



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**DIVERSOS PROCESOS DE SOLDADURA  
DE APLICACION INDUSTRIAL**

**MEMORIA DE DESEMPEÑO  
PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO  
PRESENTA  
TOMAS OLGUIN BADILLO**

ASESOR: M. EN C. ADOLFO OBAYA VALDIVIA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1982

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

La memoria de desempeño profesional.

" Diversos procesos de soldadura de aplicación industrial "

que presenta el pasante: Olguín Badillo Tomás.

con número de cuentas: 7221653-0 para obtener el TÍTULO de:  
Químico.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 25 de Septiembre de 1996.

PRESIDENTE

O. Gloria Borjon Apan Ruiz

VOCAL

M. en C. Adolfo Obaya Valdivia

SECRETARIO

O. Rafael García Barrera

PRIMER SUPLENTE

O. Victoria O. Hernández Palacios

SEGUNDO SUPLENTE

M. en C. Yolanda M. Vargas Rodríguez

## **AGRADECIMIENTOS.**

**Al M. en C. Adolfo Obaya Valdivia.  
Por sus acertados consejos y la atinada dirección de este trabajo.**

**Al jurado. Por sus valiosas observaciones.**

**A dios. Por permitirme realizar este trabajo**

**A mis padres (que en paz descansen) por haberme dado la vida**

**A mis familiares**

**A todos mis amigos**

## ÍNDICE

	Pag.
Prologo	1
Objetivos generales	2
Introducción	3
Importancia de la soldadura	4
Soldadura homogénea y heterogénea	5
Procesos de soldadura de mayor aplicación industrial en México	6
Fundentes	7
Nomenclatura y especificación de los electrodos recubiertos	8
Fundentes	13
Punto eutéctico	14
Descripción del desempeño profesional	15
Soldadura de arco eléctrico	16
Factores que intervienen al soldar con arco eléctrico	17
Efectos de la corriente y la polaridad al soldar con electrodo revestido	22
Aplicaciones de la soldadura con arco eléctrico	23
Método oxiacetilénico	24
Proceso oxiacetilénico (diagrama)	25
Ejemplos	31
Factores que intervienen al soldar con oxiacetileno	32
Normas de seguridad	35
Tipos de llamas	38
Proceso de oxi-corte manual	42
Proceso TIG	45
Proceso MIG	47
Análisis y diagnóstico	52
Implementos de protección	53

	Pag.
Acondicionamiento del lugar de trabajo	58
Identificación del metal base	60
Métodos para preparar juntas	62
Ranuras	64
Cordones	65
Posiciones	66
Defectos en soldadura causas y corrección	67
Tipos de desgaste	71
Discusión	72
Conclusiones	74
Bibliografía	75

## PROLOGO

La modalidad de memoria de desempeño profesional es una alternativa de titulación que brinda la Universidad Nacional Autónoma de México. Ofrece la oportunidad de plasmar los conocimientos y experiencias propias en el desempeño profesional. En este trabajo en la parte de la descripción del desempeño profesional se presentan cuatro de los principales procesos de aplicación de soldadura industrial que son. La soldadura de arco eléctrico, la de oxiacetileno y la del método TIG que son con los que se ha tenido mayor interacción para su aplicación, aunque existen más de 80 métodos, muchos de ellos no son de aplicación general en la industria, inclusive, algunos se encuentran en etapa experimental

En el análisis y diagnóstico, con base a la experiencia adquirida se discuten temas de importancia en la seguridad industrial que son herramientas imprescindibles en las comisiones de seguridad e higiene. Así como el diagnóstico de los metales base, selección de electrodos, algunas nomenclaturas más importantes, métodos de preparación de juntas así como los defectos en las soldaduras causas y corrección .

## **OBJETIVOS GENERALES**

**Elaborar un informe de trabajo en el que se describen tres de los principales métodos de soldadura de aplicación industrial.**

**Describir la importancia de los elementos que intervienen en cada uno de los métodos así como también las normas de seguridad personal y las técnicas adecuadas.**

**Describir el proceso TIG que en realidad se conoce como "Soldadura con arco de tungsteno y gas" pero se identifica como "GTAW".**

**Con base en los métodos descritos, poder aplicar el más adecuado, o la combinación de dos o mas métodos.**

**Estimular las líneas de investigación (tesis) en el área de soldadura con especial interés en la interacción entre las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química Industrial y Químico.**

## INTRODUCCIÓN

LA SOLDADURA tiene su origen por el año 1000 A:C. y durante la edad media los herreros la desarrollaron en un alto grado.

A principios de los años 1800's se produce el primer arco eléctrico entre dos electrodos de carbón, usando una batería como fuente de poder. En 1925 la soldadura involucra muchas técnicas y equipo de uso actual.

La soldadura es una forma muy eficiente para unir metales.

Es ampliamente usada para ayudar a construir y reparar casi todo lo hecho de metal. Partes metálicas que antes se hacían mediante el proceso de fundición, ahora se pueden hacer mucho mas económicas por medio de soldadura.

El acelerado desarrollo tecnológico y la creciente aplicación industrial de la soldadura en los últimos setenta años, en especial a partir de la segunda guerra mundial durante la cual recibió un impulso definitivo, dificulta la definición clara y precisa del concepto de soldadura.

La A.W.S.( American Welding Society o Sociedad Americana de Soldadura) ofrece la siguiente definición:

**SOLDADURA:** es la unión de piezas metálicas o no metálicas, con o sin material de aporte, utilizando cualquiera de los procedimientos siguientes:

- a) Aplicando presión exclusivamente
- b) Calentando los materiales a una temperatura determinada con o sin aplicación de presión.

## IMPORTANCIA DE LA SOLDADURA

La importancia de la soldadura queda establecida por el hecho de que actualmente no existe ninguna empresa industrial que no la utilice ya sea dentro de su proceso de producción, o bien para la conservación o reparación de sus equipos e instalaciones.

Además en la vida diaria nos encontramos rodeados y utilizamos continuamente artículos que en mayor o menor porcentaje han sido soldados; barcos, trenes, automóviles, camiones, grúas, aviones, tanques de almacenamiento, tuberías, edificios, puentes y estructuras en general, televisores, radios, estufas, mesas, sillas, licuadoras, refrigeradores, focos, etc., serían algunos ejemplos de la gran variedad de productos tanto industriales como domésticos que en algunas de sus partes requieren ser soldados.

### DEFINICIÓN

En términos generales se puede decir que la soldadura junto con el remachado, el atornillado, el engargolado y el pegado son procesos de manufactura que permite unir o ensamblar diversos componentes metálicos o no metálicos de una gran variedad de artículos fabricados, principalmente por la industria metal-mecánica. En la figura 1 nos muestra un diagrama de la soldadura.

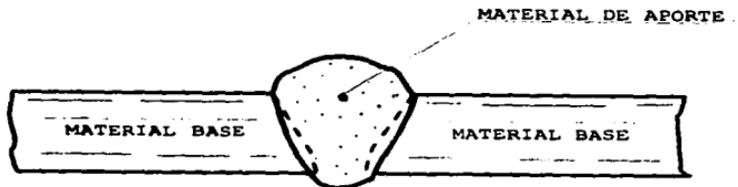


fig. 1

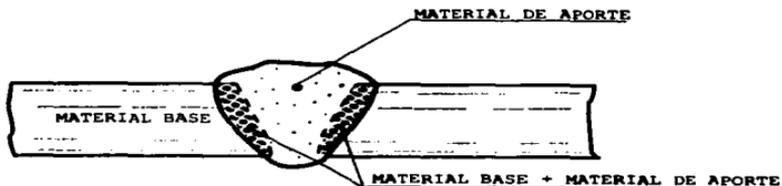
La unión de dos piezas metálicas puede efectuarse utilizando material de aporte o sin material de aporte. Si el material de aporte es semejante al material base, se considera una soldadura homogénea. Si el material de aporte es una aleación metálica compatible con el metal base, pero de composición completamente diferente, entonces se tiene una soldadura heterogénea.

El método más frecuente para soldar por cohesión es aplicando energía calorífica o calor exclusivamente

Al soldar por este procedimiento, los bordes del material base pasarán al estado líquido en el momento de efectuarse la soldadura, puede hacerse sin utilizar material de aporte con los procesos de oxi-acetileno (O.A.W.) y arco de tungsteno y gas (G.T.A.W. o TIG).

Si se utiliza material de aporte, éste se funde al mismo tiempo que el metal base; ambos se combinan y al solidificarse forman el cordón de soldadura. En este grupo se encuentran todos los procesos de soldadura por arco eléctrico (A.W.S.) y el oxi-acetilénico

### S O L D A D U R A P O R C O H E S I O N



#### CARACTERÍSTICAS:

- |                      |   |                       |
|----------------------|---|-----------------------|
| - MATERIAL BASE      | ≈ | AL MATERIAL DE APORTE |
| - MATERIAL BASE      | ≡ | AL MATERIAL DE APORTE |
| - MATERIAL BASE      | ≠ | AL MATERIAL DE APORTE |
| - MATERIAL DE APORTE | = | ESTADO LIQUIDO        |
|                      | = | ESTADO LIQUIDO        |

fig. 2

**PROCESOS DE SOLDADURA DE MAYOR APLICACIÓN INDUSTRIAL EN  
MÉXICO**

Grupo de Procesos de Soldadura	Nombre técnico del proceso	Nombre que recibe en el medio Industrial Mexicano	Símbolo de identificación
SOLDADURA CON ARCO ELECTRICO	- Arco metálico protegido	- Soldadura eléctrica - Electrodo revestido	S M A W
	- Arco metálico y gas	- M I G . - De carrete - Semi-automática - CO <sub>2</sub>	G M A W
	- Arco de tungsteno y gas	- TIG - Argón - Tungsteno	G T A W
SOLDADURA CON OXI-GAS	- Oxi-acetileno	- Autógena	O A W
	- Soldadura fuerte con soplete	- Latón - Plata - Baja temperatura - Falsa soldadura dura	T B
	- Soldadura blanda	- Plomo-estaño - Falsa soldadura blanda	T S
POR RESISTENCIA ELECTRICA	- Soldadura por puntos	- Con punteadora	R S W

## FUNDENTES

Las impurezas, los óxidos y el contacto con el oxígeno y el nitrógeno del aire son las causas principales que provocan soldaduras defectuosas, en especial cordones porosos.

Para eliminar los óxidos y las impurezas se utilizan los fundentes, ya sean sustancias ácidas (como el sílice y el ácido sulfúrico) o básicas (como la piedra caliza o cal) que tienen como función principal:

- Destruir la capa de óxido
- Eliminar las impurezas superficiales
- Favorecer la fusión de los metales
- Formar una capa líquida o gaseosa que evita el contacto del metal líquido o caliente con el oxígeno y nitrógeno del aire.

El fúndente se utiliza en diversas formas según el tipo de proceso de soldadura y el metal base que se quiere soldar.

Las formas de fundentes son: polvos, líquidos, pasta, pasta extruida sobre la varilla, en forma granular, a granel y dentro del material de aporte (núcleo de fúndente).

Como resultado de la reacción química entre el metal líquido y el fúndente, se forma la escoria, que es una mezcla de óxidos metálicos que cubre la superficie de un metal líquido o caliente. La función de la escoria es también retardar el enfriamiento de la soldadura

Con frecuencia los fundentes cumplen la función de estabilizar el arco eléctrico, generar gases de protección y añadir elementos de aleación al cordón de soldadura.

Después de soldar es necesario eliminar la escoria porque sigue actuando como ácido o base sobre el metal base provocando corrosión en los mismos y dañan seriamente las uniones de soldadura si no se limpia perfectamente dicha escoria.

