



T
671.5213
724



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica

**"DISEÑO DE LAS UNIONES SOLDADA
PARA UN PUENTE-GRUA"**

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

Presentado por
FAUSTO ALFREDO ZAMBRANO MORA

GUAYAQUIL

ECUADOR

**AÑO
1990**

A G H A D E C I M I E N T O

Ai ING. OMAR SERRANO Director-
del Proyecto de grado, por su
ayuda y aliento a seguir
adelante en la culminación de
este trabajo.

A los compañeros y amigos que
con su ayuda y apoyo hicieron
posible el cumplimiento de este
proyecto de grado.

A la ESPOL por la formación
brindada.

D E D I C A T O R I A

- A MIS PADRES
- A MIS HERMANOS
- A MI ESPOSA
- A MIS HIJOS

D E C L A R A C I O N E X P R E S A


"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este PROYECTO DE GRADO, me corresponde exclusivamente y. el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".^{*}

⊗

(Reglamento de Tópico de Graduación de la ESPOL).

FAUSTO ZAMBRANO MORA.

i



ING. NELSON DEVALLOS B.
DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA PECANICA

P



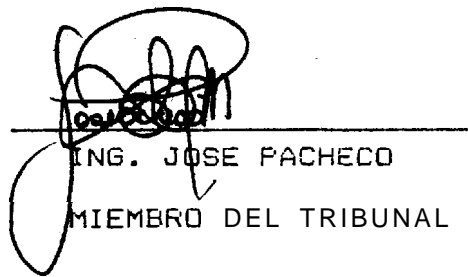
ING. OMAR SERRANO
DIRECTOR DEL FROYECTO
DE GRADO



BIBLIOTECA



ING. EDUAHDO ORCES
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. JOSE PACHECO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

R E S U M E N

Para transportar una carga grande o mediana en forma elevada a cualquier punto sobre los puestos de trabajo ó zonas de producción, se utiliza los puentes-grúa de una o dos vigas de acuerdo a la capacidad y tipo de carga. Esta estructura así instalada en el sitio requerido es apta para múltiples aplicaciones, se la puede manipular en forma segura, rápida y sin esfuerzo.

Este trabajo establecerá el método a seguir para el cálculo, diseño, construcción e inspección de las uniones soldadas para este tipo de estructuras de acuerdo a los requerimientos especificados. En este caso la estructura se la cálcula en base a la carga de operación que es de cinco toneladas, y se la analiza como un pórtico plano ortogonal a nudos rígidos de tres luces y un nivel. Además, se peresenta información básica del proceso de soldadura a seguir, cálculo de soldaduras, teoría de columnas, etc. Las normas y códigos a seguir son : AISC, AWS.

INDICE GENERAL

	PAGS.
RESUMEN	6
INDICE GENERAL	7
INDICE DE ABREVIATURAS	10
INDICE DE FIGURAS	12
INDICE DE TABLAS	13
INTRODUCCION	15
CAPITULO I	
INTRODUCCION TEORICA	
1.1 Características de Puentes-Grúa	16
1.2 Proceso de soldadura al arco	17
1.3 Soldabilidad del Acero	19
1.4 Consideraciones de esfuerzos en soldadura	19
1.5 Teoría de columnas	25
1.6 Diseño de columnas	30
1.7 Fórmula de la Secante	32
1.8 Normas y códigos aplicados	35
CAPITULO II	
DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE-GRUA	38
2.1 Especificaciones y características técnicas	38

2.2	Selección del tipo de estructura	39
2.3	Cálculo de la estructura	39
2.4	Carga crítica sobre lac. columnas	49
2.5	Placas de apoyo de las columnas	51
2.6	Vigas Longitudinales, Transversal y de Apoyo	54
2.7	Base de las columnas	65

CAPITULO III

DISEÑO Y CALCULO DE LAS UNIONES SOLDADAS

3.1	Diseño de uniones soldadas	67
3.2	Preparación de uniones	74
3.3	Cálculo del tamaño de soldadura	75
3.4	Prevención de distorsión	84
3.5	Parametros de soldadura	86
3.6	Calificación del proceso de soldadura	91
3.7	Calificación de soldadores	97
3.8	Prefabricación de partes	101
3.9	Ensamble en sitio de montaje	103
3.10	Defectología e Inspección	104

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO

4.1	Factores involucrados	108
-----	-----------------------------	-----

	PAGS.
4.2 Material base	110
4.3 Material de aporte	111
4.4 Factor de operación	113
4.5 Costo de mano de obra	114
4.6 Tiempo de soldadura	116
4.7 Costos indirectos	119

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
APENDICES	124
BIBLIOGRAFIA	139



BIBLIOTECA

INDICE DE A P R E V I A T U R A S

A:	Area
@:	Flecha
C:	Distancia Critica
CC:	Carga Critica
E:	Modulo de Young
F:	Fuerza
Fb:	Esfuerzo permisible a flexión
Fp:	Presión Admisible
fv:	Cortante Critico
Fs:	Factor de Seguridad
G:	Centro de Gravedad
G1:	Esfuerzo Principal
Ga:	Esfuerzo Axial
Gf:	Esfuerzo de flexión
Gv:	Esfuerzo de Fluencia
h:	Garganta de la soldadura
H:	Carga Axial
I:	Momento de Inercia
Iu:	Momento de Inercia Unitario
J:	Momento Polar de inercia
Ju:	Momento Polar de Inercia Unitario
L:	Longitud
M:	Momrnto Flector
F:	Carga sobre Columna
Pcr:	Carga Critica

t: Espesor
T: Esfuerzo Cortante
T' : Esfuerzo Cortante Primario
T' ' : Esfuerzo Cortante Secundario
Tmax: Cortante Maximo
V: Cortante
 ↓
W: Caroa Funtual
X: Distancia Promedio en direccibn X
Y: Distancia Promedio en direccibn Y

INDICE DE FIGURAS

No.	PAGS.
1.1 Junta en la que hay efecto de momento	20
1.2 Voladizo de sección rectangular soldado	22
1.3 Distribuciones de esfuerzos en soldaduras de filete	24
1.4 Factores que intervienen en la excentricidad	29
1.5 Viga y columna con la misma flexión	32
1.6 Esfuerzos de compresión permisible para varios aceros	34
2.1 Pórtico plano ortogonal a nudos rígidos	40
2.2 Carga axial sobre columna	49
3.1 Posiciones de soldadura	68
3.2 Tolerancia de la ranura	94

I N D I C E D E T A F L A S

No.		PAGS
1.1	Regímenes de soldadura del acero de bajo % de carbono	18
1.2	Propiedades a la torsión de soldaduras de filete	26
1.3	Propiedades a la flexión de soldaduras de filete	27
1.4	Esfuerzos de compresión permisible para varios aceros	33
1.5	Esfuerzos de compresión permisible (AISC)	36
3.1	Proc. de Soldeo Placa de Acople en Viga de Apoyo	69
3.2	Proc. de Soldeo Viga Transversal sobre Viga de Apoyo	70
3.3	Proc. de Soldeo Viga Longitudinal	71
3.4	Proc. de Soldeo Viga Transversal	72
3.5	Proc. de Soldeo Placa en Ease de columna	73
3.6	Proc. de Soldeo Placa en cabeza de columna	73
3.7	Requerimientos mecánicos de metal de aporte	88
3.8	Procedimiento de Calificación - Tipo y Posiciones Limitadoras	91

3.9	Abertura de raíz permitida	92
3.10	Formato para calificación de Procedimiento de soldadura	96
3.11	Formato para calificación de soldador	101
3.12	Cronograma de Trabajo	103
4.1	Costo de Elementos estructurales	110
4.2	Costo de Material de Aporte	112
4.3	Costo de Mano de Obra	115
4.5	Tiempo de Soldadura	118

I N T R O D U C C I O N

En nuestro país siempre ha existido una dependencia tecnológica en lo que se refiere a la construcción de estructuras para puentes-grúa.

Pero en la actualidad con la tecnología existente en nuestro medio ya podemos prescindir aunque parcialmente de esta dependencia totalitaria, en algunos campos de la construcción y montaje.

La confiabilidad de las uniones soldadas ha llegado a ser tal, que cada vez se emplean más para sustituir a las uniones roblonadas o empernadas en los proyectos de máquinas y estructuras.

La soldadura es el método más económico para unir metales y su aplicación en nuestro medio se incrementa día a día. Por lo tanto el objetivo de este estudio es presentar las consideraciones para el diseño, construcción e inspección de las uniones soldadas para un puente-grúa de cinco toneladas.

Además se considera la calificación de un procedimiento de soldadura y calificación de soldadores. Se espera que este trabajo sea útil para aquellas personas cuyo trabajo se relaciona con la construcción de puentes-grúa.

CAPITULO I

INTHODUCCION TEOHICA

i

1.1 CARACTERISTICAS DE PUENTES-GRUA

Con puentes-grúa se puede transportar una carga a cualquier punto en forma elevada, segura y rápida. Problemas de manejo de cargas se resuelven con instalaciones de grúas adaptadas al caso de aplicación y apropiados dispositivos de toma de carga como electroimanes, cucharas, garras y tenazas.

Las características técnicas generales que debemos considerar son las siguientes:

- _ Carga de Operación
- _ Longitud de Operación
- _ Ancho de el campo de operación
- _ Altura de la estructura
- _ Promedio diario de marcha
- _ Velocidad de elevación

Velocidad de elevación

1.2 PROCESO DE SOLDADURA AL ARCO

†

Entre los procedimientos modernos de soldadura, el realizado por arco es el de más amplia aplicación y se basa en la utilización del calor del arco eléctrico. En este método de soldadura, los bordes se calientan y se funden por el calor del arco producido entre el electrodo y la pieza a soldar.

La alta temperatura del arco cerca de 6000°C asegura un calentamiento rápido y concentrado del metal. a consecuencia de lo cual éste se funde y, al enfriarse forma una unión sin necesidad de aplicar ningún esfuerzo exterior.

Durante la soldadura con electrodo metálico la calidad depende principalmente de un régimen de soldadura correctamente elegido.

La intensidad de la corriente se elige generalmente según el diámetro del electrodo, tipo de su revestimiento y el espesor del material a soldar. Luego se introducen correcciones según sean las formas de la unión y su posición espacial.

En la Tabla 1.1 se muestran los regímenes de la soldadura de acero de bajo porcentaje de carbono.

Tabla 1.1 (1)

Regímenes de soldadura del acero de bajo porcentaje de carbono.

Soldadura a tope

Espesor del material en mm	Diametro del electrodo en mm	Intensidad de la corriente en amp
1.5	2.0	30 - 60
2.0	2.5	45 - 70
3.0	3.0	70 - 100
4.0	3.0 - 4.0	90 - 130
5.0	4.0	115 - 160

Soldadura a solape y en T

t

Espesor del material en mm	Diametro del electrodo en mm	Intensidad de la corriente en amp
1.5	2.5	40 - 75
2.0	2.8 - 3.0	50 - 85
3.0	3.0 - 4.0	80 - 135
4.0	4.0	100 - 150
5.0	4.0 - 5.0	150 - 190

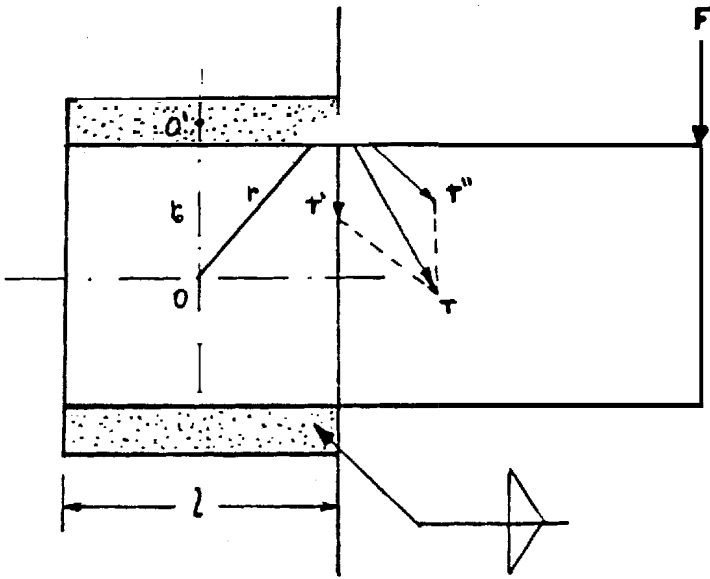
1.3 SOLDABILIDAD DEL ACERO

La soldabilidad del acero es variable y depende de sus propiedades físicas, composición química y del procedimiento elegido de soldar. Para asegurar una buena soldabilidad de los metales, éstos deben poseer una gran conductividad térmica, pequeña contracción y un coeficiente insignificante de dilatación lineal. Una baja conductividad térmica contribuye a la concentración del calor en una zona limitada y se opone a que la temperatura se iguale en toda la masa de la pieza. El acero dulce, con un porcentaje de carbono menor del 0.2%, posee una soldabilidad muy buena. Al aumentar el porcentaje de carbono, empeora la conductividad térmica del acero y crecen las tensiones interiores. Cuando se tiene más del 0.6% de carbono, resulta más difícil soldar. Las impurezas de fósforo y azufre ejercen una influencia negativa en la soldabilidad del acero.

1.4 CONSIDERACIONES DE ESFUERZOS EN SOLDADURA

TORSION: La Fig. 1.1 ilustra un voladizo de longitud l , unido a una columna por dos soldaduras de filete. La reacción del soporte o empotramiento de un voladizo consiste siempre en una fuerza cortante V y un momento M . La fuerza produce cortante primario en las juntas cuya magnitud es.

$$T' = V / A \quad (1)$$



Fia 1.1 JUNTA EN LA QUE HAY EFECTO DE MOMENTO (3)

El momento produce cortante secundario o torsión en las juntas y el esfuerzo es

$$T'' = \frac{Mr}{J} \quad (2)$$

siendo r la distancia existente entre el centroide del grupo de juntas y el punto en cuestión de la soldadura, en tanto que J es el momento polar de inercia del grupo de juntas, con respecto al centroide. Cuando se conoce el tamaño de las soldaduras, estas ecuaciones pueden resolverse y los resultados combinarse para obtener el esfuerzo cortante máximo.

El procedimiento inverso es cuando se conoce el

esfuerzo de corte permisible v se desea determinar el tamaño de la junta. El método usual consiste en estimar el tamaño de la soldadura, calcular J y A . luego, calcular T' y combinar T' y T'' . Si el esfuerzo máximo resultante fuera demasiado at-ande. se tomaría un tamaño mayor y se repetirían las operaciones. Después de algunos ensayos. se obtendría un resultado satisfactorio.

Un enfoque mucho más útil del problema serh considerar a cada soldadura de filete como una línea. Entonces, el momento polar de inercia que resultara sería equivalente a un momento Polar de inercia unitario. La ventaja de (onsiderar como línea a una junta es que el momento unitario es el mismo, indeoendiente del tamaño de la soldadura. Puesto que el ancho de la garganta de una junta de filete es $0.707h$, la relación entre el momento polar de inercia unitario y el momento polar de inercia de una soldadura es

$$J = 0.707hJ_u \quad (3)$$

donde J_u se determina por los métodos convencionales para un área de anchura igual a la unidad. La fórmula correspondiente al teorema de los ejes paralelos para el momento polar de inercia unitario debe emplearse

cuando la soldaduras de filete más comunes.

FLEXION EN JUNTAS SOLDADAS. La Fig. 1.2 presenta un voladizo unido a un soporte mediante soldaduras de filete en las partes superior e inferior. Un diagrama de cuerpo libre de la viga mostraría una reacción de fuerza cortante V y una reacción de momento M . La primera produce cortante primario en las juntas con una magnitud

$$T' = \frac{V}{A} \quad (4)$$

donde A es el área de garganta total.

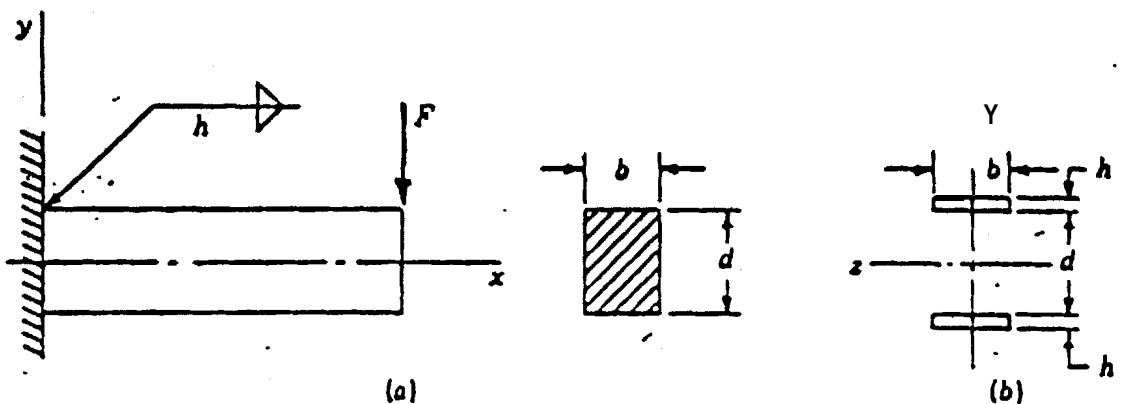


Fig 1.2 VOLADIZO DE SECCION RECTANGULAR SOLDADO A UN SOPORTE POR LOS BORDES SUPERIOR E INFERIOR DE LA SECCION.(3)

El momento M produce un esfuerzo normal por flexión G , en las juntas. Aunque no es riguroso, en el análisis de

esfuerzos en soldaduras se acostumbra suponer que este esfuerzo actúa perpendicularmente al Área de garganta.

Considerando como líneas las dos juntas de la Fig.

1.2 el momento de inercia unitario es

$$I_u = \frac{b d^2}{2} \quad (5)$$

Luego entonces, el momento de inercia, basado en la garganta de la soldadura, será.

$$I = 0.707 h \frac{b d^2}{2} \quad (6)$$

Ahora, el esfuerzo normal resulta

$$\tau = \frac{M c}{I} = \frac{M (d/2)}{0.707 b d^2 (h/2)} = \frac{1.414 M}{b d h} \quad (7)$$

En la ecuación (7), el momento de inercia se basa en la distancia d entre las dos juntas. Si el momento de inercia se determinara tratando las dos soldaduras como rectángulos, la distancia entre los centroides de las

juntas sería $(d + h)$. Esto produciría un momento de inercia ligeramente mayor y, así, resultaría un valor más pequeño del esfuerzo G . Por lo tanto, el método de considerar las juntas soldadas como líneas, produce resultados más conservadores.

Quizá sea conveniente la seguridad adicional obtenida así en vista de las distribuciones de esfuerzo indicadas en la Fig. 1.3 .

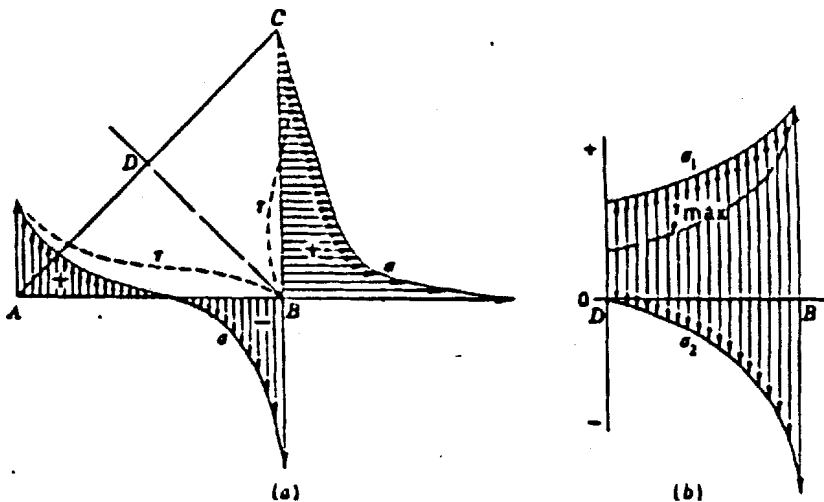


Fig 1.3 DISTRIBUCIONES DE ESFUERZOS EN SOLDADURAS DE FILETE
 a) DISTRIBUCION EN LAS EASES O LADOS DE FILETE.
 SEGUN NORRIS: b) DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS
 PRINCIPALES Y EL ESFUERZO MAXIMO, SEGUN SALAKIAN.(3)

Una vez que se han determinado las componentes de esfuerzos G y T para soldaduras sometidas a flexión, es posible combinarlas utilizando un diagrama de círculo de Mohr, para evaluar los esfuerzos principales o el esfuerzo cortante máximo. Luego se aplica una teoría de

falla apropiada para determinar la probabilidad de falla o la seguridad. Debido a las grandes incertidumbres que surgen en el análisis de esfuerzos en soldaduras, generalmente se prefiere la teoría del esfuerzo cortante máximo más conservadora.

En la Tabla (1.2 - 1.Z) se listan las propiedades a la torsión y a la flexión que es más posible encontrar en el análisis de vigas soldadas.

f

1.5 TEORIA DE COLUMNAS

Una columna es un elemento sometido a compresión, lo suficientemente delgado respecto de su longitud para que bajo la acción de una carga gradualmente creciente rompa por flexión lateral o pandeo ante una carga mucho menor que la necesaria para romperla por aplastamiento. En esto se diferencia de un elemento corto sometido a compresión el cual, aunque esté cargado excéntricamente, experimenta una flexión lateral despreciable. Aunque no existe un límite perfectamente definido entre elemento corto y columna, se suele considerar que un elemento a compresión es una columna si su longitud es más de diez veces su dimensión transversal menor. Las columnas se suelen dividir en dos grupos: Largas e intermedias. A veces, los

Tabla 4-2 PROPIEDADES A LA TORSION DE SOLDADURAS DE FILETE: G ES EL CENTROIDE DEL GRUPO DE JUNTAS Y h EL TAMAÑO DE LA SOLDADURA. (3)

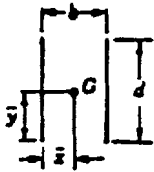
Soldadura Área de garganta Localización de G Momento polar de inercia unitario



$$A = 0.707hd$$

$$x = 0 \\ y = d/2$$

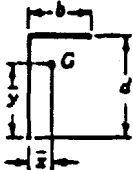
$$J_o = d^3/12$$



$$A = 1.414hd$$

$$x = b/2 \\ y = d/2$$

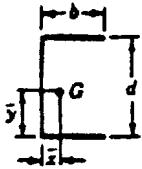
$$J_o = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$$



$$A = 0.707h(b + d)$$

$$x = \frac{b^2}{2(b + d)} \\ y = \frac{d^2}{2(b + d)}$$

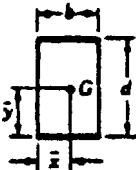
$$J_o = \frac{(b + d)^3 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$$



$$A = 0.707h(2b + d)$$

$$x = \frac{b^2}{2b + d} \\ y = d/2$$

$$J_o = \frac{3b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d}$$



$$A = 1.414h(b + d)$$

$$x = b/2 \\ y = d/2$$


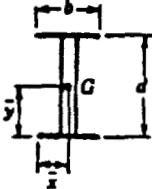

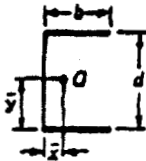
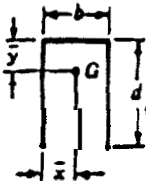

$$J_o = \frac{(b + d)^3}{6}$$



$$A = 1.414\pi r$$

$$J_o = 2\pi r^3$$

Tabla 1-3 PROPIEDADES A LA FLEXION DE SOLDADURAS DE FILETE: EL MOMENTO DE INERCIA UNITARIO I_o SE TOMA CON RESPECTO A UN EJE HORIZONTAL QUE PASA POR EL CENTROIDE G DEL GRUPO DE JUNTAS; EL TAMAÑO DE LA SOLDADURA ES h . (3)

Soldadura	Area de garganta	Localización de G	Momento de inercia unitario
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$x = b/2$ $y = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_o = \frac{2d^3}{3} - 2d^2y + (b + 2d)y^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$x = b/2$ $y = d/2$	$I_o = \frac{d^3}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi r$		$I_o = \frac{\pi r^3}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$x = \frac{b^2}{2b + d}$ $y = d/2$	$I_o = \frac{d^3}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$x = b/2$ $y = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_o = \frac{2d^3}{3} - 2d^2y + (b + 2d)y^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$x = b/2$ $y = d/2$	$I_o = \frac{d^3}{6}(3b + d)$

elementos cortos a compresión se consideran como un tercer grupo dentro de las columnas. Las diferencias entre los tres grupos vienen determinadas por su comportamiento. Las columnas largas rompen por pandeo o flexión lateral. las intermedias por una combinación de aplastamiento y pandeo. y las cortas por aplastamiento.

