

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA

T
671.23
C174

DISEÑO DE APOYOS PARA TANQUES
CILINDRICOS A PRESIÓN USANDO UN
PROGRAMA DE COMPUTADORA

TESIS DE GRADO PREVIA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO MECANICO



BIBLIOTECA

PRESENTADO POR:

XAVIER CAMBA BOHORQUEZ

GUAYAQUIL-ECUADOR
1994

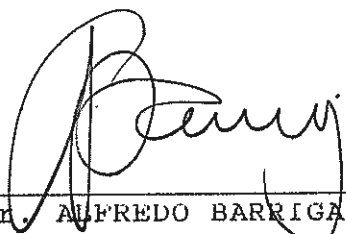
AGRADECIMIENTO

Doy mis mas sinceros agradecimientos a los profesores de la Facultad de Ingeniería en Mecánica de la ESPOL, quienes me prepararon y supieron inculcar en mi el sentido de la investigación, haciendo posible el desarrollo de la siguiente Tesis.

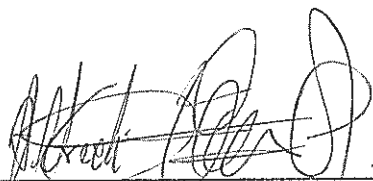
De manera especial a Raul Rivas y la familia Santos por su invaluable colaboración para esta realización

DEDICATORIA

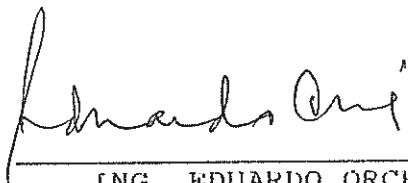
A mis padres y a Cathy,
quienes supieron
motivarme a finalizar
mis estudios



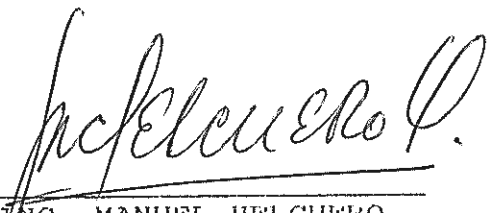
DR. ALFREDO BARRIGA
DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ING. ALFREDO TORRES
DIRECTOR DE TESIS



ING. EDUARDO ORCES
MIEMBRO TRIBUNAL PRINCIPAL



ING. MANUEL HELGUERO
MIEMBRO TRIBUNAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTA TESIS, CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A SU AUTOR; Y EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(De acuerdo al reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

Xavier Camba B.

XAVIER CAMBA BOHORQUEZ



RESUMEN

La ingeniería mecánica que se dedica a la fabricación de equipos para la industria de procesos químicos, tarde o temprano se enfrentan al diseño de tanques o envases a presión. Para esto el diseñador cuenta con la valiosa ayuda del Código para Envases a Presión de la ASME, Sección VIII, División 1 (ASME: American Society of Mechanical Engineers), en donde se encuentra una amplia y completa información al respecto. Además existen manuales realizados por autores particulares o Compañías especializadas en este campo que facilitan el trabajo aportado con procedimientos para el uso del Código y diseño de los envases.

Existen, ya en nuestro medio, trabajos de investigación realizados en cuanto al diseño mismo del envase, pero se ha olvidado de tratar de algo esencial, que son los apoyos y soportes sobre los que descansa el envase. Este es el tópico principal de la siguiente investigación, donde se tratará sobre el diseño de soportes para tanques verticales altos y bajos (ya sean para torres de procesos o almacenamiento) y tanques a presión horizontales (Salchichas), mas que nada. La tesis incluye el desarrollo de un programa de computadora que ayude en la realización del diseño.

Hay que tener en cuenta que la ingeniería práctica no es una ciencia absolutamente exacta, hay demasiados factores variables y cantidades desconocidas que solamente una estimación razonable de fuerzas y esfuerzos puede ser hecha. Casi todos los problemas de ingeniería práctica, no tienen una única y singular respuesta y usualmente se requiere de una comparación de alternativas para su solución. Por lo tanto no existen reglas definitivas en cuanto al procedimiento a seguir para cada caso y su aplicación no es inflexible.

El siguiente trabajo de investigación trata en lo posible de dar el procedimiento mas adecuado para el diseño de apoyos para envases a presión además de tablas, gráficos y dibujos y demás accesorios necesarios para llevar a cabo un análisis y diseños adecuados sin que el lector se vea impedido en continuar debido a la falta de información y referencias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	6
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	8
ÍNDICE GENERAL	10
ÍNDICE DE FIGURAS	14
ÍNDICE DE TABLAS	17
 CAPITULO I	
 CARGAS DE DISEÑO	
1.1. Introducción	19
1.2. Presión de diseño	20
1.3. Cargas muertas	21
1.4. Cargas producidas por el viento	22
1.5. Cargas producidas por sismos	25
1.5.1. Consideraciones generales	25
1.5.2. Consideraciones de diseño	27
1.6. Combinación de las cargas de diseño	27
 CAPITULO II	
 CATEGORÍAS DE ESFUERZOS Y ESFUERZOS LIMITES DE DISEÑO	
2.1. Introducción	29
2.2. Criterio general de diseño del Código para Tanques a Presión de la ASME, Sección VIII, División 1, 1989.	32

2.3. Aclaraciones	34
-------------------------	----

CAPITULO III

DISEÑO DE APOYOS PARA TANQUES VERTICALES CILINDRICOS ALTOS

3.1. Introducción	36
3.2. Espesor de cascarón del tanque requerido para una combinación de cargas de diseño	38
3.3. Valores de los máximos esfuerzos permisibles ...	46
3.4. Eficiencia de juntas de soldadura (E)	56
3.5. Flexibilidad de la estructura	60
3.6. Cargas producidas por el viento	61
3.7. Cargas producidas por sismos	65
3.7.1. Primer período natural de vibración	71
3.8. Faldones soportes	
3.8.1. Diseño del cascarón	72
3.8.2. Diseño de la base del faldón	76
3.8.3. Material del faldón	85
3.9. Pernos de anclaje	86
3.9.1. Método simplificado	87
3.9.2. Esfuerzos permisibles para pernos de anclaje de acero al carbón	89
3.9.3. Tipos de pernos de anclaje	91
3.10. Problema demostrativo	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102

CAPITULO IV

DISEÑO DE APOYOS PARA TANQUES VERTICALES BAJOS

4.1. Columnas soportes

4.1.1. Consideraciones generales	104
4.1.2. Flexibilidad de la estructura	106
4.1.3. Cargas producidas por el viento	106
4.1.4. Cargas producidas por sismos	108
4.1.5. Columnas soporte	111
4.1.6. Placas base	118
4.1.7. Soldadura de conexión columna-cascarón ..	122
4.1.8. Conexión soldada columna-placa base	123
4.1.9. Esfuerzos en el cascarón	123
4.1.10. Pernos de anclaje	125

4.2. Soportes de tope

4.2.1. Soportes tope sin anillos rigidizadores .	126
4.2.2. Soportes tope con anillos rigidizadores .	133

4.3. Problema demostrativo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V

DISEÑO DE APOYOS DE ASIENTO PARA TANQUES CILINDRICOS
HORIZONTALES A PRESIÓN

5.1. Introducción	146
5.2. Localización de los asientos	147
5.3. Cargas debidas al viento y sismos	149
5.4. Máximos esfuerzos longitudinales de flexión	150



BIBLIOTECA

5.5. Máximos esfuerzos cortantes tangenciales	153
5.6. Esfuerzos circunferenciales en los extremos del asiento y en la parte inferior del cascarón	157
5.7. Diseño de los asientos	159
5.7.1. Propiedades del asiento	164
5.7.2. Diseño de las partes del asiento	167
5.7.3. Diseño de los rigidizadores verticales ..	170
5.8. Asientos soporte de construcción no rígida	173
5.9. Problema demostrativo	175
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	186

CAPITULO VI

PROGRAMA DE COMPUTADORA, ALGORITMO Y FLUJOGRAMA

6.1. Programa principal para el diseño de los apoyos	190
6.2. Funciones para la resolución del diseño de los apoyos	216
6.3. Funciones usadas en el programa principal para ingreso de datos	248
6.4. Funciones para mostrar los resultados en el cálculo de cargas	259
6.5. Cálculo de cargas bajo condición de viento	268
6.6. Cálculo de cargas bajo condición de sismos	272
BIBLIOGRAFÍA	276

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Distancia entre cabezales y asientos
A _t	Área tensil de pernos
A _x	Área proyectada
AISC	American Institute of Steel Construction
ANSI	American National Standards Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineering
C	Factor de flexibilidad
c	Coefficiente sísmico
C _x	Factor de forma
D	Diámetro
d	Diámetro del círculo de pernos
D _e	Diámetro efectivo
d _i	Diámetro interior del anillo base
d _o	Diámetro exterior del anillo base
E	Eficiencia de soldadura
F _a	Esfuerzos producidos por cargas axiales
F _b	Máxima presión de apoyo permitida
F _b	Esfuerzos producidos por flexión
F' _c	Resistencia a la compresión del concreto
F, g	Diámetro de agujeros para pernos
G _n	Factor de ráfaga
H	Altura
I	Momento de inercia
Kips	Kilopondios
Ksi	Kilolibras sobre pulgada cuadrada
K _x	Coefficiente de exposición a la presión dinámica
Lb	Libras
L _e	Longitud efectiva
L _n	Longitud no arriostrada
L _n	Distancia entre asientos
M	Momento
Mph	Millas por hora
n	Número de años
N	Número de piernas
P	Presión
Pa	Probabilidad anual
plg	Pulgada
psi	Libras sobre pulgadas cuadradas
psf	Libras sobre pie cuadrado
Q	Carga
q _x	Presión dinámica del viento

