



**EQUIPOS e  
INSTALACIONES  
INDUSTRIALES**

**RECIPIENTES SOMETIDOS A  
PRESION**

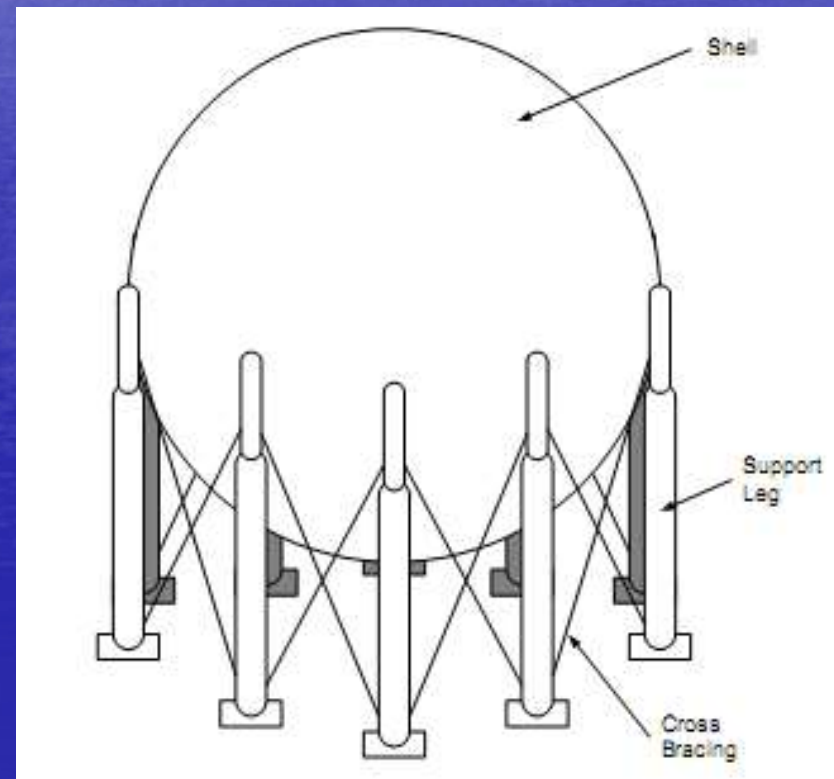
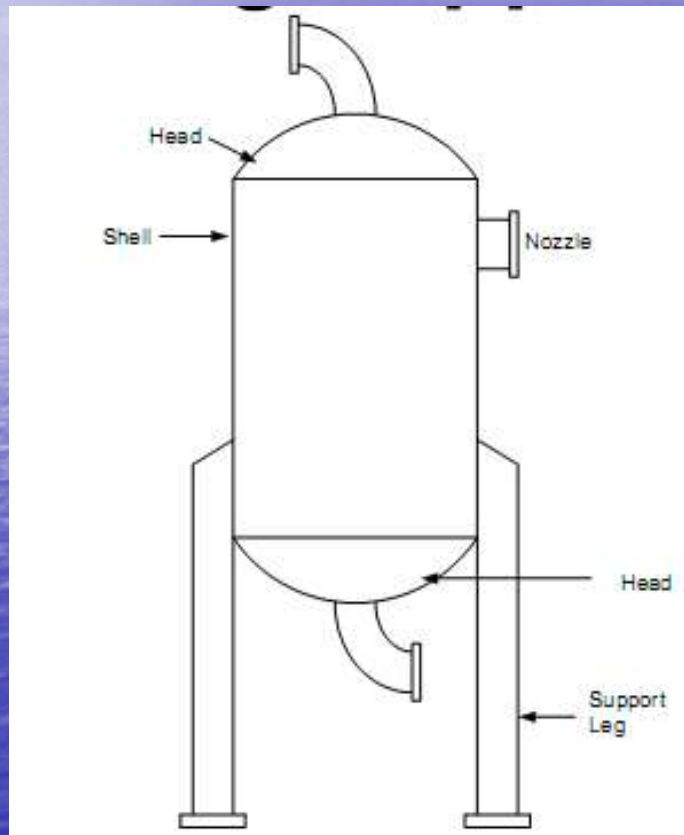
## Definición

Se llama recipiente a un depósito cerrado de longitud limitada que contiene o puede contener una sustancia ( inocua o letal), en nuestro caso fluidos sometidos a presión.

Estos equipos se clasifican en dos grupos:

- Recipientes sometidos a presión interna (RSPI).
- Recipientes sometidos a presión externa (RSPE).

# Ejemplos de RECIPIENTES











# Ejemplos de RECIPIENTES





# RECIPIENTES

**DEFINICION:** Se llama recipiente a un depósito cerrado de longitud limitada que contiene o puede contener una sustancia (sometida o no a presión). No será sometido a la acción del fuego, pero si puede utilizarse a altas temperaturas.

## Clasificacion

Recipientes sometidos a **PRESION INTERNA** (RSPI) – Ej: Garrafa de gas, caldera, Reactor

Recipiente sometido a **PRESION EXTERNA** (RSPE) – Ej: Submarino, Torre de vacío, Evaporador.

# CODIGOS

Es importante utilizar recipientes que esten calculados bajo normas

Normas mas utilizadas:

- Código **ASME** (American Society of Mechanical Engineers)
- Código **CECT** (Comité Europeo de Constructores de Tuberías)
- Código **AD-Merkblatter** (Alemania)