Una columna ideal es un elemento homogéneo, de sección recta constante, inicialmente recta y sometida a una carga axial de compresión. Sin embargo, las columnas suelen tener siempre pequeñas imperfecciones de material y de fabricación, así como una inevitable excentricidad accidental en la aplicación de la carga. Esto se representa en la Fig. 1.4. La curvatura inicial de la columna, junto con la posición de la carga, dan lugar a una excentricidad indeterminada, respecto del centro de gravedad, en una sección cualquiera m-n. El estado de carga en esta sección, es similar al de un elemento corto cargado excentricamente, y la tensión resultante está producida por la superposición de la tensión directa de compresión y la tensión de flexión.

Si la excentricidad es pequeña y el elemento es corto, la flexión lateral es despreciable, y la tensión de flexión es insignificante comparada con la tensión de

compresión directa. Sin embargo, en un elemento largo, que es mucho más flexible ya que las flechas son proporcionales al cubo de la longitud, con un valor relativamente pequeño de la carga P puede producirse una tensión de flexión grande, acompañada de una tensión directa de compresión despreciable.

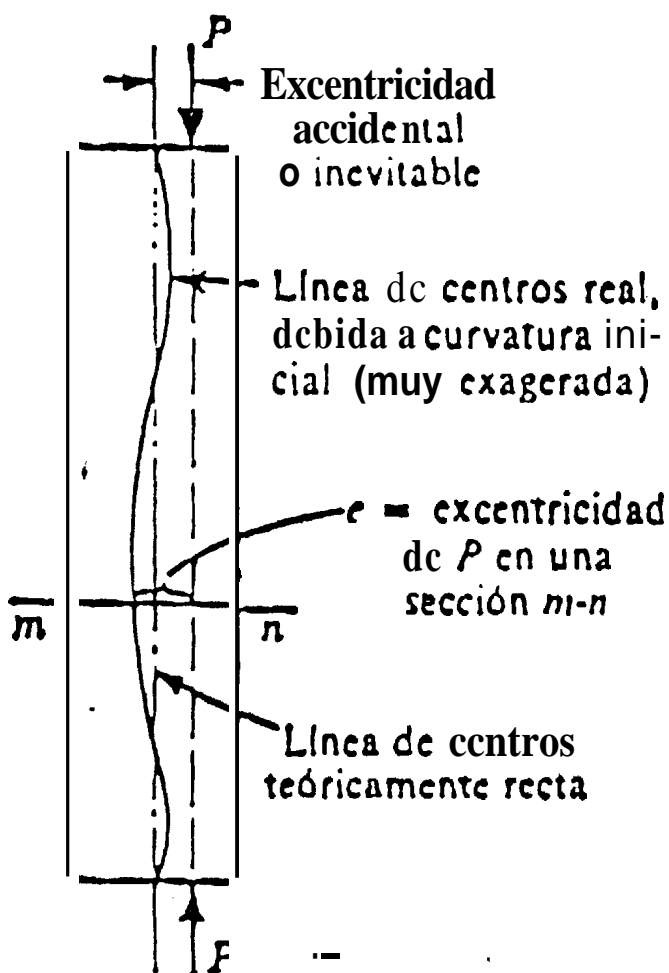


Fig 1.4 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA EXCENTRICIDAD DE LAS CARGAS EN LAS COLUMNAS. (4)

Así. pues. en las dos situaciones extremas. una columna corta soporta fundamentalmente la tensión directa de compresión y una columna larga está sometida principalmente a la tensión de flexión. Cuando aumenta la longitud de una columna disminuye la importancia y efectos de la tensión directa de compresión y aumentan correlativamente los de la tensión de flexión. Por desgracia, en la zona intermedia no es posible determinar exactamente la forma en que varían estos dos tipos de tensiones. o la proporción con la que cada una contribuye a la tensión total.

1.6 DISEÑO DE COLUMNAS

Coloquemos una viga muy esbelta verticalmente. y articulada en sus extremos mediante rótulas que permiten la flexión en todas direcciones. Apliquemos una fuerza horizontal H en su punto medio. de manera que produzca flexión según la dirección de máxima flexibilidad. como se indica en la Fig. 1.6 a . Como las tensiones de flexión son proporcionales a la flecha. no experimentarán variación alguna si se añade una fuerza axial P en cada extremo, como en la Fig.

1.5 b , y haciendo que H disminuya simultáneamente con el aumento de P de manera que la flecha δ en el

i

centro no varíe. En estas condiciones, el momento flector en el centro es:

$$M = \frac{H}{2} (L / 2) + P @ \quad (8)$$

v. en el límite, cuando H ha disminuido hasta anularse, Entonces:

$$M = (F_{cr}) @ \quad (9)$$

Como se indica en la Fio. 1.5 c . F_{cr} es la carga crítica necesaria para mantener la columna flexada sin empuje lateral alguno. Un pequeño incremento de F sobre este valor crítico hará que aumente la flecha @, la que incrementará M con lo que volverá a aumentar @ v así sucesivamente hasta que la columna rompa por pandeo. Por el contrario, si P disminuye ligeramente por debajo de su valor crítico, disminuye la flecha. lo que a su vez hace disminuir M. vuelve a disminuir @, etc.. v la carga crítica puede interpretarse como la carga axial máxima a la que puede someterse una columna permaneciendo recta, aunque en equilibrio inestable, de manera que un pequeño empuje lateral haga que flexe y quede flexada, como en la Fia. 1.5 c .

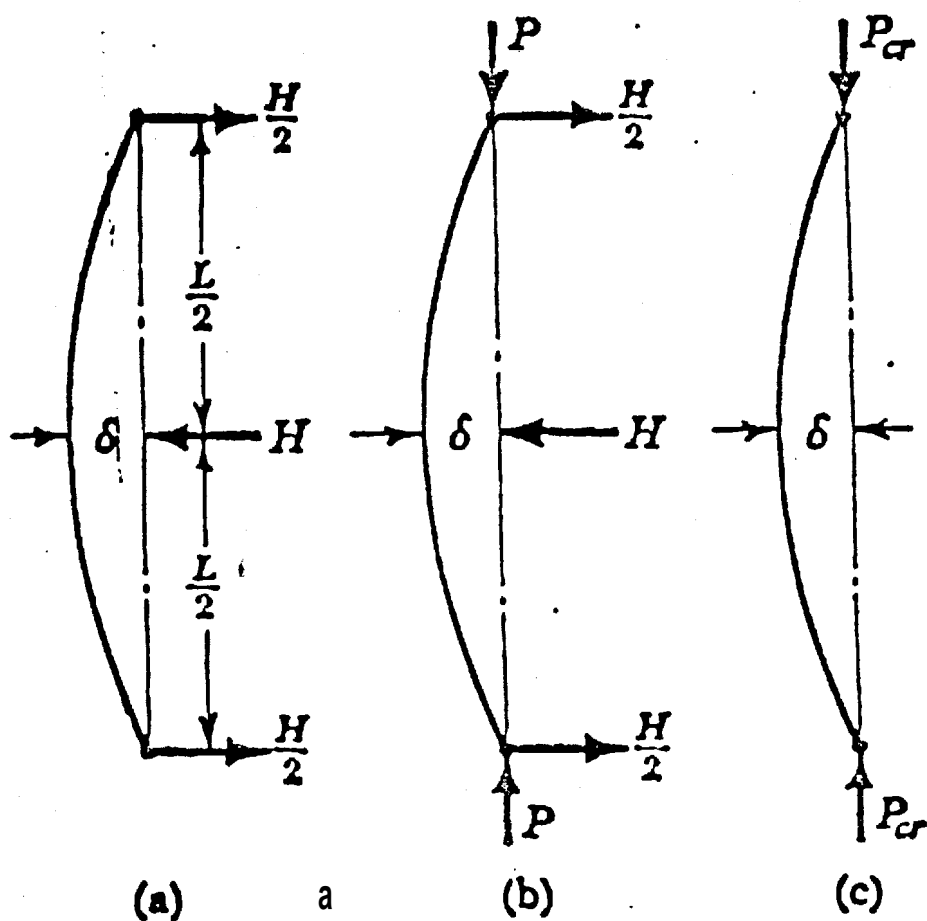


Fig 1.5 VIGA Y COLUMNA CON LA MISMA FLEXION I 4)

1.7 FORMULA DE LA SECANTE

Para el campo estructural, la Sociedad Americana de Ingeniería Civil (ASCE), como resultado de una extensiva investigación sobre una escala completa de columnas, es recomendada la fórmula de la SECANTE. en su forma original, puede solamente ser usada por una serie de sucesivas aproximaciones, y como un resultado

TABLA 1.4 ESFUERZO DE COMPRESIÓN PERMISIBLE PARA ACEROS (5)

G _y (Psi)	TERMINALES ARTICULADAS		TERMINALES FIJAS	
	(L/r)	G = P/A	L/r)	G = P/A
33,000	0-140	$\frac{P}{A} = 15,000 - .325 \left(\frac{L}{r}\right)^2$	0-155	$\frac{P}{A} = 15,000 - .253 \left(\frac{L}{r}\right)^2$
	140-200	$\frac{P}{A} = \frac{15,000}{0.5 + \frac{1}{15,860} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$	155-200	$\frac{P}{A} = \frac{15,000}{0.5 + \frac{1}{20,370} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$
40,000	0-12t	$\frac{P}{A} = 17,800 - .47 \left(\frac{L}{r}\right)^2$	0-143	$\frac{P}{A} = 17,800 - .37 \left(\frac{L}{r}\right)^2$
	126-200	$\frac{P}{A} = \frac{17,800}{0.5 + \frac{1}{13,000} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$	143-200	$\frac{P}{A} = \frac{17,000}{0.5 + \frac{1}{16,900} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$
45,000	0-120	$\frac{P}{A} = 20,500 - .605 \left(\frac{L}{r}\right)^2$	0-135	$\frac{P}{A} = 20,500 - .47 \left(\frac{L}{r}\right)^2$
	120-200	$\frac{P}{A} = \frac{20,500}{0.5 + \frac{1}{11,630} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$	135-200	$\frac{P}{A} = \frac{20,500}{0.5 + \frac{1}{14,930} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$
50,000	0-110	$\frac{P}{A} = 22,500 - .738 \left(\frac{L}{r}\right)^2$	0-125	$\frac{P}{A} = 22,500 - .574 \left(\frac{L}{r}\right)^2$
	110-200	$\frac{P}{A} = \frac{22,500}{0.5 + \frac{1}{10,460} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$	125-200	$\frac{P}{A} = \frac{22,500}{0.5 + \frac{1}{13,440} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$
55,000	0-105	$\frac{P}{A} = 25,000 - .902 \left(\frac{L}{r}\right)^2$	0-120	$\frac{P}{A} = 25,000 - .702 \left(\frac{L}{r}\right)^2$
	105-200	$\frac{P}{A} = \frac{25,000}{0.5 + \frac{1}{9,510} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$	120-200	$\frac{P}{A} = \frac{25,000}{0.5 + \frac{1}{12,220} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$
60,000	0-102	$\frac{P}{A} = 26,500 - 1.05 \left(\frac{L}{r}\right)^2$	0-116	$\frac{P}{A} = 26,500 - .82 \left(\frac{L}{r}\right)^2$
	102-200	$\frac{P}{A} = \frac{26,500}{0.5 + \frac{1}{8,240} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$	116-200	$\frac{P}{A} = \frac{26,500}{0.5 + \frac{1}{11,200} \left(\frac{L}{r}\right)^2}$

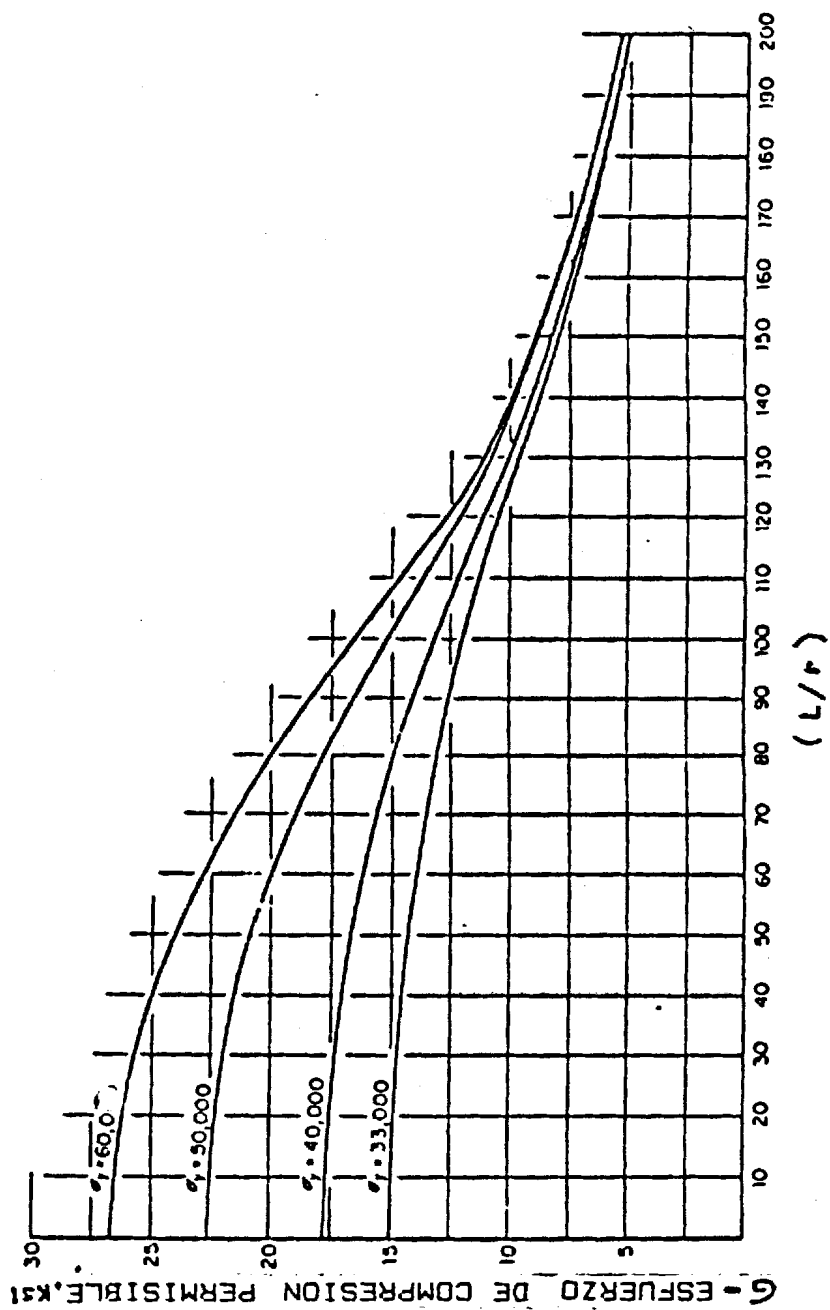


FIG 1.6 - ESFUERZO DE COMPRESION PERMISIBLE (σ)

es usualmente colocado en una forma aplicable.

Las fórmulas de columnas en la **Tabla (1.4)** han sido adaptadas de "Design Manual for High Strength Steels" (1954 - 1961) por H. Malcom Priest y John A. Gilligan, United States Steel Coro. La tabla cubre aceros que tienen un esfuerzo de fluencia de 33.000 - 60.000 psi. Un factor de seguridad de 1.8 debe ser usado.

t

En orden a visualizar relativo ahorro en metal por el uso de altos esfuerzos en aceros, la Fig. 1.7 indica los esfuerzos de compresión permisibles (G) sobre las fórmulas para cuatro diferentes esfuerzos de fluencia.

Note que los más altos esfuerzos caen conforme la esveltes aumenta en una columna.

1.8 NOHMAS Y CODIGOS APLICADOS

La especificación AISC (Instituto Americano de Construcción del Acero) para construcción estructural contiene nuevas fórmulas de columnas sobre las recientes investigaciones del consejo de reportes sobre **columnas.**

Una gran cantidad de nueva información sobre el comportamiento de columnas estructurales fue desarrollado, incluyendo el uso de los nuevos esfuerzos del acero.

Las fórmulas de columnas, **Tabla (1.5)**, es el resultado de esta investigación puede ser de valor en ciertas clases de diseño de maquinaria donde los valores más precisos son requeridos: Por seguridad sobre columnas largas esbeltas, o para máxima economía sobre columnas de baja razón de esbelteses.

TABLA 1.5 (5)

ESFUERZO DE COMPRESION PERMISIBLE (AISC)

RANGO DE VALORES (L/r)	UNIDAD DE ESFUERZO PROMEDIO DE COMPRESION PERMISIBLE (\bar{G})
0 a C_c	$\bar{G} = \left[1 - \frac{(L/r)^2}{2 C_c^2} \right] G_v / F.S$
C_c a 200	$\bar{G} = \frac{149000000}{(L/r)^2}$
DONDE:	$C_c = \frac{2\pi^2 E}{G_v}$
	$F.S. = \frac{5}{8} + \frac{3(L/r)}{8 C_c} - \frac{(L/r)^3}{8 C_c^3}$

CAPITULO II

DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE GHUA

2.1 ESPECIFICACIONES Y CAHACTEHISTICAS TECNICAS

ESPECIFICACIONES: El area servida por el puente grúa es de $9 * 14 = 126 \text{ m}^2$ y está cubierta por una estructura de acero constituida de la siguiente forma:

La viga transversal de 9 m. de longitud sobre la cual se desplaza el aparato de izada de la carga.

Las 5 vigas de apoyo de 1.5 m. de longitud sobre las cuales descansan los extremos de la viga transversal y, además, disponen de los mecanismos de impulsión para su rodamiento sobre las vigas rieles longitudinales.

Las vigas rieles longitudinales de 14 m. de longitud: y las columnas de 43 m. de longitud sobre las cuales se , apovan las viaas rieles longitudinales. Las columnas a su vez, se cimentan sobre zapatas aisladas o plintos interconectadas por vigas riostras. Estos últimos elementos estructurales son de concreto reforzado.

Donde:

C_c = Carga Critica

F_s = Factor de Seguridad

L/r = Razón de esbeltez

G_v = Esfuerzo de fluencia

G = Esfuerzo de Compresión Permisible.

1. Para columnas muy cortas esta provee un factor de seguridad de 1.67: para columnas largas este gradualmente se incrementa (Para 15 % max.) at-rib& de 1.92.
(El temprano desarrollo de fórmulas de la tabla 1.4 son basadas sobre un factor de seguridad uniforme de 1.5).
2. Cuando la "longitud efectiva" es conocida, el valor de L_e podría ser substituida por L en las fórmulas de arriba.

El código (AISC), así como el de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS), contiene esfuerzos permisibles para cuando hay cargas de tracción. El diseñador no tendrá dificultad en utilizar estos reglamentos. Desde luego, en las estructuras consideradas en estos códigos los esfuerzos reales no pueden exceder a los esfuerzos permisibles; de otra manera el diseñador incurre en responsabilidad legal.

CARACTERISTICAS TECNICAS

- Carga de operación 5000 Kg.
- Longitud de operación 14000 mm.
- Ancho de el campo de operación 9000 mm.
- Altura de la estructura 4500 mm.
- Promedio diario de marcha 4 - 8 Hrs.
- Velocidad de elevación 8 m/min.

I

2.2 SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA

Una de los perfiles mA5 eficientes. son los de sección I de ala ancha, ya que no sólo tiene gran resistencia a la flexión. sino también para utilizarlo como columna.

Por lo tanto la estructura seleccionada será conformada por tubería de alta resistencia, perfiles H e I de acern estructural, tanto para columnas como para vigas de soporte del sistema de carga móvil (longitudinal).

2.3 CALCULO DE LA ESTRUCTURA

4

La estructura se la calcula en base a la carga de operación de cinco toneladas, y se la analiza como

un pórtico plano ortogonal a nudos rígidos de tres luces y un nivel..

