

Introducción

El presente Manual de Control de Calidad de procedimientos para elaboración de estructuras metálicas tiene como objetivo servir de instrumento de apoyo en el funcionamiento institucional, al compendiar en forma ordenada, secuencial y detallada las operaciones realizadas en Grupo CONINTE división estructuras metálicas.

Contempla la descripción del procedimiento: revisión y validación de estructuras metálicas, su objetivo, las normas que rigen para su elaboración, así como la diagramación del proceso.

Cabe señalar que este documento deberá actualizarse en la medida que se presenten modificaciones en su contenido, en la normatividad establecida o en algún aspecto que influya en la operatividad del mismo.

Este documento cuenta con 7 capítulos, los capítulos contienen desde los antecedentes de la empresa Grupo CONINTE hasta la elaboración de estructuras metálicas, cada capítulo contiene documentos de llenado para su mejor control de las actividades por realizar.

Objetivos Generales

Contar con un manual de procedimientos que tenga plasmado todo el proceso de producción, en el cual pueda resolver cualquier duda respecto a los diferentes procesos realizados desde la llegada del material hasta el terminado de la estructura y dar con esto la pauta para tener un proceso de elaboración controlado de acuerdo con la normas de control de calidad adoptada en la empresa.

Objetivos Específicos

- Establecer los objetivos de calidad en los procesos, las funciones y niveles de la organización, haciendo participar al personal y procurando la mejora continua y permanente.
- Emplear toda la capacidad de la organización para cumplir los plazos estipulados, manteniendo la calidad de los productos;
- Crear en todos los empleados una cultura de líder en compromiso con la calidad en el desarrollo de los procesos, con el medio ambiente y la prevención de riesgos.
- Establecer, documentar, implementar y mantener el SGC en un proceso de mejora continua para lograr la política de calidad y los objetivos generales impuestos por la empresa.

Alcance

Este manual va dirigido a toda el área de producción de estructuras metálicas, desde ingenieros hasta lo obreros, se planea plasmar todos los procedimientos y así estandarizarlo de manera natural en todo el taller.

Justificación

Actualmente en la división de estructuras metálicas del Grupo CONINTE no existe un documento que determine o respalde todo el procedimiento de elaboración de estructuras metálicas, donde especifique las características en cada etapa que concierne a la elaboración de las estructuras. Debido a lo anterior es necesaria la elaboración de un documento que respalde todo este procedimiento y así generar un estándar interno de cómo se debe trabajar y requisitos que se deben cumplir para poder aceptar una pieza en cada etapa del proceso.

Capítulo 1

Antecedentes

1.1 Antecedentes

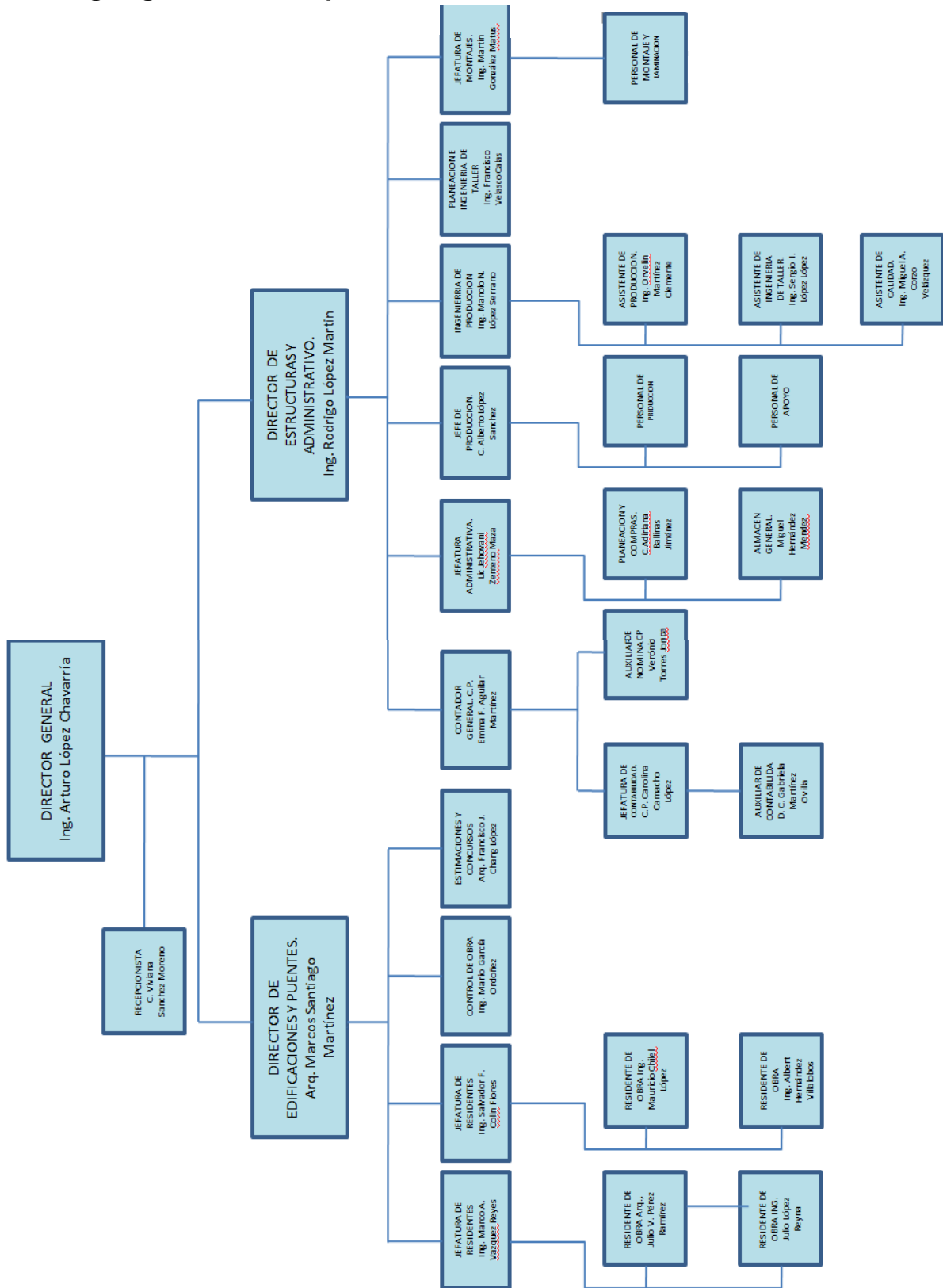
Grupo Coninte cuenta con un sólido respaldo técnico que con más de 22 años de experiencia, ha garantizado el logro de los objetivos de cada proyecto, lo cual ha permitido mantener la confianza de nuestros clientes a través del tiempo.

Refrendamos su compromiso de calidad, economía y confiabilidad para satisfacer las demandas que la industria de la construcción requiere. En un principio desarrollo la tecnología de la estructura espacial aplicada a puentes, siendo líder constructor en el sureste de México con más de 5 Km. construidos. Hoy en día, se trabaja como empresa integral en el Diseño, Fabricación y Construcción de desarrollos por lo que nuestra organización se estructura de la siguiente manera:

División Desarrollos Industriales y Comerciales
División Estructuras
División Edificación
División Proyectos y Supervisión
División Puentes

Ha crecido nuestro Campo de Acción desde el sureste hasta el centro y norte del país. El personal especializado ha garantizado la planeación y construcción en tiempo y costo. Cuenta con sistemas para diseñar estructuras, lo que le permite ofrecer un sin número de alternativas para sus próximos proyectos. De igual forma mantiene alianzas con los principales fabricantes del país, lo que hace que su servicio sea confiable, versátil y económico. Ofrecemos el paquete completo de asesoría, diseño, construcción y supervisión, simplificando a sus clientes la ejecución y control de los trabajos, ya que el proceso se conduce a través de una sola empresa bajo una sola responsabilidad.

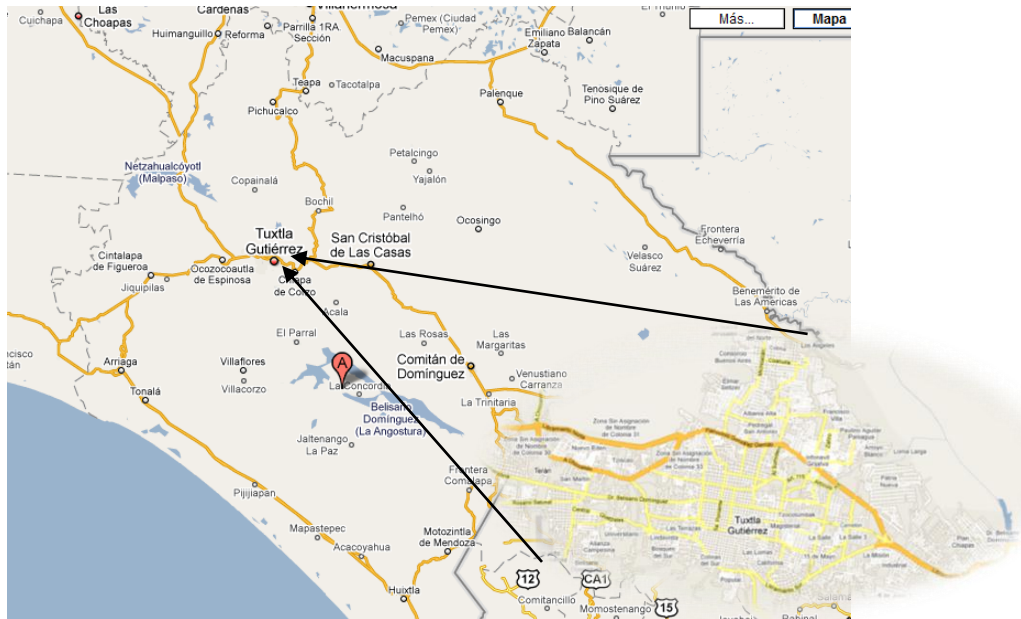
1.2 Organigrama de la empresa



1.3 Localización

Grupo CONINTE es una empresa localizada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez en el estado de Chiapas. Cuenta con una oficina localizada en la 14 poniente sur # 115 y un taller para la elaboración de estructuras metálicas localizado en la Calzada al aeropuerto Terán # 1455.

1.3.1 Macrolocalización



1.3.2 Microlocalización



1.4 Tipos de procesos

La empresa Grupo CONINTE S.A. de C.V. cuenta con 3 procesos ya delimitado para la elaboración de estructuras metálicas. Estos procesos se realizan de manera separada y son dependientes uno del otro y son los siguientes:

- Ingeniería de taller
- Elaboración de las estructuras metálicas
- Montaje de estructuras

1.4.1 Procesos realizados en los talleres de Grupo CONINTE división estructuras metálicas

Para fines de este manual solamente se centrará a lo que concierne a la elaboración de estructuras metálicas, por lo cual se describirá todas las actividades realizadas en el taller división estructuras metálicas, entre las que se encuentran:

- Plantillaje.
- Marcado de ejecución.
- Cortes y perforaciones.
- Armado.
- Soldadura
- Preparación de superficies y pintura.
- Marcado e identificación.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Una Mirada Histórica

El uso de hierro en la construcción se remonta a los tiempos de la Antigua Grecia; se han encontrado algunos templos donde ya se utilizaban vigas de hierro forjado. En la Edad Media se empleaban elementos de hierro en las naves laterales de las catedrales.

Pero, en verdad, comienza a usarse el hierro como elemento estructural en el siglo XVIII; en 1706 se fabrican en Inglaterra las columnas de fundición de hierro para la construcción de la Cámara de los Comunes en Londres.

El hierro irrumpe en el siglo XIX dando nacimiento a una nueva arquitectura, se erige en protagonista a partir de la Revolución Industrial, llegando a su auge con la producción estandarizada de piezas. Aparece el perfil "doble T" en 1836, reemplazando a la madera y revoluciona la industria de la construcción creando las bases de la fabricación de piezas en serie.

Existen obras significativas del siglo XIX exponentes de esa revolución: La primera es el Palacio de Cristal, de Joseph Paxton, construida en Londres en 1851 para la Exposición Universal; esta obra representa un hito al resolver estructuralmente y mediante procesos de prefabricación el armado y desarmado, y establece una relación novedosa entre los medios técnicos y los fines expresivos del edificio.

Otra obra ejecutada con hierro, protagonista que renueva y modifica formalmente la arquitectura antes de despuntar el siglo XX es la famosa Torre Eiffel (París, Francia).

El metal en la construcción precede al hormigón; estas construcciones poseían autonomía propia complementándose con materiales pétreos, cerámicos, cales, etc. Con la aparición del concreto, nace esta asociación con el metal dando lugar al hormigón armado.

Todas las estructuras metálicas requieren de cimentaciones de hormigón, y usualmente se ejecutan losas, forjados, en este material.

Actualmente el uso del acero se asocia a edificios con características singulares ya sea por su diseño como por la magnitud de luces a cubrir, de altura o en construcciones deportivas (estadios) o plantas industriales.

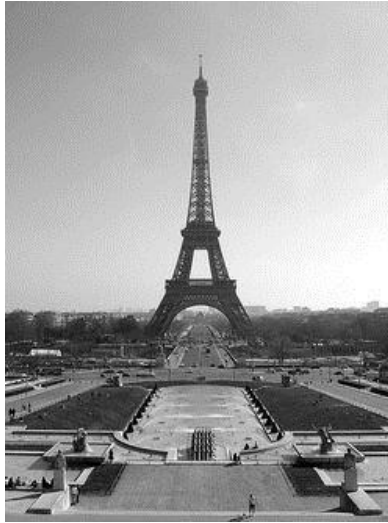


Fig. 2.1 Torre Eiffel

2.2 Acero

Actualmente no se puede hablar de estructuras metálicas sin pensar en el acero, esto es debido a versatilidad para este tipo de trabajo.

El acero es una aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%. Porcentajes mayores que el 2,0% de carbono dan lugar a las fundiciones, aleaciones que al ser quebradizas y no poderse forjar (a diferencia de los aceros), se moldean.

La definición anterior, sin embargo, se circunscribe a los aceros al carbono en los que éste último es el único aleante o los demás presentes lo están en cantidades muy pequeñas pues de hecho existen multitud de tipos de acero con composiciones muy diversas que reciben denominaciones específicas en virtud ya sea de los elementos que predominan en su composición (aceros al silicio), de su susceptibilidad a ciertos tratamientos (aceros de cementación), de alguna característica potenciada (aceros inoxidable) e incluso en función de su uso (aceros estructurales). Por la variedad ya apuntada y por su disponibilidad (sus dos elementos primordiales abundan en la naturaleza facilitando su producción en cantidades industriales) los aceros son las aleaciones más utilizadas en la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, habiendo contribuido al alto nivel de desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas. Sin embargo, en ciertos sectores, como la construcción aeronáutica, el acero apenas se utiliza debido a que es un material muy denso, casi tres veces más denso que el aluminio (7850 kg/m^3 de densidad frente a los 2700 kg/m^3 del aluminio).

2.2.1 Acero estructural

Se conoce como acero estructural al resultado de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le tributan características específicas. El acero laminado en caliente, fabricado con fines estructurales, se denomina como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 250 MPa (2 549 Kg/cm²).

El acero estructural se puede clasificar según su forma el acero estructural se clasifica en:

- **Perfiles estructurales:** Son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en Forma de H, T, I, ángulo o canal, etc. Son utilizados cuando se requiere una cierta rigidez, o cuando las inversiones de carga pueden someter al miembro diseñado para tensión a ciertas compresiones, los cables varillas y barras no cumplirán con las necesidades del caso.

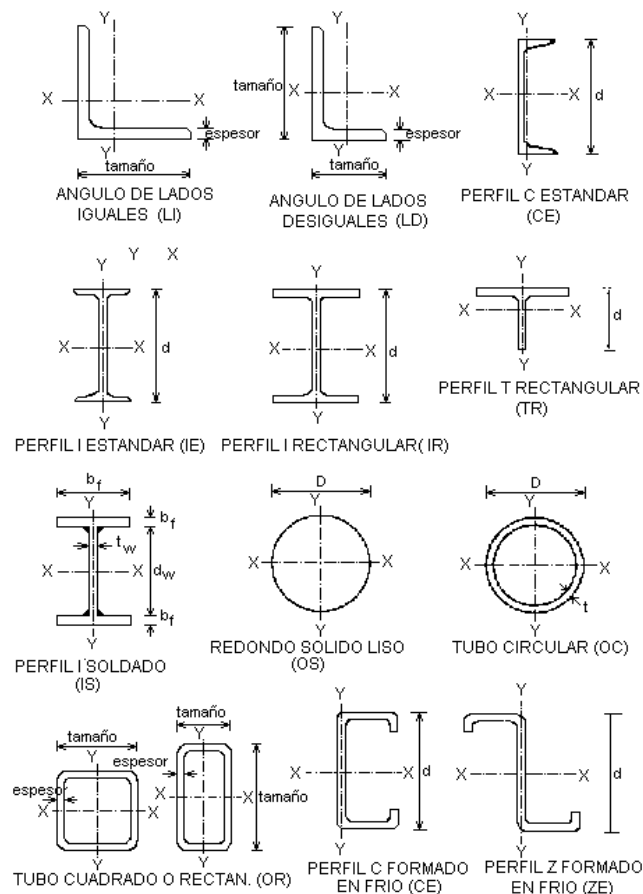


Fig. 2.2 Perfiles estructurales

- Barras: Estas son Piezas de acero laminado, en donde su sección transversal en todos los tamaños puede ser hexagonal, cuadrada o circular; sus dimensiones varían según su proceso de elaboración y la forma que se desea.

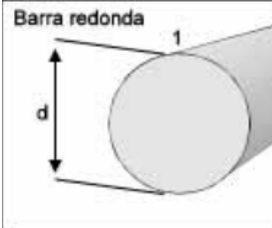
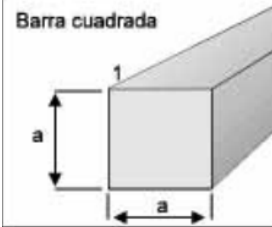
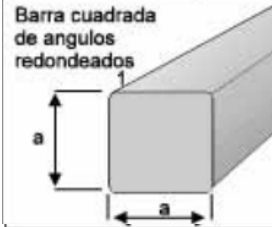
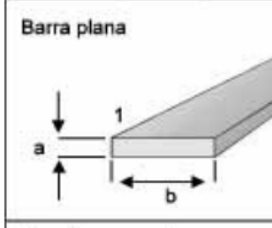
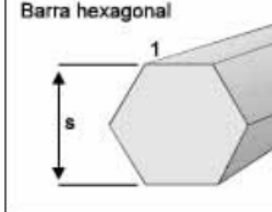
FORMAS		Forjado		Rolado en caliente		Estirado en frío	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
 <p>Barra redonda</p>		25mm - 500mm 1" - 20"	10mm - 130mm .40" - 5"	12mm - 75mm 1/2" - 3"			
 <p>Barra cuadrada</p>		40mm - 500mm 1 5/8" - 20"	15mm - 42mm .60" - 1 5/8"	Pedido especial			
 <p>Barra cuadrada de ángulos redondeados</p>		40mm - 500mm 1 5/8" - 20"	55mm - 150mm 2" - 6"	Pedido especial			
 <p>Barra plana</p>		40mm - 120mm x 100mm - 600mm 1 5/8" - 4 3/4" x 4" - 24"	4mm - 30mm x 10mm - 80mm .16" - 1 3/16" x .40" - 3 1/8"	Pedido especial			
 <p>Barra hexagonal</p>		20mm - 80mm 3/4" - 3 1/8"	10mm - 38mm .40" - 1 5/8"	Pedido especial			

Fig. 2.3 Diversas formas de las barras de acero

- Planchas: Es un producto plano de acero laminado en caliente, son un elemento muy popular en toda la industria metálica, ya que su geometría permite la fabricación de una diversidad de elementos, así como de aplicaciones las cuales van desde la utilización para construcción de tanques

hasta la de recubrimientos para evitar desgaste o para asilar elementos peligrosos se la puede encontrar con una superficie lisa o con resaltes conocida como antideslizante, elaboración de vigas, columnas, generar elementos con geometría compleja, etc. Las presentaciones pueden ser desde anchos de ¼” hasta 2”, longitudes de 6.10 m y 1.70 m de ancho.

2.2.2 Ventajas del acero

- La alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos.
- Las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.
- El acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables.
- Los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.
- El acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes (ductilidad).
- El acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica).
- El acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.
- El acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.
- Las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.
- El acero es un material 100 % reciclable además de ser degradable por lo que no contamina.
- El acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.
- El acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

2.2.3 Desventajas del acero

El acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.