## Fabrica de Zapatos – Massachusetts (USA) 1905

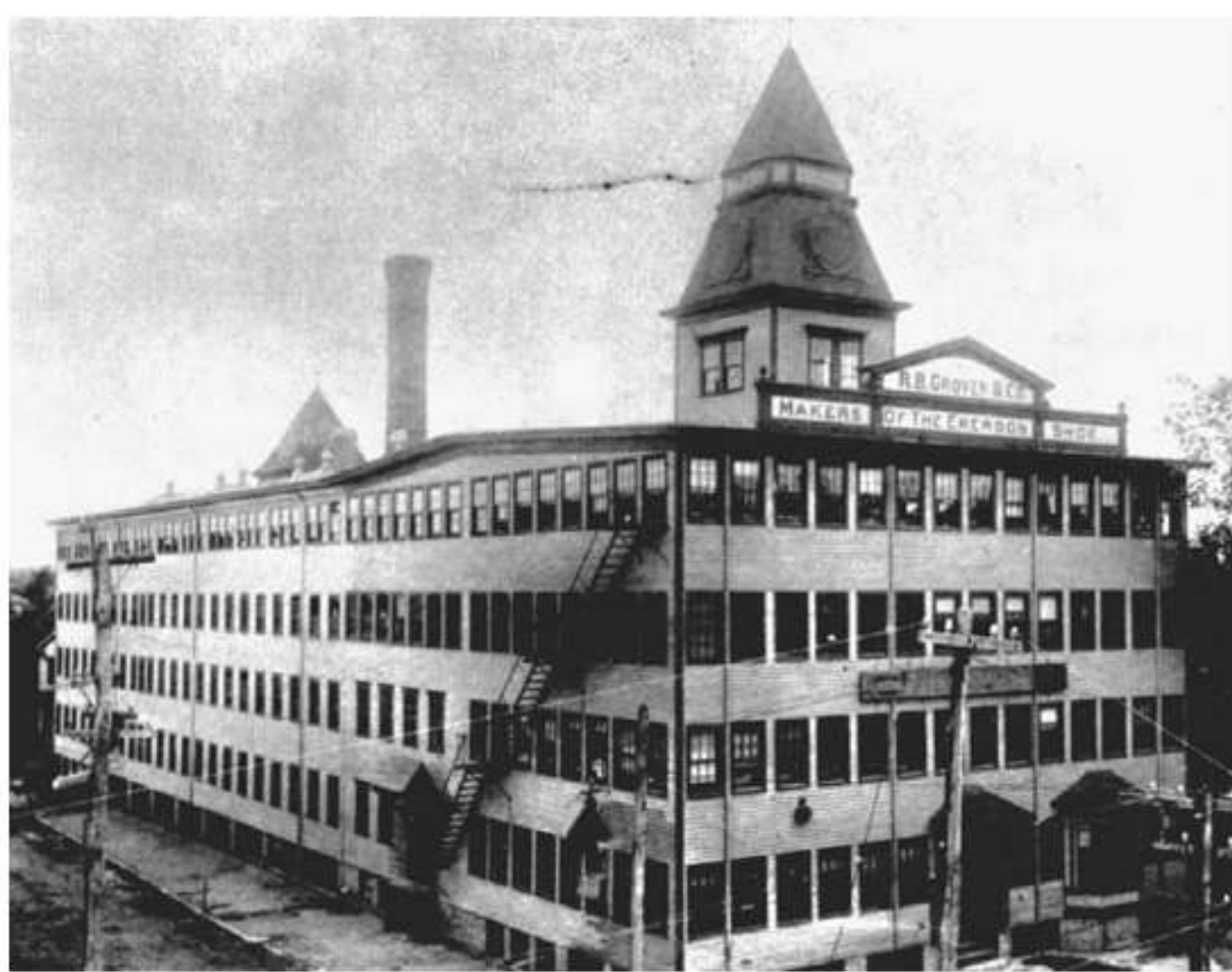


Figure 1.1 The Brockton, Massachusetts, shoe factory. (Courtesy of The Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company.)

## Fabrica de Zapatos – Massachusetts (USA) 1905



Figure 1.2 Shoe factory after the boiler explosion of March 20, 1905, which led to the adop-



# Código ASME

Es un conjunto de normas, agrupadas en once secciones que incluyen los siguientes items:

- Recipientes
- Uniones
- Soldaduras
- Materiales
- Condiciones de Diseño

Además especifica el proceso de fabricación: cortado de chapa, biselado, prensado, etc.

**“ EL OBJETIVO ES LOGRAR EL MEJOR RECIPIENTE A MENOR COSTO “**

# Organización del Código ASME

Las secciones del código son:

- I. Calderas de Potencia.
- II. Especificaciones de Materiales.
- III. Componentes de Plantas de Energía Nuclear.
- IV. Calderas de Calefacción.
- V. Ensayos No Destructivos.
- VI. Regla Recomendadas para el cuidado y funcionamiento de calderas de calefacción.
- VII. Regla Recomendadas para el cuidado de calderas de potencia.
- VIII. Recipientes a Presión.
- IX. Condiciones de Soldadura.
- X. Recipiente a Presión de Plástico reforzado con fibras de Vidrio.
- XI. Reglas para inspección de componentes en plantas nucleoelectricas.



## *Características del Código ASME*

La **sección VIII** está referida a recipientes sometidos a presión, cuenta con tres divisiones: *División 1*, *División 2* y *División 3*

*División 1* :Es para recipientes de caldera, no sometidos a la acción del fuego , está constituida por tres secciones: A, B ,C.

*División 2* :Es para alternativas especiales y formas no usuales, por ejemplo recipientes no cilíndricos ni esféricos, permite esfuerzos más elevados de diseño, control más estricto de calidad.

*División 3*: Para recipientes sometidos a presión  $> 10000$  psi

# Código CECT y AD-Merkblatter

**CECT:** Es un código referido especialmente para tuberías. Que incluye: diseño, fabricación y montaje de tuberías de acero soldada para instalaciones hidroeléctricas.

**AD-Merkblatter:** Asociado con las normas DIN, es un código muy completo pues sirve para construir recipientes de metales y no metales. Especifica: ensayos, diseño y proceso de fabricación.



# Materiales Usados en Recipientes

- 95% ACERO COMÚN (1010,1020 o INOXIDABLE).
- PLASTICO O FIBRA DE VIDRIO (son mas livianos y resistentes a la corrosión)
- ALUMINIO (aleaciones con impurezas de Mn y Mg)

# DISEÑO

## FACTORES PRIMORDIALES DE DISEÑO:

- MATERIALES
- FORMA
- ESPESOR
- UNIONES
- CONSTRUCCION

## DATOS INICIALES PARA EL CALCULO

- Dimensiones del recipiente (diámetro)
- Tipo de cabezal a usar
- Condiciones de operación (Presión de trabajo, T, etc)
- Código a emplear.