R	Radio en pies
r	Radio en pulgadas
S	Factor de tamaño
S_a	Esfuerzo admisible
S.F.	Factor de seguridad
σ_l	Esfuerzo longitudinal
σ_{lc}	Esfuerzo longitudinal en compresión
σ_t	Esfuerzo tangencial
σ_{tc}	Esfuerzo tangencial en compresión
t	Espesor
t_b	Espesor de la base
t_r	Espesor del anillo tope rigidizador
t_{rk}	Espesor del faldón
t_v	Espesor de los rigidizadores verticales
t_w	Espesor del alma
T	Período de vibración
τ	Esfuerzo cortante
V	Velocidad del viento
w	Peso sobre unidad de longitud
w_e	Peso de erección
w_o	Peso en operación
w_t	Peso en prueba
Z	Factor de zona sísmica
Z_L	Modulo de sección lineal

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.	Pag.
1.1 Perfiles de velocidad sobre tres diferentes características de terreno	23
3.1 Elementos constitutivos de un tanque vertical alto incluyendo su apoyo (faldón)	37
3.2 Cartas para determinar el espesor del cascarón bajo presión externa	48
3.3 Carta para envases cilindricos bajo presión externa (Factor A)	55
3.4 Categorías de juntas soldadas	60
3.5 Tanques verticales altos	63
3.6 Factor de tamaño de la estructura (S)	65
3.7 Perfiles de modo para una viga en cantilibre de sección y peso uniforme	67
3.8 Fuerzas actuando sobre una torre cilíndrica debido a movimientos sísmicos	70
3.9 Tipos de faldones soporte	72
3.10 Sección plana a través de una abertura en el faldón	74
3.11 Tipos de base del faldón	77
3.12 Nomenclatura para diseñar los pernos de anclaje	88
3.13 Tipos de pernos de anclaje	92

4.1 Formas de soldar ángulos al tanque	105
4.2 Formas de soldar perfiles al tanque	105
4.3 Tanque bajo sobre columnas	108
4.4 Cargas sísmicas y cortantes para una columna rígida de sección y peso uniforme	110
4.5 Cargas horizontales actuando sobre el centro de gravedad del tanque.....	112
4.6 Carga sobre las placas base	120
4.7 Esfuerzos sobre el cascarón debido a las columnas	124
4.8 Placas de deslizamiento auto-lubricadas para tanques verticales	127
4.9 Soportes de tope	129
4.10 Factores para determinar los esfuerzos en el cascarón producidos por los topes	132
4.11 Anillos rigidizadores exteriores para tanques bajos	134
5.1 Dimensiones para un tanque horizontal soportado en dos asientos	148
5.2 Reacciones de los asientos	150
5.3 Diagramas de esfuerzos y momentos	153
5.4 Placas de deslizamiento auto-lubricadas para tanque horizontales	160
5.5 Dimensiones de los asientos	163
5.6 Propiedades de los asientos	166



5.7 Fuerzas de rajamiento en los asientos	167
5.8 Cargas sobre la placa base	169
5.9 Dimensiones de los rigidizadores exteriores	
alma de los asientos	170
5.10 Dimensiones de las rigidizadores interiores	
de los asientos	171
5.11 Elementos constitutivos de un soporte asiento	
para tanques horizontales	172
5.12 Asientos soportes para construcciones	
no rígidas	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tab.		Pag.
1.I	Diámetro efectivo	24
3.I	Valores de los máximos esfuerzos permisibles en tensión para aceros al carbón y de baja aleación	51
3.II	Eficiencia de juntas soldadas	58
3.III	Coeficientes de exposición a la presión dinámica	64
3.IV	Probabilidad de exceder la velocidad del viento de diseño durante cierto período	64
3.V	Constantes según la categoría de exposición	65
3.VI	Detalles de la base del faldón	84
3.VII	Diámetro nominal de los pernos de anclaje según su área tensil	90
4.I	Envases verticales pequeños y medianos	104
4.II	Factor de ráfaga para estructuras rígidas	107
4.III	Coeficiente sísmico C	110
4.IV	Esfuerzos permisibles para miembros en compresión de esfuerzo de fluencia de 36 ksi	116
4.V	Valores de esfuerzo de Euler F'_e para aceros con cualquier esfuerzo de fluencia	117

4.VI	Dimensiones recomendadas para soportes tope para envases con o sin aislamiento	128
4.VII	Valores de la constante C para los esfuerzos de tanques apoyados en soportes de tope	131
4.VIII	Constantes para determinar esfuerzos en el cascarón debidos a anillos rigidizadores exteriores	136
5.I	Factor sísmico, C_s	149
5.II	Diámetro efectivo, D_e	149
5.III	Factor de ráfaga, G_n	149
5.IV	Factores K para determinar los esfuerzos en el cascarón cilíndrico horizontal	154
5.V	Dimensión recomendada para el diseño de los asientos	162
5.VI	Constantes K_1 para el diseño del alma de los asientos	168

CAPITULO I

I. CARGAS DE DISEÑO

1.1. Introducción

El primer requerimiento en el diseño de envases es determinar los valores actuales de las cargas y las condiciones en las cuales operará el envase. Estas han sido determinadas en base a la experiencia, códigos de diseño, cálculos o pruebas.

Las cargas principales a ser consideradas en el diseño de envases a presión son:

- Presión de diseño (interna o externa)
- Cargas muertas
- Cargas viento
- Cargas sísmicas

Muchas diferentes combinaciones de las cargas citadas arriba son posibles; el diseñador debe

elegir la combinación mas probable de cargas simultaneas para un diseño seguro y económico.

1.2. Presión de diseño

Es la presión con la que se determina el espesor mínimo de el cascarón del envase. La mínima presión de diseño para un envase de presión interna es 15 psi.

La presión máxima de trabajo permisible es la indicada en la parte superior del envase en operación. .

El espesor requerido es el mínimo espesor de la pared del tanque sin incluir la corrosión permisible; el espesor de diseño es el mínimo espesor requerido mas la corrosión permisible; el espesor nominal es el espesor de diseño actual usado en la construcción del envase a partir del material comercialmente disponible.

Si el espesor nominal menos la corrosión permisible es mayor que el espesor requerido, la presión de diseño o la corrosión permisible puede ser incrementada.

El cascarón debe ser diseñado para soportar la mas severa combinación de presiones coincidentes bajo las condiciones de operación esperadas.

1.3. Cargas muertas

Son las cargas debidas al propio peso del tanque y cualquier parte añadida al mismo. Un tanque puede tener tres pesos diferentes lo suficientemente importantes para ser considerados en el diseño.

1. De erección, W_m (vacío).- es el peso del envase sin ningún aislamiento, contenido o cualquier estructura externa añadida al tanque.
2. De operación, W_o .- es el peso del envase habilitado totalmente y en pleno funcionamiento mas todo el equipo necesario y demás aditamentos trabajando a su máxima capacidad.
3. De prueba, W_t .- consiste solamente en el peso del tanque libre llenado con el liquido de prueba.

El hielo y la nieve son considerados



despreciables.

1.4. Cargas producidas por el viento

El calculo de las cargas debidas al viento se hace en base a las normas ANSI A58.1-1982. (ANSI:American National Standards Institute). La velocidad del viento V es afectada por la fricción de la superficie de la tierra y se incrementa con la altura sobre el suelo hasta una máxima velocidad que permanece constante (fig. 1.1). La forma del perfil de velocidad sobre el suelo depende de las características rugosas del terreno quedando designadas 4 categorías de exposición.

- Exposición A: en medio de ciudades en donde por lo menos el 50% de las construcciones exceden los 70 pies de altura.
- Exposición B: Lugares aledaños a las ciudades donde existen áreas boscosas y zonas residenciales.
- Exposición C: Terrenos abiertos con esporádicas construcciones de menos de 30 pies incluyendo

zonas campestres.

- Exposición D: Areas costeras planas sin obstrucciones con el viento fluyendo sobre grandes masas de agua hasta 1500 pies tierras adentro.

