones residuales se reducen su valor). (Garcia, 2014)

Post calentamiento. es impedir que la probeta soldada se enfríe por debajo de 250 - 300°C, conservando la temperatura aproximadamente dos horas. Finalidad es permitir la difusión del hidrogeno. (Garcia, 2014, p. 22)

Tratamiento térmico postsoldadura. es realizar un tratamiento posterior el fin de mejorar la tenacidad y eliminar tensiones residuales. Este tratamiento permite igualmente la difusión de hidrogeno. (Garcia Rodero, 2014)

2.2.6 Tratamiento térmico a uniones soldadas

El calentamiento controlado del metal base y metal de soldadura, es para reducir como influye en las uniones al soldar los efectos no deseados. Los pasos de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento controlado, se realiza en la soldadura antes, durante y después del proceso, afectando las propiedades mecánicas de la unión soldada, parámetros erróneos dándose en las velocidades de enfriamiento, calentamiento o tiempos y temperaturas de mantenimiento, ocasionando las propiedades mecánicas de la soldadura no sean las adecuadas. Los tratamientos térmicos de soldadura, es el conjunto de técnicas consistentes en aplicar calor, en forma controlada, a uniones soldada (MIESA, 2017)

En soldadura agrupamos los tratamientos térmicos dos maneras

Temperatura alcanzada: subcrítico e hipercríticos.

Al comenzar bake-out: precalentamiento, post calentamiento y después el tratamiento térmico a la soldadura.

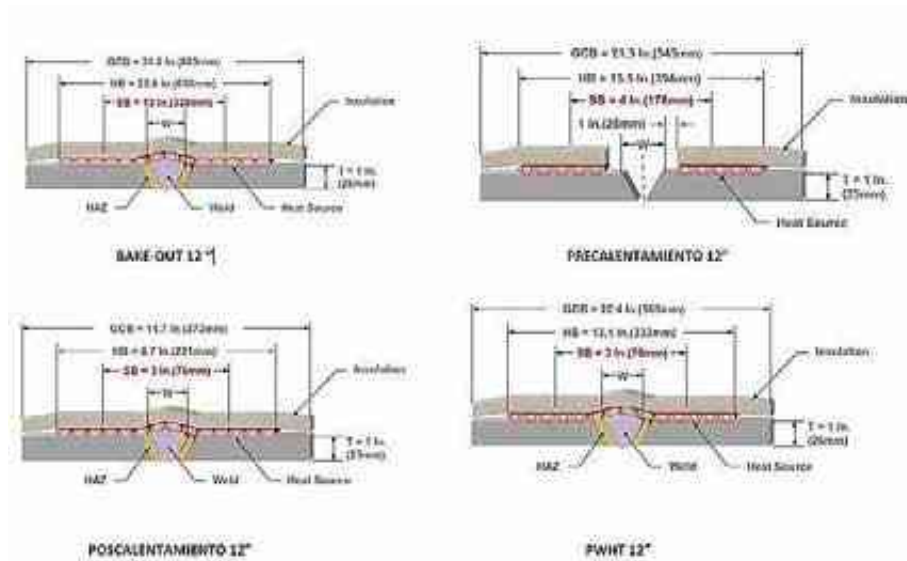


Figura 2. Tratamiento Térmicos a uniones soldadas.

2.2.6.1. Bake - out (desgasificado, deshidrogenado, outgassing).

Antes de realizar un trabajo soldadura de reparación o mecanizados, la finalidad del recalentamiento, es eliminar el hidrógeno en un material. Para el hidrógeno molecular debe presentarse en la pieza, se eleva la temperatura del metal, en función de pasar al estado atómico y difundirla. El hidrógeno encontrándose estado molecular retenido en los orificios huecos, inclusiones, o en defectos de la soldadura, se disocia aumentando la temperatura en hidrógeno atómico. En las tuberías y equipos el hidrogeno es común asociándose a la asistencia que contienen H_2S . La importancia del Bake-Out, es elevar la pieza a temperatura adecuada en un tiempo determinado, permitiendo que se transforme hidrógeno molecular en atómico y desplazando al exterior del material o pieza reduciendo el riesgo de fisuración en frío durante el proceso de soldadura. (MIESA, 2017)

2.2.6.2. Pre calentamiento.

Antes de iniciar la soldadura, se lleva a cabo la muestra a una temperatura adecuada, consiguiéndose dos efectos dándose inicio de n buena ejecución de soldadura:

Al estar caliente toda la muestra, en las zonas frías evitar que absorban el calor violentamente generado parte soldada y al enfriarlo rápidamente la consecuencia será zonas duras y quebradizas. (OerliKon, 1990, p. 81)

Al concluir la soldadura toda la plancha o muestra al estar caliente su enfriamiento será uniforme y lento, porque no existe absorción de calor de la parte soldada por zonas frías del resto de la muestra o plancha (OerliKon, 1990, p. 81)

El pre calentamiento consiste en calentar la pieza totalmente o parte que rodea la junta antes de la soldadura, a una determinada temperatura, llamándose temperatura de pre calentamiento. En el proceso de soldadura el calentamiento continuo, ocasionando beneficios; La falta de conocimiento teórico - práctico de los fundamentos implicados, se corre el riesgo de degradar la integridad de la soldadura. (MIESA, 2017)



Figura 3. Pre calentamiento de piezas.

Para determinar el carbono equivalente, existen diferentes métodos desarrollados en un acero. (MIESA, 2017). Como referencias estos valores en función del carbono equivalente (CE):

CE < 0,45	Opcional el Pre calentamiento.
CE: 0,45 – 0.60	Pre calentamiento 95°C - 200°C.
CE > 0,60	Pre calentamiento 200°C - 370°C.

2.2.6.3. Post calentamiento.

Objetivo, en soldadura reducir la cantidad del hidrógeno y en la pieza disminuye la fisura inducida por la presencia del hidrógeno o después de varias horas o días aparece la fisura retardada al encontrarse la probeta a temperatura ambiente. Es importante en aceros de alta resistencia o aleados el proceso de calentamiento, sobre todo zona de soldadura al existir riesgo de introducir hidrógeno, por no resetar las temperaturas de precalentamiento o el secado del material de aporte. (MIESA, 2017)

A llevar un post calentamiento hay que permanecer con la temperatura de precalentamiento, hasta iniciar el proceso. Post calentamiento, hacemos uso al existir un periodo de tiempo al terminar e iniciar el tratamiento térmico de la soldadura. (MIESA, 2017)

Post calentamiento se hace uso y complemento del tratamiento térmico en soldaduras de reparación con técnicas de Temper Bead. El post calentamiento se lleva a temperatura entre 232 y 316 °C, como mínimo 2 horas (acero al carbono y baja aleación) en tiempo de 2 horas por pulgada. (MIESA, 2017)



Figura 4. Sensibilidad en formación de fisuras en frío.

2.2.6.4. Posterior a Soldadura (PWHT) el Tratamiento térmico.

Los tratamientos térmicos posteriores post-soldadura “Postweld Heat Treatment” (PWHT), aceros al carbono y baja aleación, la temperatura de estos ciclos térmicos son inferiores a la temperatura crítica de transformación A_{c1} , se les llama tratamientos subcrítico, no es una recristalización de la microestructura (la estructura cubica centrada en el cuerpo a la cubica centrada en las caras). (MIESA, 2017)

Hay motivos que a temperaturas hipercríticas: de no realizar tratamientos térmicos localizados. (MIESA, 2017)

En los tratamientos térmicos localizados, se producen los gradientes de temperatura, creando sectores distintos de temperaturas, entre tanto parte de plancha se encuentra temperatura de recristalización y temperatura subcrítico, resultado no homogénea en la estructura, con diferentes propiedades, dependiendo de la temperatura lograda.

A temperatura hipercríticas, los tratamientos térmicos alteran negativamente al material sus propiedades mecánicas, variando el límite elástico o resistencia al impacto.