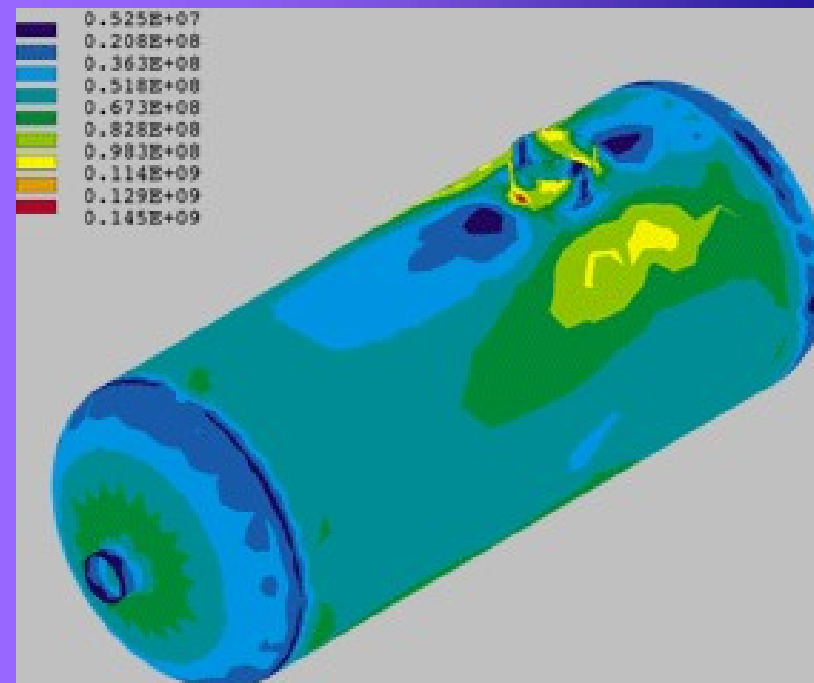
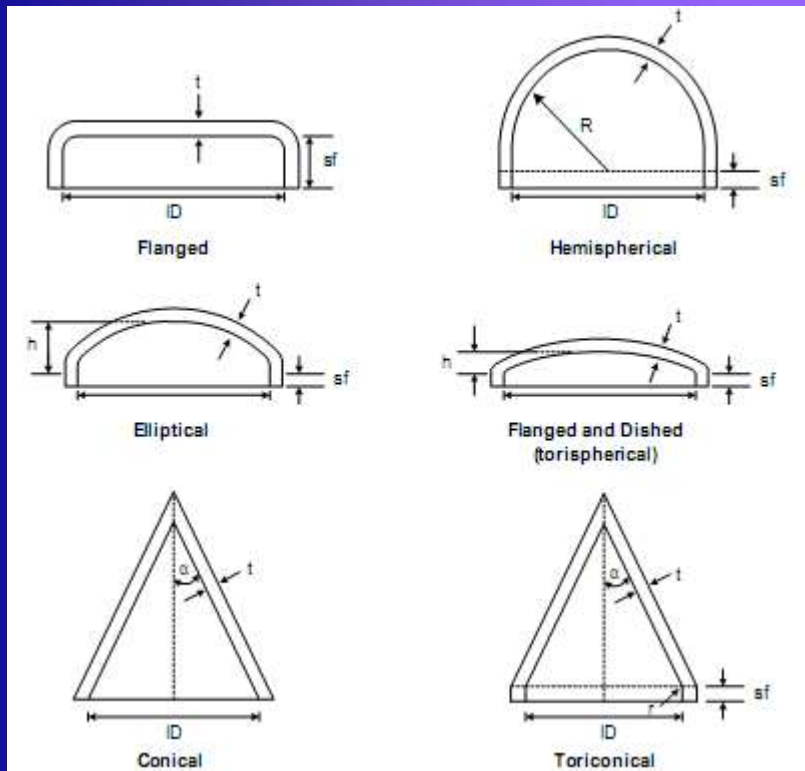
# Diseño de Recipientes sometidos a Presión Interna

**ENVOLVENTES:** Sólo se calcula el espesor, ya que la rotura se produce por tensión. Para éstos recipientes no es grave la excentricidad. Tienen una tolerancia de forma superior a los RSPE.-

# Recipientes sometidos a PRESION

## TIPOS DE CABEZALES:

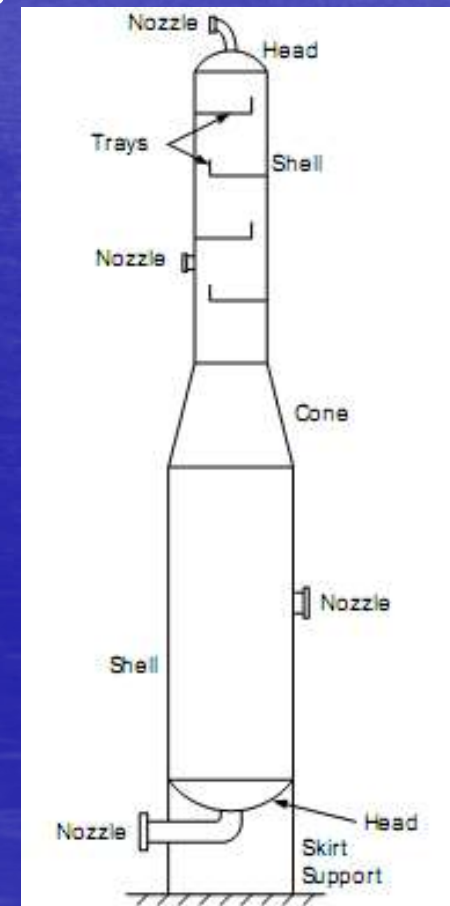
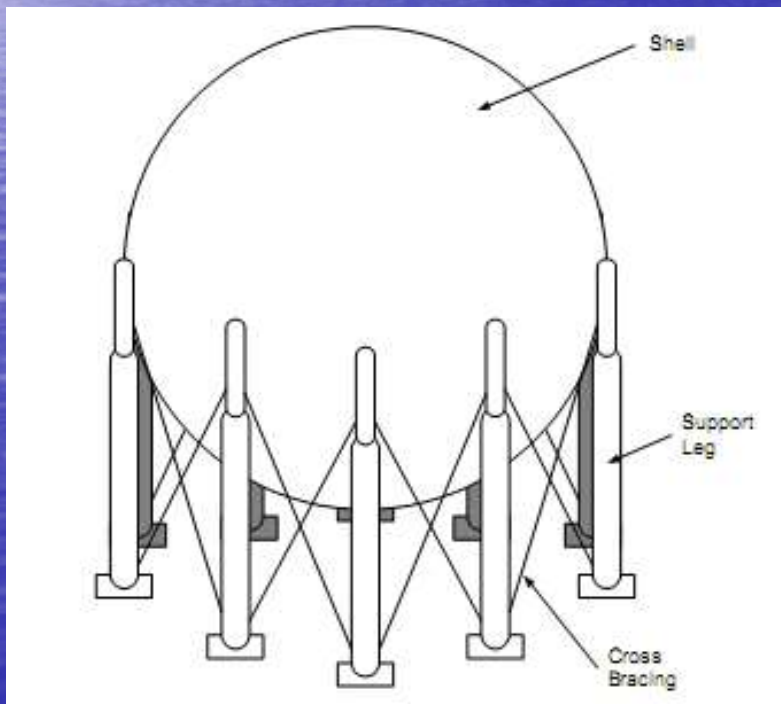
- Semiesférico
- Semi-elípticos
- Torisféricos
- Toricónico
- Planos



