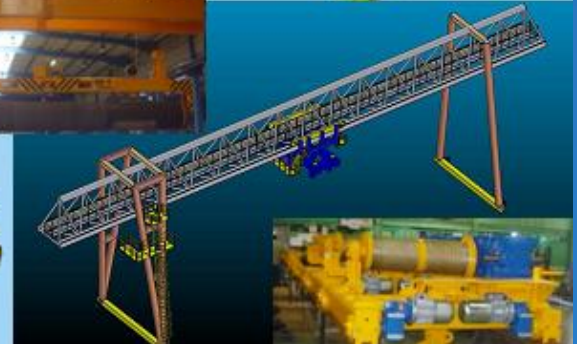
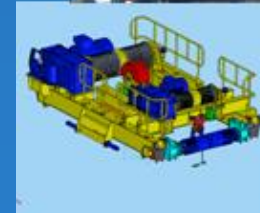
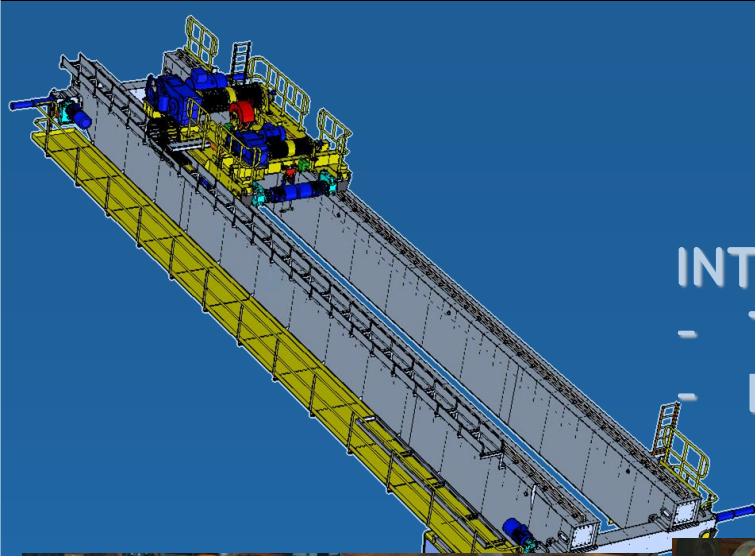
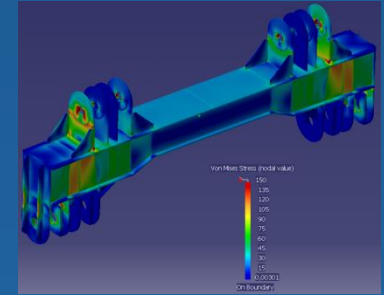




# INTRODUCCION GRUAS

- TIPOS DE GRUAS -
- PARTES CONSTITUTIVAS -



# ¿QUÉ ES UNA GRÚA?

La grúas son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales.



# TIPOS DE GRÚAS

## GRÚAS TORRE

SE CARACTERIZAN POR TENER UN BRAZO Y UNA TORRE  
GENERALMENTE EL BRAZO GIRA 360° CON RESPECTO AL EJE DE TORRE

### Tower Crane

Estas grúas se utilizan para la construcción de edificios  
Pueden mover cargas relativamente grandes con un gran radio de acción



### Telescopic Crane

Tiene una pequeña torre y un brazo telescópico. Generalmente estas grúas son móviles, están montadas en una espacie de camión.



### Level Luffing Crane

Es una grúa que tiene una torre que le permite girar 360°, el brazo es retráctil, lo cual permite que el gancho se mantenga siempre al mismo nivel.



## Jib Crane

Tiene un brazo que permite desplazar la carga de forma radial. Sobre el brazo lleva generalmente un aparejo con movimiento de traslación de carro y el de izaje de gancho.

El brazo puede estar sujeto por medio de un tubo (torre) en algunos casos este permite el giro de 360° o estar amurado directamente a la pared.

Una versión de esta Jib es la Wall Jib Crane, es un brazo que corre por una carrilera en una nave.



## Deck Crane

Generalmente están ubicadas dentro de los barcos, cuentan con una torreta y un brazo que se iza de forma hidráulica o por cables. Estas grúas permiten descargar o cargar el buque cuando en el puerto no operan grúas de puerto.



## GRÚAS PUENTE

SE CARACTERIZAN POR TENER UNA ESTRUCTURA PRINCIPAL TIPO PUENTE SOBRE LA CUAL SE DESPLAZA DE FORMA HORIZONTAL UN CARRO. ESTE PUENTE ESTA FORMADO POR 1, 2 O 4 VIGAS PRINCIPALES.