La plancha puede sufrir alteración a temperaturas hipercríticas al aumentar los tratamientos térmicos.

Es ventajoso después de la soldadura los tratamientos térmicos, porque: las tensiones residuales disminuyen, el hidrógeno se elimina y el revenido de microestructuras duras. Los resultados ventajosos aumentan la estabilidad dimensional, donde aparecen las fisuras que disminuyen inducidas por el hidrógeno y mejoran en el material algunas propiedades, resistencia al impacto, ductilidad o resistencia a la corrosión. (MIESA, 2017)

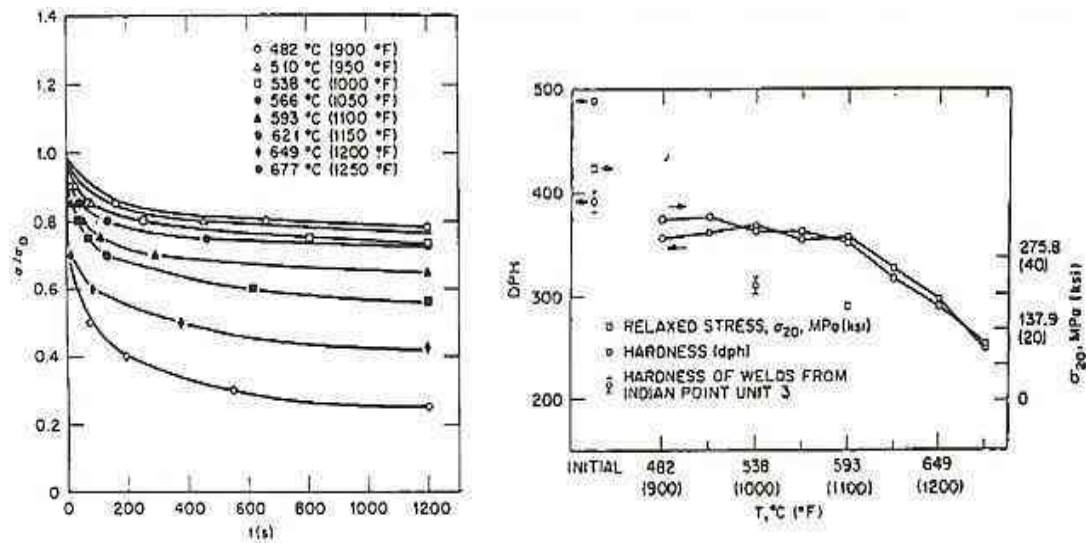


Figura 5. Influencia del tiempo y la temperatura en la reducción de tensiones residuales y durezas en la zona afectada por el calor.

El proceso soldadura está relacionado con disminuir tensiones residuales, que depende del tiempo y temperatura, el integrante de mayor efecto la temperatura. Demostrando que aceros de baja aleaciones, superando la temperatura mínima el metal de soldadura, al existir reducción de tensiones. Al aumentar la mencionada temperatura disminuye rápidamente el estrés en los niveles residuales. Los estudios nos indica que inicio de los 20 minutos, la tensión residual se reduce rápidamente a esa temperatura, después es lenta la tasa de relajación. (MIESA, 2017)

- a) **Distensionado:** casos de aceros de baja aleaciones como ferríticos a temperatura 590°C y 675°C (1100°F a 1250°F), y aceros de alta aleación, que llegan (casos particulares) a 1000 °C aunque mayormente no pasan los 760°C.

La finalidad, reducir dureza que se producen en estructuras Martensíticas la ZAC el TTPS particularmente tienen el nombre:

- b) **Revenido,** son aplicados en aceros templado (Martensíticos) objetivo reducir dureza en: Fisuración Inducida por Hidrógeno (HIC) y Corrosión bajo Tensión.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.

- a. **Acm:** hipereutectoide del acero.
- b. **Acl:** Temperatura al comenzar la formación del Austenita al calentarse.
- c. **Ac3:** transformación en Austenita a partir de ferrita, en el calentamiento.
- d. **Arcm:** en aceros hipereutectoides, temperatura del inicio al precipitar la cementita durante enfriamiento.
- e. **Defecto:** imperfección de medida suficiente que se justifica el rechazo del producto base según una norma, código y/o estándar.
- f. **Dureza:** capacidad de sustancia sólida para resistir deformación o abrasión de su superficie. Está relacionada con la solidez, la durabilidad y la resistencia de sustancias sólidas, y, más amplio, suele extenderse para incluir todas estas propiedades
- g. **Ductilidad:** cualidad que permite al acero adquirir una deformación sin romperse por acción de esfuerzo aplicado capacidad. Se mide por el alargamiento por ciento y la estricción por ciento (reducción de la sección).
- h. **Normalizado:** tratamientos reconocidos, se emplea en la estructura para afinar y homogeneizarla.
- i. **PQR:** Procedure Qualification Record; Registro de Calificación de Procedimiento.
- j. **Recocido:** facilita el mecanizado del acero posterior en la probeta o plancha.
- l. **Revenido:** tratamiento similar al temple y complementario, diferenciándose en la velocidad de enfriamiento. Se evita deformaciones posteriores al conseguir cierta tenacidad.

- m. Temple:** es calentamiento a continuación enfriamiento, desarrollándose en el acero dureza y la resistencia mecánica.
- n. Temperatura de transformación:** Es aquella donde ocurre cambios de fase, definiendo los rangos de transformación.
- p. WPS:** especificaciones del proceso de soldadura
- q. ZAC:** Zona afectada por el calor

2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

Al realizar tratamientos térmicos va influir en las uniones soldadas de acero al carbono
- Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017

2.4.2 Hipótesis específicas

Los procesos de soldadura van influir las uniones soldadas de acero al carbono
- Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017

La selección de temperatura de tratamiento térmico nos determinara las propiedades de uniones soldadas en acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017

Los tratamientos térmicos post soldadura va influir en las uniones soldadas de acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de Investigación.

El análisis cuantitativo - descriptivo, donde se evalúa los resultados obtenidos en las uniones soldadas llevada a cabo en los aceros al carbono luego de la aplicación de los tratamientos térmicos de la post soldadura determinando el mejoramiento del proceso moralizados, toma de muestras, análisis de datos y los resultados

A su naturaleza: Investigación cuantitativa.

Al propósito: Investigación aplicada.

Es una investigación experimental y aplicada, a nivel de laboratorio por realizar experimentos, llevando mínimo control en uniones soldadas de acero al carbono, y posteriores aplicaciones del tratamiento térmico para dicho control calidad.

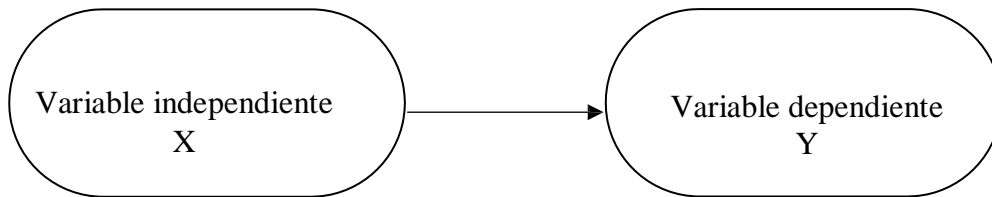
3.1.2 Nivel de Investigación.

Es Cuantitativa – Descriptiva, buscando determinar las condiciones de uniones soldadas llevada a cabo en los aceros al carbono, describiendo procesos, mediante criterios se miden los resultados, determinando su calidad de estos aceros.

3.1.3 Diseño de Investigación.

Se aplica el diseño experimental, controlándose las variables independientes, contrastando sus efectos en las variables dependientes del caso. Determinando el vínculo causal entre variables (Pimienta Prieto, De la Orden, & Estrada Coronado, 2012)

Tabla 2. Esquema de experimento y variable



Fuente: Elaboración.