En el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.

Debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicas las columnas de acero.

La resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas). Resistencia de plastificación solamente para columnas cortas.

2.3 Estructuras Metálicas

Las Estructuras Metálicas constituyen un sistema constructivo muy difundido en varios países, cuyo empleo suele crecer en función de la industrialización alcanzada en la región o país donde se utiliza. Se lo elige por sus ventajas en plazos de obra, relación coste de mano de obra – coste de materiales, financiación, etc.

Las estructuras metálicas poseen una gran capacidad resistente por el empleo de acero. Esto le confiere la posibilidad de lograr soluciones de gran envergadura, como cubrir grandes luces, cargas importantes. Al ser sus piezas prefabricadas, y con medios de unión de gran flexibilidad, se acortan los plazos de obra significativamente. La estructura característica es la de entramados con nudos articulados, con vigas simplemente apoyadas o continuas, con complementos singulares de celosía para arriostrar el conjunto.

En algunos casos particulares se emplean esquemas de nudos rígidos, pues la reducción de material conlleva un mayor coste unitario y plazos y controles de ejecución más amplios. Las soluciones de nudos rígidos cada vez van empleándose más conforme la tecnificación avanza, y el empleo de tornillería para uniones, combinados a veces con resinas.

2.3.1 Tipos de estructura

- Tipo 1: Comúnmente designados marcos rígidos o estructuras continuas, los miembros que las componen están unidas por conexiones rígidas (nudos rígidos). Tales conexiones deben ser capaces de transmitir cuando menos

1.25 veces el momento y fuerzas normales y cortantes de diseño de cada uno de los miembros que une la conexión.

- Tipo 2: Comúnmente designados armaduras, unidas con conexiones que permiten rotaciones relativas, siendo capaces de transmitir el 100% de las fuerzas normales y cortantes, así como momentos no mayores del 20% de los momentos resistentes de diseño de los miembros que une la conexión.

2.3.2 Ventajas de las Estructuras Metálicas

- Construcciones a realizar en tiempos reducidos de ejecución.
- Construcciones en zonas muy congestionadas como centros urbanos o industriales en los que se prevean accesos y acopios dificultosos.
- Edificios con probabilidad de crecimiento y cambios de función o de cargas.
- Edificios en terrenos deficientes donde son previsibles asentamientos diferenciales apreciables; en estos casos se prefiere los entramados con nudos articulados.
- Construcciones donde existen grandes espacios libres, por ejemplo: locales públicos, salones.
-

2.3.3 Donde No Construir Estructuras Metálicas

No está recomendado el uso de estructuras metálicas en los siguientes casos:

- Edificaciones con grandes acciones dinámicas.
- Edificios ubicados en zonas de atmósfera agresiva, como marinas, o centros industriales, donde no resulta favorable su construcción.
- Edificios donde existe gran preponderancia de la carga del fuego, por ejemplo almacenes, laboratorios, etc.

2.3.4 Comportamiento Estructural

Estas estructuras cumplen con los mismos condicionantes que las estructuras de hormigón, es decir, que deben estar diseñadas para resistir acciones verticales y horizontales.

En el caso de estructuras de nudos rígidos, situación no muy frecuente, las soluciones generales a fin de resistir las cargas horizontales, serán las mismas que para Estructuras de Hormigón Armado.

Pero si se trata de estructuras articuladas, tal el caso normal en estructuras metálicas, se hace necesario rigidizar la estructura a través de triangulaciones

(llamadas cruces de San Andrés), o empleando pantallas adicionales de hormigón armado.

2.3.5 Ejecución de Estructuras Metálicas

Se describen aquí las operaciones para la Ejecución de Estructuras Metálicas, desde las tareas en taller hasta los trabajos realizados en obra, así como también los controles de dicha ejecución y de sus materiales. Incluye elaboración, suministro y montaje de toda la Estructura Metálica, bien sea soldada o atornillada.



Antes de comenzar con la fabricación, deberán estar confeccionados los planos de taller. Previamente al montaje de la estructura metálica, estará ejecutada la cimentación correspondiente, respetando todas las cotas de proyecto y provista ésta de sus correspondientes elementos de unión con la estructura (chapas de anclaje, cajetines).

Comprobar en obra las cotas de replanteo de la estructura para la realización de los planos de taller, para definir completamente todos los elementos de la estructura.

Estos planos deberán contener:

- Las dimensiones necesarias para la definición de todos los elementos integrantes de la estructura.
- Las contraflechas de vigas, cuando se hayan previsto.
- La disposición de las uniones, inclusive todas las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases de unión: de fuerza y de atado.
- El diámetro de los agujeros de tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- Las clases y diámetros de los tornillos empleados.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos usados en cada caso y posiciones de soldeo, los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.

- Todo plano de taller debe indicar tipo de perfiles, clases de aceros usados, los pesos y marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

En la ejecución de una estructura metálica hay que distinguir dos fases:

- Fabricación en Taller
- Montaje en Obra

2.3.6 Fabricación en Taller

Los trabajos a realizar en taller conllevan un proceso en el orden siguiente:

1. Plantillaje
2. Marcado de ejecución
3. Cortes y perforaciones
4. Armado
5. Soldadura
6. Preparación de superficies y pintura
7. Marcado e identificación de elementos

2.3.6.1 Plantillaje.

Consiste en realizar las plantillas a tamaño natural de todos los elementos que lo requieren, en especial las plantillas de los nudos y las de las cartelas de unión. Cada plantilla llevará la marca de identificación del elemento a que corresponde y los números de los planos de taller en que se define. Se indicarán los diámetros definitivos de cada perforación y su exacta posición.

El trazado de las plantillas es realizado por personal especializado, ajustándose a las cotas de los planos de taller, con las tolerancias fijadas en el proyecto. Las plantillas se realizarán en un material que no se deforme ni se deteriore durante su manipulación. De manera general se usa lámina lisa.

Estos trabajos se efectúan previamente al marcado de ejecución, para que todos tengan la forma exacta deseada. En cada una de las piezas se procederá a:

- Eliminar los defectos de laminación, que por detalles mínimos, no han sido descartados.

- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Eliminar toda la suciedad e impurezas que se hayan adherido.

La operación de enderezado en los perfiles y la de planeado en las chapas se hará en frío preferentemente, mediante prensa o máquina de rodillos. Los trabajos de plegado o curvado se realizarán también en frío. No se admite en el producto ninguna abolladura a causa de las compresiones, ni grietas debidas a las tracciones que se produzcan durante la conformación.

2.3.6.2 Marcado de ejecución.

Previamente al marcado de ejecución, se realiza el conformado de las piezas para que todos tengan la forma exacta deseada. En cada uno de los productos se procederá a:

- Eliminar los defectos de laminación, que por detalles mínimos, no han sido descartados.
- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Eliminar toda la suciedad e impurezas que se hayan adherido.

La operación de enderezado en los perfiles y la de planeado en las chapas se hará en frío preferentemente, mediante prensa o máquina de rodillos. Los trabajos de plegado o curvado se realizarán también en frío.

No se admite en el producto ninguna abolladura a causa de las compresiones, ni grietas debidas a las tracciones que se produzcan durante la conformación.

Estas tareas se efectúan sobre los productos preparados de las marcas precisas para realizar los cortes y perforaciones indicadas.

2.3.6.3 Cortes y perforaciones.

Este procedimiento de corte sirve para que las piezas tengan sus dimensiones definitivas.

- El corte puede hacerse con sierra, cizalla, disco o máquina de oxicorte.
- No se permite el corte con arco eléctrico.

- El uso de la cizalla se permite solamente para chapas, planos y angulares, de un espesor que no sea superior a 15 mm.
- La máquina oxicorte se permite tomando las precauciones necesarias para conseguir un corte regular, y para que las tensiones o transformaciones de origen térmico producidas no causen perjuicio alguno.
- El óxido adherido y rebabas, estrías o irregularidades en bordes, producidas en el corte, se eliminarán posteriormente mediante piedra esmeril, buril y esmerilado posterior, cepillo o fresa, terminándose con esmerilado fino. Esta operación deberá efectuarse con mayor esmero en las piezas destinadas a estructuras que serán sometidas a cargas dinámicas.
- Los biseles se realizarán con las dimensiones y los ángulos marcados en los planos de taller. Se recomienda su ejecución mediante máquina herramienta u oxicorte automático, con estas prescripciones permitiéndose buril y esmerilado posterior.
- Todo ángulo entrante debe ejecutarse sin arista viva, redondeado con el mayor radio posible.
- Es conveniente fresar los bordes de apoyo de todo soporte en un plano perpendicular a su eje, para lograr un contacto perfecto con la placa o con soportes contiguos.

2.3.6.4 Armado

Esta operación tiene por objeto presentar en taller cada uno de los elementos estructurales que lo requieran, ensamblando las piezas que se han elaborado, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas. Se armará el conjunto del elemento, tanto el que ha de unirse definitivamente en taller como el que se unirá en obra.

Las piezas que han de unirse con soldadura, se fijarán entre sí con medios adecuados que garanticen, sin una excesiva coacción, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente, para conseguir exactitud en la posición y facilitar el trabajo de soldeo.

Se harán las siguientes comprobaciones:

- Identificación y disposición de elementos.
- Situación de los ejes de simetría.
- Situación de las zonas de sujeción a elementos contiguos.
- Ausencia de alabeos y abolladuras.

2.3.6.5 Soldadura

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, usualmente logrado a través de la fusión, en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico).

Todas las preparaciones de las juntas para soldar se basan en precalificados encontrados en el manual de AWS Sección III, esto permite tener un proceso respaldado en procedimientos adecuado a nuestras necesidades.

2.3.6.6 Preparación de superficies y pintura.

Todos los elementos estructurales deben ser suministrados, salvo otra especificación particular, con la preparación de las superficies e imprimación correspondiente.

Las superficies se limpiarán cuidadosamente, eliminando todo rastro de suciedad, cascarilla óxido, gotas de soldadura o escoria, mediante limpieza por carda y disco de desgaste, para que la pieza quede totalmente limpia. Después de estar limpia la pieza se procede a preparar la pieza para la aplicación de la pintura esto se realiza aplicando tiner en toda la pieza y así asegurar una buena adherencia de la pintura en la pieza.

Deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- Revisión de certificados de pintura.
- Inspección visual de la preparación de superficies.
- Ensayo de adherencia.
- Control de espesor eficaz.

2.3.6.7 Marcado e identificación.

En cada una de las piezas preparadas en el taller se marcará con pintura la identificación correspondiente con que ha sido designada en los planos de taller para el armado de los distintos elementos.

Del mismo modo, cada uno de los elementos terminados en el taller llevará la marca de identificación prevista en los planos de taller para determinar su posición relativa en el conjunto de la obra.

2.3.7 Montaje en obra

Dentro de esta fase el proceso a seguir es el siguiente:

- Programa de Montaje.
- Recepción, Almacenamiento y Manipulación.
- Montaje.

2.3.7.1 Programa de montaje

Se redactará un programa de montaje detallando lo siguiente:

- Descripción de la ejecución en fases, el orden asignado y los tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- Descripción del equipo a emplear en el montaje de cada fase.
- Cimbras, apeos y todo elemento empleado para sujeción provisional.
- Listado del personal asignado para realizar cada fase con especificación de su calificación profesional.
- Elementos de seguridad y protección del personal.
- Control y verificación de los replanteos.
- Control y verificación de aplomos, nivelaciones y alineaciones.

2.3.7.2 Recepción, almacenamiento y manipulación

Todos los elementos de la estructura deben tener sus marcas de identificación. El almacenamiento y depósito de los elementos que integran la obra se debe hacer guardando un orden estricto y en forma sistemática, a fin de no generar demoras o errores en el montaje.

Las manipulaciones para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje deben efectuarse con el cuidado suficiente para no producir solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar las piezas o la pintura.

Deben protegerse las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, ganchos o cables que se utilicen en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura. Antes de realizar el montaje, se deberá corregir con cuidado cualquier abolladura, torcedura o comba que haya aparecido durante las operaciones de transporte. Si el defecto no se puede corregir, o se presume que después de

corregido puede afectar la resistencia o estabilidad de la estructura, se rechaza la pieza marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

2.3.7.3 Montaje.

Sobre las cimentaciones previamente ejecutadas se apoyan las bases de los primeros pilares o pórticos. Estas bases se nivelan con cuñas de acero. Es conveniente que la separación esté comprendida entre 40 y 80 mm. Después de acuñadas las bases, se procede a la colocación de vigas del primer forjado y luego se alinean y aploman los pilares y pórticos.

Los espacios entre las bases de los pilares y la cimentación deben limpiarse y luego se rellenan por completo con mortero u hormigón de cemento portland y árido; el árido no podrá tener una dimensión mayor que $1/5$ del espesor del espacio que debe rellenarse, y su dosificación no menor que $1/2$.

Las sujeciones provisionales de los elementos durante fase de montaje se aseguran para resistir cualquier esfuerzo que se produzca durante los trabajos. En el montaje se realiza el ensamble de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas.

No se comienza el atornillado definitivo o soldeo de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición definitiva. Las uniones atornilladas o soldadas seguirán deben realizarse según las especificaciones de la normativa en vigor.

Capítulo 3

Contratación de personal

3.1 Contratación de personal

En la elaboración de estructuras metálicas se requiere mano de obra calificada la cual debe pasar por diferentes prueba que demuestres sus capacidades y aptitudes. Los tipos de trabajadores necesarios son los siguientes: armadores, soldadores, ayudantes, montadores, medios oficiales, operadores.

Antes de contratar cualquier personal, este debe pasar pruebas que demuestren que son capaces de desempeñar dicho puesto, esta prueban varían dependiendo el puesto, a continuación se enumeran las características de cada una para cada una de las áreas.

Para la contratación de cualquier tipo de personal primeramente se debe llenar la ficha de puesto de trabajo, con los datos necesarios sobre el puesto y las características que debe cumplir el aspirante al puesto. El formato adecuado para llenar es el ASK 01 que se muestra en las páginas siguientes.

3.2 Armadores

El nombre de armadores se designa a todos los trabajadores que se encargan de ensamblar todas las piezas ya habilitadas, ya sean perfiles, placas, tubos, etc., y así elaborar una pieza terminada. Existen un sin número de piezas que pueden elaborar al igual que actividades, que van desde elaboración de columnas, empates (perfiles o placa), biseles, preparación de junta para soldar, muñones.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Contratación Armador
No.	Actividad
1	Las pruebas para el puesto de armador, básicamente se basa en la elaboración de alguna pieza, la calificación depende de los siguientes factores: <ul style="list-style-type: none">▪ Tiempo de elaboración.▪ Cumplimiento de las medidas de la pieza estas son:<ul style="list-style-type: none">○ Longitudinalmente.○ Simetría.○ Altura.

<ul style="list-style-type: none">▪ Limpieza en la pieza.<ul style="list-style-type: none">○ Antes de colocar las piezas en su posición final es necesario pulir las partes que entran en contacto para la unión.○ Es necesario eliminar la rebaba que muchas veces queda como producto durante el corte de la pieza por oxicorte. ▪ Aplicación de puntos de soldadura. ▪ Para el conformado en frío no utilizar cuñas. ▪ Las preparaciones juntas para la aplicación de soldadura, deben cumplir con los siguientes puntos:<ul style="list-style-type: none">○ Los grados del bisel.○ La abertura de raíz. <p>Si es necesario la placa de respaldo debe ir completamente pegada sin aberturas.</p>
--

3.3 Soldadores

Son los trabajadores encargados de la aplicación de la soldadura a todas las piezas elaboradas por los armadores, los soldadores tienen la responsabilidad de que la pieza conserve su forma después de soldar ya sea que se mantenga alineada, esto es importante debido que la soldadura se contrae conforme se va enfriando y por lo cual la forma de aplicación debe ser cuidadosa.

Para que los soldadores sean contratados deben pasar una prueba claramente determinadas, la calificación se basa en la forma de ejecución para las diferentes posiciones como están especificadas en el manual de la AWS.

Las formas de aplicación de soldadura a evaluar pueden ser de dos tipos; filete (Fig. 3.1) y penetración (Fig. 3.2).

Antes de comenzar cualquier prueba, se debe elaborar una probeta con las características que se desean evaluar. Ya sea filete o penetración existen 4 posiciones que se pueden evaluar para cada una como se mostro en las figuras anteriores.