PORTICO

$W =$ Carga en Kg

$L =$ Longitud en m

$V =$ Cortante en Kg

$M =$ Momento en Kg-m

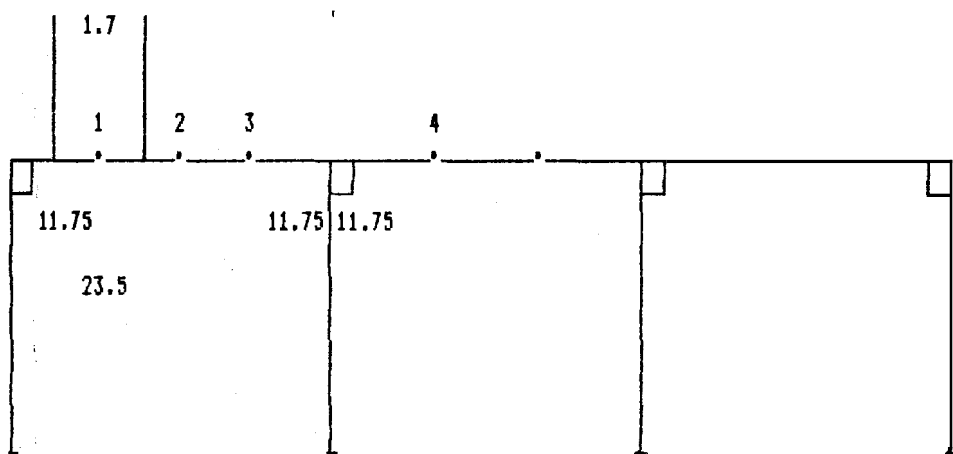


FIG 2.1 Portico Plano ortogonal a nudos rígidos

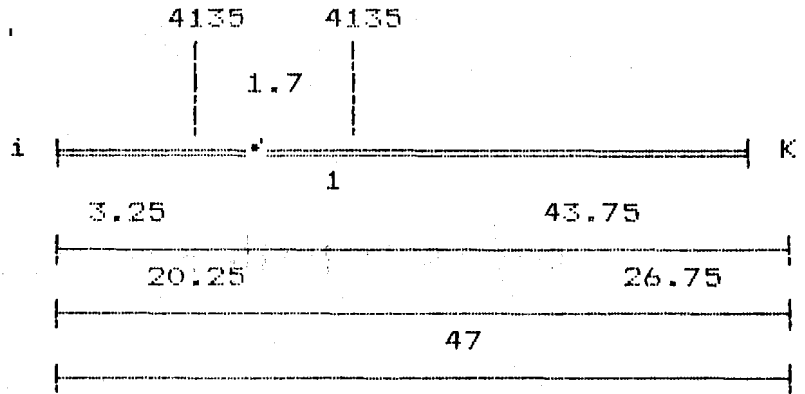
CASO 1 = 4

CASO 3 = 1 INVERTIDO

CASO 2 = 5

PARA LOS MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

•



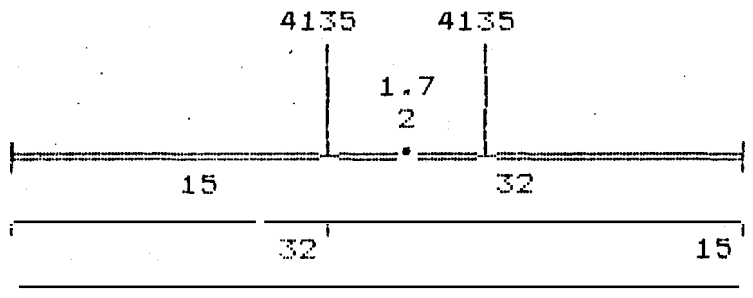
-11.64	0.87
-27.12	20.53
-38.76	21.40

$$M_{ik} = \frac{F_{ab}}{L^2} (b) = \frac{4135}{47^2} (ab) (b)$$

$$M_{ik} = 0.00187 ab^2$$

$$M_{ik} = \frac{F_{ab}}{L^2} (fa) = \frac{4135}{47^2} (ah) (a)$$

$$M_{ik} = 0.00187 a^2 b$$



4	-31.45	31.45
	-14.74	14.74
	-46.19	46.19

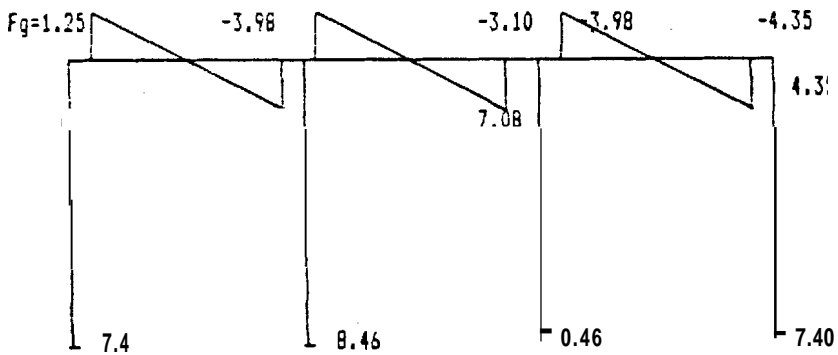
ADEMAS ASUMO UNA CARGA HORIZONTAL REPRESENTATIVA

$$F_g = 2 * 4135 * 0.15 = 1.25$$

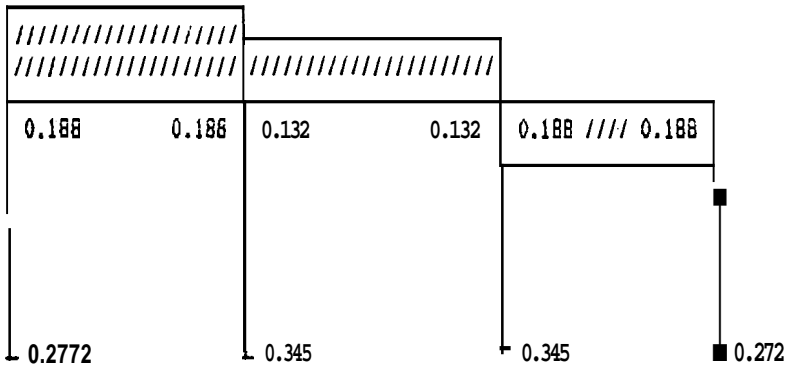
$$M = V_{inj} = (1.25) (45) = 56.25$$

						515NC
1	2	3	4	5	6	
-38.76	-46.19	-21.40	0	0	0	
21.40	46.19	38.76	-38.76	-30.76	0	
0	0	0	0	0	0	
0	4	0	0	0	56.25	

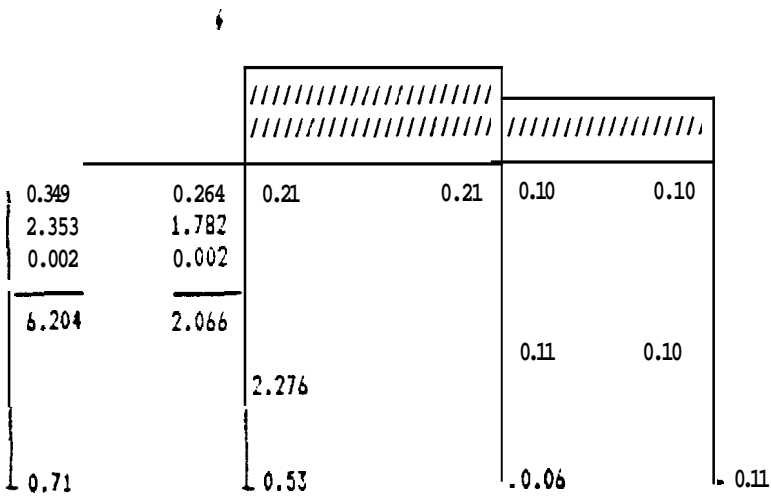
MOMENTOS FLECTORES

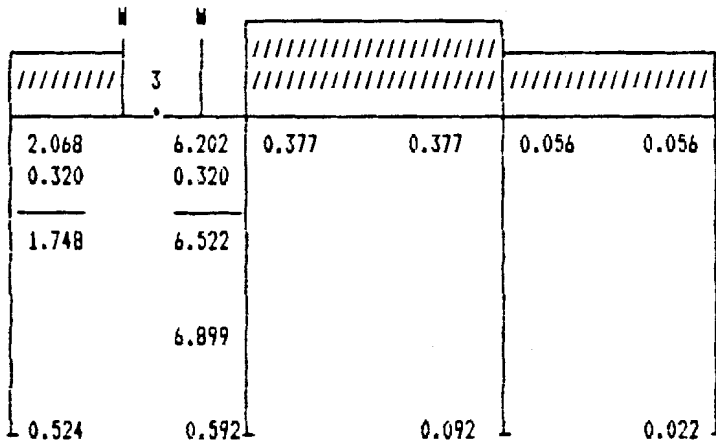
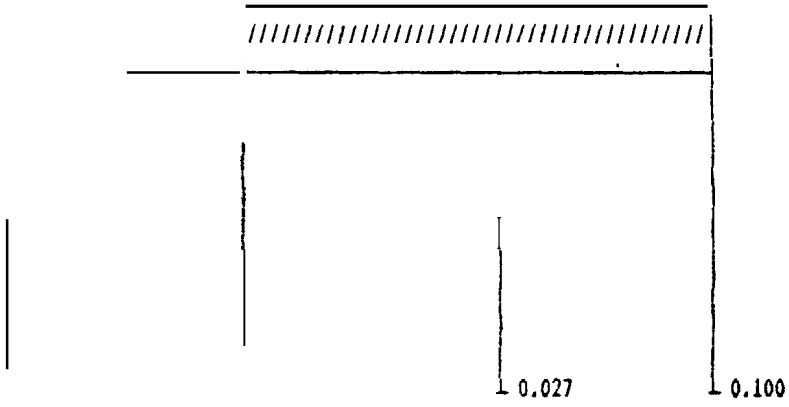


FUERZAS CORTANTES



FUERZAS CORTANTES DEBIDO A CARGA EN VARIOS PUNTOS DEL PORTICO

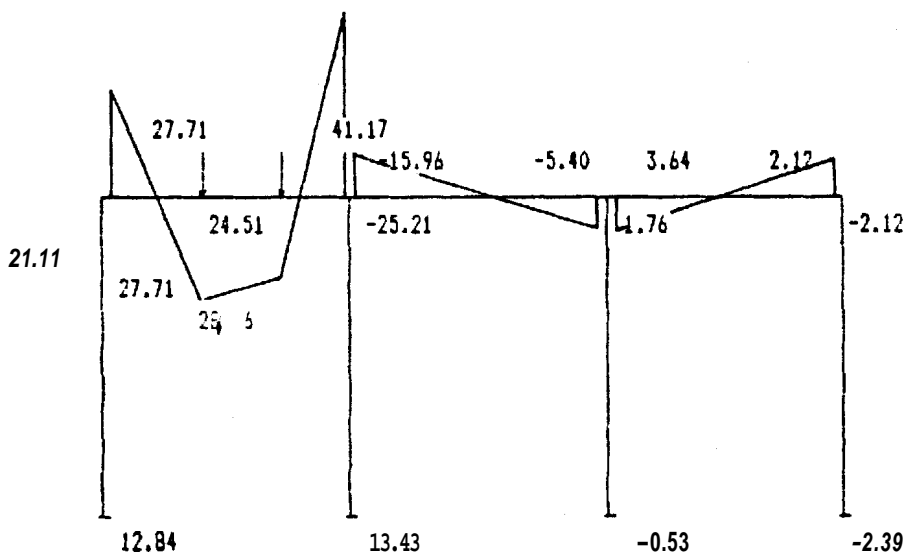
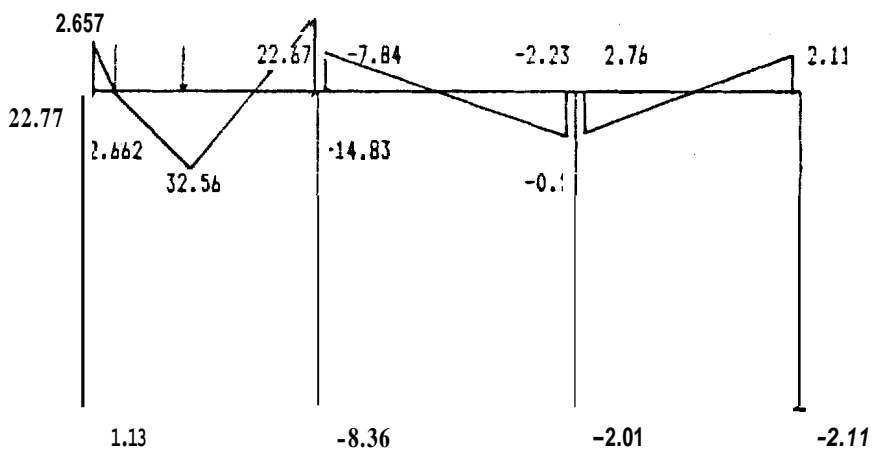


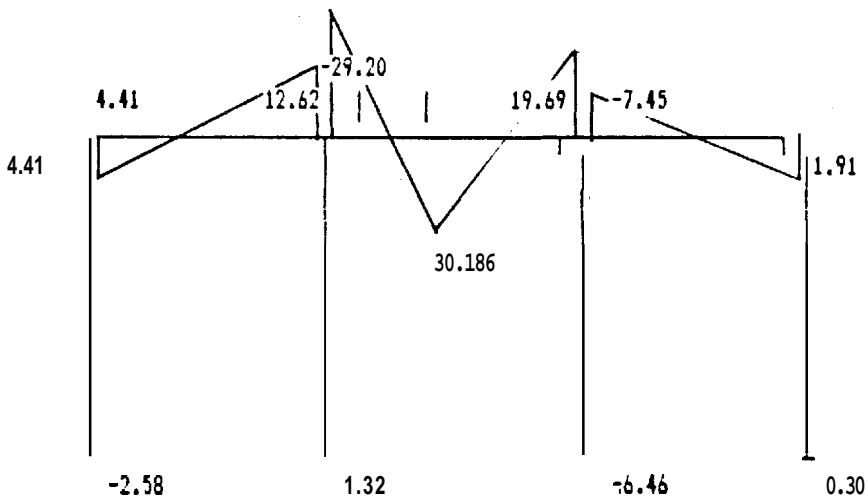
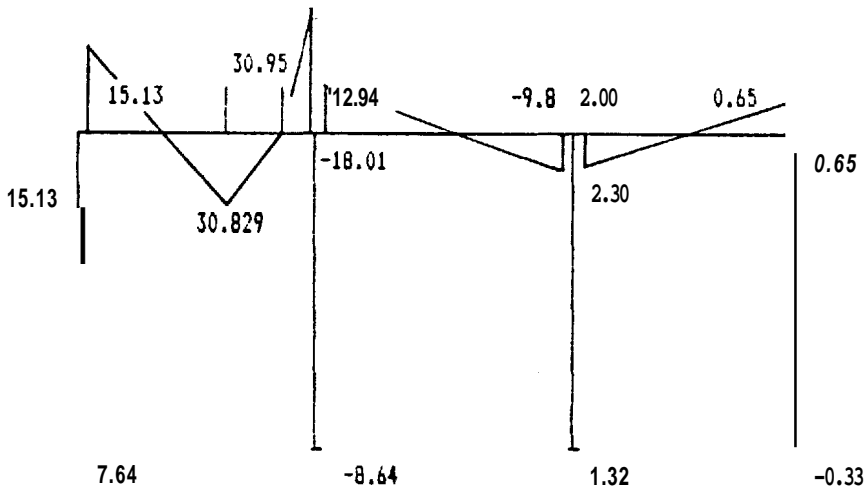


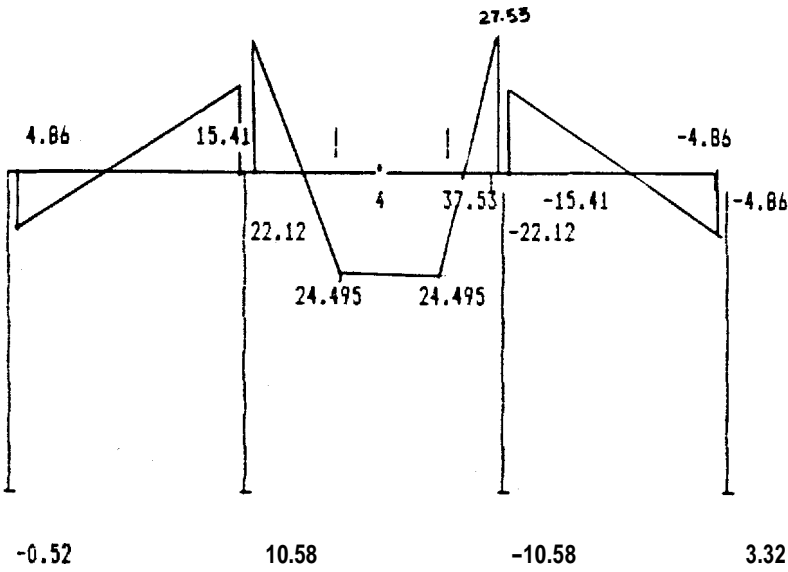
		W	W		
0.362	0.362	6.202	2.068	0.199	0.199
		0.202	0.202		
		6.404	1.866		
0.362		6.766		2.065	0.111
0.155		0.531		0.416	-0.049

		5			
0.431	0.431	4135	4135	481	0.481
0.16		0.727		0.727	0.16

MOMENTO FLECTOR DEBIDO A CARGA EN VARIOS
PUNTOS DEL PORTICO







MOMENTO CRITICO

411700 Kg-cm

39800 Kg-cm

451500 Kg-cm

$$f_b = \frac{M}{SC} \quad (10)$$

$$f_b = \frac{451500}{21176} \cong 2130 \text{ Kg / cm}^2 < 2200 \text{ Kg/cm}^2$$

CORTANTE CRITICO

$$\begin{array}{r}
 6522 \text{ Kg} \\
 188 \text{ Kg} \\
 \hline
 6710 \text{ Kg}
 \end{array}$$

$$f_b = \frac{V}{A} \quad (11)$$

$$f_b = \frac{6710}{19.8 * 0.8} = 424 \text{ Kg/cm}^2 \ll f_c \cong 0.4 F_y$$

$$F_v = (0.4) (2500) = 1000 \text{ Kg/cm}^2$$

2.4 CARGA AXIAL CRITICA SOBRE LAS COLUMNAS

Carga Axial Critica entre las columnas = 8270 Kg/cm².

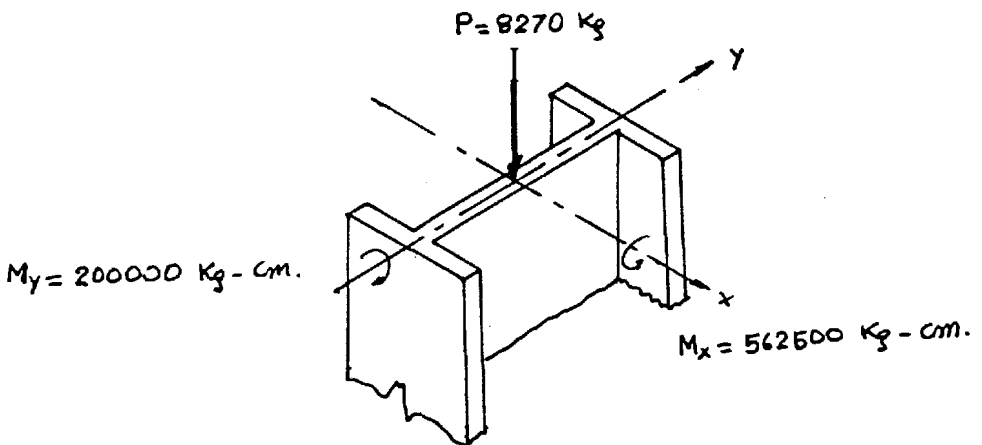


FIG 2.8 CARGA AXIAL SOBRE COLUMNA

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{8270}{71.7} = 115.34 \text{ Kg/cm}^2 \quad (12)$$

CALCULO DE Fa

(AISC)

$$F_a = \frac{[1 - 1/2 ((KL/r) / C_c)^2] F_y}{F.S.} \quad (13)$$

$$K = 1 \quad L = 450 \text{ cm.} \quad r = 5.947$$

$$\frac{KL}{r} = 1 * 450 / 5.947 = 75.67 \quad (14)$$

$$C_c = \pi \sqrt{\frac{2 E}{F_y}} = 3.1417 \sqrt{\frac{2 * 2100000}{2500}} = 126.77 \quad (15)$$

$$KL / r < C_c$$

$$F_a = \frac{[1 - 1/2 (75.67 / 126.77)^2] * 2500}{1.862} = 1111 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left[\frac{KL/r}{C_c} \right]^2 \quad (15)$$

$$F.S. = 1.66 + 0.22 - 0.25$$

$$F.S. = 1.862$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{115.34}{1110.82} = 0.10 < 0.15$$

USAMOS

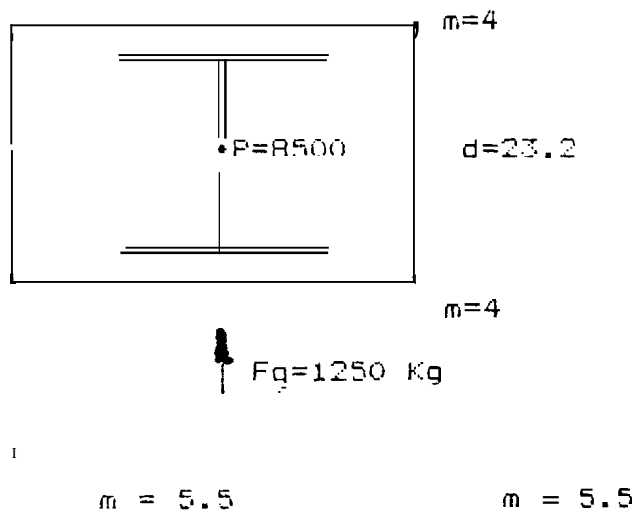
$$f_a / F_a + f_{bx} / F_b + f_{by} / F_b \leq 1.0 \quad (17)$$

$$- \quad 0.1 + \frac{913}{2200} + \frac{949}{2200} \leq 1$$

$$0.1 + 0.415 + 0.430 = 0.915 < 1 \quad \text{OK!}$$

2.5. PLACAS DE APOYO DE LA COLUMNA

$$b = 24$$



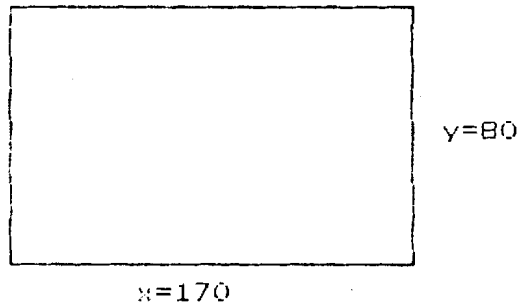
$$\text{Area de la Plancha} = 900 \text{ cm}^2 < xy / 3$$

F_b = ESFUERZO PERMISIBLE A FLEXION EN LA PLANCHA

$$F_b = 0.75 F_v \quad (18)$$

$$F_v = 0.75 * 2500$$

$$F_b = 1875 \text{ Kg / cm}^2 .$$



$$XY = 13600 \text{ cm}^2 .$$

$$XY/3 = 4533 \text{ cm}^2 .$$

F_p = PRESION ADMISIBLE SOBRE LA SUPERFICIE DE LA FLACA

$$F_p = 0.395 f'_m \quad (19)$$

$$F_p = 80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_m = 210 \text{ Kg / cm}^2 .$$

$$t = 0.9 \text{ cm} .$$

1.- Comprobación del esfuerzo a presión

$$f_p = \frac{P}{A} = \frac{8500}{900} = 9.44 < F_p \quad (20)$$

2.- Cálculo del espesor

$$(21)$$

$$t = \sqrt{\frac{3t_p m^2}{F_b}}$$

$$(22)$$

$$t = \sqrt{\frac{3f_p n^2}{F_b}}$$

$$t = \sqrt{\frac{3 * 9.44 * 4^2}{1875}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 * 9.44 * 5.5^2}{1875}}$$

$$t = 0.49 \text{ cm.} \quad \text{ó} \quad 0.67 \text{ cm.} \ll 0.9 \quad \text{OK!}$$

- Fuerza de fricción entre la Plancha de apoyo y el plinto $19 \text{ m}^2 \cdot 900^2 = 1540 \text{ Kg.}$

$$(23)$$

$$f_r = 0.20 P = (0.20) * (8500) = 1700 \text{ Kg /cm}^2$$

$$1700 > 1540 \text{ Kg/cm}^2. \quad \text{OK!}$$

De todas maneras se usarán 4 pernos de $\varnothing = 25 \text{ mm.}$

Verificación de los pernos de la placa superior de la columna.

COKTANTE CRITICO

946 Kg.

4 Pernos de $\varnothing = 14\text{mm.}$

272 Kg.

1218 Kg.

$$A_v = \frac{4 * \pi * (1.4)^2}{4} \quad (24)$$

$$A_v = 6.15 \text{ cm}^2$$

$$f_v = \frac{1218}{6.15} = 198 \text{ Kg/cm}^2 \quad (25)$$

$$198 \ll 1000 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

2.6 VIGAS LONGITUDINALES, TRANSVERSAL Y DE APOYO

VIGA TRANSVERSAL

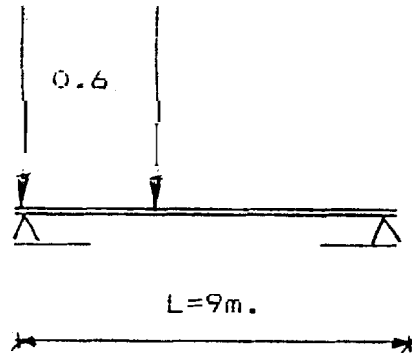
—————
 CARGA DE OPERACION 5000 Kg.

—————
 Incrementamos la carga * 1.9
 en un 50 % para contrarrestar
 los efectos dinámicos

—————
 7500 Kg.

—————
 CARGAS PUNTUALES $7500 \div 2$ P = 3750 Kg.

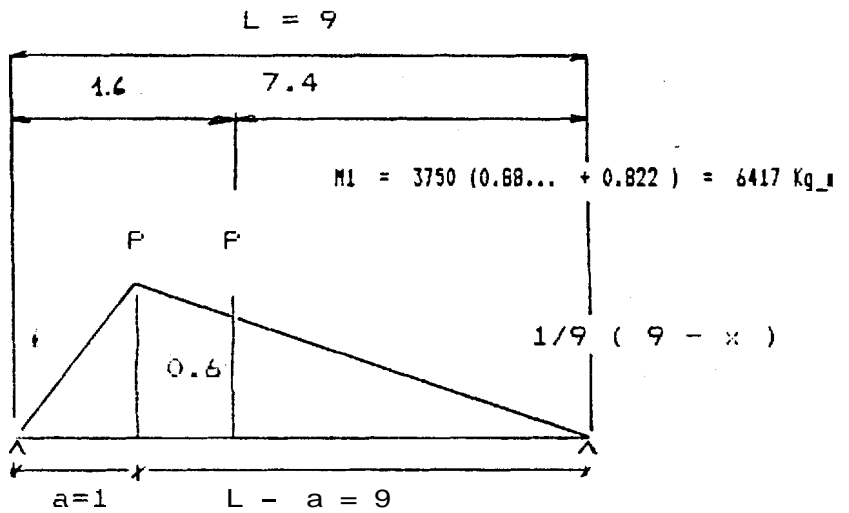
$P=3750 \text{ Kg.}$ $P=3750 \text{ Kg.}$