3.1.4 Enfoque de Investigación.

Es de carácter cuantitativo, donde las variables son medibles “Usa recolección de datos para validar la hipótesis con cálculos numéricos y la estadística, su finalidad establecer comportamiento y comprobar teoría” (Fernandez C, Baptista L & Hernandez S, 2014)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

Son uniones soldadas en los aceros al carbono en la Empresa Técnicas Metálicas Ingenieros 2017.

3.2.1. Muestra

Tenemos la influencia de los tratamientos térmicos en las uniones soldadas en la Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LA MATRIZ

Tabla 3.

Operacionalización de variables e indicadores

Variables	Indicadores
<u>Independientes</u>	
Influencia los tratamientos térmicos.	Tratamientos térmicos de soldadura
	Velocidad de calentamiento
	Velocidad de enfriamiento
	Ciclo térmico
<u>Dependientes</u>	
Uniones soldadas	Características de las juntas.
	Aceros al carbono
	Propiedades mecánicas

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos se obtienen de acuerdo al número muestra se elabora el informe cumpliendo con los parámetros de ensayos utilizados. La información se recolecta mediante formatos adjuntándose con los informes emitidos para los análisis posteriores.

3.4.1. Técnicas a implementar

Se aplica técnica descriptiva, para influencia y recolección de datos de los tratamientos térmicos del acero al carbono de tuberías ASTM B 31.3 para uniones soldadas.

a. Observación Directa.

Son técnica que se usan para observar las investigaciones, en el momento que se estan desarrollando (Cegarra Sanchez, 2004)

b. Observación Indirecta.

Analiza las informaciones sobre el tema a investigar.

c. Observación experimental.

Las actividades a desarrollar extrayendo datos y procesarlo después.

d. Otras Técnicas.

Cuestionario.

3.4.2. Instrumentos

- a. Observación en fichas.
- b. Normas
- c. Consultas a expertos

- d. Lista de archivos y documentos
- e. Literatura
- f. Libreta de notas.

3.5.LAS TÉCNICAS y PROCESAMIENTO LA INFORMACIÓN

Los ensayos llevados a cabo en laboratorio, datos y resultados se ejecutará el procedimiento

Usaremos análisis estadístico, Excel y simuladores, dicha información, se muestra en los registros, tablas y otros.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1.CONDICIONES DE LA INVESTIGACION

4.1.1. Generalidades

Las actividades en Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C, se desarrollan por principios generales de imparcialidad, de acuerdo a normas y disposición de Entidades de Acreditación y Organismos Reguladores.

La empresa Técnicas Metálicas Ingenieros ejecuta garantizando sus proyectos de calidad, seguridad, salud ocupacional, protección ambiental con Responsabilidad Social, según sus Norma ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18000 y SA 8000, dirección empresarial. TMI aplicación de moderno conceptos, el objetivo satisfacción plena de sus clientes y mejora continua del sistema de Gestión de Calidad. TMI, complementa la calidad con la seguridad y salud ocupacional al identificar los peligros y riesgos laborales que se desarrollan a partir los planes y programación de prevención, aplicando procedimientos y métodos de control para eliminar o reducir al cumplir los estándares.

Al cumplir los exigentes requisitos de normas aplicadas e instituciones de acreditación, políticas y control, finalidad la vulneración de los mencionados principios que rigen su actividad. Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C, implementa para Control de Calidad en todos sus servicios las normas ISO 9001, teniendo presente enfoque actualizado y considerando:

Requisitos de organizaciones expectativas y el feedback de las partes clientes (además de interesada).

Participación de alta dirección

Lineamiento de la estructura documental según normas ISO, integrándose con otros sistemas de gestión

Flexibilidad en uso de la documentación, significando requisitos de procedimientos documentados

4.1.2. Descripción del trabajo desarrollar

De los tratamientos térmicos post soldadura aplicado a las uniones soldadas, se considera los parámetros de operación de acuerdo al material a tratar, son pilar importante en cumplimiento de los objetivos de los tratamientos térmicos en uniones soldadas. El proceso de tratamiento térmico en uniones soldadas se desarrolla de la siguiente manera:

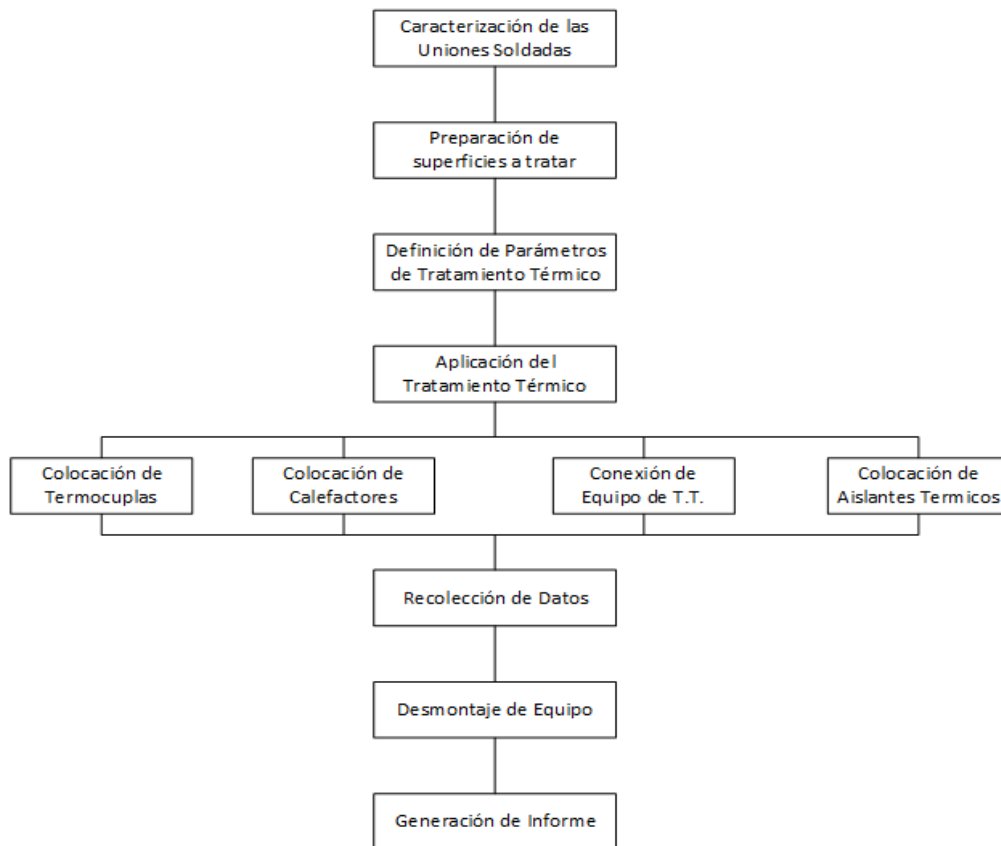


Figura 6. Esquema del procedimiento seguido durante el trabajo de prácticas pre profesionales.

4.1.3. Procedimiento de ejecución de los tratamientos térmicos.

Condiciones de superficie.

Las soldaduras a ser sometidas a tratamiento térmico deberán ser preparadas libre de grasas, lubricantes y recubrimientos de polvo para evitar daños y cortocircuitos de los accesorios de los equipos. Antes de iniciar la TTPS, se controla que el componente se encuentre libre de restricciones, para que tenga la libertad de expandirse y contraerse en los soportes utilizados. En el caso de las tuberías, los extremos abiertos deben permanecer cerrados para prevenir los efectos de enfriamiento asociados con corrientes de aire.



Figura 7. Preparación de superficies para tratamiento térmico.

Método de calentamiento.

Este método de calentamiento por resistencia eléctrica, usa en el tratamiento térmico programación de ciclo térmico computarizado.



Figura 8. Calentamiento por resistencia eléctrica.