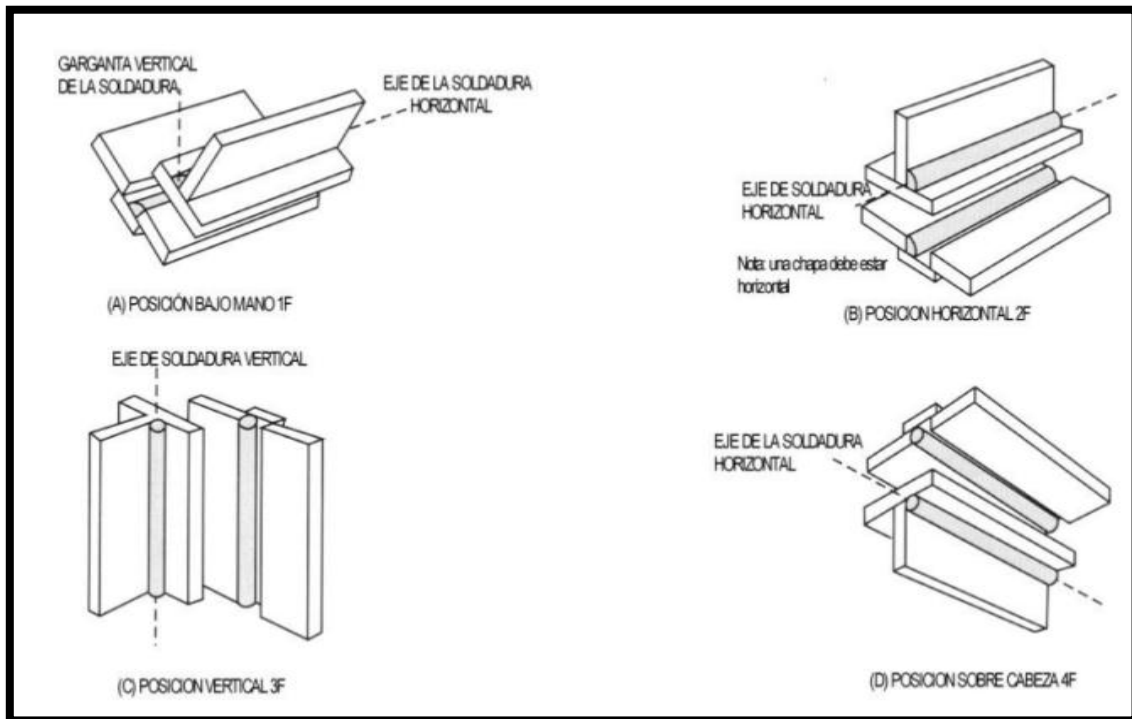


Fig. 3.1 Pobretas para prueba en filete

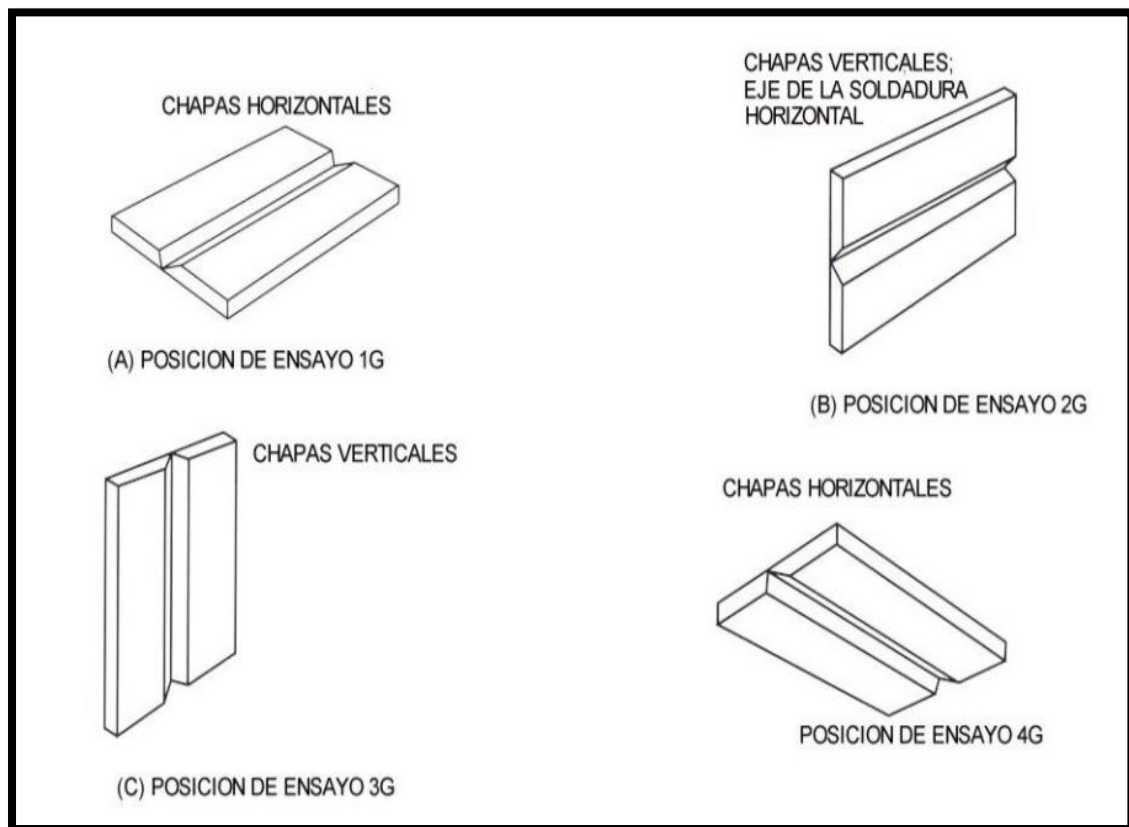


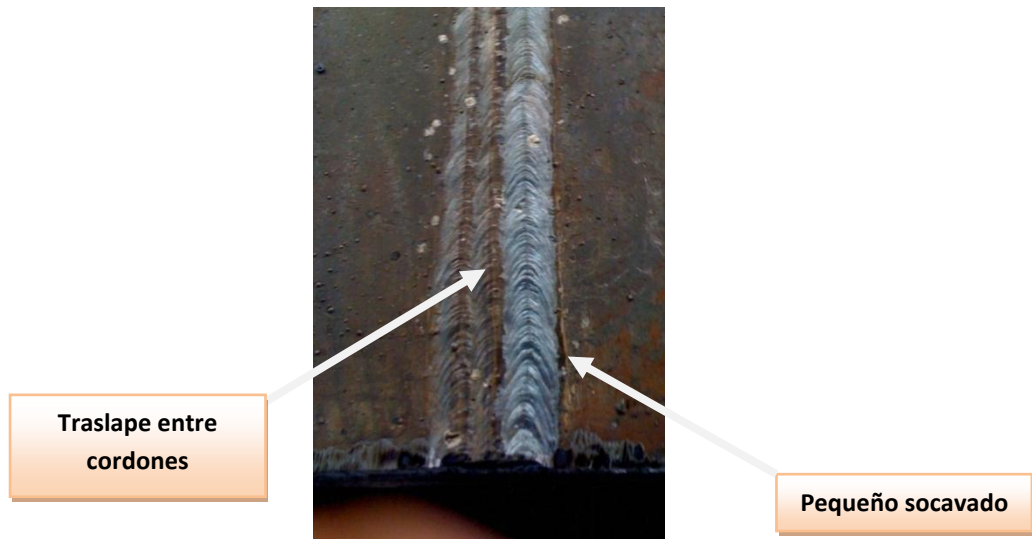
Fig. 3.2 Pobretas para prueba en ranura

3.2.1 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Contratación Soldadores
No.	Actividad
1	<p>La prueba básica de para un soldador para su contratación es ranura en vertical (3G), cabe señalar que esta prueba no es para calificar al soldador solamente sirve para conocer las habilidades del mismo, esta prueba cuenta con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biseles de 45° en V • Con una abertura de raíz de 1/8" • No se necesita hombro
2	<p>Para la calificación se toma en cuenta los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparación: Aquí entra todo lo concerniente a la probeta, la cual se de preparar a 45° el bisel de cada placa y tener una abertura de raíz de 1/8". Para la preparación de los biseles es necesario hacerlos de manera simultánea y lograr un buen acabado, como se muestra a continuación: <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Vestimenta: Debe presentarse con la vestimenta adecuada para el trabajo, ropa de mezclilla u otra menos polyester, zapatos. • Aplicación de fondeo: El fondeo debe ser capaz de cruzar la abertura de raíz y ser uniforme sin socavados, para que sea considerado bueno.



Revisión del fondeo

- Aplicación relleno y de la vista: Para el relleno se aplica la soldadura en zigzag y la vista debe ser seriada, no debe tener socavado, los cordones deben ser uniformes y debe haber un buen traslape entre cordones.



Vista seriada

3	<p>Esta prueba es solamente para conocer las habilidades del soldador, así que la calificación es solamente visual. Una aceptable calificación visual para una soldadura de ranura debe cumplir con los siguientes requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ningún agrietamiento es aceptable, sin importar el tamaño• La cara de la soldadura deberá estar al ras con la superficie del metal base, y el cordón deberá fusionarse suavemente con el metal base.• El socavamiento no deberá exceder 1mm (1/32”).• El reforzamiento de la soldadura no deberá exceder de 3mm (1/8”).• La raíz de la soldadura será inspeccionada y no deberá haber evidencia de grietas, fusión incompleta, o penetración inadecuada en la unión.• Los traslapes entre cordones deben ser casi imperceptibles a la vista y no debe haber un “canal” entre ellos si existe se considera socavado entre cordones.
---	--

Capítulo 4

Entrada de material

4.1 Entrada de material

Básicamente es la primera etapa del proceso de fabricación de estructuras metálicas, en esta etapa del proceso se recibe el material de trabajo el cual puede ser: PTR, perfiles, vigas, ángulos, lámina, ORs, montenes, perfiles HSS, placa.

Esta área tiene un rampa especial para la entrada del material, esta área es adyacente al área de habilitado para facilitar el transporte de un área a otro y disminuir los tiempos. Se cuenta con una grúa viajera capaz de soportar 8 toneladas, la cual sirve para el movilizad del material del camión del proveedor o tráiler hacia el área de almacenaje, esta grúa también cumple la función de distribuir este material a los diferentes puntos habilitado.

Los informes de ensayos hechos por el fabricante o un laboratorio de ensayos serán considerados evidencia suficiente mientras se realicen de acuerdo con los estándares de la norma ASTM. En el caso de perfiles laminados en caliente, planchas y barras, los ensayos deberán realizarse de acuerdo con el estándar de la norma ASTM A568/A568M. Si es requerido, el fabricante deberá entregar la certificación establecida, de manera que el acero estructural satisfaga los requisitos del grado especificado.

4.2 Grúa viajera ABUS y accesorios

Como se menciona anteriormente se cuenta con 4 grúas viajera capaz de soportar 8 toneladas, actualmente una grúa se encuentra en el área de entrada y habilitado de material, 2 se encuentran en el área de armado de piezas y el de soldadura y por ultimo 1 está en el área de pintura y la carga de material.



Fig. 4.1 Grúa viajera ABUS

La grúa ubicada en el área de entrada y habilitado de material tiene la función de descargar tráileres cargados de material (perfiles estructurales, placas, láminas,

montenes, etc) y brindar servicio a cada uno de los puntos de habilitado de material (pantógrafo, perforadora, cortadora de disco y taladro). Así como existe diferentes tipos de materiales, existen diferentes formas de levantarlos, la principal forma es tomándolos desde su centro de gravedad.

Para levantar una pieza existen varios elementos que nos ayudan en esta tarea cada uno de estos tienen diversas aplicaciones que varían principalmente debido a los CMU¹, estos elementos son los siguientes:



Fig. 4.2 Eslinga de gaza y gancho



Fig. 4.3 Eslinga de poliéster



Fig. 4.4 Eslinga de cadena tipo CP

Las eslingas de ganchos son utilizados principalmente para el levantamiento de placas o simplemente girar alguna pieza. Eslingas de dos ramales para elevar cargas, desde 1,360kg hasta 46,350 kg en ángulo de 45 grados respecto de la carga. Las eslingas amarillas son utilizadas para levantar una o varias piezas de gran tamaño del centro de gravedad. Dependiendo del peso de la pieza y su forma se pueden usar una o más eslingas para moverla.

4.2.1 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento: Movimiento de material con la gura viajera	
No.	Actividad
1	Asegurarse de que la eslinga es adecuada para la carga. Las eslingas no deben ser sobrecargadas, hay que cumplir con las CMU* indicadas.
2	Los ángulos de abertura de los ramales no deben superar los 120°.

¹ Cargas Máximas de Utilización

3	<p>Examinar el estado de la eslinga. No se deben utilizar nunca eslingas dañadas, todas las eslingas dañadas deben ser retiradas de servicio, pues sólo pueden ser reparadas por personal cualificado.</p> <p>En el caso de las eslingas de cadena es necesario revisar la longitud total de esta para cerciorarse que no haya sufrido deformaciones por el uso, también es necesario inspeccionar los eslabones en buscas de fracturas o deformaciones permanentes.</p>
4	<p>Las operaciones con las eslingas deben efectuarse siempre con la carga estable y equilibrada.</p>
5	<p>Comenzar y terminar la operación de forma lenta.</p>
6	<p>No emplear en las gazas elementos que las puedan deteriorar o cortar. Se recomiendan enganches lisos sin bordes.</p>
7	<p>No arrastrar las eslingas en los desplazamientos, ni dejar que queden atrapadas bajo la carga.</p>
8	<p>No deben ser empleadas sobre superficies con bordes o aristas sin la debida protección anticorte.</p>
9	<p>Deben ser almacenadas siempre colgadas por las gazas, o en varios puntos longitudinalmente.</p>
10	<p>Cuando se detecte a simple vista la rotura de aproximadamente un 20% de los alambres del cable que forma la eslinga, se debe dejar de utilizar.</p>
11	<p>Para levantar una pieza, ya sea con una eslinga normal o de cadena existen diversas formas la cuales tienen ventajas y desventajas respecto al peso máximo que se puede manejar, todo depende las CMU que manejen.</p> <p>Para eslingas de poliéster tenemos las siguientes configuraciones y sus respectivos CMU</p>

(carga en %)			100 %	200 %	140 % de 7° a 45°	80 %	100 % de 45° a 60°
C.M.U.*	colores	(ancho)					
3 T	amarillo	90	3 000	6 000	4 200	2 400	3 000

Para eslingas de cadena tenemos las siguientes configuraciones y sus respectivos CMU

Cadena:	Dimensión nominal		CARGA MÁXIMA DE UTILIZACIÓN - CMU [kg] EN 818-4, coeficiente de seguridad 4:1				
	[mm]	[inch]	Eslingas de cadena cargadas de forma equilibrada				
	6	7/32	1.120	896	2.240	1.568	1.120
	7	9/32	1.500	1.200	3.000	2.100	1.500
	8	5/16	2.000	1.600	4.000	2.800	2.000
	10	3/8	3.150	2.520	6.300	4.410	3.150
	13	1/2	5.300	4.240	10.600	7.420	5.300
	16	5/8	8.000	6.400	16.000	11.200	8.000
	19	3/4	11.200	8.960	22.400	15.680	11.200
	22	7/8	15.000	12.000	30.000	21.000	15.000
	26	1	21.200	16.960	42.400	29.680	21.200
	32	1 1/4	31.500	25.200	63.000	44.100	31.500

4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas

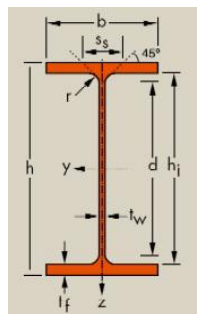
Nombre del procedimiento:

Entrada de material

No.	Actividad
1	Antes de recibir cualquier material se debe contar con una lista de todo el material que se recibirá, esta lista de contener las dimensiones esenciales (longitud, espesor, sección transversal) y el número de piezas de cada una. Par un control de todo esta área se propone el formato Ask 01 el cual se muestra en la pagina ,
2	Con la llegada del material se procede a la cuantificación y medición de las piezas que llegan, así cotejar lo que llega respecto lo que debe llegar.
3	Realizado el punto anterior se procede a una comparación de las dimensiones reales con las supuestas de cada pieza. Las variaciones son permitidas en los siguientes caso:
	Longitudinalmente: Si la pieza presenta dimensiones mayores a las

supuestas no existe inconveniente alguno, en el caso de ser menor la medida, es aceptable 1 cm.

Transversalmente: Estas medidas no puede variar mas de ± 2 mm, para identificar las variaciones en las medidas es necesario consultar el Manual de Construcción de Acero de la IMCA. En el anexo C se adjuntas las tablas de dicho manual para la facilitar su consulta, las tablas están divididas en el tipo de perfil CE, LI, IE, OR, etc.



- 4 En caso que alguna pieza sea completamente diferente se debe comparar y determinar si son mecánicamente equivalentes, y ser capaz de cumplir con las especificaciones de la obra. Para esto se recomienda consultar las tablas del Anexo Co bien el Manual de Construcción de Acero de la IMCA y comparar sus propiedades de los diferentes perfiles.
- 5 Es necesaria una inspección visual a todas las piezas para encontrar defectos en las piezas, ya sean golpes, deformaciones, cuarteaduras, que afecten el desempeño mecánico de la pieza. En dado caso de encontrar algún defecto debe ser evaluado en función de que tanto puede afectar su desempeño mecánico del material, y se debe toma la decisión se de rechazarlo o aceptarlo.
- 6 En dado caso de encontrar variaciones significativas en las dimensiones en el material es necesario evaluarlo de acuerdo a la norma ASTM A-36² y norma A-500³.
- 7 Para el acomodo del material es conveniente generar un croquis donde es especifique que clase material se usara primero y acomodarlo de tal manera que se accesible su movimiento hacia las áreas donde se requiera.

² Para más detalle es necesario consultar el anexo 2 Normas

³ Para más detalle es necesario consultar el anexo 2 Normas

Capítulo 5

Habilitado de material

5.1 Área Habilitado

La habilitación de materiales se realiza mediante las operaciones de corte y perforación de las piezas con sus dimensiones definitivas. Las herramientas y equipos de corte que efectúan esta labor son:

- Equipo de corte (soplete, maquina quit, pantógrafo).
- Sierra de disco
- Cizalla.
- Sierra eléctrica
- Máquina perforadora (punzonadora, taladros magnéticos, taladros de banco).

Existen piezas que no son capaces de ser habilitadas en esta área, debido a las características que presentan como puede ser cortes especiales, ajuste de la longitud durante el proceso de armado.

5.2 Corte de los metales “Oxicorte”

Se basa en el principio de oxidación del metal que se produce al proyectar sobre el material calentando a la temperatura de ignición, un chorro fino de oxígeno a presión logrando que se corte en la línea de cortadura. El oxígeno arrastra las escorias producidas en la línea de corte, al ser arrastradas las escorias, los bordes siguen salidos y oxidados en los lados del corte, con lo cual se logra una limpieza aceptable pudiendo cortarse espesores de consideración. También pueden realizarse cortes diagonales, achaflanados, ranurados e incluso taladrados de piezas.

El oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, que se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar cuando son de espesor considerable, y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos.

El oxicorte consta de dos etapas: en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900°C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y remueve los óxidos de hierro producidos.

El proceso de oxicorte, al contrario de lo que pueda parecer, no consiste en una fusión del metal, el corte se produce por una literal combustión del mismo. En otras palabras al cortar quemamos el metal a medida que avanzamos con el soplete.

Por esta razón, la presencia de aleantes se hace crítica, ya que merman la capacidad del acero a ser quemado.

Entre los factores que influyen el corte se encuentran los siguientes:

- ◆ Presión correcta de los gases.
- ◆ Distancia entre el borde y la pieza (2 a 5 mm).
- ◆ Velocidad de avance.
- ◆ Pureza de los gases.
- ◆ Composición del metal a cortar.

Unas relaciones básicas que son necesarias conocer son tamaño de boquilla del soplete, el espesor que puede cortar con este, al igual la presión necesaria para el corte y la velocidad recomendada, también el consumo del oxígeno y gas es necesario para estimar la cantidad de material se puede cortar con una carga de oxígeno y gas, en la tabla 5.1 se muestra las relaciones con estas variables:

A Espesor a cortar	B Boquilla del soplete	C Tiempo y velocidad		D Presión del oxígeno	E Consumos	
		Velocidad mano	Velocidad maquina		oxígeno	Gas
mm	mm	Mm/m	m/hora	Kg/cm ²	Litros/m	Litros/m
5	6/10	20	25	1.5	65	11
8	8/10	17.5	22	1.5	96	16
10	10/10	15	20	1.5	120	20
12	10/10	13		1.75	145	24
15	10/10	12		2.	187	26
20	10/10	11	16	2.5	250	32
25	15/10	10	14	2.5	325	36
30	15/10	9.5		2.5	400	40
35	15/10	9		3	480	46
40	20/10	8.5		3	560	55
50	20/10	7	10.5	3.5	750	80
75	20/10	6		4	960	100
100	25/10	5	7.5	4	1300	160

Tabla 5.1. Relación de variables durante el corte de materiales por oxicorte

Con la descripción del proceso de corte se puede comenzar con la descripción del procedimiento de corte con las diferentes maquinas destinadas a esta función, las cuales son la siguiente:

- Soplete

- Pantógrafo
- Maquina quit

5.2.1 El soplete de oxicorte, equipo e instalaciones

Trabaja con gas mezclado con oxígeno, llegan al soplete por mangueras conductoras, una parte del oxígeno se mezcla con el gas y el resto pasa a la boquilla. Para lograr una llama correcta, se enciende y se regulan los gases hasta lograr una llama neutra, luego se abre el paso del oxígeno de corte y se reajusta de nuevo la llama.

El soplete sirve para la mezcla y combustión de los gases de corte de modo que regulándolos se logre la temperatura adecuada que puede llegar a los 3000 °C. Permite además dirigir la llama y localizar el calor, manteniendo separado el combustible y el comburente hasta el momento de la combustión. Un mango al que llegan los gases por sus respectivos conductos, un mezclador en que los gases se mezclan perfectamente en la proporción deseada en un tubo llamado lanza y en la boquilla se produce la llama. En la fig. 5.1 se muestra un soplete y sus partes.

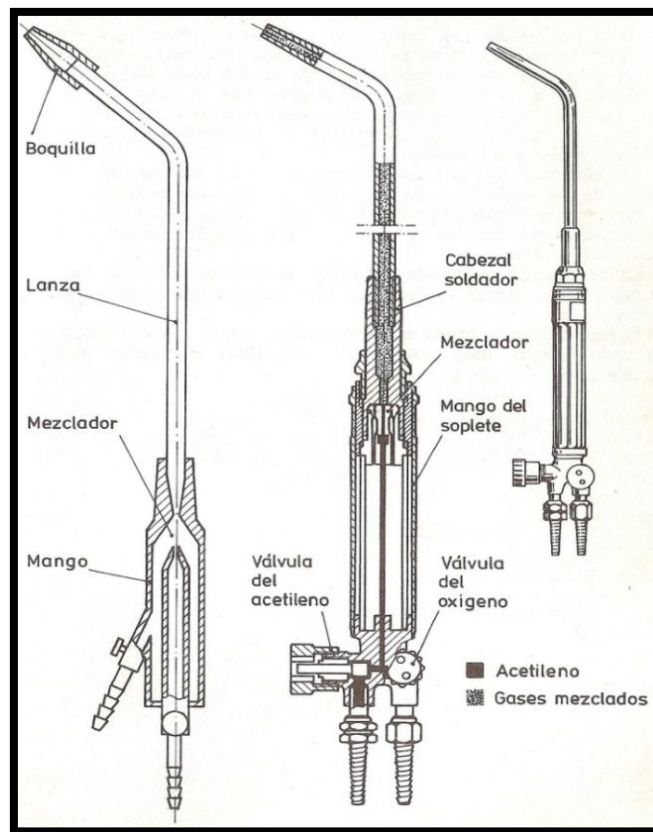


Fig. 5.1 Soplete de oxicorte

Un equipo de oxicorte, Fig. 5.2, comprende en general los siguientes aparatos:

- Tanque de acetileno disuelto.
- Tanque de oxígeno.
- Un soplete.
- Accesorios fundamentales para la utilización de los gases: válvulas de seguridad, válvulas mano reductoras, canalizaciones para los gases y gomas o tubos de caucho.