SE PUEDE DIVIDIR A SU VEZ POR EL TIPO DE APLICACIÓN A SABER: GRÚAS DE PUERTO Y GRÚAS DE PROCESO

## Grúas de Puerto

Ship to Shore Gantry Crane



Rubber Tire Gantry Crane



Rail Mounted Gantry Crane



Automated Stacking Crane

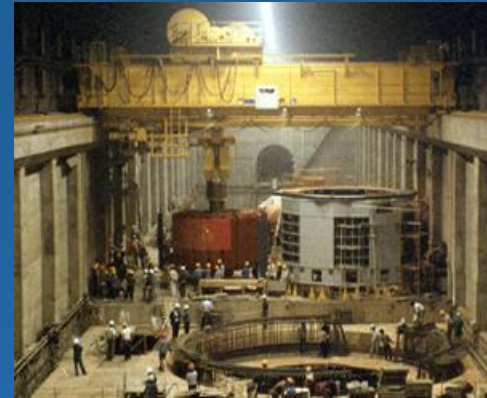


Straddle Carriers



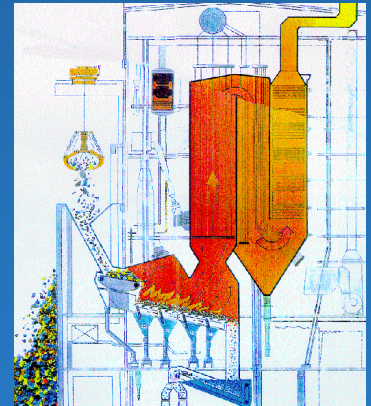
Industry Cranes

- Maintenance Cranes
- Workshop Cranes
- Auxiliary Hanling



Hydro Power Cranes

Waste Handling Cranes



Nuclear Power Cranes



NUCLEAR POLAR CRANE

# Steel Mill Cranes

Scrap Yard Cranes



Continuous Casting Plant

Slab Tong Crane



Billet Magnet Crane

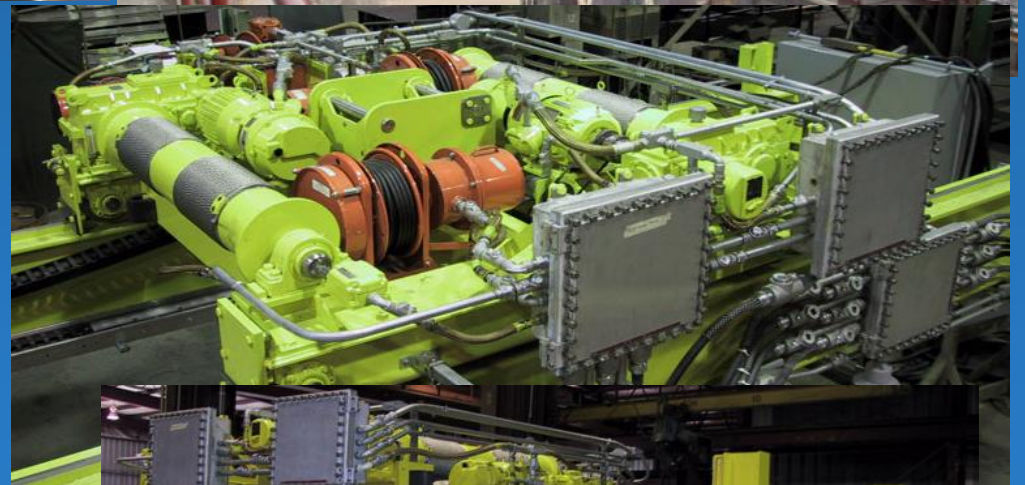
Steel Making Shop – Charging and Ladle



Coil Crane



# Petro-chemical Industry Cranes





- NORMAS -
- CLASIFICACION -
- PARTES CONSTITUTIVAS -



sheaves - Upper block and Bottom block



Laminated hooks



sheaves - Upper block and Bottom block



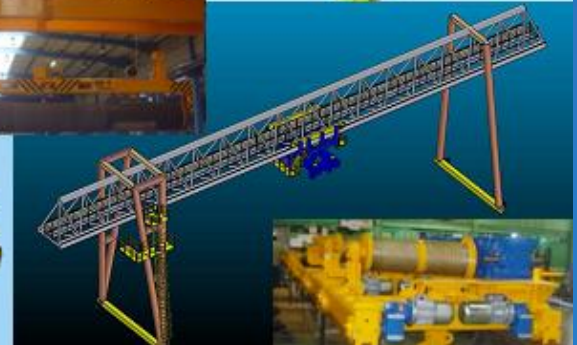
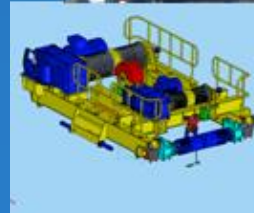
hoist drum and barrel couplings



wheel drive assemblies



DRIVES & STARTERS



# NORMAS DE DISEÑO DE PUENTES GRÚAS

*LAS NORMAS O ESTÁNDARES DE GRÚAS SON UN CONJUNTO DE REGLAS, LINEAMIENTOS Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS A SEGUIR EN EL DISEÑO DE LAS MISMAS.*

*OBJETIVOS:*

*ASEGURAR LA CONFIABILIDAD DE ESTRUCTURAS Y MECANISMOS.*

*UNIFICAR CRITERIOS DE DISEÑO, CALIDAD Y DESEMPEÑO.*

**CMAA** (EEUU)



**AISE** (EEUU)



**ASME** (EEUU)



**CSA** (Canadá)



**FEM** (Comunidad Europea)



European Federation of Materials Handling

**DIN** (Alemania)



**ISO** (Internacional)



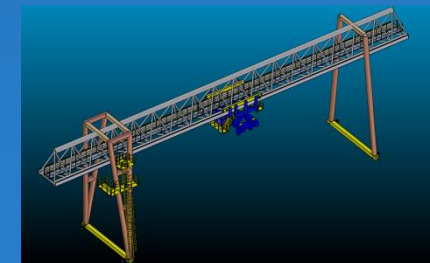
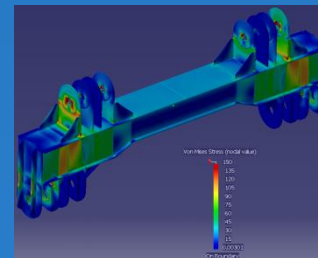
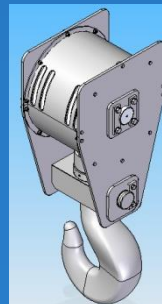
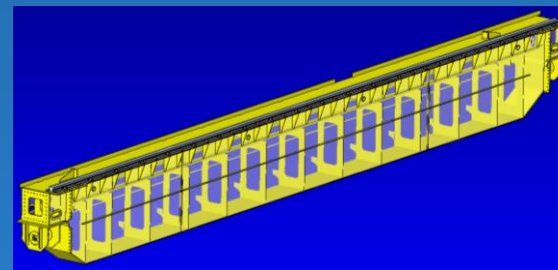
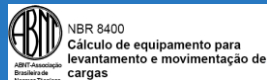
**BS** (Reino Unido)



**JIS** (Japón)



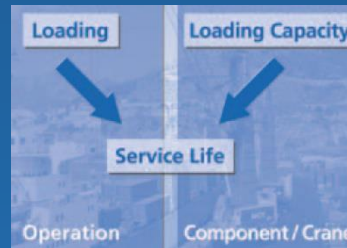
**NBR-8400** (Brasil)



# Conceptos generales

El criterio de clasificación varía levemente entre las distintas normas y podemos decir que en líneas generales depende de:

- *Espectro de carga*
- *Frecuencia de funcionamiento*
- *Condiciones de operación*



– *Condiciones de operación:*

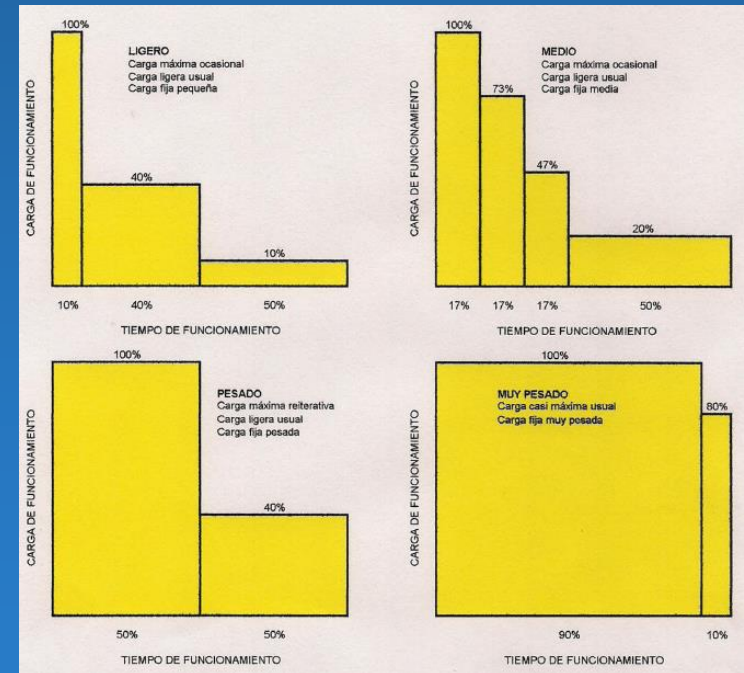
Se debe tener en cuenta si la grúa va a operar en condiciones ambientales adversas:

- TEMPERATURAS EXTREMAS.*
- POLVO EXCESIVO.*
- HUMEDAD.*
- HUMOS CORROSIVOS*

## Espectro de carga



Load on ropes [t]	Container discharging crane	Crane fitted with grab
	No. of cycles	
10	0	0
12	0	0
14	15	0
16	181	0
18	63	35
20	30	0
22	43	0
24	45	0
26	42	0
28	37	0
30	45	0
32	64	0
34	86	3
36	138	7
38	101	13
40	57	30
42	37	40
44	12	87
46	3	170
48	1	315
50	0	300



# Clasificación CMAA

## Espectro de Carga

Factor de carga efectiva media (k)

$$k = \sqrt[3]{(W_1)^3 P_1 + (W_2)^3 P_2 + (W_3)^3 P_3 + \dots + (W_n)^3 P_n}$$

Clases de carga (L)

- L1 : Grúas que levantan excepcionalmente la carga nominal y normalmente cargas muy pequeñas.
- L2 : Grúas que levantan raramente la carga nominal y normalmente cargas cercanas a 1/3 de la nominal.
- L3 : Grúas que levantan raramente la carga nominal y normalmente cargas entre 1/3 y 1/2 de la nominal.
- L4 : Grúas que levantan regularmente cargas cercanas a la nominal.