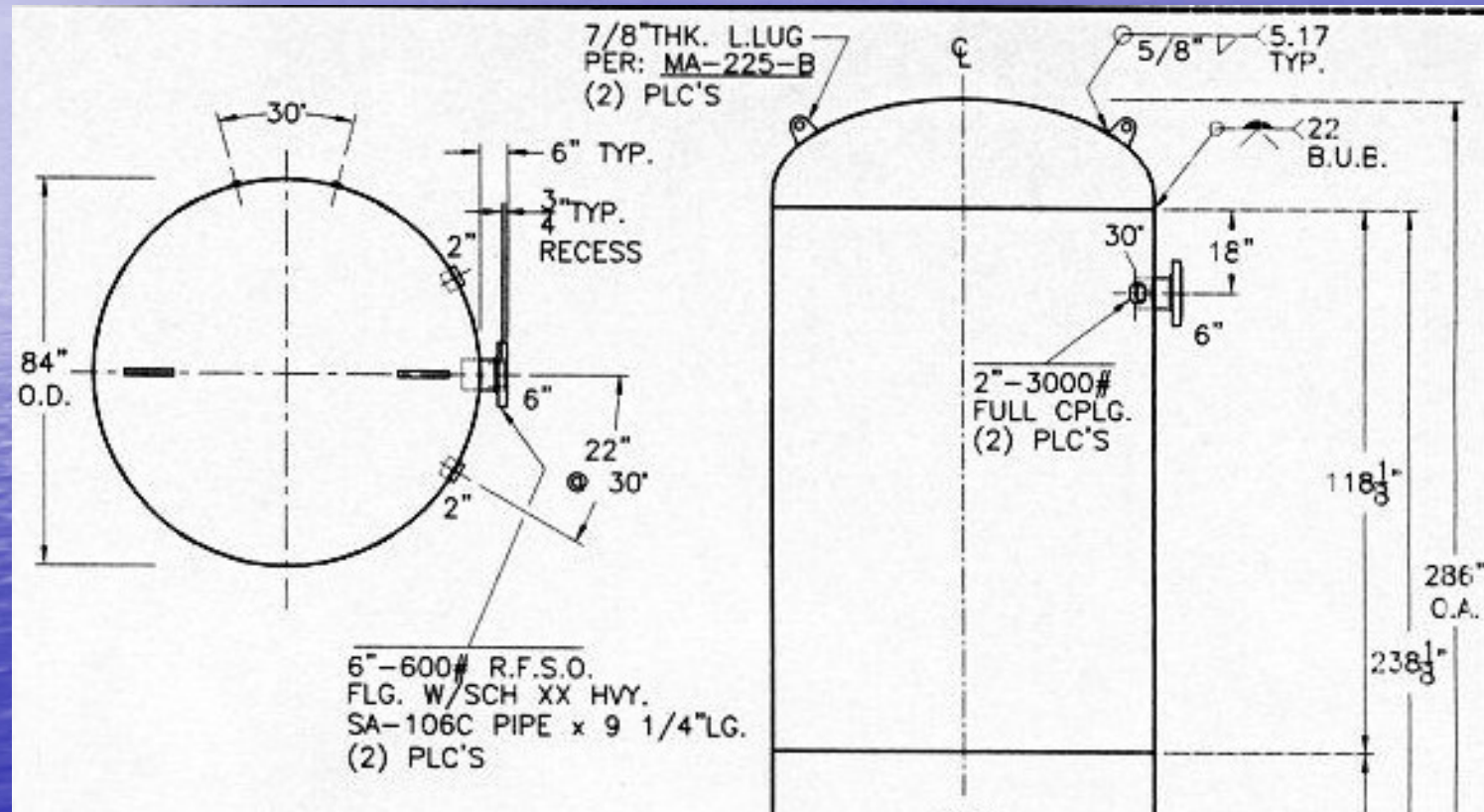


# Recipientes sometidos a PRESION INTERNA

- Son los mas utilizados.
- Forma **ESFERICA**: Gases y Liquidos Volátiles
- Forma **CILINDRICA**: resto de aplicaciones.