Área de calentamiento.

Caso de tuberías se considera lo especificado en la norma ASME. Al ser calentada ancho de la banda circunferencial, el ancho mínimo de este volumen es la mayor anchura de soldadura más 1t o 2 Pulg. (50 mm) lo que sea menor, en cada lado o extremo de la soldadura.

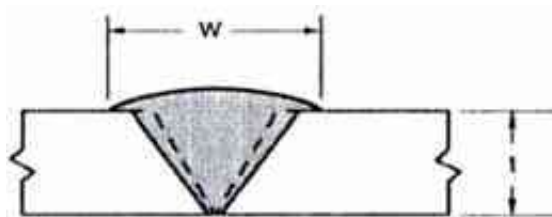


Figura 9. Área de calentamiento.
t: espesor nominal.

Tabla 4
Especificaciones de ancho de banda para T.T.P.S. según la ASME 31.3

Código	Párrafo	Min. Ancho banda para T.T.P.S. Localizado	
		Junta a tope	Conexión
ASME B 31.3	331.2.6.	$W + 2"$	$D + 2"$

Método de control de temperatura.

Se realiza según lo especificado en la Tabla 3:

Tabla 5
Especificaciones para la medición de temperatura

Método de Calentamiento	Método de medición de temperatura	
	T.T.P.S. – Post C	Pc
RE (resistencia eléctrica)	Tc	Tc (Pirómetro de contacto)

La temperatura se mide por intermedio de termocuplas soldadas por descarga capacitiva al cordón de soldadura. La distancia entre los dos cables de termocuplas una vez soldados es mayor a 5 mm y menor 10 mm. Si el Tratamiento Térmico se realice en componentes sin soldaduras, la TC se soldará por este mismo método sobre la zona a tratar. La superficie donde se soldará TC se preparará mediante disco abrasivo o lima de mano.

Se utiliza Termocuplas Tipo K (chromel - alumel) en conjunto con cables compensados tipo KX con protección electrostática (blindados). Se utilizan cable aislado doblemente en seda de vidrio con un diámetro de alambre de 0,8 mm o menor.

Cantidad de termocuplas por unión soldadura.

- Los puntos donde se debe medir la temperatura son aquellos que sean representativos de temperatura alcanzada en todo el equipo sometido a Tratamiento Térmico Post Soldadura (TTPS), Pre calentamiento (Pc) ó Post Calentamiento (Post C.).
- Cuando se lleva a cabo TTPS, Pc ó Post C., en tuberías horizontales con diámetros mayores que 200 mm (8”) se colocaran TC, una en la parte superior y otra en la parte inferior de la unión soldada; para diámetros menores solo se colocara una TC en la parte inferior de la unión soldada.
- Siempre la cantidad de TC debe estar relacionada con la longitud de la unión soldada, con por lo menos una TC por cada metro de cordón de soldadura o fracción.
- En todos los casos habrá una TC por cada salida automática de control del / los programadores de ciclo térmico.
- La Disposición de las TC en Función del Diámetro y el espesor de la unión soldada se indican en la figura 10 y Tabla 4.

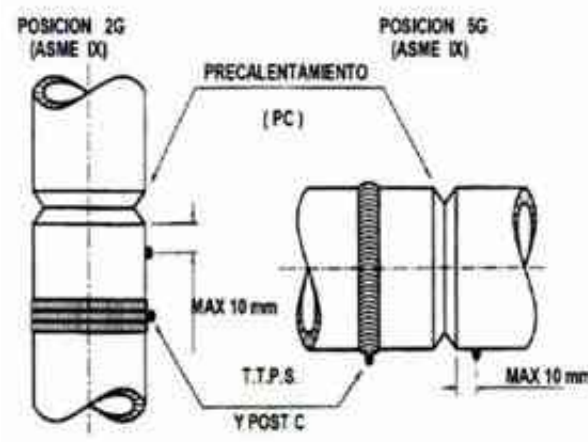


Figura 10. Esquema de disposición de TC

Tabla 6

Cantidad de TC según diámetro de tubería.

<u>Diámetro</u>	<u>Cantidad de TC</u>
6"	1
8"	2
10"	2
12"	2
14"	3
16"	3
18"	3
20"	3
24"	4
26"	4
28"	4
30"	4
32"	5
36"	5
48"	5

Las TC se colocaran en posiciones determinadas por la división de los 360° de la circunferencias por el número de TC

Ciclo térmico aplicado durante el tratamiento térmico.

Y sus variables, como apreciamos en la figura: la temperatura a velocidad de calentamiento es libre (TLC), velocidad de calentamiento (VC), temperatura de mantenimiento (TM), tiempo de mantenimiento (), velocidad de enfriamiento (VE), temperatura donde la velocidad de enfriamiento es libre (TLE).

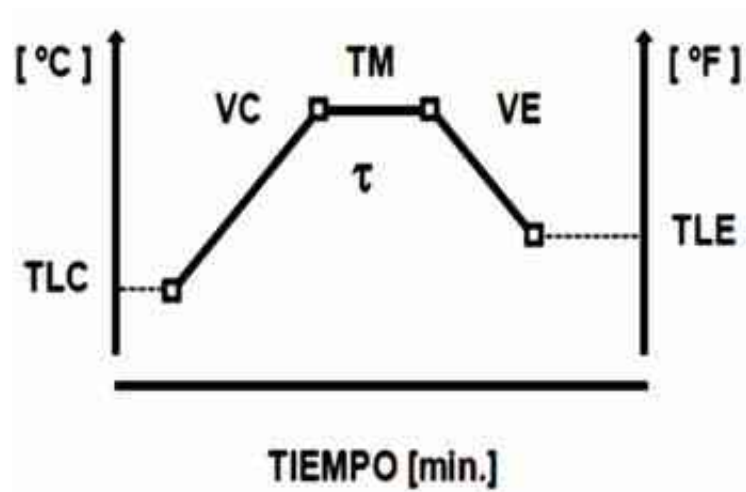


Figura 11. Esquema del ciclo térmico del T°T°

- **Velocidad calentamiento.**

Afecta la diferencia de temperatura a través del espesor. La existencia de un gradiente térmico radial produce tensiones de compresión en las fibras externas y tracción en las fibras internas. Las tensiones son proporcionales a las diferencias de temperaturas en el espesor. Al aumentar la velocidad de calentamiento también lo hace esta diferencia de temperatura.

Sin embargo, mientras no se produzcan fisuras no se produce daño ya que las tensiones serán relevadas durante el periodo de mantenimiento. La experiencia demuestra que el gradiente térmico radial no siempre se excede y cuando se mantenga el ancho de banda indicado por los códigos.

Caso si la diferencia de temperatura a través del espesor no supera los 83°C las tensiones tangenciales no superarán los 14 Kg/mm² ya sea en tracción o en compresión. Estas tensiones son aceptables de tal manera que cualquier velocidad de calentamiento que no produzca un gradiente térmico de más de 83°C es aceptable, a menos que algún código especifique lo contrario.

Para este procedimiento se propone trabajar con una velocidad de 130°C / h, por encima de la temperatura libre de control 300°C.



Figura 12. Proceso de calentamiento durante el T°T°.

- **Tiempo de Mantenimiento.**

El objetivo disminuir las tensiones residuales en el acero al carbono el T.T.P.S. El proceso es dependiente del tiempo y temperatura. Hay procedimientos que prescriben tiempos de mantenimientos proporcionales al espesor que pueden producir tiempos excesivos para grandes espesores, debiendo ser limitados, a menos que los códigos lo especifiquen.

El tiempo de mantenimiento será sobre la base de una hora por pulgada de espesor (1hr/in) y nunca menor a ½ horas a solicitud de cliente se mantendrá 96 minutos, la temperatura se mantendrá en el rango de 593°C hasta 649 °C.