W = Magnitud de carga

Expresada como una relación entre la carga elevada y la capacidad nominal de la grúa. Se debe incluir en el cálculo la operación de la grúa sin carga.

P = Probabilidad de carga

Expresada como una relación entre la cantidad de ciclos bajo determinada magnitud de carga y la cantidad de ciclos totales.

## Número de Ciclos

- N1 : 20.000 a 100.000 ciclos
- N2 : 100.000 a 500.000 ciclos
- N3 : 500.000 a 2.000.0000 ciclos
- N4 : mayor a 2.000.000 ciclos

## Clasificación

**Clase A:** (en modo de espera o servicio infrecuente)

**Clase B:** (Servicio Liviano)

**Clase C:** (Servicio Moderado)

**Clase D:** (Servicio Pesado)

**Clase E:** (Servicio Intenso)

**Clase F:** (Servicio Intenso Continuo)

Clase de carga	Ciclo de carga N				k = Factor de carga efectiva media
	20.000 a 100.000 de carga	100.000 a 500.000 de carga	500.000 a 2.000.000 de carga	Mas de 2.000.000 de ciclos de carga	
L1	A	B	C	D	0.35 - 0.53
L2	B	C	D	E	0.531 - 0.67
L3	C	D	E	F	0.671 - 0.85
L4	D	E	F	F	0.851 - 1.00
	Uso irregular u ocasional seguido de largo periodos de inactividad	Uso regular en operación intermitente	Uso regular en operación continua	Uso regular en operación continua bajo condiciones severas	

# Clasificación FEM

## La grúa como conjunto (A1 – A8)

El conjunto grúa se clasifica en ocho grupos, designados con los símbolos A1, A2, ..., A8 respectivamente basados en diez **clases de utilización** y cuatro **espectros de carga**

### Clase de utilización (U0 – U9)

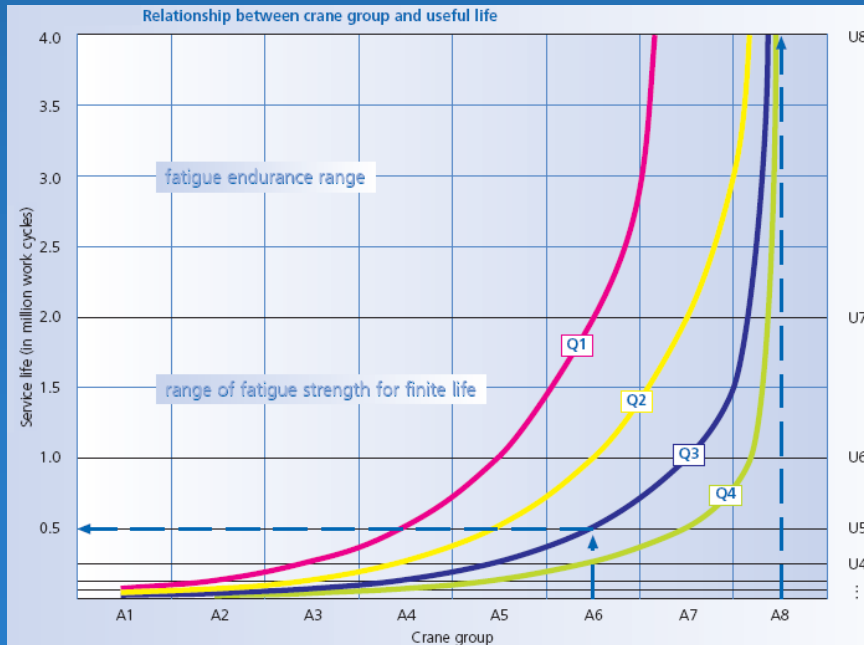
Símbolo	Duración total de uso		
	Número máximo de ciclos de izaje ( $n_{max}$ )		
U0		$n_{max}$	$\leq$ 16.000
U1	16.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 32.000
U2	32.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 63.000
U3	63.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 125.000
U4	125.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 250.000
U5	250.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 500.000
U6	500.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 1.000.000
U7	1.000.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 2.000.000
U8	2.000.000	<	$n_{max}$ $\leq$ 4.000.000
U9	4.000.000	<	$n_{max}$

### Espectro de carga (Q1 – Q4)

$$k_p = (W_1)^3 P_1 + (W_2)^3 P_2 + (W_3)^3 P_3 + \dots + (W_n)^3 P_n$$

Símbolo	Factor de distribución. ( $k_p$ )			
Q1			$k_p$	$\leq$ 0.125
Q2	0.125	<	$k_p$	$\leq$ 0.250
Q3	0.250	<	$k_p$	$\leq$ 0.500
Q4	0.500	<	$k_p$	$\leq$ 1.000

## Clasificación



Espectro de carga	Clase de utilización									
	U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
Q1	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q4	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

**W: Magnitud de carga;** expresada como una relación entre la carga elevada y la capacidad nominal de la grúa. Se debe incluir en el cálculo la operación de la grúa sin carga.

**P: Probabilidad de carga;** expresada como una relación entre la cantidad de ciclos bajo determinada magnitud de carga y la cantidad de ciclos totales.

# Clasificación FEM

## Los componentes estructurales y mecánicos (E1 – E8)

Los componentes estructurales y mecánicos se clasifican en ocho grupos, designados con los símbolos E1, E2,..., E8 respectivamente basados en once **clases de utilización** y cuatro **clases de espectros de tensión**.

### Clase de utilización (B0 – B10)

Símbolo	Duración total de uso Número de ciclos de tensión. (n)			
B0		n	∞	16.000
B1	16.000	<	n	∞
B2	32.000	<	n	∞
B3	63.000	<	n	∞
B4	125.000	<	n	∞
B5	250.000	<	n	∞
B6	500.000	<	n	∞
B7	1.000.000	<	n	∞
B8	2.000.000	<	n	∞
B9	4.000.000	<	n	∞
B10	8.000.000	<	n	∞

### Espectro de Tensión (P1 – P4)

ksp = Factor de distribución de tensión

$$k_{sp} = \left( \frac{\sigma_1}{\sigma_{max}} \right)^c \left( \frac{n_1}{n} \right) + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_{max}} \right)^c \left( \frac{n_2}{n} \right) + \left( \frac{\sigma_3}{\sigma_{max}} \right)^c \left( \frac{n_3}{n} \right) + \dots + \left( \frac{\sigma_n}{\sigma_{max}} \right)^c \left( \frac{n_n}{n} \right)$$

- $\sigma_{max}$  : Tensión máxima que estará sometido el componente durante todo su funcionamiento.
- $\sigma_n$  : Tensión que estará sometido el componente durante una determinada cantidad de ciclos
- $\frac{n_n}{n}$  : Relación entre la cantidad de ciclos bajo determinada magnitud de tensión y la cantidad de ciclos totales.

