

H.6.2. ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE  
FABRICACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO  
EFICIENTE DE LOS RECURSOS Y LA ENERGÍA

# SIRVE

## SISTEMAS INTEGRADOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

*Socios del proyecto:*

---



*Colaborador:*

---



*Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el  
Subprograma INNPACTO 2011*

---



## 2.- SELECCIÓN DE LOS PROCESOS

La eficiencia en un proceso de producción depende la relación que existe entre la cantidad de materia prima que se utiliza y la de productos que se obtienen en un periodo de tiempo determinado. De esta manera la eficiencia aumenta cuando un proceso es capaz de producir un mayor volumen de producción empleando la misma cantidad de materia prima; o cuando utiliza una menos cantidad de materia prima para producir un mismo volumen de producción.

Para poder evaluar la eficiencia se establece un proceso de control que comprende desde la adquisición de materia prima hasta la entrega del producto terminado.

Pronimetal cuenta con un sistema de gestión de la calidad en todos sus procesos implantado de acuerdo a la norma ISO 9001:2000. Esta certificación exige entre otras cosas, que todos los procedimientos de soldadura estén homologados según la norma UNE-EN\_ISO\_15609-1 y a su vez los soldadores homologados en estos procedimientos, según norma UNE-EN\_287-1.

La implantación de estos sistemas de calidad traen los siguientes beneficios:

- Ventaja competitiva: La evaluación y el proceso de certificación aseguran que los objetivos de negocio se alimentan del sistema día a día, favoreciendo las mejores prácticas de los trabajadores y de los procesos.
- Mejora del funcionamiento del negocio y gestión de riesgo: La ISO 9001 permite mejorar el funcionamiento de las organizaciones, también hace más fácil medir el funcionamiento y gestionar los posibles riesgos.
- Una mayor eficiencia operacional.
- Mejora la operación y reduce gastos.

Los procesos de fabricación que se van a emplear para la fabricación de los SIRVEs son los siguientes:

1. Línea de corte y aplanado de chapa
2. Procesos de Corte:
  - a. Oxicorte
  - b. Plasma de alta definición
3. Plegado
4. Curvado
5. Ensamblaje (Calderería y Soldadura)

## 3.- LÍNEA DE CORTE Y APLANADO

Como se ha definido en tareas anteriores el material a emplear para la construcción de las marquesinas es acero. El acero se recibe en Pronimetal en forma de bobina, proveniente de las mejores siderurgias del mundo, garantizando así la mejor calidad en los siguientes procesos de transformación.

El proceso de aplanado es el proceso por el cual se convierte mediante deformación plástica una chapa enrollada llamada "bobina" en otra completamente plana.

Los elementos que conforman la línea son: el desenrollador, la aplanadora o planchador, el cortador y la mesa de salida.

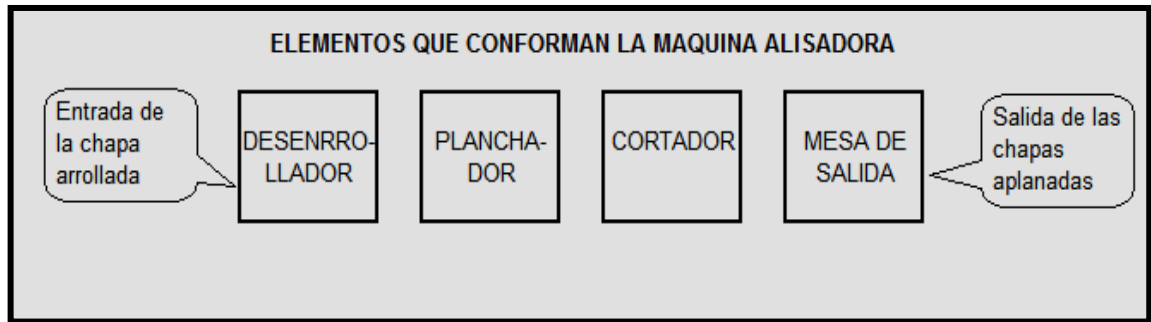


FIGURA 4 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MAQUINA APLANADORA

## 4.- PROCESOS DE CORTE: OXICORTE

### 4.1. El Proceso

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.

### 4.2. El soplete

El soplete de corte juega tres papeles distintos: llevar el Fe contenido en el acero a su temperatura de ignición, aportar una atmósfera envolvente con una proporción mayor que la mínima necesaria en O<sub>2</sub> y, por último, generar el agente iniciador.