## NOMENCLATURA Y ESPECIFICACIONES DE LOS ELECTRODOS REVESTIDOS

Para comprender adecuadamente la clasificación de electrodos es necesario revisar antes la clasificación de metales desde el punto de vista de la soldadura.

### CLASIFICACIÓN DE METALES

La definición clásica de un elemento metálico dice: Metal es un cuerpo buen conductor de calor y de electricidad y que posee un brillo característico llamado brillo metálico.

La cantidad de metales que se utilizan en la actualidad y la diversidad de aplicaciones de éstos, ha provocado que se clasifiquen desde distintos puntos de vista.

- Por su composición química: puros, aleados, aceros, hierros, colados etc.
- Por su aplicación específica: resistencia al desgaste, dureza etc.
- Por su estructura metalográfica: auténticos, férricos, etc.
- Por su aplicación industrial: automotrices estructurales, para herramientas, etc.

La clasificación generalizada en soldadura se basa en la estructura química de los metales y pretende únicamente establecer un marco de referencia que sirva para identificar los metales y para seleccionar el electrodo adecuado para cada caso.

Esta clasificación es la que siguen en general las casas comerciales que fabrican equipo y materiales para soldar. se clasifican como:

- Metales puros: cuando el componente principal es el hierro
- Aleaciones: compuestos con un metal con uno o varios metales o con uno o varios no metales., siempre y cuando el compuesto resultante sea otro metal.

Las aleaciones pueden ser:

- Ferrosas: cuando el componente principal es el hierro
- No ferrosas: cuando el componente principal es cualquier metal menos el hierro

Dentro de las aleaciones no ferrosas se consideran.

- Aleaciones de Aluminio. ej. duraluminio
- Aleaciones de cobre. ej. bronce y latón
- Aleaciones de níquel ej. monel e inconel

- Aleaciones refractarias. de titanio, vanadio y tungsteno
- Aleaciones preciosas. de oro plata y platino Las aleaciones ferrosas se dividen en acero y en hierro colado.

El acero es la aleación del hierro con el carbono que contiene una cierta cantidad de impurezas de fósforo, azufre y silicio.

Los aceros al carbón corresponden exactamente a la definición anterior. Los aceros aleados en cambio además de hierro, carbono e impurezas contienen una cierta cantidad de elementos de aleación, siendo los más comunes, cromo, níquel, vanadio, magnesio, manganeso, estaño, molibdeno, azufre y silicio. estos tres últimos elementos , dependiendo de la aplicación del metal, pueden constituir un elemento de aleación, o bien ser considerados como impurezas.

El hierro colado es un metal a base de hierro con saturación de carbono en forma de grafito.

Se clasifican en:

hierro colado blanco, gris, maleable, nodular y atruchado

### ELECTRODOS REVESTIDOS.

El electrodo revestido en el proceso de arco metálico protegido tiene cuatro funciones básicas.

- Establecer el arco eléctrico con el metal base
- Dirigir y controlar el arco eléctrico según lo requieran las piezas a soldar.
- Proporcionar el metal de aporte
- Proteger el cordón de soldadura

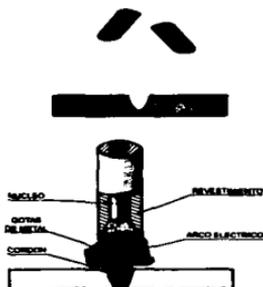
CONSTITUCIÓN. consta de tres partes que son núcleo, revestimiento e identificación.



fig.3

### NÚCLEO DEL ELECTRODO

Esta constituido por un alambre metálico que conduce la corriente eléctrica y permite establecer el arco eléctrico. El intenso calor del arco hace que se funda progresivamente la punta del alambre y que en forma de pequeñas gotas se deposita en el cordón de la soldadura, proporcionando así el material de aporte, como se muestra en la figura:



TIPO DE CORRIENTE	TIPO DE POLARIDAD	POSICION DE SOLDADURA	TIPO DE ARCO	PENETRA-CION	SALPICA-DURAS
Alterna	Directa	Plano Horizontal Vertical	Energico Medio Suave	Alto Mediana Ligera	Abundantes Moderadas Escasas

fig. 4

### REVESTIMIENTO DEL ELECTRODO

Cumple diversas funciones al soldar con arco metálico protegido (eléctrica), y son:

- a) Estabilizar el arco, facilita el encendido y mantenimiento constante del arco.
- b) Genera una pantalla de gases de protección que evita la contaminación del cordón por el oxígeno y nitrógeno del aire.
- c) Proporciona el fundente que elimina los óxidos de impurezas del material y forma escorias que retardan el enfriamiento del cordón.
- d) Determina las condiciones de operación del electrodo
- e) Determina las características del cordón.

## FUNDENTES

Las impurezas, los óxidos y el contacto con el oxígeno y el nitrógeno del aire son las causas principales que provocan soldaduras defectuosas, en especial cordones porosos.

Para eliminar los óxidos y las impurezas se utilizan los fundentes, ya sean sustancias ácidas (como el sílice y el ácido sulfúrico) o básicas (como la piedra caliza o cal) que tienen como función principal:

- Destruir la capa de óxido
- Eliminar las impurezas superficiales
- Favorecer la fusión de los metales
- Formar una capa líquida o gaseosa que evita el contacto del metal líquido o caliente con el oxígeno y nitrógeno del aire.

El fundente se utiliza en diversas formas según el tipo de proceso de soldadura y el metal base que se quiere soldar.

Las formas de fundentes son: polvos, líquidos, pasta, pasta extruida sobre la varilla, en forma granular, a granel y dentro del material de aporte (núcleo de fundente).

Como resultado de la reacción química entre el metal líquido y el fundente, se forma la escoria, que es una mezcla de óxidos metálicos que cubre la superficie de un metal líquido o caliente. La función de la escoria es también retardar el enfriamiento de la soldadura.

Con frecuencia los fundentes cumplen la función de estabilizar el arco eléctrico, generar gases de protección y añadir elementos de aleación al cordón de soldadura.

Después de soldar es necesario eliminar la escoria porque sigue actuando como ácido o base sobre el metal base provocando corrosión en los mismos y dañan seriamente las uniones de soldadura si no se limpia perfectamente dicha escoria.

### **PUNTO EUTÉCTICO**

**Eutéctico = Palabra proveniente del griego que es fundir fácilmente.**

**Punto eutéctico. Es la temperatura más baja en la que se solidifica (y licúa) sin cambio de composición de una mezcla de sólidos a presión constante.**

**Alto eutéctico.- en estudios térmicos se han encontrado también puntos eutécticos altos a estos puntos se les denominan altos y bajos eutécticos que han permitido aplicaciones prácticas importantes en el estudio esencial para la comprensión de propiedades de las aleaciones. que son los componentes principales en las soldaduras.**

## DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL

La actividad profesional como responsable de trabajos especiales ha permitido el desarrollo y aplicación de diferentes métodos de soldadura como:

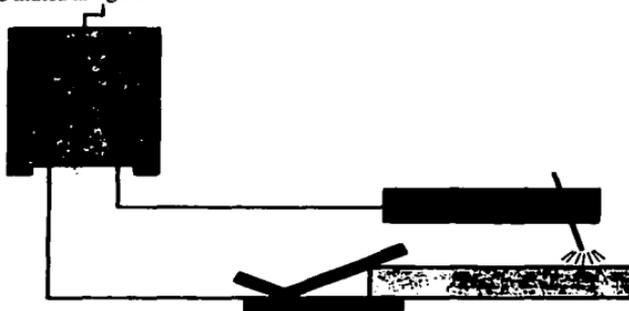
- SOLDADURA DE ARCO ELÉCTRICO (S M.A. W.)
- SOLDADURA OXI - ACETILÉNICA (O. A. W.) o autógena
- PROCESO TIG.(Electrodo de tungsteno y gas o G. T. A. W.)

PROCESO MIG (soldadura de arco metálico y gas o GMAW) o microalambre.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN ESTOS MÉTODOS PRESENTANDO.....

## SOLDADURA DE ARCO ELÉCTRICO

**CIRCUITO DE SOLDADURA.** Para soldar con arco eléctrico se utiliza un circuito eléctrico básico como lo indica la figura.



CIRCUITO ELECTRICICO BASICO	CIRCUITO DE SOLDADURA
Fuente de poder	Máquina para soldar
Conductores eléctricos	Cable portaelectrodo + portaelectrodo + electrodo + material base + pinza de tierra + cable de tierra.
INTERRUPTOR	Arco eléctrico: - Encendido circula corriente. - Apagado no circula corriente.
Dispositivo para transformar la energía eléctrica.	Arco eléctrico: - Cambia a la energía eléctrica en calor

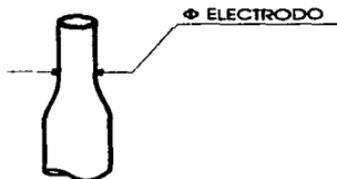
fig.5 soldadura de arco eléctrico

### FACTORES QUE INTERVIENEN AL SOLDAR CON ARCO ELÉCTRICO

La ejecución de un cordón de soldadura implica el control de una serie de variables que afectan la calidad del mismo

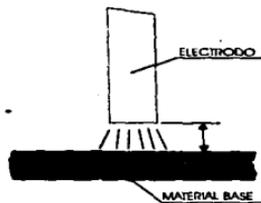
- 1.- Intensidad de corriente
- 2.- Longitud de arco
- 3.- Posición del electrodo (ángulo y posición del electrodo)
- 4.- Velocidad de avance y ancho del cordón
- 5.- Encendido del arco e iniciación del cordón
- 6.- Apagado del arco
- 7.- Reanudación del cordón.

1.- Intensidad de corriente. la intensidad de corriente o amperaje depende del diámetro del electrodo medido en el alambre desnudo o núcleo del mismo.



Ø ELECTRODO (PULG)		AMPERS (Aprox.)	TOLERANCIA
Fraciones	Decimales		
3/32	0.097	60	± 20 Ampers
1/8	0.125	125	
5/32	0.157	150	
3/16	0.188	180	
1/4	0.250	250	

fig. 6



2.- Longitud del Arco; Es la distancia entre el electrodo y el material base, de acuerdo a su longitud el arco

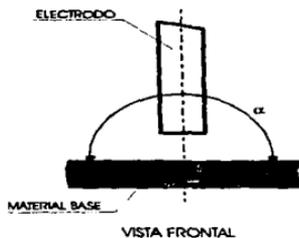
puede ser:

Arco corto.- si la longitud del arco es diferente al diámetro del electrodo.

Arco normal.- la longitud del arco es igual al diámetro del electrodo.

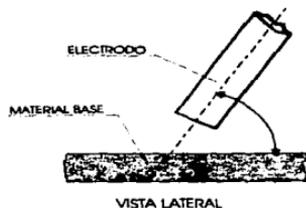
Arco largo.- La longitud del arco es diferente al diámetro del electrodo.

Fig. 6'



3.- Posición del electrodo.- se especifica mediante el ángulo y la inclinación del electrodo pero depende de la posición de la pieza a soldar.

fig. 7



- Inclinación del electrodo.- es el ángulo formado por el electrodo y el eje longitudinal del cordón de soldadura.

Fig.8

4.- Velocidad de avance y ancho del cordón:

Depende del ancho del cordón.

Ancho normal; es generalmente igual a dos veces el diámetro del electrodo.

Ancho máximo; es igual a tres veces el diámetro del electrodo, pero esto depende mucho de la destreza del operador.