LINEAS DE INFLUENCIA DEL MOMENTO FLECTOR

En las secciones 1, 2, 3, 4, y 5

VIGA TRANSVERSAL

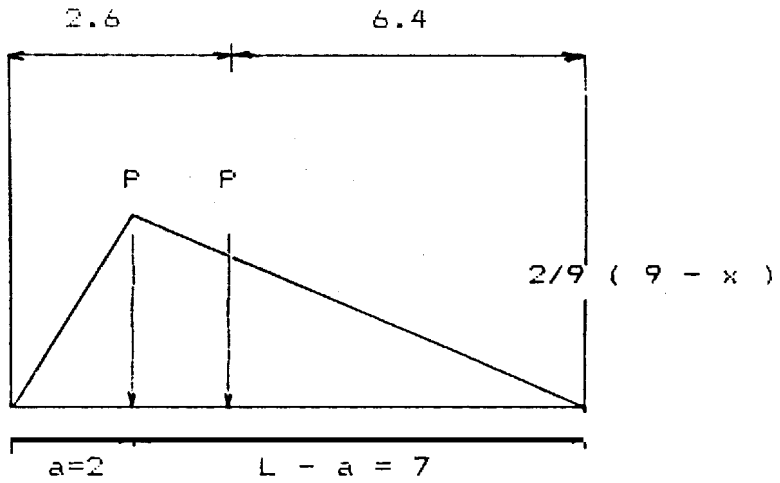


$$\frac{a}{L} (L - x)$$

$$\frac{1}{9} (9 - 1) = 0.111 (8) = 0.88...$$

$$\frac{1}{9} (9 - 1.6) = 0.111 (7.4) = 0.822\dots$$

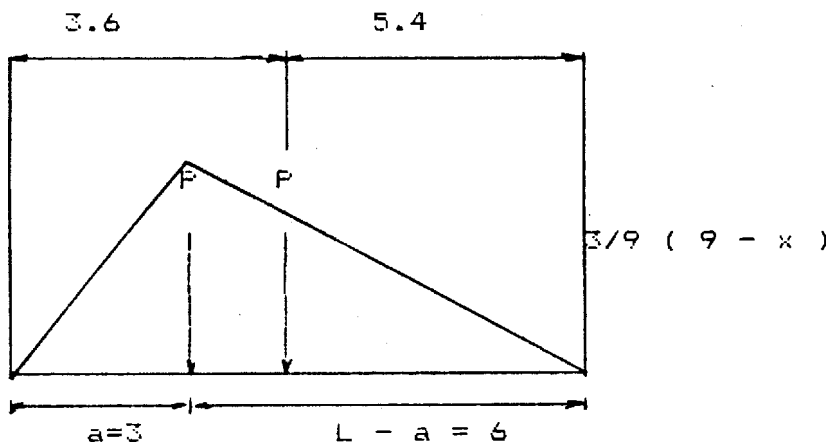
$$M2 = 3750 (1.55\dots + 1.422\dots) = 11167 \text{ Kg}_m$$



$$\frac{2}{9} (9 - 2) = 0.222 (7) = 1.55\dots$$

$$\frac{2}{9} (9 - 2.6) = 0.22 (6.4) = 1.422$$

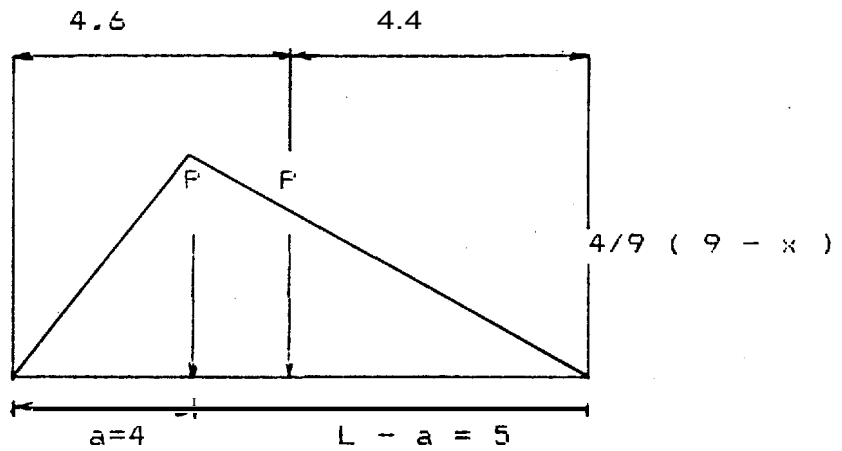
$$M3 = 3750 (2 + 1.8) = 14250 \text{ Kg}_m$$



$$\frac{1}{3} (9 - x) = 0.333 (9 - 3) = 1.99 = 2$$

$$\frac{1}{3} (9 - 3.6) = 0.333 (5.4) = 1.799$$

$$h\# = 3750.1 (2.22... + 1.955...) = 15657 \text{ Kg}_m$$



$$\frac{4}{9} (9 - 4) = 0.444 (5) = 2.22...$$

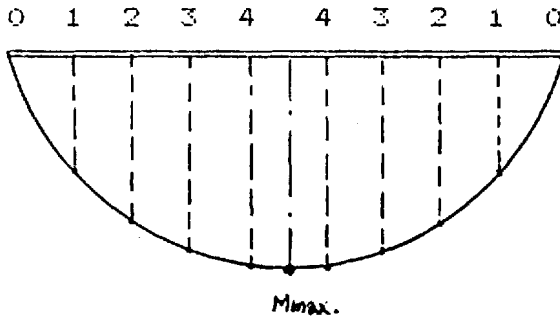
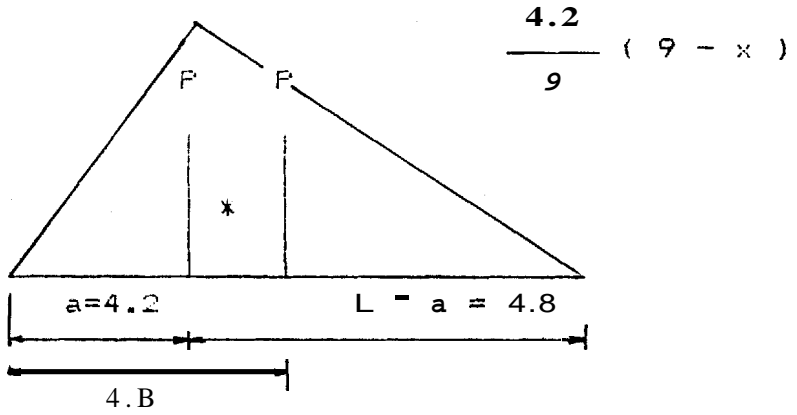
$$\frac{4}{9} (9 - 4.6) = 0.44 (4.4) = 1.955$$

* En el centro de la viaa.

$$\frac{4.2}{9} (9 - x) = 0.466 (4.8) = 2.24$$

$$\frac{4.2}{9} (9 - 4.8) = 0.466 (4.2) = 1.96$$

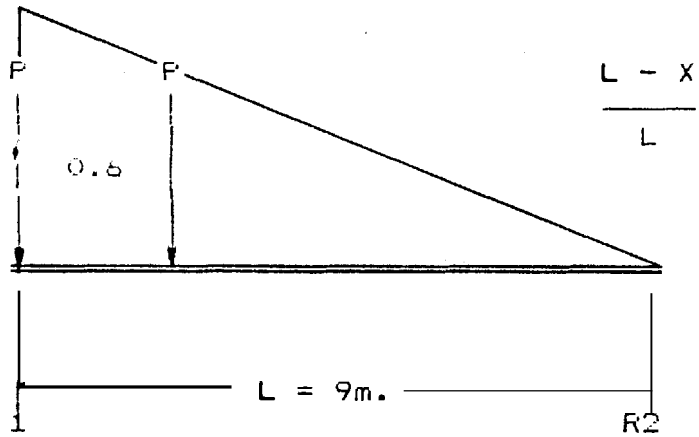
$$M_5 = 3750 (2.24 + 1.96) = 15750 \text{ Kg}_m$$



$$M_{max} = 13750 \text{ Kg}_m$$

i
 Momento máximo que se produce en la sección transversal central por la carga maxima movil de 5T.

CORTANTE EN LA VIGA TRANSVERSAL



$$\frac{9 - x}{9} = \frac{9 - 0}{9} = 1$$

$$\frac{9 - 0.6}{9} = \frac{8.4}{9} = 0.933\dots$$

$$R1 = F_v = 3750 (1 + 0.933)$$

$$F_v = 7250 \text{ Kg.} \quad \text{CORTANTE MAXIMO}$$

CALCULO DEL ESFUERZO CORTANTE

(26)

$$T = f_v = \frac{F_v}{A} = \frac{7250 \text{ Kg}}{(33.2 * 1.1) \text{ cm}^2} = 198.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$f, \equiv 199 \text{ Kg/cm}^2.$$

ESFUERZO DE CORTE FERMISIELE (AISC)

$$T = 0.4 B_y = (0.4) (2500) \text{ Kg/cm}^2 . \quad (27)$$

$$T = 1000 \text{ Kg/cm}^2 .$$

FUR LO TANTO:

$$f_v \ll T \quad \text{OK!}$$

SELECCIONAMOS EL PERFIL PARA SOPORTAR LAS CARGAS

$$E = 2.1 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2 .$$

PARA ACEROS LAMINADOS

$$F_v = 2500 \text{ Kg/cm}^2 .$$

$$G = \frac{MC}{I} = \frac{M}{(I/C)} = \frac{M}{Z} \quad (28)$$

FOR LO TANTO :

$$Z = \frac{M_{\max}}{G_{adm}} \quad (29)$$

DE LA ESPECIFICACION (AISC)

(30)

$$G_{adm} = 0.6 F_v = (0.6) (2500) \text{ Kg/cm}^2 = 1500 \text{ Kg/cm}^2 .$$

$$F_b = 1500 \text{ Kg/cm}^2$$

MODULO RESISTENTE DE LA SECCION ES:

(31)

$$Z = \frac{M_{\max}}{F_b} = \frac{1575 \times 10^3}{1500} = 1050 \text{ cm}^3$$

$$= 64.1 \text{ Pul}^3$$

Con este valor. $Z = 64.1 \text{ Pul}^3$, de tabla para perfiles I de a la ancha.

El valor de la flecha máxima en el centro de la viga

(32)

$$EI\theta = \Sigma \frac{F_b}{48} (3L^2 - 4b^2) + \frac{5qL^4}{384}$$

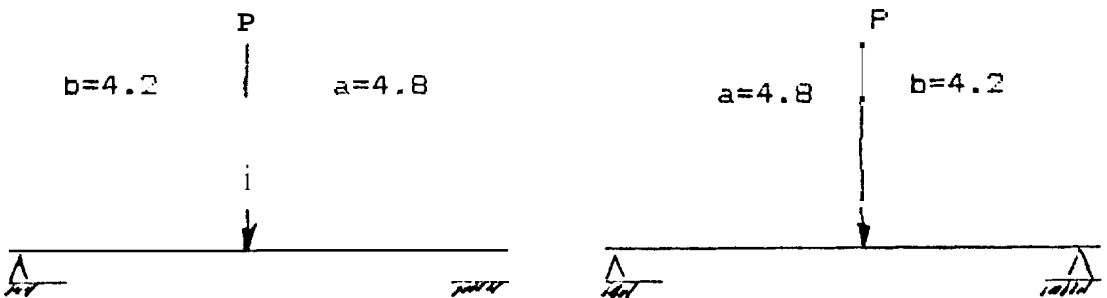


FIG 2.11 CARGA SOBRE CENTRO DE VIGA TRANSVERSAL

$$EI\theta = \frac{3750 \cdot 4.2}{48} [3 \cdot 9^2 - 4 (4.2)^2] + \frac{3750 (4.2)}{48} [3 \cdot 9^2 - 4 (4.2)^2]$$

$$EI\theta = 2 (328.125) [243 - 70.56] + 8970.11$$

$$EI\theta = 113163.75 + 8970.11 = 122133.86 \text{ m}^3 - \text{Kgf}$$

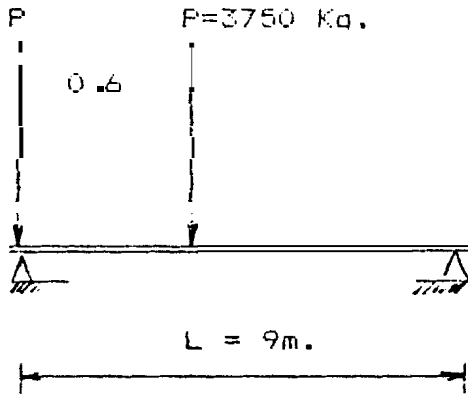
$$\theta = 2.11 \text{ cm}$$

ENTONCES :

$$\frac{\theta}{L} = \frac{2.11}{900} = 0.00234 \quad (33)$$

La flecha crítica, en la mitad de la luz, es de 2.11 cm, es decir, un cuatrocientos veintidósavo de la luz.

CARGA SOBRE VIGAS LONGITUDINALES



$$\uparrow 3750 (1 + 0.933\dots) = 7250\text{ Kg. (Carga Movil)}$$

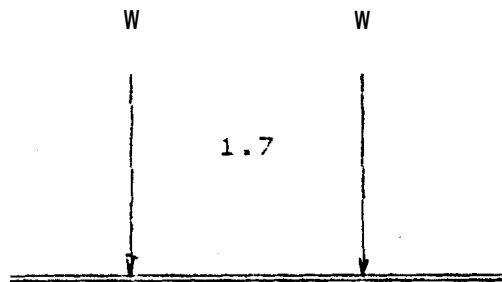
$$\uparrow 9 * 105 * 0.5 = 472 * 1.5 = 720\text{ Kg. (Peso de la viga)}$$

$$\uparrow 300\text{ Kg. (Mec. de Traslaci.)}$$

$$8270\text{ Kg.}$$

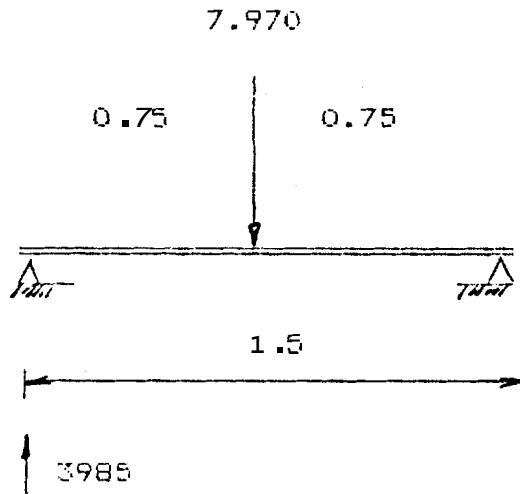
CARGAS PUNTUALES SOBRE VIGA

$$W = 8270 \div 2 = 4135$$



VIGAS DE APOYO

Se usará la misma sección transversal de las columnas.

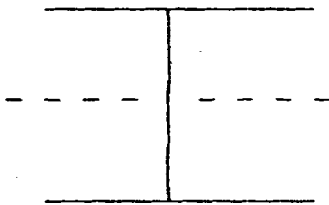


$$F_b = \frac{298900}{616} = 485 \text{ Kg/cm}^2 \quad (34)$$

$$f_b \ll F_b$$

$$M_{\max} = 2989 \text{ Kg-m}$$

(35)



$$I = \frac{29 (3.2)^2}{12} - \frac{23.1 * 2^{13}}{12}$$

$$I = 24974 - 17827$$

$$I = 7147 \text{ cm}^4$$

$$S = \frac{I}{C} \quad (36)$$

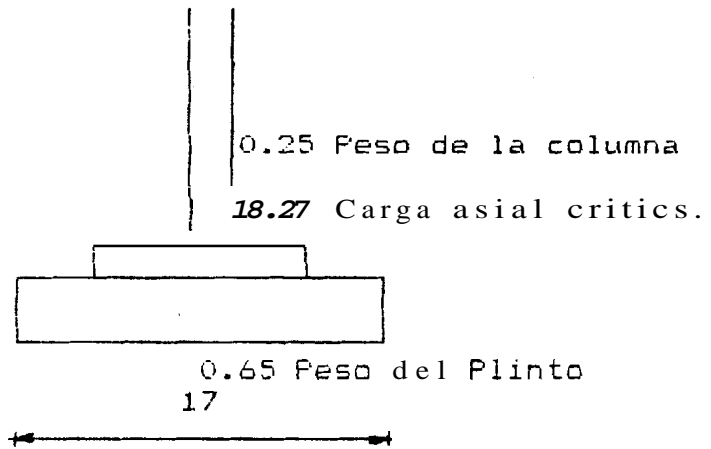
$$S = \frac{7147}{11.6} = 616$$

Utilizando (26)

$$f_v = \frac{3985}{23.2 * 0.9} = 191 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_v < F_v$$

2.7 BASE DE LAS COLUMNAS



$$M_v = 12.5 * 45 = 56.25$$

$$M_r = 8.5 (8.27 + 0.65 + 0.25) = 77.95$$

$$\frac{M_r}{M_v} = \frac{77.95}{56.25} = 1.39 \quad (37)$$

Determinación del esfuerzo de contacto cimiento-suelo

$$P = 9170 \text{ KG.} \quad A = 170 * 80 = 13600 \text{ cm}^2$$

$$G_c = \frac{P}{A} \quad (38)$$

$$G_c = \frac{9170}{13600} = 0.67 \text{ Kg/cm}^2 < 0.70 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$



BIBLIOTECA

CAPITULO III

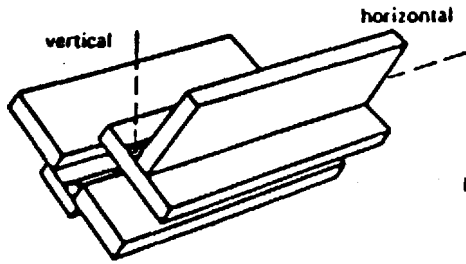
DISEÑO Y CALCULO DE LAS UNIONES SOLDADAS

3.1 DISEÑO DE LAS UNIONES SOLDADAS

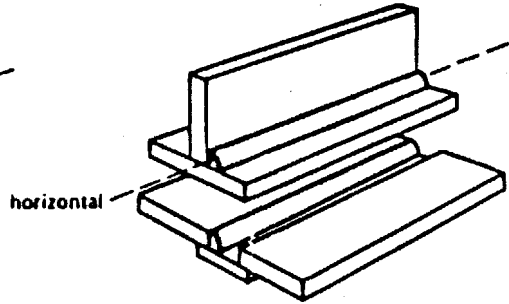
Para cada trabajo de soldadura hay un procedimiento el cual completará la unión al costo más bajo posible. La realización de esta tarea requiere un conocimiento de los factores que afectaran el tipo de soldadura a ser ejecutada.

Los factores de mayor importancia a ser considerados son:

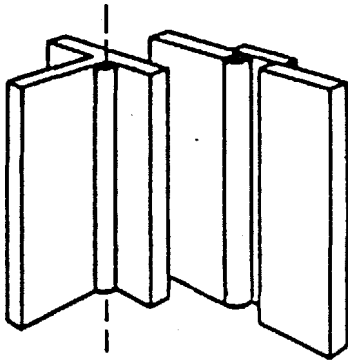
1. Tipo de unión a ser hecha, incluyendo ángulo, abertura de raíz, y suelo (cara de raíz).
2. Tipo y tamaño de electrodo.
3. Tipo de corriente, amperaje y polaridad.
4. Longitud del arco (Voltaje del arco).
5. Velocidad del arco.
6. Posición de soldadura (Plana, horizontal, vertical, y sobrecabeza). Ver Fig 3.1



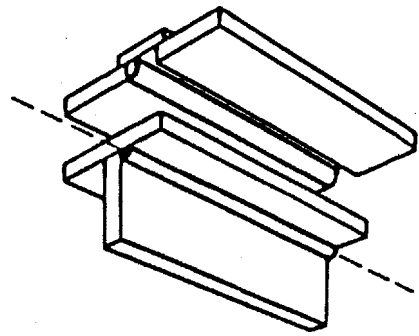
(A) POSICIÓN
PLANA 1F



(B) POSICIÓN
HORIZONTAL 2F



(C) POSICIÓN
VERTICAL 3F



(D) POSICIÓN
SOBRECABEZA 4F

FIG 3.1 POSICIONES DE SOLDADURA

Detalles semejantes como el tipo y tamaño de electrodo, polaridad, corriente, características de arco, y técnicas de taller son mejor determinadas por el fabricante.

El ingeniero tiene que darse cuenta de que estos problemas están presentes e incluiría ellos dentro de su consideración en el diseño de uniones.

TABLA 3.1 PROCEDIMIENTO DE SOLDED

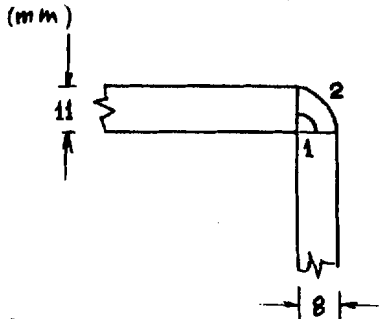
NO. PASOS	ELECTRODO				VELOCIDAD DE SOLDED (mm/min)	DISEÑO DE JUNTA (1) Placa de Acople en Viga de Apoyo
	TAMANO (mm)	CLASE	AMPERAJE (AMP)	VOLTAJE (VOL)		
1	6.35	E7024	410 CA	24	292 - 368	Posición: Placa Calidad de Soldadura: Uniforme Soldabilidad del Acero : Pobre (mm) 
2	6.35	E7024	410 CA	24	292 - 368	
3	6.35	E7028	400 CA	27	216 - 241	

TABLA 3.2 PROCEDIMIENTO DE SOLDEO

NO ASOS	ELECTRODO		PARAMETROS		VELOCIDAD DE SOLDEO (mm/min)	DISEÑO DE JUNTA (2) Viga Transversal sobre viga de Apoyo
	TAMAÑO (mm)	CLASE	AMPERAJE (AMP)	VOLTAJE (VOL)		
1	5.6	E7024	360 CA	24	305 - 356	Posición: Horizontal Calidad de Soldaduras: Comercial Soldabilidad del Acero: Buena
2	5.6	E7024	360 CA	24	305 - 356	

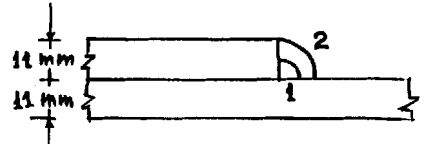
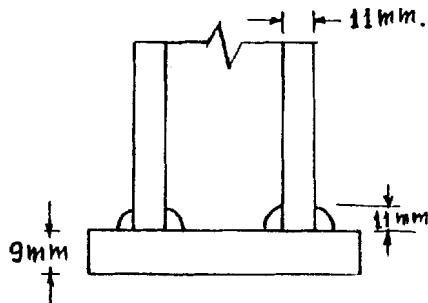


TABLA 3.4 PROCEDIMIENTO DE SOLDEO

NO PASOS	ELECTRODO		PARAMETROS		VELOCIDAD DE SOLDEO (m/min)	DISEÑO DE JUNTA (4) Viga Transversal
	TAMANO (mm)	CLASE	CORRIENTE (AMP)	VOLTAJE (VOL)		
1	3.97	E6011	135 CA	25	140 - 165	Posición: Plana Calidad de Soldadura: Uniforme Soldabilidad del Acero: Buena Soldadura: de un lado
2	6.35	E7024	410 CA	27	203 - 254	
3	6.35	E7028	400 CA	24	280 - 330	
1	3.97	E6011	135 CA	25	140 - 165	
2	3.97	E6027	240 CA	27	203 - 254	
3	6.35	E6027	400 CA	24	284 - 305	

TABLA 3.5 PROCEDIMIENTO DE SOLDEO

NO PASOS	ELECTRODO		PARAMETROS		VELOCIDAD DE SOLDEO (mm/min)	DISEÑO DE JUNTA (B) FLACA EN BASE DE COLUMNA
	TAMAÑO (mm)	CLASE	AMPERAJE (AMP)	VOLTAJE (VOL)		
1	6.35	E7014	370 CA	24	228 - 234	Posición: Horizontal Calidad de Soldadura: Comercial Soldabilidad del Acero: Buena 

3.2 PREPARACION DE UNIONES

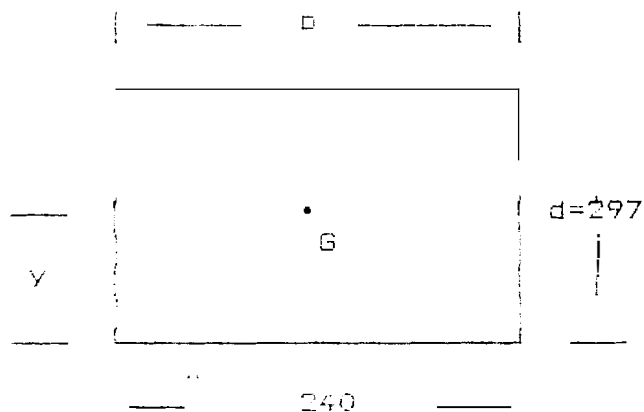
El tipo de unión podría ser seleccionada primeramente sobre la base de la carga requerida. Una vez, sin embargo, seleccionado el tipo de unión, variables en el trazo y diseño pueden resultar en un principio costos reducidos o incrementados.

- 1.- Seleccionamos de la unión requiriendo una mínima cantidad de metal soldado.
- 2.- Eliminamos el biselado sobre un gran porcentaje de uniones.
- 3.- Usamos mínima abertura de raíz e incluyendo ángulo en orden a reducir el llenado de metal requerida.
- 4.- Diseño de uniones para fácil accesibilidad del soldador. Considerando la disponibilidad de las posiciones de soldadura.

3.3 CALCULO DEL TAMAÑO DE SOLDADURA

VIGA TRANSVERSAL SOBRE VIGA DE APOYO.

(SOLAPE)



DE LA TABLA 1.3 (3)

$$A = 1.414 b (b + d)$$

$$I_u = d^2 / 8 (3b + d)$$

$$h = 11$$

ESFUERZOS AXIALES Y DE FLEXION CONFINADOS

$$M = F * d = 3750 * 4500$$

$$M = 16875 * 10^3 \text{ Kg-mm.}$$

$$\text{Esfuerzo Axial} \quad \sigma_a = \frac{F}{A}$$

$$\text{Esfuerzo de Flexión} \quad G_f = \frac{Mc}{I}$$

$$G = G_a \pm G_f$$

$$A = 1.414 (11) (240 + 297) = 8352.5 \text{ mm}^2$$

$$I_u = \frac{(297)^2}{6} [3 (240) + 297] = \frac{(297)^2}{6} [1017]$$

$$I_u = 14951426 \text{ mm}^4$$

$$I = 0.707 \text{ n } I_u = 0.707 (11) (14951426)$$

$$I_u = 1.16277 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$G_f = \frac{Mc}{I} = \frac{15875 * 10^3 \text{ Kg mm} * 240/2 \text{ mm}}{1.16277 * 10^9 \text{ mm}^4}$$

$$G_f = 17.41 \text{ Kg/mm}^2$$

$$G_a = \frac{3750 \text{ Kg}}{8352.5} = 0.45 \text{ Kg/mm}^2$$

$$G_A = 17.41 - 0.45 = 16.96 \text{ Kg/mm}^2 = 1696 \text{ Kg/cm}^2$$

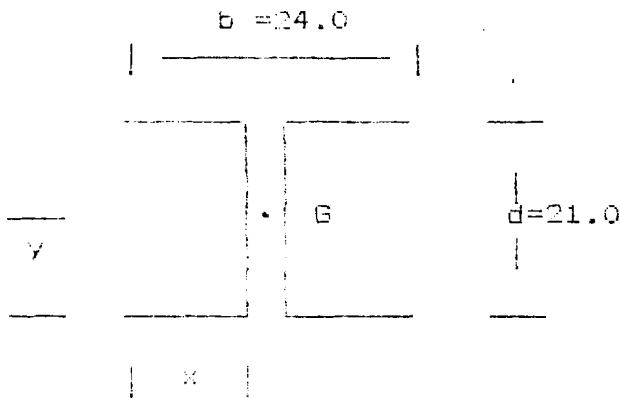
$$G_B = 17.41 + 0.45 = 17.86 \text{ Kg/mm}^2 = 1786 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G_B > G_A$$

$$G_B < F_y$$

OK!

