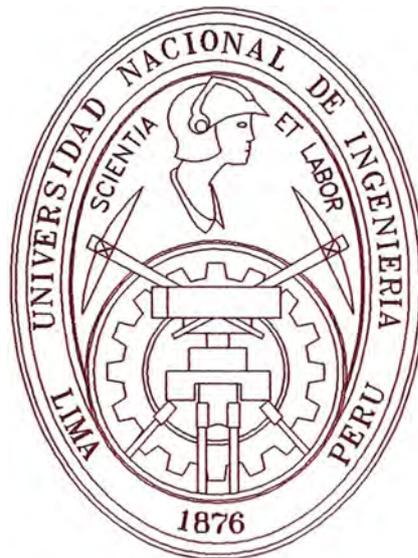


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**OPTIMIZACION DE PROCEDIMIENTOS DE  
FABRICACION PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCCION DE 750 A 800 TN/MES EN UNA  
EMPRESA METALMECANICA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**HUGO BENIGNO CASIMIRO HUAMAN**

**LIMA - PERU**

**2009**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Queridos Padres Pedro y Flavia quienes hicieron posible mi formación, a mi Amada Esposa Angélica y mis hijos Angélica Flavia y Hugo Cesar por su apoyo y comprensión.

## INDICE

PROLOGO	01
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	02
1.1 Antecedentes	02
1.2 Objetivo	03
1.3 Justificación	03
1.4 Alcances	03
2. CAPITULO II: GENERALIDADES SOBRE PROCESOS DE FABRICACIÓN	
ESTRUCTURAL	05
2.1 Trazado de placas y vigas	05
2.1.1 Instrumentos Principales de Trazado	05
2.1.2 Trazado con plantillas.	06
2.2 Recortado y taladrado de perfiles	06
2.2.1 Descripción de la máquina taladradora	06
2.2.2 Especificaciones Técnicas de Máquina	13
2.2.3 Requerimientos Generales de piezas de trabajo a procesar.	14
2.2.4 Tipo de Brocas que utiliza la máquina BDL	14
2.2.5 Defecto en Brocas y sus causas más frecuentes	15
2.3 Armado de vigas	15
2.3.1 Calderero armador	15
2.4 Soldeo de vigas	16
2.4.1 Soldador	16
2.4.2 Tipos de Soldadura	16

2.4.3	Procesos de Soldadura	19
2.4.4	Características principales de los Procesos de Soldadura	22
2.4.5	Posiciones de Soldadura	22
2.4.6	Fabricación de Perfiles Soldados.	23
2.4.7	Requisitos de Calidad en perfiles soldados	24
2.4.8	Filetes de soldadura	25
2.4.9	Tolerancias Dimensionales para estructuras metálicas.	26
2.5	Granallado	28
2.5.1	Normas de preparación superficial	29
2.6	Pintado	31
2.6.1	Pintura	31
2.6.2	Sistema de pintado	33
2.6.3	Efecto protector de las pinturas	35
2.6.4	Controles previos a la aplicación de las pinturas	36
3.	CAPÍTULO III: OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN	38
3.1	Diagrama de flujo de Fabricación	38
3.2	Procedimiento Inicial	38
3.2.1	Planos de Fabricación	38
3.2.2	Armado estructural	41
3.2.3	Soldadura estructural	41
3.2.4	Pintado	42
3.2.5	Manipuleo de producto terminado.	44
3.2.6	Almacenado de productos	47
3.3	Procedimiento Mejorado	48
3.3.1	Planos de Fabricación	48

3.3.2	Armado Estructural	50
3.3.3	Soldeo	51
3.3.4	Pintado	53
3.3.5	Manipuleo de productos terminado.	55
3.3.6	Almacenado de productos	55
3.4	Disposiciones Practicas de Fabricación	56
3.5	Control de Calidad	65
3.5.1	Requisitos Generales de Calidad	65
3.5.2	Tolerancias Dimensionales para perfiles estructurales tipo H.	66
3.5.3	Tolerancias Dimensionales para Perfiles Canales estructurales Tipo C.	66
3.5.4	Tolerancias Dimensionales para perfiles Ángulos estructurales Tipo L.	67
3.5.5	Tolerancias para perfiles soldados.	67
3.5.6	Inspección Visual a soldaduras en estructuras.	67
3.5.6.1	Soldadura de Filete	68
3.5.6.2	Soldadura a tope	68
3.5.7	Aplicación de las pinturas	69
3.5.7.1	Control previo a la aplicación de la pintura	69
4.	CAPÍTULO IV: MEDICIÓN DE PRODUCCIÓN EN TN/MES.	71
4.1	Condiciones Iniciales	71
4.2	Condiciones Mejoradas	73
5.	CAPÍTULO V: INVERSIÓN REALIZADA	75
5.1	Costos Directos	75
5.2	Costos Indirectos	75

5.3	Resumen de la Inversión	76
5.4	Relación Costo Beneficio	76
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	80
	PLANOS	

## PROLOGO

El presente Informe describe los principales problemas detectados en una empresa metalmecánica dedicada a la producción de estructuras metálicas y las soluciones planteadas a cada una de ellas que permitieron eliminarlos.

En el primer Capítulo, se plantea los antecedentes que dieron origen a este trabajo, también se plantea el objetivo que se persigue y la justificación que sustenta este informe junto a los alcances y límites en los cuales se desarrolla el presente informe.

En el segundo Capítulo, se desarrolla los conceptos y definiciones generales sobre procedimientos de fabricación estructural.

En el tercer Capítulo, se muestra los procedimientos de fabricación que fueron optimizados. Para cada uno de ellos se muestra sus condiciones iniciales y condiciones después de realizada los cambios.

En el cuarto Capítulo, se muestra los resultados de los cambios realizados, mediante una comparación en peso de producción obtenida.

En el quinto Capítulo, muestra la inversión realizada en los diferentes procedimientos materia de la mejora indicando los costos directos, costos indirectos y el resumen de gastos incurridos.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES

El auge de la Economía Nacional está originando que muchas empresas del rubro de la minería y la industria en general modernicen sus instalaciones mediante la ampliación y/o reacondicionado de sus instalaciones. Es en este contexto y debido al incremento de la carga de trabajo en la planta, y el afán de querer incrementar la producción, se fue generando desordenes en algunos procedimientos que con el transcurrir del tiempo fueron establecidas como normales.

En los inicios la producción mensual no sobrepasaba de los 250 tn/mes, posteriormente, la capacidad instalada de ese momento permitió incrementar la producción a 400 tn/mes, luego se realizaron los siguientes cambios en la empresa: ampliación y acondicionamiento de la planta, compra de herramientas y equipos, todos estos cambios se realizaron con la finalidad de incrementar la capacidad de producción a 850 tn/mes.

La producción mensual de los últimos meses no superaba los 750 tn/mes a pesar de la carga de trabajo en espera.

Observado algunos datos de producción por áreas se decide optimizar algunos procedimientos con el fin de incrementar los rendimientos cuyos resultados se muestra en el presente informe.

## **1.2 OBJETIVO**

El objetivo del presente informe es optimizar los procedimientos de fabricación estructural para incrementar la producción de 750 a 800 tm/mes en una empresa metal mecánica, obteniendo de esta manera una mejora del 6.6% en la producción mensual.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Dar a conocer la metodología de trabajo empleado durante la implementación de los procedimientos de fabricación, con el consiguiente incremento de la producción.

También permitirá utilizar una metodología con la cual se podrá trabajar en forma ordenada de manera que se simplifique los procesos de fabricación.

Superar los procedimientos tradicionales de fabricación que generaba pérdidas de producción.

## **1.4 ALCANCES**

El presente informe cubre la descripción puntual de procedimientos de fabricación estructural realizada en una empresa metalmecánica, implementación de los procedimientos optimizados, los costos incurridos en la implementación de procedimientos, y tiene como punto de partida los datos mensuales de producción proporcionados por la gerencia de producción y la inspección visual y seguimiento a los diferentes procedimientos de fabricación presentes en el área de producción.

Los procedimientos descritos no son aplicados en empresas metalmecánicas que tienen como procedimiento el trabajo del metal con arranque de viruta.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES SOBRE PROCESOS DE FABRICACIÓN ESTRUCTURAL

#### 2.1 TRAZADO DE PLACAS Y VIGAS

Trazar, significa trasladar las cotas del plano a las piezas. Durante el trazado se marcan sobre la pieza en bruto el contorno las aberturas, los centros de las perforaciones y las distancias entre sus centros.

Durante esta operación es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- a.- Suficiente precisión al trasladar las medidas.
- b.- No dañar la superficie de la pieza
- c.- Buena visibilidad de los trazos.

##### 2.1.1 Instrumentos Principales de Trazado

a.- Gramil.- Instrumento que sirve para trazar líneas rectas, también se emplea puntas de acero templadas y con un ángulo en la punta de 10 grados aproximadamente. Para materiales duros se emplean puntas de trazar de una aleación de cobre y cinc (latón), con el fin de no dañar la superficie.

b.- Compas de Puntas.- Instrumento que sirve para trasladar las cotas o las circunferencias a la pieza, para grandes distancias se emplea el compas de varas.

c.- Escuadras.- Instrumento utilizado en el trazado de líneas perpendiculares y paralelas.

### 2.1.2 Trazado con plantillas.

Al fabricar piezas en grandes cantidades o piezas de forma complicada, se emplean para trazar plantillas o piezas tipo, los cuales se colocan sobre la pieza a trazar y luego se sigue el contorno con la punta de trazar.

## 2.2. RECORTADO Y TALADRADO DE PERFILES

El taladrado de perfiles se realiza en forma automática y controlado por CNC mediante una taladradora BDL-1000

### 2.2.1 Descripción de la maquina taladradora

La maquina taladradora BDL-1000 es un moderno centro de maquinado controlado por CNC para secciones de acero.

Está compuesta de los siguientes partes principales:

1. Unidad taladradora BDL-1000
2. Unidad de Potencia Hidráulica
3. Control CNC

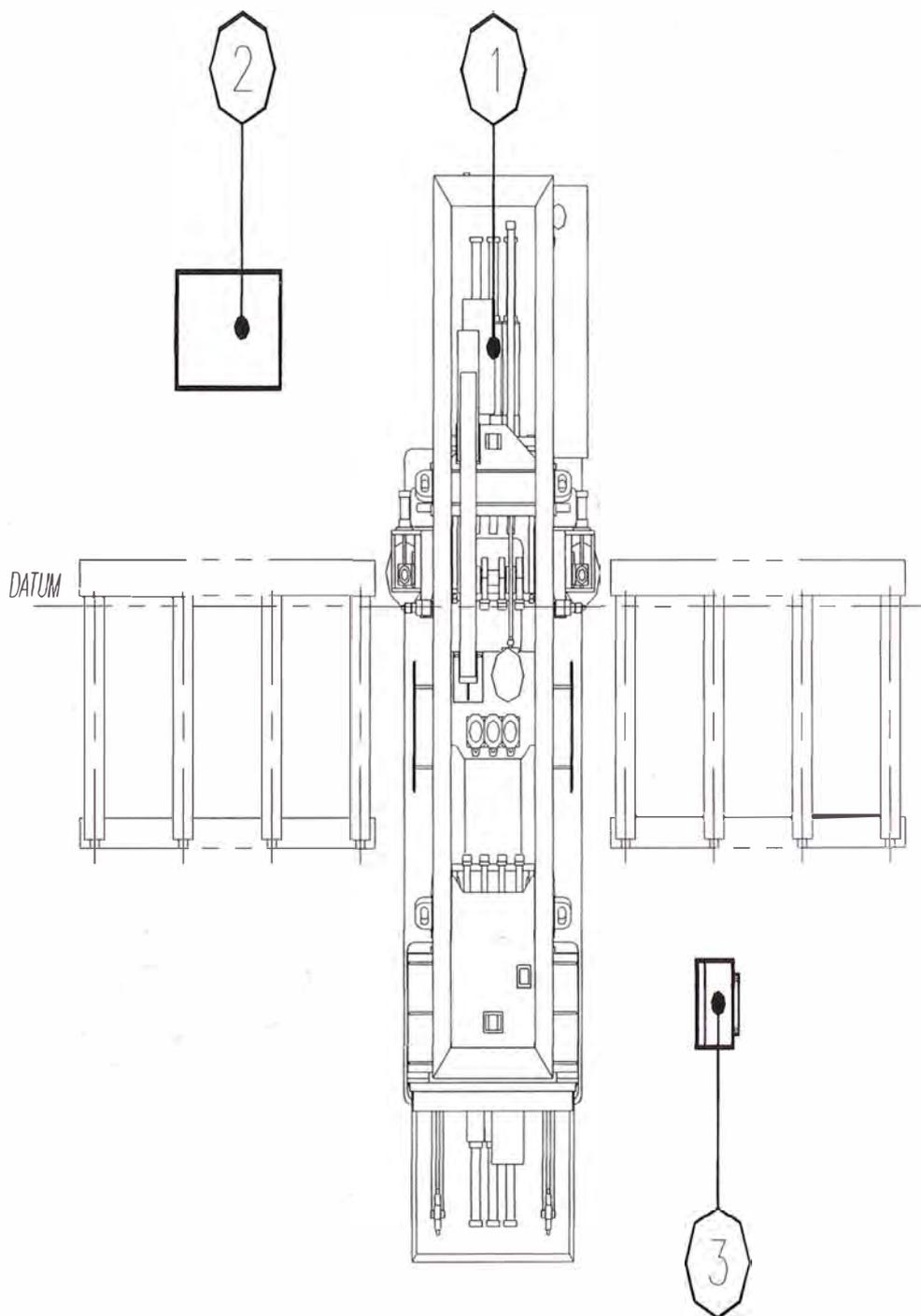


Fig 2.1 Descripción de maquina taladradora

## 1.- Unidad Taladradora

### A.- Partes principales

1. Eje de transporte de pieza de trabajo (X1)
2. Ensamble fijo (datum) de taladro de patin (W)
3. Ensamble de taladro de alma (Y1)
4. Ensamble movil (no-datum) de taladro de patin (Z) mas Torre-Z (X2)
5. Rodillos mordaza horizontales y movimiento de torre
6. Mordazas verticales
7. Disco de medición de entrada y salida
8. Medidor de alma

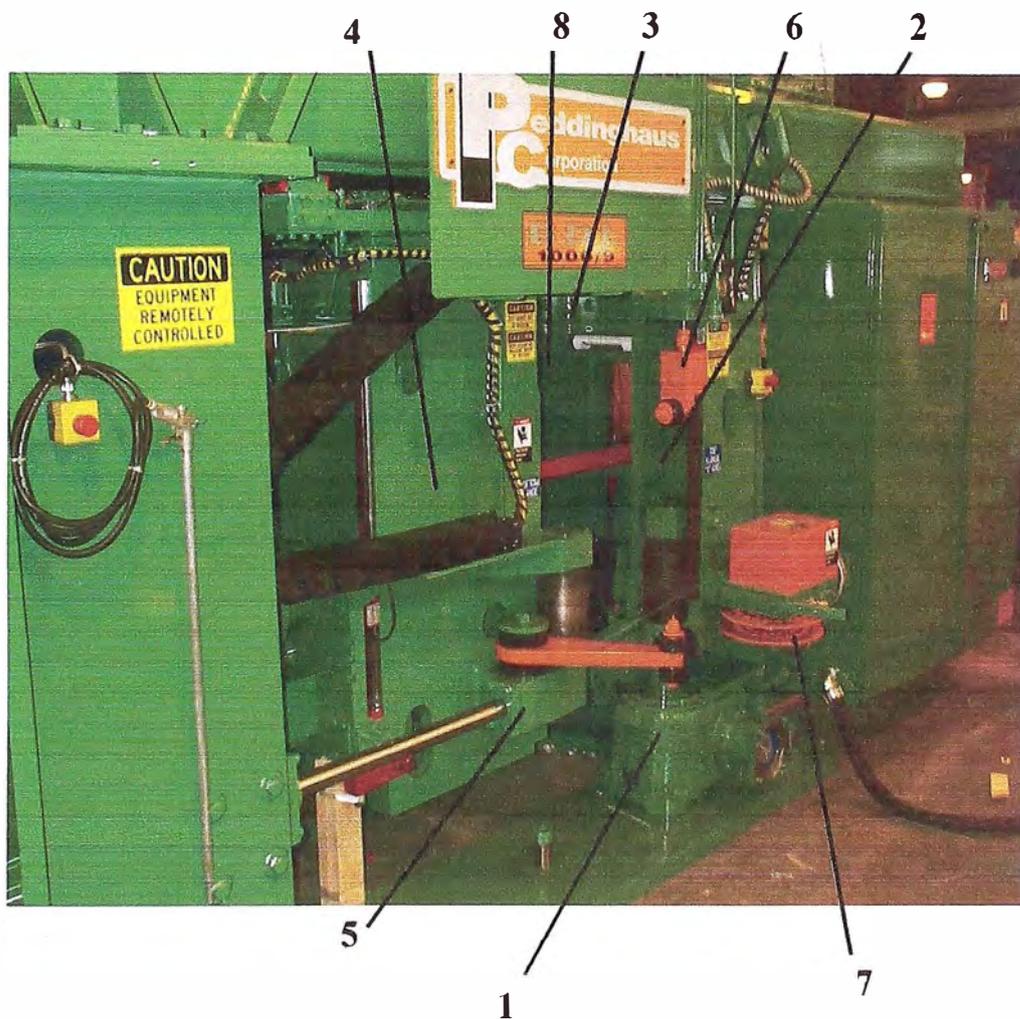


Fig. 2.2 Partes principales de Unidad Taladradora

## B. Equipo Mecánico

1. Rodillos de soporte de Material (Passline)
2. Acoplamiento de motor de Eje-X
3. Reductor de Eje-X lado derecho
4. Reductor de Eje-X lado izquierdo

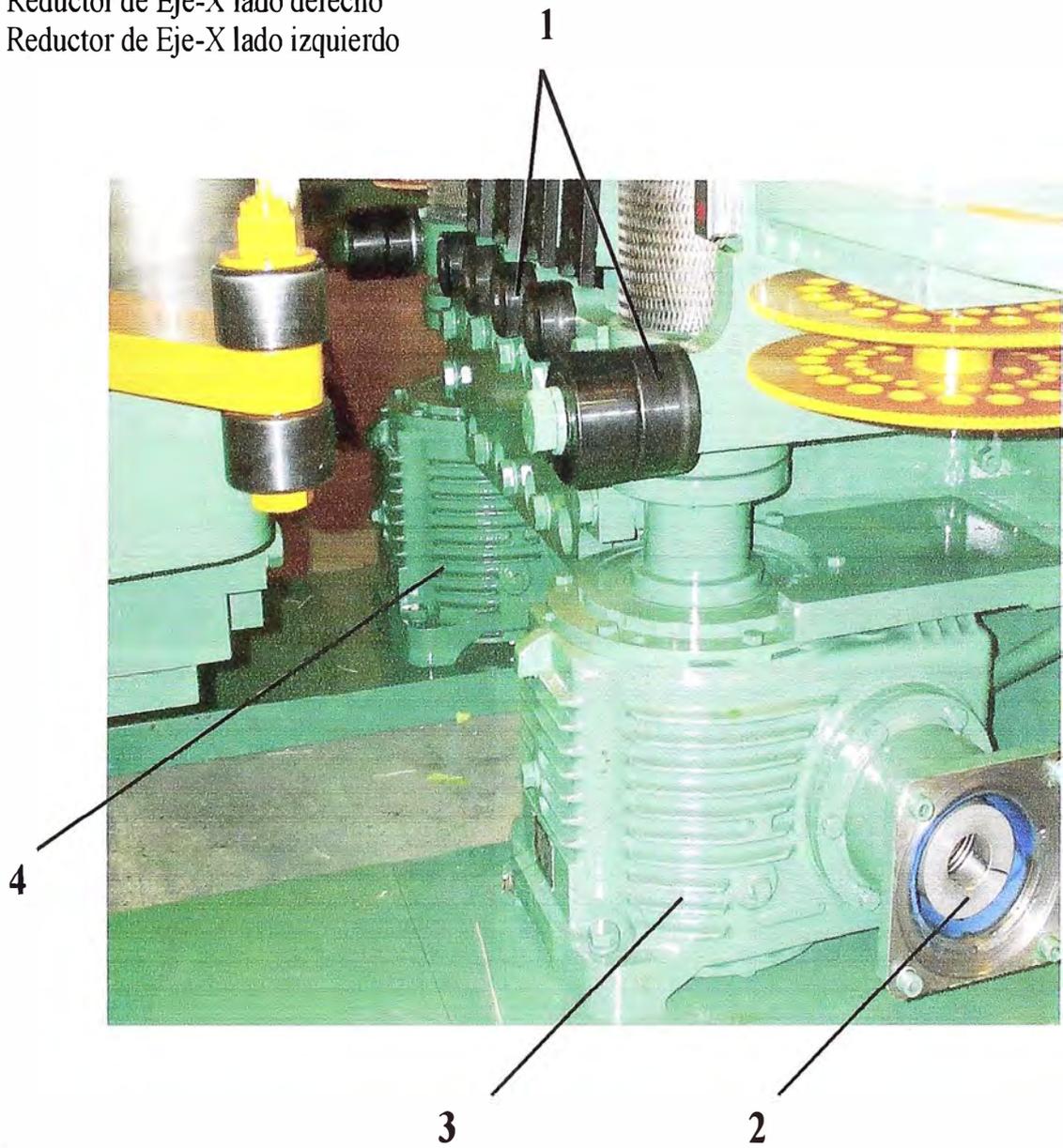


Fig. 2.3 Unidad Taladradora - Equipo Mecánico

### C. Equipo Hidráulico

1. Eje-Y (Cilindro de Alma)
2. Eje-Z (Cilindro No-Datum)
3. Valvula reductora de presión Eje-Z
4. Estación de Sujeción de Material (Posicionada en la estructura superior)
5. Cilindros de carrera corta de ejes "Y" y "W"