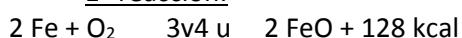


*Fig. 1.- Cuatro sopletes trabajando simultáneamente sobre la misma chapa*

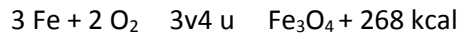
### 4.3. La combustión del Fe

En la combustión del Fe, se observan las siguientes reacciones químicas estequiométricamente igualadas:

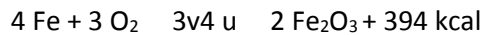
1ª reacción:



#### 2ª reacción:



#### 3ª reacción:



### 4.4. El precalentamiento

La principal función de la llama de precalentamiento es llevar la pieza hasta la temperatura de ignición, que como se ha mencionado anteriormente es de aproximadamente 870°C. No obstante, la llama de precalentamiento tiene otras funciones:

### 4.5. El chorro de O<sub>2</sub> de corte

El O<sub>2</sub> de corte juega un papel principal durante la operación de corte. Su pureza debe ser del 99,5% o superior. Una pérdida de pureza de un 1% implica una pérdida de velocidad de avance de aproximadamente un 25% y a su vez incrementa el consumo de O<sub>2</sub> en aproximadamente un 25%. Con una pureza de O<sub>2</sub> de un 95% la acción de corte por oxidación es imposible de conseguir y se transforma en una acción de fusión y limpieza.

### 4.6. Máquinas de Oxicorte

En Pronimetal hay dos máquinas de oxicorte de 4 antorchas con una mesa de 12000x3000 y permite cortar chapas hasta 250mm de espesor.



## 5.- PROCESOS DE CORTE: CORTE CON PLASMA DE ALTA DEFINICIÓN

El corte por plasma

El plasma de alta definición

**Tecnología de protección**

**Proporcionando vida a los consumibles...**

**Concentricidad de la antorcha y de los consumibles...**

**Intervalo libre de rebaba.**

**Anillo de circulación de alto rendimiento...**

**El incremento de la densidad de energía...**

**La vida del consumible...**

**Capacidades de corte de la alta definición...**

### 5.1.- MAQUINAS DE CORTE POR PLASMA DE ALTA DEFINICIÓN.

En Pronimetal el corte por Plasma de Alta Definición consta de 4 máquinas de 2 antorchas de 30.000x5.000 mm. Se puede cortar hasta un espesor de 40mm con perforación y 80mm sin perforación. Se puede también incluir corte en chaflán o bisel en el mismo espesor y marcado de piezas en tinta.