Otro parámetro es: un centímetro de electrodo = medio centímetro de longitud del cordón



fig10

5- Encendido del arco e iniciación del cordón.- con la careta levantada, acercar la punta al material base sin tocarla. se baja la careta, por contacto o fricción se toca el material base para encender el arco e iniciamos el cordón

6.- Apagado del arco.- Se apaga el arco por que se termina el electrodo o el cordón, es necesario evitar la formación de un cráter al final del mismo regresando el electrodo media pulgada y retirando el electrodo con lentitud.

7.- Reanudación del cordón .- se limpia aproximadamente una pulgada de escoria en la punta del cordón, se enciende el arco una pulgada adelante y se alinea el cordón continuando normalmente.

## MÁQUINAS PARA SOLDAR CON ARCO ELÉCTRICO

Un componente básico del equipo para soldar es la máquina soldadura o fuente de poder. proporciona la energía eléctrica para soldar con la intensidad de corriente (amperaje) y la diferencia de potencial (voltaje) adecuados. En forma simple se dice que una máquina soldadora es un convertidor de energía. Recibe energía eléctrica o energía mecánica y la transforma en energía eléctrica de baja diferencia de potencial y alta intensidad de corriente que es la indicada para soldar.



fig 11

Actualmente se fabrica una gran variedad de máquinas soldadoras que permite efectuar todo tipo de trabajos de soldadura de arco. Con fines de clasificación las máquinas soldadoras pueden subdividirse en tres sistemas.

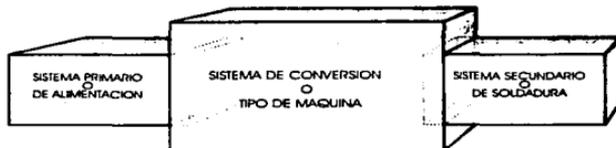


fig.12

#### **A) SISTEMA PRIMARIO DE ALIMENTACIÓN**

Está constituido por las partes de la máquina que reciben la energía eléctrica o mecánica externa para convertirlas en energía eléctrica de soldadura. Si reciben energía eléctrica las máquinas pueden ser monofásicas o trifásicas. Si se alimenta energía mecánica pueden ser máquinas con motor diesel o con motor de gasolina.

#### **B) SISTEMA DE CONVERSIÓN O TIPO DE MÁQUINA**

Está constituido por las partes que transforman la energía eléctrica o mecánica en energía eléctrica para soldar. En este caso, las máquinas pueden ser:

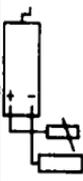
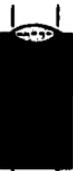
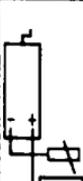
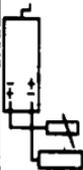
- a) Estáticas: si los componentes no se mueven para generar la corriente de soldadura, pueden ser transformadores y transformadores rectificadores.
- b) Dinámicas: si la generación de corriente se efectúa mediante componentes en movimiento; todas estas máquinas son del tipo generador.

#### **C) SISTEMA SECUNDARIO O DE SOLDADURA**

En el sistema secundario o de soldadura, conocido también como circuito de soldadura, se incluyen todos los elementos internos y externos a la máquina que reciben la corriente de soldadura y que permiten llevarla hasta el lugar en donde se efectúa la unión; algunos de estos elementos son la bobina secundaria, los bornes de la máquina, los cables para soldar y las pinzas de tierra y porta electrodos. Según el sistema secundario se clasifican en:

- a) Máquinas de corriente alterna exclusivamente
- b) Máquinas de corriente directa exclusivamente
- c) Máquinas que proporcionan corriente alterna o corriente directa indistintamente.

EFFECTO DE LA CORRIENTE Y LA POLARIDAD AL SOLDAR CON ELECTRODO REVISTIDO (SMAW)

TIPO DE CORRIENTE	POLARIDAD			ARCO DE CARBON	CIRCULACION DE ELECTRONES	EFFECTO EN EL CORDON			FORMA DEL CORDON
	CONEXION	SIGNIFICADO	TIPO			PENETRACION	ALTURA	ANCHO	
CORRIENTE DIRECTA (CD)		ELECTRODO AL NEGATIVO	POLARIDAD DIRECTA O NEGATIVA	ELECTRODO (-)  (+) TRABAJO	ELECTRODO  TRABAJO	BAJA	BAJA	ANCHO	
		ELECTRODO AL POSITIVO	POLARIDAD INVERTIDA O POSITIVA	ELECTRODO (+)  (-) TRABAJO	ELECTRODO  TRABAJO	ALTA	ALTA	DELGADO	
CORRIENTE ALTERNA (CA)		CAMBIO CONSTANTE DE POLARIDAD	ELECTRODO (-) (+)  (+) (-) TRABAJO	ELECTRODO  TRABAJO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO		

### **APLICACIONES DE SOLDADURA CON ARCO ELÉCTRICO**

La soldadura de arco eléctrico tiene aplicación en estructuras, tanques, equipo ligero y en el mantenimiento de piezas reconstruidas, por su gran resistencia se utiliza en estructuras pesadas, en la industria de la construcción, en oleoductos y en la instalación de plantas de producción.

La variedad de aleaciones que se usan son: aluminio, aceros, acero inoxidable y aleaciones de plata y de cobre, así como hierro colado, aleaciones de níquel y una clasificación que se les da a las piezas duras que tienen principalmente cromo, molibdeno y wolframio.

Comercialmente la soldadura más utilizada en piezas de reparación y construcción es el hierro que es de los más simples y económicos.

### MÉTODO OXIACETILÉNICO

El calor necesario para fundir el metal base y el metal de aporte cuando se usa, se obtiene de una mezcla controlada de acetileno y de oxígeno de alta pureza que producen una llama de -- 3200°C. Con esta llama se funde los bordes del metal, al estar estos en forma líquida se mezclan y al enfriarse se solidifican manteniéndose unidas las dos partes antes separadas.

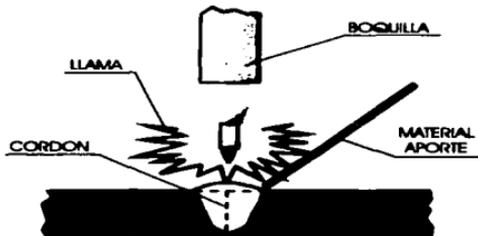


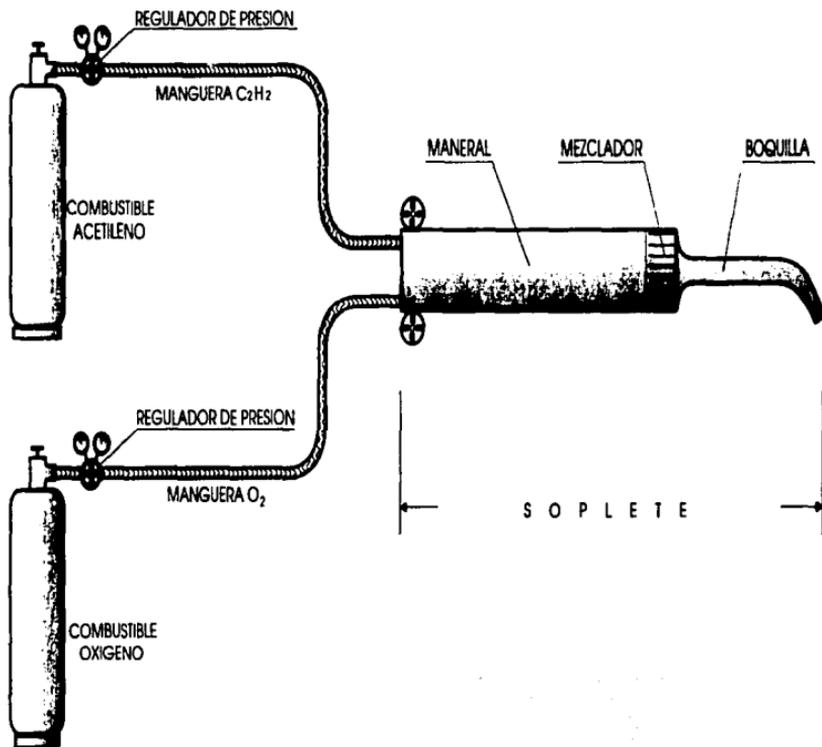
fig.13

Este tipo de proceso tiene una extensa aplicación industrial ya que el equipo oxiacetilénico se emplea para soldadura, corte y calentamiento de metales.

Con este proceso pueden efectuarse soldaduras por adhesión y cohesión; estas últimas con o sin material de aporte.

## PROCESO OXI-ACETILENICO

### -SOLDADURA- EQUIPO BASICO



## EQUIPO BÁSICO

### TANQUE DE OXIGENO

Cilindro de acero al silicio fabricado de una sola pieza que soporta presiones de trabajo de 160 kg./cm<sup>2</sup>. Su capacidad más común es de 6 m<sup>3</sup> de oxígeno.

Su mayor peligrosidad estriba en la presión a la que contiene el gas. Para identificarlo la Secretaría de Industria y Comercio, establece en su Norma Oficial DGN s-11-1970, que el cuerpo del tanque se pintará del color asignado a la compañía proveedora del gas y la ojiva o parte superior del tanque se pintará de verde bandera que es el color asignado al oxígeno.

### TANQUE DE ACETILENO

Es un cilindro de acero que en su interior se impregna de acetona. al acetileno por lo que no es necesario comprimirlo a elevadas presiones para almacenarlo dentro del tanque. La razón de ésto es que el acetileno es peligroso si se maneja a presiones mayores de 1 kg./cm<sup>2</sup> (15 lb/pulg<sup>2</sup>). Según la norma antes mencionada, el cuerpo del tanque deberá pintarse del color asignado a la empresa proveedora del gas y la ojiva será de color café marrón.

### REGULADOR DE PRESIÓN DE OXIGENO

El oxígeno comprimido a altas presiones dentro del tanque (160 Kg./ cm<sup>2</sup>) no puede usarse directamente, sino que es necesario reducir dicha presión a las presiones de trabajo adecuadas dependiendo de las piezas por soldar y del calibre de boquilla empleada; ésta es la función básica del regulador de oxígeno.

El regulador de oxígeno generalmente se pinta de color verde bandera para su identificación y cuenta con dos manómetros: el primero graduado de 0 a 210 Kg./cm<sup>2</sup> que indica la presión existente dentro del tanque y otro graduado, en promedio, de 0 a 14 Kg./cm<sup>2</sup> que indica la presión de trabajo del oxígeno.

### REGULADOR DE PRESIÓN DEL ACETILENO

Aunque la presión del acetileno dentro del tanque no es muy elevada (16 Kg./cm<sup>2</sup>), éste tampoco puede usarse directamente, sino que también se debe reducir su presión.

El regulador, de acetileno se pinta de rojo y cuenta también con dos manómetro: uno de ellos está graduado de 0 a 45 Kg./cm<sup>2</sup> y nos indica la presión de trabajo del acetileno..

Actualmente este segundo manómetro tiene una banda roja a partir de 1 Kg./cm<sup>2</sup> para indicar que trabajar a presiones mayores es peligroso e innecesario ya que ningún equipo de oxiacetileno está diseñado para presiones más altas.

El acetileno es un hidrocarburo ( C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ) que a presiones mayores de 2 Kg./cm<sup>2</sup> se vuelve inestable al disociarse su molécula, existiendo el peligro de explosión aun en ausencia de oxígeno.

Por lo tanto es importante recordar que por razones de seguridad:

**"NUNCA DEBE UTILIZARSE EL ACETILENO A PRESIONES MAYORES DE 1 Kg./cm<sup>2</sup>.  
(14.7 lb/pulg<sup>2</sup>)**

### MANGUERAS

Las mangueras para conducir el gas del regulador al soplete son de color verde para el oxígeno y de color rojo para el acetileno.