SOLDADURA EN PLACA DE VIGA DE APOYO (EORDE)



$$A = 1.414 h (b + d)$$

$$A = 1.414 (8) (24.0 + 21.0)$$

$$A = 5090.4 \text{ mm}^2 = 50.9 \text{ cm}^2$$

$$V = 3750 \text{ Kg.}$$

$$T' = \frac{V}{A}$$

$$T' = \frac{3750 \text{ Kg.}}{50.9 \text{ cm}^2} = 73.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$r = 200 \text{ mm.}$$

$$M = F * r = 3750 \text{ Kg} * 20 \text{ cm} = 75000 \text{ Kg-cm}$$

$$I_u = \frac{d^3}{6} (3b + d) = \frac{21^3}{6} (3 * 24 + 21) = 6835.5 \text{ cm}^3$$

$$f_v = \frac{V}{A}$$

$$f_v = \frac{1280}{27.15 \text{ cm}^2}$$

$$f_v = 47.14 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_v \ll F_v$$

$$A = 1.414 \text{ nd}$$

$$A = 1.414 (8)(240)$$

$$A = 2714.88 \text{ mm}^2$$

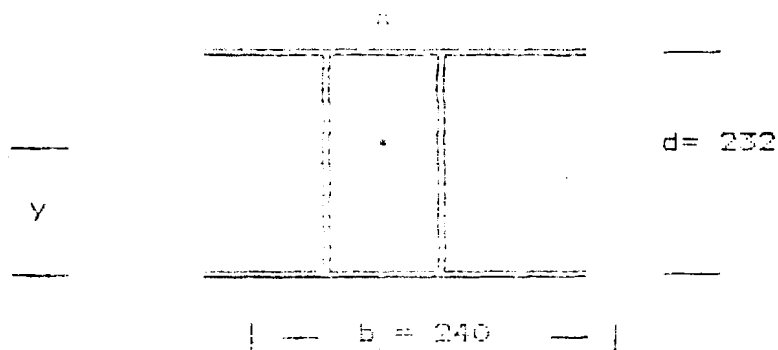
$$A = 27.15 \text{ cm}^2$$

CALCULO DE SOLDADURA EN LA FLACA DE APOYO DE LA COLUMNA (JUNTA T)

$$V = 1250 \text{ Kg.}$$

$$M = (1250)(450)$$

$$M = 56.25 * 10^4 \text{ Kg-cm}$$



$$A = 1.414 h (b + d)$$

$$A = 1.414 (8) (240 + 232)$$

$$A = 5339.26 \text{ mm}^2$$

$$A = 53.39 \text{ cm}^2$$

$$I_u = d^2 / 6 (3b + d)$$

$$I_u = \frac{(23.2)^2}{6} (3 * 24.0 + 23.2)$$

$$I_u = 8540.07 \text{ cm}^3$$

$$I = 0.707 h I_u$$

$$I = 0.707 (0.8) 8540.07$$

$$I = 4830.26 \text{ cm}^4$$

$$T' = \frac{V}{A} = \frac{1250 \text{ Kg.}}{53.39 \text{ cm}^2} = 23.41 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = \frac{M_c}{I} = \frac{M d/2}{I} = \frac{56.25 * 104 \text{ Kg-cm.} (11.6)}{4830.26 \text{ cm}^4}$$

$$G = 1351 \text{ Kg/cm}^2$$

Con estos valores de G y 'I', graficamos el círculo de Morh.

Donde encontramos los esfuerzos principales $G_1 = 1355 \text{ Kg/cm}^2$
y $T_{\max} = 675.9 \text{ Kg/cm}^2$.

Por lo tanto:

$$G1 < T_{max}$$

$$G1 < F_b$$

$$(1355 < 1500) \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

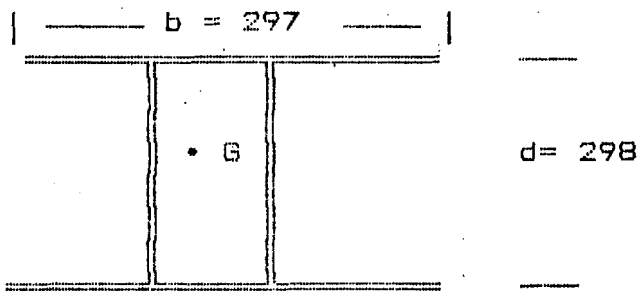
CALCULO PARA LA VIGA TRANSVERSAL (JUNTA A TOFE)

Cuando la carga esta justamente sobre la soldadura.

El momento máximo en este punto es:

$$M3 = 14250 \text{ Kg}_m = 14.25 * 10^6 \text{ Kg}_cm$$

y el cortante es de $V = 4750 \text{ Kg}$



$$A = 1.414 h (b + d)$$

$$A = 1.414 (11) (297 + 298)$$

$$A = 925.463 \text{ mm}^2 = 92.55 \text{ cm}^2$$

$$I_u = d^2 / 6 (3b + d) = (29.7)^2 / 6 (3 * 29.7 + 29.8)$$

$$I_u = 17.48 * 10^4 \text{ cm}^3$$

$$I = 0.707 h I_u = 0.707 (11) (17.48 * 10^4)$$

$$I = 135941.96 = 135942 \text{ cm}^4$$

$$T' = \frac{V}{A} = \frac{4750 \text{ Kg}}{92.58 \text{ cm}^2} = 51.3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = \frac{M_c}{I} = \frac{M \left(\frac{b}{2} \right)}{I} = \frac{14.25 * 10^9 \text{ Kg}_\text{cm} * 16.6 \text{ cm}}{135942 \text{ cm}^4}$$

$$G = 174 \text{ Kg/cm}^2$$

Con los valores de G y T' , graficamos el círculo de Mohr.

Donde calculamos, los esfuerzos principales $G_1 = 185.5 \text{ Kg/cm}^2$
y $T_{\max} = 98 \text{ Kg/cm}^2$.

Por lo tanto:

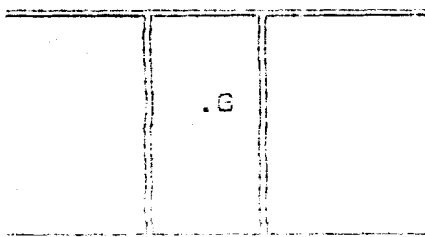
$$G_1 < T_{\max}$$

$$G_1 < F_b$$

$$(185.5 < 1500) \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

CALCULO PARA LAS VIGAS LONGITUDINALES

$$\left| \text{----- } b = 90 \text{ -----} \right|$$



$$d = 171$$

Cuando la carga esta justamente sobre la soldadura el momento flector en este punto y el cortante es:

$$M = 158870 \text{ Kg_cm}$$

$$V = 2269 \text{ Kg}$$

$$A = 1.414 h (b + d)$$

$$A = 1.414 h (B) (9.0 + 17.6)$$

$$A = 30.1 \text{ cm}^2$$

$$I_u = \frac{d^2}{6} (3b + d)$$

$$I_u = \frac{(17.6)^2}{6} (3*9 + 17.6)$$

$$I_u = 2302.55 \text{ cm}^3$$

$$I = 0.707 h I_u$$

$$I = 0.707 (.8)(2302.55)$$

$$I = 1302.32 \text{ cm}^4$$

$$T = \frac{V}{A}$$

$$T = \frac{2269 \text{ Kg}}{30.1 \text{ cm}^2}$$

$$T = 75.38 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = \frac{Mc}{I} = \frac{M * d/2}{I} = \frac{158870 \text{ Kg_cm} (17.6/2) \text{ cm}}{1302.32 \text{ cm}^4}$$

$$G = 1073.51 \text{ Kg/cm}^2$$

Con estos valores de G y T' , graficamos el círculo de Mohr.

Donde calculamos los esfuerzos principales $G_1 = 1100 \text{ Kg/cm}^2$
y $T_{\max} = 560 \text{ Kg/cm}^2$

Por lo tanto:

$$G_1 < T_{\max}$$

$$G_1 < F_b$$

$$(1100 < 1500) \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

3.4 PREVENCIÓN DE DISTORSIÓN

La distorsión en las soldaduras realizadas será prevenida o minimizada, los métodos a ser usados en diseño y en el taller sobreviene los efectos del ciclo de calentamiento y enfriamiento. La contracción no puede ser prevenida, pero puede ser controlada.

En nuestro caso diseñamos las juntas cuidándonos de NO DEPOSITAR EXCESIVA SOLDADURA.

La colocación de más metal que el requerido en una soldadura incrementa la fuerza de contracción. Una soldadura correcta para el servicio requerido no solamente minimiza la distorsión, sino también

economiza metal de soldadura y tiempo. La preparación de borde en la soldadura a tope, ayuda al uso de mínima cantidad de metal soldado. Para máxima economía, las placas podrían estar espaciadas desde 0.32 mm. aparte.

Un visel de 30 grados a cada lado provee fusión propia en la raíz de la soldadura.

En general, si la distorsión no es un problema, seleccionamos la unión más económica. Si la distorsión es un problema, seleccionamos una u ntra unión en la cual el esfuerzo de soldadura balancea cada uno de las otras uniones requiriendo la mínima cantidad de metal soldado.



BIBLIOTECA

3.5 PARAMETROS DE SOLDADURA

Durante la soldadura par- arco se deben controlar tres variables:

- 1) Amperaje
- 2) Voltaje
- 3) Velocidad de soldeo

Las uniones soldadas se las efectúan con soldadura manual con electrodo revestido donde, el soldador fija en la máquina la corriente deseada y, mientras suelda, controla dos de las tres variables: Velocidad de soldeo y tensión de arco.

3.5.1 LIMITACION DE VARIABLES

Cuando es necesario establecer un procedimiento de soldadura para calificación como el requerido por especificaciones de contrato. Las siguientes reglas aplicarse y el procedimiento será registrado por el fabricante o contratista como un procedimiento particular.

1. Procedimiento de calificación de soldadura establecido con un metal base incluido dentro del

grupo I de la tabla (3.7) el procedimiento calificará la soldadura para algún otro metal base o combinación de metales base incluidos en este grupo.

2. Procedimiento de calificación de soldadura establecido con un metal base incluido dentro del grupo II de la tabla (3.7) será considerado como procedimiento de calificación para soldar algún otro acero en este grupo, combinaciones dentro de este grupo, o algún otro acero incluido en el grupo I.

Los cambios se establecen adelante en soldadura al arco con electrodo revestido de 1-5. Serán considerados cambios esenciales en un procedimiento de soldadura y requerirá establecer un nuevo procedimiento para calificación. Cuando una combinación de procesos de soldadura es usado, las variables aplicables a cada proceso se aplicará

SOLDADURA AL ARCO CON ELECTRODO REVESTIDO

- (1) Un cambio en el incremento del esfuerzo del metal de aporte, un cambio de E70xx a E80xx, por ejemplo, pero no viceversa.
- (2) Un cambio de amperaje, voltaje y de el electrodo,

TABLA 3.7 (7)

REQUERIMIENTOS MECANICOS DE METAL DE APORTE

REQUERIMIENTOS ESPECIFICACION DE ACEROS				REQUERIMIENTOS DE HETAL DE APORTE					
ESPECIFICACION DE ACERO	Punto de Fluencia Ksi	Punto de Fluencia MPa	RANGO DE TENSION Ksi	RANGO DE TENSION MPa	ESPECIFICACION DE ELECTRODOS	Punto de minimo ESFUERZO DE FLUENCIA Ksi	Punto de minimo ESFUERZO DE FLUENCIA MPa	RANGO DE ESFUERZO DE TENSION Ksi	RANGO DE ESFUERZO DE TENSION MPa
6 ASTH A36 ASTH A53 ASTH A106 ASTH A131 ASTH A139 ASTH A381 ASTH A500	36 35 35 32 35 35 33/39	250 240 240 220 240 240 230/270	58-80 60 sin 60 rin 58-71 60 rin 60 rin 45 min	400-550 415 min 415 rin 400-490 415 rin 415 min 310 min	SMAN AWS A5.1 o A5.5 E60XX o E70XX	50 60	345 415	62 min 72 rin	425 495
1 ASTM A501 ASTH A516 ASTH b524	41/46 36 30 32 35	285/370 250 205 220 240	58 min 58 sin 55-65 60-72 60-85	400 min 400 rin 380-450 415-495 415-585	SAM AWS A5.17 o A5.23 F6X-EXXX o F7X-EXXX	56 60	345 415	62-80 70-90	425-550 465-655
ASTM A529 ASTH A570	30 42 30 36 40	205 290 210 170 275	55-60 60-85 49 sin 53 min 55 min	380-550 415-495 340 ain 365 rin 380 rin	GMAN AWS A5.18 ER70S-X	60	415	72 min	495
ASTH A573 ASTH A709 API 5L ABS	45 50 35 36 35 42	310 345 240 250 240 290	60 min 65 sin 65-77 58-80 60 60 58-71	420 rin 450 rin 450-530 345-550 415 415 400-490 400-490	FCAN AWS A5.20 E6XT-X E7XT-X (Excepto -2,-3,-10,-6S)	50 60	345 415	62 min 72 rin	425 495

REQUERIMIENTOS MECANICOS DE METAL DE APORTE							
REQUERIMIENTOS ESPECIFICACION DE ACEROS			REQUERIMIENTOS DE METAL DE APORTE				
6 7 8 9	ESPECIFICACION DE ACERO	Punto de Inicio	RANGO DE TENSION	ESPECIFICACION DE ELECTRODOS	Punto de minimo ESFUERZO DE FLUENCIA	RANGO DE ESFUERZO DE TENSION	
		Ksi					Ksi
II	ASTM A131 GRADOS AH32, DH32, EH32 GRADOS AH36, DH36, EH36	45.5 51 42-50	68-85 71-90 63-70	SAW AWS A5.1 o A5.5 E7015, E7016	0	415	72 min 45
	ASTM A441 ASTM A516 GRADO 65 GRADO 70	290-345 290-345 240 260	435-485 435-485 450-530 485-585	E7018, E7 28			
	ASTM A537 CLAS 1	50	70-90				
	ASTM A572 GRADO 42	42	60 min 415 min				

valores que no estan dentro de los rangos recomendados por el fabricante de electrodos.

- (3) Un cambio en el tipo de electrodo de bajo hidrógeno a uno de no-bajo hidrógeno, pero no viceversa.
- (4) Un incremento en el diametro del electrodo en unos que $1/32$ Pulg (1 mm.) sobre el usado en la calificación del procedimiento.
- (5) Para una acanaladura especificada, un cambio en más de $\pm 25\%$ en el número especificado de pasos. Si el área de la acanaladura es cambiada, es permisible un cambio en el número de pasos en proporción a el área.

3.6 CALIFICACION DEL PROCESO DE SOLDADURA

REQUERIMIENTOS GENERALES

Precalificación de procedimientos de uniones soldadas considera todos los requerimientos siguientes:

- * METAL BASE.- Los metales base soldados bajo este código (AWS) aceros comunmente usados en la fabricación de estructuras de acero. Para este caso especificación ASTM A36.
- * PROCESO DE SOLDADURA.- Soldadura al arco con electrodo revestido (SMAW), proceso ya indicado en sección 1.2.
- * DETALLE DE UNIONES SOLDADAS.- Incluye calificación de la unión, detalle de filete soldado, detalles de la soldadura de tapón y ranura y penetración completa de la unión en ranuras soldadas.
- * PREPARACION DE METAL BASE.- Superficies y bordes a ser soldados serán lisos y uniformes, libre de aletas, rajaduras, grietas, y otras discontinuidades lo cual podría adversamente afectar la calidad ó esfuerzo de la soldadura. Superficies a ser soldadas y superficies adyacentes a la soldadura deben estar libre de impurezas tales como escoria, moho, grasas y otros materiales extraños que prevendrían soldadura apropiada además

producir gases.

- * TOLERANCIA DE LA RANURA DE LA UNIÓN.- Con la exclusión de soldadura electroescoria v electrogas, y con la excepción de abertura de raíz en exceso del permitido en la Tabla (3.9) e ilustrada en la Fig. 3.2, las dimensiones de la seccitn transversal de la ranura de la unión soldada la cual varía como muestra sobre el detalle dibujado par más que las siguientes tolerancias serán referidas al ingeniero para aprobarla o corregirla.

TABLA 3.9 (7)
ABERTURA DE RAIZ PERMITIDA

	Raiz no saneada		Raiz saneada	
	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
111 Cara de raíz de la unión	$\pm 1/16$	1.6	sin llrite	
(2) Abertura de raíz de la unión sin respaldo.	$\pm 1/16$	1.6	+ 1/16	3.2
			- 1/8	3.2
Abertura de raíz de la unión con respaldo.	+ 1/4	6.4	no rpllicable	
	- 1/16	1.6		
(3) Angulo de ranura de la unión	$\pm 10^\circ$ grados		+ 10°	grados
	- 5°	grados	- 5'	grados

- * REQUERIMIENTO DE METAL DE APORTE: Electrodo para soldadura al arco con electrodo revestido conforme a los

requerimientos de la última edición de la AWS A5.1.

* REQUERIMIENTO DE TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO O INTERFACE. - El mínimo precalentamiento y temperaturas de interface será una u otra de acuerdo al proceso de soldadura.

* ELECTRODO PARA SMAW .- Una soldadura de filete de paso simple arriba de 1/4 Pulg. (6.4 mm.) máximo y 1/4 Pulg. ranura soldada hecha con una simple pasada o simple pasada de cada lado, puede ser hecha usando un electrodo de bajo hidrógeno E70XX.

* PROCEDIMIENTO SMAW.-

(1) La posición de trabajo será la posición plana de soldadura cuando sea practicable.

(2) La clasificación y tamaño de electrodo, longitud de arco, voltaje y amperaje será adaptado al espesor del material, tipo de acanaladura, posición de soldadura, y otras circunstancias atendidas en el trabajo. La corriente de soldadura será dentro del rango recomendado por el fabricante de electrodos.

(3) El mínimo diametro del electrodo será como sigue:

(a) 5/16 Pulg. (8.0 mm.) para todas las

soldaduras hechas en posición plana, excepto pases de raíz.

(b) 1/4 Pulg. (6.4 mm.) para soldadura de filete horizontal.,

(c) 1/4 Pulg. (6.4 mm.) para pases de raíz de filete de soldadura hecho en la posición plana con respaldo y con abertura de raíz de 1/4 Pulg., o más.

(d) 5/32 Pulg. (4.0 mm.) para soldaduras hechas con EXX14 y electrodos de bajo hidrógeno en las posiciones verticales y sobre cabeza.

(e) 3/16 Pulg. (4.8 mm.) para pases de raíz de ranuras soldadas y para todas las otras soldaduras no incluidas bajo a, b, c y d.

(4) El mínimo tamaño de paso de una raíz sera suficiente para prevenir rajaduras.

(5) El máximo espesor de paso de raíz en una ranura a soldarse será de 1/4 Pulg. (6.4 mm.).

(6) El máximo tamaño de filete de soldadura de paso simple y pases de raíz con multiples pases de filetes de soldadura será:

- (a) $3/8$ Pulg. (9.5 mm.) en posición plana.
- (b) $5/16$ Pulg. (8.0 mm.) en posición horizontal o sobrecabera.
- (c) $1/2$ Pulg. (12.7 mm.) en posición vertical.

t

Con sólidos conocimientos de los requerimientos generales de la calificación de un procedimiento de soldadura, podemos proceder a llenar un certificado del procedimiento como el mostrado.

TABLE 3.10 FORMATO PARA CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Hoja 1 de.....	
NOMBRE DE LA EMPRESA	
CERTIFICADO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO No.	
FECHA	
PROCED. No.	
PROCESO(S) DE SOLDEO	TIPOS

UNIONES DISEÑO DEL CHAFLAN USADO	METAL BASE MATERIAL ESPEC. TIPO o GRADO
METAL DE APORTACION ANALISIS DEL METAL DEPOSITADO No. A. TAMAÑO DEL ELECTRODO	POSICION POSICION DEL CHAFLAN
METAL DE APORTACION No. F..... ESPECIFICACION S.F. A. CLASIFICACION AWS	SECUENCIA DE SOLD. (ASCENDENTE, DESCENDENTE) OTROS
OTROS	PRECALENTAMIENTO PRECALENTAMIENTO EN TEMP. ENTREPASADAS, TEMP. OTROS
TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDEO TEMPERATURA	GAS TIPO DE GAS O GASES
TIEMPO	COMPOSICION DE LA MEZCLA
OTROS	OTROS
CARACTERISTICAS ELECTRICAS CORRIENTE	TECNICA APORTACION RECTA U OSCILANTE
POLARIDAD	PASADAS SIMPLE O MULTIPLES
AMPS. VOLTS.	(POR LADO)
VELOCIDAD	ELECTRODO SIMPLE O MULTIPLE
OTROS .....	.....

TIPO DE ENSAYO .....	.....
ANALISIS DEL DEPOSITO .....	.....
OTROS .....	.....
ENSAYO DE SOLDADURA EN ANGULO	
RESULTADO ACEPTABLE	PENETRACION EN EL METAL BASE
(Si, No)	(Si, No)
TIPO Y ASPECTO DE LA ROTURA	RESULTADO DE LA MACROGRAFIA
NOMBRE DEL SOLDADO	RELOJ No. SELLD No
ENSAYO DIRIGIDO POR :	No. DEL INFORME DEL LABORATORIO
PARA :	
Certificamos que el contenido de este informe es correcto y que las soldaduras han sido prepa_	
radas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del código ASME Sección IX.	
FECHA	FIRMA
FIRMA	INSPECTOR DE
APROBADO POR QA.	FIRMA

Z.7 CALIFICACION DE SOLDADORES

La calificación de la prueba descrita en esta parte esta específicamente ideada para determinar la habilidad del soldador para producir una soldadura sólida. La calificación de la prueba no tiene la intención de ser usada como guía para soldaduras durante la construcción actual. Las que serán ejecutadas de acuerdo con los requerimientos del procedimiento especificado.

3.7.1 LIMITACION DE VARIABLES

Para la calificación de un soldador, se aplicará las siguientes reglas:

1. Establecida alguna calificación con uno de los

aceros permitidos por este código será considerado como calificación a soldar algún otro de los aceros.

2. Un soldador calificado con un electrodo aprobado y combinado con un medio de protección será considerado calificado para soldar con algún otro electrodo combinado con un medio de protección para los procesos usados en la calificación de la prueba.
3. Para otras soldaduras como electroescoria a electrogas, un soldador calificado para soldar con múltiples electrodos será calificado para soldar con un simple electrodo, pero no viceversa.
4. Un soldador calificado en electrogas o electroescoria con un electrodo aprobado combinado con un medio de protección será considerado calificado para soldar con algún otro electrodo aprobado combinado con un medio de protección de la prueba.
5. Un cambio en la posición en la cual la soldadura de la placa es hecha como es definida en (5.8 AWS) requerirá recalificación.
6. Soldadores calificados para soldadura al arco semiautomático será considerado calificado para soldadura mecánica con simple electrodo en algunos

procesos sujeto a las limitaciones de 3.7.2, provee al soldador adiestramiento y demostrar su habilidad para hacer satisfactoria la producción soldada.

3.7.2 LIMITACIONES DE VARIABLES

Para calificación de una soldadura las siguientes reglas serán aplicadas:

1. Alguna calificación establecida con uno de los aceros permitidos por este código será considerada como calificación de soldadura o unión soldada para alguno de los otros aceros.
2. Una soldadura será calificada por cada proceso usado.
3. Una soldadura calificada para soldadura al arco con electrodo revestido con un electrodo identificado será considerada calificada al soldarse con algún otro electrodo del mismo grupo de designación y con algún electrodo listado numericamente más abajo del grupo de designación.
4. Una soldadura calificada con un electrodo aprobado y combinado con un medio de protección será

... algún **otro** electrodo apt-abado, también combinado con un medio de prateccibn para el proceso ~~usado~~ en la calificaion de la prueba.

5. Un cambio en la posición de soldadura, una para la cual, la soldada no es calificada requerirá calificación.

A continuación mostramos un certificada de calificación de soldador donde se considera parametros y variables ya considerados en esta sección.