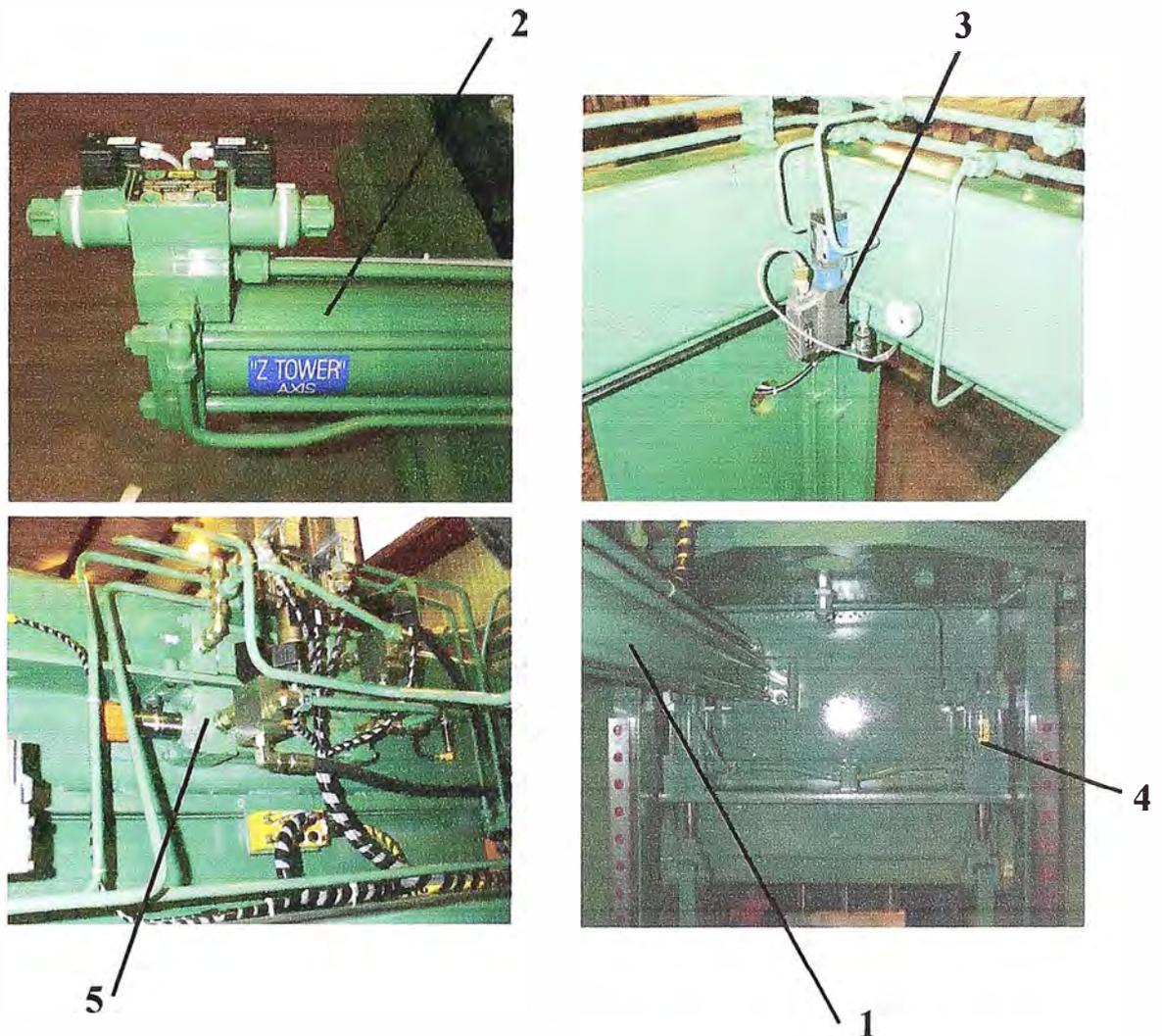
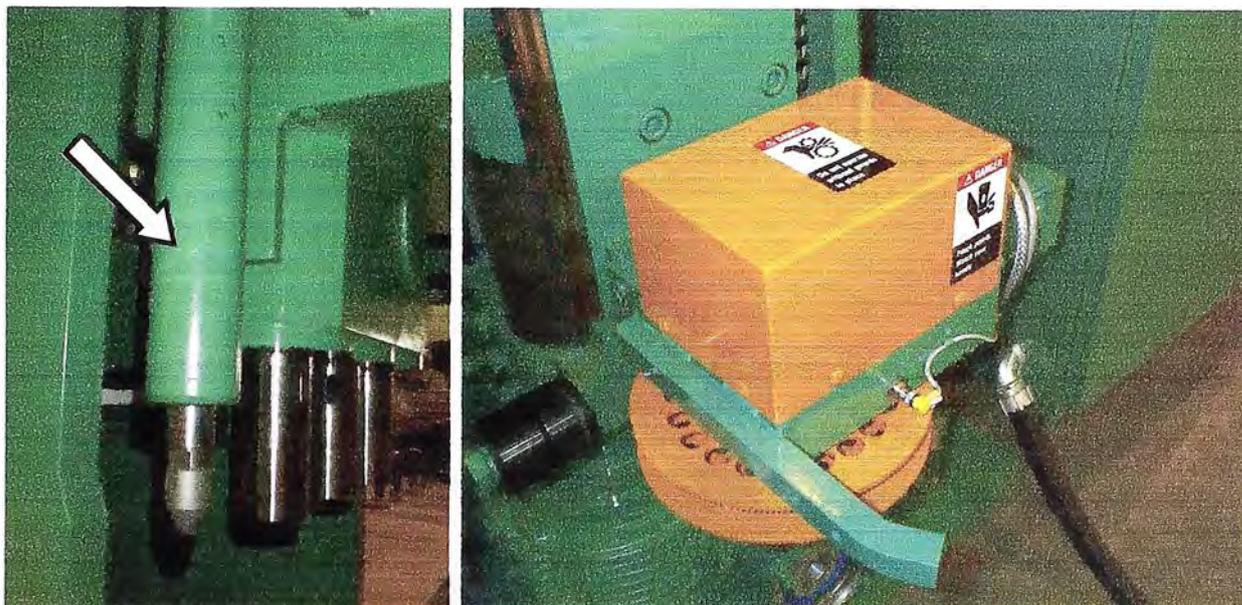


Fig. 2.4 Unidad Taladradora – Equipo Hidráulico

#### D. Equipo Neumático

1. Medidor de Alma
2. Retractor de rueda de medición
3. Tanque de enfriador, Filtro-Regulador-Lubricador y Valvula de Cerrado de Aire



Medidor de Alma

Retractor de Medidor de Rueda Tipico



*Filtro/Regulador/Lubricador*

Fig.2.5 Unidad Taladradora – Equipo Neumático

## E. Equipo Eléctrico

El equipo eléctrico de la taladradora Peddinghaus BDL-1000 consiste de los siguientes componentes:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Consola de Control CNC – La consola de control CNC emite todos los comandos para operaciones de taladrado y controla los drives de posicionamiento de acuerdo con la organización del programa. (No Mostrado) |  |
| 2. Rack PLC - Entradas   | 12. Servo Drive Eje-X                                  |
| 3. Rack PLC - Salidas  | 13. Inversores de husillos Y, Z y W                    |
| 4. Interruptor Principal   | 14. Fuentes de 24VDC                                   |
| 5. Protecciones Termicas Principales   | 15. Receptaculo de Servicio 115VAC                     |
| 6. Relevadores de Emergencia   | 16. Medidor de Horas                                   |
| 7. Conectores de Cortinas de Luz   | 17. Relevador para Energía de Circuito de Control 115V |
| 8. Contactor Servo Eje-X   | 18. Transformador de Control 115V                      |
| 9. Contactores de husillos Y, Z y W  | 19. Resistencia de Regen. (Eje-X)                      |
| 10. Contactor de Bomba Hidraulica  |  |
| 11. Modulos de Ejes Analogicos   |  |

(Todos los elementos 2-19 estan alojados dentro del Gabinete Eléctrico Principal mostrado abajo)

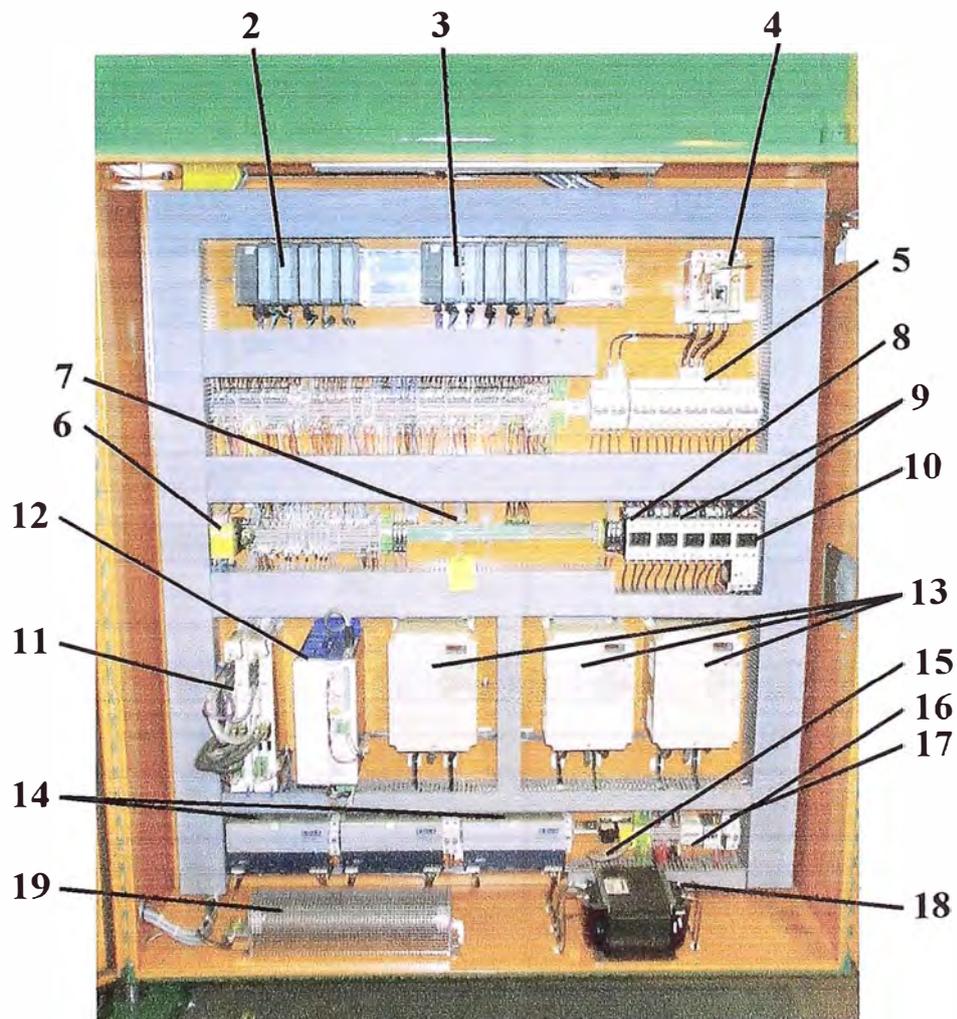


Fig.2.6 Unidad Taladradora – Equipo Eléctrico

## 2.2.2 Especificaciones técnicas de Maquina

Tipo	Uds. de Medición	BDL-1000/9"HD"	BDL-1000/3"HD"
<b>ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A PROCESAR</b>			
Ancho maximo a procesar	plg (mm)	40 (1000)	40 (1000)
Ancho mínimo a procesar	plg (mm)	3 (75)	3 (75)
Altura maxima a procesar	plg (mm)	24 (610)	24 (610)
Espesor mínimo de placa	plg (mm)	3/4 (19)	¾ (19)
Long minima de pieza a procesar	plg (mm)	67 (1700)	67 (1700)
Peso de pieza a trabajar	Libras max. (kg max.)	43,800 (19867)	43,800 (19867)
<b>ESPECIFICACIONES DE ENSAMBLES DE ALMA Y PATIN</b>			
Velocidad maxima de viaje (horiz.)	max. pies/min (m/min)	130 (39,6)	130 (39,6)
Velocida de viaje – alma	max. pies/min (m/min)	66 (20,1)	66 (20,1)
Velocida de viaje – patín	max. pies/min (m/min)	66 (20,1)	66 (20,1)
Fuerza disponible de mordazas horizontales	min.-max. Libras min.-max. (kg)	830-26,500 (377-12031)	830-26,500 (377-12031)
<b>REQUERIMIENTOS DE ENERGIA PARA OPERACIÓN</b>			
Consumo de energia	KVA total	67 (estandar 10Hp) 87 (opción 15Hp)	67 (estandar 10Hp) 87 (opción 15Hp)
<b>ESPECIFICACIONES DE UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA</b>			
Potencia de motor	Hp (kW)	15 (11.2)	15 (11.2)
Presión Hidráulica	psi (kPa)	1700 (11730)	1700 (11730)
<b>ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACION DE AIRE</b>			
Consumo de Aire/hr	Pies <sup>3</sup> /min (m <sup>3</sup> /hr)	30 (50)	30 (50)
Presión de Aire	psi (bar)	90 (6,2)	90 (6,2)
<b>PRESION DE SUJECION DE MATERIAL</b>			
Presion de sujeción Horizontal y Vertical (cada una controlada por separado, variable, controlada automaticamente por la maquina)	psi (kPa)	100 - 1600 (690 - 11032)	100 - 1600 (690 - 11032)
<b>INFORMACION SOBRE CONTROL</b>			
Tipo de control	_____	Siemens CNC	Siemens CNC
<b>DIMENSIONES FISICAS DE LA MAQUINA</b>			
Dimensiones de maquina (Altura x Ancho x Longitud)	approx. plg approx. (mm)	113 1/2 x 77 x 221 (2883 x 1956 x 5614)	113 1/2 x 77 x 221 (2883 x 1956 x 5614)
Peso	approx. Libras (kg)	26500 (12020)	25500 (11567)
<b>ESPECIFICACIONES DE HUSILLOS</b>			
Numero de husillos	_____	9	3
Husillos por eje	_____	3	1
Potencia por husillo	Hp (kW)	Estandar 10 (7.5) Opcional 15 (11.2)	Estandar 10 (7.5) Opcional 15 (11.2)
Longitud de carrera de husillos	plg (mm)	11-13/16 (300)	11-13/16 (300)
Vel. rapida de avance de husillos	plg/min (mm/min)	240 (6096)	240 (6096)

Tabla 2.1 Especificaciones Técnicas

### 2.2.3 Requerimientos Generales de piezas de trabajo a procesar

La BDL-1000 utiliza las siguientes referencias para determinar si una pieza de trabajo puede ser procesada. Todas las piezas que se trabajen con la maquina deben cumplir con los siguientes requisitos:

- A. Perfiles Estructurales (Vigas y Canales)
  - Ancho mínimo de 3 pulg. (75 mm.) y máximo 40 pulg.(1000 mm)
  - Altura máxima de patin de 24 pulg.(610 mm.)
  - Peso máximo del material de 43,000 libras (19867 kg.)
- B. Ángulos (para perfiles de lados iguales y desiguales)
  - Longitud mínima de lado 3 pulg. (75 mm)
  - Espesor mínimo 0.25 pulg.( 6 mm.)
- C. Barras y planchas
  - Ancho mínimo 3 pulg. (75 mm)
  - Espesor mínimo 0.75 pulg.(19 mm.)

### 2.2.4 Tipo de Brocas que utiliza la maquina BDL

- A. Brocas con conductos de refrigeración para taladrado con refrigerante

Las brocas con conducto de enfriamiento son utilizadas para desempeños de corte extremadamente altos. La emulsión enfriadora es forzada a través de los conductos de enfriamiento a una presión de 60 psi (4 bar).

- B. Brocas de Acero Estándar HSS para taladrado en seco

### 2.2.5 Defecto en Brocas y sus causas más frecuentes

Ruptura en los fillos extremos	Velocidad de corte Excesiva Puntos endurecidos en el Material Ductos de enfriamiento tapados con virutas
Virutas en fillos Cortantes	avance excesivo Angulo de alivio posterior excesivo en el filo cortante
Fillos cortantes rayados	Rajaduras debido a sobrecalentamiento o enfriamiento muy rapido durante el afilado o el taladrado
La broca se mueve hacia los lados	Broca colocada incorrectamente Avance excesivo Broca doblada
La broca se rompe Viruta larga de un lado, viruta pequena del otro	Ajuste incorrecto en el husillo debido a suciedad o virutas Broca colocada incorrectamente, un solo filo cortante esta haciendo todo el trabajo

Cuadro 2.1 Defectos más comunes en Brocas

## 2.3 ARMADO DE VIGAS

### 2.3.1 Calderero armador

Operario encargado de realizar el armado del elemento (viga, columna, conector, diagonales, puntales, etc.). Su trabajo lo realiza partiendo de los planos de fabricación de elementos y componentes que le entrega el supervisor de turno (planos típicos de fabricación ver anexos), la misma que le servirá en el caso de componentes habilitados por la máquina automática BDL para verificar las medidas y en otros casos para solicitar material a almacén y habilitarlo.

Luego del habilitado y según las medidas dadas en los planos se unen todas las piezas denominados componentes para formar la

configuración final de la viga (columna, conector, diagonal, etc.) que será llamado elemento.

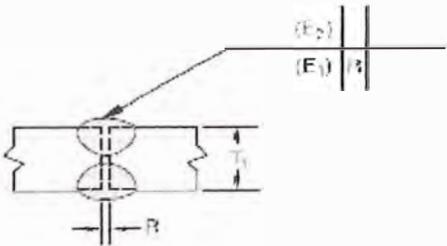
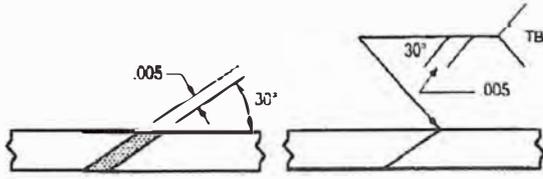
## 2.4 SOLDEO DE VIGAS

Consiste en unir dos o más piezas mediante un metal de aporte que después del enfriamiento constituye el cordón de soldadura.

**2.4.1 Soldador.-** Operario calificado nivel 3G encargado de realizar los trabajos de soldadura del elemento (viga, columna, conector, diagonales, puntales, etc.). Su trabajo lo realiza luego que el calderero término de colocar los componentes en su lugar, también trabaja con el plano de fabricación del elemento.

### 2.4.2 Tipos de Soldadura

A continuación se muestra los tipos de soldadura existentes en la industria.