- **Velocidad de Enfriamiento.**

En el periodo de mantenimiento, las tensiones producidas durante el calentamiento son usualmente sustituidas, por lo tanto, las producidas al enfriarse permanecen. La velocidad de enfriamiento afecta propiedades: dureza y tenacidad, dicha velocidades de enfriamiento suelen ser más lentas que las de calentamiento.

Si bien la aislación es una variable válida para controlar la velocidad de enfriamiento esta solo se utiliza por debajo de TLE el objetivo de mantener enfriamiento lento. Hoy día debido a la utilización de programadores de ciclo térmico el control de VE por encima de TLE se realiza fijando la VE requerida en el programa. Si VE es mayor a altas temperaturas el programa continuará aplicando calor durante esta parte de ciclo. Se proponemos trabajar con una velocidad de enfriamiento de 180°C/h, después del tiempo de permanencia hasta la temperatura libre de control 300°C.

4.2. ANALISIS DE RESULTADOS

La aplicación de tratamiento térmico en las uniones soldadas se realiza luego de haber caracterizado la junta, y analizado sus propiedades mecánicas. Los parámetros usados en la aplicación del tratamiento térmico son tomados de acuerdo al tipo de material a tratar.

Proceso de soldadura.

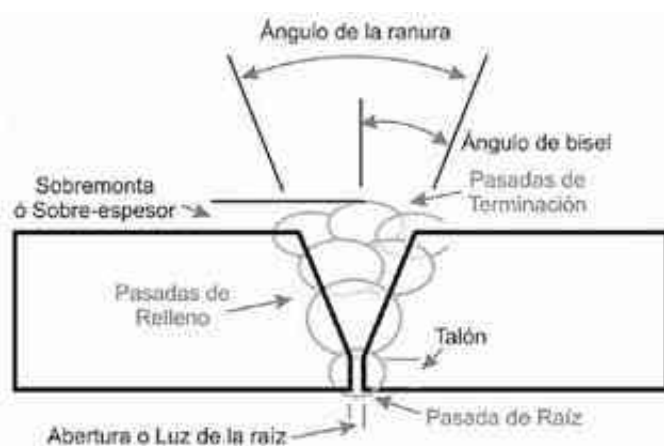


Figura 13 Preparación de junta a tope.

Tabla 7
Parámetros del proceso


Tipo de Junta	Posición	Diseño de Junta	Pre calentamiento <u>entre Pases</u>
A tope	Ascendente	V	200 °C
Metal Base			
Tipo	ASTM A 36	Espesor	19.05
Dureza (aprox.)	225 Brinell	Fluencia (min.)	240 MPa
Resistencia a la tracción	415 MPa		
Material de Aporte			
Grupo	GTAW	Especificaciones	AWS A5.18
Tipo	ER 70S-6	Diámetro	3/32"
Protección	Argón 99.99%	Flujo	22 lt/min

Ensayo de dureza.

Las mediciones de dureza se dan de la siguiente forma:

Tabla 8.

Parámetro del proceso

Medición 1: Arriba del cordón soldadura.	
Medición 2: Arriba de zona afectada por el calor.	
Medición 1: Arriba del material base.	

Antes del tratamiento térmicos.

De las 3 juntas se toman las durezas a 0° y 180° obteniéndose dos medidas mostrándose los valores J1(1), J2(2), J1(3), J2(4) y se separan para llevar a cabo el tratamiento térmico a diferentes temperaturas a cada junta, en la muestra 3 no se realizará tratamiento térmico para comparar las alteraciones de las propiedades mecánicas que sufren las demás juntas que son sometidas los ensayos a los tratamientos.

Tabla 9
Medición de dureza antes del tratamiento térmico

Junta 1	J1 (1)						J2 (2)											
	1	2	3	1	2	3												
Localización	0°						180°											
Dureza	191	187	194	170	165	172	136	126	127	179	186	180	174	184	172	130	124	127
Promedio	191			169			130			182			177			127		

Junta 2	J1 (3)						J2 (4)											
	1	2	3	1	2	3												
Localización	0°						180°											
Dureza	180	185	190	187	167	170	139	130	127	182	187	190	183	170	174	135	127	129
Promedio	185			175			132			186			176			130		

Junta 3	J1			J2														
	1	2	3	1	2	3												
Localización	0°			180°														
Dureza	182	188	192	170	173	174	127	131	130	185	183	181	165	167	170	137	130	125
Promedio	188			172			129			183			167			131		

Después del tratamiento térmicos

Tabla 10
Medición de dureza después del tratamiento térmico

		J1 (1) a 500 °C								
Junta 1		1			2			3		
Ubicación		0°								
Dureza		193	199	199	164	172	157	130	136	122
Promedio		197			164			129		
		J2 (2) a 870 °C								
Junta 2		1			2			3		
Ubicación		180°								
Dureza		120	119	116	117	129	131	133	140	121
Promedio		118			126			131		
		J1 (3) a 750 °C								
Junta 2		1			2			3		
Ubicación		0°								
Dureza		138	134	132	160	158	157	132	122	130
Promedio		135			158			128		
		J2 (4) a 625 °C								
Junta 2		1			2			3		
Ubicación		180 °C								
Dureza		174	169	171	165	157	150	129	131	135
Promedio		171			157			132		

Curvas de tratamiento térmico.

No necesariamente se controla la velocidad o tiempo para el calentamiento en llegar a 425°C, recién a esta temperatura se utiliza la velocidad y tiempo establecidas, al observar la curva, un enfriamiento con el equipo en funcionamiento se llega hasta 425°C, y seguimos enfriando sin determinar el tiempo a una temperatura ambiente.

Tratamiento térmico a 500 °C.

Tabla 11

Parámetro del tratamiento térmico a 500 °C

Calentamiento		Permanencia		Enfriamiento	
Tasa de calentamiento	Tiempo de calentamiento	T° de permanencia	tiempo de permanecía	Tasa de enfriamiento	Tiempo de enfriamiento
222 °C/h	21 min.	500 °C	60 min.	280 °C/h	17 min



Figura 14. Grafica 500°C de tratamiento térmico.

750 °C Tratamiento térmico.

Tabla 12

Parámetro del tratamiento térmico a 750 °C

Calentamiento		Permanencia		Enfriamiento	
Tasa de calentamiento	Tiempo calentamiento	T° permanencia	Tiempo permanecía	Tasa enfriamiento	Tiempo enfriamiento
222 °C/h	88 min.	750 °C	60 min.	280 °C/h	70 min