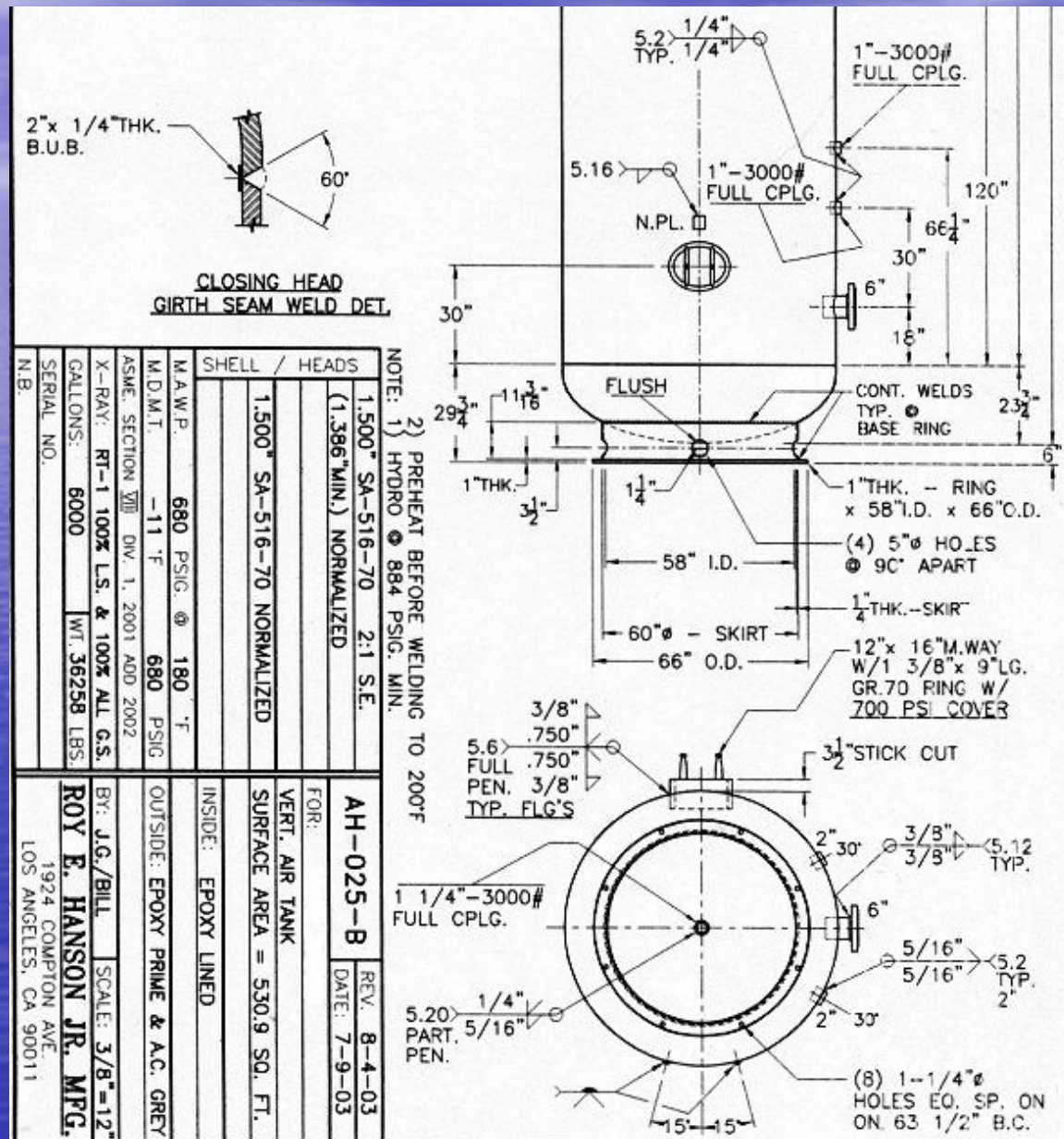


# Recipientes sometidos a PRESION INTERNA





# Recipientes sometidos a PRESION INTERNA



# Recipientes sometidos a PRESION INTERNA

NOTE: 2) PREHEAT BEFORE WELDING TO 200°F		1 1/2	FULL	5.2	PAGE	PER
NOTE: 1) HYDRO @ 884 PSIG. MIN.		AH-025-B		REV. 8-4-03		
HEADS	1.500" SA-516-70 2:1 S.E.			DATE: 7-9-03		
	(1.386"MIN.) NORMALIZED	FOR:				
SHELL	1.500" SA-516-70 NORMALIZED	VERT. AIR TANK				
		SURFACE AREA = 530.9 SQ. FT.				
		INSIDE: EPOXY LINED				
	M.A.W.P. 680 PSIG. @ 180 °F	OUTSIDE: EPOXY PRIME & A.C. GREY				
	M.D.M.T. -11 °F 680 PSIG	BY: J.G./BILL		SCALE: 3/8"=12"		
	ASME. SECTION VIII DIV. 1, 2001 ADD 2002					
	X-RAY: RT-1 100% LS. & 100% ALL G.S.					
	GALLONS: 6000 WT. 36258 LBS.					
	SERIAL NO.					
	N.B.					

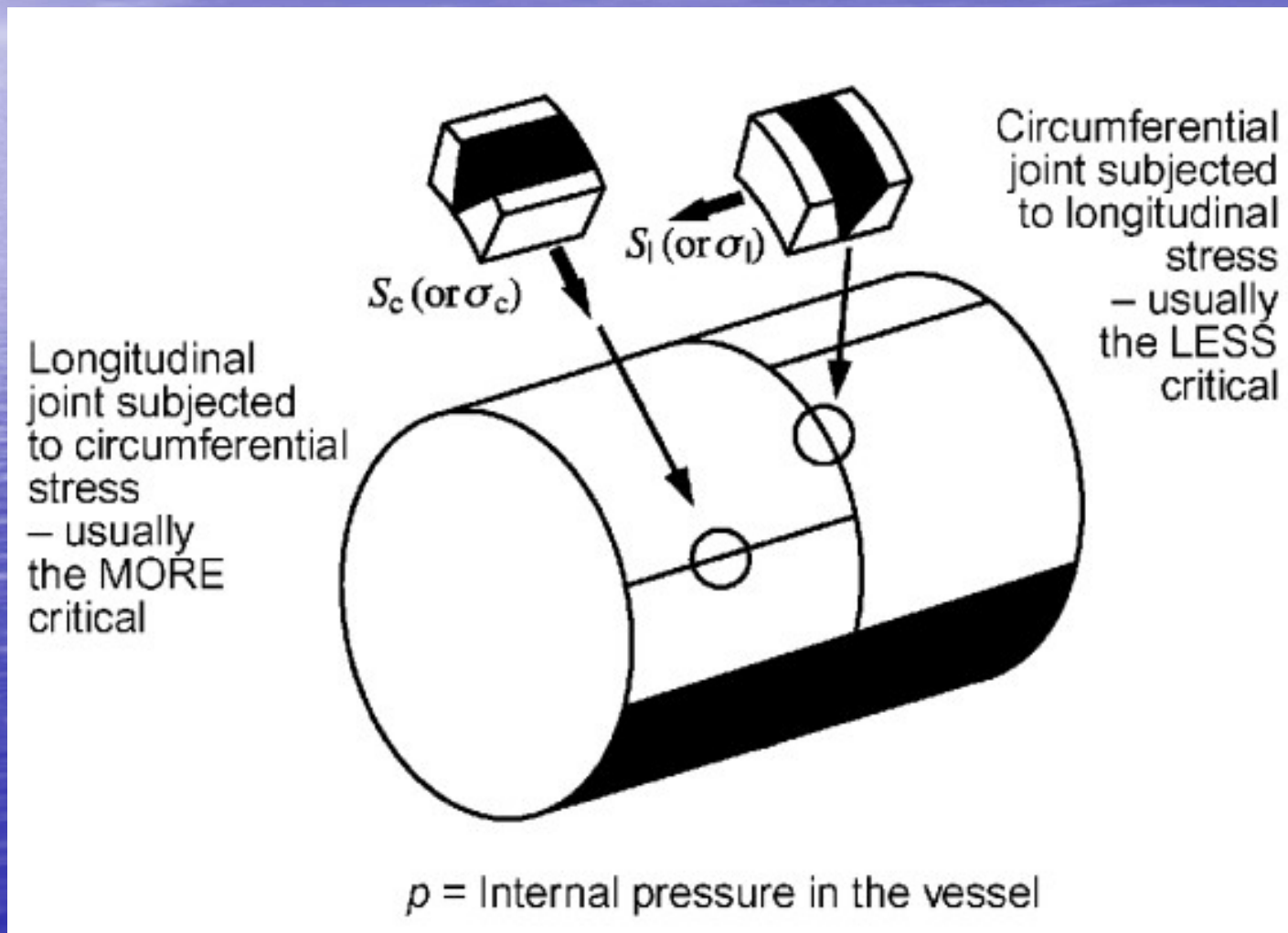




# ESFUERZOS SOPORTADOS POR UN RECIPIENTE

Si el espesor del recipiente es relativamente fino ( $e \leq 0,5 r$  para recipientes cilíndricos o  $e \leq 0,356 r$  para recipientes esféricos), la tensión circunferencial ( $\sigma_t$ ) y la tensión longitudinal ( $\sigma_l$ ) son prácticamente uniformes a través del espesor de la pared y son las únicas tensiones presentes, siendo la tensión radial ( $\sigma_r$ ) despreciable.

# ESFUERZOS SOPORTADOS POR UN RECIPIENTE





# Tensión Circunferencial ( $\sigma_t$ )

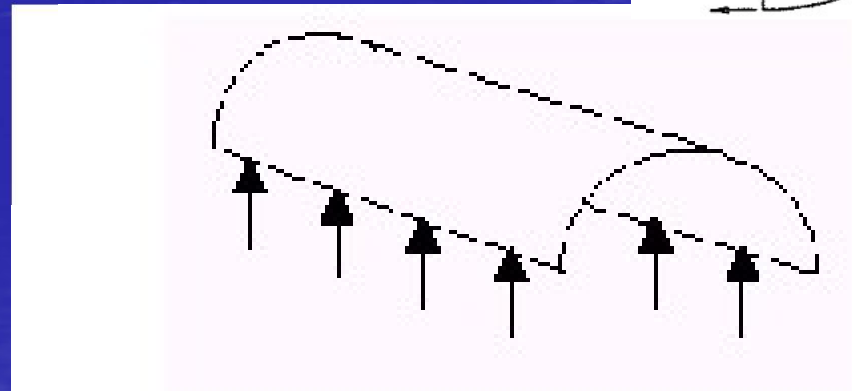
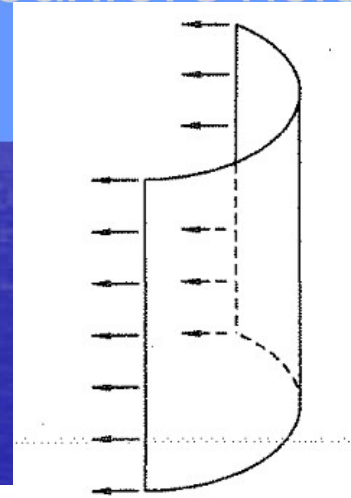
$p$  = presión interna