<p>a) Chaflan (groove) – Cuadrada (square)</p> 	<p>b) Chaflan (groove) – Inclínada (scarf)</p> 
<p>c) Chaflan (groove) – V</p>	<p>d) Chaflan (groove) – Bisel (Bevel)</p>

<p>e) Chaflan (groove) – U</p>	<p>f) Chaflan (groove) – J</p>
<p>g) Chaflan (groove) – V ensanchada (Flare V)</p>	<p>h) Chaflan (groove) – Bisel Ensanchado (Flare bevel)</p>
<p>i) Filete (fillet)</p>	<p>j) Tapon (Plug)</p>

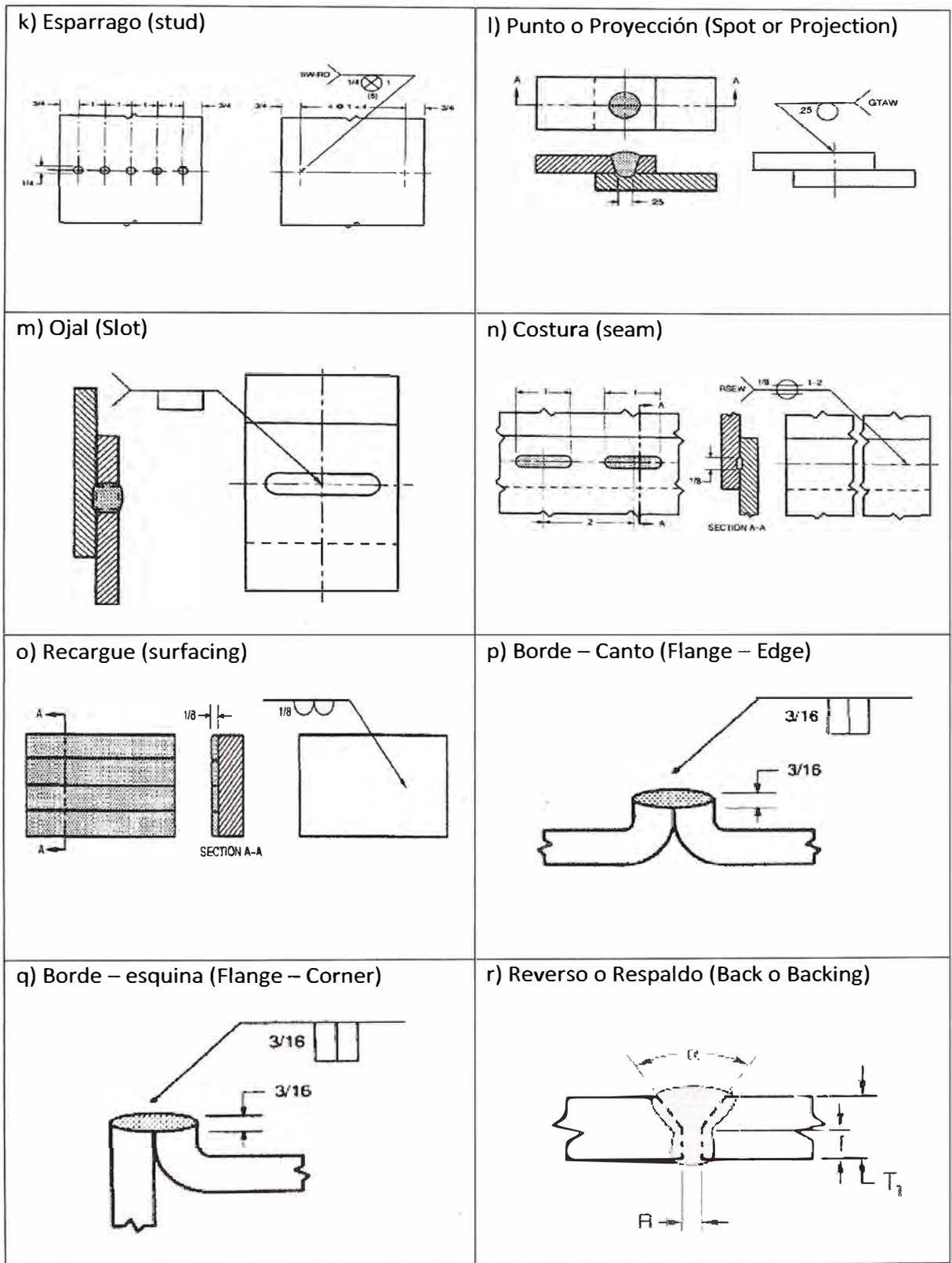


Fig. 2.7 Tipos de Soldadura Empleados en el País

### 2.4.3 Procesos de Soldadura

Según la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) se tiene 107 procesos de soldadura incluyendo dentro de ella todas sus variaciones. Los procesos mas utilizados en nuestro país son las siguientes:

#### 2.4.3.1 Soldadura por Arco Eléctrico con Electrodo Revestido (SMAW).

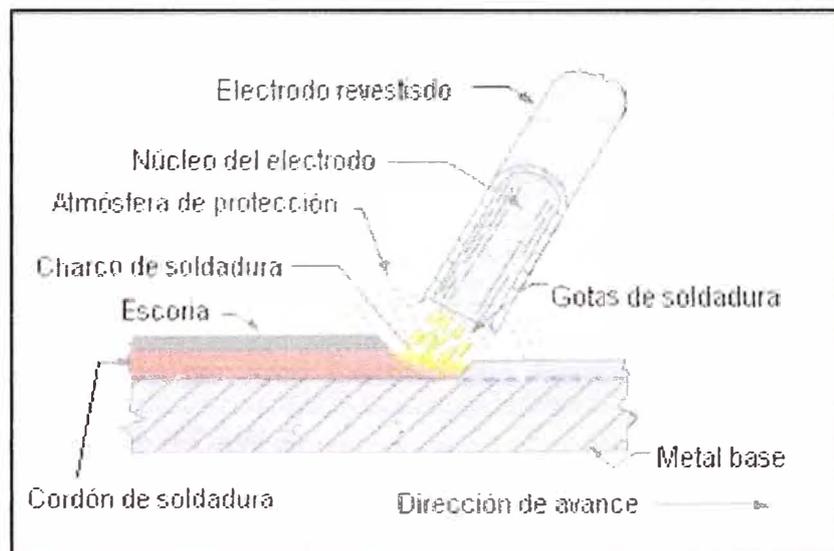


Fig. 2.8 Proceso de Soldadura SMAW

2.4.3.2 Soldadura por Arco Eléctrico con Alambre Solido y Gas (GMAW).

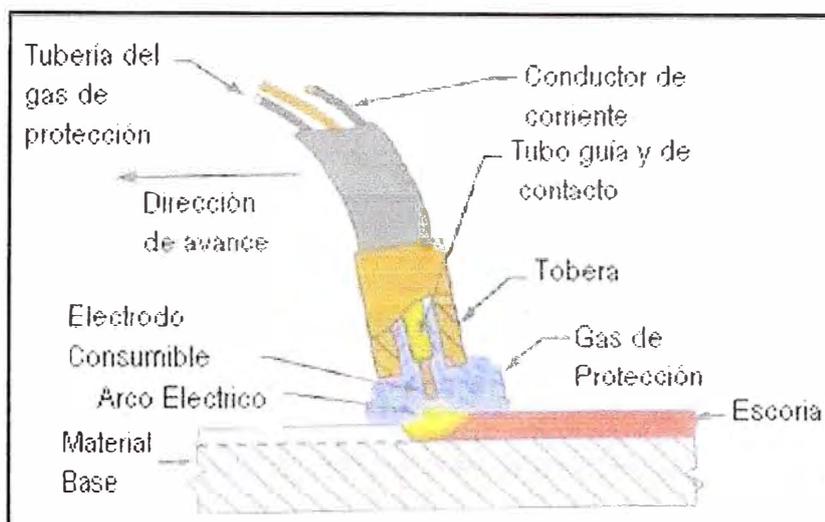


Fig. 2.9 Proceso de Soldadura GMAW

2.4.3.3 Soldadura por Arco Eléctrico con Alambre Tubular Auto protegido (FCAW-S).

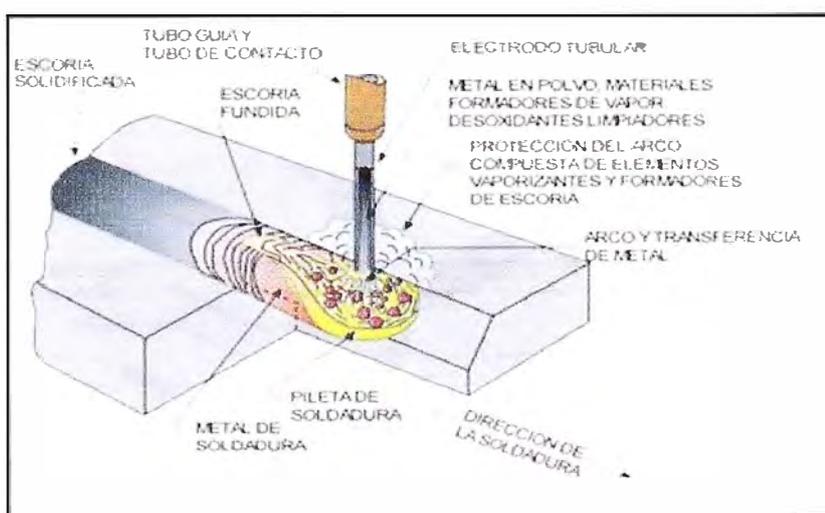


Fig. 2.10 Proceso de Soldadura FCAW -S

#### 2.4.3.4 Soldadura por Arco Eléctrico Sumergido (SAW)

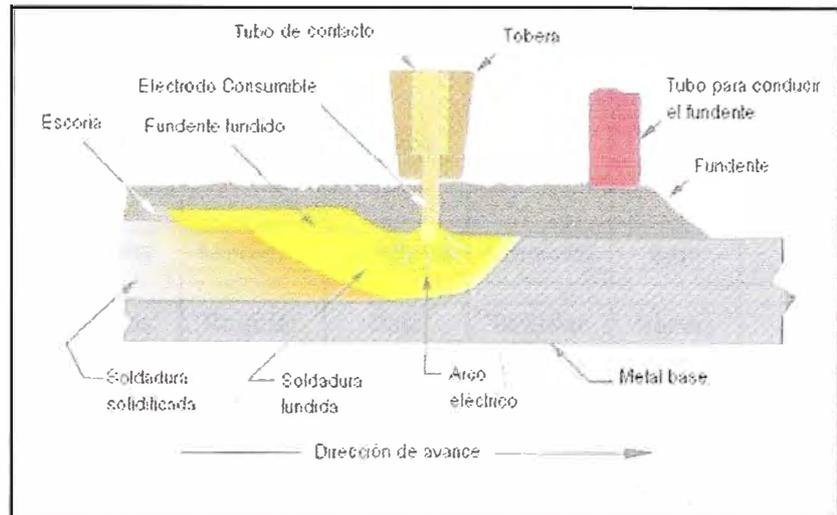


Fig. 2.11 Proceso de Soldadura SAW

#### 2.4.3.5 Soldadura por Arco eléctrico con Electrodo de Tungsteno y Gas (GATW)

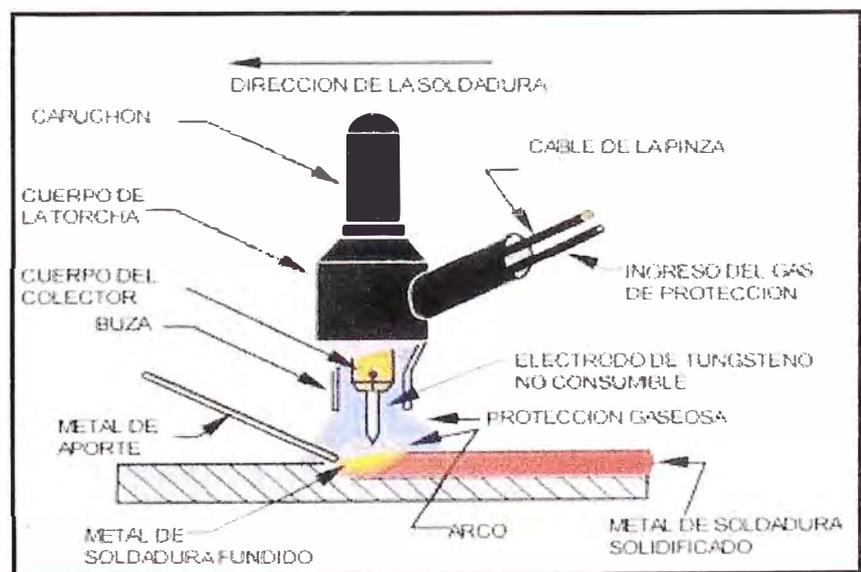


Fig. 2.12 Proceso de Soldadura GATW

#### 2.4.4 Características principales de los Procesos de Soldadura.

CARACTERÍSTICAS	SMAW	GMAW	FCAW-S	FCAW-G	GTAW	SAW
Eficiencia	60 - 70	90 - 98	75 - 85	80 - 88	97 - 99	90 - 95
Posiciones	Todas	Todas	Todas	Todas	Todas	No Sobre cabeza
Accesibilidad	Buena	Mediana	Mediana	Mediana	Baja	Baja
Aleaciones	Varias	Regular	Baja	Regular	Varias	Baja
Usa gas de Protección	--	Si	--	Si	Si	--
Usa fundente de protección	--	--	--	--	--	Si

Tabla 2.2 Características de procesos de Soldadura

#### 2.4.5 Posiciones de Soldadura

A continuación se presenta un cuadro de los diferentes posiciones utilizados en soldadura.

POSICIONES DE SOLDADURA	PLANA
	HORIZONTAL
	SOBRECABEZA
	VERTICAL

Cuadro 2.2 Posiciones de Soldadura

## **2.4.6 Fabricación de Perfiles Soldados.**

Para la fabricación de perfiles soldados destinados a construcción de acero, se utiliza como criterio de referencia la norma “**ITINTEC 341.154 PERFILES ESTRUCTURALES DE ACERO SOLDADO**”, para asegurar que el producto cumpla con los requerimientos mínimos de calidad exigidos y para cumplir con la calidad especificada por el cliente.

### **2.4.6.1 Alcance de la norma ITINTEC 341.154**

- Esta norma se aplica a la fabricación de perfiles soldados con altura H entre 200 mm y 2000 mm.
- Esta norma no se aplicara a perfiles que en su uso queden sometidos a temperaturas superiores a 200 oC.
- Los aceros que se utilicen en la fabricación de los perfiles deben ser normalizados con soldabilidad garantizada.
- El uso de esta norma para fabricar perfiles que tengan requisitos especiales no establecidos en esta norma, deben ser hechos en acuerdo previo entre fabricante y comprador.
- Esta norma es aplicado a los siguientes perfiles:
  - ✓ Perfil tipo I: Perfil soldado de alas angosta en relación al alma.
  - ✓ Perfil tipo H: Perfil soldado de alas anchas en relación al alma.

- ✓ Perfil tipo E: Perfil soldado especial de características diversas tales como: canales, ángulos de altura variable y otros.

#### **2.4.7 Requisitos de Calidad en perfiles soldados**

- La soldadura por arco sumergido debe realizarse siempre en posición plana, excepto para soldadura de filete que pueden hacerse en posición plana u horizontal.
- Los procesos de soldadura se realizan con procedimientos calificados de soldaduras.
- Los operadores de las maquinas soldadoras de arco sumergido deben ser calificados.
- Las soldaduras se realizaran con una secuencia adecuada con la finalidad de minimizar las deformaciones por el calor generado durante el proceso de soldadura.
- Se deben usar uniones precalificadas de soldaduras.
- Las juntas a soldar deben ser preparadas de tal forma que las uniones tengan una superficie uniforme, estar limpias y/o libre de óxidos, libre de humedad u otros elementos ajenos a soldar.
- La soldadura se controlaran de acuerdo a los criterios especificados en la norma AWS D 1.1 : 2004.
- Para la toma de muestras y efectuar el control de soldaduras de filetes de los perfiles soldados, se usara como criterio lo especificado en la norma ITINTEC 341.154, salvo indicación contraria.

- La unión de perfiles para vigas y/o columnas será realizada de acuerdo al esquema adjunto.

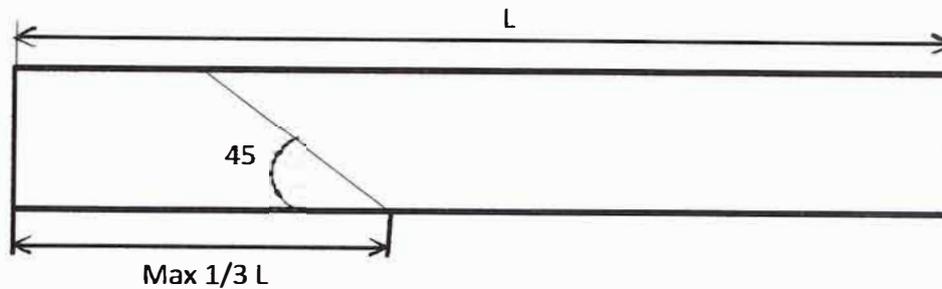


Fig. 2.13 Unión de Perfiles

#### 2.4.8 Filetes de soldadura

- Si no se especifica nada en contrario, los filetes de soldadura de los perfiles tendrán el siguiente tamaño:

Mayor espesor "e" a soldar en mm.      Dimensión de cateto en mm.

$e \leq 13$	Mínimo 5
$13 < e \leq 19$	Mínimo 6
$19 < e \leq 38$	Mínimo 8
$38 < e \leq 56$	Mínimo 10
$56 < e \leq 152$	Mínimo 13

- El espesor de garganta de los filetes =  $0.707 \times \omega$
- El refuerzo para soldadura de filete debe ser  $C \leq 0.1 \omega + 0.8$  mm.
- El refuerzo para una soldadura a tope debe ser  $C \leq 3$  mm.

## **2.4.9 Tolerancias Dimensionales para estructuras metálicas**

Las tolerancias dimensionales para la fabricación y el control de las estructuras metálicas serán las siguientes:

### **2.4.9.1 Tolerancias para longitudes.**

- Elementos cuyos extremos estén cepillados:  $\pm 1$  mm.
- Elementos con extremos no cepillados y otras longitudes:  $\pm 1.5$  mm, para longitud  $< 10$  m.
- Elementos con extremos no cepillados y otras longitudes:  $\pm 3$  mm para longitud  $\geq 10$  m.

### **2.4.9.2 Tolerancias para flechas (laterales y verticales)**

- Flecha para columnas, pilares: 1 mm. Por cada metro de longitud, máximo 10 mm. para longitud menor o igual a 15 metros.
- Flecha para columnas, pilares: 10 mm. + 1 mm x(longitud total en metros – 15), para longitudes mayores a 15 m.
- Flecha para vigas: 1 mm por cada metro de longitud.
- Flecha para enrejados y otros elementos 2 mm. por cada metro de longitud.

### **2.4.9.3 Tolerancia de agujeros para pernos corriente**

- Diámetro de agujero de perno + 1.6 mm sobre el diámetro nominal del perno.
- Las dimensiones máximas de agujeros para pernos se da en la siguiente tabla: (AISC)

Tabla 2.3 Tolerancia de Agujeros (Ref. tabla J 3.3 AISC)

Dimensiones Nominales de Perforaciones, mm.				
Diámetro de perno	Dimensiones de las perforaciones			
	Normales	Sobre Dimensionales	Avalados cortos	Ovalados largos
½ pulg.	14	16	14 x 18	14 x 32
? pulg.	18	20	18 x 22	18 x 40
¾ pulg.	21	24	21 x 25	21 x 48
? pulg.	24	27	24 x 29	24 x 56
1 pulg.	27	32	27 x 33	27 x 64
1 ? pulg.	( d + 2 )	( d + 8 )	(d+2)x(d+10)	(d+2)x2.5 d
M16	18	20	18 x 22	18 x 40
M20	22	24	22 x 26	22 x 50
M22	24	28	24 x 30	24 x 55
M24	27	30	27 x 32	27 x 60
M27	30	35	30 x 37	30 x 67
M30	33	38	33 x 40	33 x 75
M36	( d + 3 )	( d + 8 )	(d+3)x(d+10)	(d+3)x 2.5 d

- El espaciamiento mínimo o la distancia entre centros de agujeros normales no debe ser menor a  $2.7 \Phi$ , siendo preferible usar 3 diámetros.
- La distancia del centro de un agujero normal al borde de la plancha conectada no será menor que el valor indicado en la siguiente tabla:

Tabla 2.4 Distancias Mínimas a los bordes (Ref. tabla J 3.4 AISC)

Distancias mínimas a los bordes (a)		
(centro del agujero normal al borde de la parte conectada) (b) mm.		
Diametro nominal del conector	Cantos cizallados	Cantos de laminacion o cortados a llama ( c )
½ pulg.	22	19
? pulg.	29	22
¾ pulg.	32	25
? pulg.	38 (d)	29
1 pulg.	44 (d)	32
1 ? pulg.	51	38
1 ¼ pulg	57	41
> 1 ¼ pulg	1.75 x d	1.25 x d
M16	28	22
M20	34	26
M22	38	28
M24	42 (d)	34
M27	48 (d)	34
M30	52	38
M36	64	46
> M36	1.75 x d	1.25 x d

## 2.5 GRANALLADO

Es una técnica de tratamiento superficial por impacto, utilizado para limpieza de piezas de fundición ferrosas y no ferrosas, piezas forjadas, preparado de superficies para pintura, etc. Es un método con el cual se puede lograr un excelente grado de limpieza y simultáneamente una correcta terminación superficial.

En forma general podemos decir que el granallado es el bombardeo de partículas abrasivas a alta velocidad (65-110 m/seg.) que al impactar con la pieza tratada produce la remoción de los contaminantes de la superficie.

El granallado en líneas de producción y en forma automática se hizo posible con la aparición de la turbina centrífuga de granallado. Este sistema es mucho más productivo que del aire comprimido, además, logra una mayor uniformidad en la preparación superficial.

El tipo de material, el tamaño y forma de las partes y la condición de la superficie a limpiar, más las especificaciones que define la terminación superficial, tienen influencia directa sobre la selección del sistema de granallado, del abrasivo, y la definición del procedimiento.

Los sistemas de granallado pueden dividirse en 6 subsistemas básicos:

- 1.- Sistema de aceleración de la granalla.
- 2.- Sistema de circulación y limpieza de la granalla.
- 3.- Sistema colector de polvos
- 4.- Cabina.
- 5.- Sistema de movimiento o sostén de las piezas a granallar.
- 6.- Controles e instrumentos

### **2.5.1 Normas de preparación superficial**

- **Arenado comercial (Sa 2 o SSPC – SP6)**: Esta limpieza se define como una preparación de superficie por medio de chorro abrasivo, en el cual toda contaminación de aceite, grasa, suciedades y productos de corrosión como óxidos, escoria de laminación y pintura antigua serán eliminados de la superficie.