C = es un exponente que depende de las propiedades del material considerado, la forma y el tamaño del componente en cuestión, su terminación superficial y su grado de corrosión. (Ver booklet 4 – FEM 1.001). Su calculo es complejo y escapa al alcance de este escrito. Solo remarcaremos que un valor de C menor a 2.5 indica un diseño defectuoso del componente.

Símbolo	Factor de distribución. (ksp)			
P1		ksp	≤	0.125
P2	0.125	<	ksp	≤
P3	0.250	<	ksp	≤
P4	0.500	<	ksp	≤

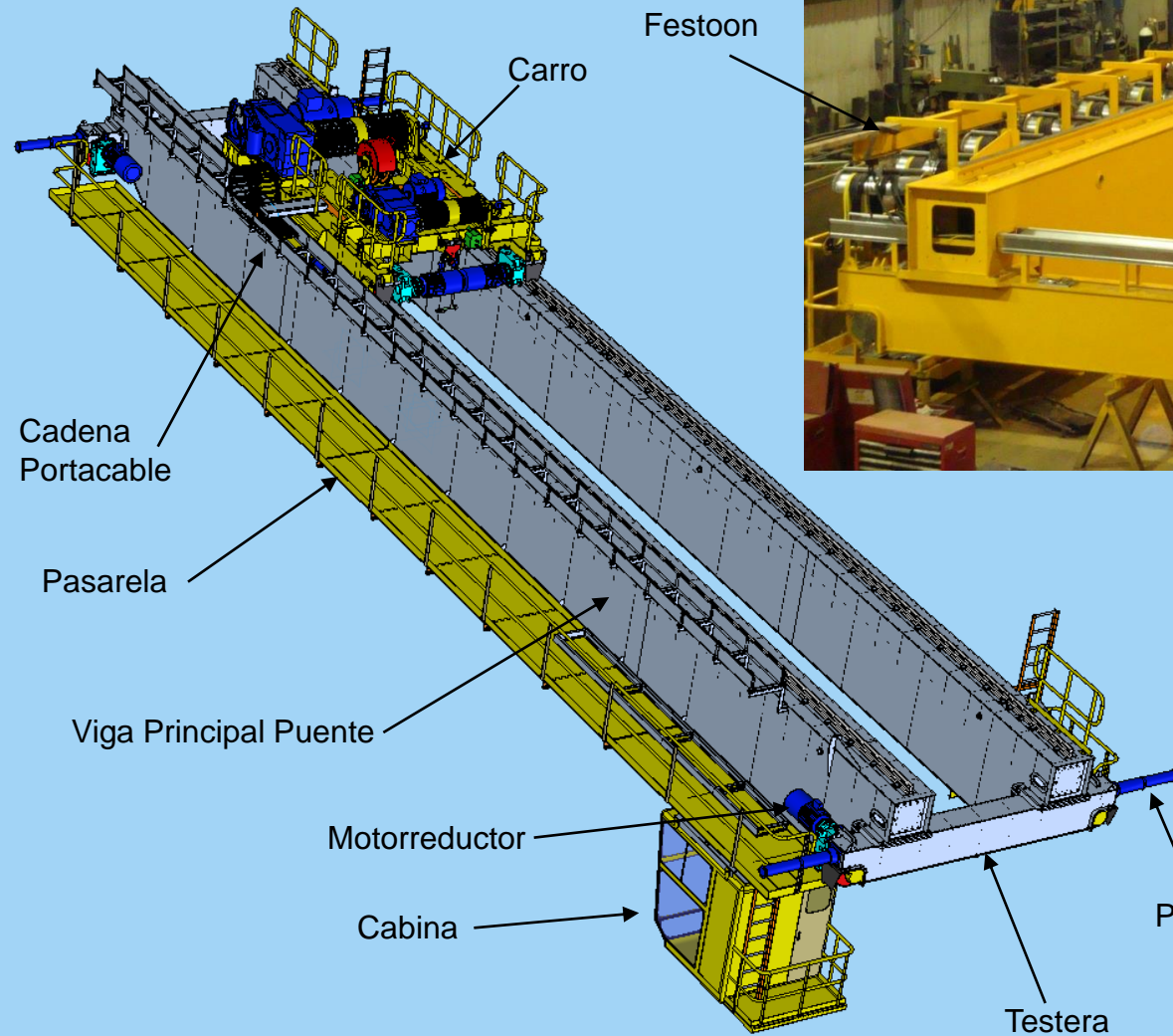
## Clasificación

Clase de espectro de tensión	Clase de utilización									
	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
P1	E1	E1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
P2	E1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E8
P3	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E8	E8
P4	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E8	E8	E8

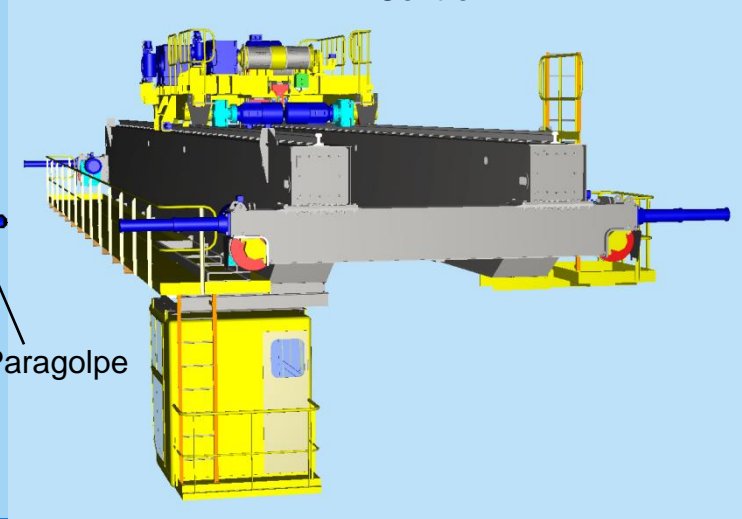
Class			
CMAA	DIN	FEM	AISE
A	1Dm	M1	I
	1Cm	M2	
	1Bm	M3	
B	1Am	M4	II
C	2m	M5	
D	3m	M6	III
E	4m	M7	
F	5m	M8	
			IV

# Overhead Cranes

# Top Running, Double Girder



Tableros de Control



Paragolpe

# ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS EN GRÚAS VERIFICACIONES EN ESTRUCTURAS

## TENSIONES ADMISIBLES

FEM 1.001

	Case I	Case II	Case III
Values of $v_E$	1,5	1,33	1,1
Permissible stresses $\sigma_a$	$\sigma_E/1,5$	$\sigma_E/1,3$	$\sigma_E/1,1$

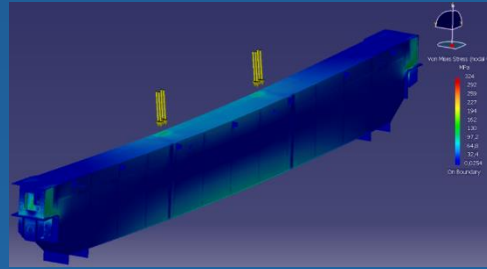
LOAD COMBINATION	ALLOWABLE COMPRESSION STRESS*	ALLOWABLE TENSION STRESS	ALLOWABLE SHEAR STRESS*	ALLOWABLE BEARING STRESS
	$\sigma_{CALL}$	$\sigma_{TALL}$	$\tau_{ALL}$	$\sigma_{BrgALL}$
Case 1	$0.60\sigma_{yp}$	$0.60\sigma_{yp}$	$0.36\sigma_{yp}$	$0.80\sigma_{yp}$
Case 2	$0.66\sigma_{yp}$	$0.66\sigma_{yp}$	$0.40\sigma_{yp}$	$0.90\sigma_{yp}$
Case 3	$0.75\sigma_{yp}$	$0.75\sigma_{yp}$	$0.45\sigma_{yp}$	$1.00\sigma_{yp}$