$P = p * d * l$  fuerza que tiende a la rotura circunferencial

$a = 2 * e * l$  área que resiste el esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{a} = \frac{p * d * l}{2 * e * l} = \frac{p * d}{2 * e}$$

$$e = \frac{p * d}{2 * \sigma}$$



# Tensión Longitudinal ( $\sigma_l$ )

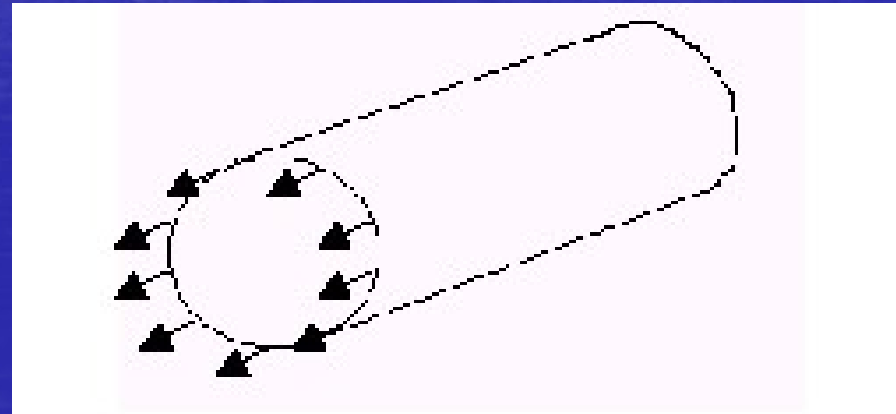
$p$  = presión interna

$P = \frac{p * \pi * d^2}{4}$  fuerza que tiende a la rotura longitudinal

$a = e * \pi * d$  área que resiste el esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{a} = \frac{p * d}{4 * e}$$

$$e = \frac{p * d}{4 * \sigma}$$





# Tensión Admisible del Material (S)

Es función de la temperatura de diseño, tipo de acero y tensión de fluencia y de rotura. Siempre caen dentro de la zona elástica.

<b>ALLOWABLE STRESS IN TENSION FOR CARBON AND LOW-ALLOY STEEL</b>						
<b>Spec No.</b>	<b>Grade</b>	<b>Nominal Composition</b>	<b>P-No.</b>	<b>Group No.</b>	<b>Min. Yield (ksi)</b>	<b>Min. Tensile (ksi)</b>
<b>Carbon Steel Plates and Sheets</b>						
SA-515	55	C-Si	1	1	30	55
	60	C-Si	1	1	32	60
	65	C-Si	1	1	35	65
	70	C-Si	1	2	38	70
<b>SA-516</b>						
	55	C-Si	1	1	30	55
	60	C-Mn-Si	1	1	32	60
	65	C-Mn-Si	1	1	35	65
	70	C-Mn-Si	1	2	38	70
<b>Plate - Low Alloy Steels</b>						
SA-387	2 Cl.1	1/2Cr-1/2Mo	3	1	33	55
	2 Cl.2	1/2Cr-1/2Mo	3	2	45	70
	12 Cl.1	1Cr-1/2Mo	4	1	33	55
	12 Cl.2	1Cr-1/2Mo	4	1	40	65
	11 Cl.1	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	1	35	60
	11 Cl.2	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	1	45	75
	22 Cl.1	2 1/4Cr-1Mo	5	1	30	60
	22 Cl.2	2 1/4Cr-1Mo	5	1	45	75

# Tensión Admisible del Material (S)

ALLOWABLE STRESS IN TENSION FOR CARBON AND LOW ALLOY STEEL												
Max Allowable Stress, ksi (Multiply by 1,000 to Obtain psi)												
for Metal Temperature, °F. Not Exceeding												
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	Spec No.
<b>Carbon Steel Plates and Sheets</b>												
13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	--	--	--	--	SA-515
15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	--	--	--	--	SA-515
16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	--	--	--	--	SA-515
17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	--	--	--	--	SA-515
<b>Plate-Low Alloy Steels (Cont'd)</b>												
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.3	9.2	5.9	--	--	--	--	SA-387
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	16.9	9.2	5.9	--	--	--	--	SA-387
13.8	13.8	13.8	13.8	13.4	12.9	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	SA-387
16.3	16.3	16.3	16.3	15.8	15.2	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	SA-387
15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	SA-387
18.8	18.8	18.8	18.8	18.3	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	SA-387
15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	2.4	1.4	SA-387
17.7	17.2	17.2	16.9	16.4	15.8	11.4	7.8	5.1	3.2	2.0	1.2	SA-387



# Factor de eficiencia de la junta (E)

## Factor de eficiencia de la junta (E)

- La eficiencia de la junta depende del tipo (diseño) de unión, y del grado de radiografiado.
- El diseño limita su uso en juntas de diferentes categorías