Este grado de limpieza permite pequeñas cantidades de óxido de laminación o pintura firmemente adheridos y a lo menos 2/3 de la superficie debe estar exenta de contaminación.

- **Arenado casi metal blanco (Sa 2 ½ o SSPC – 10 ):** Esta limpieza se define como una preparación de superficie por medio de chorro abrasivo, en el cual toda contaminación de aceite, grasa, suciedades y productos de corrosión, óxidos de laminación, pintura antigua u otros contaminantes han sido removidos totalmente de la superficie.

Este grado de limpieza permite ligera decoloración superficial o pequeñas áreas sombreadas, pero a lo menos un 95% de la superficie deberán estar exenta de toda contaminación y presentar un color gris claro uniforme.

- **Arenado a metal blanco (Sa 3 o SSPC – SP5 ):** Esta limpieza se define como una preparación con chorro abrasivo, que presenta un color gris- blanco uniforme metálico y levemente rugoso para permitir un buen anclaje de la pintura , el color de terminación de la superficie depende del abrasivo utilizado.

La inspección de la preparación de las superficies para los tres casos descritos anteriormente se realiza por medio visual, verificando el grado de limpieza obtenida por comparación con los patrones fotográficos del SSPC.

La tabla siguiente muestra las diferentes normas empleadas en la preparación superficial y su correspondencia entre ellas.

SI3-055900	SSPC	Acabado	NACE TM-01-70	B.S. 4232
Sa 1	SP-7	Ligero	No 4	-
Sa 2	SP-6	Comercial	No 3	Calidad 3
Sa 2 1/2	SP-10	Metal casi Blanco	No 2	Calidad 2
Sa 3	SP-5	Metal Blanco	No 1	Calidad 1

Tabla 2.5 Preparación Superficial - Correspondencia entre Normas

## 2.6 PINTADO

### 2.6.1 Pintura

Se denomina así un conjunto de productos industriales que se presentan en estado líquido, pastoso o sólido pulverulento y que aplicados en forma de recubrimiento superficial sobre cualquier tipo de objetos o materiales, se transforman, mediante procesos físicos o químicos en una película sólida cuya finalidad es protectora, estética o alguna otra técnica específica.

Desde un punto de vista físico químico puede definirse a una pintura como una dispersión uniforme de un sólido, finamente dividido (pigmento), en un medio fluido denominado vehículo. A su vez, este vehículo está constituido por un material formador de película (resina, aceite o una combinación de ambos) y una mezcla solvente. La función de este último es permitir la preparación de la pintura y su posterior aplicación.

### 2.6.1.1 Constituyentes

Toda pintura posee los siguientes componentes fundamentales

- **Vehículo fijo o material aglutinante.**- Frecuentemente de naturaleza orgánica, decide en gran medida las propiedades básicas físicas y químicas de la pintura.
- **Pigmento.**- Son productos finamente pulverizados insolubles en el medio líquido de la pintura. Se les clasifica de acuerdo con la función que realizan siendo estos: pigmentos anticorrosivos, pigmentos cubrientes, cargas o extendedores etc.
- **Disolvente.**- Son productos que tienen un gran poder disolvente del vehículo, son volátiles y se evaporan durante el secado de la pintura.
- **Diluyente.**- Son productos que no siendo por si solos capaces de disolver el vehículo de la pintura, se utilizan en combinación con los disolventes para mejorar las propiedades de aplicación de las pinturas, abaratar el costo, etc.
- **Aditivos especiales.**- Agentes mojantes, emulsionantes, secantes, estabilizadores de suspensión, antioxidantes, etc.

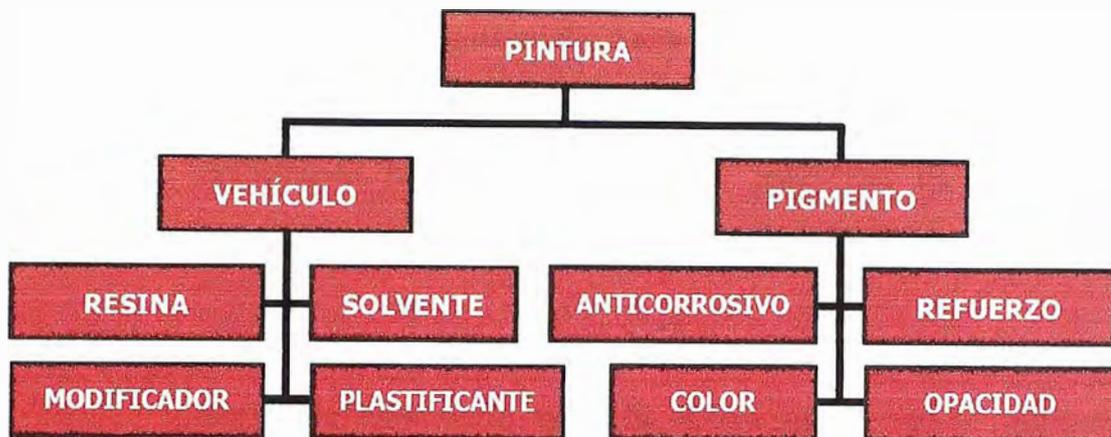


Fig. 2.14 Constituyentes de Pintura

### 2.6.2 Sistema de pintado

Por lo general en la protección por recubrimientos orgánicos no se emplean una única pintura sino una serie de ellas, cada una con distinta misión y compatibles entre si.

El tipo de pintura, factor de innegable importancia, requiere para manifestarse plenamente el cumplimiento de determinados requisitos como: preparación de la superficie metálica, modo y condiciones de aplicación del recubrimiento etc. Así, una pintura de gran resistencia química, pero mal aplicado, puede comportarse peor que otra de inferior calidad, y puede, sin embargo, superarla con creces si se cumplen exactamente sus especificaciones de aplicación.

Cada una de las pinturas que forma parte del sistema tiene un propósito definido a si tenemos que:

- **La pintura Base.-** Contiene, en la mayoría de los casos, pigmentos con propiedades anticorrosivas que garantizan una

protección anticorrosiva adecuada al entrar en contacto con la superficie metálica desnuda. Se la conoce también como “primer”. En algunos casos, la pintura de base tiene como finalidad únicamente facilitar la adhesión o aplicación de las capas siguientes.

- **La pintura intermedia.**- Se utiliza en determinados casos, para facilitar la adherencia entre la pintura base y la de acabado (compatibilizar ambas capas) o para reducir el costo del sistema de pintado.
- **Pintura de Acabado.**- Funciona como una primera barrera entre el medio corrosivo y la pintura base, y es usual que estas películas sean bastante impermeables. También son responsables de conferir el brillo y color.

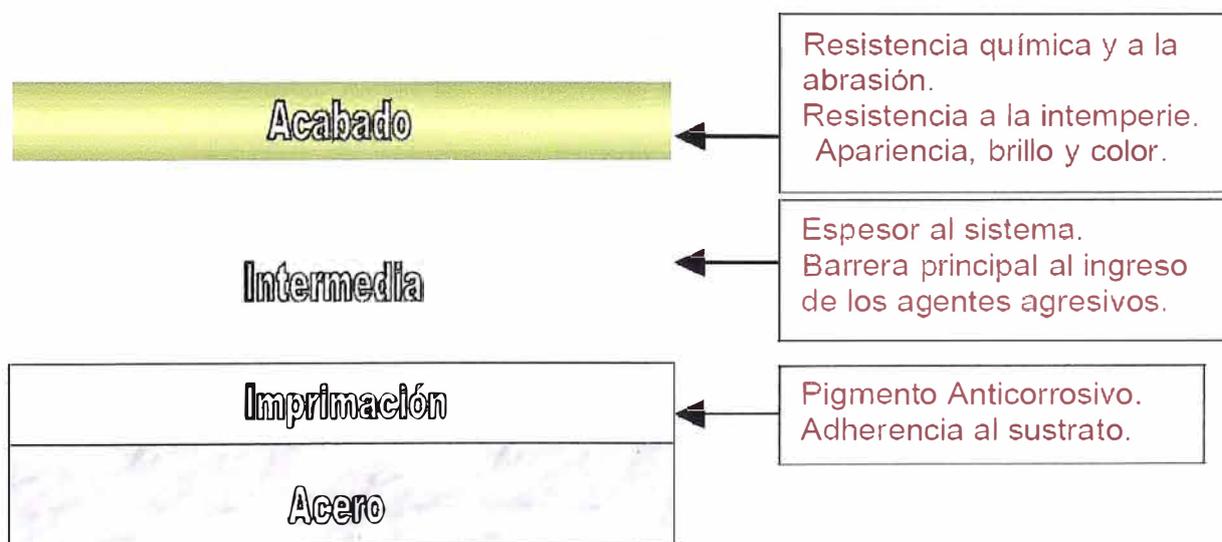


Fig. 2.15 Sistema de Pintado

### **2.6.3 Efecto protector de las pinturas**

Los recubrimientos de pinturas tratan de impedir, o al menos frenar (mitigar) el proceso corrosivo del sustrato metálico por alguno, o algunos de los siguientes mecanismos en función del recubrimiento de pintura del que se trate.

#### **2.6.3.1 Efecto Barrera.**

La película de pintura limita el acceso a la superficie del metal de las especies químicas presentes en el electrolito (agua, oxígeno, iones, etc.).

#### **2.6.3.2 Efecto Inhibidor.**

Las películas de pintura pueden contener en su formulación pigmentos inhibidores de la corrosión, de modo que cuando el electrolito se difunde a través del recubrimiento hacia el metal y se crean las condiciones propias para que se verifique el proceso de corrosión, aquellas especies inhibidoras incrementan la polarización de los ánodos y/o cátodos reduciendo, por tanto la magnitud del fenómeno corrosivo.

#### **2.6.3.3 Efecto de protección catódica**

Ciertas pinturas están formuladas a base de pigmentos metálicos (usualmente cinc) que actúan de ánodo de sacrificio del soporte metálico que actúa como cátodo. Como se sabe, en el caso del hierro la disolución metálica (corrosión) se produce en los ánodos, mientras

que los cátodos permanecen inalterados, presentándose en ellos otras reacciones químicas distintas a la disolución metálica.

#### **2.6.3.4 Resistencia iónica**

La corriente de las pilas de corrosión se reduce a niveles muy bajos por el impedimento que la película de pintura ofrece al movimiento de iones. Se acepta en la actualidad como el mecanismo principal de protección anticorrosiva que ofrecen los recubrimientos de pinturas.

#### **2.6.4 Controles previos a la aplicación de las pinturas**

- Realizar el control de las condiciones ambientales, las cuales deben estar dentro de los siguientes límites: La temperatura ambiente debe estar por sobre los 10 °C, la humedad relativa del aire bajo 80%, la temperatura de la superficie del acero debe tener una temperatura mínima de 3 °C por sobre la temperatura de rocío para las condiciones ambientales del momento de aplicación, con la finalidad de asegurar que no existe humedad en la superficie del acero de la estructura.
- El aplicador de las pinturas, debe ir controlando el espesor húmedo de la capa de pintura aplicada, para asegurar que obtendrá el espesor de capa seco especificado.
- Para determinar el espesor seco aplicar la siguiente relación:  
Espesor húmedo = espesor seco x 100/contenido de sólidos volumétricos.

- Cada esquema de pintado debe cumplir con los espesores secos especificados
- El aplicador de pintura debe dejar registrado las condiciones ambientales existentes al momento de aplicar la pintura.

## CAPÍTULO III

### OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN

#### 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE FABRICACION

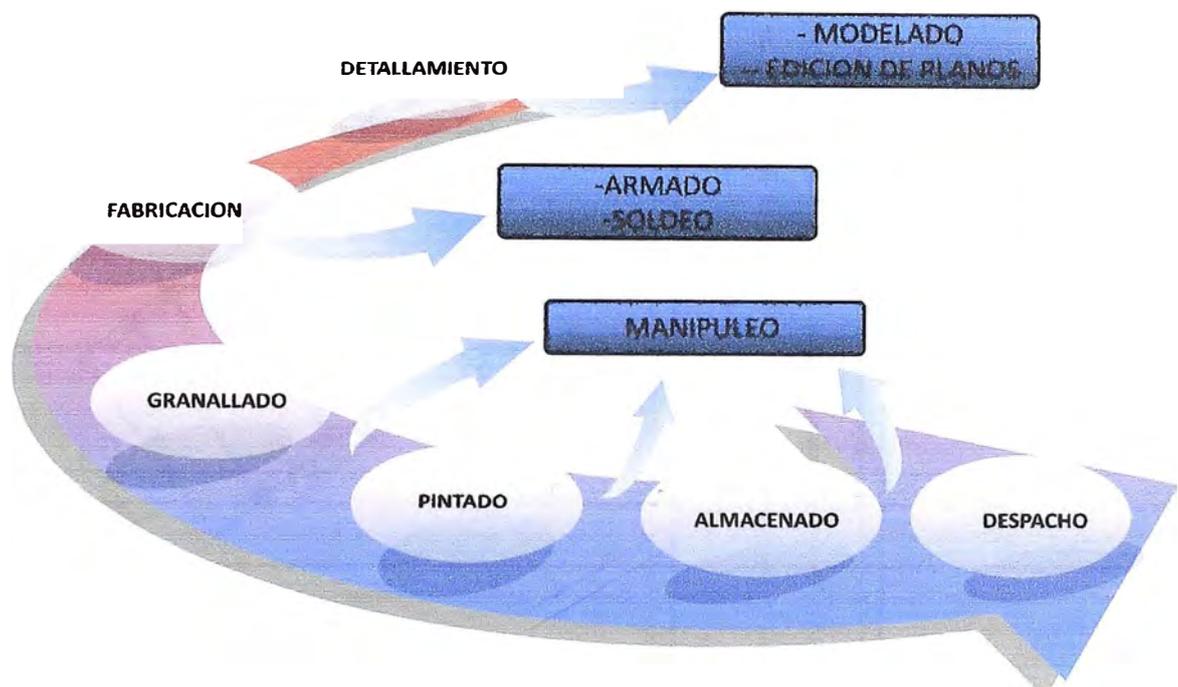


Fig. 3.1 Diagrama de flujo de Fabricación

#### 3.2 PROCEDIMIENTO INICIAL

##### 3.2.1 Planos de Fabricación

- Los planos de fabricación emitidos por el área de detallamiento poseen datos no suficientes para determinar la ubicación exacta de los componentes en el elemento, ocasionando en algunos casos paralizaciones por consultas y en otros errores al asumir datos no establecidos.



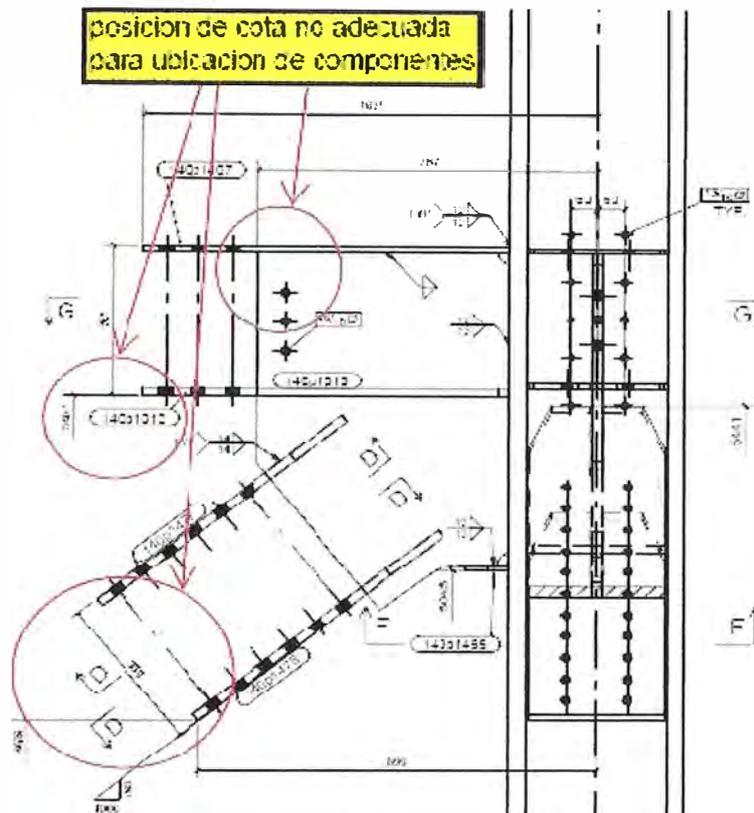


Fig. 3.3 Plano de Fabricación típico

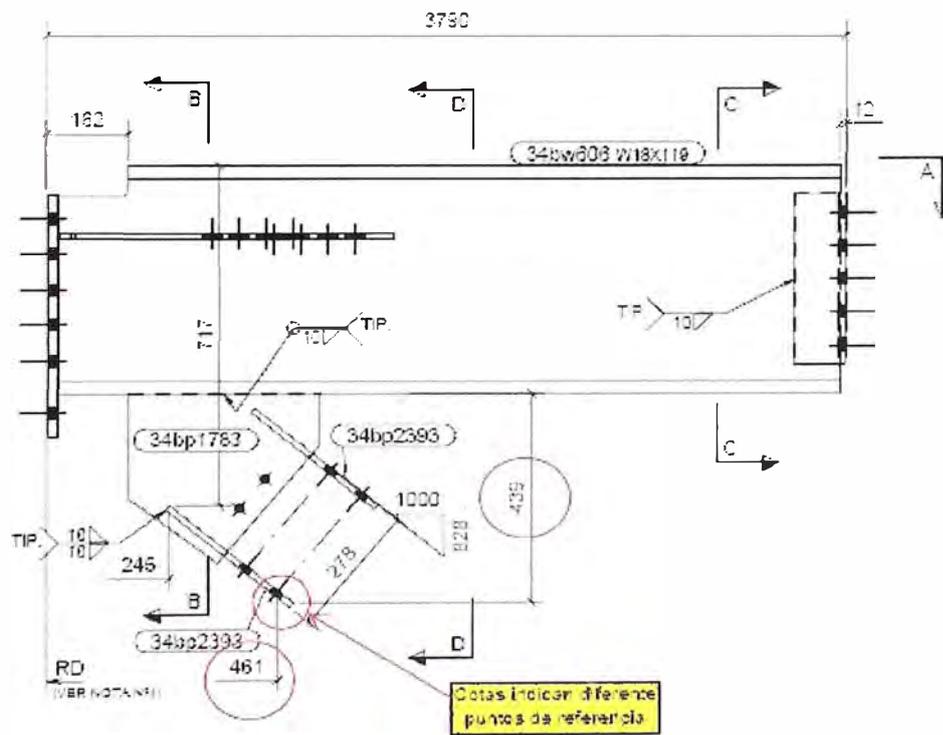


Fig. 3.4 Plano de Fabricación típico

- Planos de elementos estructurales como columnas y vigas principales en formatos no adecuados por la cantidad de cotas, cortes y detalles incluidos en ella, lo cual dificulta la visibilidad entre una cota y otra, ocasionando errores de ubicación de medidas.

### **3.2.2 Armado estructural**

El área de producción está dividido en 4 sectores; sector 1 de armado, sector 2 de armado y soldeo, sectores 3 y 4 de soldeo, es en los dos primeros sectores donde se observa deficiencias en los procedimientos.

- En los diferentes grupos de trabajo formados, el proceso de armado se realiza siguiendo en su gran mayoría la experiencia del calderero, y en otros siguiendo procedimientos incompletos lo cual origina reproceso e incremento de la carga de trabajo.
- Por falta de procedimientos existen trabajos como el esmerilado que deben realizarse de forma sencilla y rápida antes de colocar los componentes en su posición, sin embargo estos son realizados después de completar el soldeo de todo el elemento, haciendo más dificultoso el trabajo y en algunos casos mal ejecutados, incrementando por consiguiente el tiempo de proceso.

### **3.2.3 Soldadura Estructural**

El proceso de soldadura es realizado en los sectores 2, 3 y 4.

Para elementos mayores a 1.5 tn de peso, los procesos de armado y soldeo se realizan en el sector 2 y 3, el manipuleo de los materiales se

realiza con el apoyo de 2 grúas puente de 4 y 6 tn. El sector 2 está formado por 8 grupos de soldeo, el sector 3 está formado por 14 grupos de soldeo y el sector 4 está formado por 18 grupos. Cada grupo está formado por un soldador calificado (3 G ) y un ayudante. Cada sector está a cargo de un supervisor de producción, el control de calidad está a cargo del área de inspecciones.

- El control de los catetos de soldadura especificados en los planos de fabricación está a cargo de los mismos soldadores. Al realizar las verificaciones se detectaron en la mayoría de los casos catetos con excesiva sobre medidas, por ejemplo: los planos de fabricación que indicaban catetos de 8 mm, estaban soldados en promedio con catetos de 12 mm.

Esto origina mayor tiempo de proceso, innecesario para el producto.

#### **3.2.4 Pintado**

Este proceso es realizado sin un orden establecido, como consecuencia:

- Los elementos son pintados indistintamente desde la imprimación hasta el acabado en un mismo lugar, lo cual origina la contaminación de los elementos que se encuentran con imprimación en proceso de secado, por pintura intermedia o de acabado que son realizados cercanos a ella afectando la calidad del producto.