A la manguera de oxígeno se le colocan conexiones de rosca derecha y a la de acetileno conexiones de rosca izquierda, con el fin de que no puedan conectarse erróneamente. Nunca deberá emplearse una manguera de oxígeno para conducir acetileno o viceversa; siempre quedarán dentro de ellas residuos de gas que al mezclarse con el otro pueden causar un accidente.

Si una manguera está deteriorada por el uso o ha sufrido un daño que permita que el gas escape, es necesario cambiar la manguera en su totalidad o cortar la parte dañada. Nunca intentar repararla o en ensamblarla provisionalmente.

El soplete de oxiacetileno está formado por tres partes principales: maneral, mezclador y boquilla y puede usarse para soldar, cortar o calentar.

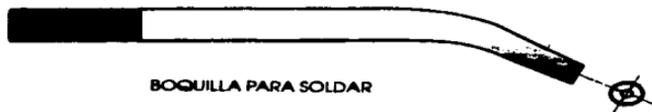
El maneral sirve para sujetar el soplete y en él se encuentran las válvulas de control, por su interior los gases circulan por ductos separados.

En el mezclador los gases se unen quedando la mezcla lista para su ignición a la salida de la boquilla.

a) Soplete para soldar: responde exactamente a la descripción dada en los párrafos anteriores. La boquilla cuenta con solo orificio de salida..



Partes del soplete para soldar



BOQUILLA PARA SOLDAR

fig.14

b) Soplete para calentar: el maneral es el mismo; lo que cambia es la boquilla. Esta tiene varios orificios periféricos de salida

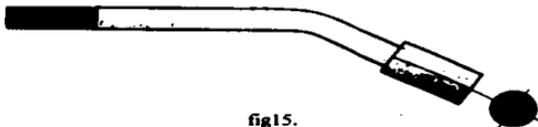


fig15.

c) Soplete para cortar: Existen manerales integrados con un cortador o boquillas para corte ambas tienen una serie de orificios periféricos para precalentar y un orificio central para el oxígeno de corte.



BOQUILLA PARA CORTE

SOPLETE PARA CORTE CON MEZCLADOR	BOQUILLA
-------------------------------------	----------

Partes del soplete para corte

fig.16

En este tipo de proceso la unión de las piezas separadas se logra haciendo que el metal de aporte en estado líquido, diluya por capilaridad dentro de los espacios intergranulares del metal base a la temperatura de liga. Al solidificarse el metal de aporte mantiene unidas las piezas antes separadas.

- La soldadura por adhesión siempre será soldadura heterogénea.

- El procedimiento para efectuar una soldadura por adhesión, consiste en precalentar el metal base hasta alcanzar la temperatura de liga, esto es, la temperatura a la cual los espacios intergranulares han crecido lo suficiente de manera que el material de aporte, líquido, pueda fluir dentro de ellos.

La temperatura de liga depende del tipo de aleación metálica que se utilice como metal de aporte y del tipo de metal base.

En México este tipo de procesos reciben diversos nombres:

-Soldadura a baja temperatura

- Falsa soldadura

- Soldadura fuerte

- Soldadura blanda

- Soldadura amarilla

- Soldadura de bronce

- Aleación de superficie

La A.W.S. de Estados Unidos y las Normas DIN ALEMANAS, clasifican este tipo de soldadura en Soldadura Fuerte (Brazing) y Soldadura Blanda .

a) Soldadura Fuerte: si la temperatura de liga es mayor de 427° C.

**APLICACIONES:**

- Soldadura de fierro 900° C a 3200°C
- Soldadura con latón de 810° C a 1020°C
- Soldadura de plata 620°C a 840°C

Para soldar con esta aleación se utiliza el soplete.

**b) Soldadura Blanda:** si la temperatura de liga es menor de 427°C.

Ejemplos.

- Soldadura con plomo - estaño de 182°C a 257°C
- Soldadura con plomo - zinc de 100°C a 150°C

En estos tipos de soldadura utilizamos más el soplete de oxi-acetileno, pero también se usan otros métodos como butano-aire lámparas de gasolina, hornos y cautín y corriente eléctrica. En los tipos de soldadura de plomo-estaño se debe tener cuidado de tener una superficie limpia lo cual se logra con lijas o con ácidos y pastas para soldar como en los tubos de cobre. La soldadura de plata también debe estar limpia la superficie a soldar pero se utiliza un fúndente. En la soldadura de fierro no se utiliza fúndente pero es recomendable que las piezas a unir estén limpias. la importancia que tiene este método radica también en el corte de piezas de espesor grande y en el calentamiento de algunas piezas como las de aluminio y hierro colado.

### 1.- PRESIÓN DE TRABAJO

Se debe ajustar en los reguladores la presión de trabajo recomendada por el fabricante del equipo, según el espesor del material base y el calibre de la boquilla empleada

### 2.- DISTANCIA DE LA BOQUILLA.

La boquilla se colocará de manera que la distancia entre la punta del cono luminoso y el metal base sea de 1 mm. como indica en la figura .



fig.17

### 3.- POSICIÓN DE LA BOQUILLA

#### a) ÁNGULO DE LA BOQUILLA

Vista de frente, la punta de la boquilla formará un ángulo con respecto a la superficie del metal base como se indica en la fig.18



#### b) INCLINACIÓN DE LA BOQUILLA

En una vista lateral, la punta de la boquilla formará un ángulo con la superficie del metal base, en sentido contrario al avance del calibre de la boquilla. Como indica en la figura. fig.19



**4.- VELOCIDAD DE AVANCE Y ANCHO DEL CORDÓN:**

La velocidad de avance afecta directamente el ancho del cordón; velocidad alta de un cordón delgado; baja velocidad de un cordón delgado.

-Velocidad excesiva = Cordón delgado

-Velocidad baja = Cordón ancho

-Velocidad normal = Ancho del cordón igual a dos veces el diámetro exterior de la punta de la boquilla.

**5.- ENCENDIDO DEL SOPLETE**

- a) Comprobar el funcionamiento del encendedor
- b) Colocarse las gafas en la frente
- c) Abrir la válvula del acetileno
- d) Encender el acetileno
  
- e) Ajustar el acetileno: la llama debe humear pero sin soltar tizne ni separarse de la boquilla
- f) Ajustar la llama que se necesita, moviendo la válvula de oxígeno.

**6.- INICIACIÓN DEL CORDÓN**

- a) Colocar la llama sobre el punto en que se iniciará el cordón
- b) Esperar a que se forme el charco de metal líquido
- c) Ejecutar el cordón.

- a) Regresar la llama 12 mm (1/2") sobre el cordón.
- b) Aumentar la inclinación de la boquilla (reducir el ángulo)
- c) Retirar lentamente la llama.

## 8.- REANUDACIÓN DEL CORDÓN

- a) Colocar la llama 12 mm (1/2") sobre el cordón anterior
- b) Esperar a que se forme el charco de metal líquido
- c) Ejecutar el cordón.

## 9.- POSICIÓN DEL METAL DE APORTE

Al igual que con la boquilla, se determina mediante dos ángulos:

- a) El ángulo formado por la varilla y el metal base en un vista frontal.

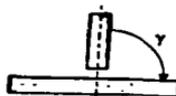


fig. 20

- b) El ángulo formado por la varilla y la superficie del metal base en una vista lateral.



fig. 21

**"LOS ACCIDENTES NO SUCEDEN SOLOS, SIEMPRE HAY UNA CAUSA QUE LOS PRODUCE"**

El principio anterior es la base de la tecnología de la prevención de accidentes. Si todo accidente tiene una causa y ésta es identificable y predecible, su eliminación evita el accidente.

Entre las causas inmediatas, o sea, las que mayor probabilidad tienen de provocar un accidente, se encuentran los actos y condiciones inseguras.

#### DEFINICIÓN DE ACTO INSEGURO.

Actividad ejecutada por una persona en la que hay riesgo humano de que se produzca un accidente.

#### Ejemplos:

- Operar equipo desconocido sin autorización
- Usar inadecuadamente equipo y herramientas
- Bromear o jugar en la zona de trabajo
- Desobedecer avisos o normas de seguridad
- Trabajar sin equipo de protección
- Utilizar las manos en lugar de equipos y herramientas

## DEFINICIÓN DE CONDICIÓN INSEGURA..

Toda falla, defecto o desperfecto que existe en el medio ambiente en que actúa una persona y que representa un riesgo físico de que ocurra un accidente, Ejemplos:

- Herramientas, equipos o materiales defectuosos o inadecuados
- Carencia u obstrucción de pasillos de tránsito
- Instalaciones inadecuadas o defectuosas
- Falta de orden o de limpieza

La identificación y corrección de actos y condiciones inseguras reduce los riesgos de accidentes.

La mejor forma de hacerlo es revisando el área de trabajo permanentemente para comprobar que existen siempre:

## DEFINICIÓN DE CONDICIONES SEGURAS

Desarrollar el trabajo con la tecnología y metodología adecuada de manera que los actos seguros se conviertan en hábitos de trabajo.

**OXI-ACETILENO:** Antes y después de ejecutar un trabajo se tiene que verificar las condiciones seguras para soldar, tales como:

Que los tanques de acetileno y oxígeno que se transporten o no se estén usando, tengan colocado el capuchón protector

- Que todas las conexiones estén limpias y sin fugas.
- Que las mangueras estén protegidas contra chispas que las quemen o contra daños mecánicos que las rompan
- Que las herramientas de trabajo y accesorios que no se usen, estén retirados de la zona de soldadura.

- Que los cilindros estén en posición vertical; nunca acostados o sueltos con riesgo de caerse.
- Que los cilindros sin gas tengan un letrero de vacíos y separarlos de los llenos.
- Que no exista combustible o atmósfera explosivas en el lugar de trabajo.
- Que los cilindros de oxígeno estén almacenados en un lugar ventilado y separado de los de acetileno.
- Que la zona de soldadura tenga ventilación pero sin corrientes de aire.
- Utilizar el oxígeno y el acetileno exclusivamente para soldar; nunca como sustituto de aire comprimido.
- Purgar válvulas de los cilindros antes de colocar el regulador
  
- Abrir un máximo de media vuelta las válvulas de los tanques de acetileno lentamente.
- Utilizar calibre adecuado de boquillas así como presión de gas recomendados por el fabricante según el trabajo a realizar.
- Verificar los reguladores que estén cerrados antes de abrir un tanque.
- Purgar las mangueras.
  
- Mantener la distancia del cono de la llama a un milímetro para evitar retroceso de la llama.
- Apagar el soplete cuando no se utiliza.
- Las operaciones de corte y soldadura se deben retirar de concreto para evitar que se reviente y proyecte sobre el operador.
- Soldar y cortar con equipo adecuado de protección como las gafas.
- Evitar grasas y aceites que contaminen al equipo.
- Nunca olvidar que .