CASO I : USO REGULAR SIN VIENTO

CASO II : USO REGULAR CON VIENTO

CASO III : FUERA DE SERVICIO – CARGAS EXCEPCIONALES

## TENSIONES MAXIMAS



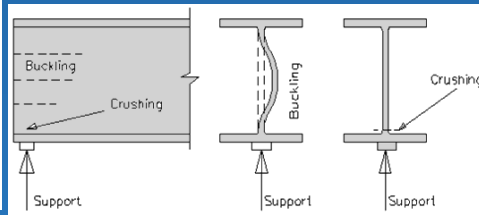
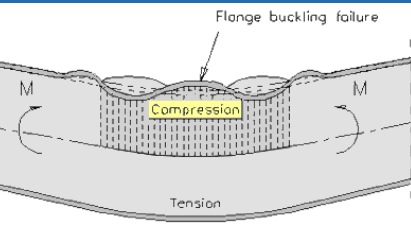
## DEFORMACIONES

CMAA70 L/888

AISE 6 L/1000

## PANDEO

Pandeo Localizado – Platabanda Superior - Alma



Pandeo de Vigas sometidas a compresión y flexión

$$\frac{F}{S} + \frac{M_f \cdot v}{I} \leq \sigma_a$$

$$\frac{\omega F}{S} + 0,9 \frac{M_f \cdot v}{I} \leq \sigma_a$$

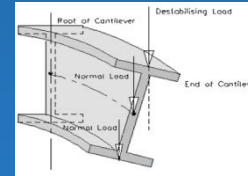


Tabela 41 - Fator de multiplicação para determinação do comprimento de flambagem

Tipo de fixação (a forma flambada é mostrada pela linha tracejada)	1	2	3	4	5	6
Valor teórico de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valor de projeto de K	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0

Loading	Buckling Stress	Range of Application	Buckling Coefficient
Compressive stresses, varying as a straight line. $0 \leq \psi \leq 1$	$\sigma_k = K_\psi \sigma_a$	$\alpha \geq 1$ $\alpha < 1$	$K_\psi = \frac{3.4}{\psi + 1.1}$ $K_\psi = \left[ \alpha + \frac{1}{\alpha} \right] \left[ \frac{2.1}{\psi + 1.1} \right]$
Compressive and tensile stresses, varying as a straight line and with the compression predominating. $-1 < \psi < 0$	$\sigma_k = K_\psi \sigma_a$		$K_\psi = [(1 + \psi)K'] - (\psi K') + [10\psi(1 + \psi)]$ wherein $K'$ is the buckling coefficient for $\psi = 0$ (case 1) and $K'$ is the buckling coefficient for $\psi = -1$ (case 3).
Compressive and tensile stresses, varying as a straight line, with equal edge values, $\psi = -1$ or with predominantly tensile stresses. $\psi < -1$	$\sigma_k = K_\psi \sigma_a$	$\alpha \geq \frac{3}{2}$ $\alpha < \frac{3}{2}$	$K_\psi = 23.9$ $K_\psi = 15.87 + \frac{1.87}{\alpha^2} + 8.6\alpha^2$
Uniformly distributed shear stresses. $\psi = 1$	$\tau_k = K_\psi \sigma_a$	$\alpha \geq 1$ $\alpha < 1$	$K_\psi = 5.34 + \frac{4.00}{\alpha^2} - \frac{5.34}{\alpha}$

Se deberá analizar el paño en estudio

Si de cálculo se encuentra que el paño falla por pandeo se deberá modificar los parámetros como ser:

Disminuir distancias de refuerzos transversales – aumentar cantidad de refuerzos longitudinales

Espesor de placa

Tensión de Euler

Tensión Crítica de Pandeo

$$\sigma_k = K_\psi \sigma_a \text{ compresión}$$

Tensión Crítica de Comparación

$$\sigma_{1k} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}}{\left[ \frac{1 + \psi}{4} \right] \left[ \frac{\sigma}{\sigma_k} \right] + \sqrt{\left[ \frac{3 - \psi}{4} \frac{\sigma}{\sigma_k} \right]^2 + \left[ \frac{\tau}{\tau_k} \right]^2}}$$

LOAD COMBINATION	DESIGN FACTOR DFB
Case 1	$1.7 + 0.175 (\psi - 1)$
Case 2	$1.5 + 0.125 (\psi - 1)$
Case 3	$1.35 + 0.05 (\psi - 1)$

$$\sigma = \frac{\pi^2 E}{\left[ \frac{L}{t} \right]^2}$$

$$\sigma = \sigma_{1k} > DFB$$

# RESONANCIA - VIBRACIONES

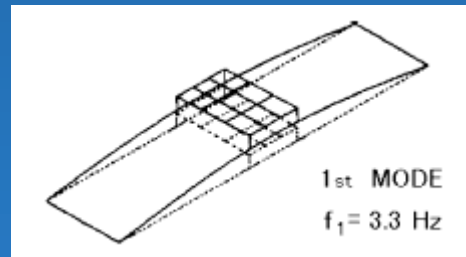
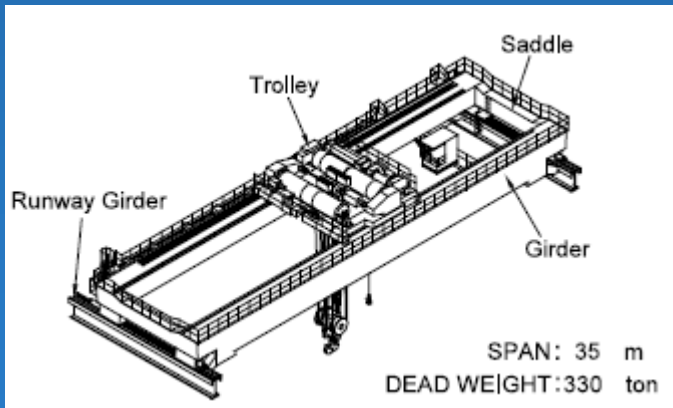
Frecuencias Natural de las vigas deberán chequearse para que las mismas se encuentren alejadas de los valores de resonancia

## REDUCTION FACTORS

Type of crane	Natural frequency of crane beams, Hz (vertical plane)	Reduction factor ( $K_F$ )
Double girder Cranes only	$> 5.0$	1.0
Single girder and Double girder cranes	$> 3.2 \leq 5.0$	0.83
Single girder and Double girder cranes	$\leq 3.2$	0.66

## Frecuencia natural en dirección lateral

The vibration frequency of the crane structure, in any horizontal direction, shall be not less than 2.4 Hz. The vibration frequency shall be calculated using the higher of the lateral deflection values calculated according to AS 1418.1