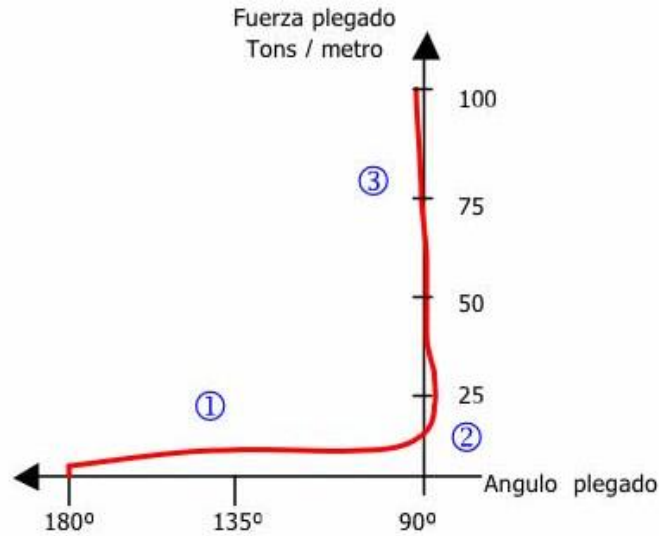


## 6.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DISTINTOS PROCESOS DE CORTE

PROCESOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>OXICORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conveniente para el rango medio y alto de espesores.</li> <li>• Aplicación económica de varias antorchas.</li> <li>• Baja inversión inicial.</li> <li>• Repuestos y consumibles de bajo costo.</li> <li>• Posibilidad de biselar con tres antorchas simultaneas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja calidad de corte debajo de 5 mm. de espesor.</li> <li>• Deformación en materiales de bajo espesor que se debe corregir posteriormente.</li> <li>• Por el gran aporte térmico el calor afecta una zona amplia.</li> <li>• Baja precisión en el reposicionado en piezas grandes por el impacto térmico.</li> <li>• Baja velocidad de corte en relación con otros procesos.</li> </ul>
<b>PLASMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede trabajarse con una o más antorchas.</li> <li>• Corta todo material que sea eléctricamente conductor.</li> <li>• Ideal para el corte de aceros altamente aleados y aluminio aleado de medio o alto espesor.</li> <li>• Muy apropiado para el corte de aceros dulces de hasta 30 mm. de espesor.</li> <li>• Muy bajo aporte térmico durante el corte.</li> <li>• Alta velocidad de corte, en algunos casos hasta 10 veces la del oxicorte.</li> <li>• Cortes limpios sin necesidad de tratamientos posteriores.</li> <li>• Fácil de automatizar.</li> <li>• Con plasma bajo agua se consiguen cortes con muy baja deformación y reducción de ruido en el área de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitado a 160/180 en cortes secos y a 120 mm. en cortes bajo agua (siempre dependiendo del tipo de material).</li> <li>• La sangría de corte es más grande que la producida por un laser.</li> </ul>

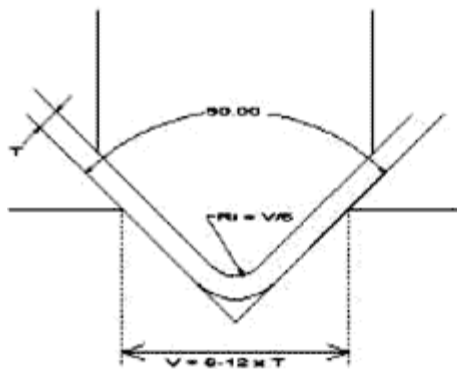
## 7.- PLEGADO

Al realizar un plegado de una chapa en una plegadora, esta se ve sometida a una presión gradual al estar situada entre el punzón y la matriz. El plegado de la pieza estará en relación con la fuerza aplicada. Esto podría ser representado en un gráfico donde se tenga en cuenta los grados a los que se pliega la chapa y la fuerza aplicada.



### 7.1.- PLEGADO FONDO

El plegado a fondo es uno modo de plegado muy habitual porque se puede plegar con precisión con un tonelaje relativamente bajo.



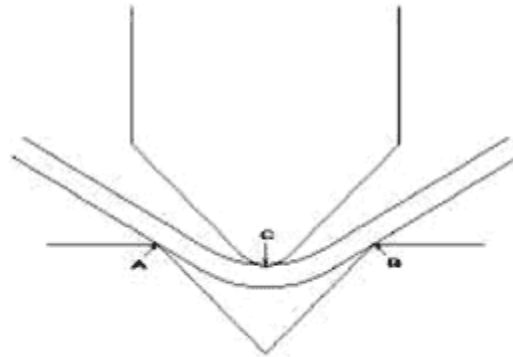
Espesor (T)	0,5-2,5	3,0-8,0	9 - 10	> 1
V=	6 x T	8 x T	10 x T	12

Observamos que a mayor espesor de chapa mucho mayor debe ser la V. Existen otros aspectos a tener en cuenta para escoger la V adecuada para realizar un plegado que serán comentados más adelante.

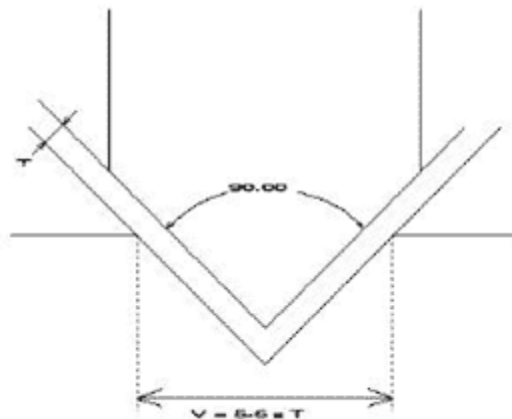


## 7.2.- PLEGADO PARCIAL

El nombre de plegado parcial se debe al hecho de que la chapa durante el plegado está en contacto con 3 puntos (A, B y C del dibujo inferior) del utilaje.