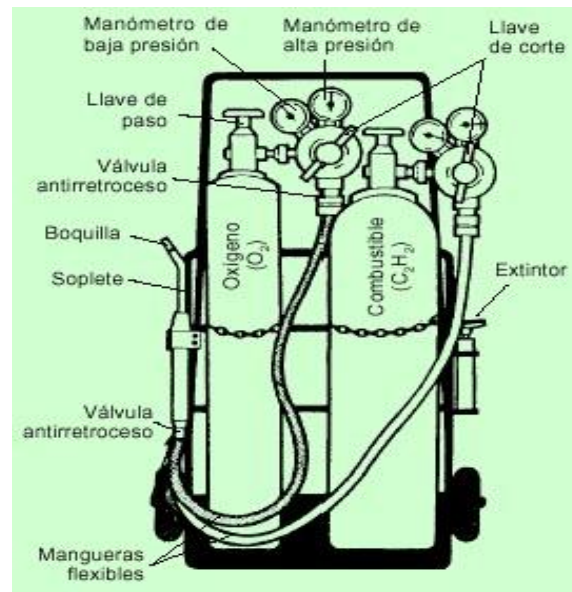


Fig. 5.2 Equipo de oxicorte

Otros accesorios fundamentales tales como: una mesa apropiada para soldar piezas pequeñas.

- Una vasija con agua para enfriar las piezas
- Un cepillo metálico.
- Un martillo y una piqueta, si fuera necesario.
- Gafas apropiadas para los materiales a soldar.
- Una aguja de latón para limpiar el conducto de la boquilla del soplete.

Las instalaciones se dividen en dos según las presiones de utilización las instalaciones y se clasifican en instalaciones de baja y alta presión.

- Instalaciones a baja presión. Comprenden:

- ❖ Una canalización para la distribución del acetileno con su válvula de seguridad.
 - ❖ Un tanque de oxígeno con manorreductor o manómetro y canalización.
 - ❖ Un soplete para cada punto de trabajo.
- Instalaciones a alta presión. Se componen de los mismos elementos que las instalaciones a baja presión, sin embargo el régimen de trabajo exige que la potencia calorífica sea superior a una de baja presión.

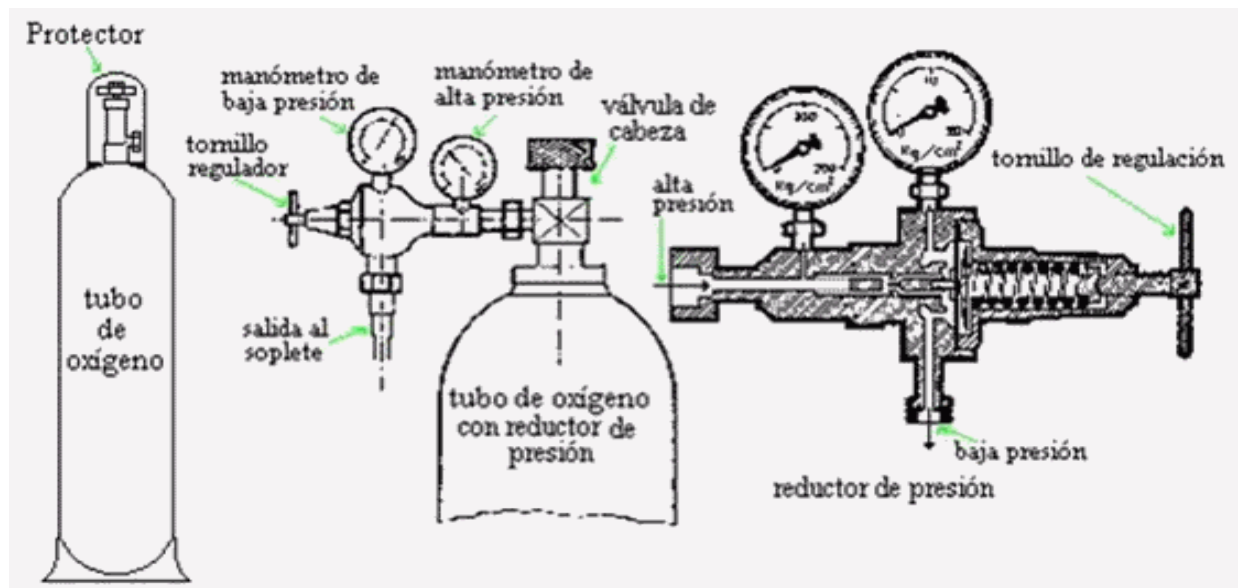


Fig. 5.3 Instalación de alta y baja presión

5.2.1.1 Encendido del soplete

El encendido debe hacerse manteniendo el soplete inclinado fig. 5.4, una vez encendido se abre el paso del oxígeno puro hacia la boquilla, entonces disminuirá la presión de la llama que a de regularse con el oxígeno, calentando la pieza al rojo vivo se coloca el soplete en posición vertical fig. 5.5, hasta que el chorro haya atacado el espesor de la pieza que a de cortarse, la velocidad y avance durante el corte están en función inversa del espesor a cortar.

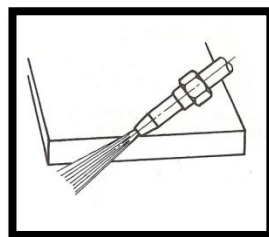


Fig. 5.4

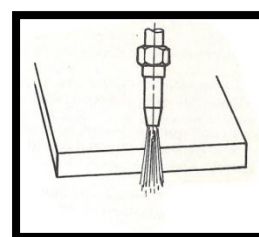


Fig. 5.5

5.2.1.2 Reglaje de la llama

Cuando la llama está mal regulada, puede dar lugar a que estos efectos sean perjudiciales para conservar las características metálicas de los metales.

Las tres partes de una llama son: dardo, penacho y llamas de calefacción fig.5.6.

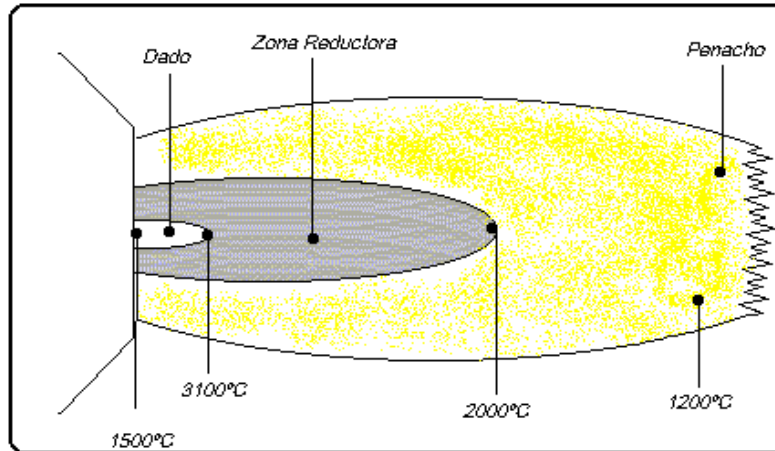


Fig. 5.6 Partes de una llama

Recién encendido el soplete con solo el gas o con muy poco oxígeno, la llama tiene un color rojiblanco, mal definido, ondulante y despidе humo. Abriendo el paso del oxígeno la llama cambia de forma. Si la proporción de acetileno es mayor que la de oxígeno la llama se convierte en carburante Fig. 5.7.

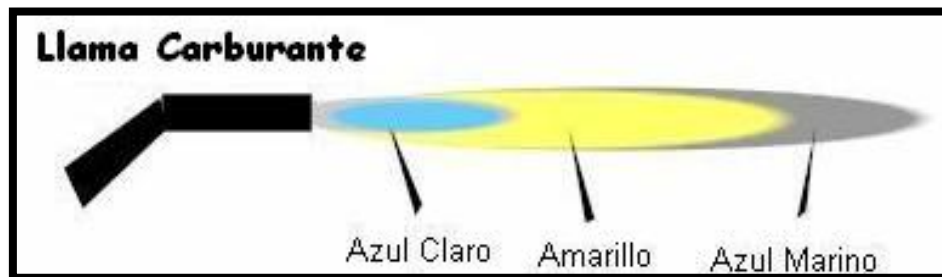


Fig. 5.7 Llama carburante

Cuando la llama es correcta se le denomina llama neutra, ya que no ejerce ningún efecto perjudicial a los materiales Fig. 5.8. Cuando se sobrepasa la cantidad adecuada de oxígeno, se obtiene la llama oxidante con un dardo muy pequeño, azulado y menos brillante rodeado de una llama de menor tamaño de perfil impreciso, el penacho se acorta y estrecha y la llama empieza a silbar. En estas

condiciones la llama queda oxidada y adquiere fragilidad (queda quemada). Este tipo de llama se le conoce con el nombre de oxidante Fig. 5.9.

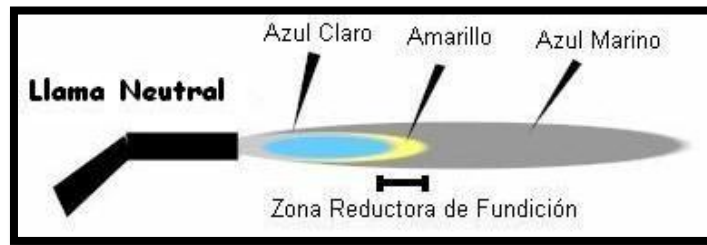


Fig. 5.8 Llama neutra

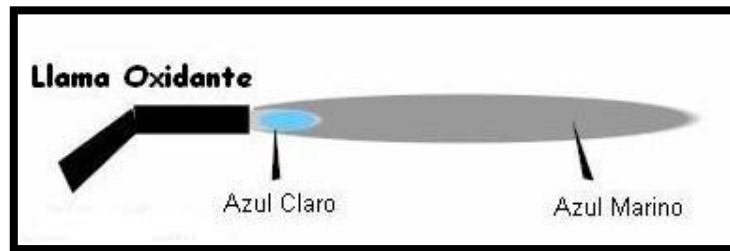


Fig. 5.9 Llama oxidante

5.2.1.3 Defectos de corte

Para evitar y reducir al mínimo, los defectos del corte, conviene tener presente y procurar:

- ◆ Seguridad en la ejecución por parte del operario.
- ◆ Evitar que se fundan los bordes superiores del corte, por una llama de calentamiento demasiado potente fig. 5.10.
- ◆ Evitar que los bordes se resuelden, por una llama demasiado intensa o por un caudal o presión del oxígeno demasiado elevada.
- ◆ Elegir la velocidad y el avance adecuados, manteniéndolos para evitar irregularidades en las estrías que quedan marcadas en el corte fig. 5.11.
- ◆ Si el espesor es superior a $\frac{3}{4}$ " es necesario calentar toda el área por donde se realizara el corte, y así evitar irregularidades en el corte.

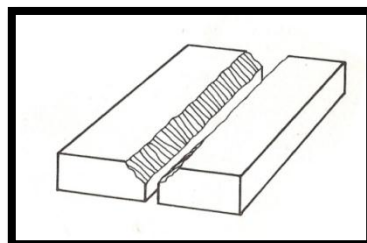


Fig. 5.10

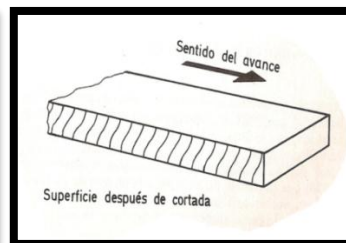
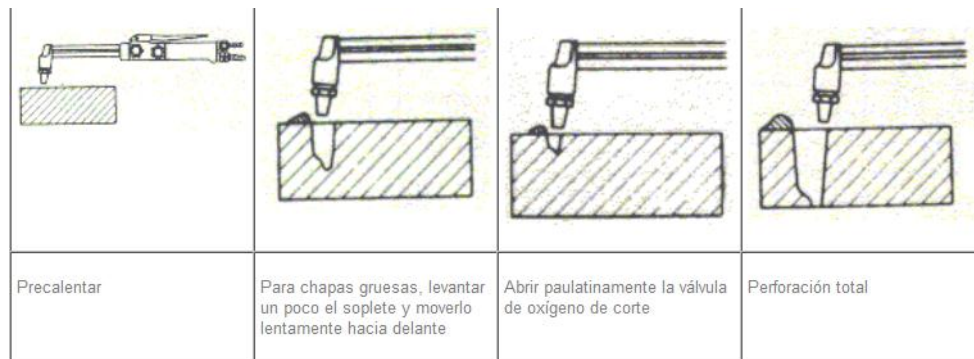


Fig. 5.11

5.2.2 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Corte con soplete por oxicorte
No.	Actividad
1	En el proceso de trabajo se han de tener en cuenta de cumplir las siguientes recomendaciones:
2	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar en la tabla de corte los parámetros de ajuste, que correspondan a la boquilla en cuestión. • Ajustar las presiones de los gases con las válvulas abiertas.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Usar el manómetro de comprobación. • Ajuste de la llama de calentamiento.
4	En primer lugar abrir del todo la válvula del oxígeno de combustión en el soplete y abrir un poco la válvula de acetileno.
5	Encender la mezcla.
6	Ajustar en primer lugar el sobrante de acetileno.
7	Después reducir el gas combustible hasta obtener una llama neutra.
8	Abrir la válvula de oxígeno de corte, si es necesario, corregir la regulación de la llama neutra.
9	El chorro de oxígeno para el corte tiene que salir de la boquilla recto y cilíndrico. No debe fluctuar. La llama de calentamiento debe rodear el chorro de oxígeno de forma concéntrica.
	Para seleccionar la velocidad de corte correcta se debe consultar la tabla de corte, tabla 5.1. Esta velocidad de corte depende de lo siguiente:
	<ul style="list-style-type: none"> • Del tipo de corte: si es vertical u oblicuo, si es recto o curvilíneo; para • Cortes en curvas de radios pequeños, hay que reducir la velocidad,
	Los puntos anteriores son básicamente aplicado al corte con maquina, esto se debe a que este tipo se corte se usa para la elaboración de biseles para hacer la preparación para soldar por lo cual el bisel deber ser uniforme en toda su longitud y esto es algo que es muy difícil de lograr con el soplete manual.

Para comenzar a cortar el procedimiento se ilustra a continuación:



- 10 El precalentado es esencial para un buen corte, su función es calentar la pieza hasta su temperatura de ignición (900°C), limpiando además los óxidos y escoria superficiales. Este precalentamiento permite un corte uniforme en toda la sección transversal que previene defectos. El tiempo de precalentamiento es directamente proporcional al espesor que se va a cortar.

Las demás actividades posteriores al precalentamiento se ilustran de manera gráfica en la figura anterior.

3.2.2 Corte con maquina por oxicorte

Actualmente en el taller existen dos maquinas automáticas para el corte de metales por oxicorte de manera automática los cuales son los siguientes:



- Pantógrafo
- Maquina quit

5.2.2.1 Pantógrafo

El Pantógrafo es una maquina completamente automatizada para corte de placa, el operador solamente se encarga de ajustar la maquina a los diferentes espesores que se van a realizar y llevar un seguimiento de corte por si ocurre alguna irregularidad durante el corte.

Entre los valores que hay que tomar en cuenta a la hora de cortar la placa en base a al espesor son:

- Tamaño de boquilla
- Presión de los gases (oxígeno y acetileno)
- Velocidad de avance

5.2.2.2 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Corte de placa con Pantógrafo
No.	Actividad
1	Antes de realizar cualquier acción, se debe generar un despiece de todo los cortes para el uso del técnico del pantógrafo, el cual debe contener las medidas y el número de piezas necesarias. El formato a utilizar el es Ask 03.
2	Como primer paso para el corte se colocar la placa a cortar sobre el pantógrafo, para la colocación de las placas grandes sobre el pantógrafo, se procede a levantar las placas con la grúa por medio de 4 ganchos especiales, con la precaución de centrar los ganchos en la placa antes de su levantamiento.
	
3	Ya colocada la placa en su posición para los cortes, se deben revisar las posiciones de los sopletes para que cumplan con las medidas que deben tener las piezas. Durante el corte de placa se de tomar en cuenta el diámetro de la boquilla del soplete y para obtener cortes exactos el cual depende de la espesor que se desea cortar.
	

4 Se debe considerar un corte mas, con una separaron de 1 cm a partir de la orilla de placa para asegurar un corte recto en toda la longitud en todos los lados.

5 En el proceso de trabajo se han de tener en cuenta de cumplir las siguientes recomendaciones:

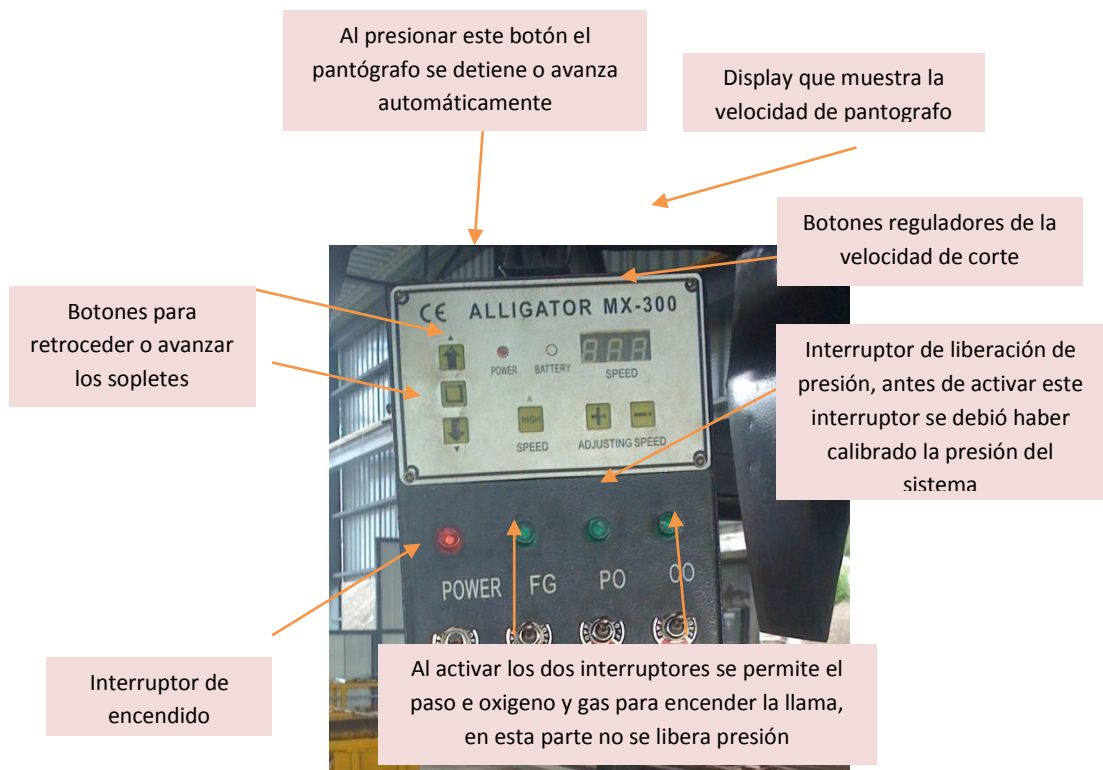
- Consultar en la tabla de corte los parámetros de ajuste, que correspondan a la boquilla en cuestión.
- Ajustar las presiones de los gases con las válvulas abiertas.
- Usar el manómetro de comprobación.
- Ajuste de la llama de calentamiento



Los 3 manómetros indican la presión del gas, oxígeno y el chorro de oxígeno, cada uno de estas 3 válvulas están controladas en el panel de control para su liberación o paso del gas.

6 Para el manejo de esta máquina se necesitan 2 personas, una de ellas se encarga del manejo del tablero y la otra revisar las medidas al igual que el corte se realice de manera adecuada.

7 A continuación se presenta el panel de control de la maquina



- 8 En primer lugar abrir del todo la válvula del oxígeno de combustión en el soplete y abrir un poco la válvula de acetileno



- 9 Encender la mezcla.
- 10 Ajustar en primer lugar el sobrante de acetileno.

11 Después reducir el gas combustible hasta obtener una llama neutra.



12 Abrir la válvula de oxígeno de corte, si es necesario, corregir la regulación de la llama neutra.

13 El chorro de oxígeno para el corte tiene que salir de la boquilla recto y cilíndrico. No debe fluctuar. La llama de calentamiento debe rodear el chorro de oxígeno de forma concéntrica.

Para seleccionar la velocidad de corte correcta se debe consultar la tabla de corte, tabla 5.1

14 Cuando se comience a cortar la placa se debe revisar el corte apenas el pantógrafo lo permita. Lo recomendado es revisar 10 cm a partir de la punta y así cada 60 cm.