**"EL OXIGENO DE ALTA PUREZA Y ENVASADO A ALTA PRESIÓN REACCIONA CON EXPLOSIÓN EN FORMA ESPONTANEA EN PRESENCIA DE CUALQUIER GRASA O ACEITE".**

## TIPOS DE LLAMAS

La llama más caliente que se ha obtenido a la fecha mediante una reacción química es la llama oxi-acetilénica, de la cual se pueden obtener cuatro tipos de llamas dependiendo de la pureza del oxígeno y de la proporción de los gases utilizados:

- 1.- Llama acetilénica .-utiliza puro acetileno, no se utiliza por que produce mucho hollín que ensucia los metales. fig. 22
- 2.- Llama oxiacetilénica utiliza oxígeno y acetileno de alta pureza pero con accesos de acetileno. Temperaturas de 2900°C fig. 23
- 3.- Llama neutra o carburante: Oxígeno y acetileno en proporción correcta, temperaturas de 3087°C fig. 24
- 4.- Llama oxidante: exceso de oxígeno. se utiliza para cortes sencillos y soldaduras fuertes. temperaturas de 3400°C fig. 25

Temperatura



fig. 22

Temperatura 2900°C

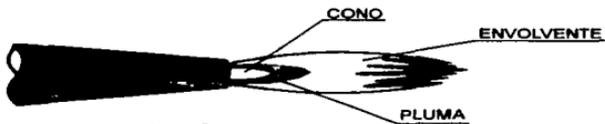


fig. 23

Temperatura 3087°C

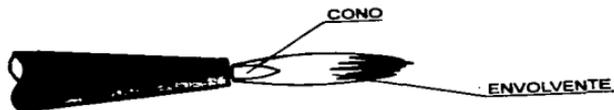


fig. 24

Temperatura 3400°C

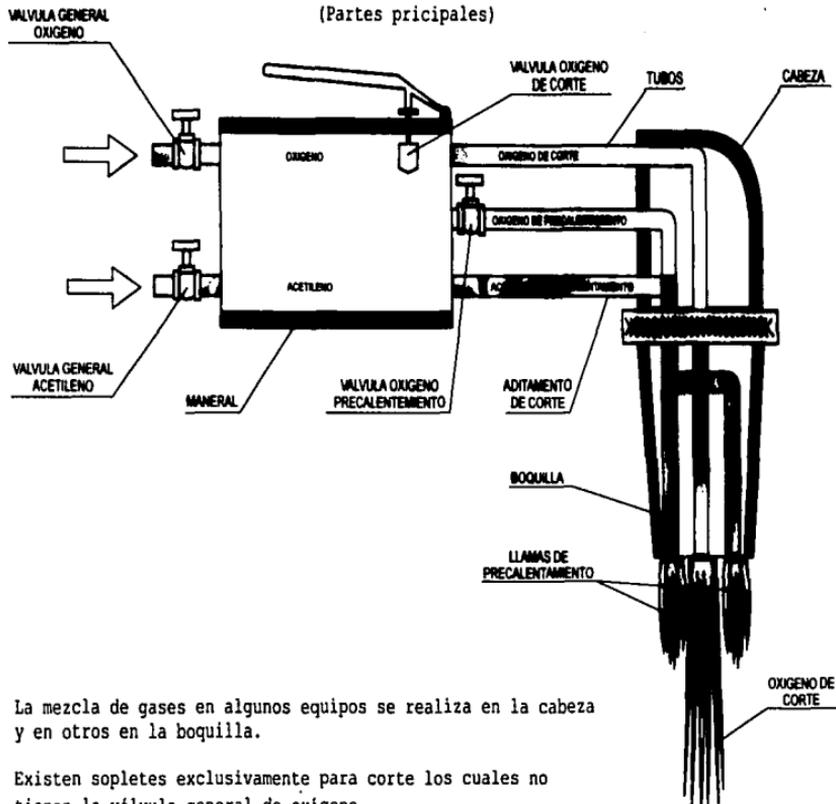


fig. 25

## APLICACION DE LAS LLAMAS

MATERIAL BASE	MATERIAL DE APORTE	FUNDENTE	TIPO DE LLAMA
Acero bajo carbono	Acero bajo carbono	No	NEUTRA
Hierro galvanizado			
Hierro fundido gris	Acero bajo carbono	Si	
Acero inoxidable al cromo níquel	Similar o 25-12 con columbio	Si	
Acero al cromo	Similar o 25-12 con columbio		
Acero alto carbono	Acero al carbono	No	NEUTRA
Aluminio	Aluminio puro o al silicio	Si	
Acero bajo carbono	Bronza	Si	LIGERAMENTE OXIDANTE
Hierro galvanizado			
Hierro fundido gris			
Hierro fundido maleable			

PROCESO OXI - ACETILENO  
SOPLETE PARA CORTAR  
(Partes principales)



La mezcla de gases en algunos equipos se realiza en la cabeza y en otros en la boquilla.

Existen sopletes exclusivamente para corte los cuales no tienen la válvula general de oxígeno.

## PROCESO DE OXI - CORTE MANUAL

El proceso de oxi-corte de metales ferrosos es básicamente una reacción química, en la que se aprovecha la gran afinidad existente entre el oxígeno y los metales ferrosos en especial a altas temperaturas (900°C).

En este proceso se precalienta el material ferroso por cortar hasta la temperatura de ignición, lanzándose en este momento una corriente de oxígeno que sale por el orificio central de la boquilla y que oxida violentamente el material base. La fuerza misma con la que sale el oxígeno produce un efecto de erosión que avienta el metal que aun no se ha consumido; una vez iniciado el corte hay que mantener una determinada velocidad de avance que permite continuarlo, este avance puede ser automático o manual.

Las llamas de precalentamiento se forman en una serie de orificios periféricos que tiene la boquilla de corte, a las cuales llega una mezcla de oxígeno y acetileno de precalentamiento. Para los cortes se utiliza mucho el oxi-butano por ser en gas más económico y alcanza fácilmente la temperatura de corte, solo se cambia el tipo de boquilla en el soplete de corte,

Al igual que en la soldadura, el soplete de corte puede presentar explosiones en la boquilla y de retroceso de llama. Las causas son:

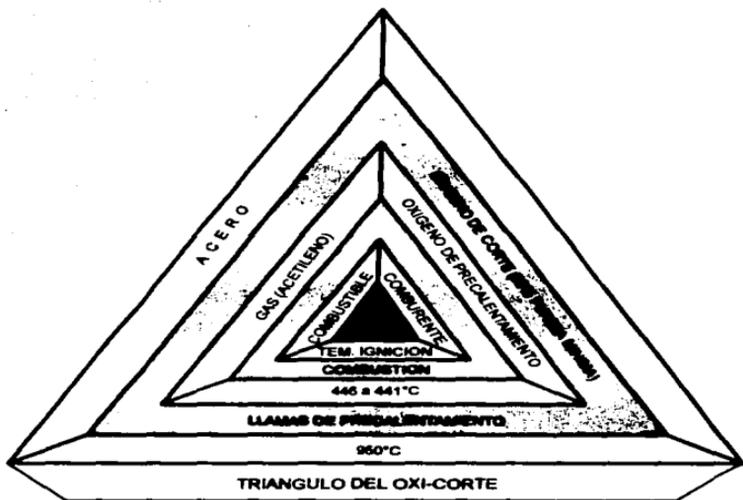
- Por cerrar primero el oxígeno
- Por tocar el trabajo con la boquilla.
- Por trabajar con presiones menores a las indicadas.
- Por fugas en el soplete.
- Por sobrecalentamiento de la boquilla
- Por boquillas dañadas.

Se produce un retroceso de llama cuando ésta se introduce en el mezclador del soplete y continúa encendido dentro del mismo. Se identifica por que desaparece la llama de la punta de la boquilla produciendo al mismo tiempo un fuerte silbido. Antes produce una fuerte explosión en la boquilla por lo que sus causas son las mismas que las mencionadas anteriormente.

Cuando ocurre un retroceso de llama, se debe cerrar inmediatamente el acetileno y abrir totalmente el oxígeno.

En el corte de oxí-acetileno el combustible es el propio metal ferroso, el comburente el oxígeno de corte y la temperatura de ignición (900 °C) se obtiene con las llamas de precalentamiento; éstas a su vez, se forman con el acetileno combustible, el oxígeno como comburente y la temperatura de ignición (446 °C) se obtiene con el encendedor de chispa  
Fig. 26

En el triángulo de oxí-corte se observa con base en el fenómeno de la combustión, si el gas acetileno (combustible) es mezclado con el oxígeno de precalentamiento a una temperatura de 441 a 446°C, obtenemos las llamas de precalentamiento. Estas llamas nos sirven para calentar el acero (combustible) a una temperatura de 950°C, con lo cual al añadirse oxígeno de alta pureza (comburente) se produce la oxidación o combustión del fierro contenido en el acero al carbono. Por lo que el proceso de oxí - corte se utiliza para ranurar y cortar aceros de bajo carbono y baja aleación que a altas temperaturas se oxidan rápidamente en presencia de oxígeno puro, permitiendo la combustión.



**TRIÁNGULO DE OXICORTE**

fig.26

## PROCESO TIG

El nombre técnico actual de este proceso es "soldadura con arco de Tungsteno y gas," su símbolo para identificarlo es "GTAW". En el medio industrial mexicano se conoce como :TIG.

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La soldadura con arco de tungsteno y gas es un proceso en el que se utiliza el intenso calor generado por un arco eléctrico que se establece entre un electrodo no consumible y el material base para efectuar soldaduras por cohesión con o sin utilización de material de aporte; la protección de la zona de soldadura del oxígeno y del nitrógeno del aire se forma con una corriente de gas argón, helio o una mezcla de gases.

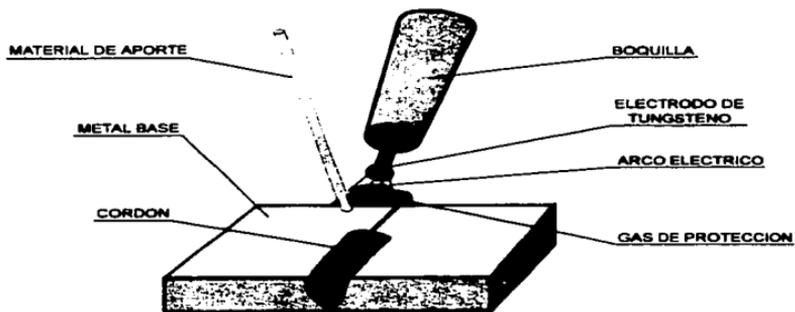
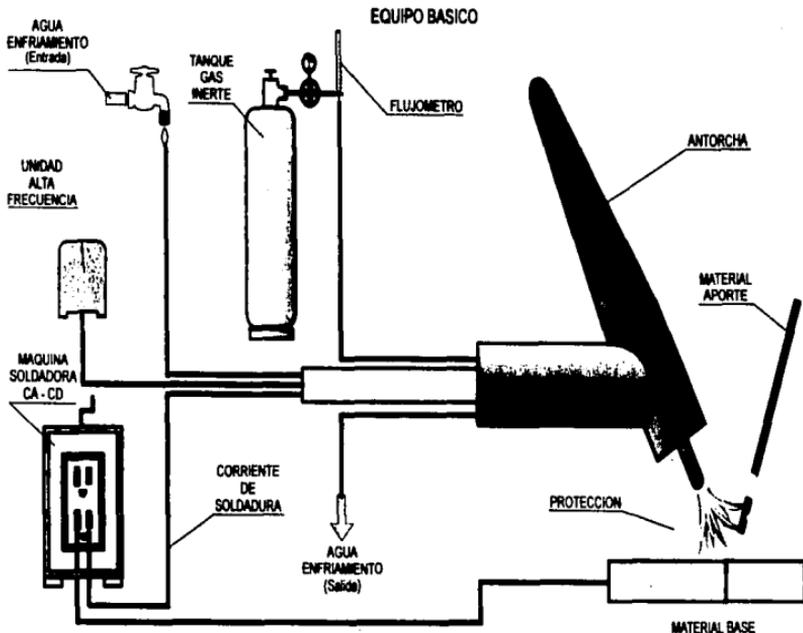


fig. 27

# SOLDADURA CON ARCO DE TUNGSTENO Y GAS - GTAW -



## EQUIPO BASICO PARA C.D.

- Maquina soldadora de corriente constante.
- Suministro de gas: tanque y flujómetro.
- Antorcha.

## EQUIPO BASICO PARA C.A. (Además de lo anterior se necesita)

- Unidad de alta frecuencia para encender y estabilizar el arco.
- Equipo de enfriamiento cuando se utilizan más de 150 amper.