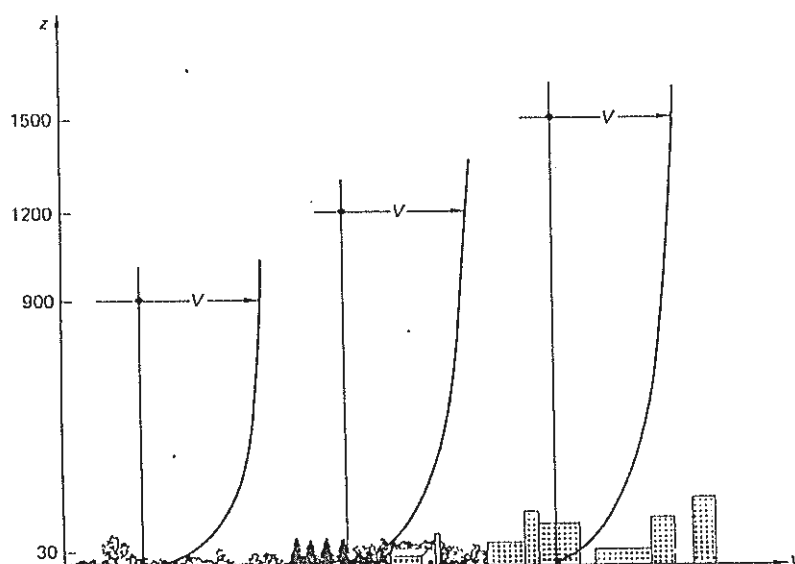


Fig. 1.1. [ref. 4]

La presión de velocidad (dinámica) representando la energía total de la masa unitaria de aire a la altura de 30 pies sobre el suelo en una superficie plana perpendicular a la velocidad del viento, está dada por la ecuación:

$$q_z = 0.00256 K_z (V)^2$$



donde

q_z = presión del viento a la altura z

K_z = coeficiente de exposición a la presión dinámica

I = factor de importancia (1.0 para envases)

V = velocidad del viento básica, mph

Para llegar a una aproximación razonable del área proyectada, la cual es comúnmente usada y recomendada, se aumenta el diámetro del envase a un denominado diámetro efectivo D_e a fin de aproximar el diseño en base a las cargas debido al viento.

La tabla 1.1. indica igualdades para determinar los D_e para tanques de sección circular.

D (Diámetro tanque+2*espesor rebestimiento)	Tanques con o sin escaleras	Tuberías escaleras y plataformas agregadas
≤ 4 pies	$D_e = 1.6D$	$D_e = 2.0D$
4 pies - 8 pies	$D_e = 1.4D$	$D_e = 1.6D$
> 8 pies	$D_e = 1.2D$	$D_e = 1.4D$

Tabla 1.1. [ref. 6]

Entonces, la carga total debida al viento F actuando sobre una sección de un tanque puede ser

calculada mediante la ecuación

$$F=A_x C_x G_h q_x$$

Donde

A_x = área proyectada, Pies²

C_x = factor de forma

G_h = factor de ráfaga

Cada uno de estos valores varían según el tipo del tanque, además de ser determinados de forma diferente para cada caso, lo cual será ampliamente explicado en los siguientes capítulos.

1.5. Cargas producidas por sismos

1.5.1 Consideraciones generales

Las fuerzas y esfuerzos que actúa en una estructura durante un movimiento telúrico son de carácter transiente, de naturaleza dinámica, y complejas. Un análisis aproximado es lo mas conveniente de realizar para los tipos de diseño que veremos luego.

Para simplificar el procedimiento de diseño la componente vertical del movimiento telúrico es despreciada, debido a que las estructuras soportan suficiente exceso de tracción en la dirección vertical que las hace resistentes a los sismos.

Las fuerzas horizontales sísmicas actuando sobre un tanque son reducidas a fuerzas estáticas equivalentes. Los requerimientos fundamentales en códigos de construcción es que las estructuras deben de ser diseñadas para soportar una cierta fuerza cortante horizontal mínima aplicada a la base del tanque en cualquier dirección. Habiendo asignado un mínimo valor al cortante de la base basado en experiencias pasadas, el problema se centra en como resolver este cortante como una fuerza estática equivalente a lo largo del tanque a fin de determinar el cortante y los momentos flectores en la estructura a diferentes alturas tanto como el momento de volcamiento en la base. Los resultados dependen mayormente en la respuesta dinámica de la estructura, la cual puede ser asumida rígida o flexible, lo cual



depende del alto y ancho del tanque y que será estudiado en los respectivos capítulos.

1.5.2 Consideraciones de diseño

Mas que nada para torres de proceso altas, es razonable asumir que durante un sismo severo excediendo el valor de diseño asumido, algunas partes de la estructura fluirán y absorberán la energía dinámica, previniendo una falla mayor. Los pernos de anclaje son la parte estructural mas lógica para prevenir, por medio de la fluencia parcial, cualquier otro daño en el tanque, así como un pandeo en los soportes o el cascarón. Si los pernos son colocados para realizar esta función, deben ser lo suficientemente largos y resilientes para fluir bajo una sobre-carga extrema, y ellos deben ser firmemente agarrados al tanque, preferiblemente de la forma mostrada en la fig 3.11.

1.6. Combinación de las cargas de diseños

A buen criterio, es conveniente seleccionar solamente ciertos grupos de cargas de diseño, los

cuales sean mas probables que ocurran simultáneamente, como condiciones de diseño para envases a presión.

Comúnmente en la práctica se asume que las cargas sísmicas y de viento no ocurren simultáneamente, y solo la que produce los mayores esfuerzos será considerada.

CAPITULO II

II. CATEGORÍAS DE ESFUERZOS Y ESFUERZOS LIMITES DE DISEÑO

2.1. Introducción

Después que las cargas de diseño estén determinadas y los máximos esfuerzos debido a las cargas de diseño sean calculados, el diseñador debe evaluar cualitativamente los esfuerzos individuales según el tipo, debido a que no todos los tipos de esfuerzos o sus combinaciones requieren del mismo factor de seguridad para protegerse contra la falla.

Por ejemplo, cuando una parte bajo presión es cargada hasta su punto de fluencia por una fuerza mecánica estática, como una presión interna o peso, la fluidez continuará hasta que la parte se rompa, a menos que el endurecimiento por envejecimiento o la distribución de esfuerzos tomen lugar. En el diseño de envases, los esfuerzos causados por



BIBLIOTECA

cierto tipo de cargas son llamados *primarios* y su principal característica es que ellos no son auto-limitados, es decir, que ellos no son reducidos en magnitud por la deformación que ellos producen. Por otro lado, si un miembro es sometido a esfuerzos atribuibles a una expansión térmica, como esfuerzos flectores en el cascarón debido a alguna conexión bajo una expansión térmica de la tubería, una insignificante y permanente deformación local en el cascarón producirá relajación en las fuerzas expansivas causando los esfuerzos. Los esfuerzos debido a este tipo de fuerzas son denominados *secundarios* y son auto-limitados y auto-equilibrados.

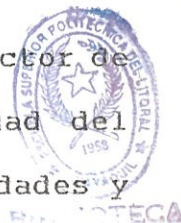
La diferencia práctica entre cargas y esfuerzos primarios y secundarios es obvia; el criterio utilizado para evaluar la seguridad de los esfuerzos primarios no deben ser aplicados a los valores calculado de los esfuerzos producidos por las cargas auto-limitadas.

Los esfuerzos debido a cargas dinámicas (impacto) son mucho mas grandes en intensidad que los esfuerzos provocados por cargas estáticas de la misma magnitud. Una carga es dinámica si el tiempo

de su aplicación es menor que el período natural de vibración mas grande del cuerpo.

Una estructura, muy raras veces es sometida a las máximas cargas de viento y sísmicas para las cuales ha sido diseñada. Por lo tanto, un incremento en los esfuerzos permisibles es permitido para ciertas cargas temporarias en algunos códigos. La fatiga causada por la variación periódica o cargas térmicas sobre ciclos de operación se ha convertido en algo bastante considerable en el diseño de envases a presión de tal manera que la mayoría de fallas se producen por fatiga que por cargas estáticas. Si el número de ciclos de operación es bastante grande, el análisis de fatiga debe ser considerado. Aquí los esfuerzos permisibles y el rango de esfuerzos deben ser relacionados al número de cargas cíclicas esperadas durante la vida útil del equipo. las fallas por fatigas usualmente ocurren en la zona de máxima concentración de esfuerzos.

Precauciones apropiadas expresadas en el factor de seguridad de diseño son de responsabilidad del ingeniero diseñador, guiado por las necesidades y especificaciones del cliente. El requerimiento



principal para la aceptabilidad de un código de diseño es que el nivel de esfuerzos calculados no debe exceder el límite de los esfuerzos permisibles por el código, o en su ausencia, los esfuerzos límites deben estar basados en la buena práctica ingenieril.

2.2. Criterio general de diseño del Código para Tanques a Presión de la ASME, Sección VIII, División 1.

Mientras el código provee de formulas necesarias para calcular los espesores requeridos y los correspondientes esfuerzos de membrana de los componentes básicos debido a presiones externas e internas, el código deja a criterio del diseñador el uso de procedimientos analíticos para calcular los esfuerzos debidos a otras cargas.

El párrafo UG-23c establece que el espesor del tanque calculado por las reglas del código debe ser determinado al igual que el máximo esfuerzo de membrana directos, debido a cualquier combinación de cargas listadas en UG-22 (Presión interna o externa, cargas viento, cargas sísmicas, reacción de los soportes) que se espera que ocurran simultáneamente durante la operación normal del

tanque, no exceda el máximo esfuerzo permisible del metal señalado por el código a la temperatura de diseño. Los esfuerzos de membrana directos pueden ser aquí definidos como un esfuerzo normal uniformemente distribuido a través del espesor de cascarón de la sección bajo consideración.

Estos requerimientos implican el uso de la teoría de falla del máximo esfuerzo, asumiendo que para envases a presión de pared delgada el esfuerzo σ_x debido a la presión de diseño puede ser despreciado, y la teoría del máximo cortante mas aproximada da casi el mismo resultado.