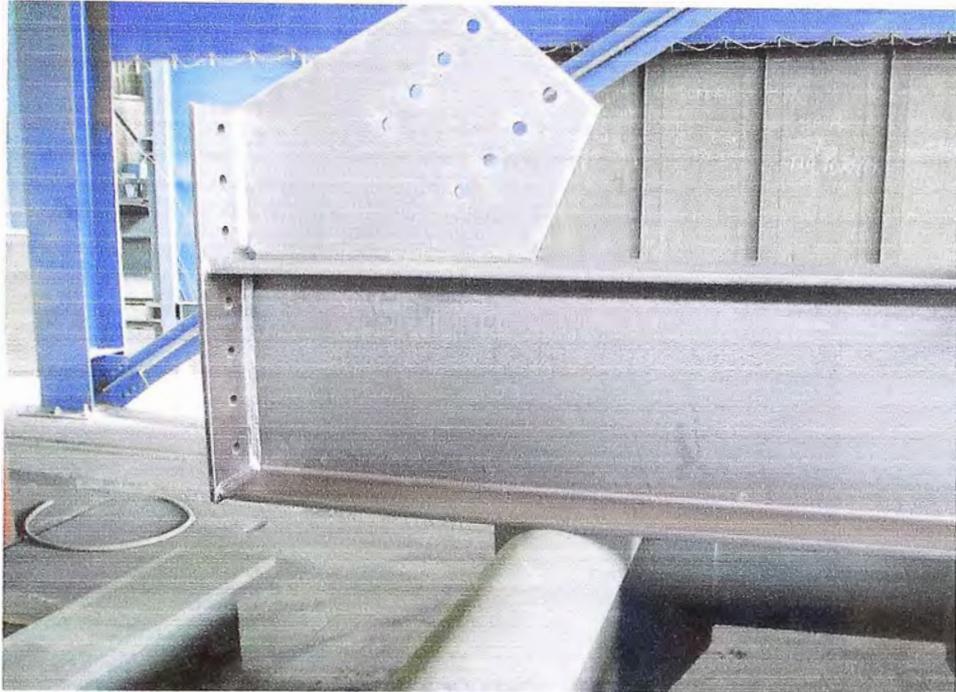


Fig. 3.5 .-Viga contaminada con pintura de acabado

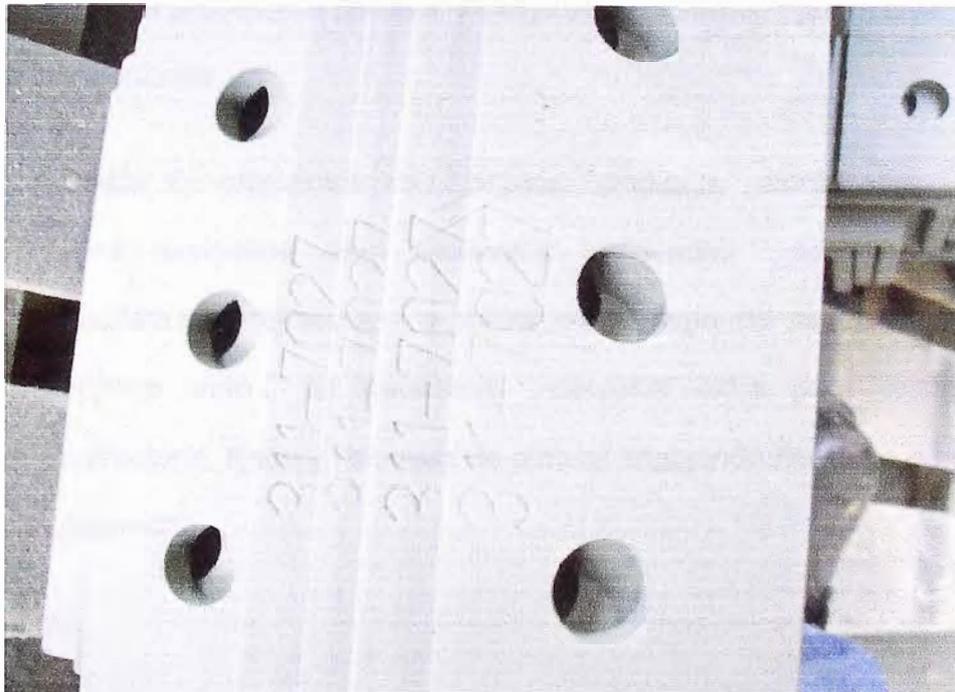


Fig. 3.6 Perfiles angulares contaminados con pintura base.

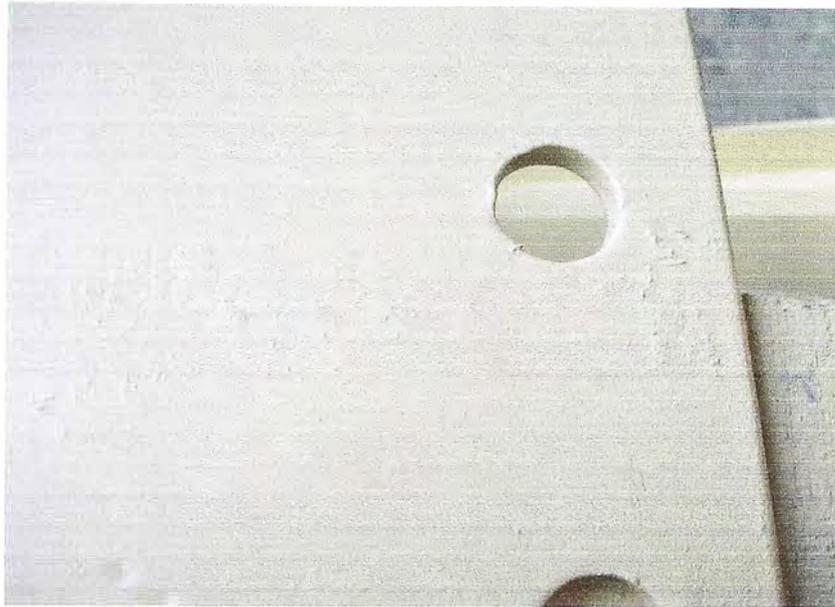


Fig. 3.7 Perfil angular contaminado con pintura de otra calidad.

### 3.2.5 Manipuleo de productos terminado

Concluido el proceso de pintado, y luego de ser liberados por el área de inspecciones.

- Todos los elementos son llevados mediante montacargas al área designada para productos terminados ocasionando: abolladuras, ralladuras y rotura de la capa de pintura. Para corregir esto es necesario personal extra para resane estructural, lijado y retoques de pintura originando demoras en el despacho.

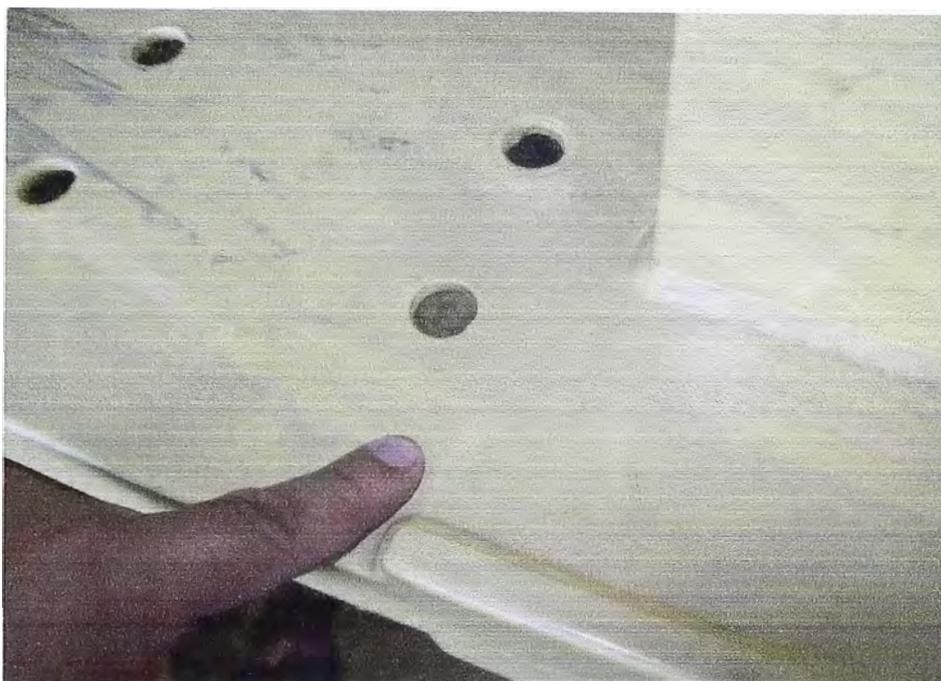


Fig. 3.8 Pintura dañada por manipuleo



Fig. 3.9 Viga dañada por manipuleo inadecuado



Fig. 3.10 Viga dañada por manipuleo inadecuado

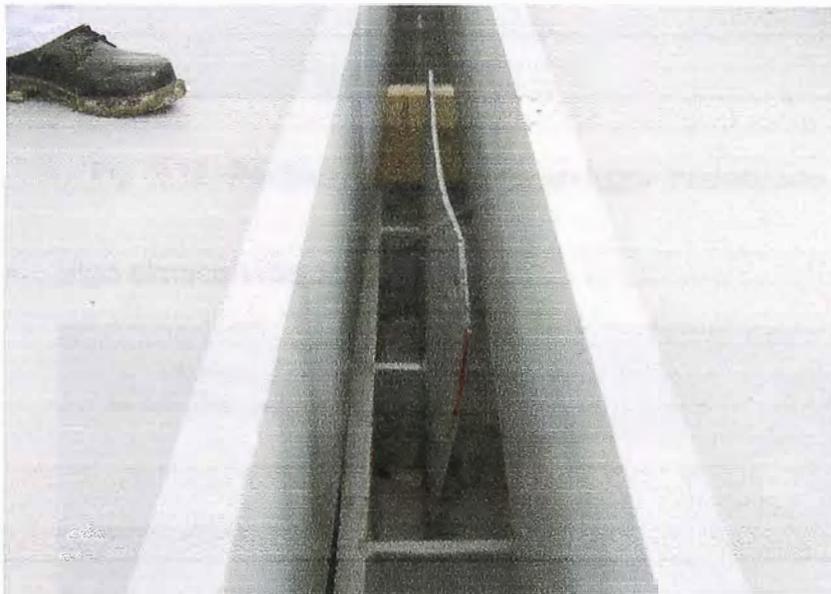


Fig. 3.11 Cartela deformada por manipuleo inadecuado.

### 3.2.6 Almacenado de Productos

- Vigas almacenadas en lugar cercano al área de armado, ocasiona deterioro de la capa de pintura debido a la salpicadura de residuos metálicos. Produce, reproceso de pintado ya que es necesario resanar la parte afectada por salpicaduras.



Fig. 3.12 Perfiles Almacenados en lugar inadecuado

- Viga almacenada deficientemente



Fig.3.13 Viga almacenado en forma deficiente

- Vigas almacenadas en forma desordenada, origina deformaciones y rayaduras



Fig. 3.14 Almacenamiento inadecuado de productos.

### 3.3 PROCEDIMIENTO MEJORADO

#### 3.3.1 Planos de Fabricación

- Se establece la forma de acotado funcional, esto permite colocar medidas en los planos pensando en el elemento que va a ser unido durante el montaje, facilitando la misma.

A continuación se muestra algunos Planos de Fabricación.





Adicional a lo anterior se establece lo siguiente:

- Los procedimientos operativos de fabricación deberán estar escritos e impresos y serán entregados a cada responsable de grupo, ver procedimiento operativo y de fabricación típico para vigas en anexo 5 y 6 respectivamente.
- Todo personal nuevo (soldador, calderero, ayudante), deberá recibir una charla inicial sobre procedimientos de fabricación y su trabajo será supervisado incidiendo en el cumplimiento de los procedimientos indicados.
- La limpieza de las áreas de trabajo será realizado por el personal de limpieza durante el refrigerio del personal operario.

### **3.3.3 Soldeo**

- Se coordina con SOLDEXA capacitaciones para los soldadores (operarios y oficiales).
- Para mejor control de catetos de soldadura se realiza la compra de 4 gage.
- Se coordina con la jefatura de producción reuniones semanales con operarios y oficiales soldadores y armadores, para discutir los errores detectados durante la semana.
- Se mejora la iluminación nocturna sustituyendo los reflectores de deficiente funcionamiento.

### **3.3.3.1 Disposiciones adoptadas para mejorar la calidad en los procesos de soldeo.**

- Los procesos SMAW, SAW no deben realizarse en presencia de ráfagas o viento salvo que la soldadura este protegida por un manparo.
- Las variables de soldadura deben estar conforme al procedimiento escrito (WPS), en anexo 7 se muestra ejemplo de procedimiento de soldadura.
- Todos los soldadores, operadores de maquinas de soldar, apuntaladores serán informados en el uso apropiado del WPS, y su aplicación será seguida durante el desarrollo de la soldadura.
- No deberá realizarse la soldadura cuando el metal base se encuentre húmedo o expuesto a lluvia.
- Los tamaños y largos de la soldadura no deberán ser menores que aquellos especificados por los requerimientos del diseño y los planos de detalle. La ubicación y tamaño de las soldaduras no deberá ser cambiada sin la aprobación del ingeniero.
- Las superficies sobre las cuales se depositara el metal de soldadura deberán ser suaves, uniformes y libres de desgarramientos, fisuras y otras discontinuidades que afecten la calidad o resistencia de la soldadura. Las superficies a ser soldadas y las superficies adyacentes deberán estar libre de laminillo, escamas, oxido suelto, escoria, humedad, aceite, grasa y otros materiales extraños que impidan una soldadura apropiada o produzca emisiones perjudiciales para el personal y el medio ambiente.

- Para la preparación de la junta de soldeo puede usarse mecanizado, corte térmico, amolado u otro medio adecuado. El proceso de corte con oxígeno no deberá usarse en aceros templables.
- Control de distorsiones y contracciones durante el soldeo.

#### **Secuencia**

Hasta donde sea posible, todas las soldaduras deberán ser hechas en una secuencia que balanceara el calor originado por la soldadura mientras esta progresa.

#### **Progresión de la soldadura**

La dirección general de la progresión en la soldadura de un elemento estructural deberá ser desde puntos donde están relativamente fijadas entre ellas, hacia puntos que tengan una mayor libertad de movimiento.

#### 3.3.4 Pintado

- El área de pintura se dividió en 2 zonas.
- Los elementos a pintar serán colocados en forma ordenada sobre caballetes dejando espacio suficiente que facilite la maniobra del pintor.



Fig. 3.17 Perfiles ordenados adecuadamente

- En cada zona se pintara en forma ordenada todas las capas de pintura necesarios según el proyecto.



Fig. 3.18 Perfiles ordenados adecuadamente

### 3.3.5 Manipuleo de Productos Terminado.

- Para el manipuleo de los elementos pintados, en la uñas del montacargas deberán ser colocados placas de madera fijados con cinta adhesiva de papel.
- Previo al movimiento de elementos, el operador de montacargas verificara el lugar y espacio de almacenamiento.
- Durante el movimiento de elementos se tendrá siempre presente las condiciones seguras de transporte.

### 3.3.6 Almacenado de Productos.

- Todos los elementos pintados y liberados deberán ser colocados en forma ordenada en las zonas establecidas para productos terminados siguiendo las indicaciones de los encargados de despacho.



Fig. 3,19 Perfiles Almacenados Adecuadamente



Fig. 3.20 Perfiles almacenados adecuadamente

### 3.4 Disposiciones Prácticas de Fabricación

En el transcurso de la aplicación de los procedimientos mejorados se dieron algunas disposiciones prácticas de fabricación, las mismas que fueron establecidas como necesarias y obligatorias de realizar.

Estas disposiciones fueron:

- A. Todo elemento estructural deberá ser identificado con marca de montaje con número de golpe nº12 en tamaño, esta marca se deberá estampar a una distancia no superior a los 500 mm desde un extremo del elemento cuando la longitud de este sea  $\leq 600$  mm.
- B. Los elementos con longitudes mayores a 6000 mm, deberán ser marcados en los dos extremos (lados opuestos)

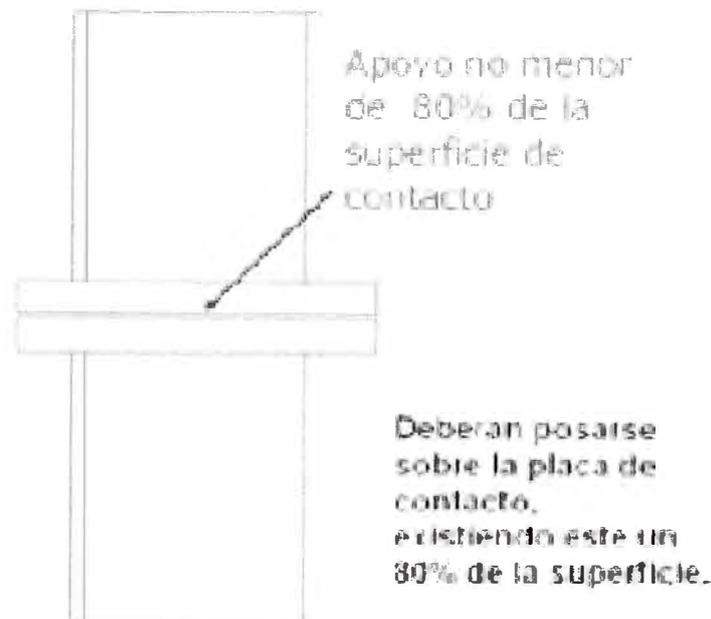


## Ángulos de Conexión



Fig. 3.22 Ángulos de conexión - Partes a rellenar con soldadura

- D. Las caras de asientos entre columnas y placas base serán escuadradas de modo tal que antes de soldar se produzca un asiento regularmente distribuido entre ambas caras sin que en ningún punto se produzca una separación mayor que 1 mm, y el apoyo entre ambas superficies no será inferior al 80% de la superficie
- E. El requisito anterior también es válido para las caras de asientos entre tramos de columnas apernadas de terreno



**Caras de asiento entre columnas  
o base de Placas Base**

Fig. 3.23 Columnas - Apoyo entre caras de asiento

- F. Todas las rebabas en perforaciones y cantos cortantes que se generen por proceso de corte del material deben ser eliminado
- G. Todas las mordeduras o desgarros que pueda haber producido el corte, ya sea por cortes efectuados con guillotina u oxicorte, y que no desaparezca con el esmerilado serán reparados con soldadura y terminados con la rugosidad requerida.
- H. Todas las perforaciones se realizaran por medio de taladro o punzonado, teniendo especial cuidado de efectuar un corte limpio libre de desgarro.
- I. No está permitido la realización de perforaciones por medio de oxicorte u otro medio que sea diferente a taladrado o punzonado , en el caso que se utilice oxicorte la terminación de las perforaciones deberán ser maquinadas.