5.2.2.3 Máquina quit

La máquina quit es una máquina automática para el corte de piezas por medio del oxicorte, esta máquina puede realizar cortes rectos y oblicuos con gran exactitud

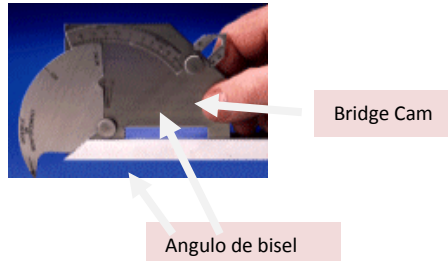
a lo largo de una longitud requerida. La maquina consta de un soplete con todas la características que tiene un soplete antes mencionado, el soplete esta montado sobre un carro que corre en riel, dicho carro se puede calibrar



Fig. 5.12 Corte con maquina quit

5.2.2.4 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Corte con maquina por oxicorte
No.	Actividad
1	<p>En el proceso de trabajo se han de tener en cuenta de cumplir las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar en la tabla de corte los parámetros de ajuste, que correspondan a la boquilla en cuestión. • Ajustar las presiones de los gases con las válvulas abiertas. • Usar el manómetro de comprobación. • Ajuste de la llama de calentamiento. <div style="text-align: center;"> </div>
2	<p>En primer lugar hay que alinear la guía respecto el punto de corte, para así obtener un corte uniforme y recto.</p>
3	<p>El soplete de la maquina debe tener la inclinación adecuada para el tipo de corte que se va realizar:</p>

- Para un corte recto; el soplete debe estar completamente vertical con 0° de inclinación.
- Para un corte de bisel; el soplete debe estar inclinado los grados necesarios para el corte. Si se tienen dudas en la inclinación se puede hacer un corte de prueba en cualquier placa y medir lo grados obtenidos por medio del bridge cam.



4 Se abre toda la válvula del oxígeno de combustión en el soplete y abrir un poco la válvula de acetileno.

5 Encender la mezcla.

6 Ajustar en primer lugar el sobrante de acetileno.

7 Después reducir el gas combustible hasta obtener una llama neutra.

8 Abrir la válvula de oxígeno de corte, si es necesario, corregir la regulación de la llama neutra.

9 El chorro de oxígeno para el corte tiene que salir de la boquilla recto y cilíndrico. No debe fluctuar. La llama de calentamiento debe rodear el chorro de oxígeno de forma concéntrica.

Para seleccionar la velocidad de corte correcta se debe consultar la tabla de corte, tabla 5.1. Esta velocidad de corte depende de lo siguiente:

- Del tipo de corte: si es vertical u oblicuo, si es recto o curvilíneo; para
- Cortes en curvas de radios pequeños, hay que reducir la velocidad

Según:

Corte oblicuo de 30°	25%
Corte oblicuo de 45°	45%
Corte en curva	10%

5.3 Sierra eléctrica

El proceso realizado por una sierra eléctrica se conoce como aserrado básicamente es el desprendimiento de viruta que emplea una hoja triscada con una serie de dientes en el borde. Se usa para realizar una entalladura angosta en la pieza de trabajo. El aserrado puede servir para producir ranuras o estrías, o para partir una pieza de trabajo en dos.

5.3.1 Aserradora de cinta semiautomática hidráulica

Es una maquinaria de alto rendimiento (sierra eléctrica) para operaciones de corte de grandes dimensiones: máxima eficiencia, calidad, robustez, ya sean perfiles estructurales (I, Ors, etc). Entre las características de esta máquina son las siguientes:

- Posibilidad de corte desde 0° a 60° a la derecha, con rotación motorizada del arco porta cinta.
- Instrumento electrónico de fácil comprensión, con display para informaciones sobre el recuento de piezas cortadas, horas de trabajo, estado de la máquina, mensajes de error y señalización de averías.
- Velocidad de corte seleccionable directamente desde el tablero de mandos, con la ayuda del variador electrónico inverter.
- Tensionamiento de la cuchilla automático, hidráulico.

Para conocer la velocidad adecuada de corte respecto al material que se tiene que cortar es necesario consultar la siguiente tabla.

Acero	Velocidad (m/min)	Refrigerante
Construcción	60/80	Aceite emulsionante
Cimentación	40/50	Aceite emulsionante
Al carbón	40/60	Aceite emulsionante
Inox	30/40	Aceite emulsionante

Tabla 5.1 Velocidad de corte

5.3.1.1 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Corte con la Aserradora de cinta semiautomática hidráulica de vigas u Ors
No.	Actividad
1	Antes de realizar cualquier acción, se debe generar un despiece de todo los

	<p>cortes para el uso del técnico de la aserradora, el cual debe contener las medidas y el número de piezas necesarias. El formato a utilizar el es Ask 02.</p> <p>2 Como primer paso para el corte, es la preparación de la aserradora en los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de corte: Esta variable depende directamente sobre el material que se cortar, esta relación esta especificada en la tabla 5.1 • El tipo de cinta de corte: La elección de la cinta depende básicamente del espesor de la pieza y el tipo de pieza, la forma de elegir la mejor opción es de acuerdo a la tabla 5.2. • Suficiente liquido refrigerante • El estado de la cinta de corte: Si la cinta de corte presenta dientes rotos o desgaste excesivo es necesario cambiarla por una nueva • Tensionamiento: Existen 3 posiciones para el tensionamiento de la cinta, holgada, neutral y tensionada, para hacer un cambio de cinta de corte (cuchilla) es necesario colocarla en holgada, para comenzar a cortar debe estar tensionada con una presión de 22 bar, es necesario revisar el manómetro adjunto a la palanca de tensionamiento y asegurarse que se tiene la presión adecuada debido a que variaciones en esta presión puede ocasionar problemas en el corte o dañar la cinta de corte. <p>3 A continuación se procede a colocar la pieza a cortar sobre la cama, dicha contiene unos rodillos que permiten su desplazamiento a lo largo de ella lo que facilita el movimiento para realizar los diferentes cortes, ya sobre la cama de la aserradora y procede a medir y marcar los diferentes puntos donde se va realizar los cortes.</p> <p>Ya marcada y ajustada la maquina, ciclo de corte de puede dividir en los siguiente puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulación manual del tornillo de banco • Cierre automático del tornillo • Bajada autónoma del arco por efecto del peso, que puede regularse a través del freno hidráulico, subida del arco con dispositivo automático hidráulico • Abertura automática del tornillo de banco.
--	--

5.2.2.4 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Perforación con el taladro de banco
No.	Actividad
1	Antes de realizar cualquier perforación, debe elaborar una plantilla ⁴ que cumpla con todas la características que se requieren.
2	La perforación con taladro de banco se hace para espesores relativamente pequeños, la pieza que se ajusta a esta característica son los montenes, por lo cual el procedimiento se basara en la perforación de estos.
3	Ya marcadas se procede a remarcarlos (punto de golpe), es importante señalar en los puntos marcados el diámetro de perforación con metal marker ⁵
4	Ya marcadas se procede a remarcarlos (punto de golpe) y colocarles un poco de aceite y evitar el sobrecalentamiento de la broca.
5	Con todo lo anterior realizado se procede a colocar el monten en la cama adyacente al talador y se perfora el monten en todos los puntos marcados.
6	Para el manejo del taladro se necesita solamente una persona, para la marcación de puntos y movimiento del monten antes y después del perforado son dos personas, estas puede variar dependiendo si se necesita más velocidad en el trabajo.

5.4 Perforación y corte con Edwards 100 Ton IV Ironworker

La perforadora y cortadora Edwards Jaws IV es una maquinaria capaz de generar 100 toneladas para perforación de placa y corte de ángulo. La interfaz entre el operador y la máquina es relativamente simple, para el encendido y apagado son solamente 2 claramente identificados y para el accionamiento se cuenta con un pedal, lo que permite tener las dos manos libre para el posicionamiento de la pieza que se va perforar o cortar.

⁴ Véase el punto 2.3.5.3.1.1 Plantillaje

⁵ Marcador especial para el acero el cual no puede removerse fácilmente

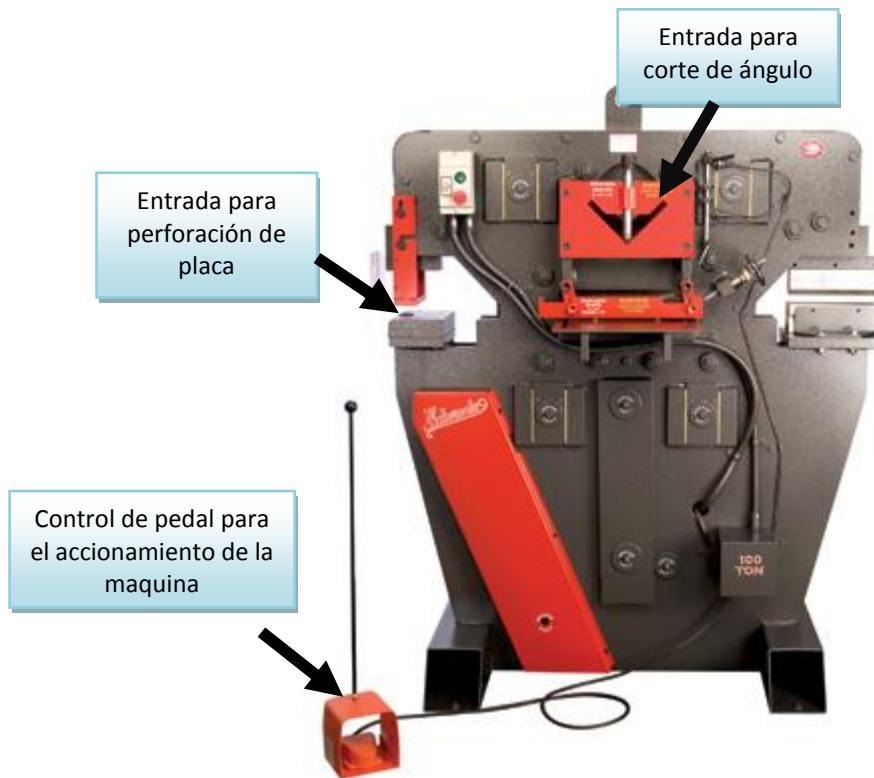


Fig. 5.13 Perforadora y cortadora Edwards Jaws IV

Las especificaciones de esta máquina están contenidas en las siguientes tablas:

Capacidad Nominal	100 ton	
Profundidad de la garganta	10 "	25.4cm
Abierto de Altura	8-5/8 "	21.90cm
De altura de cierre	6 3 / 4 "	17.14cm
Golpe	1-7/8 "	4.76cm
Motor eléctrico estándar	5 HP, 3 fases, 208/240 V, 1725 rpm, 26 amp	
Motor Eléctrico Opciones	5 HP, 3 fases, 208/2300 V, 1725RPM, 26 amperios o 575 V, 7 A	
Tamaño de la bomba hidráulica	10 1 / 2 gpm - fase	39.74L por minuto
Presión de la válvula	3000 psi	206.84bar
Embalse	17 galones	64L
Cilindro	3-1/2 "Ram	8.89cm
Dimensiones: base x altura	42 3 / 4 "x 43" x 62 "	108.58cm x 109.22cm x 157.48cm
Peso	£ 3850	1746.33kg

Tabla 5.2 Especificaciones generales

Perforación	EE.UU.	Metric
Max. Capacidad	1-1/16 "dia. En 1" placa de	2.69cm x 2.54cm
Altura de trabajo	41 1 / 2 "	105.41cm
Flat Bar SHEAR		
Max. Anchura	3 / 4 "x 14"	1.90cm x 35.56cm
Max. Denso.	1 "x 10"	2.54cm x 25.4cm
Max. Ronda	1 1 / 4 "	3.17cm
Max. Cuadrado	1 1 / 4 "	3.17cm
Altura de trabajo	41 1 / 2 "	105.41cm
Ángulo de corte		
Max. Tamaño	6 "x 6" x 1 / 2 "	15,24 cm x 15,24 cm x 1.27cm
Altura de trabajo	40 "	101.6cm
ABIERTA LA ESTACIÓN		
Profundidad de la garganta	10 "	25.4cm
Abierto de Altura	8 5 / 8 "	21.90cm
De altura de cierre	6 3 / 4 "	17.14cm
Golpe	1 7 / 8 "	4.76cm
Altura de trabajo	39 1 / 4 "	99.69cm

Tabla 5.3 Especificaciones de trabajo

5.4.1 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Perforación y corte de angulos con Edwards 100 Ton IV Ironworker
No.	Actividad
1	Antes de realizar cualquier perforación, debe elaborar una plantilla ⁶ que cumpla con todas la características que se requieren.
2	Para la perforación de cualquier placa primeramente se realiza una marcación de los puntos a perforar, por medio de la plantilla antes elaborada.
3	Ya marcadas se procede a remarcarlos (punto de golpe), es importante señalar en los puntos marcados el diámetro de perforación con metal marker ⁷
4	También antes de comenzar a perforar es necesario cambiar los punzones de acuerdo a los diámetros y espesores de las placas que se vayan a perforar, para el perforado con esta máquina hay que tomar en cuenta el máximo espesor que puede manejar que es de 1" y el diámetro de 1 1/16" para el espesores y diámetros mayores se utiliza un taladro electromagnético.

⁶ Véase el punto 2.3.5.3.1.1 Plantillaje

⁷ Marcador especial para el acero el cual no puede removerse fácilmente

- 5 La perforación comienza con la colocación de la pieza en la abertura para la perforación, se procura ir presionando el pedal para que comience a bajar el punzón, ya cerca de la placa se busca centrar en el punto marcado, logrado lo anterior se puede pisar mas el pedal y comenzar a con la perforación.



Abertura para perforación de placa



Control de pedal

- 6 El desplazamiento del punzón debe ser continuo no debe haber “jalones” o problemas de perforación si se está en el rango de valores de perforación. Si se presenta alguno de esos problemas la maquina está fallando.
- 7 El procedimiento de corte de ángulo es mucho más simple que el de perforado, la primera parte consta en el marcado del ángulo de acuerdo a lo especificado en los planos de taller.
- 8 El ángulo se presenta en diversos espesores para el corte de estos ángulo no se necesario hacer ningún ajuste en la maquinaria el máximo ángulo para corte de 6"x6"x1/2".
- 9 Debido a que los ángulos se presentan en longitudes de 12.20 m es necesario usar la grúa viajera⁸ para poder sostenerlo e introducirlo en la abertura para su corte.



⁸ Véase el punto 4.2 Grúa viajera ABUS y accesorios

5.5 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Perforación taladro electromagnético
No.	Actividad
1	Antes de realizar cualquier perforación, debe elaborar una plantilla ⁹ que cumpla con todas la características que se requieren.
2	El trabajo de este taladro es más versátil que los anteriores, no solamente se pueden perforar placas, también se pueden perforar vigas u otros perfiles estructurales que necesiten ser perforados. Para la perforación primeramente se realiza una marcación de los puntos a perforar, por medio de la plantilla antes elaborada.
3	Ya marcadas se procede a remarcarlos (punto de golpe), es importante señalar en los puntos marcados el diámetro de perforación con metal marker ¹⁰
4	<p>Antes de perforar es necesario preparar el taladro en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El piloto: Es la guía que permite tener centrada la broca y así conseguir una buena perforación. El piloto no debe tener juego ya que puede ocasionar un desvió en el centro del agujero. • La broca: Es necesario tener una broca adecuada respecto al diámetro de la perforación que se necesita, también es necesario revisar que se encuentre en buen estado, no este rota o no que no tenga filo. • Refrigerante: El taladro cuenta con un pequeño contenedor en uno de sus lados, este contenedor debe estar lleno en todo momento, su función es reducir el calentamiento de la broca y aumentar su vida de trabajo. El refrigerante se puede reutilizar por lo cual es necesario tener una cubeta para recolectarlo y volver a utilizarlo. • Electroimán: Es dispositivo debe estar funcionando correctamente ya que permite la fijación de todo el equipo y evita su movimiento durante la perforación. • Cabezal: Muchas veces el cabezal presenta un juego excesivo, si se presenta un caso así es necesario ajustar dicho problema, debido a que ocasiona problemas de desvió del centro del agujero. El desajuste del

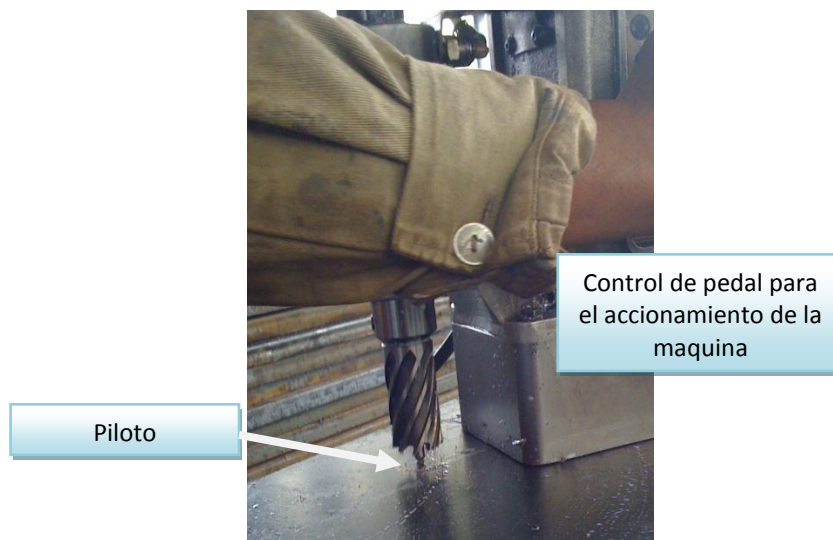
⁹ Véase el punto 2.3.5.3.1.1 Plantillaje

¹⁰ Marcador especial para el acero el cual no puede removerse fácilmente

cabezal puede solucionarse introducción una lana o lamina lisa entre la abertura del cabezal y el taladro.

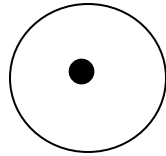


- 5 Ya que el taladro esta correctamente ajustado se procede a localizar los puntos marcados para perforar en ese sitio.
- 6 Primero se centra el taladro respecto a la marca por medio del piloto y el punto de golpe que indica el punto de perforación y se enciende el electroimán para fijar su posición.

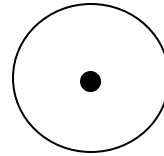


7 Se enciende el taladro y se comienza a perforar mediante la palanca de descenso de la broca.

8 Al terminar de perforar es necesario revisar el desperdicio del perforado para revisar si el perforado fue bueno sin ninguna o mínima desviación en el agujero. En dado caso de encontrar alguna desviación es necesario revisar el cabeza, el piloto o simplemente poner más atención por parte del operador durante el perforado.



Mala perforacion



Buena perforacion

Capitulo 6

Armado

6.1 Armado

Esta operación tiene por objeto presentar en taller cada uno de los elementos estructurales que lo requieran, ensamblando las piezas que se han elaborado, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas.

Se armará el conjunto del elemento, tanto el que ha de unirse definitivamente en taller como el que se unirá en obra.

Las piezas que han de unirse con soldadura, se fijarán entre sí con medios adecuados que garanticen, sin una excesiva coacción, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente, para conseguir exactitud en la posición y facilitar el trabajo de soldeo.

Durante el armado es común que la piezas a unir presenten algún tipo de deformación o defecto para estos casos es necesario eliminarlos, para garantizar un buen armado en la pieza. En cada uno de los productos se procederá a:

- Eliminar los defectos de laminación, que por detalles mínimos, no han sido descartados.
- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Eliminar toda la suciedad e impurezas que se hayan adherido.

La operación de enderezado en los perfiles y la de planeado en las chapas se hará en frío preferentemente, mediante prensa o máquina de rodillos. La conformación podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa no supere los 9 mm o el radio de curvatura no sea menor que 50 veces el espesor.

Los trabajos de plegado o curvado se realizarán también en frío. No se admite en el producto ninguna abolladura a causa de las compresiones, ni grietas debidas a las tracciones que se produzcan durante la conformación

Si excepcionalmente se efectuase en caliente, se seguirán los pasos siguientes:

- No es conveniente el calentamiento directo con soplete. El enfriamiento se realizará al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

- Se calentará a una temperatura máxima de 950°C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura disminuya debajo de 700°C (rojo sombra), para volver a calentar la pieza.
- Se tomarán todos los recaudos que sean necesarios para no alterar la estructura del acero, ni introducir tensiones parásitas durante las etapas de calentamiento y de enfriamiento.

Como medio de fijación de las piezas entre sí puede emplearse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas que van a unirse. El número y el tamaño de los puntos de soldadura será el mínimo necesario para asegurar la inmovilidad.

Estos puntos de soldadura pueden englobarse en la soldadura definitiva si se limpian perfectamente de escoria, no presentan fisuras u otros defectos, y después se liman con buril sus cráteres extremos.