TABLA 3.11 FORMATO PARA CALIFICACION DE SOLDADOR

CERTIFICADO DE CALIFICACION DE SOLDADOR			
NOMBRE	.....	
EMPRESA	.....	
COD160 O ESPECIFICACION APLICADA	.....	
PROCESO DE SOLDADURA	.....	
MATERIAL BASE	.....	ESPECIFICACION	.....
	- PLANCHA		DIAMETRO
		DIENSIONES:	
GEOMETRIA	- TUBERIA		ESPESOR
	- ANGULO		
	i		
MATERIAL DE APORTACION	.....	ESPECIFICACION	..... DIAMETRO
CARACTERISTICAS ELECTRICAS: CORRIENTE	.....		POLARIDAD
			- DIRECTA
TIPO DE JUNTA	.....	PENETRACION :	- CORDON DE SELLADO
			- RESPALDO
POSICION DE SOLDADURA CALIFICADA	.....	
RANGO DE ESPESOR CALIFICADOS	.....	
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS			
VISUAL: APARIENCIA	.....	MORDEDURA	..... POROSIDAD.....
DOBLADO: TIPO	.....	RESULTADO	.....
	TIPO	.....	RESULTADO
SOLDADURA EN ANGULO: APARIENCIA	.....		TAMANO
ROTURA:	.....	
MACROGRAFIA (fusión )	.....	
RADIOGRAFIA	.....	
	RESULTADO FINAL:	.....

3.8 PREFABRICACION DE PARTES

Una vez adquirido el material estructural y demás. En

el taller procedemos a prefabricar partes.

Empezamos con las columnas, cortamos la tubería de acero con una longitud de 4.15 metros. este corte lo realizamos en una sierra eléctrica para mayor precisión de paralelismo y perpendicularidad cortamos en los dos extremos de la misma.

Por otro lado cortamos con oxiacetileno las placas de cabeza y de base de las columnas, practicamos los agujeros en los lugares correspondientes con las dimensiones ya anotadas en el plano.

Entonces formamos la columna con las placas soldadas en tipo de junta "T" una en cada extremo de acuerdo al procedimiento de la sección (3.1 Diseño de uniones soldadas) y así formamos las ocho columnas, con su respectiva placa de base y de cabeza, perfectamente perpendiculares y paralelas entre sí.

Cortamos una viga de 3 metros de longitud y la unimos con la viga de 6 metros de longitud para formar la viga transversal de 9 metros de longitud, la unión soldada es a tope con visel y número de pasos de soldadura de acuerdo con la sección (3.1).

Teniendo ya cortada dos vigas de 1.5 metros de longitud

(dimensiones ver Plano), soldamos las placas de acople de acuerdo al procedimiento (3.1) en cada uno de sus extremos y tenemos ya las vigas de apoyo que luego son unidas a la viga transversal para formar una sola estructura, el tipo de unión es a solape soldadas de acuerdo al procedimiento de la sección (3.1) guardando perfecta perpendicularidad y paralelismo entre éstas.

Por último pasamos a formar las vigas rieles longitudinales de 14 metros de longitud uniendo dos vigas de 6 metros más un pedazo de dos metros, el tipo de unión soldada es a tope de acuerdo con el procedimiento de la sección (3-11, practicamos los agujeros que corresponden (Ver plano), y estamos listos para el ensamble.

3.9 ENSAMBLE EN SITIO DE MONTAJE

Una vez teniendo las partes prefabricadas nos trasladamos con equipo y herramientas necesarias al sitio de montaje donde ya está listo el suelo donde se va a levantar la estructura, trabajo que se realizó (Obra Civil) mientras se prefabricaban las partes en el taller.

Primero paramos las columnas empernadas en su base a nivel del suelo, notamos perpendicularidad al mismo,

enseguida subimos las vigas longitudinales que van empernadas a las placa de cabeza de las columnas, verificamos que queden perfectamente paralelas ya que estas vigas son las rieles donde se desplazará la viga transversal, montada sobre las vigas de apoyo donde va acoplado el mecanismo de traslación, para afianzar el paralelismo y darle mayor rigidez a la estructura se han soldado dos vigas de perfil C en ambos extremos sobre los rieles **que** además sirven como finales de carrera del tren longitudinal.

Luego subimos sobre los rieles la viga transversal, que por su peso lo hacemos manualmente con cuerdas atadas en ambos extremos y un tecele, una vez instalada está con el mismo tecele subimos el carro-polipasto eléctrico de cable monorail, que es acoplado a las alas inferiores de la viga transversal.

Hacemos algunas **pruebas** de movimientos con carga máxima y por último le damos un acabado de pintura anticorrosiva.

3.10 DEFECTOLOGIA E INSPECCION.

Cuando la soldadura se deposita correctamente, las ondulaciones del cordón son iniformes y suaves, sin defectos superficiales que son obvios en una

inspección visual.

Los problemas más comunes en soldadura que nos podrían haber presentado son:

- a) Soldadura Porosa
- b) Foca Penetración
- c) Socavacion
- d) Distorsión

Una vez realizada la soldadura, la única forma de comprobar que se ha efectuado una correcta y sólida unión es por medio de E.N.D. De cuyo método utilizado son:

- a) **INSPECCION VISUAL:** Esta técnica, consiste en observar por medio de los sentidos de la vista, si la soldadura no presenta figuras apreciables, ni alteraciones de su morfología fuera de lo aceptable.
- b) **INSPECCION POR ULTRASONIDOS:** La técnica de ultrasonidos utiliza vibraciones (ondas) de alta frecuencia, para localizar y medir defectos en materiales. Es un método muy sensible y permite localizar fisuras muy finas, tanto superficiales, como subsuperficiales, así como otros defectos internos. Puede aplicarse a cualquier tipo de junta y determina con precisión la situación y el tamaño de los defectos.

Se le envía un impulso vibratorio de alta frecuencia a través de una pieza metálica sana y continua, la señal se desplaza a lo largo de la misma, reflejándose al llegar al extremo. Tanto el impulso como la señal reflejada pueden recogerse en la pantalla calibrada de un osciloscopio.

La discontinuidades o defectos de estructura interrumpen la circulación de la señal y la reflejan antes de llegar al extremo. Este reflejo llega más pronto al receptor y aparece en el osciloscopio más cerca del impulso de emisión. Midiendo sobre la pantalla la distancia entre la señal de impulso y la reflejada por el defecto puede determinarse la profundidad del mismo.

El control por ultrasonidos puede realizarse desde una sola cara de la junta.

- c) **INSPECCION RADIOGRAFICA:** Es una técnica para determinar la calidad de la soldadura por medio de radiaciones capaces de penetrar a través de los materiales. Los rayos X y las rayos gamma son dos tipos de radiaciones electromagnéticas utilizadas para penetrar materiales opacos.

Situando una película sensible en la parte posterior de la soldadura se obtiene un registro permanente de la

estructura interna de la misma.

Cuando las radiaciones pasan a través de una soldadura sana y de espesor constante, inciden sobre la película con intensidad uniforme, produciéndose una imagen sin manchas. Por el contrario, si la pieza tiene defectos tales como sopladuras, inclusiones de escoria, faltas de penetración, fisuras o faltas de fusión, la radiación pasa con mayor facilidad a través de estas zonas menos densas, llegando a la película con más intensidad, y produciendo muchos oscuros que definen claramente la situación, forma y tamaño del defecto.

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO

4.1 FACTORES INVOLUCRADOS.

Hay varios métodos los cuales pueden ser usados para estudiar el costo de soldadura, y esto depende sobre la necesidad de semejante estudio. Por ejemplo, es necesario estimar una oferta para un nuevo trabajo, es necesario comparar un proceso con otro, etc.

Un buen método de estimación de costo podría dar el costo final rápidamente: sin embargo indicando a qué porción de la operación es más costosa, donde la soldadura por sucres esta realmente siendo consumida.

El costo final incluye por lo menos estas detalles:

- a) Mano de Obra por preparación de placa, montaje, soldadura, limpieza y alivio de tensiones:
- b) Electrodo, fuente,
- c) Potencia eléctrica.

Existe un número de fórmulas útiles para determinar varios costos de componentes para la cual todos los

tipos de trabajos de soldadura pueden ser estudiados.

El simple **echo** de estimación de costo requiere una tarea larga, un filete de paso simple o ranura soldada multi-pases de soldadura, donde un proceso diferente puede ser usado para cada paso.

En ambos ejemplos, es suficiente asumir un razonable factor de operación debido al bajo tiempo entre electrodos consumidos y aplicado esto al bajo tiempo entre electrodos consumidos y aplicado esto al actual tiempo de arco. Este bajo tiempo es afectado por el soldador, tanto como la tarea, una soldadura más complicada puede requerir un factor de tiempo manual. Este tiempo manual es afectado más por la tarea, que por la soldadura.

Tres detalles los cuales son dificultosos vincular abajo, aún afectando grandemente el costo de una soldadura, estos son:

1.- La cantidad de filete metálico de soldadura requerido: esto varia con el tamaño de soldadura, tamaño de abertura de raíz, cantidad de refuerzo, incluyendo ángulo de ranura, etc.

2.- El factor de operación usado, la rapidez del actual tiempo de arco y sobre todo el tiempo de soldadura.

3.- La cantidad de tiempo de limpieza manual.

4.2 MATERIAL BASE.

Todos los elementos estructurales recomendados para este tipo de estructura son perfiles de Acero especificación ASTM 36. Cuyo costo es el siguiente.

TABLA 4.1

COSTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

PARTES DE LA ESTRUCTURA	LONGITUD EFECTIVA (m)	COSTO ESTRUCTURA (\$)
VIGA TRANSVERSAL	9.0	396900
COLUMNAS Y VIGAS DE APOYO	39	921866
VIGAS LONGITUDINALES	28	312816
VIGAS DE FINAL DE CARRERA	18	60480
FLACAS DE BASE Y CABEZA		133528

COSTO = \$ 1'825590

4.3 MATERIAL DE APORTE.

El costo de la soldadura es directamente afectado por la cantidad de metal de soldadura requerido.

Muy poca gente se da cuenta de el gran incremento en el metal soldado, y el costo que resulta del menosprecio en el incremento del tamaño de la soldadura.

El área de la Sección Transversal de una soldadura generalmente varía con el cuadrado del tamaño de la soldadura. Por Ejemplo, realizamos un filete soldado del tamaño 5/16 Pula. cuando lo deseado es una soldadura de 1/4 Pulg. se ha incrementado la longitud en un 25 % pero el Area se ha incrementado en 56 %.

Para seleccionar los electrodos considerados, tipo de metal base y su espesor, con la junta ya diseñada y la posición de soldeo más adecuada del Procedure Handbook sacamos el tamaño y clase de electrodo, número de pases, corriente de soldadura y velocidad de soldeo.

Con la siguiente fórmula calculamos el costo del material de aporte (C.M.A.). Costo del electrodo \$800 / lb.

La eficiencia de deposito considerada es de 65% .

$$\text{C.M.A} = \frac{\text{Costo de electrodo } \$ / \text{lb.} \times \text{Metal depositado lb / Pul. de soldadura}}{\text{Eficiencia de deposito}}$$

TABLA 4.2

COSTO DEL MATERIAL DE APORTE

DETALLE	METAL CEPOSITADO (Lb /pie)	LONGITUD TOTAL DE SOLDADURA. (Pies)	(C.M.A)
(1)	0.53 0.22	6.293 2.756	4850.46
(2)	0.253	14.087	4386.47
(3)	0.75 0.31	1.77 1.155	2074.46
(4)	1.866 0.75	11.69 2.93	29553.9
(5)	0.27	23.61	7845.78
	0.27	12.58	4180.43

$$\text{C.M.A} = \$ 52891.5$$

4.4 FACTOR DE OPERACION

Todas las máquinas de soldadura se dimensionan por su factor de marcha, que depende de la corriente. Se ensayan durante intervalos consecutivos de 10 min. base de un cierto número de minutos en carga y un cierto número de minutos desconectados. Si una máquina se dimensiona con 300 A durante 6 min. consecutivos si a continuación se le permite un descanso de 4 min., después de lo cual podrá volver a suministrar 300 A durante otros 6 minutos.

El factor de marcha se aplica sólo a intervalos de 10 minutos. Un factor de marcha del 60 % no significa 36 min. continuos de carga en cada hora, seguido de un descanso de 24 minutos. El factor nominal del 60 % es apropiado para soldadura manual, pues un operario realizando semejante trabajo puede raramente obtener en 10 min. más de 6 min. de tiempo de arco. Debe pararse para reemplazar el electrodo, hacer puntos de soldadura, picar la escoria, alinear las piezas y sufrir otras interrupciones diversas.

Otros tipos de soldadura requieren un factor de marcha más alto que el 60 %. El soldeo de tubos puede ser una operación con un factor de marcha de 100 %. En el corte con aire automático o semiautomático, así como en el corte con plasma, se puede trabajar sin interrupción

durante más de 6 min.. o bien puede realizarse la operación ininterrumpidamente hasta que el cordón o el corte estén terminados. Para tales trabajos, los fabricantes constituyen máquinas calculadas para trabajar al 100 %. es decir, para funcionamiento continuo.

4.5 COSTO DE MANO DE OBRA

Cubre el tiempo manual necesario para poner las partes dentro de la posición para las varias posiciones de soldadura, aplicando un factor de operación de 50 % de el tiempo de arco para la soldadura manual. .

Tratar la soldadura manual totalizando cada uno de los diferentes tamaños soldados y aplicando una velocidad de soldeo a estas. Estas velocidades de viaje normalmente son tomadas de procedimientos de soldadura donde están estandarizadas.

Aplicamos la siguiente fórmula para calcular el costo de mano de obra. (C.M.O) en lo que se refiere a la soldadura con un salario de \$1500 / Hr. para el soldador.

$$C.M.O = \frac{\text{Salario del Soldador \$/Hr. } \times \text{ Longitud de soldadura (Pul)}}{\text{Velocidad de soldeo (Pul/min) } \times \text{ Eficiencia del ciclo de trabajo } \times 60 \text{ min/1Hr.}}$$

6

TABLA 4.3
COSTO DE MANO DE OBRA

DETALLE	VELOCIDAD DE SOLDEO (Pul/min.)	NUMERO DE PASES	LONGITUD DEL CORDON (Pul)	LONGITUD TOTAL DE SOLDADURA (Pul)	C.M.O. (\$)
(1)	9	4	8.27	108.59	485.86
(2)	13	8 8	9.44 11.69	169.04	650.15
(3)	6 9 11 6 13	8 8 8 4 4	3.54 3.54 3.54 6.93 6.93	140.4	859.85
(4)	6 9 12 6 12	2 2 8 1 1 1	11.69 11.69 11.69 11.73 11.73 11.73	175.47	930.62
(5)		16	0.27	283.6	1492.63
(6)	9.5	16 16	9.44 8.27	283.6	1492.63

4.6 TIEMPO DE SOLDADURA

Después de que la longitud y tamaño de las varias soldaduras han sido determinadas, hay tres caminos para estimar el tiempo real de soldadura.

- 1.- Convertir estos valores a peso de metal soldado por pie lineal, para la totalidad de la tarea.

Determinar la rapidez de deposición desde la corriente de soldadura dada, y de esta hallar el tiempo de arco.

Este método es especialmente útil cuando no hay datos de soldadura estandarizados para una unión particular.

- 2.- Si datos de soldadura estandarizados están disponibles en tablas, dando la velocidad de viaje del arco para varios tipos y tamaños de soldadura, en terminos de pul/min, aplicando esto a la velocidad total para cada tipo y tamaño de soldadura de la tarea.

- 3.- El tiempo actual de soldadura o tared.

Procedimientos de soldadura están basados sobre buenas condiciones de soldadura. Esta asume soldabilidad del Acero, preparación de bordes limpios y lizos, apt-aptada

posición de las placas a soldar, accesibilidad suficiente para que el soldador pueda fácilmente observar al soldar y colocar el electrodo en la posición apropiada. Bajo estas condiciones estándar la soldadura podría tener una apariencia aceptable.

Con la siguiente fórmula calculamos el tiempo de soldadura (C.T.S).

$$C.T.S = \frac{\text{Tiempo de soldadura (Hr/Pul)} \times \text{Longitud de soldadura (Pies)}}{\text{Eficiencia del ciclo de trabajo} \times 60 \text{ Hr/diar.}}$$

TABLA 4.4

TIEMPO DE SOLDADURA

	(Hr/Pie)	(Pies)	(Hor.)	(días)
				10.87
(4)	0.1434 0.0487	11.7		0.56
(5)	0.0844	23.63	4	0.5
(6)	0.0844	23.63	4	0.5

4.7 COSTOS INDIRECTOS

Dentro de los costos indirectos debemos considerar el costo de materiales indirectos y el costo de mano de obra indirecta. además el costo de transporte e inspección.

- COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS

Pintura anticorrosiva	9000
Pernos	6400
Grasa	300
Uso de Equipos	20000
	<hr/>
	35700

- COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA

Cálculo Estructural	50000
Planos	50000
Dirección Técnica	550000
Corte de Placas	8000
Huecos en Placas y Visas	9600
Obra Civil	250000
	<hr/>
	867600

COSTO INDIRECTO TOTAL \$ 903300

COSTO TOTAL DE LA OBRA

Finalmente tenemos el costo total de la obra tomando en consideración cada uno de los costos ya calculados como a continuación se indica.

TABLA 4.5

COSTO TOTAL DE LA OBRA

PARTES	PRECIO #
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	1'825590
COSTO DEL MATERIAL DE APORTE	52891.5
MANO DE OBRA DE SOLDADURA	24001.6
EQUIPO DE SOLDADURA	30450.0
CALCULO ESTRUCTURAL	50000.0
DIBUJO DE PLANOS	50000 00
DIRECCION TECNICA Y MONTAJE	550000 00
MATERIALES INDIRECTOS	• 35700.0
GASTOS DE ADMINISTRACION	250000.0
TRANSPORTE	75000 00
•OBRA CIVIL	250000.0

COSTO TOTAL \$ 3'193633.1

El; valor anteriormente indicado, incluye solamente Pas rubros anotados, por lo tanto se deberá de proveer el polipasto eléctrico con sistema de ruedas para su movilización transversal y longitudinal con su correspondiente conexión eléctrica.



BIBLIOTECA

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En los cálculos estructurales se comprobó que los valores de esfuerzos que se producen a plena carga están por debajo y dentro de los permitidos por el código (A.I.S.C.).
- Un correcto diseño de las uniones soldadas, una buena selección del proceso de soldadura y, un adecuado cálculo de los parámetros de soldadura aplicados en este proceso, permitieron construir el puente grúa como una estructura segura confiable y apta para desempeñar el trabajo requerido.
- Con la construcción de este Fuente-grúa, se obtiene un adelanto Tecnológico en la construcción de estructuras soldadas, permitiéndola así que Ingenieros y personal encargado de este tipo de obra, puedan realizar trabajos similares posteriormente.

RECOMENDACIONES

- Para el tipo de perfil estructural en general existen varias soluciones. bien con perfiles I not-males, o I de ala ancha o dos U unidas formando una I o incluso con dos U unidas soldadas entre si con travesaños formando un bastidor. se recomienda hacer un estudio económico general de la obra cambiando el tipo de perfil y comparar.

- En la selección del polipasto eléctrico lo hacemos en función de la capacidad de carga, recomendamos el modelo que cumple con:
 - Capacidad de Carga 5000 Kg.
 - Velocidad de Elevación 8 m/min.
 - Disposición del Cable 2/1
 - Recorrido del Gancho 7 m.

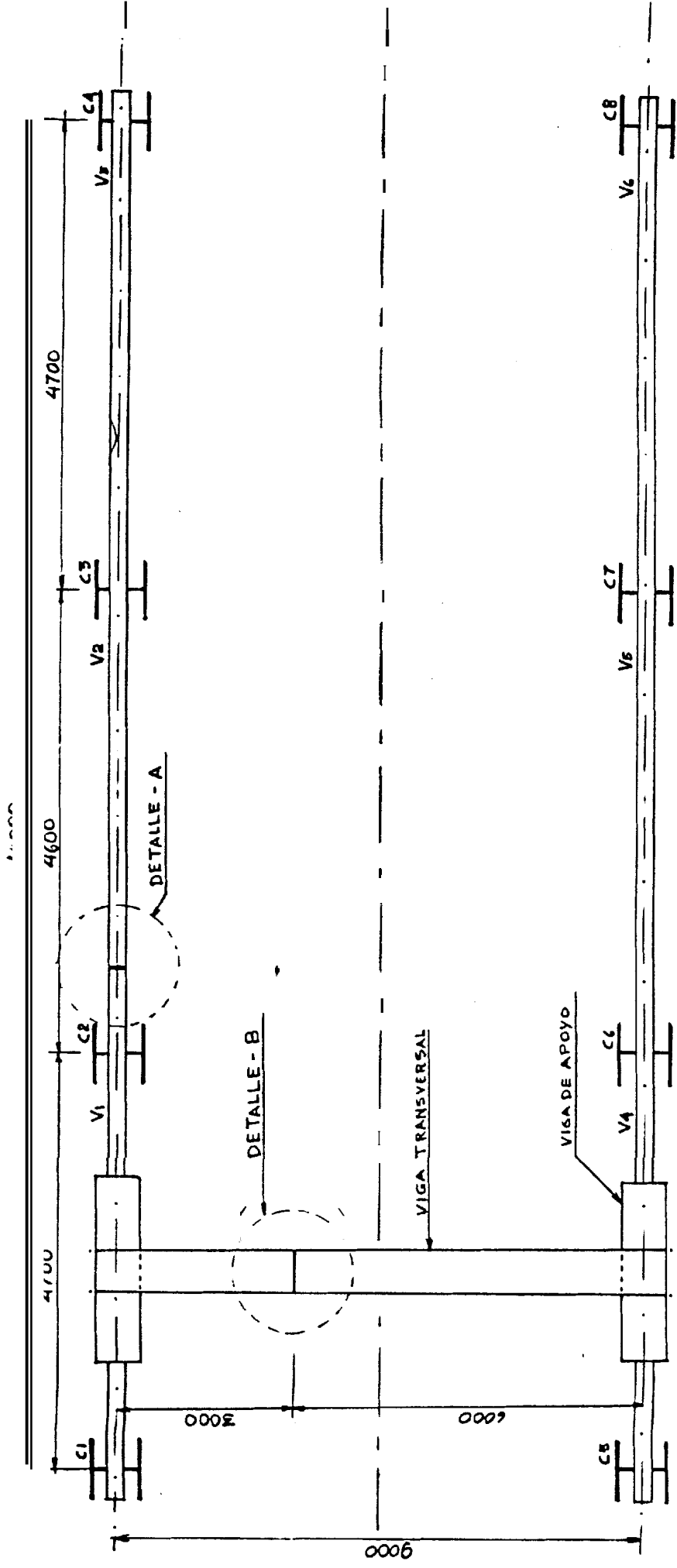
- Se recomienda, para la construcción de la estructura soldada de Puentes-Brúa, se realice la calificación de Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores, porque permiten una correcta selección de parámetros de soldadura. un correcto procedimiento de soldadura, asegurándonos así una buena calidad de las uniones soldadas.