### CARACTERÍSTICAS

Las principales características de este proceso son las siguientes:

- a) Se pueden soldar casi todos los metales en diversos espesores que se utilizan industrialmente
- b) No produce escoria
- c) Puede verse claramente el arco eléctrico, el charco del metal líquido y el cordón
- d) No produce salpicaduras
- e) Se puede soldar en todas las posiciones
- f) Al no usarse fúndente no queda escoria atrapada
- g) Produce un arco altamente concentrado que permite fundir el metal con menos intensidad de corriente
- h) No se requiere fúndente.

### APLICACIONES

Este proceso se utiliza principalmente para soldar los siguientes metales:

aluminio y sus aleaciones, acero inoxidable, además es excelente para soldar magnesio, bronce al silicio, plata, cobre y sus aleaciones, níquel y sus aleaciones, hierro fundido y acero al carbono.

### FACTORES

Las principales variables que es necesario controlar cuando se utiliza el proceso GTAW son los siguientes.

- 1.- Intensidad de corriente de soldadura: depende del diámetro del electrodo, la posición de soldadura y del espesor del metal base.
- 2.- El tipo de corriente de soldadura: Alterna para aluminio y directa para aceros
- 3.- Tipo de electrodos de tungsteno: Puro para aluminio y tungsteno con torio para aceros
- 4.- Tipos de gas de protección: argón y helio o mezcla de argón y helio
- 5.- Tipo de material de aporte: generalmente es similar al material base
- 6.- Tipo de máquina: se requiere de una máquina soldadora de corriente constante ya sea generador o transformador.

Si se utiliza corriente alterna para soldar es indispensable el uso de corriente de alta frecuencia para encender y estabilizar el arco.

En este proceso se puede soldar con el puro arco eléctrico sin material de aporte, pero cuando se agrega material de aporte se hace muy similar como en la soldadura de oxiacetileno.

por lo que lo hace un poco menos práctico industrialmente, y en este caso se utiliza más el proceso MIG

La clasificación actual de procesos de soldadura de la A.W.S. se le designa con el nombre de "Soldadura con arco metálico y gas" Siendo su signo de identificación el siguiente "GMAW" pero en la industria mexicana se conoce como: MICROALAMBRE.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La soldadura con arco metálico y gas es un proceso en el que se aprovecha el intenso calor generado por el arco eléctrico que se establece entre un electrodo de alambre continuo y el metal base para soldar por cohesión, fundiéndose tanto el metal base como el material de aporte.

La protección de la zona de soldadura del oxígeno y el nitrógeno del aire se efectúa con una corriente de gas argón o con bióxido de carbono y en algunos casos con una mezcla de estos gases. que forman una pantalla de protección alrededor del metal líquido.

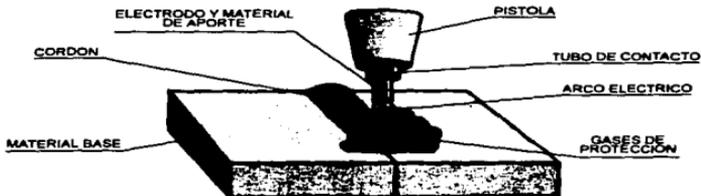
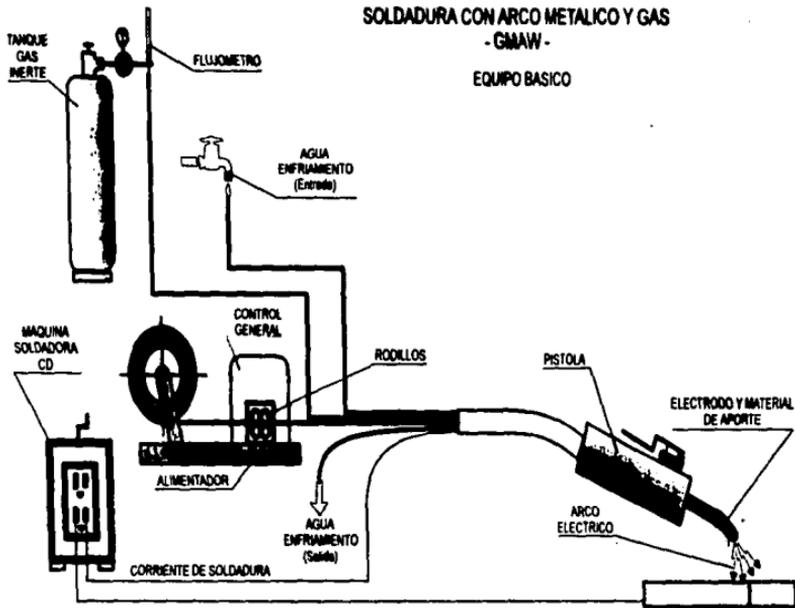


fig.28

## SOLDADURA CON ARCO METALICO Y GAS - GMAW -

### EQUIPO BASICO



### EQUIPO BASICO

- Máquina soldadora de potencial constante.  $E = K$
- Suministro de gas: tanque y flujoímetro.
- Alimentador: rollo de alambre; rodillos alimentadores; control general de gas, agua, corriente y velocidad de alimentación.
- Pistola.
- Agua de enfriamiento. Necesaria únicamente si se utilizan más de 300 amper.

Las principales características de este proceso son las siguientes:

- a) El diámetro del alambre empleado como electrodo y como material de aporte es muy delgado por lo que se utiliza bajo amperaje.
- b) Alta velocidad de depósito
- c) Alta relación de depósito
- d) baja emisión de chispas
- e) No deja escoria
- f) Puede verse claramente el arco eléctrico, el charco del metal líquido y el cordón
- g) No usa fundente
- h) puede automatizarse con relativa facilidad

## APLICACIONES

El proceso de soldadura con arco metálico protegido se usa principalmente para soldar aceros de bajo y mediano carbono, así como aceros de baja aleación y alta resistencia.

Además se emplea para soldar los siguientes metales:

acero inoxidable, aluminio y sus aleaciones, magnesio y sus aleaciones, cobre y sus aleaciones y para plata cobre y níquel.

Este proceso de soldadura en los últimos años ha desplazado la soldadura de oxi-acetileno por los elevados costos de los gases.

## **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO**

**Con base en mi experiencia se pueden considerar como elementos significativos para analizar en el empleo de los diferentes tipos de soldaduras los siguientes:**

- IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN**
  
- ACONDICIONAMIENTO DEL LUGAR DE TRABAJO**
  
- IDENTIFICACIÓN DEL METAL BASE**
  
- MÉTODOS PARA PREPARAR JUNTAS**
  
- DEFECTOS EN SOLDADURAS CAUSAS Y CORRECCIÓN**
  
- TIPOS DE DESGASTES**

## IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN

La soldadura con arco eléctrico y con oxi-acetileno por su propia naturaleza implica ciertos riesgos para el soldador, los cuales prácticamente se eliminan si se utiliza el equipo de protección adecuado. Los principales riesgos existentes al soldar son las quemaduras que pueden ser provocadas por:

- a) Radiaciones emitidas por el arco eléctrico o por la llama oxiacetilénica
- b) Piezas calientes
- c) Salpicaduras metálicas.

Equipo de protección para arco eléctrico y oxi-acetileno:

- a) Careta: Protege la cara y los ojos de las radiaciones del arco y de las salpicaduras.



fig. 29

El arco eléctrico emite tres tipos de radiaciones:

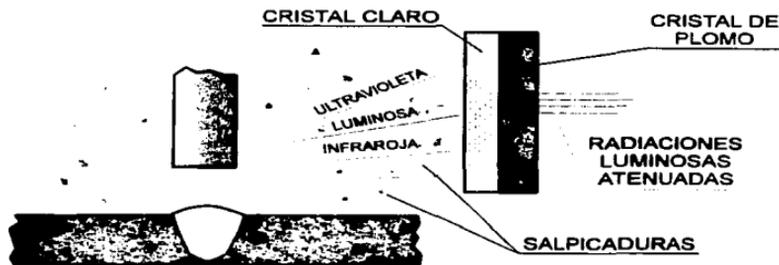
- Luminosa de alta intensidad
- Infrarrojas
- Ultravioleta

### SELECCION DE CRISTALES PARA SOLDAR

PROCESO	OPERACION			SOMBRA	VARIACION
OXI-GAS	Soldadura blanda			2	<div style="text-align: center;"> <p>MAS CLAROS</p>  </div>
	Soldadura fuerte			4	
	CORTE	Hasta 25 mm	Hasta 1"	5	
		25 mm - 150 mm	1" - 6"	6	
		150 mm - y más	6" y más	8	
	SOLDADURA	Hasta 13 mm	Hasta 1/2"	6	
13 mm y más		1/2" y más	8		
ARCO ELECTRICO	Arco metálico protegido ( eléctrica )			10 - 12	<div style="text-align: center;">  <p>MAS OSCUROS</p> </div>
	Arco de tungsteno y gas ( GMAW )			12 - 14	
	Arco metálico y gas ( GMAW )			12 - 14	

La protección de la vista contra estas radiaciones se logra colocando en la ventanilla de la careta un cristal oscuro a base de plomo; este cristal se protege poniendo por la parte exterior un cristal común claro que detiene a su vez las salpicaduras.

fig.



La cantidad de luz que deja pasar el vidrio de soldadura, depende del grado de oscurecimiento que tenga. Debe permitir el paso de luz suficiente para ver la zona de soldadura pero evitar que los ojos del soldador se irriten.

En el caso de soldar con oxi-acetileno el oscurecimiento del cristal es menor y no se requiere que contenga plomo. La llama solo emite radiaciones luminosas e infrarrojas.

La tabla que incluye a continuación indica el grado de oscurecimiento que debe de tener el cristal, dependiendo del trabajo de soldadura o corte que se realice.

Cualquier parte de la piel expuesta a las radiaciones del arco o a las salpicaduras puede recibir quemaduras de mayor o menor gravedad dependiendo de la intensidad de las radiaciones, de la sensibilidad de la piel y del tiempo de exposición a las mismas. El equipo de protección para el cuerpo es el siguiente :

Cualquier parte de la piel expuesta a las radiaciones del arco o las salpicaduras puede recibir quemaduras de mayor o menor gravedad dependiendo de la intensidad de las radiaciones, de la sensibilidad de la piel y del tiempo de exposición a las mismas. El equipo de protección para el cuerpo es el siguiente.

a) Pantalón y camisola, overol o bata de algodón. La ropa de fibras sintéticas se queman con facilidad llegando inclusive a incendiarse con las chispas; el pantalón debe ser sin valencianas y la camisola overol o bata serán de manga larga y si tienen bolsas, éstas deberán tener solapas que eviten que las chispas penetren en ellas.



fig.31

b) Gafas de seguridad con cristales claros transparentes con protección lateral para cubrir la vista al picar la escoria.



fig. 32

c) Peto de carnaza para cubrir el pecho y parte de las piernas.

d) Guantes largos de carnaza para proteger las manos.

e) Polainas de carnaza para proteger la parte inferior de las piernas y los pies.

f) Mangas de carnaza para proteger el antebrazo y los hombros al soldar en posiciones vertical, horizontal y sobre cabeza.

g) Botas de seguridad con casquillo



fig. 33

g) Botas de seguridad con casquillo de acero para proteger a los dedos de los pies contra posibles golpes de piezas o herramientas que caigan accidentalmente

h) Gafas que protejan la vista al soldar o cortar con oxi-acetileno

i) Gorra o caperuza de algodón para proteger a la cabeza y al pelo de las salpicaduras.



fig. 34

57



fig. 36



fig. 37



fig. 38

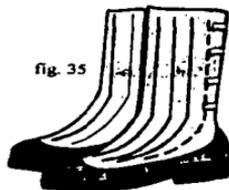


fig. 35



fig. 39

## ACONDICIONAMIENTO DEL LUGAR DE TRABAJO

La ejecución de todo lugar de trabajo de soldadura implica una detallada revisión del sitio en que se ejecutará con el fin de evitar accidentes así como una cuidadosa planeación del trabajo para garantizar la unión.

el acondicionamiento del lugar de trabajo incluye.