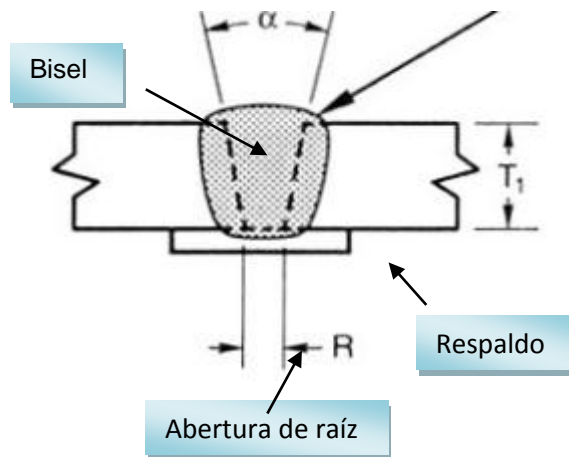
Con el armado se verifica que la disposición y la dimensión del elemento se ajuste a las indicadas en los planos de taller. Deberán rehacerse o rectificarse todas las piezas que no permitan el armado en las condiciones arriba indicadas.

Finalizado el armado, y comprobada su exactitud, se procede a realizar la unión definitiva de las piezas que constituyen las partes que hayan de llevarse terminadas a la obra. No se retirarán las fijaciones de armado hasta que quede asegurada la indeformabilidad de las uniones.

Existen diversos procedimientos en esta área, los cuales varían que tipo de pieza se desee fabricar.

6.2 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Empates
No.	Actividad
1	El empate es la preparación de dos piezas para ser unidas por medio de soldadura, para realizar un empate no es necesario que ambas piezas tengan la misma sección transversal.
2	Para la preparación del empate también es llamada junta, dependiendo de la forma en que va trabajar la junta. Existen un gran número de juntas precalificadas, en el manual de la AWS en la sección III, útiles para nuestras necesidades. Para poder aceptar y mandarlo al área de soldadura, un empate debe cumplir los siguientes aspectos:

- Alineamiento: El desalineamiento debe ser máximo 10% del espesor (T) de la pieza o 3 mm cualquiera de las 2 que sea menor. Si se tiene un empate de una placa de $\frac{3}{4}$ " el máximo desalineamiento son 1.9 mm o 2 mm para una placa de 2" el máximo desalineamiento permitido son 3 mm.
- Abertura de raíz: Dependiendo de la junta esta abertura puede variar, pero se debe respetar la abertura requerida, debido a que si la abertura de raíz es muy cerrada el fondeo no pasa por la abertura y si es muy grande no se obtiene una eficiencia a la hora de soldar. Se representa con la letra R.
- Respaldo: El respaldo se utiliza básicamente cuando no es posible sanear la raíz de la junta. El respaldo proporciona un apoyo al soldador pero si el respaldo presenta aberturas provoca problemas como falta de fusión en la raíz y escoria en la raíz.
- Bisel: El bisel depende igualmente de la junta, los grados de inclinación generalmente son proporcionales al espesor del material. La elaboración del bisel es necesario realizarlo con máquina automática¹¹ para generar un corte fino y uniforme.



6.3 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas

Nombre del procedimiento:

Columnas

No.	Actividad
1	El proceso de elaboración de armadura comienza con un despiece de la armadura, para conocer la cantidad necesaria de material para la elaboración

¹¹ Es necesario consultar el procedimiento de Corte con maquina por oxiacorte

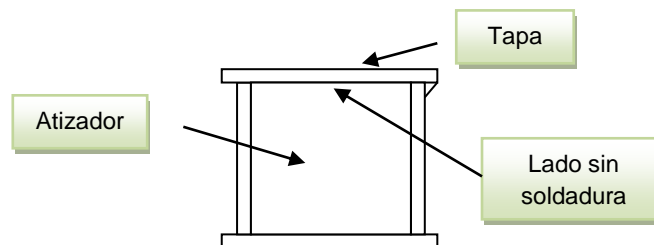
de dicha pieza, y de esta manera poder coordinar la diferentes secciones del área de habilitado.

2 Ya hecho el despiece, se procede a llenar el formato correspondiente (Ask 03, Ask 04), para las diversas zonas de habilitado y estas con este formato procedan a la habilitado de las piezas necesarias (placa, perfiles).

3 Antes de comenzar a colocar el material ya habilitado es necesario alinear un cama donde descansar la pieza y así garantizar que este alineada. La cama se puede elaborar con PTR y con ayuda del reventón.

4 Pueden elaborarse dos tipos de columnas las cuales son cuadradas o de cajon y las que son vigas con placa base, para la elaboración de columnas de viga se puede basarse en el procedimiento de elaboración de vigas. A continuación se describirá la elaboración de columnas cuadradas.

5 La elaboración de este tipo de columnas tiene la característica de tener 2 lados grandes, esto se debe al filete de soldadura que deben llevar para unir todas las piezas, y 2 lados pequeños. Por lo cual es mejor iniciar con la colocación de uno de los lados más anchos, esto es válido siempre y cuando el proyecto no indique lo contrario debido a la soldadura que debe haber en los atizadores, ya que una cara de la columna será la tapa y esta cara no llevara soldadura con los atizadores internos que deben llevar.



6 Ya identificadas cual de todas las caras será la tapa, se procede a la colocación de la primera cara y seguidamente se coloca cada una de las caras laterales.

7 La unión entre las caras debe cumplir con los siguientes aspectos:

- No debe haber separaciones entre las caras, si existen separaciones grandes no se debe forzar la unión ya que generaría deformación en la

8	<p>forma final. Si es necesario pulir con la piedra esmeril para mejorar la unión entre estas piezas se debe tomar en cuenta las medidas que marca el proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe tener la escuadra entre cada una de las caras. • Se debe colocar puntos solamente los necesarios.
9	<p>Una vez colocadas las tres caras de la columna se colocan los atizadores y soldadura en los 3 lados que se pueden soldar.</p> <p>Una vez listos los atizadores es necesario colocar la tapa y revisar si todas la medidas coinciden con lo que no pide el proyecto.</p>

6.4 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Empates
No.	Actividad
1	El proceso de elaboración de armadura comienza con un despiece de la armadura, para conocer la cantidad necesaria de material para la elaboración de dicha pieza, y de esta manera poder coordinar la diferentes secciones del área de habilitado.
2	Ya hecho el despiece, se procede a llenar el formato correspondiente (Ask 03, Ask 04), para las diversas zonas de habilitado y estas con este formato procedan a la habilitado de las piezas necesarias (placa, perfiles).
3	Antes de comenzar a colocar el material ya habilitado es necesario alinear un cama donde descansar la pieza y así garantizar que este alineada. La cama se puede elaborar con PTR y con ayuda del reventón.
4	Como primer paso en el armado de la viga se comienza con la colocación del patín inferior, al cual inmediatamente después se colocan unas guías que permitan centrar y mantener estable el alma.
5	Se procede a colocar el alma en su lugar correspondiente. Se deben emplearse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas que van a unirse. El número y el tamaño de los puntos de soldadura será el mínimo necesario para asegurar la inmovilidad.
6	Una vez colocada el alma se debe colocar el patín superior y así terminar el armado de la viga.

7	<p>La unión entre el patín y el alma debe cumplir con los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No debe haber separaciones entre el patín y el alma, si existen separaciones grandes no se debe forzar la unión ya que generaría deformación en la forma final. • Se debe tener la escuadra entre el patín y el alma. • Se debe colocar puntos solamente los necesarios y se debe atiesar de un solo lado y que sean opuestos respecto los dos patines.

6.5 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Armaduras
No.	Actividad
1	El proceso de elaboración de armadura comienza con un despiece de la armadura, para conocer la cantidad necesaria de material para la elaboración de dicha pieza, y de esta manera poder coordinar la diferentes secciones del área de habilitado.
2	Ya hecho el despiece, se procede a llenar el formato correspondiente (Ask 03, Ask 04), para las diversas zonas de habilitado y estas con este formato procedan al habilitado de las piezas necesarias (placa, perfiles).
3	Antes de comenzar a colocar el material ya habilitado es necesario trazar la armadura ya sea en el piso (armadura grande) o una placa (armadura chica) con las medidas reales. Para el marcado primeramente se marcan puntos que representan medidas de la armadura luego de marcar todos los puntos de la armadura se proceden a unir con líneas rectas con ayuda del chocláis y con esto toda la armadura se marca en el piso.
4	Al estar marcada con el chocláis la armadura se procede a pintar partes de la armadura y resaltar esas partes.

5	Al estar pintada la armadura se procede a colocar una cama sobre el marcado que abarque toda la pieza. Es necesario alinear la cama donde descansara la pieza y así garantizar la correcta armada de la pieza. La cama se puede elaborar con PTR y con ayuda del reventón. Durante la elaboración de la cama también se deben transportar las medidas echas en el piso hacia la cama e ir colocando topes en ella en partes esenciales para poder fijar los elementos de la pieza.
6	Una vez ya lista la cama se procede a la colocación de todas las partes ya habilitadas anteriormente la fijación de sus partes se hace mediante puntos de soldadura. Muchas veces una pieza queda encima de alguna unión de soldadura, en estos casos es necesario soldar la pieza ya en su posición final y luego colocar la pieza que tapara esta soldadura.

Capitulo 7

Aplicación de soldadura

7.1 Soldadura.

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales), usualmente logrado a través de la fusión, en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura.

En la división de elaboración de estructuras metálicas se cuenta con 1 solo proceso para la aplicación de soldadura (SMAW), pero actualmente existe en plena introducción el proceso de arco sumergido (SAW) y se planea la introducción de otro proceso (FCAW o GTAW), a continuación se describe las características de cada proceso.

7.2 Precalificado WPS

La precalificación WPSs como indica sus siglas en ingles (Weld Procedure Specifications), es un documento donde se plasma las especificaciones de los diferentes tipos procedimientos de soldado y que se debe seguir para realizar una buena soldadura, se denomina precalificado debido a que su contenido se basa en normas, procesos o ensayos ya realizado y calificados anteriormente por cual no es necesario realizar pruebas propias para comprobar la efectividad de estos parametros.

Como principio de todo proceso de soldadura primeramente, se construyen las Especificaciones del Procedimiento de Soldadura, WPS; tomando en consideración el tipo de proceso de soldadura, el diseño de la unión, el metal base, el metal de aporte, la protección contra la acción atmosférica, la posición de la soldadura, las características eléctricas con las cuales se suelde y la técnica para realizar el cordón; además, de acuerdo al espesor del metal base se determinará si es necesario precalentamiento; para ello se han de consultar las Tablas que se presentaran en su debido momento.

El postcalentamiento no se aplica en calificación de soldaduras pero si en la producción con el fin de realizar un relevado de esfuerzos. Las variables esenciales que se debe toma en cuenta en un WPS se mencionan a continuación.

7.2.1 Proceso de soldadura

- SMAW: Proceso de soldado con arco manual con electrodo revestido, los electrodos son de bajo contenido de hidrogeno
- SAW: En la soldadura por arco sumergido, el arco se establece entre la pieza a soldar y el electrodo, estando ambos cubiertos por una capa de flux granular (de ahí su denominación “arco sumergido”). Por esta razón el arco está oculto. Algunos fluxes se funden para proporcionar una capa de escoria protectora sobre el baño de soldadura. El flux sobrante vuelve a ser de nuevo reutilizado.
- GMAW (excepto GMAW-S): Gas Metal Arc Welding es un proceso semiautomático, automático o robotizado de soldadura que utiliza un electrodo consumible y continuo que es alimentado a la pistola junto con el gas inerte.
- FCAW: La soldadura por arco con núcleo de fundente (flux cored arc welding) es un proceso de soldadura por arco que aprovecha un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. Este proceso se emplea con protección de un fundente contenido dentro del electrodo tubular, con o sin un escudo adicional de gas de procedencia externa, y sin aplicación de presión.

7.2.2 Metal base/combinación metal de aporte

La determinación del metal de aporte, se toma en cuenta las relaciones de resistencia del material y el metal de aporte. La lista de relaciones entre metal base y metal de aporte se muestra en la tabla A7.1¹².

7.2.3 Mínimo de precalentamiento y temperatura entrepasos

El precalentamiento y la temperatura entrepasos debe ser suficiente para evitar fallas en el material principalmente cuarteaduras. Las temperaturas necesarias para cada tipo de acero se enumeran en la tabla 7.2.

Si en una unión se tienen diferentes precalentamientos debido al uso de diferentes espesores, el precalentamiento predominante para todos es el mayor de estos en base a la tabla 7.2.

¹² La A corresponde a Tabla ubicada en anexos

Grupo de Acero (Tabl	Proceso de Soldadura	Espesor de la Parte más Gruesa en la Unión Soldada (T) mm	Mínima Temperatura de Pre calentamiento y Entre Pasadas °C
I	Soldadura manual con electrodos de no bajo hidrógeno	3 < T ≤ 20 20 < T ≤ 38 38 < T ≤ 65 T > 65	0 65 110 150
I y II	Soldadura manual con electrodos de bajo hidrógeno, arco sumergido, semiautomática con alambre macizo y tubular	3 < T ≤ 20 20 < T ≤ 38 38 < T ≤ 65 T > 65	0 10 65 110

Tabla 7.2. Mínima Temperatura de Pre calentamiento y Entre Pasadas para una WPS Precalificada

7.3.4 El diseño de la unión

Para la selección del diseño de la unión o junta se cuenta con gran número de juntas precalificadas que se pueden consulta en el manual de la AWS¹³, todas estas juntas ya están aprobadas así que no debe haber problema para la selección de alguna.

7.3.5 Limitaciones de las variables del WPS

Los parámetros de soldadura indicados a continuación deben ser especificados y considerados en la WPS escrita dentro de la limitación de las variables prescritas en la Tabla. Los cambios en esos parámetros que excedan de lo especificado en la WPS escrita, así como de todos los otros, cuya variación exceda o indicado en la Tabla A7.3, deberán ser considerados cambios esenciales y requerirán una WPS precalificada escrita nueva o revisada:

- Amperaje (o velocidad de alimentación del alambre)
- Voltaje
- Velocidad de avance
- Flujo del gas protector

A continuación se presenta el formato general del wps dependiendo de las características de la junta, proceso y demás variables el llenado puede variar.

7.3 Arco manual con electrodo revestido (SMAW)

Un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto (Coated Electrode) y la pieza a trabajar. Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo, además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza. La escoria debe ser removida después de cada procedimiento.

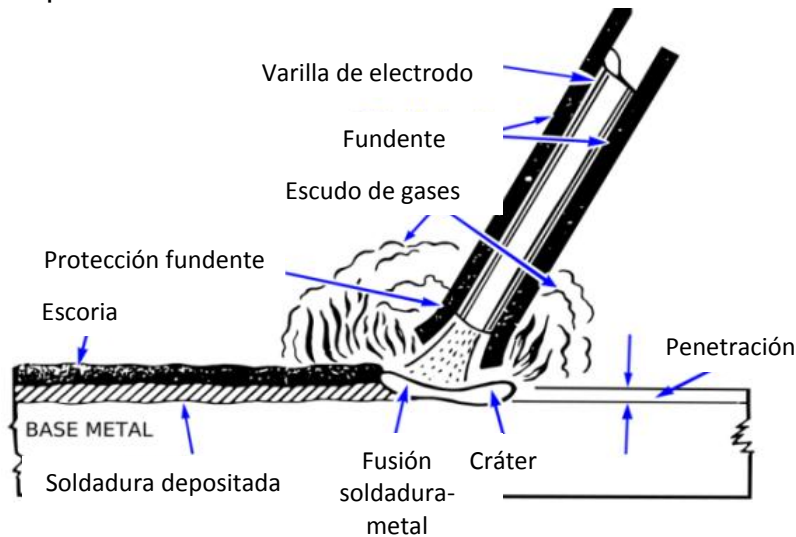


Fig. 7.1 Soldadura SMAW

Los electrodos, en particular, tienen su propio código en todas las agencias que los clasifica, que los separa de los demás productos y los hace identificables de manera específica, el código que AWS usa para esto, y que probablemente sea el más popular en Latino-América se ha convertido en la referencia que más comúnmente se usa para Clasificar, son el AWS A5.1 para los electrodo de acero "dulce" o de relleno, y el AWS A5.5 para los electrodos de aleación de acero (alto contenido de carbón), muchos los identifican separándolos erróneamente como "Electrodos de Bajo Hidrogeno y Electrodos de Alto Hidrogeno" respectivamente, pero algunas variaciones de los electrodos en ambas clasificaciones contienen en sus fundentes altas o bajas cantidades de Hidrogeno que los excluye de esa referencia.

Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.1

Electrodo cubierto de Acero "Dulce"

E - X X X X
 (1) (2) (3) (4) (5)

(1) Lo identifica como electrodo

(2) y (3) Dos primeros dígitos indican su fuerza tensil x 1000 PSI.

(4) Indica la posición que se debe usar para optimizar la operación de este electrodo

(5) Indica la usabilidad del electrodo, Ej. : tipo de corriente y tipo de fundente, en algunos casos, tercer y cuarto dígito son muy significativos

Fig. 7.2 Norma AWS A5.1 para electrodos de acero dulce o de relleno

Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.5

Electrodo cubierto de baja aleación de acero

E - X X X X - X X
 (1) (2) (3) (4) (5) (6)(7)

(1) Lo identifica como electrodo

(2) y (3) Dos primeros dígitos indican su fuerza tensil x 1000 PSI.

(4) Indica la usabilidad del electrodo, Ej: tipo de corriente y tipo de fundente, en algunos casos, tercer y cuarto dígito son muy significativos

(5) Indica la posición que se debe usar para optimizar la operación de este electrodo

(6) y (7) Composición química del material después de depositado

Fig. 7.3 Norma AWS A5.5 para electrodos aleación de acero

Para la identificación de los respectivos números y su significado en cada una de las normas es necesario consultar las siguientes tablas donde se describe cada uno de ellos:

E XX1X	=	Cualquier Posición (De piso, horizontal, sobre cabeza y vertical)
E XX2X	=	Horizontal y de piso solamente
E XX3X	=	vertical Horizontal y de piso solamente
E XX4X	=	De piso, sobre cabeza, horizontal y vertical hacia abajo.

Tabla 7.1 Posiciones de operación del electrodo

Clasf.	Corriente	Arco	Penetracion	Fundente y Escorea
EXX10	DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Sodio (0 - 10% de polvo de Hierro)
EXX11	AC o DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Potasio (0% de Polvo de Hierro)
EXX12	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Titanio - Sodio (0 - 10 % de Polvo de Hierro)
EXX13	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Potasio (0 - 10% de Polvo de Hierro)
EXX14	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)
EXX15	DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX16	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Potasio (0% de Polvo de Hierro)
EXX18	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)
EXX20	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Sodio (0% de Povo de Hierro)
EXX22	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX24	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Polvo de Hierro (50% de Polvo de Hierro)
EXX27	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX28	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX48	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)

DCEP - Corriente Directa Electrodo Positivo **DCEN** - Corriente Directa Electrodo Negativo
Nota: El porcentaje del polvo de Hierro esta calculado en base al peso del fundente

Tabla 7.2 Detalles de los dos últimos dígitos

7.4 Arco con núcleo de fundente (FCAW)

La soldadura con hilos tubulares, es muy parecida a la soldadura MIG/MAG en cuanto al manejo y equipamiento se refiere. Sin embargo, el electrodo continuo no es sólido si no que está constituido por un tubo metálico hueco que rodea al núcleo, relleno de flux. El electrodo se forma, a partir de una banda metálica que es conformada en forma de U en una primera fase, en cuyo interior se deposita a continuación el flux y los elementos aleantes, cerrándose después mediante una serie de rodillos de conformado.



Fig. 7.4 Electrodo continuo relleno de flux

El proceso de soldadura con hilos tubulares depende de un gas de protección, para proteger la zona soldada de la contaminación atmosférica. El gas puede ser aplicado ó bien de forma separada, en cuyo caso el hilo tubular se denomina de protección gaseosa, o bien, se genera por la descomposición de los elementos contenidos en el flux, en cuyo caso hablaremos de hilos tubulares autoprotegidos. Además del gas de protección, el núcleo de flux produce una escoria que protege al metal depositado en el enfriamiento. Posteriormente se elimina la escoria.

7.4.1 Características principales

Los beneficios de FCAW se obtienen al combinarse tres características generales:

- La productividad de La soldadura de alambre continuo.
- Las cualidades metalúrgicas que pueden derivarse de un fundente.
- Una escoria que sustenta y moldea La franja de soldadura.

El proceso FCAW combina características de la soldadura por arco de metal protegido (SMAW), la soldadura por arco de metal y gas (GMAW) y la soldadura por arco sumergido (SAW).