## 7.3.- ACUÑADO / ESTAMPADO



El método de acuñado conseguimos 2 ventajas; una precisión muy alta y un radio de plegado muy pequeño

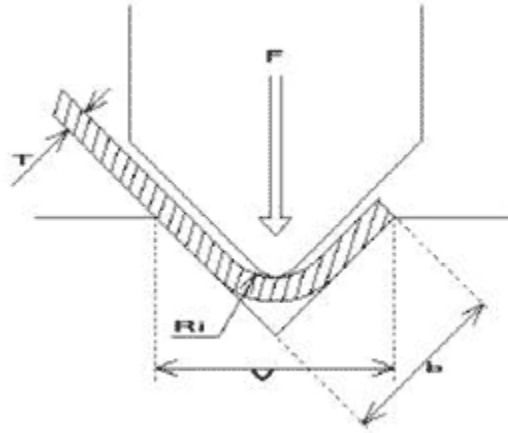
## 7.5.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLEGADO AL AIRE Y EL ACUÑADO

De una forma sencilla podríamos decir que la diferencia entre un plegado al aire y el acuñado es que en el primero es donde existe "aire" en algún lugar entre la matriz y la chapa. De todas formas más adelante explicaremos en detalle los 3 tipos de plegado.

## 7.6.- TABLA DE PLEGADO

La tabla de plegado es un instrumento básico para realizar cualquier operación de plegado. A continuación explicaremos la información que nos puede suministrar y la relación entre diversos parámetros que aparecen y que influyen en el plegado.





### 7.7.- RELACIÓN ENTRE FUERZA DE PLEGADO F Y LA ANCHURA DE LA MATRIZ V

Para plegar chapa de 1 mm de espesor podemos utilizar una V de 6 o de 8 mm. La fuerza necesaria es de 11 t y 8 t respectivamente. Observamos que para un mismo espesor de chapa cuando aumentamos la anchura de la V disminuye el tonelaje necesario. Esto sucederá siempre. Por tanto, decimos que la Fuerza necesaria F es inversamente proporcional a la anchura de la matriz V. Esto se expresa:

$$F_2 = F_1 \frac{1}{(V_2/V_1)} = F_1 \frac{V_1}{V_2}$$

### 7.8.- RELACIÓN ENTRE FUERZA DE PLEGADO F Y EL ESPESOR DE CHAPA T

Si con una misma anchura de matriz  $V = 12$  plegamos chapa de 1 y de 2 mm de espesor observamos que la fuerza necesaria es de 6 y 22 t respectivamente.

### 7.9.-RELACIÓN ENTRE FUERZA DE PLEGADO F Y LA LONGITUD DE PLEGADO DE CHAPA L

La fuerza necesaria de la tabla es la fuerza necesaria para plegar chapa de 1 m de longitud. La fuerza total de plegado de una chapa es directamente proporcional a la longitud de plegado.

### 7.10.-RELACIÓN ENTRE FUERZA DE PLEGADO F Y LA RESISTENCIA DE LA CHAPA, D

$$F_{inox} = F_{acero} \times \frac{d_{inox}}{d_{acero}}$$

Este cálculo sería válido para cualquier otro material. Una vez calculado este dato es importante verificar si el punzón y la matriz que queremos utilizar puede soportar este tonelaje.

### 7.11.- MAQUINAS DE PLEGADO

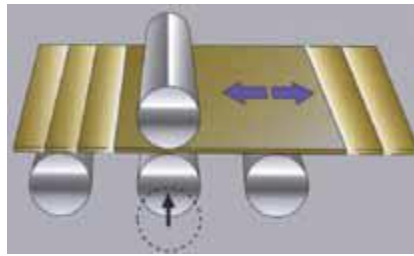
En Pronimetal existen un total de 9 plegadoras con una potencia máxima en tándem de 1600T. Se dispone de dos tándem de 14 y 16 m de longitud que permiten realizar piezas de grandes dimensiones en plazos de tiempo muy reducidos.

## 8.- CURVADO

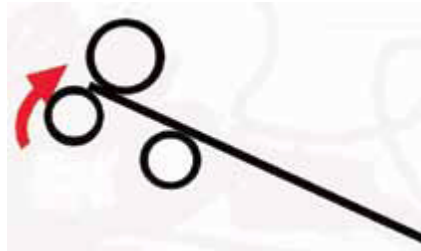
El curvado de chapas, como lo indica su nombre, es un procedimiento para curvar o enrollar la chapa metálica simplemente mediante fuerza mecánica o hidráulica, hasta lograr el radio requerido o un tubo, sin necesidad de someter a elevación de temperaturas el material.