Es una práctica general el dar un análisis de esfuerzos detallados para los componentes del tanque fuera de los detalles aprobados por el código usando la teoría de falla del máximo esfuerzo o máximo cortante, y al seleccionar los esfuerzos permisibles para condiciones de diseño en vez de operaciones normales o para esfuerzos calculados en vez de esfuerzos de membrana primarios directos ($\leq S_m$) o esfuerzo de membrana primarios directos mas esfuerzos flectores primarios ($\leq 1.5S_m$).

Esfuerzos limitados de diseño para esfuerzos secundarios en combinación con los esfuerzos de presión no están especificados en el código. por lo tanto estaria bien recordar un punto que citamos anteriormente, que los requerimientos del código solo representan lo mínimo, y el diseñador debe sentirse libre de aplicar estrictos límites de diseño cuando sea necesario de acuerdo a su criterio y la experiencia.

Los esfuerzos permisibles del código son utilizados también para el diseño de partes importantes no sometidas a presión, como soportes de tanques altas (faldones), soportes para interiores de un tanque, y también para el diseño de soldaduras y su respectiva eficiencia. Los esfuerzos permisibles para las partes menos importantes no sometidas a presión pueden ser mayores que los esfuerzos del código y pueden ser tomados a criterio del diseñador o de otras fuentes.

2.3. Aclaraciones

El código, sección VIII, división 1, no considera explícitamente el efecto de los esfuerzos combinados. Existe también el código, sección VIII,

división 2, que contiene una guía mas específica para esfuerzos, como se encuentran combinados, y esfuerzos permisibles para ciertas categorías de esfuerzos combinados. La división 2 es diseñada en base a análisis, mientras que la división 2 es en base a reglas.

El análisis de esfuerzos en la División 2 considera todos los esfuerzos en un estado triaxial combinado en concordancia con la teoría del máximo esfuerzo cortante. El procedimiento citado en la División 1 considera un estado biaxial de esfuerzos combinados en concordancia con la teoría del máximo esfuerzo. De esto podemos llegar a afirmar que sería ridículo diseñar un reactor nuclear en base a la división 1, o diseñar un tanque para aire usando la técnica de la División 2. Cada uno posee su forma de aplicación adecuada.

Debido a que la División 2 no es usada tan comúnmente como la División 1, la mayoría de diseñadores de tanques a presión están mas familiarizados con la División 1.



CAPITULO III

III. DISEÑO DE APOYOS PARA TANQUES VERTICALES CILINDRICOS ALTOS

3.1. Introducción

Los tanques altos, conocidos en la industria química como columnas de procesos cilíndricas altas, construidas hoy en día, son auto-soportadas sobre cascarones cilíndricos o cónicos (faldones) con una base en forma de aro descansando en una fundación de concreto y firmemente fijado a la fundación por medio de pernos de anclaje empotrados en el concreto (Fig. 3.1). Básicamente son diseñadas como vigas en voladizo.

Las dimensiones principales de una columna para procesos, su longitud y su diámetro interior,

NOTA: Entiéndase por cascarón toda superficie metálica curva

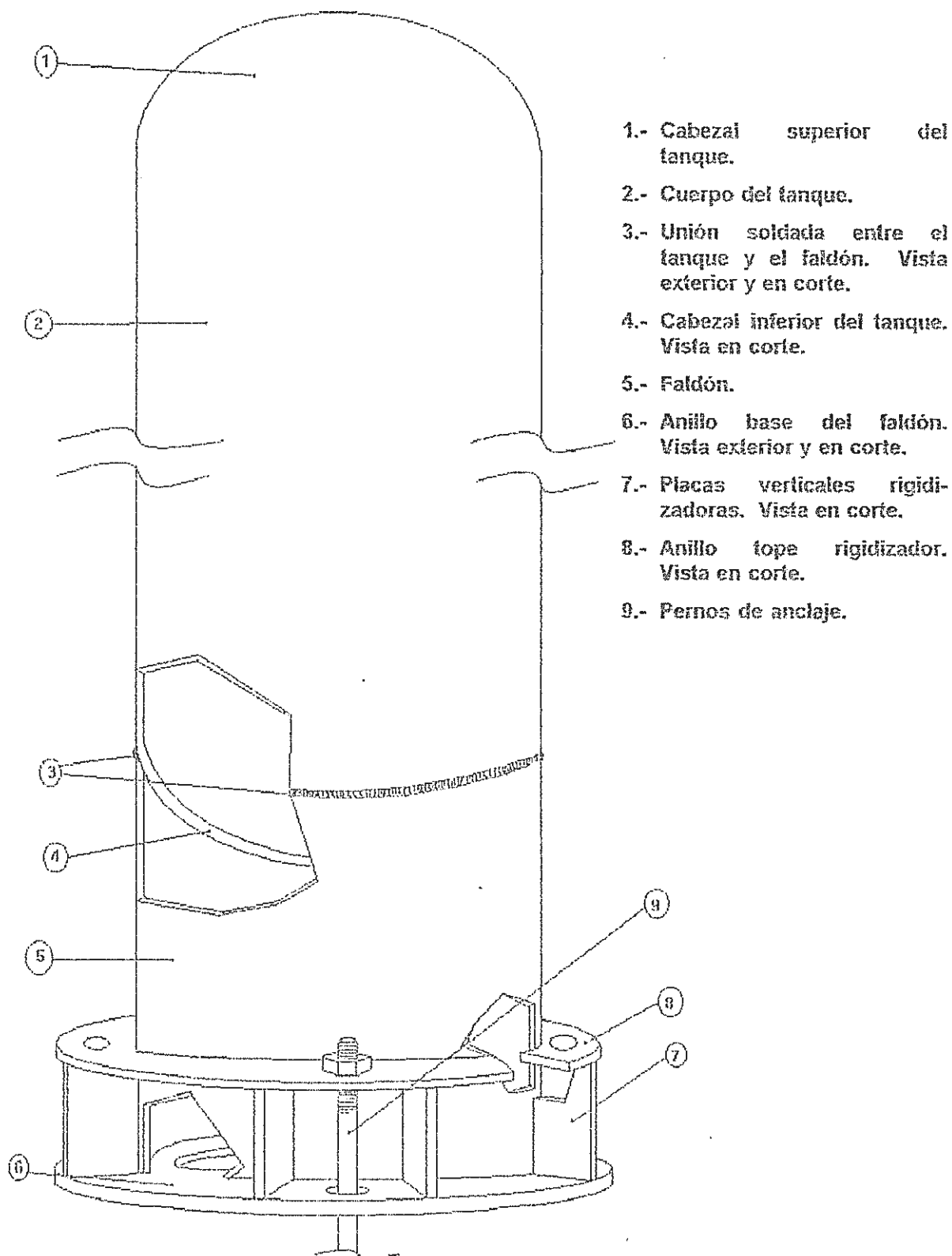


Figura 3.1.

tanto como la presión y la temperatura, las conexiones y demás, están determinadas por la ingeniería de proceso y traspasada a la ingeniería de diseño en una hoja de datos analíticos con un bosquejo de la columna de procesos, incluyendo todas las especificaciones del material y corrosión permisible seleccionada por un metalúrgico.

El ingeniero mecánico responsable del diseño de torre de proceso, se encargará de los cálculos del espesor de cascarón, construcción de los soportes, y el tamaño de los pernos de anclaje, tanto como un trazado ingenieril mostrando todos los detalles de la estructura.

3.2. Espesor de cascarón del tanque requerido para una combinación de cargas de diseño

De acuerdo al Código División 1, los cálculos del espesor de cascarón están basados en los esfuerzos circunferenciales principales debidos a la presión de diseño, mas el peso propio de la estructura, mas la carga viento o carga sísmica. Debido a que los esfuerzos longitudinales se van incrementando desde el extremo superior al

inferior, el espesor de cascarón deberá incrementarse también según la altura del tanque, donde la suma de los esfuerzos longitudinales se hacen mayores que los esfuerzos circunferenciales.

Los esfuerzos calculados consideran los efectos de cada carga separadamente. Los esfuerzos tangenciales (circunferenciales) debidos a la presión y los esfuerzos longitudinales combinados son comparados con los valores de los esfuerzos permisibles del Código en tensión o compresión permitidos a la temperatura de diseño.

Asumiendo que un envase alto delgado soporta las cargas externas como una viga en voladizo, las cargas externas producen esfuerzos cortantes y flexionantes en el cascarón del tanque. Los principales esfuerzos gobernando el espesor del tanque cilíndrico requerido por el Código División 1 (teoría de falla del máximo esfuerzo) están dados a continuación.

El esfuerzo tangencial σ_t debido a la presión está dado por, (ref. 4; Sec. 4.2):

$$\sigma = PD/2t \leq S_m \text{ (psi)}$$

Donde

D = Diámetro principal de cascarón, pulg.

P = Presión de diseño, psi.

t = Espesor de cascarón, pulg.

S_m = esfuerzo permisible del Código, psi,
reducido por la eficiencia de soldadura, E,
si es requerida.

La corrosión permitida puede o debe ser incluida en los valores de t, según lo requiera el diseño. La misma puede incluirse en D, pero debido a que su magnitud es insignificante con respecto a D, la corrosión permitida puede ser depreciada.