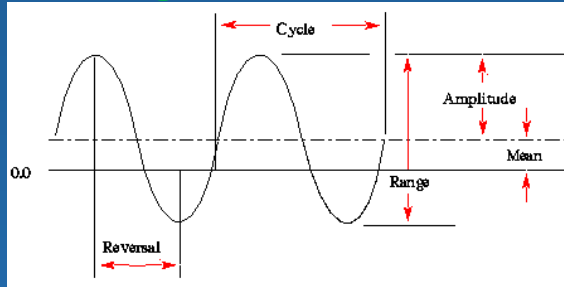


# FATIGA

Proceso de surgimiento y desarrollo de grietas en el material originado por las cargas cíclicas

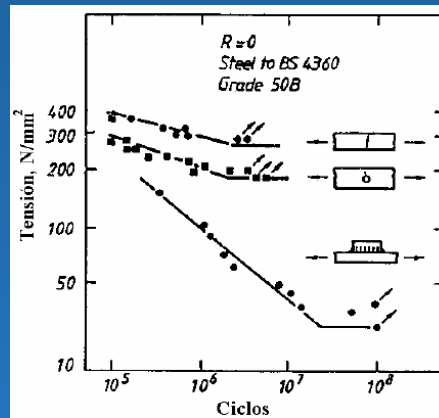
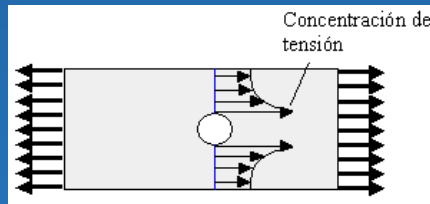
## FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL FENÓMENO DE FATIGA

### Cargas Variable - Cíclicas

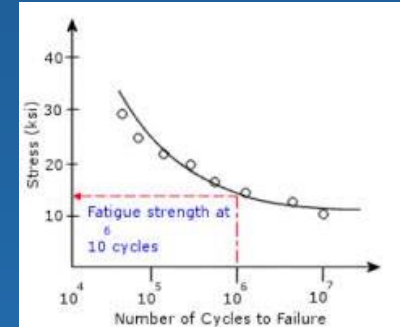


Tensión máxima =  $\sigma_{max}$   
 Tensión mínima =  $\sigma_{min}$   
 Rango de tensiones  $\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$   
 Razón de tensiones (stress Ratio)  $R = \sigma_{min} / \sigma_{max}$   
 Razón de amplitud  $A = \sigma_{amp} / \sigma_{mean}$

### Concentradores de Tensiones

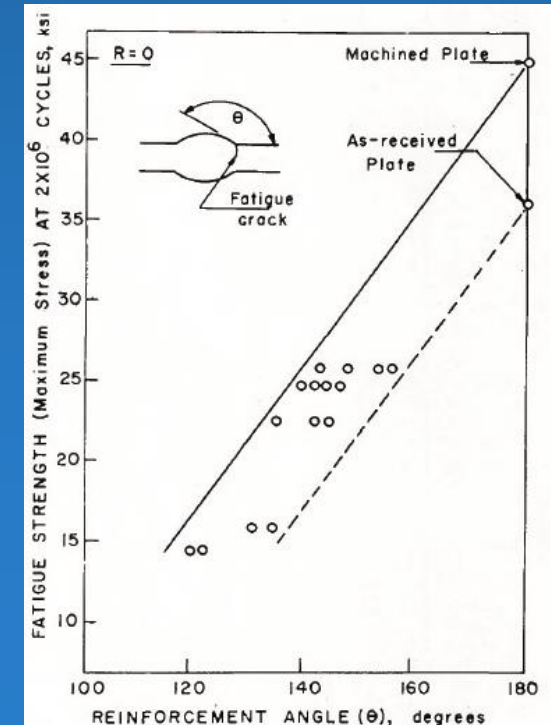
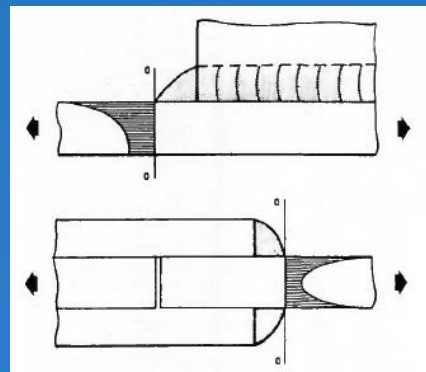
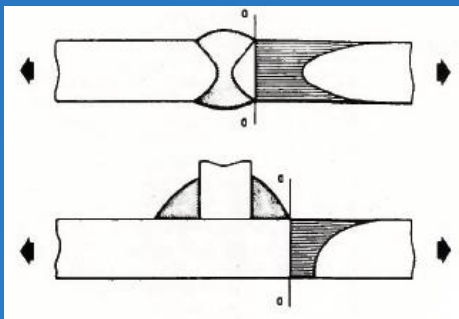


### Curvas de Wohler



Generalmente estos concentradores de tensiones se encuentran en las uniones soldadas

### Irregularidades «Superficiales» – Cambios Bruscos de Forma



# Cordón de Soldadura – Doble Filete

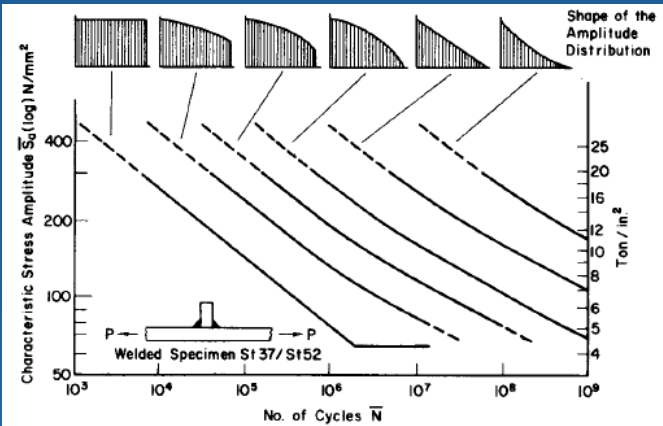


FIG. 6—Effect of shape of amplitude distribution on cycles to failure [6]

## Discontinuidades «Internas»

Porosidades

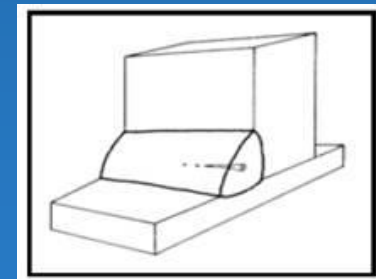
Presencia de poros



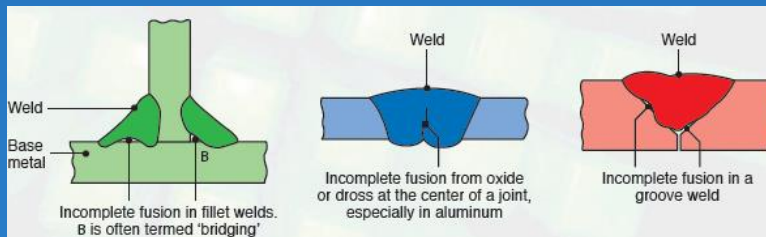
Los poros son formados durante la contracción del metal en el proceso de soldadura o mediante la liberación de gases como hidrógeno y nitrógeno

Inclusiones de escorias

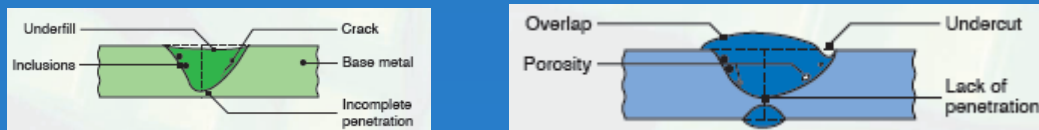
Las inclusiones de escoria son los defectos encontrados con más frecuencia y son causadas principalmente por la mala limpieza de la soldadura entre sucesivos pases