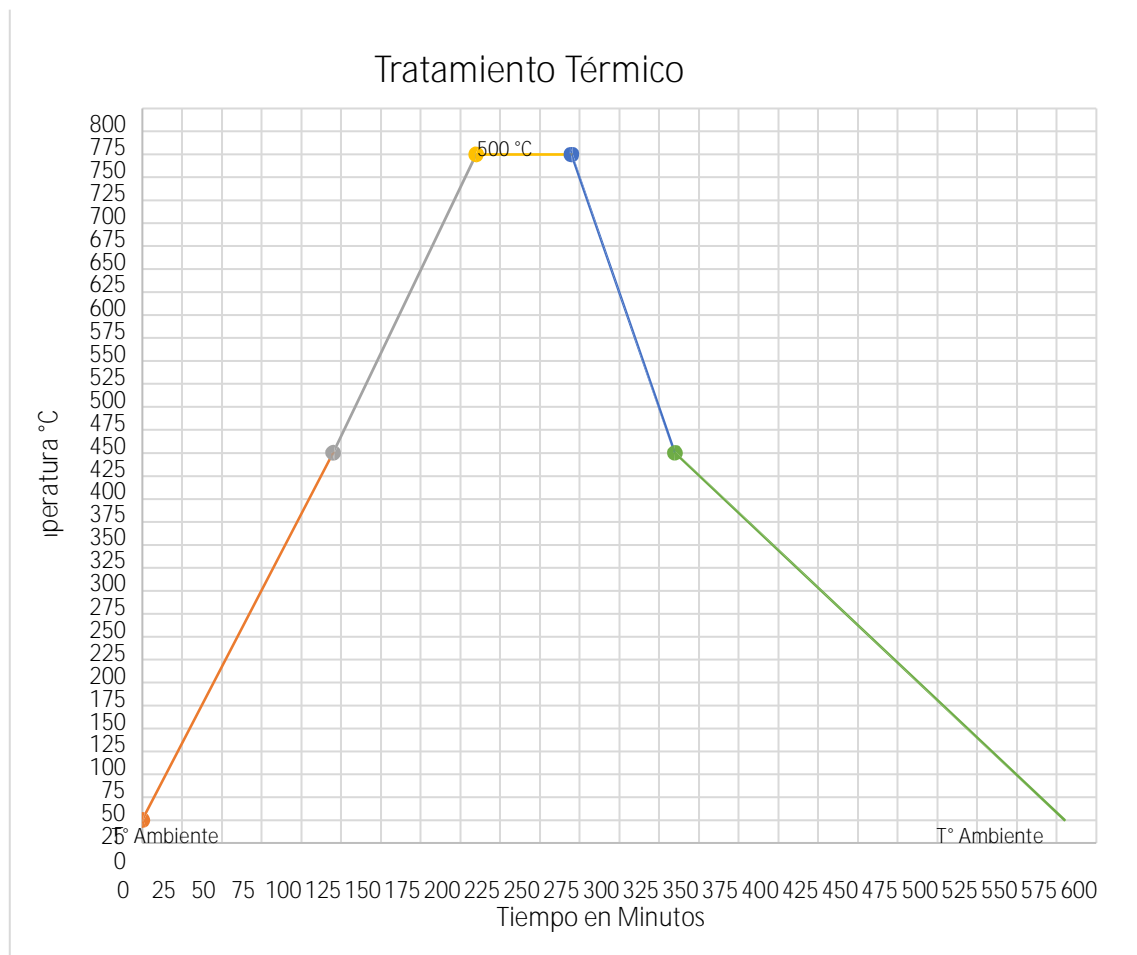


Figura 15. Grafica de 750°C para tratamiento térmico.

870 °C para el Tratamiento térmico.

Tabla 13

Parámetro del tratamiento térmico a 870 °C

Calentamiento		Permanencia		Enfriamiento	
Tasa de calentamiento	Tiempo de calentamiento	T° de permanencia	Tiempo de permanencia	Tasa de enfriamiento	Tiempo de enfriamiento
222 °C/h	121 min.	870 °C	60 min.	280 °C/h	96 min

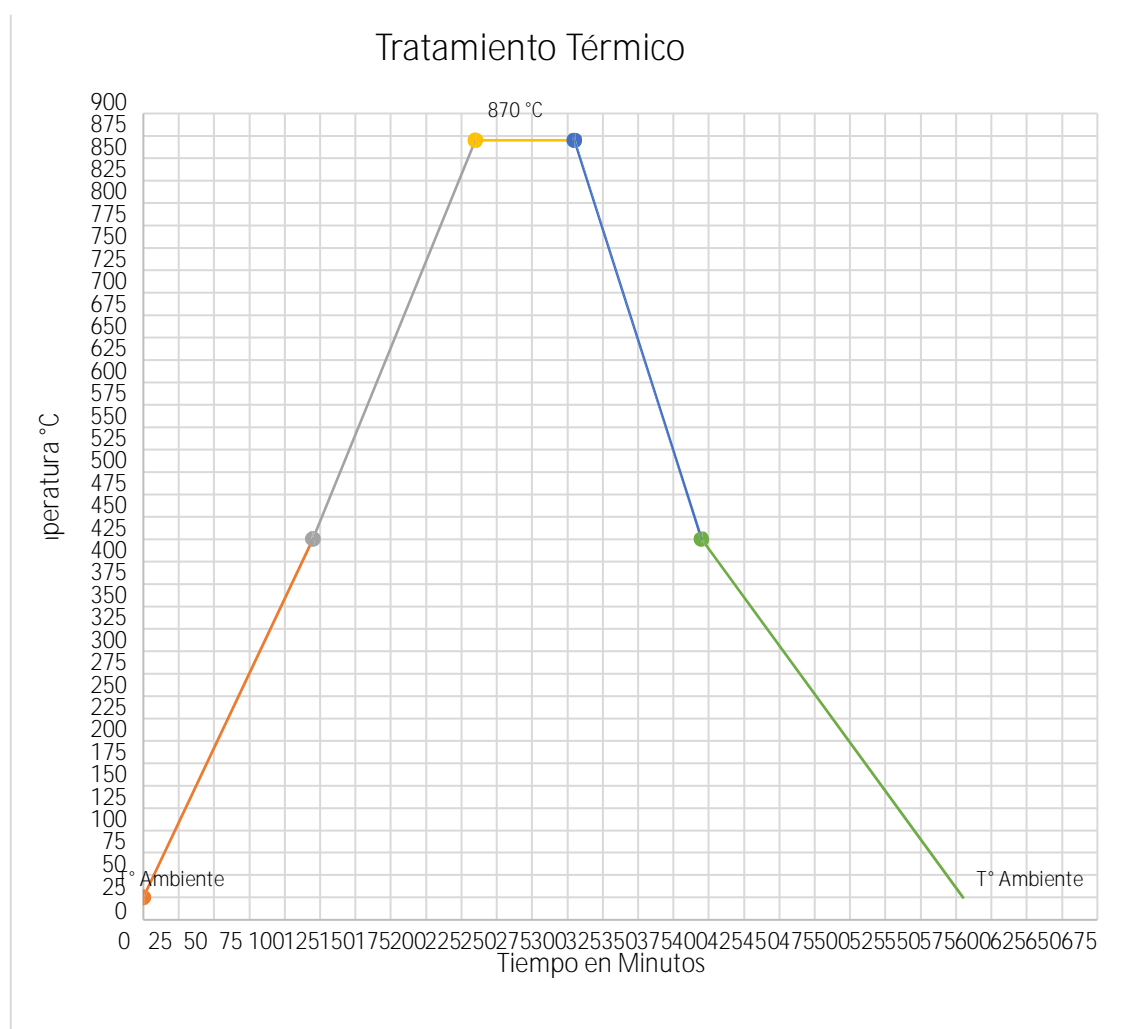


Figura 16. Gráfica de tratamiento térmico a 870 °C.

El proceso la temperatura de tratamiento térmico.

Tabla 14
Temperatura del tratamiento térmico

Hora	Proceso	T°1 °C	T°2 °C	T°3 °C	T°4 °C	T° prom. °C
8:30	Calentamiento	425	---	---	---	425
8:40	Calentamiento	463	---	---	---	463
8:50	Calentamiento	478	---	---	---	478
9:00	Permanencia	500	---	---	---	500
9:10	Permanencia	503	---	---	---	503
9:20	Permanencia	501	---	---	---	501
9:30	Permanencia	500	---	---	---	500
9:40	Permanencia	502	---	---	---	502
9:50	Permanencia	500	---	---	---	500
10:00	Enfriamiento	452	---	---	---	452
10:10	Enfriamiento	400	---	---	---	400
10:20	Enfriamiento			Al aire		
10:30	Enfriamiento					

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Comprueba los tratamientos térmicos en uniones soldadas mejoran las propiedades de mecánicas de las mismas. Los diversos lugares del cordón de soldadura, ZAC y plancha de acero, hay buenos resultado de dureza a 171.33 Brinell, y reducción de durezas la zona afectada térmicamente por la soldadura en 157.33 Brinell a la temperatura de 625°C, siguientes valores de dureza a diversas temperaturas no se considera por su reducción, considera significativa

En soldadura se controla la temperatura del proceso entre pases al iniciar un calentamiento y evitar enfriamiento brusco, se debe considerar el espesor de tubería al iniciar la soldada se calienta zona evitar alteraciones de propiedades mecánicas.