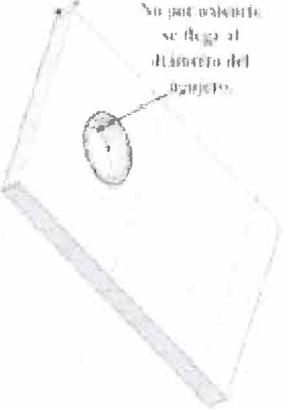
<p style="text-align: center;"><b>Elaboración de Agujeros</b></p>	 <p style="text-align: center;">No por volante se llega al diámetro del perno.</p>	<p><math>\phi_n</math> = diámetro nominal del perno:</p> <p>*Punzonado: <math>(\phi_n + 0.1)</math></p> <p>*Tallado: <math>(\phi_n + 0.1)</math></p> <p>*Corte: <math>(\phi_n + 0.2)</math> + escariado.</p> <p><math>\phi_a</math> de agujero: <math>\phi_n + 1.0</math> mm</p>
---	--	--

Fig. 3.24 Tolerancia en la elaboración de Agujeros

- J. Las superficies que sean inaccesibles después de armar la estructura se pintara con dos manos de pintura anticorrosiva después de limpiarlas debidamente antes de armar. No será necesario pintar las superficies de recintos que quedaran herméticamente cerrados.
- K. Los elementos estructurales conformados por ángulos espalda a espalda, o canales espalda a espalda y que estén separados por un espesor de plancha, se pintara con pintura base antes de armar los elementos, y se retocaran las zonas donde se realizaran las soldaduras

### Superficies Inaccesibles a pintar despues de armado

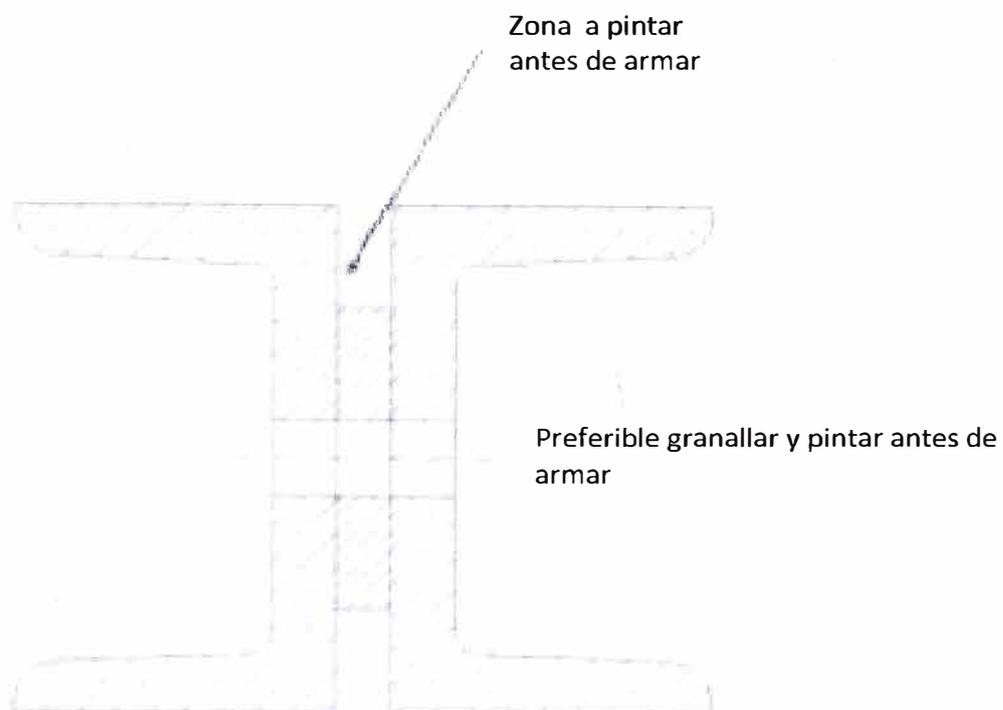
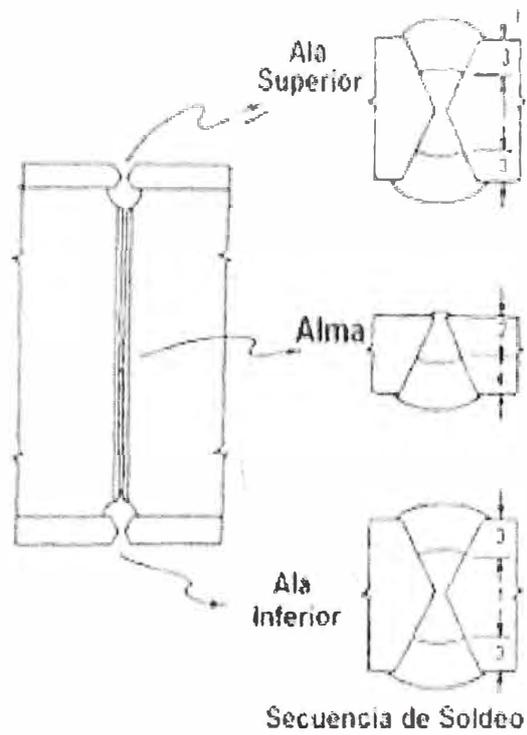
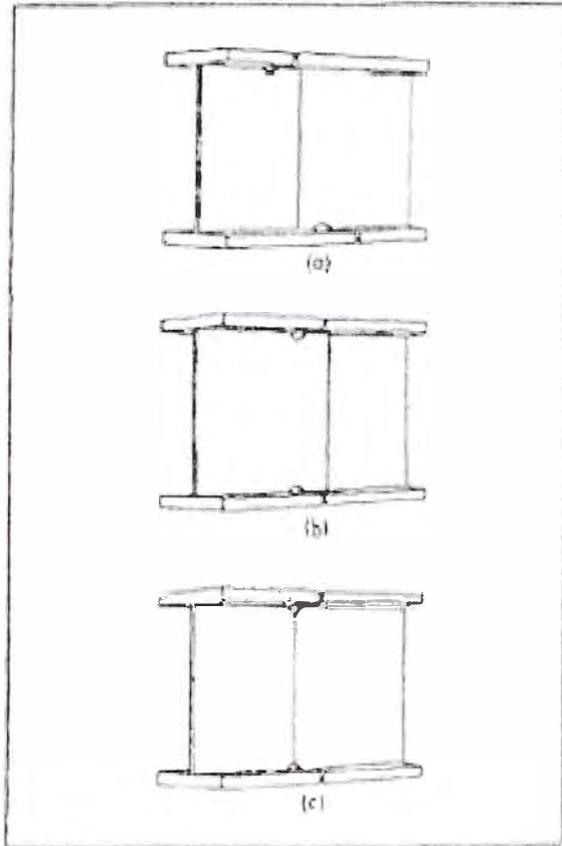


Fig. 3.25 Pintado de zonas inaccesibles

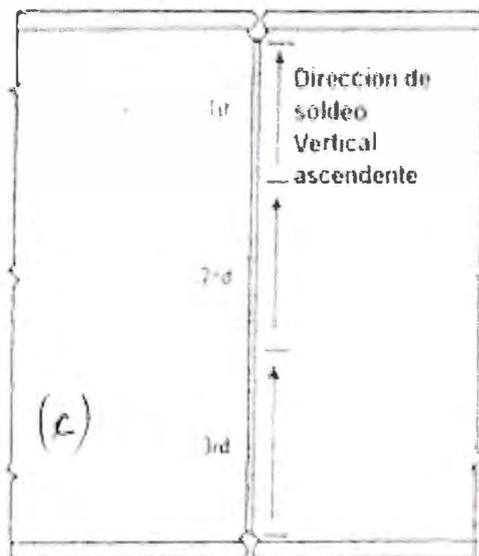
- L. Si un rigidizador coincide por construcción con un cordón de soldadura o perforación para pernos, el rigidizador deberá ser desplazado a lo menos 50 mm del cordón de soldadura o perforación.
- M. La unión de perfiles soldados será realizado de acuerdo con los esquemas adjuntos:

**Empalmes de Vigas**



**Secuencia de Soldeo**

**Ambas alas y alma son soldadas alternativa**



Para Almas grandes, usar la secuencia indicada

**Fig. 3.26 Formas de unión en perfiles Soldados**

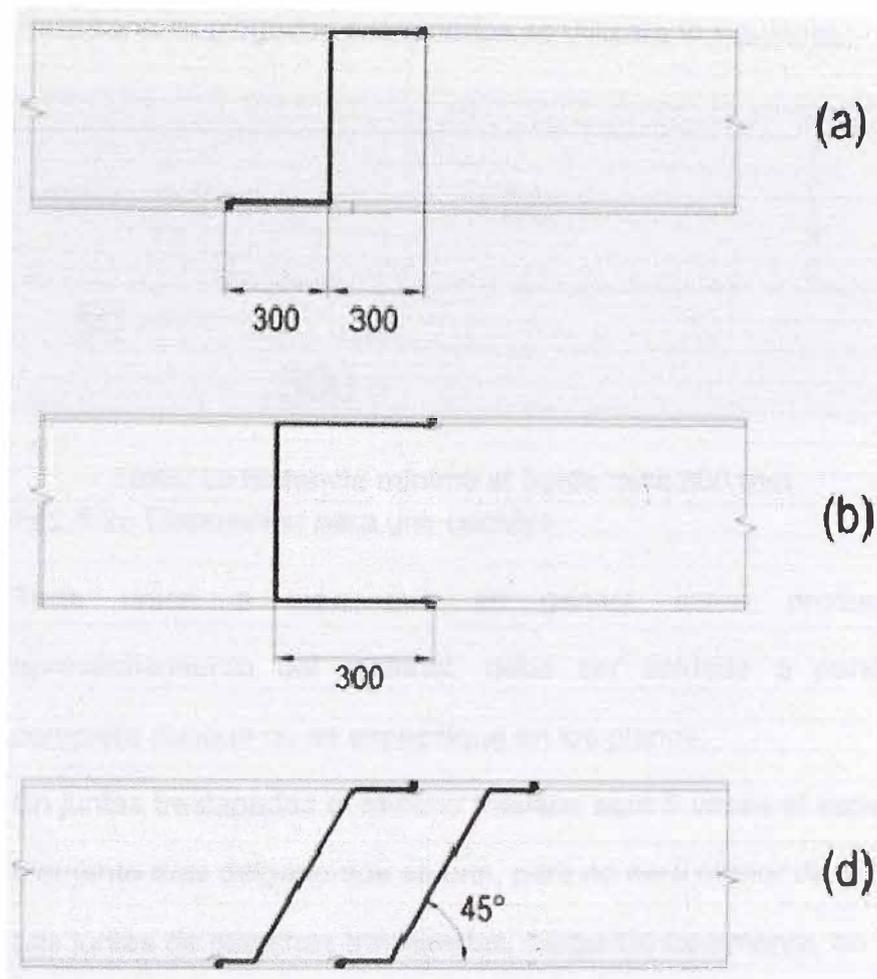


Fig. 3.27 Formas de preparación al unir perfiles

- N. La distancia mínima y máxima para unir perfiles con el fin de aprovechamiento en vigas es:

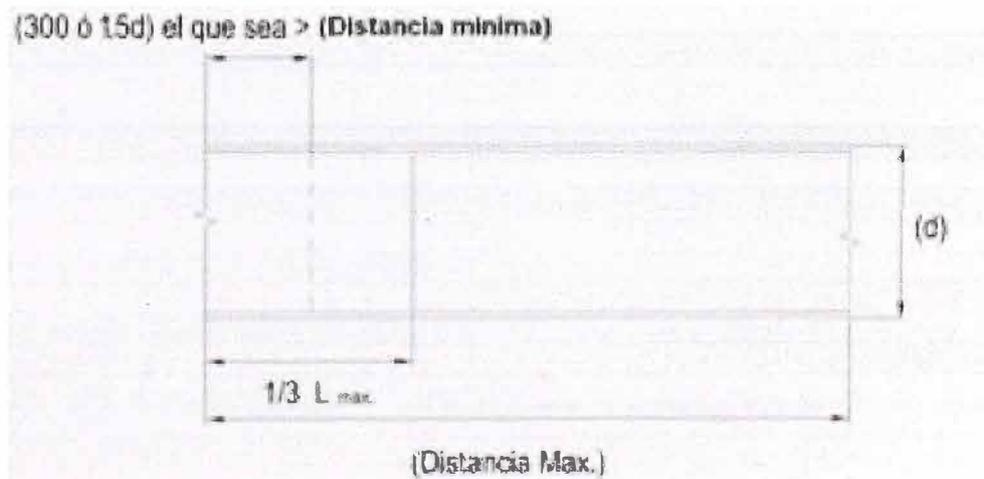
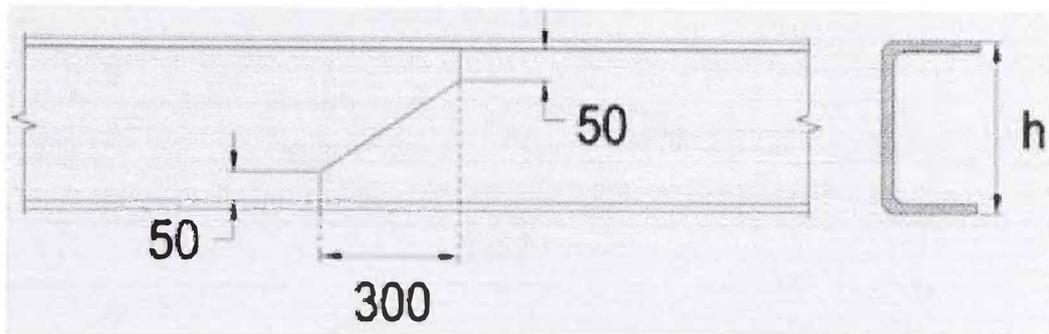


Fig. 3.28 Distancias máximas y mínimas para unir perfiles

O. Para canales plegados o laminados se utilizara lo siguiente:



Nota: La distancia mínima al borde será 300 mm

Fig. 3.29 Disposición para unir canales

- P. Toda unión a tope que se genere como producto de aprovechamiento del material, debe ser soldada a penetración completa aunque no se especifique en los planos.
- Q. En juntas traslapadas el mínimo traslape será 5 veces el espesor del elemento más delgado que se une, pero no será menor de 25 mm.
- R. Las juntas de planchas traslapadas, cargados axialmente, en los que se usen solo soldadura de filete transversal, se efectuara con filetes en ambos lados de la junta, excepto si la deflexión de los elementos este suficientemente restringido para prevenir la apertura de la unión bajo carga máxima.

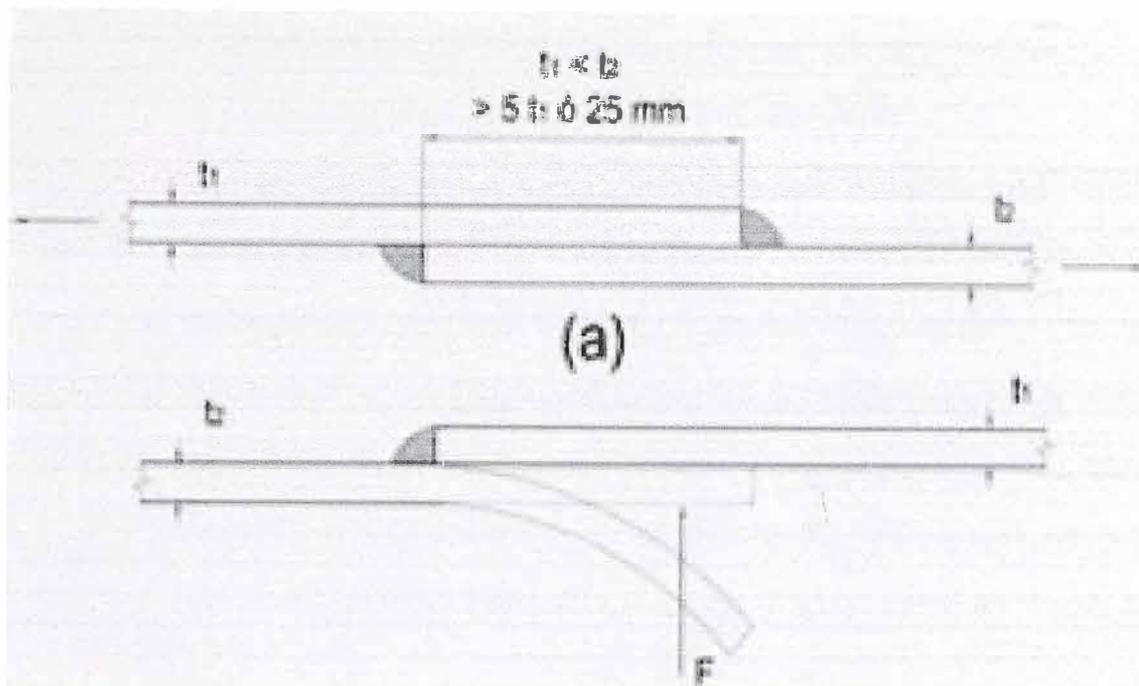


Fig. 3.30 Disposición para unir planchas traslapadas

### 3.5 Control de Calidad

#### 3.5.1 Requisitos generales de Calidad.

- **Materiales:** Todos los materiales que se utilicen en la fabricaciones estructurales serán de primer uso, procedencia conocida con su respectivo certificado de calidad emitido por el fabricante, deberán estar en perfecto estado de conservación, es decir no deben estar contaminados, corroídos, deformados, etc.
- **Calificación de Soldadores:** Los soldadores deben estar calificados para los procesos que deban realizar y en la posición en que estos procesos se efectuaran. Los requisitos para calificación son los que están dados en el código AWS D 1.1.
- **Procesos Calificados (WPS):** Cada proceso de soldadura antes de ser efectuados debe ser precalificado o calificado, mediante la

preparación de un WPS (Welding Procedure Specifications ) de acuerdo a los lineamientos de AWS D1.1 o un WPS.

Es responsabilidad del fabricante gestionar la elaboración de los WPS y de los PQR si así fuera necesario.

- Competencia de Personal: El personal que participe en la fabricación, debe estar capacitado para interpretar adecuadamente la información que se le entrega para realizar la fabricación y tener la habilidad y experiencia en el uso de las herramientas para efectuar el trabajo encomendado.

### **3.5.2 Tolerancias Dimensionales para perfiles estructurados tipo H**

- Variación altura H de perfil: +/- 3 mm, para alturas  $H \leq 1$  m.
- Variación altura H de perfil: +/- 5 mm., para alturas  $1\text{m} < H \leq 2\text{m}$ .
- Variación altura H de perfil: + 8 mm y -5 mm, para altura  $\geq 2$  m.
- Variación del ancho de ala de perfil B: + 6 mm y – 4 mm.
- Caída del extremo de ala perfil H: 1 % del ancho de ala sin exceder 3mm.
- Excentricidad E del alma con respecto al ala del perfil: 5 mm.
- Curvatura del ala C será inferior o igual  $0.01 B/2$  o 3 mm aplicando el valor que resulte menor.

### **3.5.3 Tolerancias Dimensionales para perfiles Canales estructurales**

#### **tipo C**

- Variación de la altura H del canal: +/- 3 mm, para  $H \leq 300$  mm.
- Variación de la altura h del canal: +/- 4 mm, para  $H > 300$  mm.

- Variación del ancho A de las alas del canal:  $\pm 4$  mm, para  $A \leq 300$  mm.
- Variación del ancho A de las alas del canal:  $\pm 5$  mm, para  $A > 300$  mm.
- La caída de ala F del canal:  $\pm 0.04 A$ , máximo 3 mm.

#### **3.5.4 Tolerancias Dimensionales para perfiles Ángulos estructurales tipo L**

- Variación ancho de ala A del ángulo:  $\pm 3$  mm, para  $A \leq 150$  mm.
- Variación ancho de ala A del ángulo:  $\pm 4$  mm, para  $A > 150$  mm.
- La caída de ala F del ángulo:  $\pm 0.04 A$  máximo 3 mm,

#### **3.5.5 Tolerancias para Perfiles Soldados**

Las desviaciones de los perfiles electro soldados no superaran los valores indicados en el anexo 2, 3 y 4.

#### **3.5.6 Inspección Visual a soldaduras en estructuras**

La inspección visual se realiza de acuerdo a los criterios establecidos en la norma AWS D 1.1: 2004 y que están indicados en el anexo N° 1 adaptada a los criterios de calidad de la empresa.

### 3.5.6.1 Soldadura de filete

#### Aceptabilidad

- Filete Cóncavo.- Perfil uniforme de la soldadura deseable y el espesor de garganta debe ser mayor o igual a  $0.707* \omega$ , donde  $\omega$  es el tamaño del filete especificado.
- Filete convexo: Perfil uniforme de la soldadura deseable y el tamaño del filete debe cumplir con el especificado y el refuerzo de la soldadura no debe superar lo siguiente:  $0.1* \omega + 0.8$  mm, donde  $\omega$  es el tamaño del filete especificado.

#### No aceptabilidad

- No son aceptables los siguientes defectos: espesor de garganta bajo según el filete especificado, convexidad excesiva o refuerzo excesivo, socavaciones excesivas, filete traslapado, cordón bajo con falta de lado y penetración incompleta.

### 3.5.6.2 Soldadura a Tope

#### Aceptabilidad

- Unión a tope de penetración completa o parcial son aceptables si el cordón de soldadura es uniforme y recto, y el refuerzo de la soldadura es menor o igual a 3 mm.

### **No aceptabilidad**

- No son aceptables los siguientes defectos: refuerzo excesivo en el cordón de soldadura, cordón bajo o falta de penetración, socavaciones excesivas y traslapo entre los cordones por ambos lados de las planchas unidas.

### **3.5.7 Aplicación de las pinturas**

- Las pinturas deben prepararse de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de las pinturas.
- El aplicador de las pinturas debe controlar el proceso de aplicación, para lo cual debe disponerse de los siguientes instrumentos de control debidamente calibrados:
  - Medidor de película húmeda.
  - Medidor de película seca
  - Medidor de adherencia por tracción, según ASTM S4541
  - Medidor de adherencia mediante cuchillo y cinta adhesiva según ASTM D3359
  - Termómetro para temperatura ambiental
  - Termómetro para temperatura del acero a pintar.
  - Psicómetro para determinar la humedad relativa del aire.

#### **3.5.7.1 Control previo a la aplicación de la pintura**

- Realizar el control de las condiciones ambientales las cuales deben estar dentro de los siguientes límites: la temperatura ambiente debe estar por sobre los 10 °C, la humedad relativa del aire bajo 80%, la temperatura de la superficie del acero debe

tener una temperatura como mínimo de 3 °C por sobre la temperatura de rocío para las condiciones ambientales del momento de aplicación, con la finalidad de asegurarse que no existe humedad en la superficie del acero de la estructura.

- El aplicador de pintura debe ir controlando el espesor húmedo de la capa de pintura aplicada, para asegurarse que obtendrá el espesor seco de capa especificado.
- Para determinar el espesor seco aplicar la siguiente relación:  
Espesor húmedo = espesor seco x 100 / contenido de sólidos volumétricos.
- Cada esquema debe cumplir con los espesores secos especificados, no está permitido completar el espesor con el esquema siguiente, es decir si el esquema de pintura anticorrosivo no tiene el espesor seco especificado, el espesor total del esquema no debe completarse aumentando los espesores de pintura de acabado.
- El aplicador de pintura debe dejar registros de las condiciones ambientales existentes al momento de aplicar la pintura.
- Debe quedar registro del espesor seco de los esquemas de pinturas.
- El aplicador de pintura, debe reparar todo deterioro que sufra el esquema aplicado, producto de movimiento de la estructura al almacenarla en los lugares de almacén.