En el método con autoprotección se obtiene a partir de ingredientes vaporizados del fundente que desplazan el aire y por la escoria que cubre las gotas de metal derretido y el charco de soldadura durante la operación. La producción de CO₂ y la introducción de agentes desoxidantes y desnitrurantes que proceden de ingredientes del fundente justo en la superficie del charco de soldadura explican por qué los electrodos con autoprotección pueden tolerar corrientes de aire más fuertes que los electrodos con escudo de gas. Es por esto que la FCAW con autoprotección es el método preferido para trabajo en el campo.

Una característica de ciertos electrodos con autoprotección es el empleo de extensiones de electrodo largas. La extensión del electrodo es el tramo de electrodo no fundido que se extiende más allá del extremo del tubo de contacto durante la soldadura. En general se usan extensiones de 19 a 95 mm (0.5 a 3.75 pulg) con los electrodos autoprotegidos, dependiendo de la aplicación.

Al incrementarse la extensión del electrodo aumenta el Calentamiento por resistencia del electrodo. Esto precalienta el electrodo y reduce la caída de voltaje a través del arco. Al mismo tiempo, la corriente de soldadura baja, con la consecuente reducción de el calor disponible para fundir el metal base. La franja de soldadura que resulta es angosta y poco profunda, lo que hace al proceso ideal para soldar materiales de calibre delgado y para salvar huecos causados por un embotamiento deficiente

Con ciertos tipos de electrodos con núcleo de fundente y autoprotección, la polaridad recomendable es CCEN (corriente continua, electrodo negativo), ya que produce menor penetración en el metal base. Esto hace posible usar con éxito electrodos de diámetro pequeño [de 0.8 mm (0.030 pulg), 0.9 mm (0.035 pulg) y 1.2 mm (0.045 pulg)] para soldar materiales de calibre delgado. Se han desarrollado electrodos autoprotegidos específicamente para soldar los aceros recubiertos de cinc y aluminizados que se usan comúnmente en la actualidad para fabricar automóviles.

En contraste, el método con escudo de gas es apropiado para la producción de soldaduras angostas y penetrantes. Se usan extensiones de electrodo cortas y corrientes de soldadura elevadas con alambres de todos los diámetros. Las soldaduras de filete hechas por FCAW son más angostas y de garganta más profunda que las producidas con SMAW. El principio de extensión del electrodo no puede aplicarse al método con escudo de gas porque una extensión grande afecta adversamente la protección.

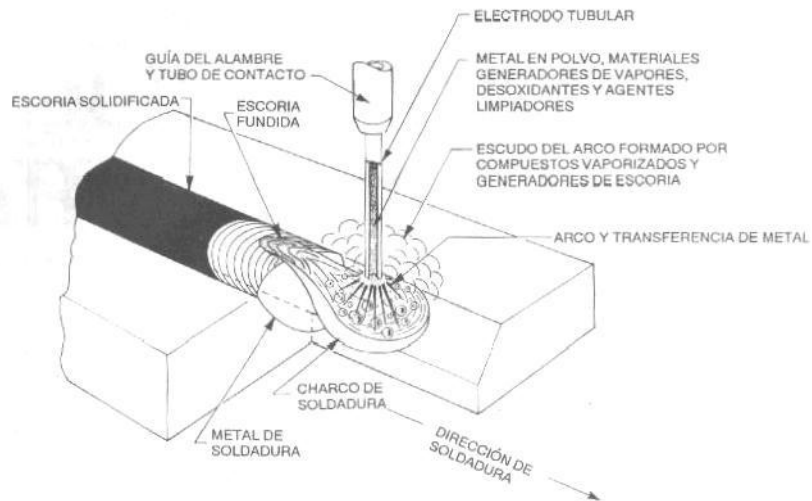


Fig. 7.5 Soldadura FCAW

7.4.2 Equipo semiautomático

El equipo básico para la soldadura por arco con núcleo de fundente autoprotégida y con escudo de gas es similar. La principal diferencia radica en el suministro y regulación del gas para el arco en la variante con escudo de gas. La fuente de potencia recomendada es la de cc de voltaje constante, similar a las que se usan para soldadura por arco de metal y gas. Esta fuente deberá ser capaz de trabajar en el nivel de corriente máximo requerido para la aplicación específica. La mayor parte de las aplicaciones semiautomáticas usa menos de 500 A. El control de voltaje deberá poderse ajustar en incrementos de un voltio menos. También se usan fuentes de potencia de cc de corriente constante con la suficiente capacidad y controles y alimentadores de alambre apropiados, pero estas aplicaciones son poco comunes.

El propósito del control de alimentación del alambre es suministrar el electrodo continuo al arco de soldadura con una velocidad constante previamente establecida. La rapidez de alimentación del electrodo determina el amperaje de soldadura suministrado por una fuente de potencia de voltaje constante. Si se modifica esta rapidez, la máquina soldadora se ajustará automáticamente para mantener el voltaje

de arco preestablecido. La velocidad de alimentación del electrodo se puede controlar por medios mecánicos o electrónicos.

Este proceso requiere rodillos impulsores que no aplanen ni distorsionen de alguna otra manera el electrodo tubular. Se emplean diversos rodillos con superficies ranuradas y moleteadas para adelantar el electrodo. Algunos alimentadores de alambre tienen solo un par de rodillos impulsores, mientras que otros cuentan con dos pares en los que por lo menos uno de los rodillos de cada par está conectado a un motor. Si todos los rodillos están motorizados, el alambre se podrá adelantar ejerciendo menos presión con los rodillos.

Las pistolas típicas para soldadura semiautomática están diseñadas de modo que se sostengan cómodamente, sean fáciles de manipular y duren largo tiempo. Las pistolas establecen un contacto interno con el electrodo a fin de conducir la corriente de soldadura. La corriente y la alimentación del electrodo se accionan con un interruptor montado en la pistola.

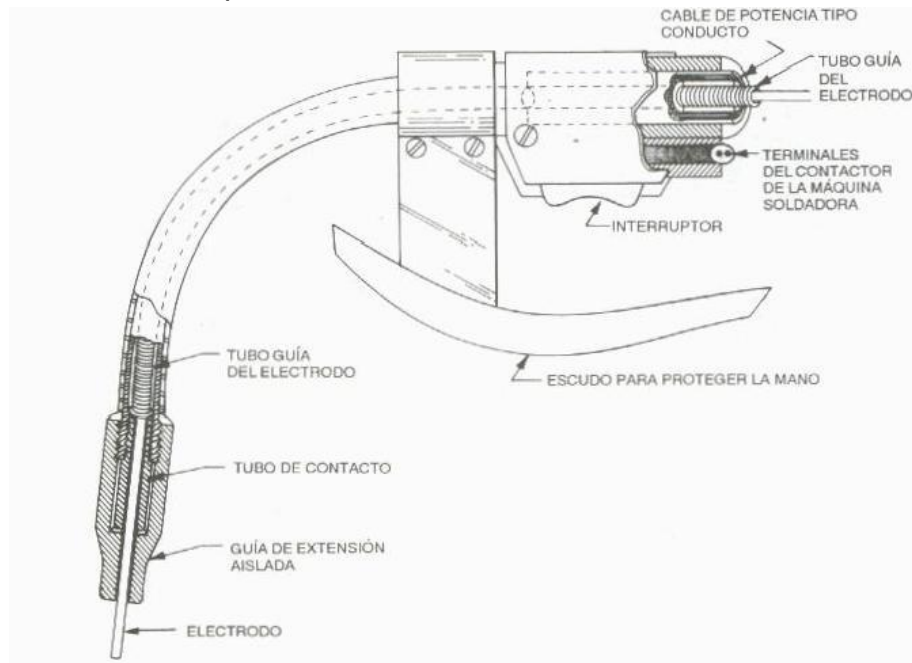


Fig. 7.6 Pistolas para soldadura semiautomática

Las pistolas soldadoras pueden enfriarse con aire o con agua. Se prefieren las pistolas enfriadas por aire porque no hay necesidad de un suministro de agua, pero las enfriadas por agua son más compactas y ligeras, y requieren menos mantenimiento que las enfriadas por aire. Además, suelen tener especificaciones de corriente más altas, que pueden llegar a 600 A con ciclo de trabajo continuo. Las

pistolas pueden tener boquillas rectas o curvas. El ángulo de la boquilla curva puede variar.

En algunas aplicaciones, la boquilla curva ofrece mayor flexibilidad y facilidad de manipulación del electrodo. Algunos electrodos autoprotectidos con núcleo de fundente requieren una extensión de electrodo mínima específica para proveer una protección adecuada. Las pistolas que usan estos electrodos generalmente cuentan con tubos guía provisto de una extensión aislada que sustenta el electrodo y asegura que se extenderá al menos una distancia mínima. Los detalles de una boquilla de electrodo autoprotectido, incluido el tubo gula aislado, se ilustra en seguida.

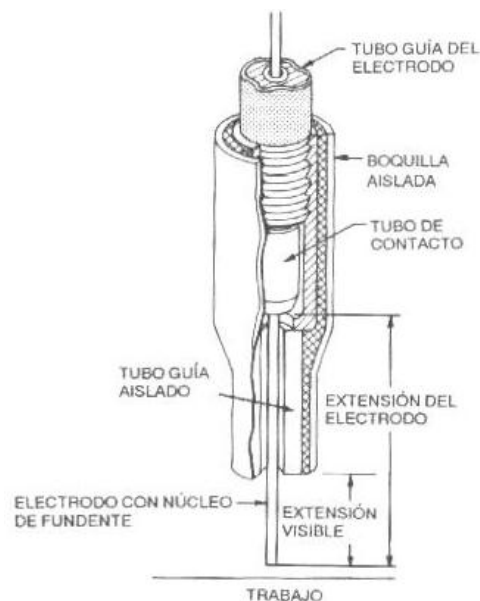


Fig. 7.6 Tubos guía y extensión

7.4.3 Metales base soldados

La mayor parte de los aceros que se puede soldar con los procesos SMAW, GMAW o SAW se sueldan fácilmente empleando el proceso FCAW. Para la elaboración de estructuras metálicas el proceso FCAW cubre perfectamente las necesidades con los siguientes tipos de aceros que se pueden soldar:

- Grados de acero dulce, estructural, como ASTM A36, A515 y A516.

7.4.4 Electrodos

La soldadura por arco con núcleo de fundente debe buena parte de su flexibilidad a la amplia variedad de ingredientes que se puede incluir en el núcleo de

un electrodo tubular. El electrodo por lo regular consiste en una funda de acero de bajo carbono o de aleación que rodea un núcleo de materiales fundentes y de aleación. La composición del núcleo de fundente varía de acuerdo con la clasificación del electrodo y con el fabricante.

7.4.4.1 Clasificaciones de los electrodos

La mayor parte de los electrodos de acero dulce para FCAW se clasifica de acuerdo con los requisitos de la última edición de ANSI/AWS A5.20, Especificación para electrodos de acero al carbono destinados a soldadura por arco con núcleo de fundente. El sistema de identificación sigue el patrón general de clasificación de electrodos y se ilustra en la Fig. 7.7.

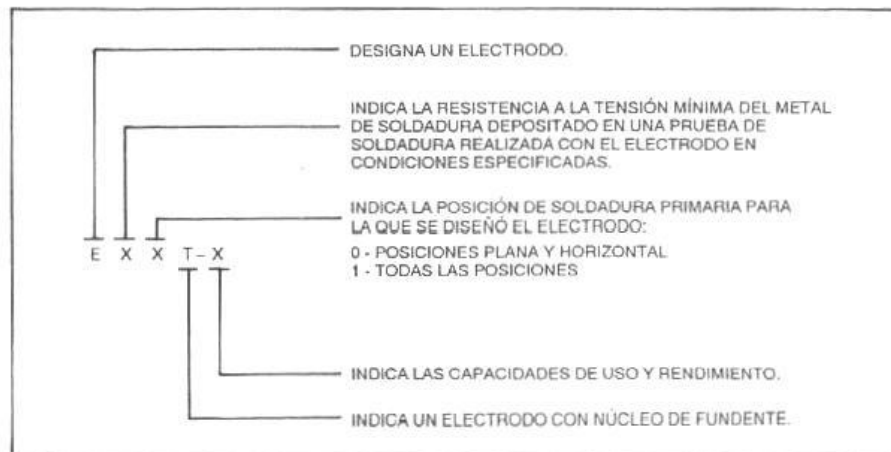


Fig. 7.7 Sistema de identificación

7.4.5 Control del proceso

Durante el proceso FCAW existen 6 variables esenciales que no se deben pasar por alto y son las siguientes:

- Extensión del electrodo
- Voltaje del arco
- Corriente de soldadura
- Velocidad de desplazamiento
- Tasa y eficiencia de deposición
- Ángulo del electrodo

7.4.5.1 Corriente de soldadura

La corriente de soldadura es proporcional a la velocidad de alimentación del electrodo para un electrodo con diámetro, composición y extensión específicos. La

relación entre la velocidad de alimentación del electrodo y la corriente de soldadura para electrodos típicos de acero dulce autoprotegidos. Se presenta en las figuras siguientes, respectivamente.

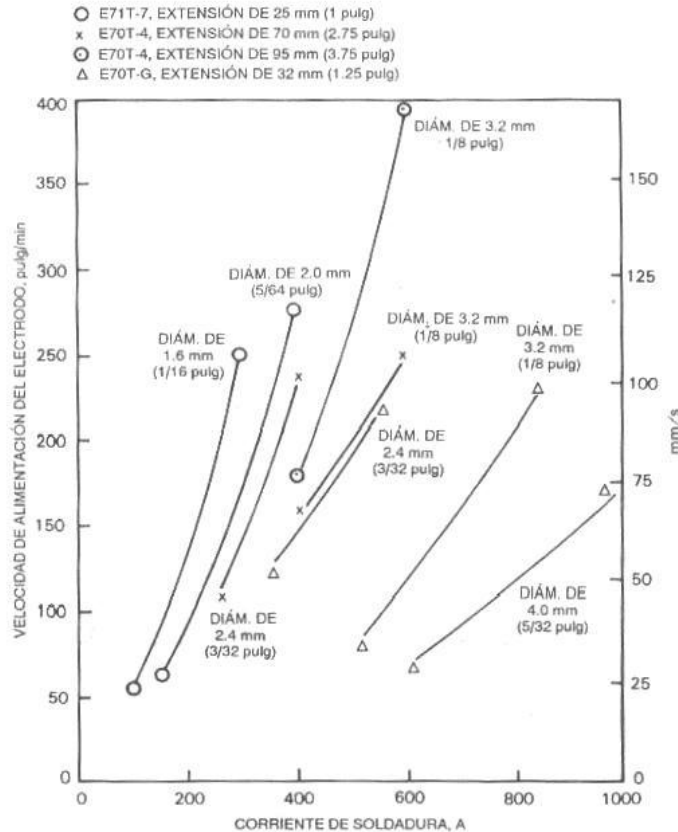


Fig. 7.8 Grafica Corriente vs Velocidad de alimentación

Se emplea una fuente de potencia de voltaje constante del tamaño apropiado para fundir el electrodo con una rapidez tal que se mantenga el voltaje de salida (longitud de arco) preestablecido. Si las demás variables de soldadura se mantienen constantes para un electrodo de cierto diámetro, la modificación de la corriente de soldadura tendrá los siguientes efectos preponderantes:

- Un incremento en la corriente; eleva la tasa de deposición del electrodo.
- Un aumento en la corriente; aumenta la penetración.
- Una corriente excesiva; produce franjas de soldadura convexas de aspecto deficiente.
- Una corriente insuficiente; produce transferencia de gota grande y demasiadas salpicaduras.
- Una corriente insuficiente; puede causar una absorción excesiva de nitrógeno y también porosidad del metal de soldadura cuando se suelda con electrodos con núcleo de fundente autoprotegidos.

- Cuando se incrementa o reduce la corriente de soldadura modificando la velocidad de alimentación del electrodo, conviene ajustar el voltaje de salida de la fuente de potencia de modo que se mantenga la relación óptima entre el voltaje de arco y la corriente. Para una velocidad de alimentación de electrodo dada, la corriente de soldadura medida varía con la extensión del electrodo.
- Al aumentar la extensión del electrodo, la corriente de soldadura se reduce, y viceversa.

7.4.5.2 Voltaje del arco

El voltaje y la longitud del arco están íntimamente relacionados. El voltaje que indica el medidor de la fuente de potencia es la suma de las caídas de voltaje en todo el circuito de soldadura. Esto incluye la caída a través del cable de soldadura, la extensión del electrodo, el arco, la pieza de trabajo y el cable conectado al trabajo. Por tanto, el voltaje del arco será proporcional a la lectura del medidor si los demás elementos del circuito (y sus temperaturas) se mantienen constantes.

El voltaje del arco puede afectar el aspecto, la integridad y las propiedades de las soldaduras hechas con electrodos con núcleo de fundente. Un voltaje de arco excesivo (arco demasiado largo) puede producir demasiadas salpicaduras y franjas de soldadura anchas y de forma irregular. Si se usan electrodos autoprotegidos, un voltaje de arco excesivamente alto hará que se absorba demasiado nitrógeno, y si el electrodo es de acero dulce también puede causar porosidad. Un voltaje de arco insuficiente (arco demasiado corto) produce franjas angostas y convexas con demasiadas salpicaduras y penetración somera.

7.4.5.3 Extensión del electrodo

El tramo de electrodo no fundido que sobresale del tubo de contacto al soldar (la extensión del electrodo) se calienta por variables permanezcan constantes. Como ya se explicó, la temperatura del electrodo afecta la energía del arco, la tasa de deposición del electrodo y la penetración de la soldadura. También puede influir en la integridad de la soldadura y en la estabilidad del arco.

El efecto de la extensión del electrodo como factor operativo en FCAW introduce una nueva variable que debe mantenerse equilibrada con las condiciones de protección y las variables de soldadura relacionadas. Por ejemplo, la fusión y activación de los ingredientes del núcleo debe ser consistente con la del tubo de contención, y también con las características del arco. Si todo lo demás es igual, una extensión excesiva produce un arco inestable con demasiadas salpicaduras. Una

extensión muy corta puede producir un arco demasiado largo a un nivel de voltaje determinado. La mayoría de los fabricantes recomienda una extensión de 19 a 95 mm (3/4 a 3.75 pulg) para los tipos con autoprotección, dependiendo de la aplicación.

7.4.5.4 Velocidad de desplazamiento

La velocidad de desplazamiento influye en la penetración y el perfil de la franja de soldadura. Si los demás factores permanecen constantes, la penetración a velocidades de recorrido bajas es mayor que a velocidades altas. Si la velocidad de desplazamiento es baja y la corriente es elevada, el metal de soldadura puede sobrecalentarse y producir una soldadura de aspecto áspero que tal vez atrape escoria mecánicamente, o atravesar de lado a lado el metal base. Si la velocidad de desplazamiento es excesiva, la franja de soldadura tiende a ser irregular y acordada.

7.4.5.5 Tasa y eficiencia de deposición

La tasa de deposición en cualquier proceso de soldadura es el peso de material depositado en la unidad de tiempo, y depende de variables como el diámetro, la composición y la extensión del electrodo, y la corriente de soldadura. Se presenta la variación en las tasas de deposición con la corriente de soldadura para diversos diámetros de electrodos de acero dulce con autoprotección.

Las eficiencias de deposición de los electrodos para FCAW varían entre el 80 y el 90% si se emplea escudo de gas, y entre el 78 y el 87% si los electrodos proveen autoprotección. La eficiencia de deposición es la razón entre el peso del metal depositado y el peso del electrodo consumido.

7.4.5.6 Ángulo del electrodo

El ángulo con que se sostiene el electrodo durante la soldadura determina la dirección en que la fuerza del arco se aplica al charco de metal fundido. Si las variables de soldadura se ajustan en los niveles correctos para la aplicación de que se trata, se puede usar la fuerza del arco para contrarrestar los efectos de la gravedad. En los procesos FCAW y SMAW, la fuerza del arco no solo sirve para dar a la franja de soldadura la forma deseada, sino también para evitar que la escoria corra por delante del metal de soldadura y quede atrapada por él.

Al efectuar soldaduras de surco y de filete en la posición plana, la gravedad tiende a hacer que el charco de metal fundido como por delante de la soldadura. A fin de contrarrestar esto, el electrodo se sostiene angulado respecto a la vertical, con la

punta apuntando hacia la soldadura, es decir, en dirección opuesta a la dirección de desplazamiento. Este ángulo de desplazamiento, definido como ángulo de arrastre, se mide a partir de una línea vertical en el plano del eje de la soldadura.