- a) Revisión de instalaciones
- b) Revisión de equipo
- c) Prevención de accidentes personales
- d) Prevención de daños a terceros
- e) Planeación de trabajo.

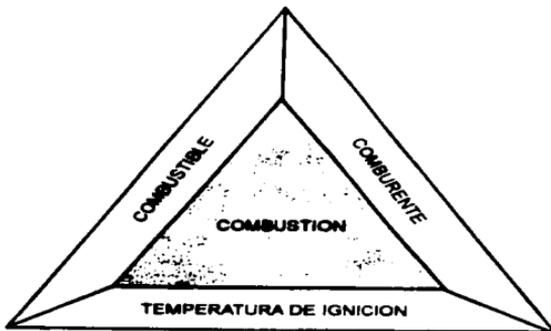
### a) REVISIÓN DE INSTALACIONES.

Antes de iniciar cualquier trabajo es necesario revisar el lugar de trabajo para evitar accidentes. en especial poner atención en los siguientes puntos.

#### a.1. Posibilidad de incendios.

Para que se produzca un incendio es necesario que existan combustible, comburente y temperatura de ignición. (ver gráficamente el triángulo de combustión.)

TRIÁNGULO DE LA COMBUSTIÓN



Una forma de evitarlo es eliminando el combustible , soldando en otro lado, retirando el combustible del lugar de soldadura o aislándolo mediante láminas de asbesto o acero.

#### a. 2 . Posibilidad de explosiones

Una atmósfera explosiva es la mezcla de gases combustibles y el oxígeno en proporciones tales que puedan reaccionar en presencia de calor.

Existen combustibles líquidos o sólidos que también pueden reaccionar violentamente ante una chispa de soldadura. En estos casos se recomienda no soldar hasta eliminar el riesgo

#### a.3. Daños a instalaciones.

Las chispas, cabos de electrodos, escoria caliente o herramientas de trabajo puede provocar daños a personas e instalaciones si se dejan caer al trabajar en lugares elevados por lo que hay que revisar donde caerán las chispas para evitar incendios, explosiones o daños al equipo. Así como también evitar la caída de cabos de electrodos colocándolos en recipientes y asegurar las herramientas de trabajo

#### b) Revisión de equipo

En especial las condiciones de limpieza en el equipo y conexiones de manguetas o cables flojos o rotos.

#### c) Riesgos de accidentes personales.

Se tiene que estar atento permanentemente para evitar quemaduras pues el arco eléctrico alcanza temperaturas de 600°C. y el acero se funde a 1500°C.

Se deben evitar caídas, correr o hacer movimientos bruscos, así como manipular correctamente las herramientas para no golpearse.

#### d) Riesgos de daños a terceros.

Con relación a otras personas se debe de tener cuidado de que no exista peligro de que reciban golpes quemaduras o radiaciones.

#### e) Planeación del trabajo.

Se debe buscar una posición plana, analizar avance sin obstáculos y buscar comodidad para su ejecución.

**Para la selección del proceso de soldadura, del procedimiento de ejecución y del metal de aporte, es indispensable una precisa identificación del metal base.**

**La única forma de precisa y segura para identificar un metal es con un análisis químico cuantitativo y medición de propiedades físicas y cuantificar diferentes tipos de metales.**

**Desgraciadamente estos análisis son caros y fuera del alcance del soldador, pero con fines prácticos con herramientas de uso común se identifica el metal o el grupo de aleación a que pertenece.**

**La experimentación es el único método de adquirir estos conocimientos, la tabla siguiente es una guía para organizar este tipo de experiencias.**

## PRUEBAS PRACTICAS PARA IDENTIFICACION DE METALES

PRUEBA	PROPIEDADES DETECTABLES	HERRAMIENTA
APARIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FORMA FISICA</li> <li>- EMPLEO</li> <li>- COLOR</li> <li>- METODO DE FABRICACION</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INSPECCION VISUAL                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIRECTA</li> <li>• CON LUPA</li> </ul> </li> </ul>
PESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PESO ESPECIFICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ESTIMACION MANUAL</li> </ul>
TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PUNTO DE FUSION</li> <li>- CAMBIO DE COLORACION</li> <li>- VELOCIDAD DE FUSION</li> <li>- APARIENCIA Y MOVIMIENTO DE LA ESCORIA</li> <li>- APARIENCIA Y MOVIMIENTO DEL CHARCO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SOPLETE OXI-ACETILENICO</li> </ul>
DUREZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VALOR</li> <li>- PROFUNDIDAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LIMA</li> <li>- SEGUETA</li> <li>- ESCLEROSCOPIO DE SHORE</li> <li>- ESCALA DE MOHOS</li> </ul>
REBABA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TAMAÑO, FORMA Y ROMPIMIENTO DE LAS VIRUTAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CINCEL</li> </ul>
CHISPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COLOR, FORMA, LONGITUD Y CANTIDAD DE LAS CHISPAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIEDRA DE ESMERIL</li> </ul>
MAGNETICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INTENCIDAD DEL MAGNETISMO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IMAN</li> </ul>
ACIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RESISTENCIA A LA CORROSION</li> <li>- CAMBIO DE COLORACION DE LA SOLUCION APLICADA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACIDOS</li> </ul>

### MÉTODOS PARA PREPARAR JUNTAS

En el proceso para preparar juntas de soldadura se pueden considerar cuatro etapas.

- a) Biselado
- b) Alineación
- c) Punteo
- d) Limpieza

a) El biselado de las placas de soldadura se realiza con rehilletes o esmeriles y en algunos casos de placas de acero se utiliza el oxi-acetileno, el cepillo o las fresadoras.

b) Alineación; consiste en colocar las partes por soldar de manera que la ranura tenga la abertura de raíz necesaria para que penetre el metal de aporte y que exista el espacio suficiente para mover adecuadamente el electrodo.

c) Punteo; una vez que las piezas están colocadas en la posición requerida y alineadas correctamente, se requiere unir las con puntos antes de efectuar el cordón. Los puntos evitan la deformación por efecto de calentamiento o que se altere la geometría de la junta lo que permite efectuar el cordón adecuadamente.

d) Limpieza; finalmente antes de efectuar el cordón se requiere limpiar la junta de óxidos, escoria, carbón o salpicaduras, es necesario poner atención especial a la escoria en las orillas de los puntos, ya que éstos pasan a formar parte del cordón y pueden quedar incrustaciones de escoria.

## JUNTAS

• A TOPE



• DE TRASLAPE



• EN "T"



• EN ESQUINA

• DE ORILLA  
DE BORDE O  
DE CANTO

• ABCINADA

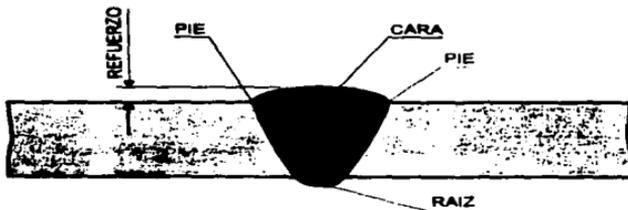


## RANURAS

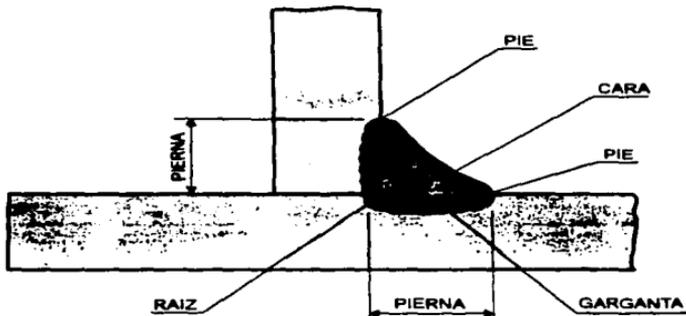
CROQUIS	NOMBRE	SIMBOLO
	• CUADRADA	
	• DE BISEL	∨
	• EN "V"	∨
	• EN "K"	K
	• EN "X"	X
	• EN "J"	J
	• EN "J" DOBLE	J
	• EN "U"	U
	• EN "U" DOBLE	U

# CORDONES

## TIPOS Y NOMENCLATURA



CORDON SIMPLE



CORDON DE FILETE

# POSICIONES

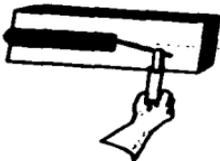
66

CORDON SIMPLE

CORDON DE FILETE



PLANA



HORIZONTAL



DESCENDENTE



ASCENDENTE



DESCENDENTE



ASCENDENTE

VERTICAL



SOBRE CABEZA



**DEFECTOS EN SOLDADURA, CAUSAS Y CORRECCIÓN  
EN ARCO ELÉCTRICO**

67

DEFECTOS	CAUSAS	CORRECCIÓN
----------	--------	------------

**A) DIMENSIONALES**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISTORSIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PROCESOS DE SOLDADURA.</li> <li>- PUNTEO.</li> <li>- SECUENCIA DE SOLDADURA.</li> <li>- CALOR EXCESIVO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CAMBIAR DE PROCESO.</li> <li>- HACER LOS PUNTOS MÁS JUNTOS.</li> <li>- CAMBIAR DE SECUENCIA.</li> <li>- REVISAR EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- JUNTA DEFICIENTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ANGULO DE RAMBLA</li> <li>- ABERTURA DE RIZ</li> <li>- ALTURA DEL HOMBRO</li> <li>- PUNTEO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONTROLAR LA PREPARACIÓN DE LAS JUNTAS CON ESCANTILLONES Y SUPERVISIÓN DIRECTA.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- MEDIDAS DEFICIENTES DEL CORDÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MEDIDAS FUERA DE ESPECIFICACIÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONTROLAR LAS MEDIDAS DE ESCANTILLÓN.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PERFIL DEFECTUOSO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GARGANTA O PIERNAS INSUFICIENTES.</li> <li>- PIERNAS DESIGUALES.</li> <li>- CONVEJIDAD O CONCAVIDAD EXCESIVA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONTROLAR LAS MEDIDAS Y LA FORMA CON ESCANTILLÓN.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORDÓN TRABALPADO (SOBRE MONTA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MOVIMIENTO DEFECTUOSO DEL ELECTRODO.</li> <li>- ANGULO CORRIENTE DEL ELECTRODO.</li> <li>- CORRIENTE.</li> <li>- AVANCE.</li> <li>- SOLDAR EN UNA PASADA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CAMBIAR DE MOVIMIENTO.</li> <li>- CORREGIR ANGULO.</li> <li>- AUMENTAR CORRIENTE.</li> <li>- AVANZAR MÁS RÁPIDO.</li> <li>- HACER VARIOS CORDONES.</li> </ul>