Los esfuerzos combinados en la dirección longitudinal σ_1 debido a la presión, carga muerta W, y momento aplicado M, con W y M tomados sobre la estructura en consideración están dados como sigue, (ref. 4; Sec. 4.2):

1. Del lado de barlovento,

$$\sigma_1 = PD/4t + 4M/\pi D^3 t - W/\pi D t \text{ [psi]}$$

y el espesor de cascarón es

$$t = [PD/4 + 4M/\pi D^3 - W/\pi D]/S_m$$

2. Del lado de sotavento,

$$\sigma_1 = PD/4t - 4M/\pi D^3 t - W/\pi D t \text{ [psi]}$$

El máximo esfuerzo compresivo en el cascarón se localiza en la línea tangencial de la base en el lado de sotavento cuando la presión interna es igual a la presión atmosférica:

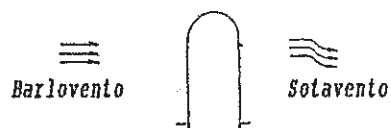
$$\sigma_1 = - 4M/\pi D^3 t - W/\pi D t \leq S_m$$

o para tanque en vacío:

$$\sigma_1 = - PD/4t - 4M/\pi D^3 t - W/\pi D t \leq S_m$$

El pandeo local máximo puede ocurrir localmente en una sección donde el esfuerzo longitudinal

NOTA: Barlovento: De donde viene el viento
 Sotavento: Hacia donde va el viento



combinado σ_1 alcanza la magnitud del esfuerzo de pandeo crítico. Por lo tanto, σ_1 no puede exceder el esfuerzo permisible del Código para cascarones cilíndricos en compresión axial.

Si la falla de un cascarón cilíndrico de pared delgada ocurre por pandeo, ciertas ondas concéntricas se forman en donde ocurrió el colapso y el esfuerzo sería similar a las ondas formadas alrededor de la circunferencia sometida a una carga de colapso uniformemente axial. Por lo tanto, se puede asumir para propósitos prácticos, que el pandeo bajo cargas combinadas ocurre donde los máximos esfuerzos se igualan a los esfuerzos de pandeo críticos para cascarones cilíndricos cargados axialmente, en el rango elástico o plástico.

En este punto, sería interesante comparar el Código División 1, basado en la ecuaciones del máximo esfuerzo mencionadas en las dos páginas anteriores, con el Código División 2 basado en la teoría del máximo esfuerzo cortante.

El máximo esfuerzo cortante en solavento, bajo presión interna es, (ref. 4; Sec. 4.2):

$$\tau = (\sigma_t - \sigma_l) \text{ o } \sigma_t - \sigma_l \leq S_m$$

Sustituyendo σ_t y σ_l , tenemos

$$PD/2t - [PD/4t - 4M/\pi D^3 t - W/\pi D t] = PD/4t + 4M/\pi D^3 t + W/\pi D t$$

y el espesor del cascarón sería

$$t = [PD/4 + 4M/\pi D^3 + W/\pi D]/S_m$$

el cual es algo mayor que el espesor calculado previamente por la teoría del máximo esfuerzo

En adición a la presión externa y su propio peso de operación, los *tanques elevados trabajando en vacío* están sujetos a cargas adicionales como viento y sismos. la presión externa de diseño máxima para tanques en vacío es 15 psi.

El método usado mas comúnmente, para predecir el máximo esfuerzo en cascarones cilíndricos bajo la acción combinada de cargas axiales compresivas y presión lateral externa uniforme, es un método empírico "interactivo". El efecto de un tipo de carga sobre el valor crítico de otro tipo de



BIBLIOTECA

carga, simultáneamente aplicados, esta dado por una ecuación que representa una curva de interacción, que involucra relaciones σ_1/σ_{1c} y σ_t/σ_{tc} , donde σ_1 y σ_t son los esfuerzos compresivos calculados en operación y σ_{tc} es el esfuerzo de falla (colapso) producido solo por la presión lateral externa y σ_{1c} es el esfuerzo de colapso bajo carga axial solamente.

La curva de interacción terminara en los puntos (1,0) y (0,1) sobre los ejes σ_1/σ_{1c} y σ_t/σ_{tc} , y será primeramente una función de las cargas y de la geometría de la estructura y representa todas las combinaciones de σ_t/σ_{tc} y σ_1/σ_{1c} que causarán una falla. Aunque si σ_t/σ_{tc} es conocido, el valor máximo de σ_1/σ_{1c} puede ser determinado de la curva. La ecuación interactiva de la línea recta puede ser usada, siempre y cuando el mismo factor de seguridad en dirección longitudinal y tangencial son utilizados. Entonces

$$\frac{\sigma_t}{k(\sigma_{tc}/S.F.)} + \frac{\sigma_1}{k(\sigma_{1c}/S.F.)} \leq 1$$

Donde $\sigma_{1c}/S.F.$ y $\sigma_{tc}/S.F.$ pueden ser tomados como los esfuerzos compresivos permisibles del código; k es el factor de permisibilidad igual a 1.2. $S.F.$ es el factor de seguridad para la resistencia del diseño, que es el número de veces que la carga debe incrementarse antes que la estructura falle debido a los esfuerzos, usualmente establecidos con respecto al esfuerzo de fluencia, esfuerzo de pandeo, etc.

Debido a que $S.F.$ en el esfuerzo axial permisible por el código es mayor que en la dirección tangencial ($B = S_e/2$), la formula dada anteriormente da resultados muy conservativos.

Algunos autores consideran que el método necesita ser verificado experimentalmente de mejor manera, particularmente para salchichas de acero. Por lo tanto, basado en resultados actualizados, la ecuación de la línea recta parece adecuada y conservativa. El método de la curva de interacción elimina la necesidad de una derivación teórica de los esfuerzos máximos combinados.

3.3. Valores de los máximos esfuerzos permisibles

El siguiente es un resumen obtenido del Código de la ASME, División 1, (UG-23), que involucra mas que nada aspectos concernientes a este trabajo de investigación.

(a) El valor de los máximos esfuerzos compresibles, es el esfuerzo unitario máximo permitido en un material dado usado en un tanque construido bajo estas reglas. El esfuerzo tensil máximo permitido para diferentes materiales está dado en la siguiente tabla.

Tabla UCS-23 Valores de Esfuerzos Máximos Permisibles en Tensión para Aceros al Carbón y aceros de Baja Aleación (tabla 3.1.)

(b) El esfuerzo compresivo longitudinal máximo permitido a ser usado en el diseño de cascarones cilíndricos, sometidos a cargas que producen compresión longitudinal en el cascarón debe ser el mas pequeño de los siguientes valores:

1) El valor del máximo esfuerzo tensil permisible indicado en (a) arriba;

2) El valor del factor B determinado por el siguiente procedimiento donde

*t=espesor mínimo requerido por el cascarón, pulg.
Ro=radio exterior del cilindro, pulg
E=Módulo de elasticidad del material a la temperatura del diseño, que puede ser tomado de las cartas en el apéndice 5 (figura 3.2)*

La eficiencia de junta para soldaduras a tope debe ser tomada como la unidad

El valor de B se determina como sigue.

Paso 1. Usando los valores seleccionados de t y R, calcule el valor del factor A usando la siguiente formula:

$$A = \frac{0.125}{(R_o/t)}$$

Paso 2. Tomando el valor de A, entre a las cartas del apéndice 5 (figura 3.2) del material en consideración. Muévase verticalmente hasta intersectar con la línea de la temperatura de diseño. se puede interpolar para temperaturas intermedias. En caso que el valor de A caiga a la derecha del extremo de la línea de temperatura, asuma una intersección con la proyección horizontal del extremo superior de la línea. Para valores de A cayendo a la izquierda de la línea, revisar el paso 4.

Paso 3. De la intersección obtenida en el paso 2, muévase horizontalmente a la derecha y lea el valor del factor B. Este es el máximo esfuerzo compresivo permisible para los valores de t y Ro usados en el paso 1.

Paso 4. Para los valores de A cayendo a la izquierda de la línea de temperatura, el valor de B, psi, debe ser calculado utilizando la siguiente formula:

$$B = \frac{AE}{2}$$

Paso 5. Compare el valor de B determinado en los pasos 3 y 4 con el esfuerzo



compresivo longitudinal calculado. si el valor de B es menor que el esfuerzo compresivo calculado, debe seleccionarse un mayor valor de t y repetirse el procedimiento hasta que B sea mayor que el esfuerzo compresivo calculado para las cargas del cascarón cilíndrico

(d) Para la combinación de cargas sísmicas o de viento con otras cargas, el espesor de pared del tanque calculado bajo estas reglas debe ser determinado tal que el esfuerzo de membrana primario general no debe exceder 1.2 veces el máximo esfuerzo permisible en (a) o (b). Esta regla es aplicable a esfuerzos causados para presión interna, externa, y carga compresiva axial en un cilindro.

Cargas sísmicas y cargas viento no necesariamente se las considera que actúan simultáneamente.