Falta de fusión



Falta de penetración

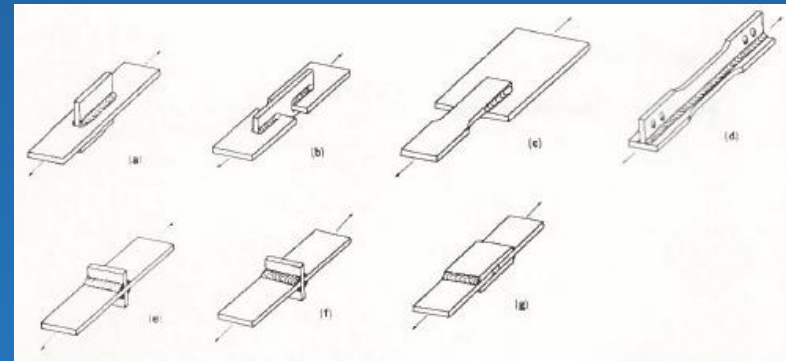
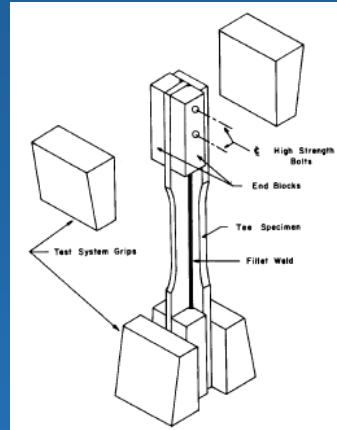


# Determinación Experimental Valores de Rotura por Fatiga

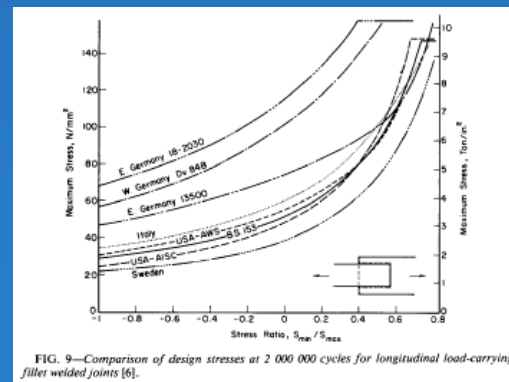
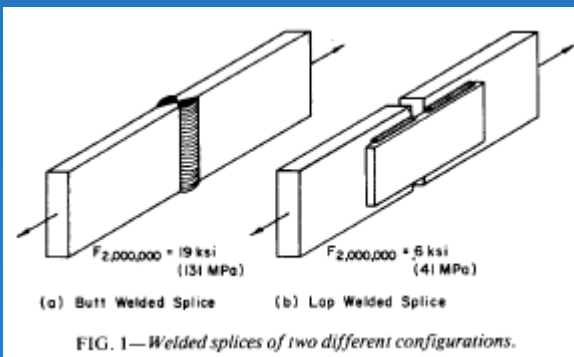
## Maquina de Ensayo

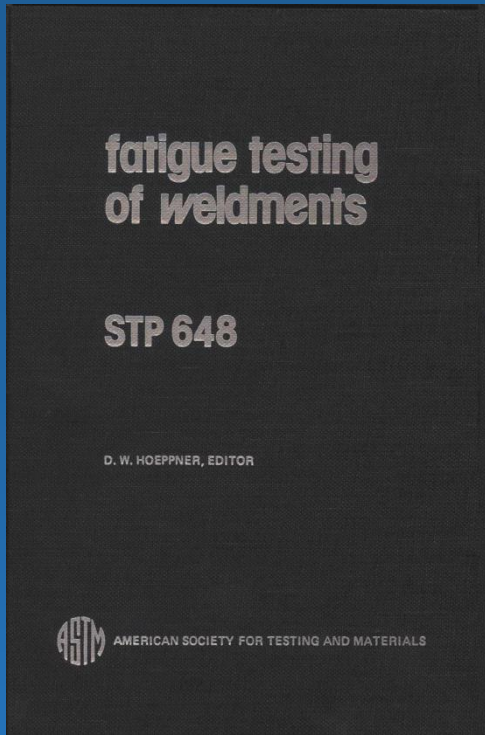


## Probetas ensayadas por los laboratorios

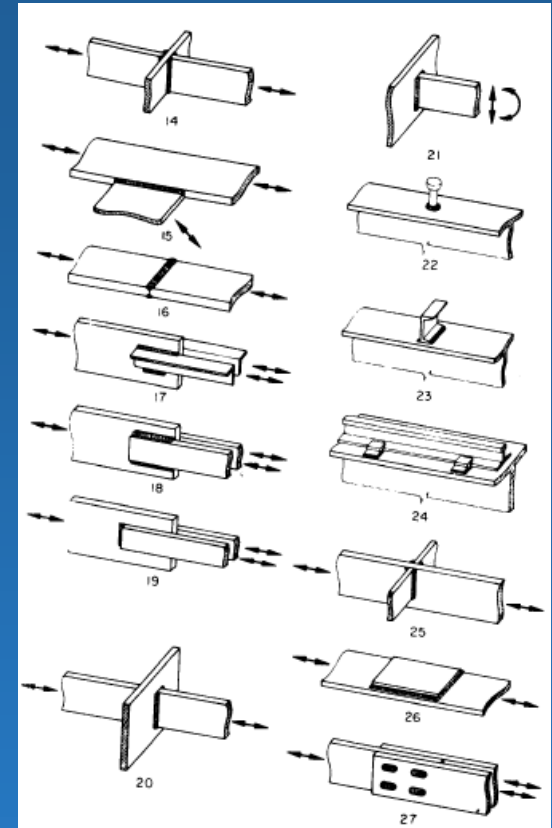
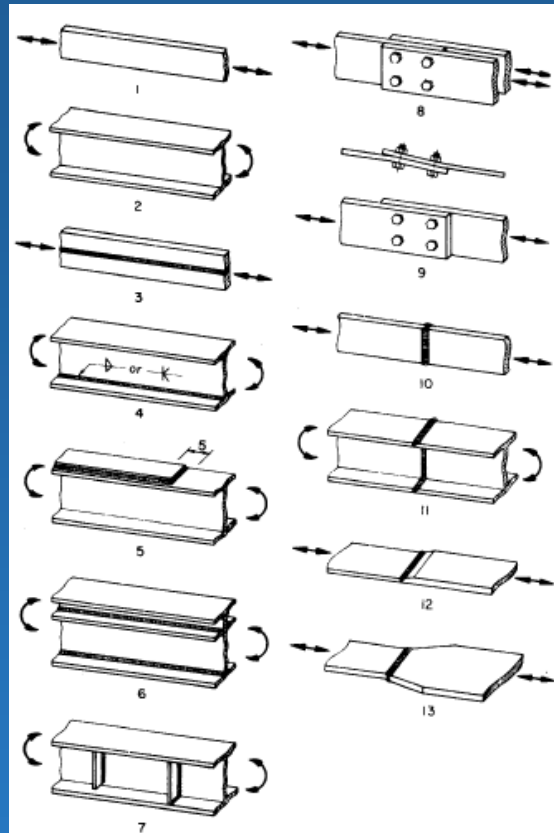