### 8.1.- CURVADO PASO A PASO:

#### Montaje de la chapa en la máquina:

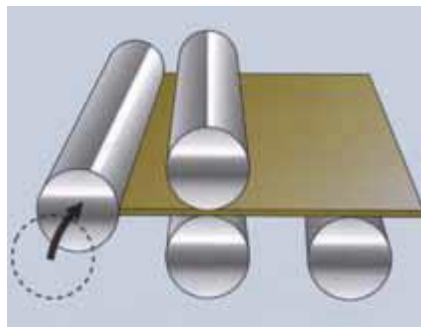


En cuatro rodillos: Se realiza horizontal, se desliza la chapa sobre un sistema cómodo de soportes con rodillos o alimentación automática. Esta facilidad mejora el tiempo de labor y elimina riesgos de accidentes.



En tres rodillos: Se posiciona la chapa por el borde de uno de los rodillos laterales y el otro en el piso, esto eleva el tiempo de montaje, ocupa más personal y hay mayores riesgos de accidente.

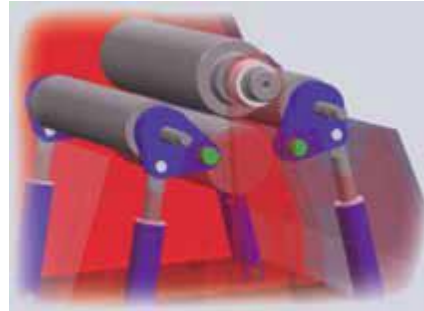
#### Alineamiento de la chapa en la maquina



En cuatro rodillos: La carga de la chapa es horizontal por uno de los lados de la máquina; el rodillo lateral contrario es elevado a posición que permita ser "tope" al borde de la chapa y fácilmente se logra el alineado, labor que puede ser realizada por solo un operario.

En tres rodillos: Como no es posible el “tope” con otro rodillo, se debe acudir a un segundo operador para que colabore con el alineamiento, en la mayoría de las veces visual o con ayudas artesanales.

### Pre-curvado



### Tiempo del proceso

En cuatro rodillos: Es importante y considerable la ventaja a favor del rolado cuando se realiza en una máquina de cuatro rodillos. Se debe analizar: Un operador conocedor de su máquina y profesión en el curvado, puede lograr, sin dificultad, el cilindrado de una chapa en una sola pasada; es decir, sin la obligación de “ir y venir” por varias ocasiones para obtener los radios o medidas buscadas.

## **8.2.- MAQUINAS DE CURVADO**

En Pronimetal se dispone de 5 máquinas de rodillos para curvar chapa. Las capacidades de curvado llegan hasta espesor de 50mm y hasta 4 metros de longitud.

## **9.- SOLDADURA POR PROCESO DE ARCO SUMERGIDO**

Al igual que en los demás procesos de soldadura por arco, este es un proceso en el cual el calor es aportado por un arco eléctrico generado entre uno o más electrodos y la pieza de trabajo.

El arco eléctrico mencionado está sumergido en una capa de fundente granulado que lo cubre totalmente protegiendo el metal depositado durante la soldadura. De aquí el nombre del proceso.

Una ventaja del proceso es que, estando el arco completamente encerrado, pueden utilizarse intensidades de corriente extremadamente elevadas sin chisporroteo o arrastre de aire. Las intensidades elevadas producen una penetración profunda y el proceso es térmicamente eficiente, puesto que la mayor parte del arco está bajo la superficie de la plancha.

### **9.1.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

La corriente eléctrica se conduce entre el electrodo y la pileta fundida a través de un plasma gaseoso inmerso en el fundente.

## 9.2.- APLICACIÓN

La soldadura por arco sumergido ha encontrado su principal aplicación en los aceros suaves de baja aleación, aunque con el desarrollo de fundentes adecuados el proceso se ha usado también para el cobre, aleaciones a base de aluminio y titanio, aceros de alta resistencia, aceros templados y revenidos y en muchos tipos de aceros inoxidable. También se aplica para recubrimientos duros y reconstrucción de piezas. Es un método utilizado principalmente para soldaduras horizontales de espesores por encima de 5mm, en los que las soldaduras sean largas y rectas. Pueden soldarse espesores hasta doce milímetros sin preparación de bordes mientras que con preparación de bordes el espesor máximo a unir es prácticamente ilimitado.

## 9.3.- SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SOLDADURA

La selección de condiciones de soldadura más conveniente para el espesor de chapa y preparación de junta a soldar es muy importante, a los efectos de lograr soldaduras libres de defectos tales como fisuras, poros y socavación lateral.