A P E N D I C E

	PAGS.
A.1 FUENTE GRUA	125
A.2 FLINTCS	126
A.3 COLUMNAS Y PLACAS DE BASE Y CAEEZA	127
A.4 VIGAS LONGITUDINALES	128
A.5 VIGAS DE APOYO	129
A.6 VIGA TRANSVERSAL SOBRE VIGA DE APOYO	130
B.1 DATOS TECNICOS POLIPASTOS ELECTRICOS "RS"	132
B.2 MECANISMO DE THASLACION	133
F.3 ACCIONAMIENTU ⁱ	134
F.4 CAELE REDUCTOR	135
B.5 MOTON, 4 RAMALES	136
B.6 RUEDAS PARA CARROS MONOCARRILES	137

APE NDİÇE A

PLANOS

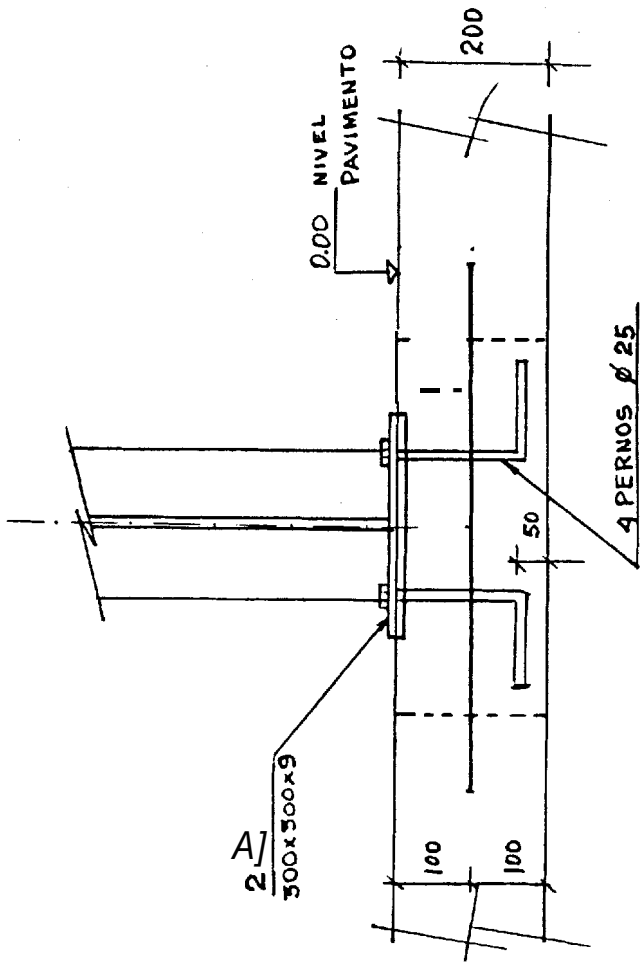
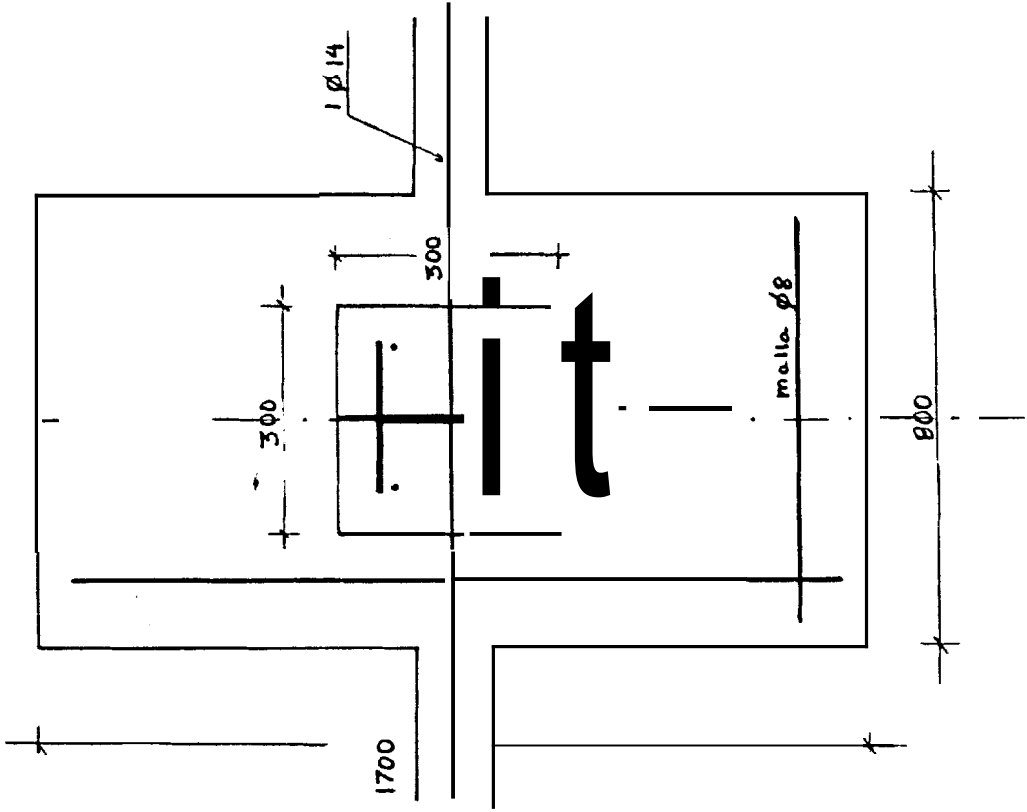


V_i = VIGAS LONGITUDINALES

C_x = COLUMNAS

PUENTE-GRÚA DE UNA VIGA

LAMINA # 1	FECHA: Octubre / 1 / 90
REVISADO POR: ING SERRANO	DIBUJO: FAUSTO ZAMBRANO



PLINTOS

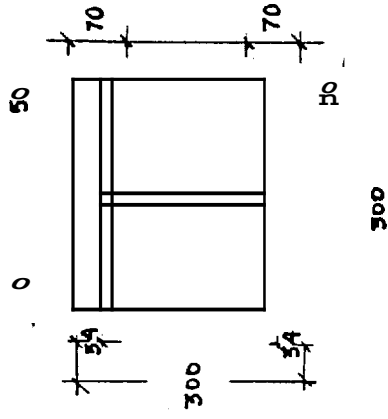
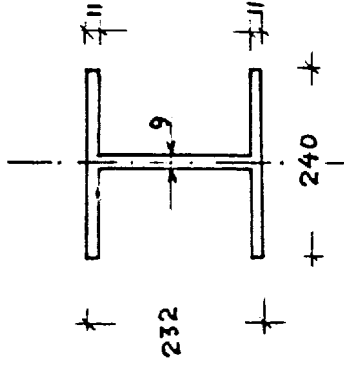
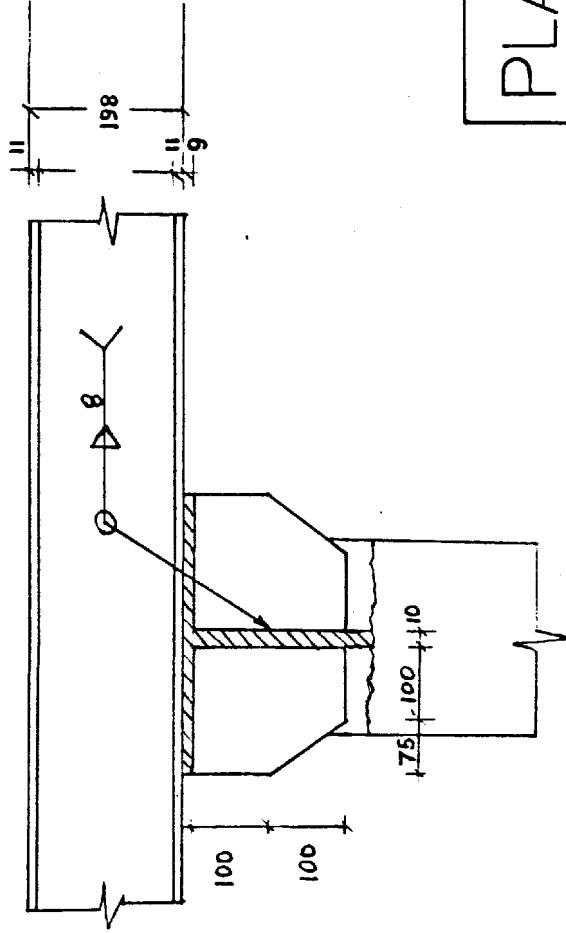
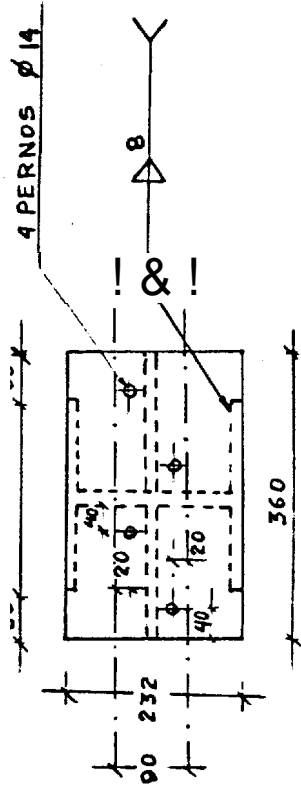
LAMINA # 2

FECHA: OCTUBRE / 1 / 90

REVISADO POR: ING. SERRANO

DIBUJO: FAUSTO ZATIBRANO

E 1/1



PLACAS DE BASE Y CABEZA

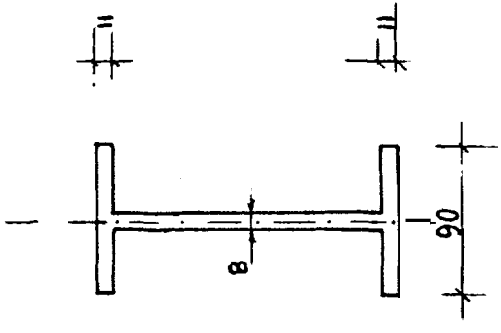
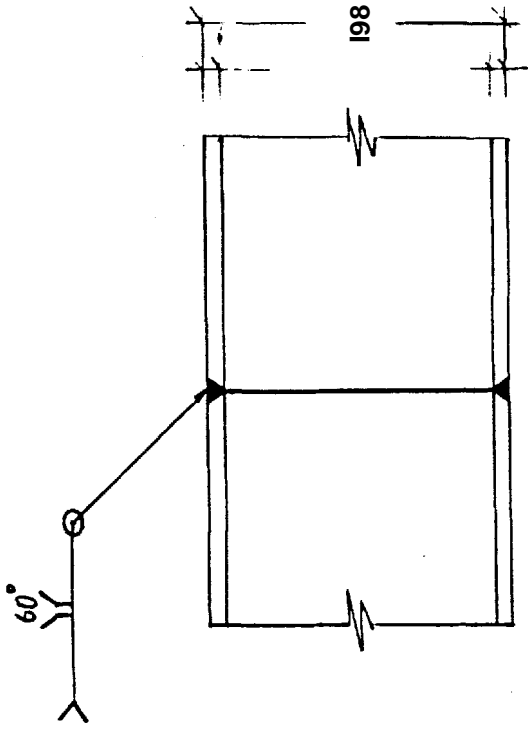
LAMINA # 3

FECHA: OCTUBRE /1/90.

REVISADO POR: ING SERRANO

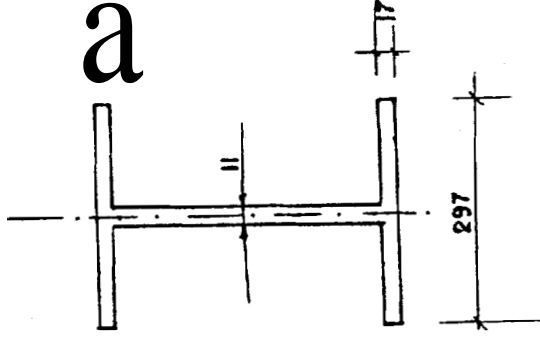
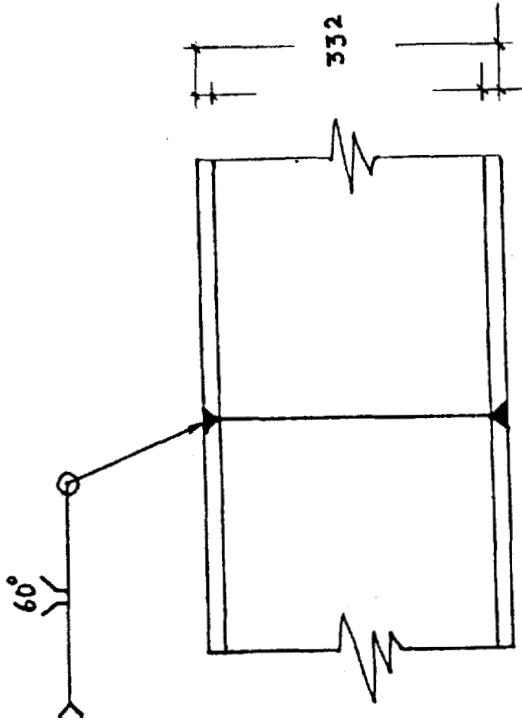
DIBUJO: FAUSTO ZAMBRANO

E 1/1



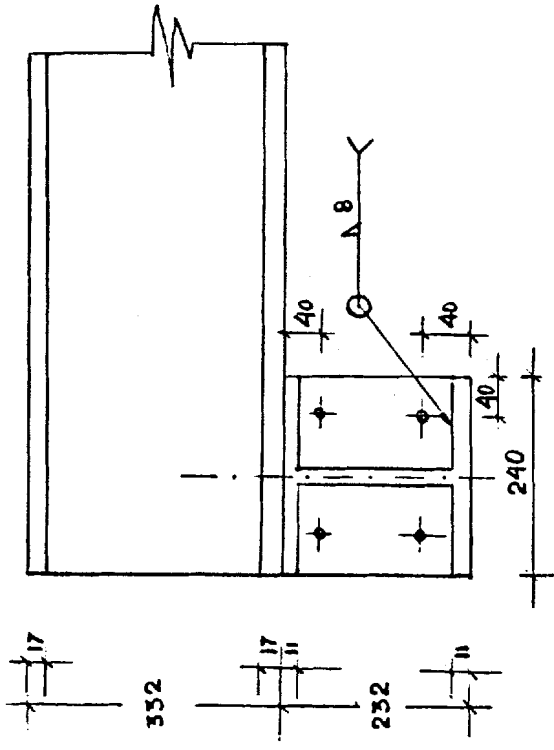
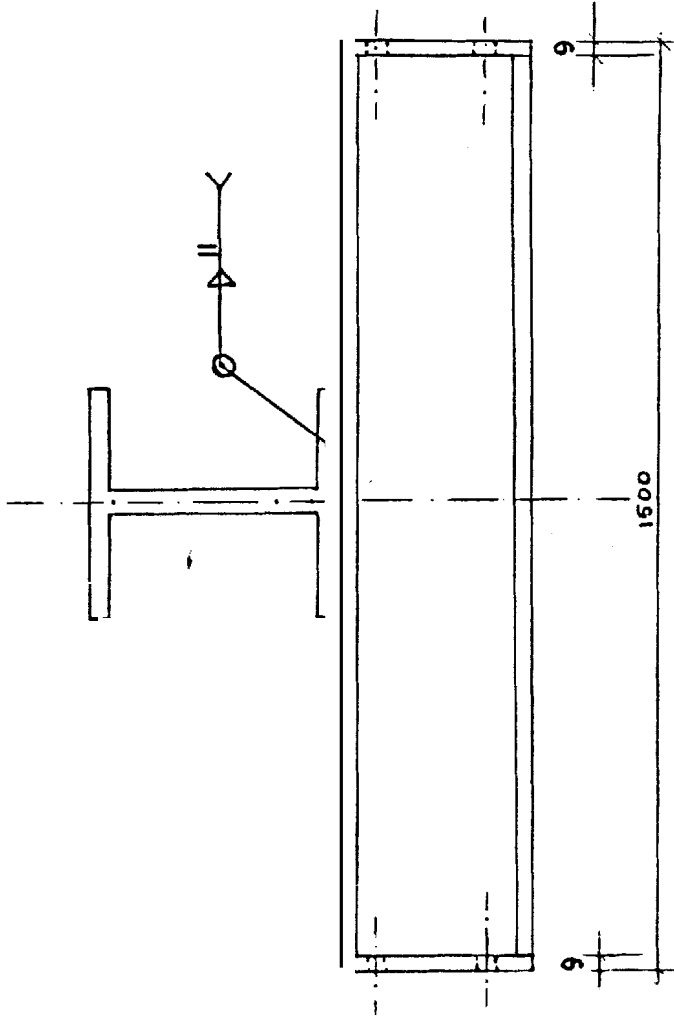
PERFIL DE VIGAS

LAMINA # 4	FECHA: OCTUBRE/1/90.	E 1/1
REVISADO POR: ING SERRANO	DIBUJO: FAUSTO ZAMBRANO.	



PERFIL DE VIGA TRANSVERSAL

LAMINA # 5	FECHA: OCTUBRE/1/90.	Σ 1/1
REVISADO POR: ING SERRANO	DIBUJO: FAUSTO ZAMBRANO.	



VIGAS DE Ψ POYO

LAMINA # 6

FECHA: OCTUBRE / 1 / 90.

REVISADO POR: ING. SERRANO

DIBUJO: FAUSTO ZAMBRANO.

$\Sigma 1 / 1$

APENDICE B

DATOS TÉCNICOS

Datos Técnicos Polipastos Eléctricos "RS"

K 1.600

1986-3

Capacity in kg / Capacité en kg / Grupo FEM		Type		Elev. ppale / Elev. ppal.		Micro Motor Elev. micro		Cross Travel ZE / Velocidades de transición ZE												
18m	30 %	40 %	50 %	3 m	ED/DC/FM	U	V	W	X	Z	d	DT	m/min	kW	m/min	kW	KE	V1 / 8-P. m/min. kW	V2 / 4-P. m/min. kW	V3 / 16-4 P. m/min. kW
-	-	1000	800	1020 L/2	12	20	-	-	-	-	7,5	165	10	2,5	2,2	0,6	+	-	-	-
-	-	1600	1250	1032 L/2	12	20	-	-	-	-	7,5	165	8	2,5	1,8	0,6	+	-	-	-
-	-	2000	-	1020 L/4	6	10	-	-	-	-	7,5	165	5	2,5	1,1	0,6	+	-	-	-
-	-	2000	1600	2040 L/2	12	20	-	-	-	-	9,4	210	12,5	4,9	2,8	1,2	+	10	0,16	20
-	-	2500	-	1032 L/4	6	10	-	-	-	-	7,5	165	4	2,5	0,9	0,6	+	-	-	-
-	-	2500	-	2050 L/2	12	20	-	-	-	-	9,4	210	10	4,9	2,2	1,2	+	10	0,16	20
-	-	3200	-	1032 L/4	6	10	-	-	-	-	7,5	165	4	2,5	0,9	0,6	+	-	-	-
-	-	4000	-	2040 L/4	6	10	-	-	-	-	9,4	210	6,3	4,9	1,4	1,2	+	10	0,16	20
-	-	4000	3700	2063 L/2	12	20	-	-	-	-	9,4	210	10	6,0	2,1	1,5	+	10	0,16	20
-	-	5000	-	3080 L/2	12	20	27	34	-	-	14	270	12,5	9,6	2,8	2,4	+	10	0,16	20
-	-	5000	-	2050 L/4	6	10	-	-	-	-	9,4	210	5	4,9	1,1	1,2	+	-	-	-
-	-	5000	-	3100 L/2	12	20	27	34	-	-	14	270	10	9,6	2,2	2,4	+	10	0,16	20
-	-	5000	5000	4100 L/2	-	15	23	32	40	-	16	350	10	9,6	2,2	2,4	+	-	-	-
-	-	6300	-	2063 L/4	6	10	-	-	-	-	9,4	210	5	6,0	1,1	1,5	+	10	0,16	20
-	-	6300	6300	3090 L/4	6	10	13,5	17	-	-	14	270	6,3	9,6	1,4	2,4	+	-	-	-
-	-	6300	-	4125 L/2	-	15	23	32	40	-	16	350	8	9,6	1,8	2,4	+	-	-	-
-	-	8000	-	4160 L/2	-	14	21	28	35	-	18	350	6,3	9,6	1,4	2,4	+	10	0,32	20
-	-	8000	6300	5160 L/2	-	14	21	28	35	-	18	350	10	15,5	2,2	3,8	+	10	0,32	20
-	-	10000	-	3100 L/4	6	10	13,5	17	-	-	14	270	5	9,6	1,1	2,4	+	-	-	-
-	-	10000	-	4100 L/4	-	7,5	11,5	16	20	-	16	350	5	9,6	1,1	2,4	+	-	-	-
-	-	10000	10000	4200 L/2	-	14	21	28	35	-	18	350	5	9,6	1,1	2,4	+	-	-	-
-	-	10000	-	5200 L/2	-	14	21	28	35	-	18	350	8	15,5	1,8	3,8	+	10	0,32	20
-	-	12500	-	4125 L/4	-	7,5	11,5	16	20	-	16	350	4	9,6	0,9	2,4	+	-	-	-
-	-	12500	-	5250 L/2	-	12,6	19	25,5	32	-	20	350	6,3	15,5	1,4	3,8	+	-	-	-
-	-	16000	-	4160 L/4	-	7	10,5	14	17,5	-	18	350	3,2	9,6	0,7	2,4	+	-	-	-
-	-	16000	-	5160 L/4	-	7	10,5	14	17,5	-	18	350	5	15,5	1,1	3,8	+	10	0,56	-
-	-	20000	-	5200 L/2	-	12,6	19	25,5	32	-	20	350	5	15,5	1,1	3,8	+	-	-	-
-	-	20000	-	4200 L/4	-	7	10,5	14	17,5	-	18	350	2,5	9,6	0,5	2,4	+	-	-	-
-	-	20000	-	5200 L/4	-	7	10,5	14	17,5	-	18	350	4	15,5	0,9	3,8	+	12,5	0,8	-
-	-	25000	-	5250 L/4	-	6,3	9,5	12,7	16	-	20	350	3,2	15,5	0,7	3,8	+	-	-	-
-	-	32000	-	5320 L/4	-	6,3	9,5	12,7	16	-	20	350	2,5	15,5	0,5	3,8	+	10	0,8	-

Valable pour les 2 bobines ensemble au cas de moteurs de double vitesse.
 Tous les moteurs de direction sont conçus pour 50 % FM.
 Les vitesses indiquées ont été arrondies à des chiffres normalisés et ils sont des vitesses moyennes sous tension et fréquence nominales.

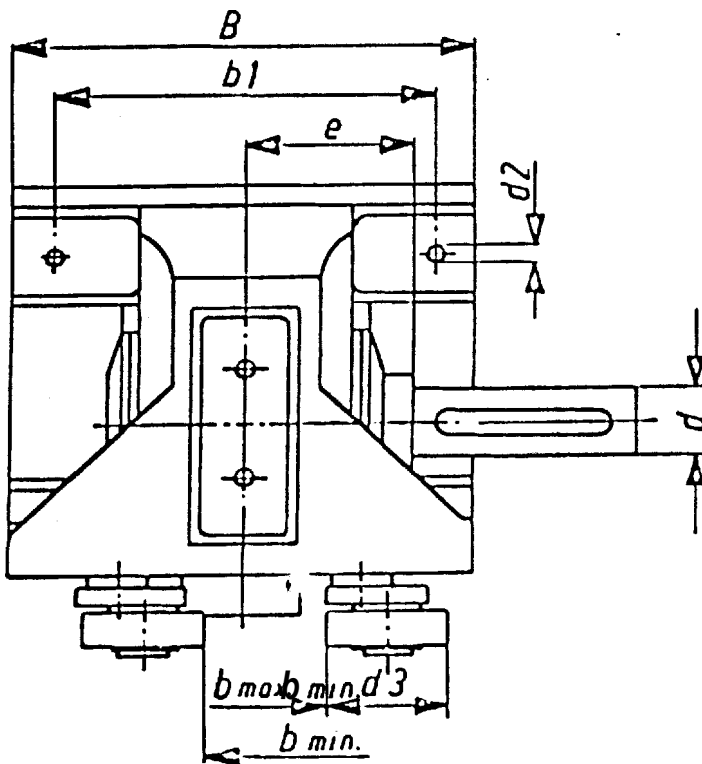
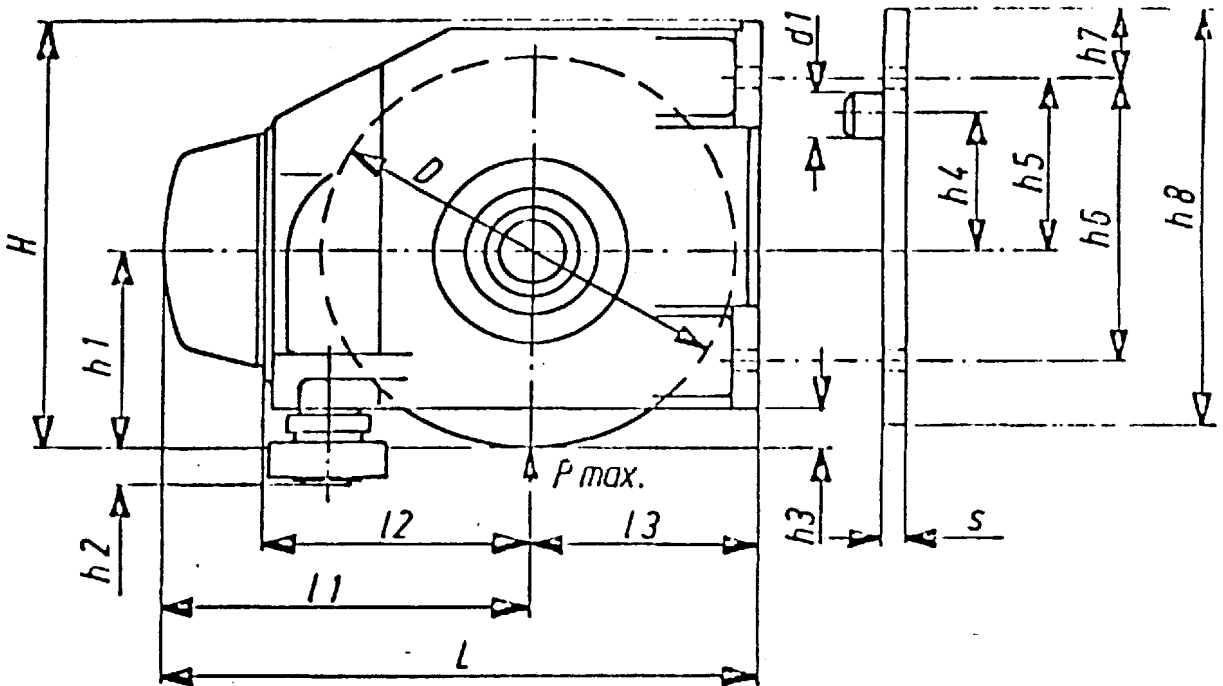
Vale para las 2 bobinas juntas en caso de motores de doble velocidad.
 Todos los motores de transición tienen un factor de marcha de 50 % (FM).
 Las velocidades indicadas fueron arondeadas a cifras normalizadas y constituyen velocidades medianas bajo frecuencia y tensión nominales.