## Diferencias de resultados entre laboratorios





## Diseño estructural - Categorías de unión



## Rango de Tensiones Admisibles Propuestos

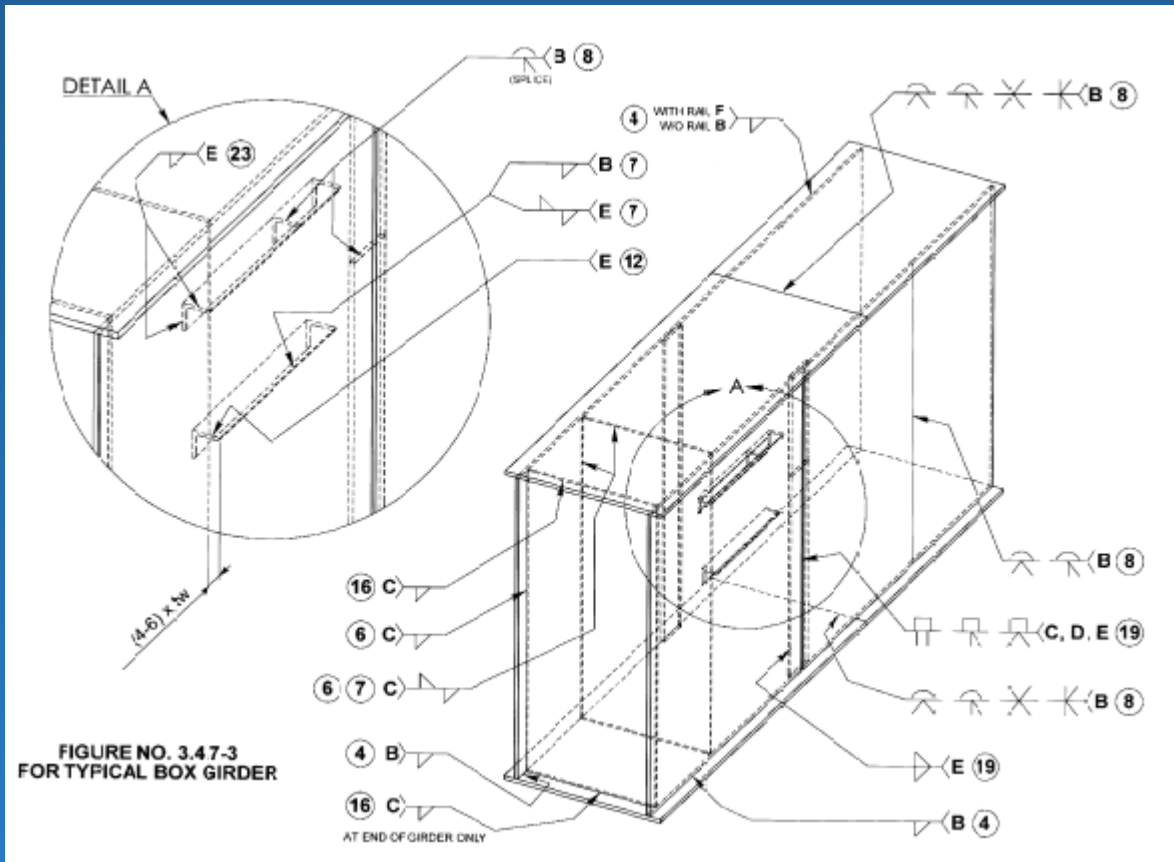
TABLE 3—Basic fatigue stress range, for details in Fig. 10 (constant cycle - 0.95 reliability).

Detail <sup>a</sup> (See Fig. 10)	Stress Range, MPa (ksi), for n cycles			
	n = 100 000 S <sub>n</sub>	n = 500 000 S <sub>n</sub>	n = 2 000 000 S <sub>n</sub>	n = 10 000 000 S <sub>n</sub>
1	236(34.2)	200(29.0)	174(25.2)	148(21.4)
2	228(33.0)	178(25.8)	143(20.8)	112(16.2)
3	203(29.5)	152(22.0)	118(17.1)	88(12.8)
4	223(32.4)	124(18.0)	75(10.9)	42(6.1)
5	105(15.2)	63(9.2)	41(5.9)	25(3.6)
6	223(32.4)	124(18.0)	75(10.9)	42(6.1)
7	155(22.5)	98(14.2)	66(9.6)	42(6.1)
8	239(34.6)	193(28.0)	161(23.4)	131(19.0)
9	135(19.6)	109(15.8)	90(13.1)	73(10.6)
9(S)	187(27.1)	150(21.8)	125 (18.1)	101(14.6)
10	160(23.2)	99(14.4)	66 (9.6)	41(6.0)
11	177(25.7)	117(16.9)	81(11.8)	54(7.8)
12	142(20.6)	81(11.8)	50(7.3)	29(4.2)
13	191(27.7)	134(19.4)	99(14.3)	69(10.0)
14	145(21.0)	91(13.2)	61(8.8)	38(5.5)
15	106(15.4)	67(9.7)	45(6.5)	28(4.1)
16	130(18.9)	84(12.2)	58(8.4)	37(5.4)
17	107(15.5)	67(9.7)	45(6.5)	28(4.1)
18	66(9.5)	34(5.0)	20(2.9)	10(1.5)
19	114(16.6)	88(12.7)	70(10.1)	53(7.7)
19(S)	113(16.4)	86(12.5)	68(9.9)	52(7.6)
20	150(21.7)	88(12.8)	56(8.1)	33(4.8)
20(S)	76(11.0)	53(7.7)	39(5.7)	28(4.0)
21	177(25.7)	139(20.2)	113(16.4)	89(12.9)
22	177(25.7)	98(14.2)	59(8.5)	32(4.7)
23	150(21.8)	92(13.3)	60(8.7)	37(5.3)
24	150(21.8)	92(13.3)	60(8.7)	37(5.3)
25	157(22.8)	83(12.1)	48(7.0)	26(3.7)
26	116(16.8)	75(10.9)	52(7.5)	34(4.9)
27	92(13.3)	65(9.4)	48(7.0)	34(4.9)
27(S)	99(14.3)	69(10.0)	50(7.3)	35(5.1)

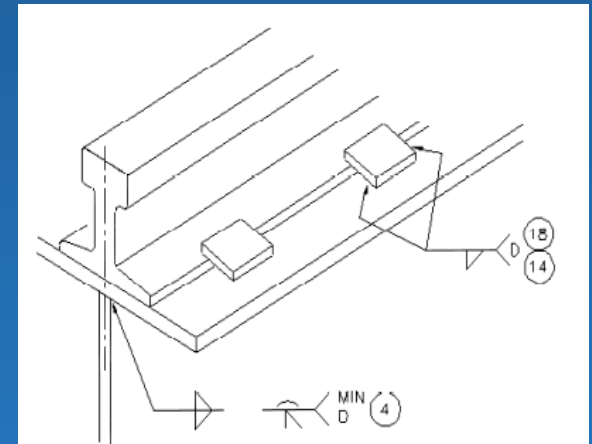
## Normas que adoptan ASTM



## Detalles típicos en una viga cajón – categorías de unión



## Detalle debajo de Riel





# INSPECCION DE GRUAS - ANOMALIAS A DETECTAR - - LIMITES ADMISIBLES PARA REEMPLAZO/REPARACION DE PARTES