## CONCLUSIONES

- 1.- Los procedimientos mejorados permiten tener mayor capacidad de reacción ante mayores necesidades, proporcionando a la empresa mayor credibilidad en los tiempos de entrega del producto terminado.
- 2.- La mejora de procedimientos implementados permite incrementar la capacidad de producción sin aumento de equipos ni de espacio físico de la planta.

## RECOMENDACIONES

1. Para mantener la calidad de los productos sin disminuir el rendimiento diario, se recomienda no dejar de lado las capacitaciones técnicas y actualizaciones del personal.
2. Evitar en lo posible la rotación excesiva de personal, especialmente en las áreas de modelamiento y producción.
3. Al formar los nuevos grupos de trabajo es recomendable buscar la homogeneidad y que las relaciones interpersonales entre sus integrantes sean las adecuadas.
4. Todo procedimiento estará siempre inmerso dentro de una mejora continua, por lo cual se recomienda promover la participación activa de los trabajadores en la optimización de los mismos.
5. La continuación y mejora continua de los procedimientos implantados en las diferentes áreas será posible si el trabajador involucrado toma plena conciencia de lo importante que es él y la labor que realiza para la empresa, para lo cual se recomienda a la gerencia y las respectivas jefaturas, realizar las acciones que permitan un acercamiento mutuo Empresa – trabajador.
6. Dentro de la empresa todavía queda otros departamentos en los cuales también podría realizarse la optimización con resultados favorables.
7. Las diversas soluciones dadas, deberán ser apoyadas mediante una Supervisión efectiva y reuniones constantes de coordinación entre las Jefaturas involucradas y el personal operativo.

## BIBLIOGRAFIA

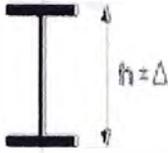
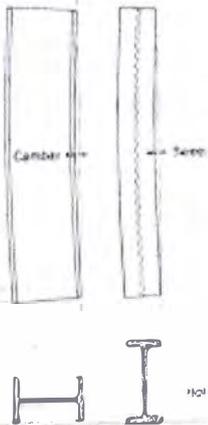
1. Structural Welding Code Steel AWS D1.1
2. Manual AISC
3. Manual de Operación Taladro BDL 1000
4. Fundamentos de Prevención de la Corrosión UCP
5. Recubrimientos de pintura manual CPPQ
6. Tecnología de la Soldadura gtz

# **ANEXOS**

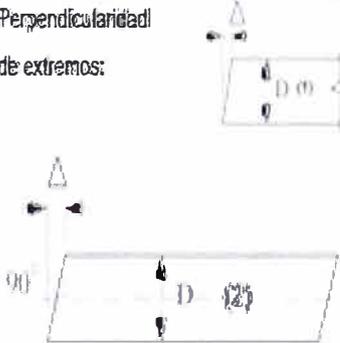
**ANEXO No 1**

Categoría de discontinuidad y criterios de inspeccion	Estructuras sometidas a cargas estaticas (conex. no tub.)	Estructuras sometidas a cargas ciclicas (conex. no tub.)	Conexiones tubulares todo tipo de cargas								
1.- GRIETAS: No permitidas	X	X	X								
2.- FALTA DE FUSION: No permitidas	X	X	X								
3.- CRATER: No permitido, excepto en soldaduras intermitentes, solo si estos estan ubicados fuera del largo efectivo de la soldadura	X	X	X								
4.- PERFILES DE SOLDADURA: los perfiles seran de acuerdo al item 5.24 de la norma AWS D 1.1	X	X	X								
<p>5.- SOLDADURA BAJO TAMANO NOMINAL ESPECIFICADO: El tamaño del filete de soldadura para soldadura continua puede estar bajo tamaño (L) del filete nominal especificado en la siguiente cantidad (U).</p> <table border="0" data-bbox="335 784 702 907"> <tr> <td>L en (mm)</td> <td>U en mm.</td> </tr> <tr> <td>L ≤ 5</td> <td>U ≤ 2</td> </tr> <tr> <td>L ≤ 6</td> <td>U ≤ 2.5</td> </tr> <tr> <td>L ≥ 8</td> <td>U ≤ 3</td> </tr> </table> <p>En todos los casos la porcion de cordon no debera superar el 10 % del largo de cordon. Para filete de union alma ala de viga, no se permite cordones bajo, al inicio y al final del cordon en longitud igual a dos veces el ancho del ala.</p>	L en (mm)	U en mm.	L ≤ 5	U ≤ 2	L ≤ 6	U ≤ 2.5	L ≥ 8	U ≤ 3	X	X	X
L en (mm)	U en mm.										
L ≤ 5	U ≤ 2										
L ≤ 6	U ≤ 2.5										
L ≥ 8	U ≤ 3										
<p>6.- SOCAVACIONES</p> <p>a.- Para materiales menores a 1" de espesor (25 mm), la socavacion no excedera de 1 mm (1/32"), con la siguiente excepcion: la socavacion no excedera de 1/16" (1.6 mm) para cualquier longitud acumulada hasta 2" (25 mm) en cualquier longitud soldada de 12" (300 mm), para materiales iguales o mayores de 1" (25 mm) de espesor, la socavacion no excedera de 1/16" (1.6 mm) para cualquier longitud soldada.</p>	X										
<p>b.- En miembros primarios, la socavacion no sera mayor de 0.01 " (0.25 mm) cuando la soldadura es transversal esfuerzo tensil bajo cualquier caga de diseno. La socavacion no sera mayor a 1/32" (1 mm) para todos los otros casos.</p>		X	X								
<p>7.- POROS</p> <p>a.- En las juntas transversales a la direccion del esfuerzo tensil no habra porosidad visible. Para todas las otras juntas a tope y filete, la sumatoria de la porosidad visible de 1/32" (1 mm) o mayores en diametro no excedera de 3/8 (10 mm.) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excedera de 3/4"(20 mm) en cualquier 12" (300 mm) de longitud soldada.</p>	X										
<p>b.- La frecuencia de poros en filetes de soldadura no debe exceder de 1 poro por cada 100 mm de soldadura y diametro maximo del poro no debe ser mayor a 3/32" (25 mm.).</p>		X	X								
<p>c.- En las juntas de penetracion completa transversal a la direccion del esfuerzo de traccion, no habra porosidad tubular. Para todas las demas juntas, la frecuencia de porosidad tubular no excedera de uno en 4"(100 mm) de longitud y el maximo diametro no excedera de 3/32" (2.5 mm).</p>		X	X								

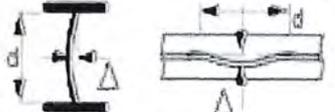
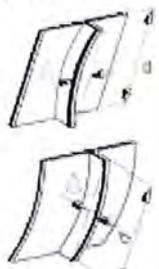
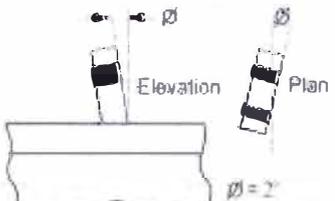
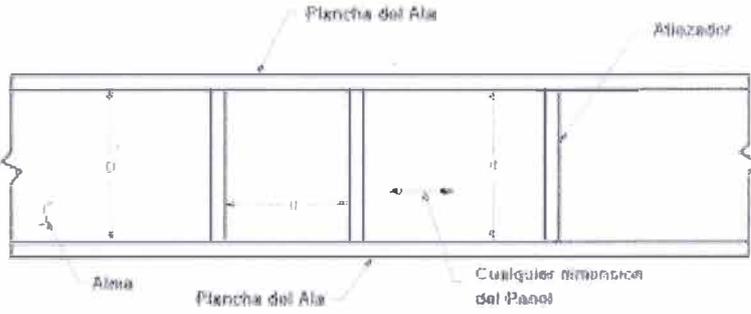
## ANEXO N° 2

TIPO DE DESVIACION	PARAMETRO	DESVIACION ADMITIDA
Altura: 	Altura de perfil: $h \leq 900 \text{ mm}$ $900 \leq h \leq 1200 \text{ mm}$ $h > 1200$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \begin{bmatrix} +8 \text{ mm} \\ -5 \text{ mm} \end{bmatrix}$
Anchura del ala: 	Anchura $B_w$ o $B_f$ $< 300$ $B \geq 300 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
Excentricidad del alma: 	Posición del alma	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
Perpendicularidad de alas: 	Falta de perpendicularidad	$\Delta = \begin{bmatrix} B/100 \\ \text{ó} \\ 3 \text{ mm} \end{bmatrix}$ El que sea mayor
Planicidad de alas: 	Falta de planicidad	$\Delta = \begin{bmatrix} B/100 \\ \text{ó} \\ 3 \text{ mm} \end{bmatrix}$ El que sea mayor
Planicidad de ala para vigas rieles: 	Falta de planicidad	$W = \text{ancho del riel} + 20 \text{ mm}$ $\Delta = 1 \text{ mm}$
Tolerancia de rectitud: 	La tolerancia o camber y sweep de las vigas electrosoldadas será como sigue:	Sweep: 1 mm/m long. Camber: 1 mm/m long. <u>Para perfiles a ser utilizados como columnas, la tolerancia será:</u> Sweep y Camber Long. Hasta 12 m: 1 mm/m long (max. 10 mm) Long. Mayor de 12 m: 10 mm + 1 mm/m long Que exceda los 12 m.

## ANEXO N° 3

TIPO DE DESVIACION	PARAMETRO	DESVIACION ADMITIDA
<p>Longitud:</p> 	<p>Longitud medida en el eje central o en la esquina de un angular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- longitud ≤ 10 m</li> <li>- longitud &gt; 10 m</li> <li>- barra con ambos extremos acabados para apoyo de contacto.</li> </ul>	<p><math>\Delta = \pm 2 \text{ mm}</math></p> <p><math>\Delta = \pm 3 \text{ mm}</math></p> <p><math>\Delta = \pm 1 \text{ mm}</math></p>
<p>Planeidad:</p> 	<p>Planeidad en ambos ejes:</p>	<p><math>\Delta = \pm \text{máx. de:}</math></p> <p><math>[L/1000 \pm 3 \text{ mm}]</math></p>
<p>Contraflecha o Camber:</p> 	<p>Contraflecha en el medio de la longitud medida con el alma horizontal:</p>	<p><math>\Delta = \pm \text{máx. de:}</math></p> <p><math>[L/1000 \pm 6 \text{ mm}]</math></p>
<p>Perpendicularidad de extremos:</p> 	<p>Perpendicularidad al eje longitudinal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- no acabado para apoyo de contacto (1)</li> <li>- acabado para apoyo de contacto (2)</li> </ul>	<p><math>\Delta = D/300 \text{ (1)}</math></p> <p><math>\Delta = D/1000 \text{ (2)}</math></p>
<p>Perpendicularidad en apoyo:</p> 	<p>Verticalidad del alma en los soportes (pilares) para componentes sin rigidizaciones de apoyo</p>	<p><math>\Delta = \text{máx. de:}</math></p> <p><math>[D/300 \pm 3 \text{ mm}]</math></p>

## ANEXO N° 4

TIPO DE DESVIACION	PARAMETRO	DESVIACION ADMITIDA
<p><b>Distorsión del alma:</b> d Gauge length = web depth</p> 	<p>Distorsión <math>\Delta</math> en la altura del alma o en la longitud de referencia:</p>	<p><math>\Delta = \text{máx. de: } [\pm 250 \text{ ó } 3 \text{ mm}]</math></p>
<p><b>Rigidizadores de alma:</b></p> 	<p>Desviación <math>\Delta</math> de la rectitud normal (perpendicular) al plano del alma:</p>	<p><math>\Delta = \text{máx. de: } [\pm 250 \text{ ó } 3 \text{ mm}]</math></p>
<p><b>Situación de los rigidizadores:</b></p> 	<p>Desviación <math>\Delta</math> de la posición prevista:</p>	<p><math>e = 3 \text{ mm}</math></p>
<p><b>Alineación de rigidizadores:</b></p> 	<p>Desalineamiento angular <math>\Delta</math> permitido</p>	<p><math>\Delta = 2^\circ</math></p>
<p><b>Variación de planitud en alma de vigas:</b></p>  <p>Plancha del Ala      Rigidizador</p> <p>Alma      Plancha del Ala      Cualquier miembro del Panel</p>		

## ANEXO Nº 5

### A. Procedimiento operativo general del maestro Calderero

1. El maestro recibe del supervisor, los siguientes documentos:
  - a. Planos de Fabricación
  - b. Listado de elementos
  - c. Procedimientos calificados de soldadura (WPS),(cuando corresponda).
2. Solicita el material a almacén y realiza el chequeo, cualquier anomalía informa al supervisor. Todo material que chequea será marcado con tiza blanca u otro medio, como constancia que el material fue chequeado.
3. Si durante el proceso de estructuración del elemento, el maestro detecta defectos en el plano de fabricación, devuelve el plano al supervisor para que este gestione con el área de control de producción, la corrección o aclaración del defecto.
4. El maestro, una vez terminadas las piezas, las entrega al supervisor responsable.

### B. Procedimiento operativo del maestro Soldador.

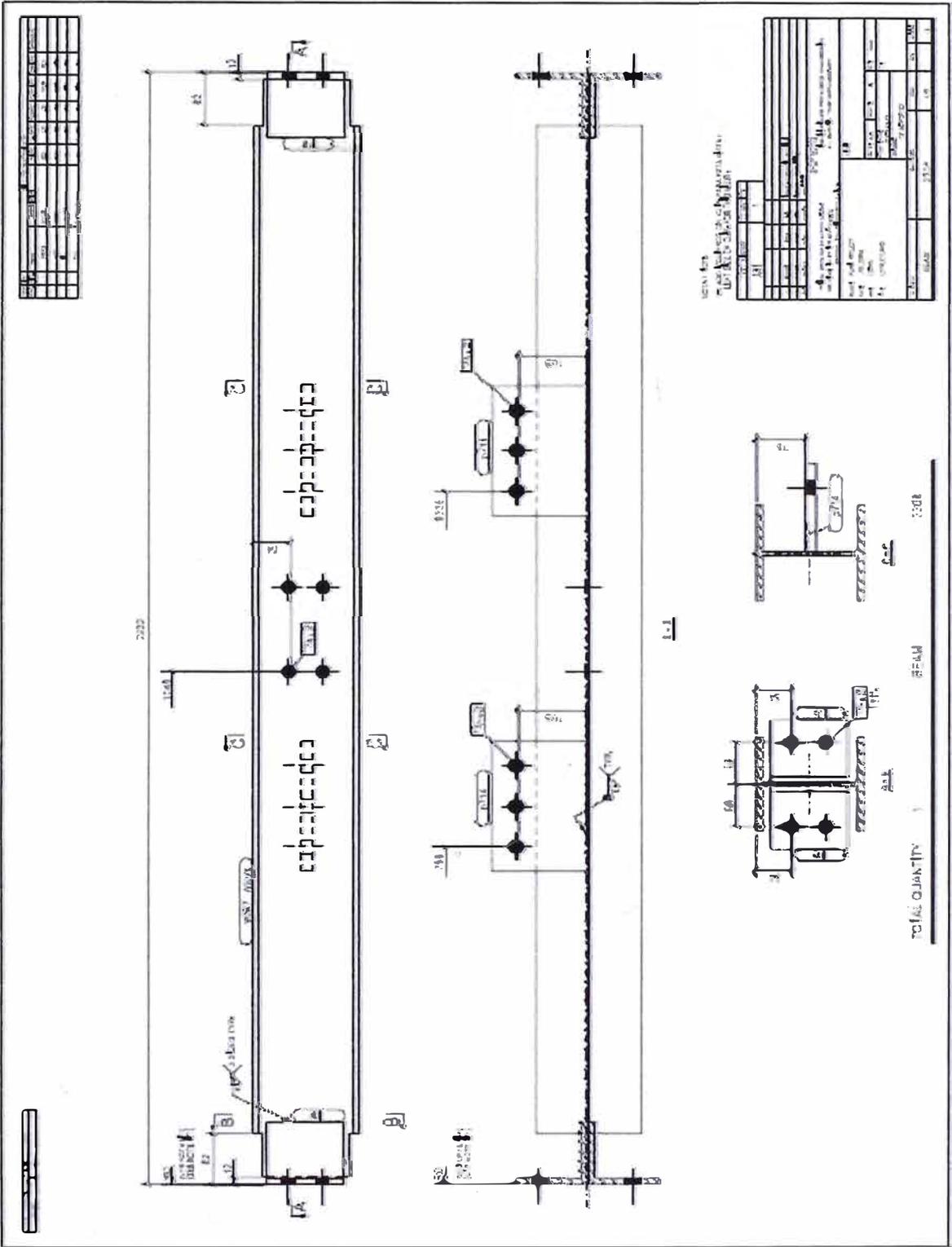
1. El soldador dispone de los recursos y suministros necesarios para la ejecución de las soldaduras definidas para cada pieza en cada plano. El soldador debe conocer los procedimientos calificados de soldadura para cada proceso de soldadura que ejecute. Es requisito que el soldador este debidamente calificado para el trabajo que realiza. El soldador debe marcar su código personal en los cordones de soldadura que ejecute, con tipo de acero y a distancia adecuada.

También debe velar porque sus implementos de trabajo estén en buenas condiciones y cualquier anomalía debe informar al supervisor para que este sea subsanada.

2. El soldador debe mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo.

## ANEXO Nº 6

1. Procedimiento típico de fabricación (armado de vigas Nº 2308 según plano adjunto).
  - A. Solicitar los planos de fabricación de componentes y elemento de acuerdo al código de viga asignado (viga Nº 2308 ).
  - B. Solicitar a almacén los materiales según código de componente indicado en el lado superior derecho del plano de elemento:
    - Componente w327 01 pza.
    - Componente l18 04 pzas.
    - Componente p714 02 pzas.
  - C. Verificar las medidas de los componentes con sus respectivos planos, cualquier anomalía informar al supervisor.
  - D. Ubicar en el plano del elemento la línea de referencia (RD), la misma que servirá de base para la ubicación de los componentes.
  - E. De acuerdo a medidas del plano y tomando como referencia el RD, ubicar la posición y apuntalar los componentes l18 (04 pzas.) sobre el componente w327.
  - F. De acuerdo a medidas del plano y tomando como referencia el RD ubicar la posición y apuntalar los componentes p714 (02 pzas.) sobre el componente w327.



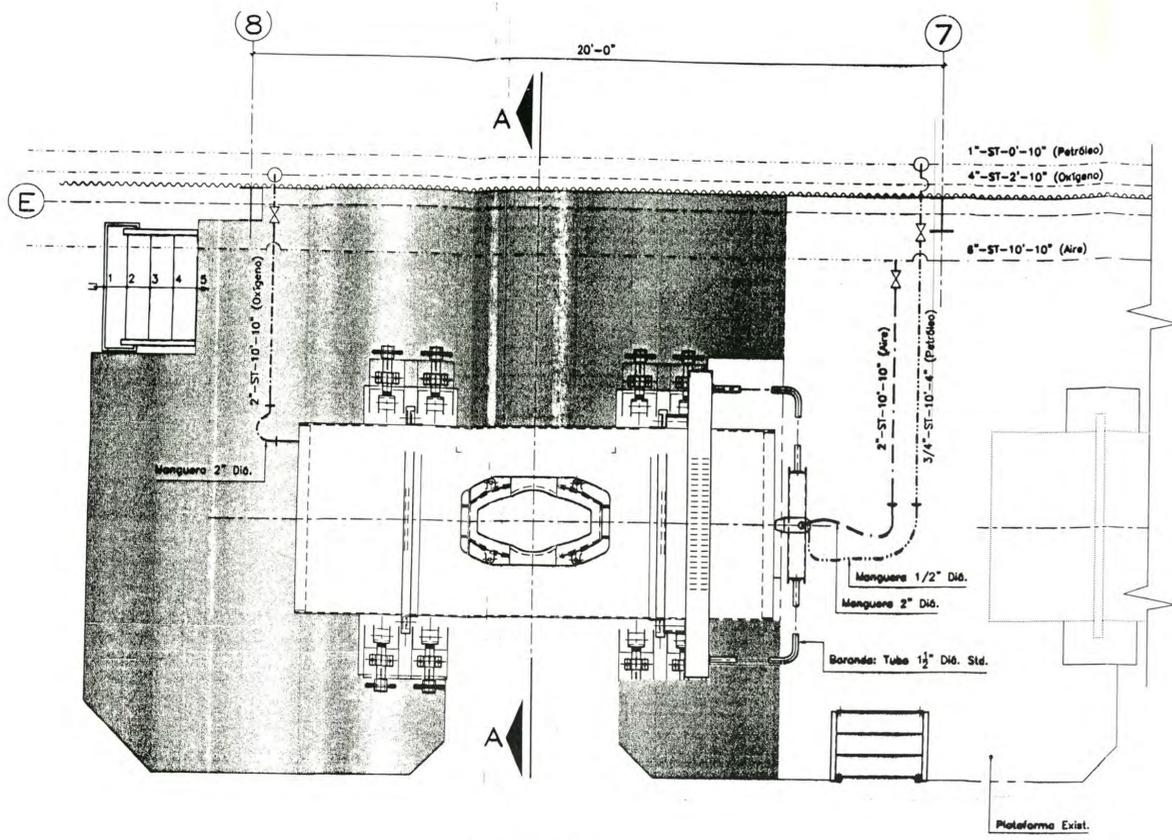
NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT
1	Window Frame	1	Sq. Ft.
2	Window Glass	2	Sq. Ft.
3	Window Sill	1	Linear Ft.
4	Window Muntin	1	Linear Ft.
5	Window Transom	1	Linear Ft.

NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT
1	Window Frame	1	Sq. Ft.
2	Window Glass	2	Sq. Ft.
3	Window Sill	1	Linear Ft.
4	Window Muntin	1	Linear Ft.
5	Window Transom	1	Linear Ft.

TOTAL QUANTITY 1 1140 2020

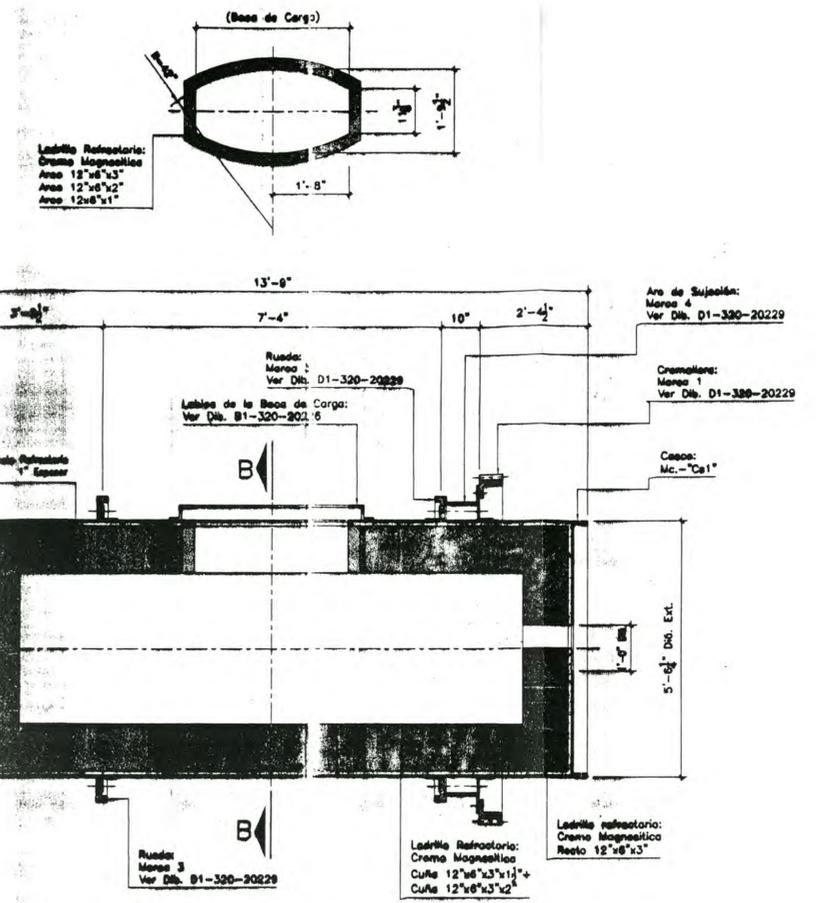


# PLANOS

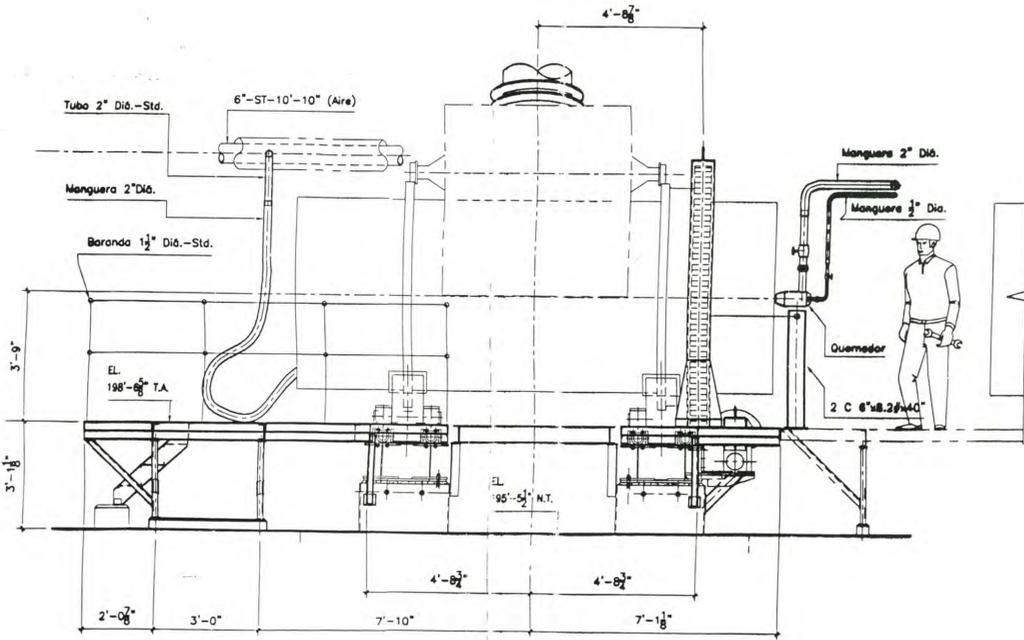


PLANTA

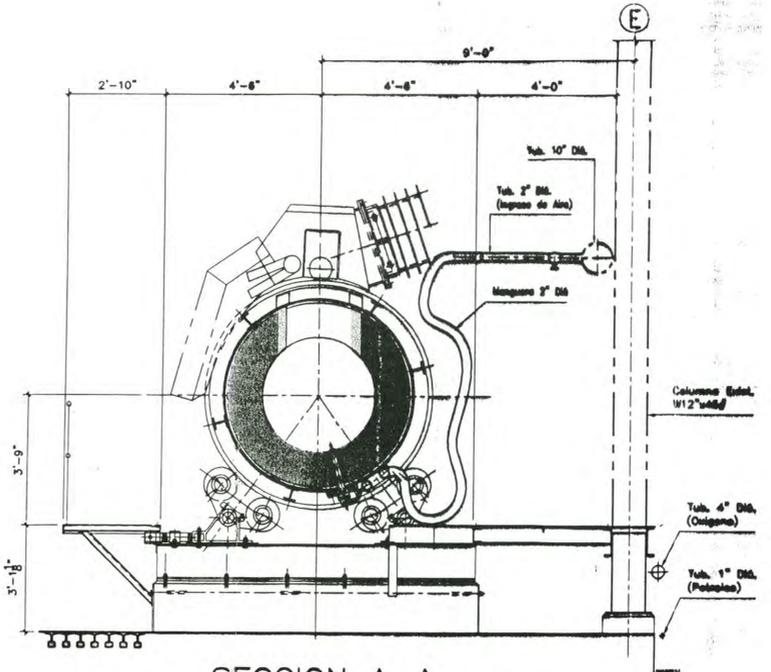
- NOTAS GENERALES**
- 1.- MATERIAL: ACERO ASTM-A36, EXCEPTO LO INDICADO
  - 2.- TODAS LAS UNIONES SERÁN SOLDADAS PARA LO CUAL SE USARÁ CORDON TIPO FILETE, 1/4" ESP., ELECTRODO SERA DEL TIPO E70XX.
  - 3.- ACABADO: APLICAR LIMPIEZA MECANICA POR ARENADO Y PASAR DOS CAPAS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
  - 4.- TODOS LOS AGUJEROS NO ESPECIFICADOS SERAN DE 9/16"Ø.
  - 5.- PARA ARREGLO GENERAL, VER PLANO N° DRP 1-326-02-0-023



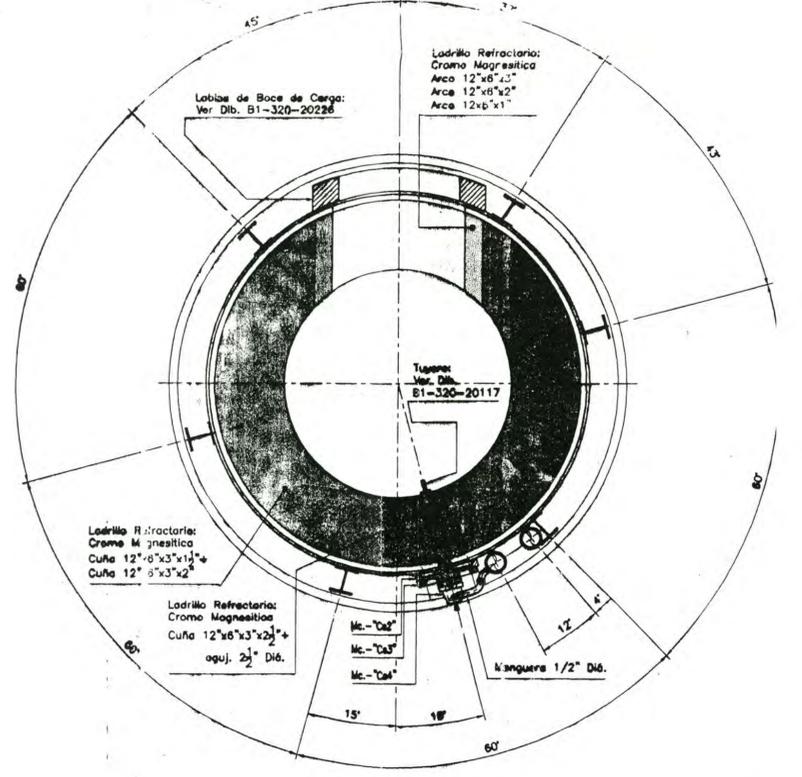
DETALLES DE CASCO DE CONVERTIDORA



VISTA FRONTAL



SECCION A-A



SECCION B-B

REV.	DATE	REVISED DESCRIPTION	REVISED BY	APPROVED BY	REFERENCE DWG. N°	DESCRIPTION	DESIGNED BY:	DATE:	ADVERTENCIA
					DRP 1-326-02-0-043	CASCO DE CONVERTIDORA-DETALLES 1"	J. Pardave	Enero 06'	ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE DCE RUN PERU S.A.S. SU REPRODUCCION, DIFUSION, CIRCULACION O USO DE CUALQUIER TIPO, SIN LA APROBACION ESCRITA, ENTREGA POR DCE RUN PERU S.A.S.
							DRAWN BY: G. S. A. S. R. L. D.S.B.	Enero 06'	
							CHECKED BY: J. Pardave	Enero 06'	
							APPROVED BY: C. HABICH	Enero 06'	
								6/03/06	



**DCE RUN PERU**  
La Oroya Division

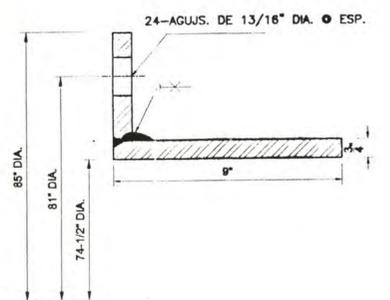
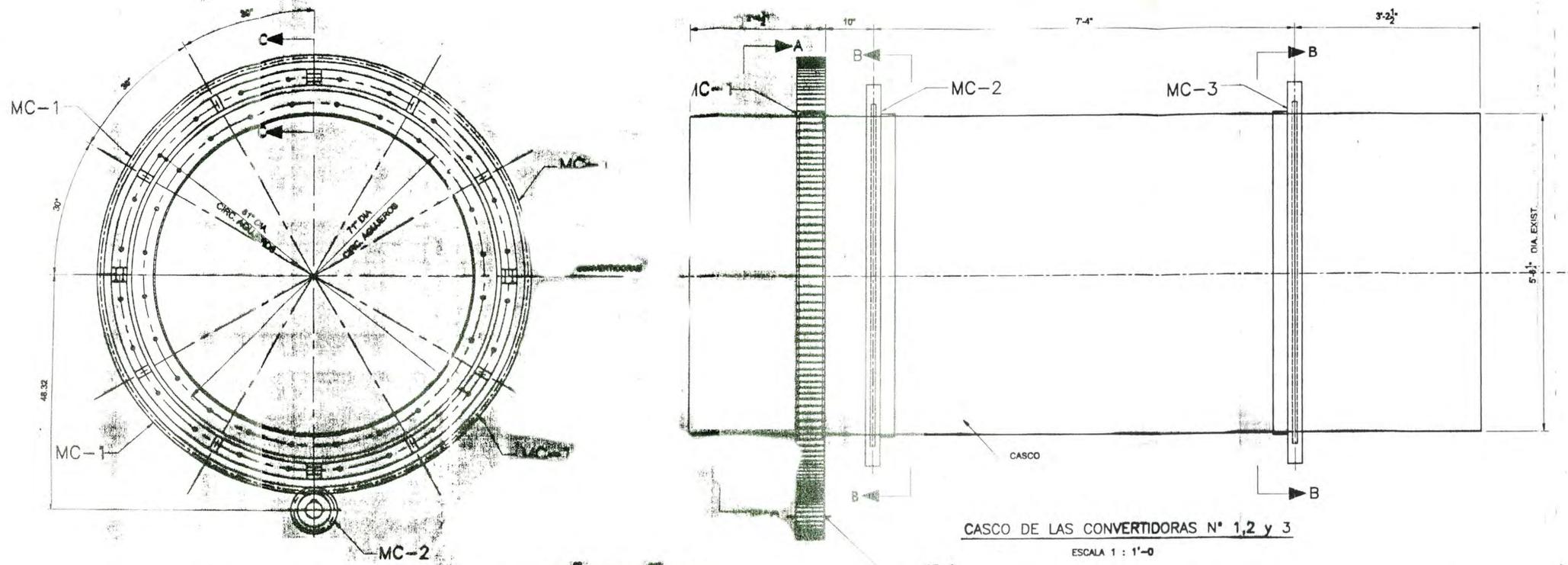
**Rev.**

F. y R. - PLANTA DE RESIDUOS ANODICOS  
SECCION CONVERTIDORAS  
CONVERTIDORA # 5-CASCO Y ACCESORIOS  
ENSAMBLE

SCALE: 3/8", 1/2", 3/4"-1'-0"

DRAWING NUMBER: DRP 1-326-02-0-049	DRAWING NUMBER: DRP 1-326-02-0-049
------------------------------------	------------------------------------

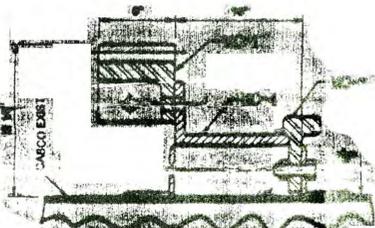




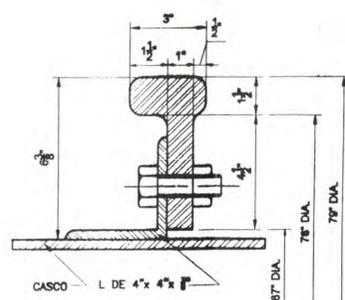
MARCA-4 HACER UNO  
MATERIAL: ACERO ASTM A-36  
ESCALA: 3-1/2"=1'-0"

CASCO DE LAS CONVERTIDAS N° 1,2 y 3  
ESCALA 1 : 1'-0

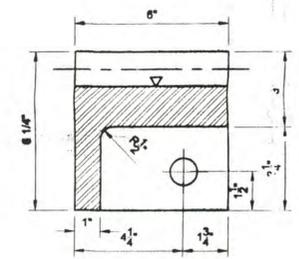
SECCION A-A



SECCION C-C  
ESCALA 1 : 1'-0"

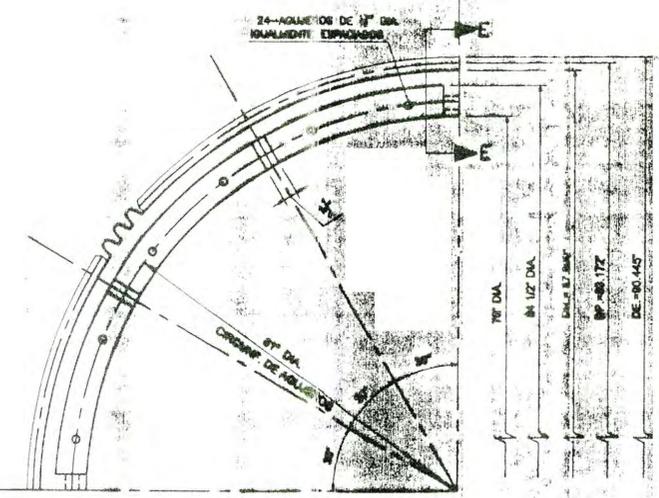


SECCION G-G  
ESCALA: 3-1/2"=1'-0"

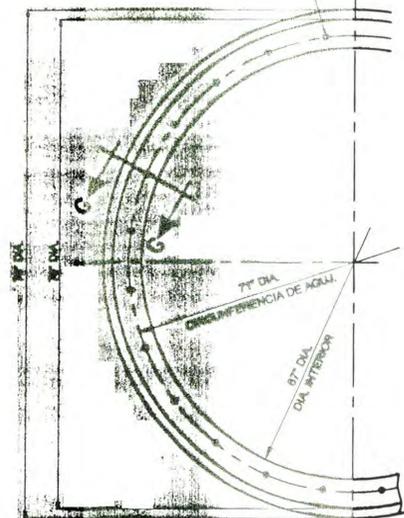


SECCION E-E  
ESCALA: 3-1/2"=1'-0"

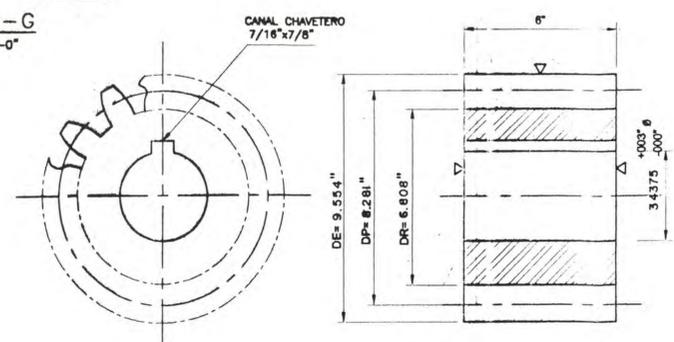
DATOS DE LA CREMALLERA	
NUM. DE DIENTES	.....140
PASO DIAMETRAL	.....1.570"
PASO CIRCULAR	.....2.100"
DIAM. DE PASO	.....89.172"
DIAM. DE RAIZ	.....87.619"
DIAM. EXTERIOR	.....90.415"
ALTURA DEL DIENTE	.....1.3732"
ANGULO GRADOS	.....14 1/2°
DE PRESION (C)	
DATOS DEL PIÑON	
NUM. DE DIENTES	.....13
PASO DIAMETRAL	.....1.570"
PASO CIRCULAR	.....2.00"
DIAM. DE PASO	.....8.281"
DIAM. DE RAIZ	.....6.808"
DIAM. EXTERIOR	.....9.554"
ALTURA DEL DIENTE	.....1.3732"
ANGULO GRADOS	.....14 1/2°
DE PRESION (C)	



MARCA-1 HACER UNO  
MATERIAL: ACERO A36  
PESO: 814 LBS  
ESCALA 1" = 1'-0"



SECCION B-B  
MARCA-3 HACER UNO  
MATERIAL: ACERO ASTM A27GR70-40  
PATT. N° S-2433Y  
PATT. N° S-2448Y  
ESCALA 1 : 1'-0



MARCA-2 HACER UNO  
MATERIAL: ACERO ASTM A27GR70-40  
PESO: 98 LBS.  
ESCALA: 3-1/2"=1'-0"

NOTA:  
1- ESTE DIBUJO FUE TOMADO DE LAS PIEZAS ORIGINALES  
2- ESTES PLANO ES TRANSCRITO DEL PLANO N° DI-320-20220

REV.	DATE	REVISED DESCRIPTION	REVISOR	APPROVED BY	REFERENCE DRAWING	DESCRIPTION	DESIGNED BY	DATE	ADVERTENCIA
1	21-06-09	SE CAMBIO DENTAS EN PIÑON (MARCA 2)	APARRAVE	E. WASHCH			W. GOMEZ	07/06/07	ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE DOE RUN PERU S.R.L. SU REPRODUCCION, DIFUSION, COMERCIALIZACION O USO DE CUALQUIER TIPO, DEBERA TENER UNA AUTORIZACION ESCRITA, EMITIDA POR DRP S.R.L.
							W. GOMEZ	18/06/07	
							W. GOMEZ	25/06/07	
							A. QUSPE	27/06/07	

La Oroya División  
PROJECT DIVISION

F. Y R. FUNDICION DE COBRE Y PLOMO  
PLANTA DE RESIDUOS ANODICOS  
CREMALLERA Y GUIAS-PARA LAS CONVERTIDAS  
ENSAMBLE Y DETALLES

SCALE: 7/8"=1'-0" DRAWING NUMBER: DRP 1-326-01-8-027