El ángulo de arrastre correcto depende del método de FCAW empleado, del espesor del metal base y de la posición de soldadura. Si se usa el método con autoprotección, los ángulos de arrastre deberán ser de la misma magnitud aproximada que los empleados con electrodos para soldadura por arco de metal protegido. En las posiciones plana y horizontal, los ángulos de arrastre variarán entre 20 y 45 grados (fig. 7.9 A), aunque se usan ángulos más grandes para soldar secciones delgadas. Al aumentar el espesor del material, el ángulo de arrastre se reduce para incrementar la penetración. Cuando se suelda verticalmente hacia arriba, el ángulo de arrastre deberá ser de 5 a 10 grados.

Al hacer soldaduras de filete en la posición horizontal el charco de soldadura tiende a fluir tanto en la dirección del recorrido como en dirección perpendicular a ella. A fin de contrarrestar el flujo lateral, el electrodo deberá apuntar hacia la placa de abajo cerca de la esquina de la unión. Además de su ángulo de arrastre, el electrodo deberá tener un ángulo de trabajo de 40 a 50° respecto al miembro vertical. En la fig. 7.9 B muestra cuanto debe apartarse el electrodo de la línea que apunta hacia la esquina de la unión y cuál debe ser el ángulo de trabajo al soldar filetes horizontales.

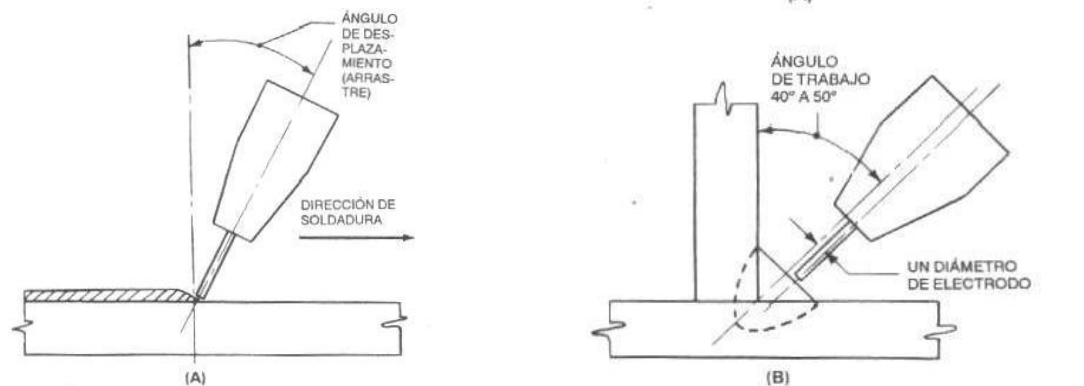


Fig. 7.9 Grafica Corriente vs Velocidad de alimentación

7.4.6 Identificación de problemas

El empleo de procedimientos o prácticas indebidos puede producir varios tipos de discontinuidades. Aunque muchas de éstas son inocuas, afectan adversamente el aspecto de la soldadura, en la tabla 7.3 se muestra los problemas y las posibles causas y soluciones.

Problema	Posible causa	Acción correctiva
Porosidad	Metal base contaminado	Limpiar las caras de la unión por soldar
	Alambre de aporte contaminado	Eliminar los compuestos de estiramiento del alambre Limpiar aceite de los rodillos Evitar suciedad del taller Reacondicionar en estufa a el alambre de aporte
	Insuficiente fundente en el núcleo	Cambiar de electrodo
	Voltaje excesivo	Reajustar el voltaje
	Excesiva extensión del electrodo	Reajustar la extensión y equilibrar la corriente
	Insuficiente extensión del electrodo	Reajustar la extensión y equilibrar la corriente
	Excesiva velocidad de desplazamiento	Ajustar a velocidad
Fusión o penetración incompleta	Manipulación incorrecta	Dirigir al electrodo hacia la raíz de la unión
	Parámetros no apropiados	Incrementar la corriente Reducir la velocidad de desplazamiento Reducir la extensión Usar alambre mas delgado
	Diseño incorrecto de las uniones	Incrementar la abertura de raíz Reducir la cara de raíz
Agrietamiento	Restricción excesiva de las uniones	Reducir la restricción Precalentar Usar metal de soldadura mas dúctil Emplear martillado
	Electrodo incorrecto	Revisar la formulación y el contenido de fundente
Alimentación del electrodo	Desgaste excesivo de la punta de contacto	Reducir la presión de los rodillos impulsores
	Punta de contacto fundida o pegada	Reducir el voltaje Ajustar el control de retroquemado Cambiar forro desgastado
	Conducto del alambre en el cable sucio	Cambiar el conducto. Limpiar con aire comprimido

Tabla 7.3 Identificación de problemas en el proceso FCAW

7.5 Soldadura por arco sumergido (SAW)

El proceso de arco sumergido es principalmente llevado a cabo con equipo totalmente automático, aunque hay algunas pistolas de mano para el proceso. Para incrementar la productividad un arreglo con varios electrodos o multi-alambre puede ser implementado. Por su alto poder de deposición de metal de aporte, es particularmente conveniente para las soldaduras rectas de gran longitud con excelente calidad en posición de piso, siendo muy usado en la fabricación de grandes tanques, plantas químicas, pesadas estructuras y en la industria de la fabricación y reparación de barcos.

En el proceso de Arco Sumergido "SAW", el arco es iniciado entre el material base a ser soldado y la punta de un electrodo consumible, los cuales son cubiertos por una capa de un fundente granulado. El arco es, por consiguiente, escondido en esta capa densa de fundente granulado el cual parte se funde para formar una cubierta protectora sobre el cordón de soldadura fundido, en donde sus remanentes pueden ser recuperados para ser usado nuevamente.

Para cada alambre existen parámetros predeterminados todos en base a su diámetro en la tabla 7.3 se muestran algunos de estos valores.

Diámetro de Alambre Pulgadas (mm)		Rango de Corriente en Amperios	Rango de Tension en Voltios
1/16"	(1.6)	150-500	22-30
5/64"	(2.0)	175-600	24-32
3/32"	(2.4)	250-700	26-34
5/32"	(4.0)	400-1000	28-38

Tabla 7.3 Parámetros Recomendados para Alambres de soldadura de Arco Sumergido "SAW"

Entre las características del proceso SAW están las siguientes:

- Alta penetración, la cual no se obtiene con otro proceso
- Alta aplicación de corriente
- Alta deposición
- Una eficiencia casi del 100%

Diametro de Alambre (Electrodo) Pulgadas (mm)		Amperaje	Rango de Deposición Lbs/Hr (Kg/Hr)		Eficiencia
1/16"	(1.6)	400	13.0	(5,90)	99%
		500	17.0	(7,71)	99%
5/64"	(2.0)	300	10.8	(4,90)	99%
		400	14.5	(6,58)	99%
		500	18.2	(8,26)	99%
3/32"	(2.4)	400	13.2	(5,99)	99%
		500	17.0	(7,71)	99%
		600	22.0	(9,98)	99%
1/8"	(3.2)	400	11.0	(4,99)	99%
		500	14.5	(6,58)	99%
		600	18.0	(8,16)	99%
		700	21.2	(9,62)	99%
5/32"	(4.0)	500	12.5	(5,67)	99%
		600	16.0	(7,26)	99%
		700	19.5	(8,85)	99%
		800	23.0	(10,43)	99%
		900	26.0	(11,79)	99%
3/16"	(4.8)	600	13.9	(6,31)	99%
		700	17.5	(7,94)	99%
		800	21.0	(9,53)	99%
		900	25.0	(11,34)	99%
		1000	29.2	(13,25)	99%
		1100	34.0	(15,42)	99%

Tabla 7.4 Data de Deposición para Alambres de soldadura de Arco Sumergido "SAW"

Las variables para el proceso SAW son similares al proceso FCAW, con la diferencia del ángulo de aplicación, debido a que la aplicación se hace en sobremesa con un ángulo de inclinación igual a 0°. Por lo cual las variables se reducen a las siguientes.

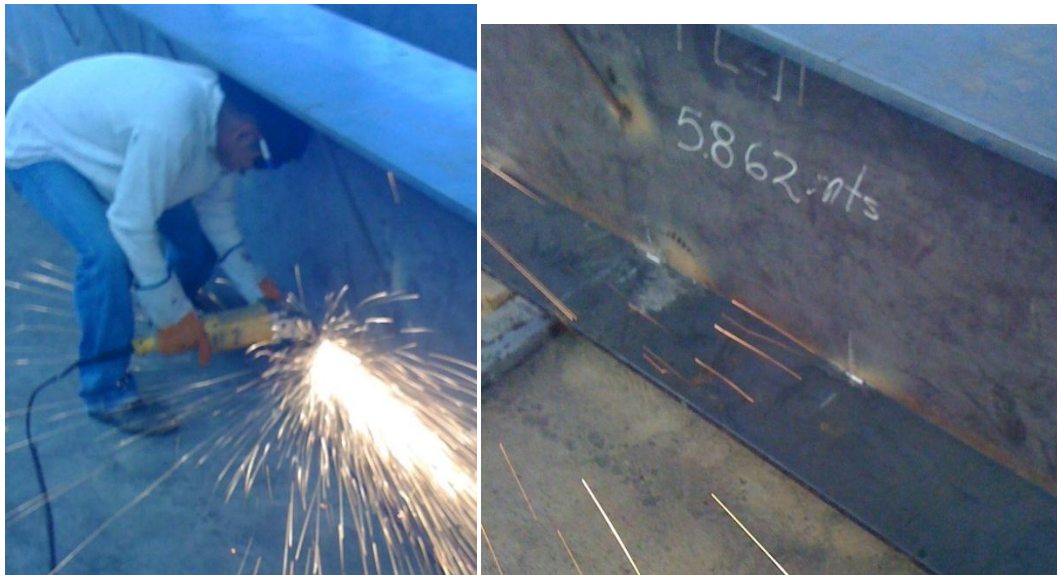
- Extensión del electrodo
- Voltaje del arco
- Corriente de soldadura
- Velocidad de desplazamiento

7.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	
Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas	
Nombre del procedimiento:	Soldadura de filete SAW
No.	Actividad
1	<p>Para comenzar a soldar con la máquina de arco sumergido primero se debe tener en cuenta dos puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza

- Humedad
- Aberturas en la pieza por donde pueda escurrirse la soldadura

2 Primero se procede a limpiar la pieza eso se logra de la siguiente manera:

- Esmerilar: Es necesario rebajar los puntos de soldadura colocados por los armadores para fijar la pieza antes se soldar, ya que es posible que en su interior se hallen poros o sean demasiado grandes que al pasar el arco sumergido en ellos el cordón se deforme.

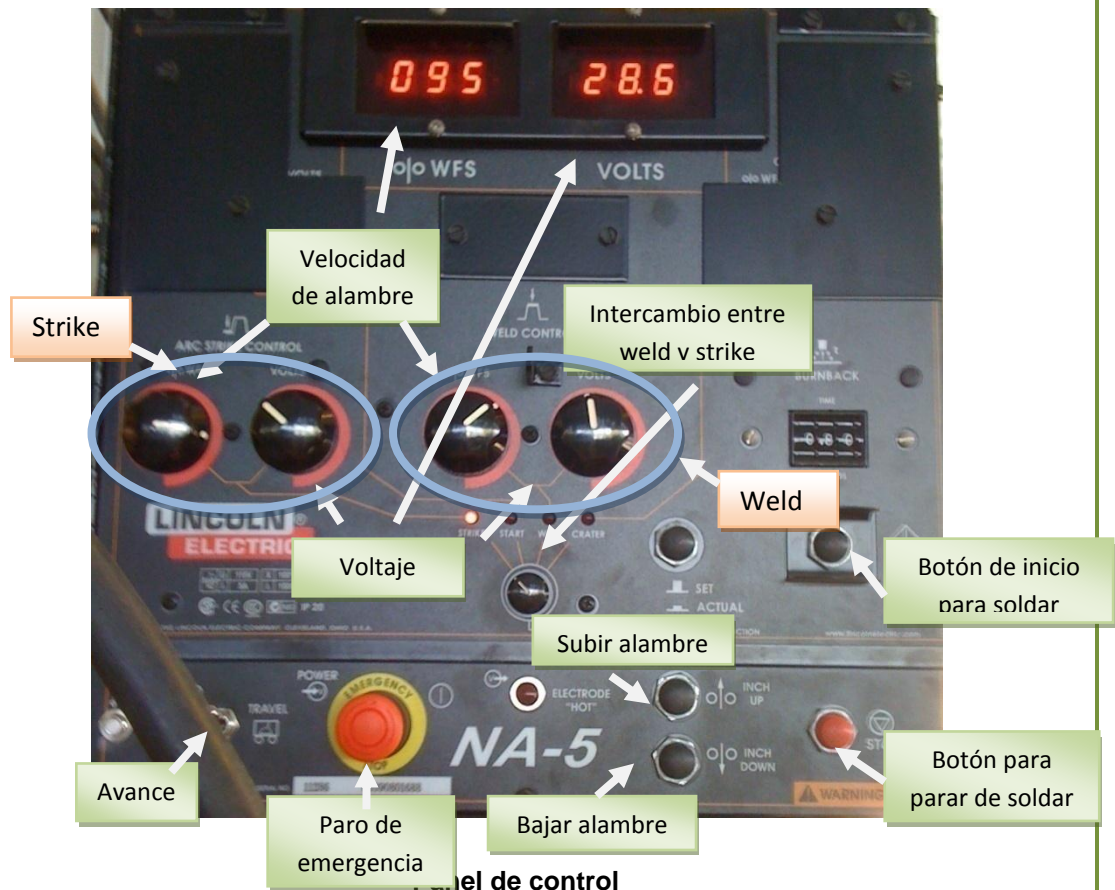


Limpieza de puntos

- Cardeada: Básicamente se refiere a la limpieza se con carda plana toda la sección por donde se va soldar, es necesario meter la carda con fuerza para poder eliminar suciedad incrustada en el interior de la pieza.
- Aberturas: Por ciertas circunstancias hay veces que la unión de una pieza con otra en este caso el alma y el patín de una viga se encuentran separadas cuando la abertura supera 1 mm es posible que la soldadura del arco sumergido se escurra por esta abertura, si se presenta este tipo de aberturas es necesario taparlas con un cordón de soldadura antes de soldar con el arco sumergido y luego esmerilar para evitar deformaciones en el cordón final.

3 Una vez limpia la pieza es necesario colocarlo sobre la cama de maquina (se puede consultar el procedimiento Movimiento de material con la gura viajera)

- 4 Durante la colocación de la pieza es necesario ajustar el tablero control para obtener el tamaño del cordón especificado por el proyecto



- 5 Para poder ajustar correctamente el panel se debe tomar en cuenta el diámetro del electrodo o alambre y determinar el rango de valores aceptables (tabla 7.3):

- Amperaje
- Voltaje
- Velocidad de avance

El valor que puede ir variando es la velocidad del electrodo o alambre (WFS) el cual se puede adaptar según el tamaño del filete pero tomando en cuenta los rangos de amperaje ya que es directamente proporcional al WFS.

- 6 Durante el proceso de soldado por arco sumergido existen dos etapas que son:

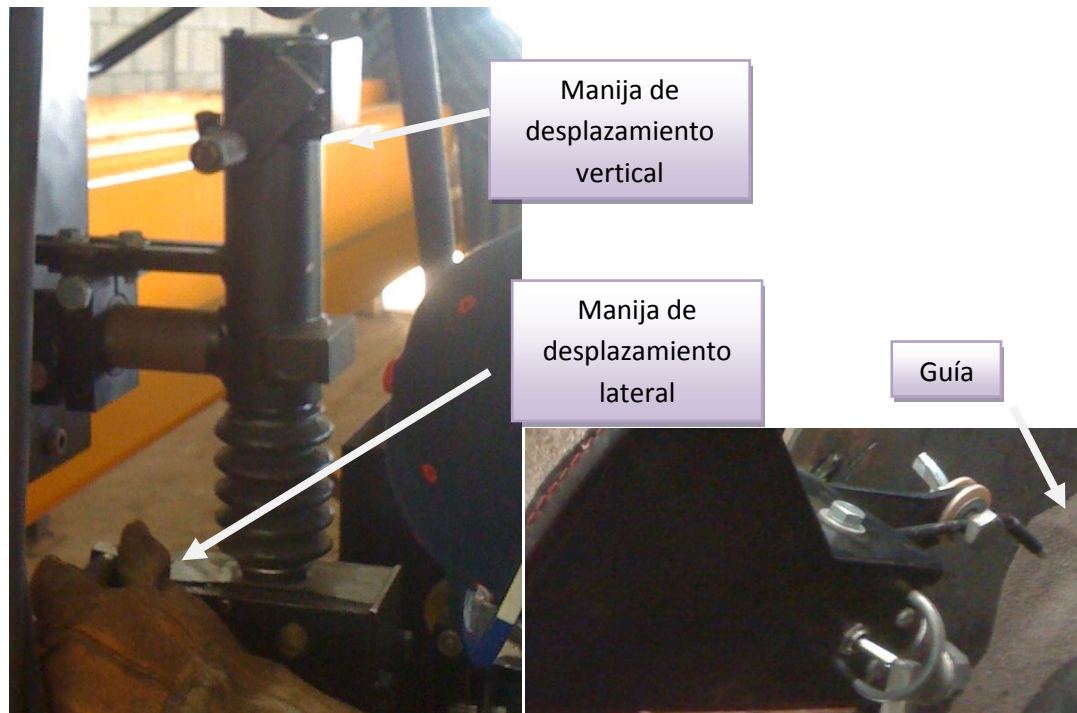
- **Strike:** Se origina al inicio de hacer arco los valores en este punto deben

ser mayores a los que se va soldar toda la pieza aproximadamente 10% mas al valor de Weld.

- **Weld:** Se inicia a continuación del strike, en esta etapa los valores son los cuales se debe soldar la pieza y se mantienen hasta terminar el cordón.

7 Cada etapa se ajusta de manera independiente, las dos tienen un control de voltaje y WFS como muestra la figura del panel de control.

8 Ya ajustado al filete solicitado se procede a alinear la punta del electrodo respecto a la posición donde se va soldar, para esto existen dos manijas para mover el cabezal del electrodo verticalmente y lateralmente. Es necesario alinear simultáneamente la guía al frente ya que la punta del electrodo va completamente sumergida en el fundente por lo cual es imposible saber si va bien el cordón la guía permite conocer una referencia del estado del cordón.



Alineación de guía y electrodo

9 Ya ajustada y alineada se procede a precalentar para eliminar la humedad en la pieza ya que es causante de poros. Se puede calentar un metro o dos y luego comenzar a soldar para un mejor uso del tiempo. En este proceso es

necesario eliminar toda la humedad de la pieza desde principio a fin por lo cual no importa la longitud todo es necesario calentar.



Calentamiento y eliminación de humedad

7.6 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Grupo CONINTE División Estructuras Metálicas

Nombre del procedimiento:	Inspección visual en soldadura de filete y ranura
No.	Actividad
1	Este proceso de inspección se aplica a todos los procesos de soldadura que se aplican y aplicaran en el taller:
2	<p>Inspección visual soldadura de ranura:</p> <p>Una aceptable calificación visual para una soldadura de ranura y filete debe cumplir con los siguientes requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ningún agrietamiento es aceptable, sin importar el tamaño • Todas las grietas deben rellenarse a través de toda la sección de la soldadura. • La cara de la soldadura deberá estar al ras con la superficie del metal base, y el cordón deberá fusionarse suavemente con el metal base. • El socavamiento no deberá exceder 1mm (1/32”). • El reforzamiento de la soldadura no deberá exceder de 3mm (1/8”). • La raíz de la soldadura será inspeccionada y no deberá haber evidencia de grietas, fusión incompleta, o penetración inadecuada en la unión.

Las terminaciones o empates de cordones no se deben distinguir y mucho menos se debe aceptar los "cráteres" al término del cordón. Una forma de evitar los cráteres en los cordones de soldadura es la colocación de la placa de salida en ambos lados del cordón y una vez termina la vista se puede eliminar dejan un cordón uniforme sin cráteres.

3

Inspección visual soldadura de filete:

- Ningún agrietamiento es aceptable, sin importar el tamaño
- Las piernas de soldadura no deberá ser menor a la requerida
- El perfil de la soldadura deberá ser igual al de la figura 1
- Socavado de la soldadura nos deberá ser mayor a 1/32" (1 mm).

REFERENCIAS

1. ANSI - AWS; Structural Welding Code - Steel; Edición 2, Año 2006
2. IMCA; IMCA Manual construcción en acero; editorial IMCA
3. IMCA; Perfiles Estructurales IMCA, Versión 1
4. Lincoln Electric, Submerged Arc Welding Guide