Bei polumschaltbaren Motoren für beide Wicklungen gemeinsam.
 Alle Kabelfahrmotoren haben 50 % ED.
 Die angegebenen Geschwindigkeiten sind auf Normzahlen gerundete Werte bei Nennspannung und Nennfrequenz.

In case of dual speed motors for both windings together.
 All cross travel motors are for 50 % duty cycle (D.C.).
 The speeds mentioned are mean speeds at rated voltage/frequency rounded to standard figures.

Körnung vorhalten - Modifications reserved - Sous réserve de modifications - Bajo reserva de modificaciones

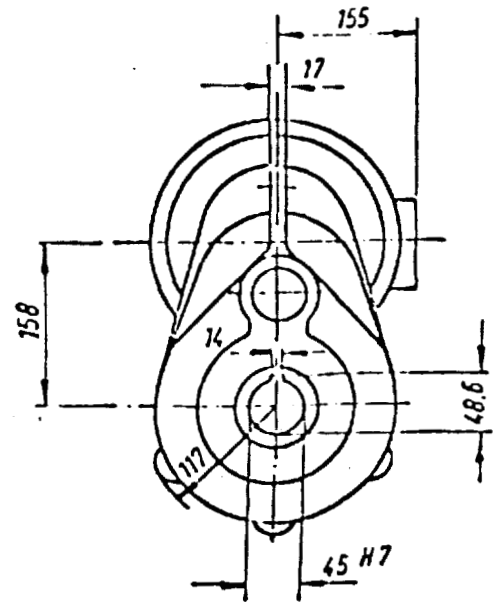
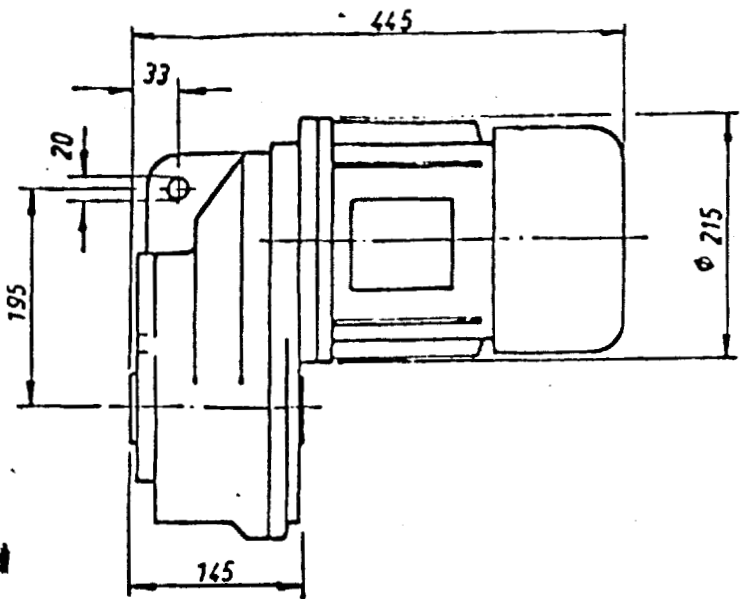
Mecanismo de translación



rechter Kopf
 right hand end truck
 mécanisme main droite
 mecanismo mano derecha

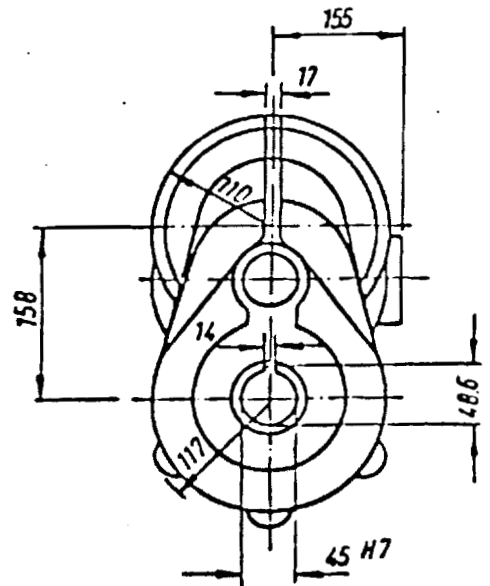
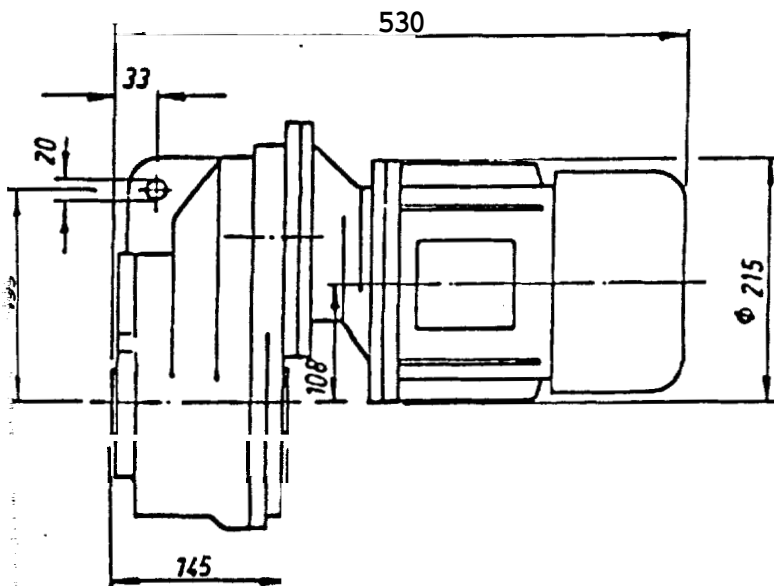
Dimensions "e" and "d"
 Dimensions "e" et "d" voir:
 Medidas "e" y "d" ver:

Typ type tipo	P max t	D	d1	d2	d3	L	11	12	13	B	b1	b max	b min	H	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	s	Gewicht weight Poids Peso kg
K 20	25	200	25	17	72	325	195	135	130	225	190	104	44	225	100	24	25	75	92,5	135	32,5	200	15	39
K 25	50	250	30	17	72	360	220	160	140	280	230	104	44	278	125	24	25	90	112,5	180	40	260	15	45
K 40	10,0	400	50	21	80	578	335	235	243	310	260	130	50	428	200	24	30	145	180	310	40	390	20	100
K 50	16,0	500	60	25	80	708	415	315	293	340	290	130	50	529	250	24	30	200	225	400	95	550	25	167



Getriebe :
 Gear: LA, LB, LC, LD
 Reducteur:
 Reductor:

Gewicht :
 Weight: 49 kg
 Poids:
 Peso:



Getriebe :
 Gear: LBZ
 Reducteur:
 Reductor:

Gewicht :
 Weight: 60 kg
 Poids:
 Peso:

Geschwindigkeiten und Motorleistungen siehe
 speeds and motor capacities see
 vitesses et puissances voir
 velocidades y potencias vean

WN 7.205

Änderungen vorbehalten
 sous réserve de modifications

Modifications reserved
 Raic reserva de modificaciones

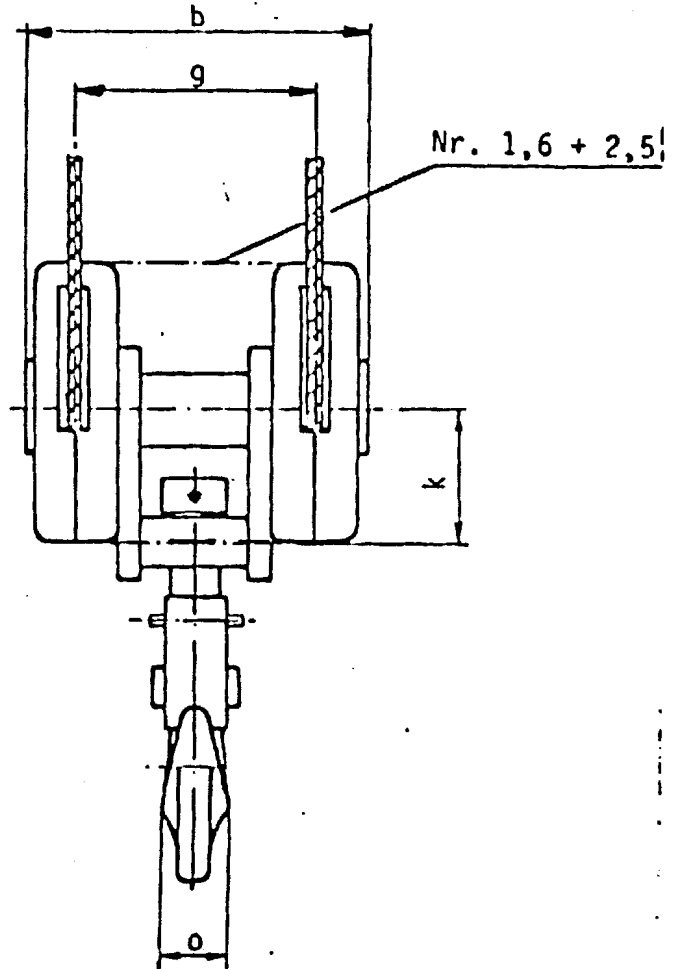
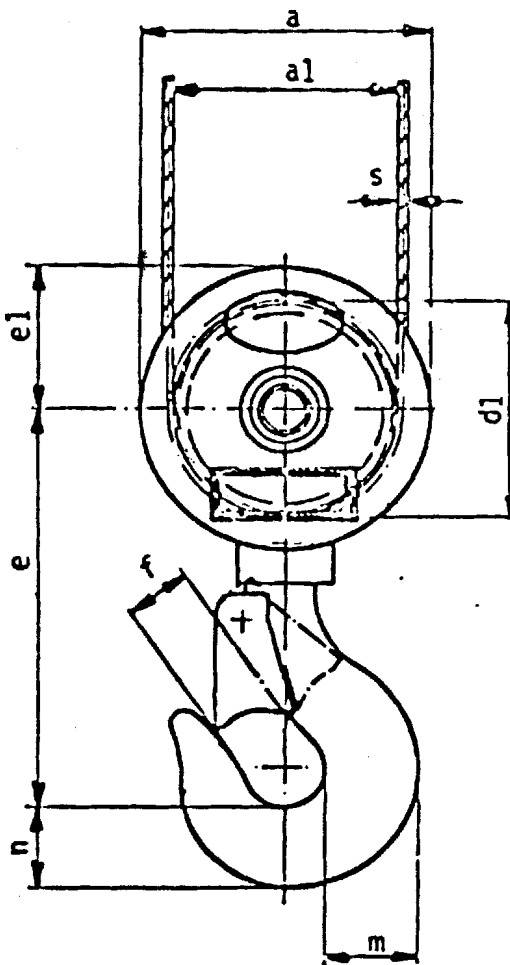
Reductor calable

1975-12

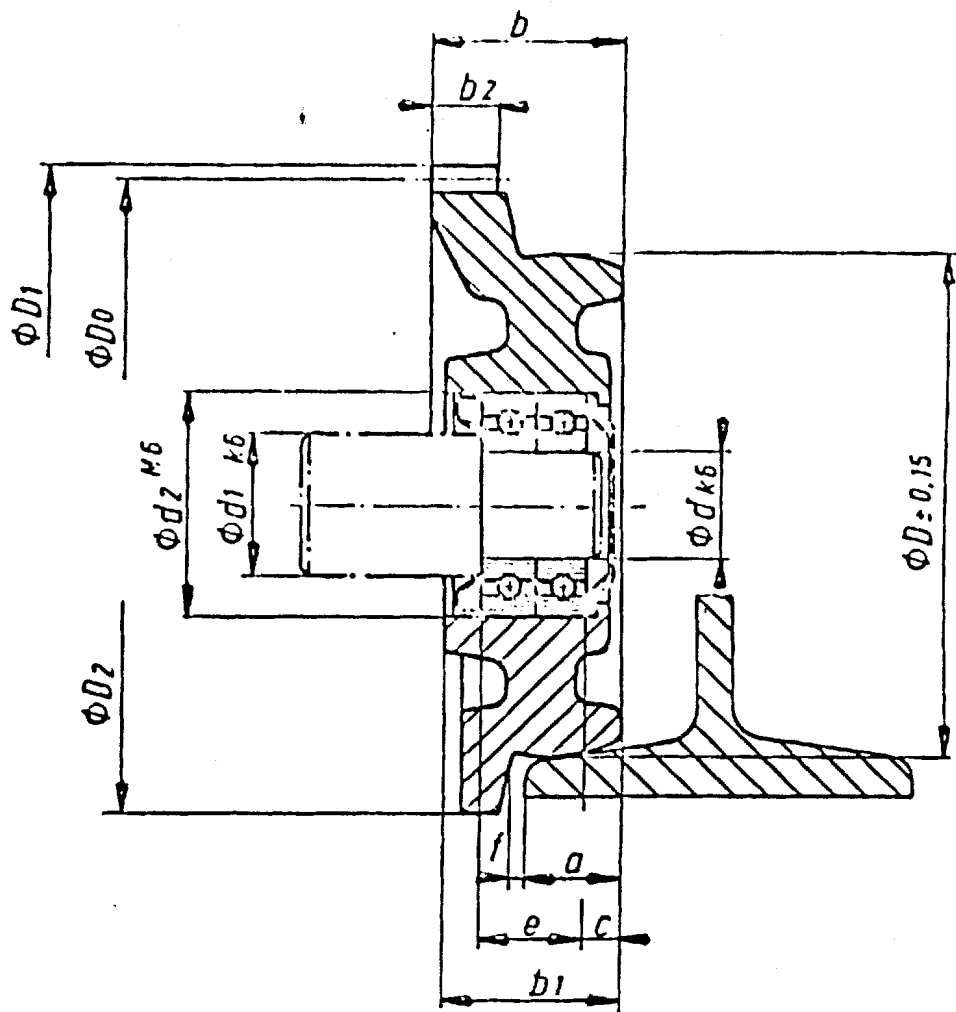
	Polzahl Nu. of poles No. de pôles Lo. de polos	Ø 200			Ø 250			Ø 315			Ø 400			Ø 500		
		16	4	8	16	4	8	16	4	8	16	4	8	16	4	8
mit Zwischengetriebe with intermediate gear avec réducteur intermédiaire con reductor intermedio	LBZ 1 = 70	3	13	6,3	4	16	8	5	20	10	6	25,5	13	8	32	16
ohne Zwischengetriebe Basic gear, reducteur de base reductor básico	LA 1 = 45	5	20	10	6	25	12,5	7,5	32	16	10	40	20			
	LB 1 = 29	7	30	15	9	38	19	11	48	24						
	LC 1 = 21	8	33	17	10	40	21									
	LD 1 = 17,5	12	50	25												
Normgeschwindigkeit Standard speeds Vitesses standard Vel. estándar																
Für Krane For cranes Des ponts-grùs. De puente-grúa		LD = 50/12			LC = 40/10			-			LA = 40/10			LBL = 32/8		
für Katzen For crabs Des Chriots-palans De carros-bicarriles		-			LA = 25/6			LBZ = 20/5			LBZ = 25/6			LBL = 32/8		

Bremsmoment :
Braking moment :
Moment de freinage : 4 (6) Nm
Momento del frenado :

	Polzahl No. of poles No. de pôles No. de polos	Motorleistung output Puissance Potencia kW	Zahnezahl No. of teeth No. de dents No. de dientes	Getriebe Gear Réducteur Reductor
091.055.224	4	0,56	12	LA, LC
091.055.225			18	LB, LD
091.055.244	a	0,3	12	LA, LC
091.055.245			18	LB, LD
092.055.464	16/4	0,13/0,5	12	LA, LC
092.055.465			18	LB, LD, LBZ
092.075.464	16/4	0,2/1,0	12	LA, LC
092.075.465			18	LB, LD, LBZ,
091.075.444	8	0,7	12	LA, LC
091.075.445			18	LB, LD, LBZ,
091.075.424	4	1,6	12	LA, LC
091.075.425			18	LB, LO, LBZ,



L	Aufseilzug Electric wire rope hoist An electric cable Apaste eléctrico de cable				Unterflasche Bottom block Moufle Motón		Maße / Dimensions / Medidas													Gewicht Weight
	Hublast bei FEM-Gruppe Lifting capacity in FEM-Group Cap. de charge de la gr. FEM Cap. de elev. en el grupo FEM				Seil Rope Cable Cable	Heben Nr. Hook Nr. Crochet no. Gancho no.														Gewicht Weight Peso
	kg				mm Ø	"P" AST 52	a	a1	b	d1	e	e1	f	g	k	m	n	o	kg	
10 L / 4	-	-	2 000	-	7,5	1,6	180	132	221	125	254	90	36	140	86	56	48	45	25	
12 L / 4	-	3 200	2 500	-	7,5	1,6	180	132	221	125	254	90	36	140	86	56	48	45	25	
10 L / 4	-	-	4 000	-	9,4	2,5	246	189	249	180	290	123	41	160	104	67	58	53	37	
10 L / 4	6 300	-	-	-	9,4	2,5	246	189	249	180	290	123	41	160	104	67	58	53	37	
10 L / 4	-	-	8 000	6 300	14	5	350	310	350	296	387	185	50	251	152	90	75	71	71	
10 L / 4	-	10 000	-	-	14	5	350	310	350	296	387	185	50	251	152	90	75	71	71	
10 L / 4	-	-	12 500	10 000	16	8		392			480		72			112	95	90	134	
10 L / 4	-	-	16 000	-	16	8		392			480		72			112	95	90	134	
10 L / 4	-	20 000	-	-	18	10	446	398	473	380	516	233	78	340	180	125	106	100	151	
10 L / 4	-	-	16 000	-	18	10	446	398	473	380	516	233	78	340	180	125	106	100	151	
10 L / 4	-	20 000	-	-	20	12					577		95							
10 L / 4	-	25 000	-	-	20	12					577		95							
10 L / 4	32 000	-	-	-	20	12	400				577		95		204	140	118	112	173	



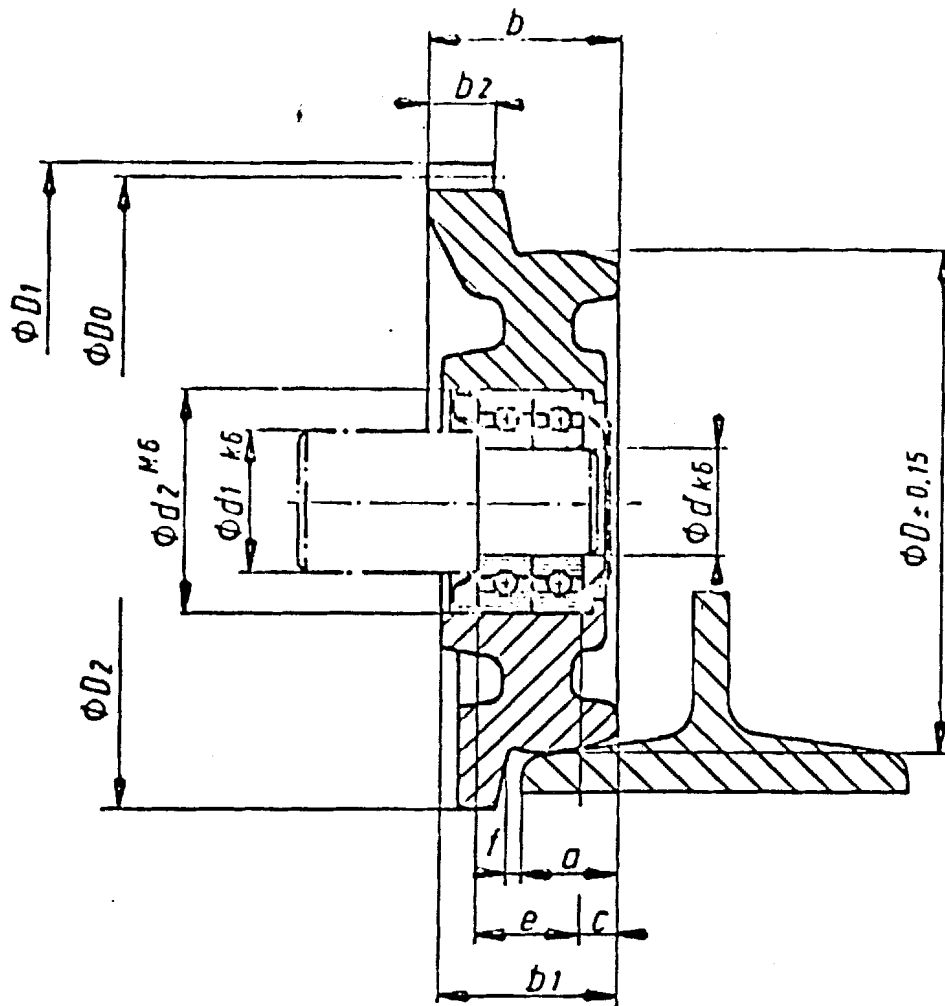
Bestell-Nr. Order No. No. de Cde. No. de Pedido	Maße / Dimensions / Medidas															R	m	z	L
	D	D ₀	D ₁	D ₂	b	b ₁	mm			d	d ₁	d ₂	a	f	c					e	t
131.10.011	120	156	162		53		20	25	35	52	28				8,5	30	1,4	39	6205
441.016	160	209	216		60		21	35	45	72	32	3		13,5	34	2,7	4	52	6207
131.30.011	200	280	288		70		18	45	55	85	40			9,5	33	4,0		70	6209
441.025	250	312	320		85		28	50	65	110	45			17,5	44	6,0		78	6212
442.012	120			150	45		25	35	52	28				8,5	30	1,4			6205
442.016	160			200	55		35	45	72	32	3			13,5	34	2,7			6207
442.020	200			245	59		45	55	85	40				9,5	33	4,0			6209
442.025	250			300	65		60	65	110	45				17,5	44	6,0			6212

- R = Raddruck / Wheel load / Réaction au galet / Presión de la rueda
 m = Modul / Module / Módulo
 z = Zähnezahl / No. of teeth / Nombre de dents / No. de dientes
 R = Rillenkugellager / Bearing / Roulement / Rodamiento
 G = Gewicht / Weight / Poids / Peso

Werkstoff / Material / Matériel = GGG 60

Änderungen vorbehalten
 Sous réserve de modifications

Modifications reserved
 Bajo reserva de modificaciones



Bestell-Nr. Order No. No. de Cde. No. de Pedido	Maße / Dimensions / Medidas														R	m	z	L	G				
	D	D ₀	D ₁	D ₂	b	b ₁	mm			a	f	c	e	t									k
							b ₂	d	d ₁	d ₂													
131.10.011	120	156	162		53		20	25	35	52	28		8,5	30	1,4			39	6205	3			
441.016	160	209	216		60		21	35	45	72	32	3	13,5	34	2,7	4		52	6207	6			
131.30.011	200	280	288		70		18	45	55	85	40		9,5	33	4,0			70	6209				
441.025	250	312	320		95		28	50	65	110	45		17,5	44	6,0			78	6212	1			
442.012	120			150		45		25	35	52	28		8,5	30	1,4				6205	2			
442.016	160			200		55		35	45	72	32	3	13,5	34	2,7				6207	5			
442.020	200			245		59		45	55	85	40		9,5	33	4,0				6209	9			
442.025	250			300		65		60	65	110	45		17,5	44	6,0				6212	1			

R = Raddruck / Wheel load / Réaction au galet / Presión de la rueda

n = Modul / Module / Módulo

z = Zähnezahl / No. of teeth / Nombre de dents / No. de dientes

. = Rillenkugellager / Bearing / Roulement / Rodamiento

s = Gewicht / Weight / Poids / Peso

Werkstoff / Material / Matériel = GGG 60

Änderungen vorbehalten
sous réserve de modifications

Modifications reserved
Bajo reserva de modificaciones

B I B L I O G R A F I A

- 1.- TECNOLOGIA DE LOS METALES (Folleto. ESPOL)
DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA.

- 2.- MANNESMANN DEMAG (Catálogo)
Electro - Ecuatoriana
Sociedad Anónima Comercial e Industrial.

- 3.- DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA
Segunda Edición
Shigley Mc Graw Hill.

- 4.- RESISTENCIA DE MATERIALES
Ferdinand L. Singer

- 5.- DESIGN OF WELDMENTS
The James F. Lincoln Arc Welding Foundation
Cleveland Ohio

- 6.- HOBART BROTHERS Co- HOFERT BROTHERS INT. AG
Soldaduras Ecuatorianas S.A.
(A.W.S) Tenth Edition.

- 7.- THE PROCEDURE HANDBOOK OF ARC WELDING
The Lincoln Electric Company
Cleveland. Ohio.

- 8.- CODIGO (A.I.S.C)
American Institute of Steel
Construction.