Figs. 5-UCS-28.1, 5-UCS-28.2

1989 SECTION VIII — DIVISION 1

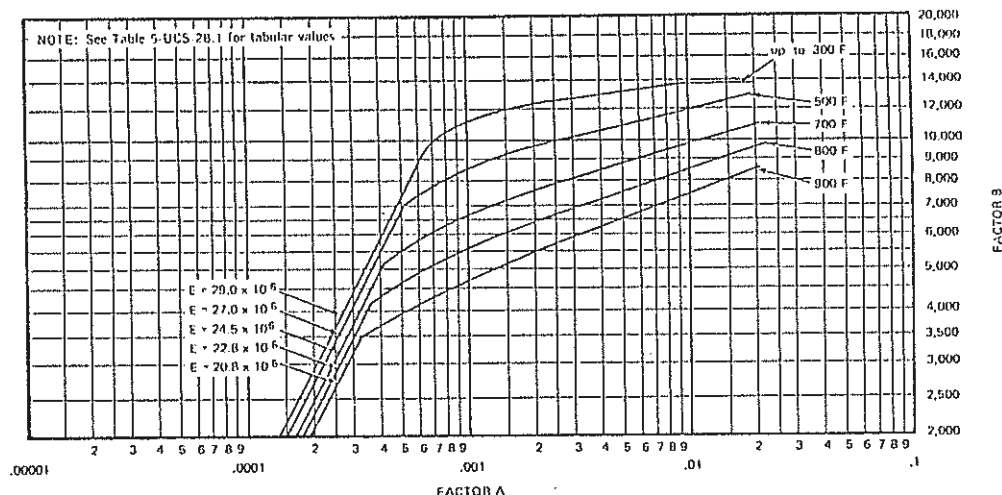


FIG. 5-UCS-28.1 CARTA PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE CASCARON PARA ENVASES CILINDRICOS Y ESFERICOS BAJO PRESION EXTERNA CONSTRUIDOS DE ACERO AL CARBON O BAJA ALEACION

Figura 3.2 [ref 1]

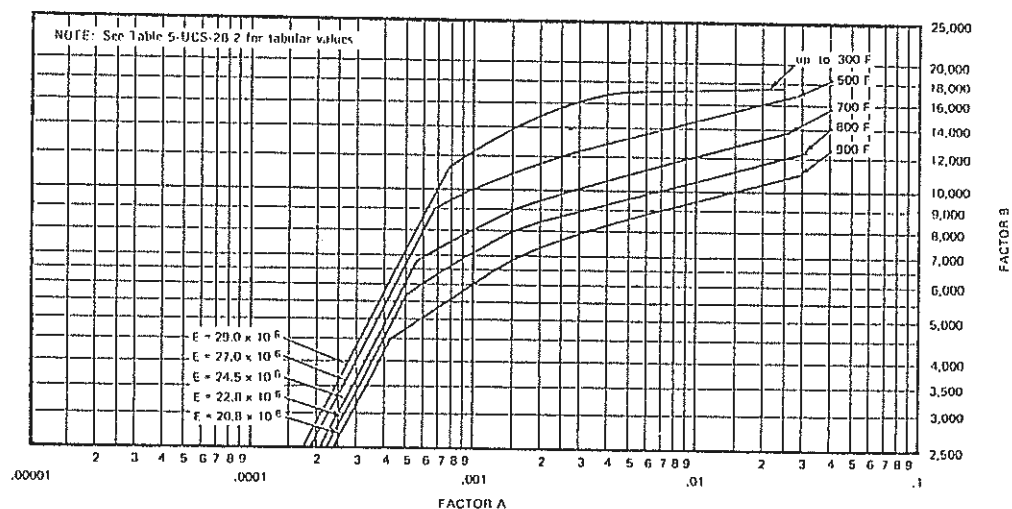


FIG 5-UCS-28.2 CARTA PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE CASCARON PARA ENVASES CILINDRICOS Y ESFERICOS BAJO PRESION EXTERNA CONSTRUIDOS DE ACEROS AL CARBON O BAJA ALEACION Y TIPOS 405 Y 410

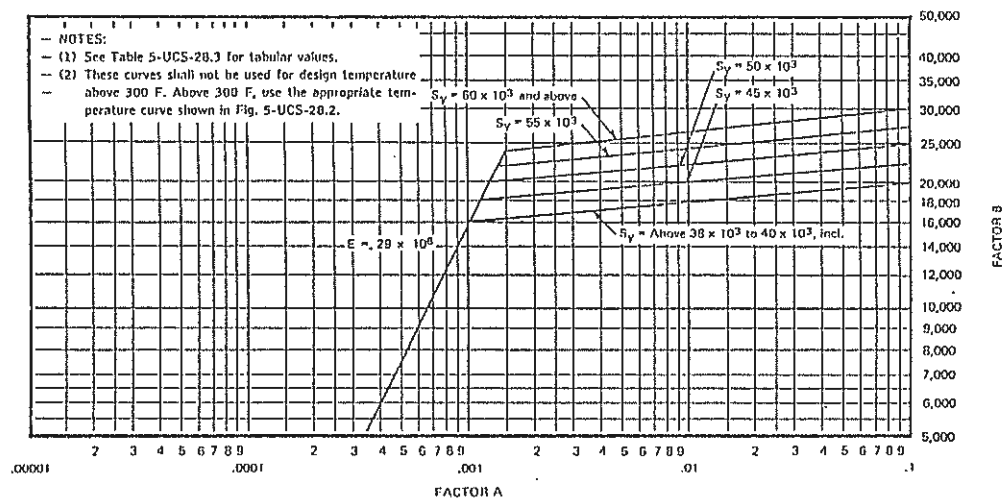


FIG. 5-UCS-28.3 CARTA PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE CASCARON PARA ENVASES CILINDRICOS Y ESFERICOS BAJO PRESION EXTERNA CONSTRUIDOS DE ACEROS AL CARBON, BAJA ALEACION O ACEROS CON PROPIEDADES LOGRADAS POR TRATAMIENTOS TERMICOS

Figura 3.2 [ref 1]



BIBLIOTECA

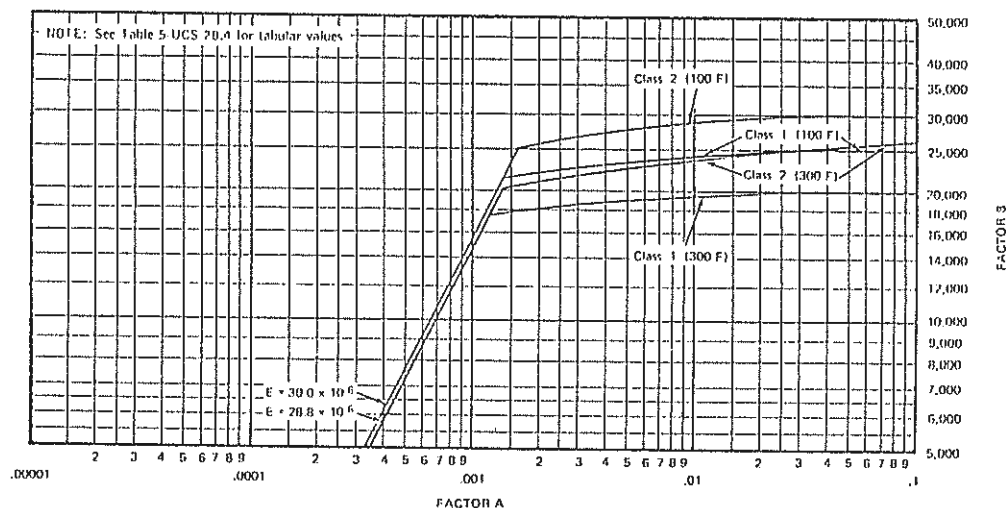


FIG. 5-UCS-28.4 CARTA PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE CASCARON PARA ENVASES BAJO PRESION EXTERNA CONSTRUIDOS DE SA-537

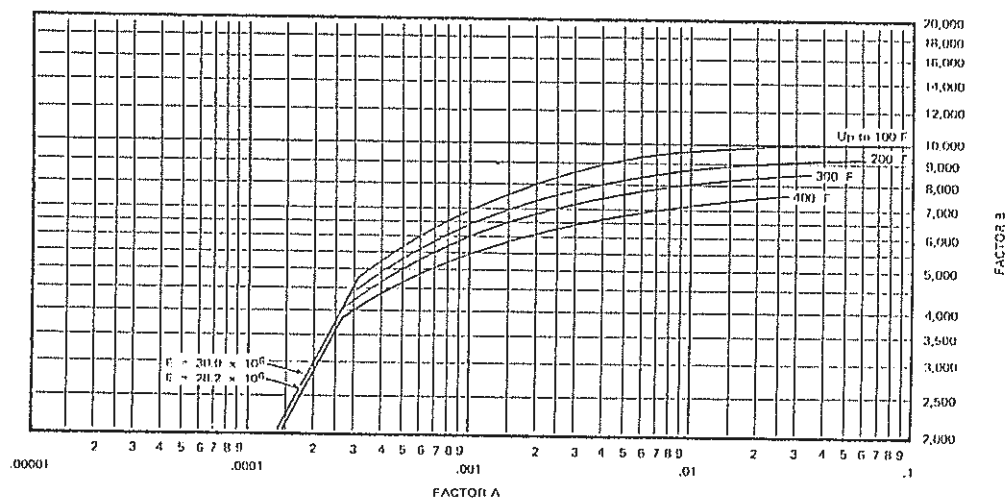


FIG. 5-UCS-28.6 CARTA PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE CASCARON PARA ENVASES CILINDRICOS Y ESFERICOS BAJO PRESION EXTERNA CONSTRUIDOS DE ACERO AL CARBON SA-562 O SA-620

Table UCS-23

TABLES

1989 SECTION VIII — DIVISION 1

Table UCS-23

TABLE UCS-23 (CONT'D)
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW ALLOY STEEL
(Caution: See UW-12 for vessels constructed under Part UW)

TABLE UCS-23 (CONT'D)
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW ALLOY STEEL
(Caution: See UW-12 for vessels constructed under Part UW)