# Categorías de Juntas Soldadas

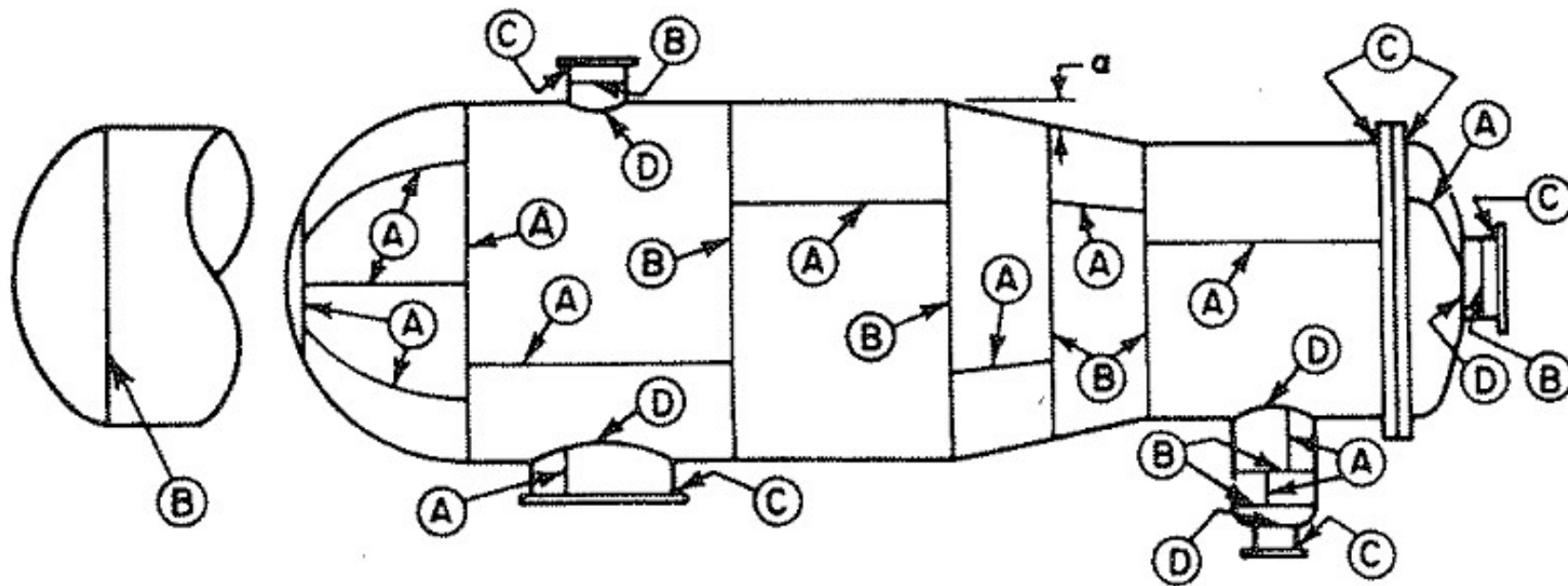


FIG. 1.1  
WELDED JOINT CATEGORIES (ASME VIII-1)



# Tipos de Juntas

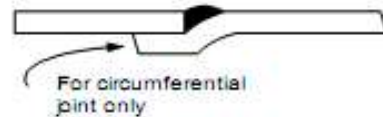


Butt joints as attained by double-welding or by other means which will obtain the same quality of deposited weld metal on the inside and outside weld surface.

Backing strip, if used, shall be removed after completion of weld.



Single-welded butt joint with backing strip which remains in place after welding.



Single-welded butt joint without backing strip.



Double-full fillet lap joint.



Single-full fillet lap joint with plug welds.



Single-full fillet lap joint without plug welds.

# Factor de eficiencia de la junta (E)

Joint Type	Acceptable Joint Categories	Degree of Radiographic Examination		
		Full	Spot	None
1	A, B, C, D	1.00	0.85	0.70
2	A, B, C, D (See ASME Code for limitations)	0.90	0.80	0.65
3	A, B, C	NA	NA	0.60
4	A, B, C (See ASME Code for limitations)	NA	NA	0.55
5	B, C (See ASME Code for limitations)	NA	NA	0.50
6	A, B, (See ASME Code for limitations)	NA	NA	0.45



Type No.	Joint Description	Limitations	Joint Category	Degree of Radiographic Examination		
				a Full <sup>2</sup>	b Spot <sup>3</sup>	c None
(1)	Butt joints as attained by double-welding or by other means which will obtain the same quality of deposited weld metal on the inside and outside weld surfaces to agree with the requirements of UW-35. Welds using metal backing strips which remain in place are excluded.	None	A, B, C & D	1.0	0.85	0.70
(2)	Single-welded butt joint with backing strip other than those included under (1)	(a) None except as shown in (b) below	A, B, C & D	0.90	0.80	0.65
		(b) Circumferential butt joints with one plate offset, see UW-13(c) and Fig. UW-13.1(k).	A, B & C	0.90	0.80	0.65
(3)	Single-welded butt joint without use of backing strip	Circumferential butt joints only, not over 5/8 in. thick and not over 24 in. outside diameter	A, B & C	NA	NA	0.60
(4)	Double full fillet lap joint	Longitudinal joints not over 3/8 in. thick	A	NA	NA	0.55
		Circumferential joints not over 5/8 in. thick	B & C <sup>6</sup>	NA	NA	0.55
(5)	Single full fillet lap joints with plug welds conforming to UW-17	(a) Circumferential joints <sup>4</sup> for attachment of heads not over 24 in. outside diameter to shells not over 1/2 in. thick	B	NA	NA	0.50
		(b) Circumferential joints for the attachment to shells of jackets not over 5/8 in. in nominal thickness where the distance from the center of	C	NA	NA	0.50

# Cálculo de Espesor de la Envolverte

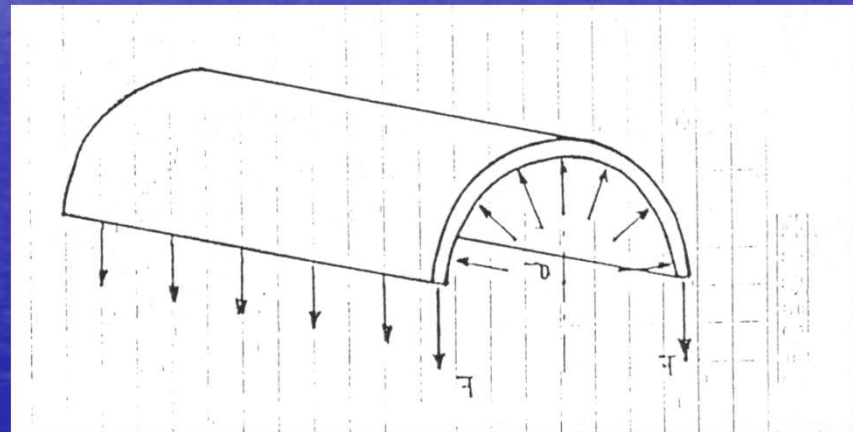
## ENVOLVENTE CILINDRICA

Siempre y cuando:

- $t < R/2$
- $P < 0.385 S.E.$

$$t = \frac{P * R}{S * E - 0.6 * P}$$

$$P = \frac{S * E * t}{R + 0.6 * t}$$



t: espesor mínimo requerido

P: presión de diseño (máxima admisible)

S: tensión máxima admisible

R: radio interior del recipiente

0,6 P: corrección por presión de cód. ASME

E: eficiencia de la junta



# Cálculo de Espesor de la Envolverte

## ENVOLVENTE ESFERICA

siempre y cuando

- el espesor sea menor a  $0.356R$ :  $t < 0.356R$
- la presión de diseño (en psi) sea menor a  $0,665 S.E.$ :  
 $P < 0,665 S.E$

$$t = \frac{P * R}{2 * S * E - 0.2 * P}$$

$$P = \frac{2 * S * E * t}{R + 0.2 * t}$$

# Cálculo del Espesor de los Cabezales

## *Cálculo del volumen*

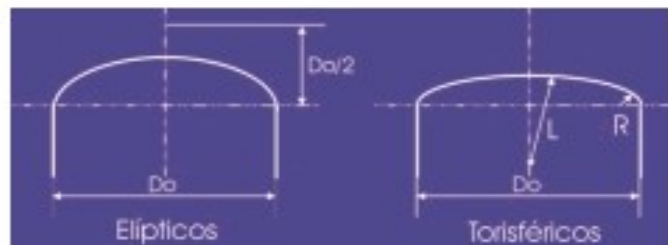
Una vez determinado el volumen de la porción cilíndrica del tanque y el espesor de la envolvente se procede al cálculo del cabezal.