Para el tratamiento térmico de 625°C, se toma una temperatura adecuada, con una temperatura de inicio y final de 425°C, al finalizar se deja la resistencia para un enfriamiento moderado y llegue a temperatura ambiente, obteniendo buenos resultados logrando que el material no se tan frágil, lográndose mejor soldadura en el cordón y espacio térmica mente que es afectado que se busca.

En el tratamiento térmico post soldadura (PWHT), datos obtenidos de ablandamiento de la zona de soldadura y del ZAC, su dureza disminuye inferior 180 HB, se observa dicho parámetro para mejor las propiedades mecánicas. Aplica el PWHT, reducir tensiones residuales causadas por la soldadura.

5.2 RECOMENDACIONES

Para toda junta soldada, proceder a cumplimiento de reglamento, las necesidades de termocuplas, y lugar en el cordón de soldadura.

A 425°C, se recomienda el tratamiento térmico debe empezar, en punto de calentar la tubería colocamos las resistencias, para controlarlo, distribuirlo y que no varíe desmedidamente.

Se recomienda dejar reposar a las juntas soldadas donde se reacomoda la granulometría del metal en un tiempo de 24 horas, antes de realizar algún ensayo.

Los parámetros de los instrumentos, equipos a usar en los tratamientos térmicos y ensayos deben estar calibrados para que la lectura sea adecuada, evitando lecturas erróneas.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

- Adame A. (2015). *Estudio del tratamiento termico post soldadura GTAW en tuberias proceso de acero al carbono ASTM A 106 GR B y su incidencia en la resistencia a la traccion y dureza*. Ambato, Ecuador.
- Camarena, S. (2016). *Influencia de parametros de soldeo en union de tuberias del proyecto linea impulsión de agua desazalinada*. Huancayo: UNCP.
- Cegarra Sanchez. (2004). *Metodologia de la investigacion científica y tecnologica*. Cataluña: Diaz de los Santos.
- Fernandez Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Mc Gram Hill.
- Garcia Rodero, G. (2014). *Alivio de las tensiones residuales*. Pamplona, España: España.
- Guzman F. (2013). *Analisis de aceros por microscopia optica*. Mexico.
- Jimenez, & Bejarano. (2017). *Inspeccion de uniones soldadas mediante ensayo no destructivo con el equipo VEO 16 - 64 Sonatest*. Pereira, Brasil.
- Lagua Perez, F. R. (2018). *Proceso del Tratamiento termico localizado post soldadura (PWHT) para mejorar dureza prefabricado de tuberias del Proyecto de Modernizacion refineria de Talara*. Huacho.
- MIESA. (2017). *Soldadura y Tratamiento Termico*. España: Madrid EOS.
- OerliKon. (1990). *Manual de Soldadura*. Lima, Peru.
- Pellant. (1992). *Manual de identificacion de rocas y minerales*. Barcelona: Omea SAC.
- Pimienta Prieto, J. H., De la Orden, H. A., & Estrada Coronado, M. R. (2012). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Pearson, Barcelona.
- Rodriguez Moreno, C., & Flores Castillo, A. (2003). *Inspeccion de Soldadura, AWS*. Mexico.
- Villanueva , G., & Villanueva, M. (2016). *Analisis microestructural y mecanico de la union soldada mediante proceso Gmaw en acero disimiles AISI 316 y ASTM A36*. Huacho.

ANEXO

Anexo 1

Certificado de Calibración de la Maquina de Tratamiento Térmico



CALIFORZA S.A.C.
Calidad exacta para ti
Norma ISO 9001:2008

CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
RUC: 20565410041

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLT-0132-2017

Expediente : 0198-T0318 Fecha de emisión : 2017-06-30 Página : 1 de 2

- SOLICITANTE :** TESTING SERVICE GROUP S.A.C
DIRECCIÓN : CALLOS ABETOS NRO.158 URB.JAVIER PRADO ET.SEIS - LIMA - LIMA - ATE
- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** MÁQUINA DE TRATAMIENTO TÉRMICO
MARCA : HOTPOIL - EMS
MODELO : 6WPCR
NRO SERIE : 1007
ALCANCE : 0 a 1200 °C
DIVISIÓN DE ESCALA : 1 °C
SENSOR : TERMOCUPLA TIPO K
PROCEDECENCIA : U.S.A
UBICACIÓN : NO INDICA
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO : NO INDICA
- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
 La calibración se realizó el día 19 de Junio del 2017 en las instalaciones de TESTING SERVICE GROUP S.A.C
- MÉTODO.**
 La calibración se efectuó por comparación directa, Tomando como referencia el Procedimiento para la calibración de termómetros digitales PC-017 del SNM-INDECOPi
- PATRÓN DE MEDICIÓN.**
 Se utilizó patrones trazables a las unidades de temperatura y humedad del Sistema Internacional de Unidades calibrados por el INACAL-PERÚ y CALIFORZA S.A.C.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACION	RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	Nº DE CERTIFICADO	ENTIDAD
Termómetro digital	-200 °C a 1372 °C	0,1 °C	± (0,05% +0,3°C)	CLT-0013-2016	CALIFORZA S.A.C.
Termómetro digital	-100 °C a 200 °C	0,0001 °C	± 0,02 °C	LT-312-2017	INACAL - PERÚ
Termohigrómetro Digital	0 a 50 °C / 10 a 85 % H.R.	0,01 °C / 0,01 %	± 0,5 %	LT-311-2017	INACAL - PERÚ

- CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24,2 °C	24,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	74,1%	74,3%
- OBSERVACIONES.**
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95 %.
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color anaranjado.
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.


Walter Joel Torre Cabana
Jefe de Laboratorio




Diego Marín Villavicencio
Gerencia Técnica

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL. DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE CALIFORZA S.A.C.

Jr. Mamacona N° 148 Urb. Mangomarca San Juan de Lurigancho Telef.: 374-3760 RPM: # 999777251 RPC: 992615280
E-mail: infoventas@califorza.com.pe www.califorza.com.pe

RESULTADOS				
	INDICACIÓN DEL SENSOR (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
CHANNEL 1	626.0	-2.1	623.9	0.58
CHANNEL 2	626.0	-0.8	625.2	0.58
CHANNEL 3	624.0	1.4	625.4	0.58
CHANNEL 4	623.0	-1.0	622.0	0.58
CHANNEL 5	623.7	-2.6	621.1	0.89
CHANNEL 6	623.0	-2.3	620.7	0.59

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección



FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 2

Certificado de Calibración del Registrador de Temperatura



CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
 RUC: 20556410041

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CLT-0153-2017

Expediente : 0216-10318 Fecha de emisión : 2017-07-31 Página : 1 de 3

1. SOLICITANTE : TESTING SERVICE GROUP S.A.C
 DIRECCIÓN : CALLOS ABETOS NRO.158 URB.JAVIER PRADO ET SEIS - LIMA - LIMA ATE

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : REGISTRADOR DE TEMPERATURA
 MARCA : CHINO
 MODELO : AL3765 - N00
 NRO SERIE : AL1DYQ184
 ALCANCE : -200 a 1370 °C
 DIVISIÓN DE ESCALA : 1 °C
 SENSOR : TERMOCUPLA TIPO K
 PROCEDENCIA : JAPON
 UBICACIÓN : NO INDICA
 IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO : NO INDICA

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.
 La calibración se realizó el día 4 de Julio del año 2017 en las instalaciones de CALIFORZA S.A.C.

4. MÉTODO.
 La calibración se efectuó por comparación directa. Tomando como referencia el Procedimiento para la calibración de termómetros digitales PC 017 del SMM INDECOP.