Spec. No.	Grade	Nominal Composition	P _s No.	Group No.	Notes	Specified Min. Yield, ksi	Specified Tensile, Min. ksi	Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temp., °F, Not Exceeding											Spec. No.	Ext. Press. Chart Fig. No.
								650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150		
Carbon Steel Plates and Sheets																				
SA-36	...	C-Mn-Si	1	1	(1)(2)(3)(17)	36	58	12.7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Carbon Steel Plates and Sheets	SA-36	5-UCS-28.2
	A	C	1	1	(1)(2)	24	45	10.4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-283	5-UCS-28.1	
	B	C	1	1	(1)(2)	27	50	11.5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-283	5-UCS-28.1	
	C	C	1	1	(1)(2)	30	55	12.7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-283	5-UCS-28.2	
SA-285	D	C	1	1	(1)(2)	33	60	12.7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-283	5-UCS-28.2	
	A	C	1	1	(3)(17)(22)	24	45	11.3	11.0	10.3	9.0	7.8	6.5	...	...	...	...	SA-285	5-UCS-28.1	
	B	C	1	1	(3)(17)(22)	27	50	12.5	12.1	11.2	9.6	8.1	6.5	...	...	...	...	SA-285	5-UCS-28.1	
	C	C	1	1	(3)(17)(22)	30	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	...	...	...	...	SA-285	5-UCS-28.2	
SA-299	...	C-Mn-Si	1	2	(17)	40/42	75	18.8	17.7	15.7	12.6	9.6	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-299	5-UCS-28.3	
	A	C	1	1	(3)(17)	25	45	11.3	11.0	10.3	9.0	7.8	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.1	
	B	C	1	1	(3)(17)	30	50	12.5	12.1	11.2	9.6	8.1	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.1	
	C	C	1	1	(3)(17)	33	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.2	
SA-414	D	C-Mn	1	1	(3)(17)	35	60	15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.2	
	E	C-Mn	1	1	(3)(17)	38	65	16.2	15.5	13.8	11.4	8.9	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.3	
	F	C-Mn	1	2	(3)(17)	42	70	17.5	16.6	14.7	12.0	9.2	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.3	
	G	C-Mn	1	2	(3)(17)	45	75	18.8	17.7	15.7	12.6	9.6	6.5	...	...	...	...	SA-414	5-UCS-28.3	
SA-442	55	C-Mn-Si	1	1	(17)	30	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	...	...	...	...	...	SA-442	5-UCS-28.2	
	60	C-Mn-Si	1	1	(17)	32	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	...	...	...	...	...	SA-442	5-UCS-28.2	
SA-455	Up to 0.375 in. incl.	C-Mn	1	2	(19)	38	75	18.8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-455	5-UCS-28.2	
	Over 0.375 in. to 0.580 in. incl.	C-Mn	1	2	(16)	37	73	18.3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-455	5-UCS-28.2	
	Over 0.580 in. to 0.750 in. incl.	C-Mn	1	2	...	35	70	17.5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-455	5-UCS-28.2	
	...	C-Mn	1	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-455	5-UCS-28.2	
SA-515	55	C-Si	1	1	(17)	30	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-515	5-UCS-28.2	
	60	C-Si	1	1	(17)	32	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-515	5-UCS-28.2	
	65	C-Si	1	1	(17)	35	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-515	5-UCS-28.2	
	70	C-Si	1	2	(17)	38	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-515	5-UCS-28.2	
SA-516	55	C-Si	1	1	(17)	30	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-516	5-UCS-28.2	
	60	C-Mn-Si	1	1	(17)	32	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-516	5-UCS-28.2	
	65	C-Mn-Si	1	1	(17)	35	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-516	5-UCS-28.2	
	70	C-Mn-Si	1	2	(17)	38	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	...	...	SA-516	5-UCS-28.2	

Tabla 3.1 [ref 1]



Table UCS-23

TABLES

1989 SECTION VIII — DIVISION 1

TABLE UCS-23 (CONT'D)

TABLE UCS-23 (CONT'D)

MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW ALLOY STEEL
(Caution: See UW-12 for vessels constructed under Part UW)

Spec. No.	Grade	Nominal Composition	P- No.	Group No.	Notes	Specified Min. Yield, ksi	Specified Min. Tensile, ksi	Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temp., °F, Not Exceeding											Spec. No.	Etc. Press. Chart Fig. No.
								650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150		
Carbon Steel Plates and Sheets (Cont'd)																				
SA-537	Cl.1	C-Mn-Si	1	2	(10)(23)(28)	50	70	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Carbon Steel Plates and Sheets (Cont'd)	SA-537	5-UCS-28.4
	up to 2.5 in. incl.																			
	Cl.1				(10)(24)	45	65	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-537	5-UCS-28.4	
	over 2.5 in. to 4 in. incl.																			
	Cl.2	C-Mn-Si	1	3	(10)(21)(23)(28)	60	80	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-537	5-UCS-28.3	
	up to 2.5 in. incl.				(10)(21)(24)(28)	55	75	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-537	5-UCS-28.4	
SA-562	Cl.2				(10)(21)(24)(28)	46	70	...	17.0	...	...	...	...	...	...	...		SA-537	5-UCS-28.4 (Use Class 1 Curve)	
	over 2.5 in. to 4 in. incl.				(10)(21)(28)															
	over 4 in. to 6 in. incl.																			
	...																			
	0.5 in. and under																			
	Over 0.5 in. to 1 in.																			
SA-612	1 & 2	C-Mn-Ti	1	1	(10)(23)(30)	30	55	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-562	5-UCS-28.6	
	A	C-Mn-Si	10C	1	(10)	50	83	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-612	5-UCS-28.3	
	B	C-Mn-Si	10C	1	(10)	50	81	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-612	5-UCS-28.3	
	C	C-Mn	1	1	...	20	40	10.0	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-620	5-UCS-28.6	
	A & B	C-Mn-Si	1	1	...	40	58	14.5	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-662	5-UCS-28.3	
	B	C-Mn-Si	1	1	...	40	55	16.3	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-662	5-UCS-28.3	
SA-620	C	C-Mn-Si	1	2	...	43	70	17.5	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-620	5-UCS-28.6	
	1 & 2	C-Mn-Si-Cb	1	2	...	50	70	17.5	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-737	5-UCS-28.4 (35)	
	A	C-Mn-Si-Cb	1	2	...	50	70	17.5	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-737	5-UCS-28.4 (35)	
	B	C-Mn-Si-V	1	3	...	60	80	20.0	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-737	5-UCS-28.4 (35)	
	C	C-Mn-Si	1	3	...	60	85	21.3	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-738	5-UCS-28.4 (35)	
	A	C-Mn-Si	1	2	(10)	45	75	18.4	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-738	5-UCS-28.4 (35)	
SA-737	B	C-Mn-Si	1	3	...	60	85	21.3	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-738	5-UCS-28.4 (35)	
	C	C-Mn-Si-Cb	1	2	...	50	70	17.5	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-812	5-UCS-28.2	
	A	C-Mn-Si	1	2	(10)	45	75	18.4	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-812	5-UCS-28.2	
	B	C-Mn-Si	1	3	...	60	85	21.3	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-812	5-UCS-28.2	
	65	C-Mn-Cb-V	1	3	...	65	85	21.3	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-812	5-UCS-28.2	
	80	C-Mn-Si-Cb-V	1	4	(10)	80	100	...	...	...	...	...	...	...	...	...		SA-812	5-UCS-28.2	

Tabla 3.1 [ref 1]

Table UCS-23

TABLES

1980 SECTION VIII — DIVISION 1

Table UCS-23

TABLE UCS-23
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW ALLOY STEEL
(Caution: See UW-12 for vessels constructed under Part UW)

TABLE UCS-23
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW ALLOY STEEL
(Caution: See UW-12 for vessels constructed under Part UW)