Los volúmenes de las cabezas se calculan por separado y se suman a la porción cilíndrica. Esto se debe a que en el caso de recipientes verticales, el cabezal superior no soporta la carga del material y puede ser dimensionado independientemente.



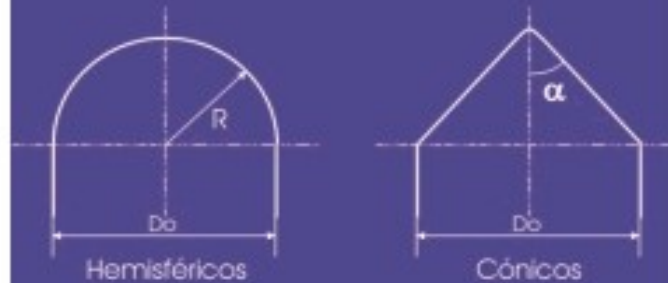
# Cálculo del Espesor de los Cabezales

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$



$$t = \frac{0.885PL}{SE - 0.1P}$$

$$t = \frac{PL}{2SE - 0.2P}$$



$$t = \frac{PD}{2 \cos \alpha (SE - 0.6P)}$$

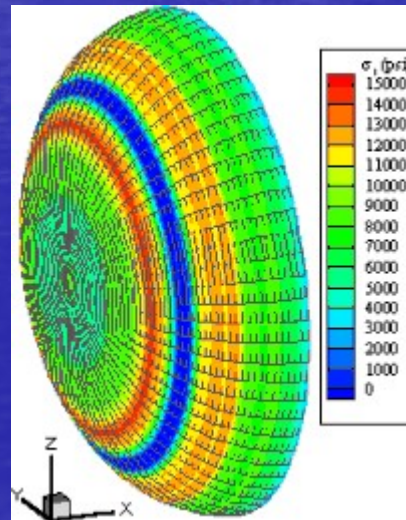
$$L = \frac{D}{2 \cos \alpha}$$



$$t = \alpha \sqrt{\frac{kP}{S}}$$

Con pestaña:  $k=0.3$   
Sin pestaña:  $k=0.5$

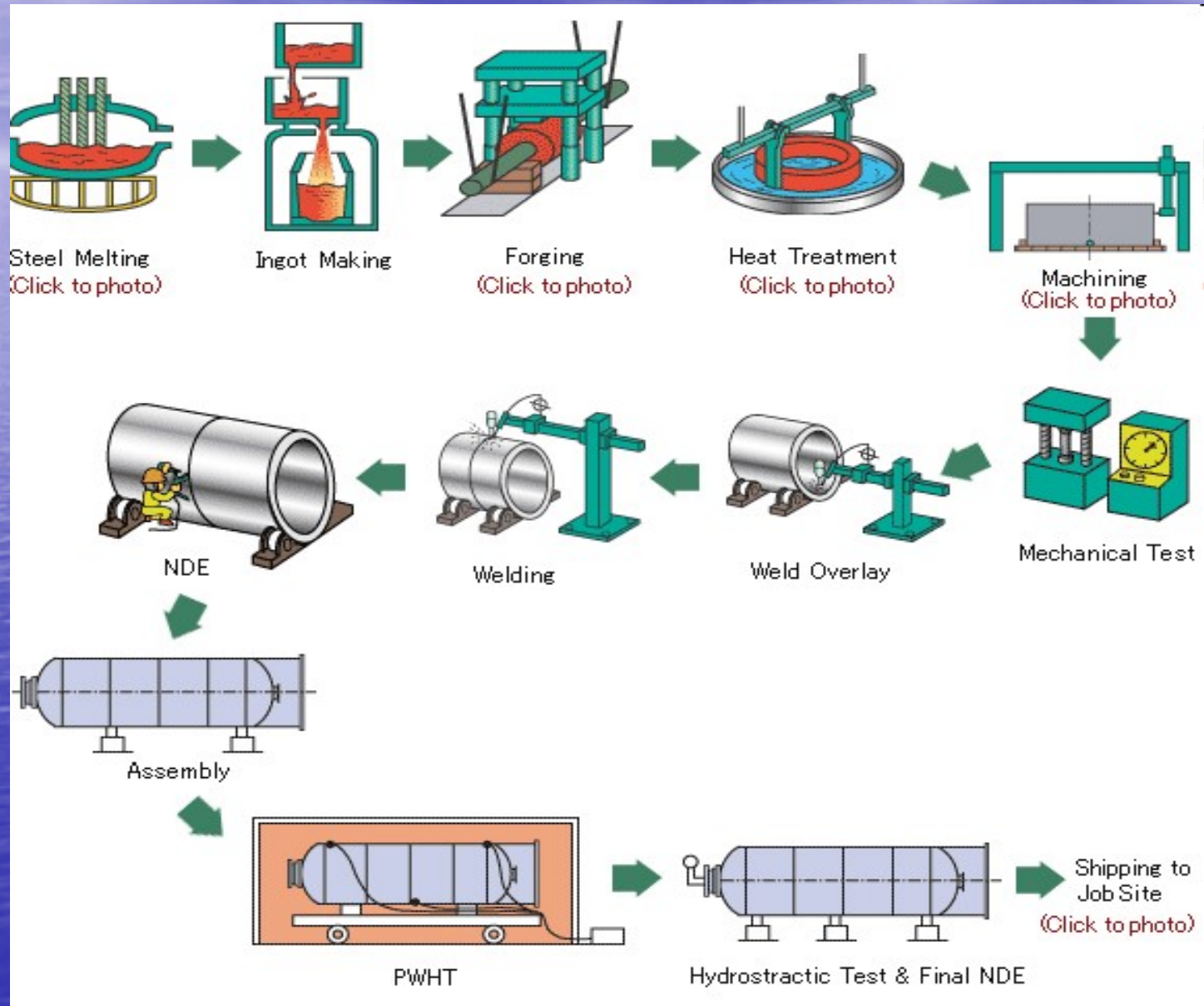
# Fabricación de los Cabezales







# Proceso de Fabricación





# Fabricación de Recipientes Sometidos a Presión

La fabricación comprende:

- Transporte
- Almacenamiento
- Corte de la chapa
- Golpe de prensa
- Curvado ó Rolado
- Punteado
- Soldadura
- Distensionado
- Test hidráulico
- Pintado (Opcional)



# Corte y Rolado de Chapa





# Rolado del Cuerpo Cilíndrico

















Post Weld Heat Treat of an entire pressure vessel using  
high velocity fuel fire burners and electric resistance  
booster heater. Pressure vessel 25' diameter x 1' W.T. x  
25' O.A.L. Material: Plain Carbon Steel  
Location: Central Tennessee





# Logística del Transporte



# Logística del Transporte





# Proceso de Transporte