## 9.4.- DEFECTOS EN LAS SOLDADURAS POR ARCO SUMERGIDO

POROSIDAD:

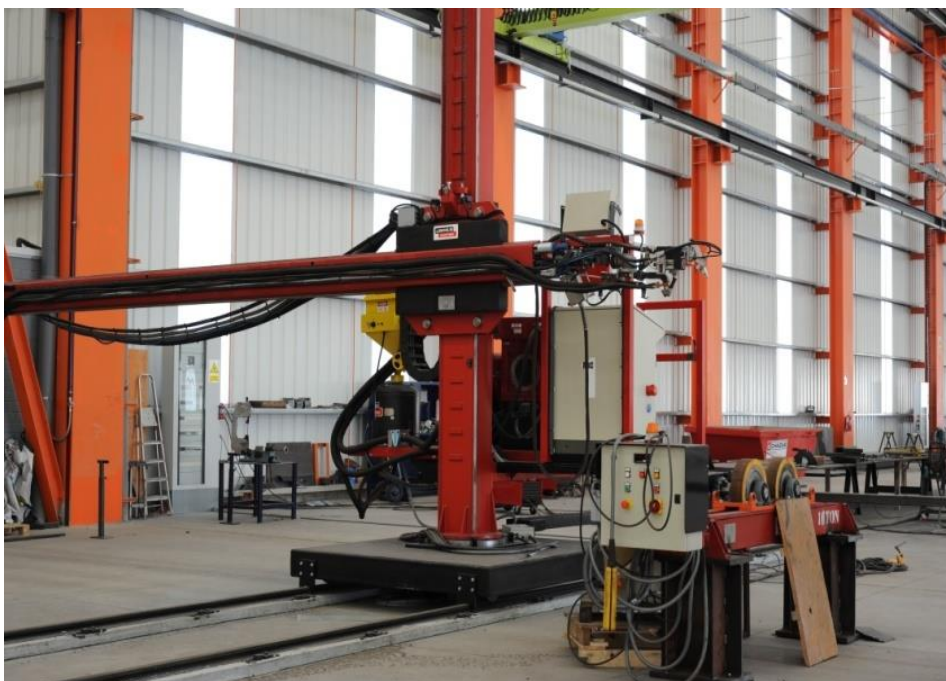
FISURACIÓN POR HIDRÓGENO

FISURAS DE SOLIDIFICACIÓN

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO

## 9.5.- MÁQUINAS DE SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO

Se dispone de dos columnas de soldadura por arco sumergido con dos antorchas que permiten realizar gran variedad de trabajos longitudinales y hasta 6 metros de diametro.



## 10.- SOLDADURA MANUAL SEMIAUTOMÁTICA

Este procedimiento, conocido también como soldadura MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. El procedimiento es adecuado para unir la mayoría de materiales, disponiéndose de una amplia variedad de metales de aportación.

El proceso puede ser:

**SEMIAUTOMÁTICO**  
**AUTOMÁTICO**  
**ROBOTIZADO**

Este tipo de soldadura se utiliza principalmente para soldar aceros de bajo y medio contenido de carbono, así como para soldar acero inoxidable, aluminio y otros metales no férricos y tratamientos de recargue.

### 10.1.- INFLUENCIA DE LOS DISTINTOS PARÁMETROS.

El comportamiento del arco, la forma de transferencia del metal a través de éste, la penetración, la forma del cordón,... están condicionados por la conjunción de una serie de parámetros entre los que destacan:

**POLARIDAD**

**TENSIÓN DE ARCO**

**VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DE HILO**

**NATURALEZA DEL GAS**

### 10.2. TRANSFERENCIA DEL METAL.

Existen distintas formas de transferencia del metal en el arco, dependientes todas ellas de los valores de los parámetros de tensión e intensidad. Se detallan en apartados siguientes.

**10.2.1. TRANSFERENCIA POR CORTOCIRCUITO.**

**10.2.2. TRANSFERENCIA GLOBULAR.**

**10.2.3. TRANSFERENCIA POR PULVERIZACIÓN AXIAL.**

**10.2.4. TRANSFERENCIA POR ARCO PULSADO.**

### 10.3.- MAQUINAS DE SOLDADURA MANUAL SEMIAUTOMÁTICA

Se dispone de 11 máquinas de soldadura manual semiautomática. Son conjuntos inverter con el fin de mejorar su eficiencia energética.