## DEFECTOS EN SOLDADURA, CAUSAS Y CORRECCIÓN EN ARCO ELÉCTRICO

68

DEFECTOS	CAUSAS	CORRECCIÓN
<b>B) ESTRUCTURALES</b>		
- POROSIDAD <ul style="list-style-type: none"> <li>• UNIFORME</li> <li>• DISPERSA</li> <li>• EN GRUPO</li> <li>• LINEAL</li> </ul>	- EXCESO DE AZUFRE EN LA PLACA O EN EL ELECTRODO. - HUMEDAD EN EL REVESTIMIENTO. - LONGITUD DE ARCO. - POLARIDAD. - CORRIENTES DE AIRE EN LA ZONA DE SOLDADURA.	- USAR ELECTRODO DE BAJO HIDROGENO. - ALMACENAR LOS ELECTRODOS EN LUGARES SECOS. - HACER ARCO NORMAL. - PROTEGER LA ZONA DE SOLDADURA.
- INCRUSTACIÓN DE ESCORIA <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN LA RAÍZ</li> <li>• EN LA ZONA DE FUSIÓN</li> <li>• DISPERSA</li> </ul>	- FALTA DE LIMPIEZA ENTRE CORDONES. - SUPERFICIES IRREGULARES. - EXCESO DE CORRIENTE. - ELECTRODO HÚMEDO.	- LIMPIAR PERFECTAMENTE LA ESCORIA. - REVISAR EL MÉTODO DE PREPARACIÓN DE BISELES. - BAJAR LA CORRIENTE. - ALMACENAR LOS ELECTRODOS EN LUGARES SECOS.
- FALTA DE FUSIÓN	- CORRIENTE BAJA. - DIÁMETRO DEL ELECTRODO.	- AUMENTAR LA CORRIENTE. - USAR ELECTRODO DE MAYOR DIÁMETRO.
- FALTA DE PENETRACIÓN	- RAÍZ DEMASIADO CERRADA. - AVANCE EXCESIVO. - BAJA CORRIENTE. - DIÁMETRO DEL ELECTRODO.	- AUMENTAR LA ABERTURA DE RAÍZ. - REDUCIR EL AVANCE. - AUMENTAR LA CORRIENTE. - CAMBIAR EL DIÁMETRO DEL ELECTRODO
- GRIETAS <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN EL METAL BASE</li> <li>• EN LA RAÍZ</li> <li>• BAJO EL CORDÓN</li> <li>• TRANSVERSALES</li> <li>• LONGITUDINALES</li> </ul>	- DEFORMACIÓN CALORÍFICA Y FALTA DE ELASTICIDAD. - CORDÓN DE RAÍZ MUY DELGADO. - ENFRAMENTO RÁPIDO. - INCOMPATIBILIDAD ENTRE METAL BASE Y EL DE APORTE.	- PRECALENTAR EL MATERIAL BASE Y CUBIR LA TEMPERATURA ENTRE PASADAS. - REDUCIR LA VELOCIDAD DE AVANCE. - CUBIR LA UNIÓN SOLDADA. - CAMBIAR EL TIPO DE ELECTRODO.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**FALLAS, CAUSAS Y TÉCNICAS DE CORRECCIÓN  
EN MÉTODO TIG**

69

FALLA	CAUSA	CORRECCIÓN
- EXCESIVA PENETRACIÓN.	- AMPERAJE ELEVADO.	- REDUCIR LA VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DEL ALAMBRE.
- FALTA DE PENETRACIÓN.	- Poca ABERTURA DE RAÍZ. - BAJO AMPERAJE.	- AUMENTAR LA ABERTURA DE RAÍZ. - AUMENTAR LA VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DEL ALAMBRE.
- FALTA DE FUSIÓN Y CORDÓN ABULTADO.	- BAJO AMPERAJE Y BAJO VOLTAJE.	- SUBIR EL VOLTAJE Y AUMENTAR LA VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DEL ALAMBRE.
- FALTA DE FUSIÓN Y DE PENETRACIÓN.	- BAJO AMPERAJE Y DISTANCIA EXCESIVA DE LA BOQUILLA.	- ACERCAR MÁS LA BOQUILLA AL MATERIAL.
- GRIETAS EN EL CORDÓN.	- CORDONES DELGADOS. - ENFRIAMIENTO MUY RÁPIDO.	- AVANCE MÁS LENTO. - REDUCIR EL AMPERAJE AL FINAL DEL CORDÓN.
- POROS.	- FALTA DE GAS DE PROTECCIÓN. - CONTAMINACIÓN DEL ELECTRODO. - VOLTAJE ELEVADO.	- AUMENTAR EL FLUJO DE GAS. - LIMPIAR, CORTAR O CAMBIAR EL ALAMBRE. - BAJAR EL VOLTAJE.

**FALLAS, CAUSAS Y TÉCNICAS DE CORRECCIÓN  
EN MÉTODO MIG**

70

FALLA	CAUSA	CORRECCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORDÓN MUY ALTO.</li> <li>- SOBREMONTA A LOS LADOS.</li> <li>- FALTA DE FUSIÓN EN LOS PIES DEL CORDÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORRIENTE DEMASIADO BAJA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AUMENTAR LA INTENSIDAD DE CORRIENTE.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SOCAVACIÓN.</li> <li>- EXCESO DE SALPICADURAS.</li> <li>- REPLIEZO DEL CORDÓN PLANO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORRIENTE DEMASIADO ALTA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REDUCIR LA INTENSIDAD DE CORRIENTE.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORDÓN IRREGULAR.</li> <li>- CORDÓN NEGRO.</li> <li>- BAJA PENETRACIÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ARCO LARGO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HACER UN ARCO NORMAL.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORDÓN ANGOSTO</li> <li>- RUGOSIDAD IRREGULAR.</li> <li>- BAJA PENETRACIÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VELOCIDAD DE AVANCE MUY RÁPIDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REDUCIR LA VELOCIDAD DE AVANCE.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- MUCHO MATERIAL EN LA CARA DEL CORDÓN.</li> <li>- CORDÓN MUY ANCHO.</li> <li>- EXCESO DE PENETRACIÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VELOCIDAD DE AVANCE MUY BAJA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AUMENTAR LA VELOCIDAD DE AVANCE.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- POROSIDAD.</li> <li>- SALPICADERAS SOBRE EL CORDÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FALTA DE GAS.</li> <li>- ELECTRODO CONTAMINADO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AUMENTAR EL FLUJO DE GAS.</li> <li>- LIMPIAR EL ELECTRODO.</li> </ul>

## TIPOS DE DESGASTE

Durante su trabajo normal las piezas metálicas se ven expuestas a fenómenos de rozamiento y a la acción de sustancias químicas que provocan el desgaste continuo de las mismas. Estos fenómenos provocan diferentes tipos de desgaste que pueden clasificarse en cinco tipos.

- 1) Desgaste por fricción. Se produce cuando dos superficies metálicas se deslizan una sobre otra; Ej. el giro de una flecha sobre un bronce.
- 2) Desgaste por abrasión: Cuando una superficie no metálica o partículas sólidas actúan sobre una superficie metálica desgastándola Ej. afilado de herramientas de corte con esmeril..
- 3) Desgaste por calor. El calentamiento continuo e intermitente de una pieza provoca una oxidación en la superficie que modifica sensiblemente sus dimensiones.  
ej. cadenas y parrillas de hornos de secado, piezas soldadas con oxiacetileno.
- 4) Desgaste por corrosión. los ácidos y las bases atacan en forma progresiva la superficie de las piezas que se encuentran en contacto con ellos, lo que provoca su rápida destrucción Ej. tanques de almacenamiento y tuberías que conducen ácidos o bases. que contribuyen a la corrosión la presencia de agua, de oxígeno, concentración de sales lo que provoca una gran pérdida en todos los compuestos de hierro.
- 5) Desgaste combinado. En los procesos industriales por lo general una pieza trabaja sometida a una combinación de desgastes, lo que reduce el tiempo útil de trabajo de la pieza al desgastarse rápidamente. Ej. los agitadores de una mezcladora de pasta para revestimiento de electrodos, pues soportan un desgaste combinado por abrasión corrosión y calor, otro caso parecido son los escapes de automóvil porque soportan calor, vapor de agua, ácido carbónico y oxígeno entre otros.

## DISCUSIÓN

El desempeño en trabajos especiales de soldadura me permitió conocer los principales métodos de soldadura como sus aplicaciones, como la soldadura de arco eléctrico que tiene una gran aplicación especial en piezas de espesor grande y con una buena penetración de cordón lo que no se lograría con la de oxi-acetileno por la pérdida de calor.

En este proceso de arco eléctrico se tiene una buena aplicación en aceros y en el caso de hierro colado se combina con la de oxi-acetileno para calentar las piezas a unir y no se partan los cordones o las piezas a unir por los cambio de temperatura y a su vez se tiene una mejor adhesión del material de aporte.

El proceso de oxi-acetileno o autógena será siempre muy práctico en láminas, tubos y en piezas delgadas de hierro como también en soldaduras blandas, latón y plata, resaltando su gran importancia en el corte de materiales ferrosos.

En un futuro se podrán utilizar mejores equipos de corte y en otras variedades que implicarán incrementos en sus costos pero con una buena precisión y calidad.

Así mismo en el proceso de oxi-acetileno se tiene que tener mucho cuidado en los riesgos que implica el manejo de cada parte de los equipos, por el manejo de fuegos a muy altas temperaturas por lo que se tienen que eliminar riesgos.

El proceso TIG o arco de tungsteno y gas tiene gran importancia porque se genera una atmósfera protectora que evita fuertes oxidaciones y deformaciones que se tienen con el método de oxi-acetileno, su importancia radica también en la aplicación en metales no ferrosos.

El proceso MIG o microalambre podría sustituir a las soldaduras ferrosas de oxi-acetileno debido a la economía de electricidad y la nula deformación de las piezas por la atmósfera de protección

Se aprecia muy claro el charco de las piezas a unir y del material de aporte en las piezas de aluminio, como en todo lo que se le aplique.

Pero en todos los casos anteriores se debe tener cuidado en usar el equipo adecuado pues en los casos de arco eléctrico, TIG y MIG, si se tiene una exposición alta a los rayos ultravioleta e infrarrojos se puede tener desarrollo de deformaciones cromosómicas, y de leucemia y tener quemaduras en la piel y daños en cornea o ceguera .

Por lo que también es importante cuidar de daños a terceros en un radio perjudicial de 20 metros.

## CONCLUSIONES

Se describieron los principales métodos de soldadura de aplicación industrial y sus aplicaciones más importantes. Resaltando la importancia de conjuntar los elementos que intervienen en cada uno de los sistemas de soldadura, sus normas de seguridad y técnicas de aplicación.

A un futuro se podrían aplicar los métodos más refinados de soldadura y la combinación de éstos.

- García, P., A., 1956, Tecnología Industrial, tomo V, Trabajo de los Metales Ensayo, Protección y Soldadura. Ed. Aguilar. Madrid
- James, A. P., 1971, Soldadura, . Centro Regional de ayuda Técnica Ed. (Agencia para el desarrollo internacional) Impreso en Colombia.
- Mazzilli, L. 1979., Soldadura. Ed.. Científico-Médico Barcelona
- Niese, H.; Toral M., 1964 , Soldadura, Ed.. Utteha. México.
- Nzaro V. G . O . , Greut S. N. V., 1977, Soldadura en microeléctrica Ed. Macombu S.A. Barcelona
- Paul, S. y Horn, H.A., 1982, Tratado general de soldadura Tomo 1 Ediciones G. Gili S.A. México.
- Paul, S. y Horn, H.A., 1982, Tratado general de soldadura Tomo 2 Ediciones G. Gili S.A. México.
- Pierre, E. R., 1970., Welding Prosseses and Power Sourics Second. Edition. U.S.A.
- Rivas, J. M., 1978, Introducción a la Soldadura Eléctrica. segunda edición . Ed. paraninfo S. A. Barcelona

- Ruiz, A.M., 1982., **Electrosoldadura Serie Procesos de Manufactura**  
Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería México.

78

- The Lincoln Electric Company, 1963., **Nuevas lecciones de soldadura por arco**  
Cleveland Ohio, Ed. Lincon Company.