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.
 Se utilizó patrones trazables a las unidades de temperatura y humedad del Sistema Internacional de Unidades calibrados por el INACAL - PERÚ y CALIFORZA S.A.C

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INBURACIÓN	RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	Nº DE CERTIFICADO	ENTIDAD
Sensores de Temperatura Tipo K	1300 °C	0,1 °C	clase 2	CLT-0034-2016	CALIFORZA S.A.C.
Termómetro digital	-200 °C a 1372 °C	0,1 °C	+(0,05% -0,2%)	CLT.0013-2016	CALIFORZA S.A.C.
Termómetro digital	-100 °C a 200 °C	0,0001 °C	± 0,02 °C	LT-312-2017	INACAL - PERU
Termohigrómetro Digital	0 a 50 °C / 10 a 95 % H.R.	0,01 °C / 0,01 %	±1,0%	LT-311-2017	INACAL - PERU

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,8 °C	25,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	42,8%	43,0%

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza de 95%.
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color anaranjado.
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
 El equipo en mención fue ajustado previamente a la realización de la calibración.

Walker Joel Torco Catuzza
 Jefe de Laboratorio



Diego Marín Vlahic Espinoza
 Gerencia Técnica

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE CALIFORZA S.A.C.

Jr. Mamacona N° 148 Urb. Mangomarca San Juan de Lurigancho Telef.: 374-3760 RPM: # 999777251 RPC: 992615280
 E-mail: infoventas@califorza.com.pe www.califorza.com.pe



CALIFORZA S.A.C.
Calidad exacta para ti
Norma ISO / IEC 17025

CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
RUC: 20585410041

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Certificado N° : *CLT-0133-2017*

Página : *2 de 3*

RESULTADOS				
	INDICACIÓN DEL SENSOR (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
CHANNEL 1	151,1	1,1	150,0	0,58
CHANNEL 2	151,4	-1,4	150,0	0,59
CHANNEL 3	150,8	0,8	150,0	0,58
CHANNEL 4	149,1	0,9	150,0	0,58
CHANNEL 5	148,5	1,5	150,0	0,59
CHANNEL 6	148,7	1,3	150,0	0,58

	INDICACIÓN DEL SENSOR (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
CHANNEL 7	597,9	2,1	600,0	1,32
CHANNEL 2	597,8	2,2	600,0	1,30
CHANNEL 3	598,3	1,7	600,0	1,32
CHANNEL 4	598,7	1,8	600,0	1,32
CHANNEL 5	601,8	-1,8	600,0	1,30
CHANNEL 6	601,0	1,0	600,0	1,32

ESTA HOJA NO ESTÁ EN EL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE CALIFORZA S.A.C.

Jr. Mamacona N° 148 Urb. Mangamarca San Juan de Lurigancho Telef.: 374-3760 RPM; # 999777251 RPC: 992615280
E-mail: infoventas@califorza.com.pe www.califorza.com.pe

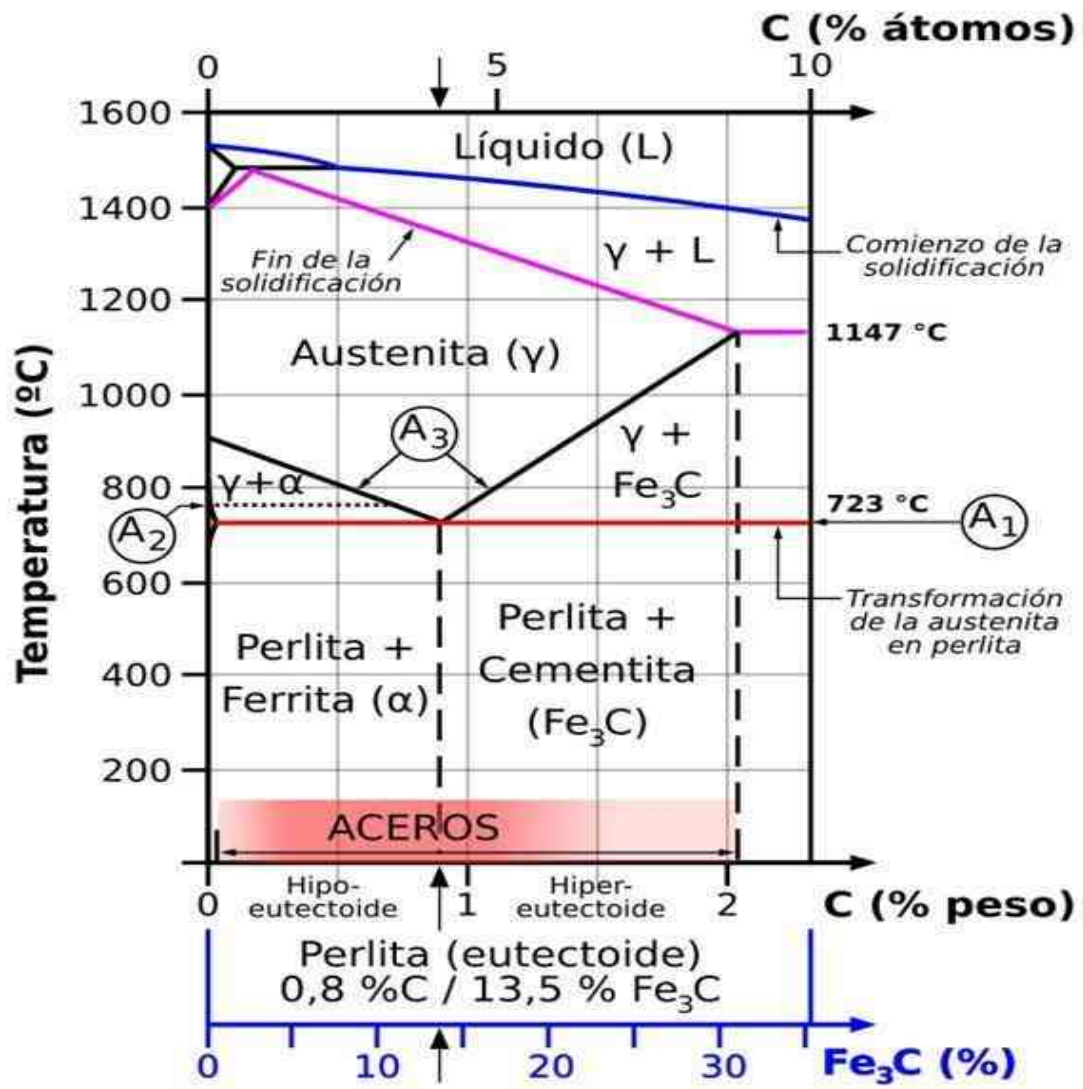


Figura 17. Diagrama hierro – carbono.

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
General	General	General	Independiente		
¿Cómo influyen los tratamientos térmicos en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?	Evaluar tratamientos térmicos en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017..	Al realizar tratamientos térmicos va influir en las uniones soldadas de acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017	Influencia de los tratamientos térmicos		Población:
Específico	Específico	Específico	Dependiente		Empresa Técnica
¿Cómo influyen los procesos de soldadura en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?	Conocer procesos de soldadura en uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.	Los procesos de soldadura van influir las uniones soldadas de acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017		La investigación es experimental, los datos obtienen del Laboratorio	
¿En qué medida los procedimientos de tratamiento térmico influyen en la soldadura de uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017	Determinar los procedimientos de tratamiento térmico en la soldadura de uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017..	La selección de temperatura de tratamiento térmico nos determinara las propiedades de uniones soldadas enacero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017	Uniones soldadas		Muestra: Uniones Soldadas
¿Cómo influyen los tratamientos térmicos post soldadura en las uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017?	Identificar los tratamientos térmicos post soldadura en las uniones soldadas acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017.	· Los tratamientos térmicos post soldadura va influir en las uniones soldadas de acero al carbono - Empresa Tecnicas Metálicas Ingenieros 2017			