Spec. No.	Grade	Nominal Composition	P-Group	Notes	Specified Min. Yield, ksi	Specified Min. Tensile, ksi	Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temp., °F, Not Exceeding												Spec. No.	Ext. Press. Chart Fig. No.			
							650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200					
Boiling — All Carbon and Low Alloy Steels																							
SA-193	B5	50Cr-1/2Mo	...	(7)	80	100	20.0	20.0	20.0	18.5	14.5	10.4	7.6	5.6	4.2	3.1	2.0	1.3	SA-193	NA			
	B7	10Cr-1/2Mo ≤ 2½ in.	...	(7)	105	125	25.0	25.0	23.6	21.0	17.0	12.5	8.5	4.5	...	...	...	SA-193			NA		
		10Cr-1/2Mo > 2½ in.	...	(7)	95	115	23.0	23.0	22.2	20.0	16.3	12.5	8.5	4.5	...	...	...					SA-193	NA
		and ≤ 4 in.	...	(7)	75	100	18.8	18.8	18.8	18.0	16.3	12.5	8.5	4.5	...	...	...						
B7M	10Cr-1/2Mo > 4 in.	...	(7)	75	100	20.0	20.0	20.0	18.5	16.2	12.5	8.5	4.5	...	...	...	SA-193	NA					
	B16	10Cr-1/2Mo ≤ 2½ in.	...	(7)	105	125	25.0	25.0	25.0	23.5	20.5	16.0	11.0	6.3	2.8	...			SA-193	NA			
		10Cr-1/2Mo-V ≤ 2½ in.	...	(7)	95	110	22.0	22.0	22.0	21.0	18.5	15.3	11.0	6.3	2.8	...					SA-193	NA	
		and ≤ 4 in.	...	(7)	85	100	20.0	20.0	20.0	20.0	18.8	16.7	14.3	11.0	6.3	2.8							...
SA-307	B	10Cr-1/2Mo-V > 4 in.	...	(7)	85	100	20.0	20.0	20.0	20.0	18.8	16.7	14.3	11.0	6.3	2.8	...	SA-307	NA				
	L43	C	...	(8)	...	55	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-307			NA			
		SA-320	1½Ni-1/2Cr-1/4Mo	...	(7)(11)	105	125	...	...	...	...	...	...	...	...	...					SA-320	NA	
			L7	10Cr-1/2Mo	...	(7)(31)	105	125	25.0	25.0	...	...	...	...	...	...							SA-320
SA-325	L7A for 2½ in. diam. and under	10Cr-1/2Mo	...	(7)(32)	105	125	25.0	25.0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-325	NA				
	L7M	10Cr-1/2Mo ≤ 2½ in.	...	(7)	80	100	20.0	20.0	20.0	18.5	16.2	12.5	8.5	4.5	...	...	SA-325			NA			
		Types 1 and 2	C: ½ in.-1 in. incl.	...	(7)	92	120	23.0	23.0	...	...	...	...	...	...	SA-325					NA		
		Types 1 and 2	C: 1½ in.-1½ in. incl.	...	(7)	81	105	20.2	20.2	...	...	...	...	...	...							SA-325	NA
SA-354	BC	C	...	(7)	99	115	23.0	23.0	...	...	...	...	...	...	...		...	...	SA-354	NA			
	BD	C	...	(7)	130	150	30.0	30.0	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-354	NA					
		1 in. & under	C	...	(7)	92	120	23.0	23.0	...	...	...	...	...	...	SA-354					NA		
		> 1 in. and ≤ 1½ in.	C	...	(7)	81	105	20.0	20.0	...	...	...	...	...	...							SA-354	NA
SA-449	> 1½ in. and ≤ 3 in.	C	...	(7)	58	90	14.5	14.5	...	...	...	...	...	...	...		...	SA-449	NA				
	B-23/24	0.8Cr-1.75Ni-0.3Mo	...	(7)	145	130	29.0	29.0	...	...	...	...	...	...	...	...	SA-449			NA			
		Class 3	0.8Cr-1.75Ni-0.3Mo	...	(7)	135	120	27.0	27.0	...	...	...	...	...	...	SA-449					NA		
		Class 4	0.8Cr-1.75Ni-0.3Mo	...	(7)	120	105	24.0	24.0	...	...	...	...	...	...							SA-449	NA
SA-540	Class 5	0.8Cr-1.75Ni-0.3Mo	...	(7)	115	100	23.0	23.0	...	...	...	...	...	...	...		...	SA-540	NA				
	Class 5	0.8Cr-1.75Ni-0.3Mo	...	(7)	115	100	23.0	23.0	...	...	...	...	...	...	SA-540	NA							
	≤ ½ in.	...	...	(7)(33)(34)	...	180	...	...	...	...	...	...	...	SA-540			NA						
	> ½ in.	...	...	(7)(33)(34)	...	170	...	...	...	...	...	...	...							SA-540	NA		

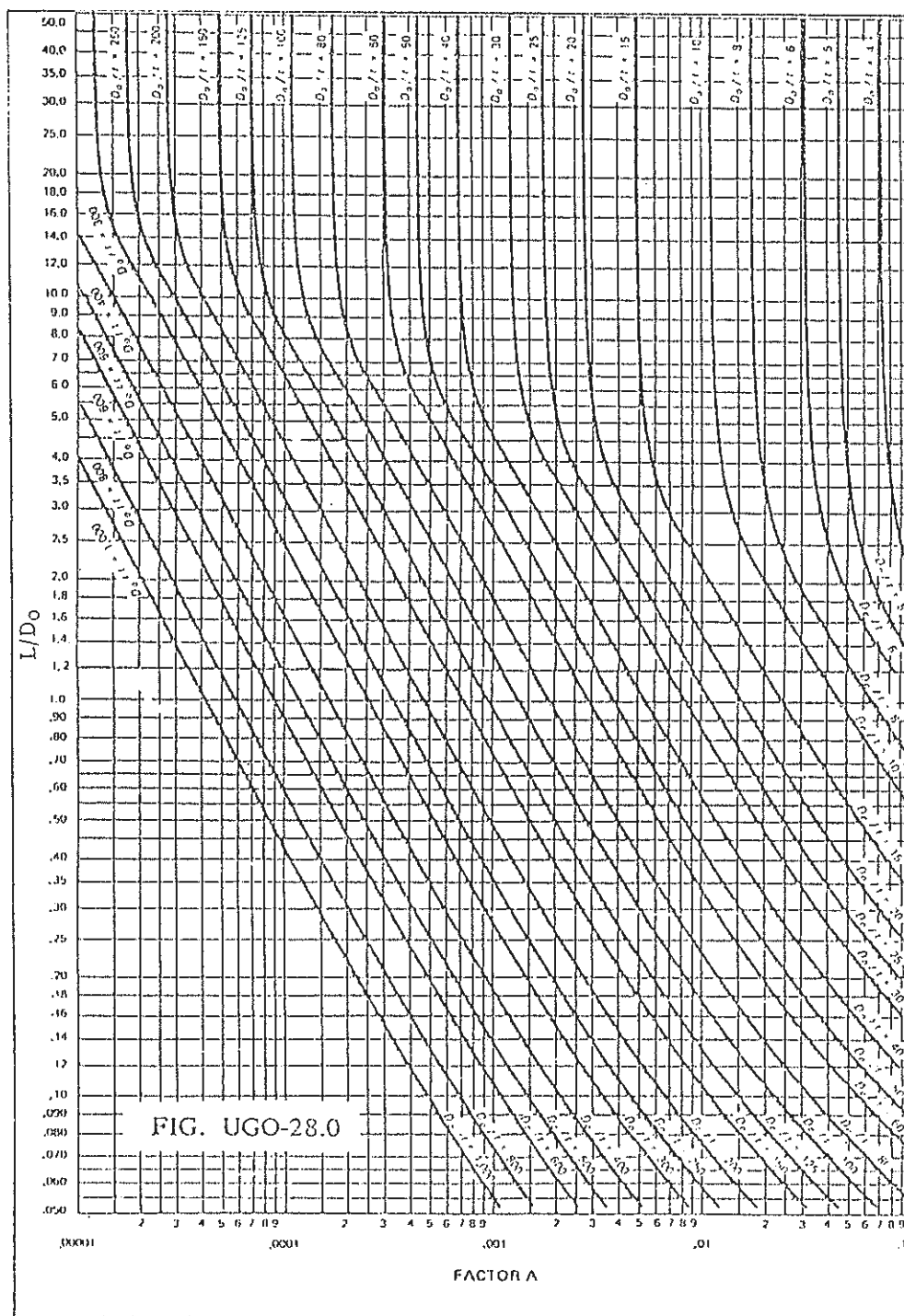
Tabla 3.1 [ref 1]



Los requerimientos del Código para el diseño estructural de tanques trabajando en vacío tiene que ser complementado con un chequeo para prevenir la falla de rigidizadores internos debido al efecto de cargas combinadas, axial, flectora o presión externa. Asumiendo que los rigidizadores internos están bien diseñados, la magnitud del esfuerzo crítico depende de dos relaciones: L_n/D_o y D_o/t , siendo L_n la longitud no arriostrada (entre rigidizadores). de esta manera. los esfuerzos que actúan en la dirección de los rigidizadores, σ_t , se calculan por medio de las relaciones arriba citadas y de la figura 3.3 de donde se obtiene el factor A y luego el factor B bajo el procedimiento indicado anteriormente por el Código (negrillas).

A continuación se hará un ejemplo demostrativo.

Un tanque de vacío (eficiencia de junta 1.0), de 10 pies de diámetro y 100 pies de altura, con rigidizadores cada 6 pies con un espesor de 0.375 pulg de SA285B, con un peso de 200.000 lb y momento flector de 2'000.000 Lb-pie y temperatura de diseño de 200 °F. chequee por el método interactivo el espesor del tanque bajo cargas



VALOR DEL FACTOR A

Usado en formulas para envases bajo presión externa

figura 3.3 [ref 1]

combinadas

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= (PD/4 + 4M/\pi D^2 + W/\pi D)/t \\ &= \{15*120/4 + 4*2000000*12/\pi(10*12)^2 + \\ &\quad 200000/\pi(10*12)\}/0.375 \\ &= 8280 \text{ psi en compresión} \\ \sigma_t &= PR/t = 15*60/0.375 = 2400 \text{ psi compresión} \\ \sigma_{1c}/S.F.\end{aligned}$$

$$A = 0.125/(R_o/t) = 0.125/(60/0.375) = 0.00078$$

$$B = 10500 \text{ psi}, S_y = 27000 \text{ psi}, S_y/2 = 13500$$

$$\sigma_{tc}/S.F.$$

$$L_n/D = 6/10 = 0.6; D/t = 10*12/0.375 = 320$$

$$A = 0.00042; B' = 6300 \text{ psi}$$

Siendo $k = 1.2$

$$\frac{\sigma_1}{k\sigma_{1c}/S.F.} + \frac{\sigma_t}{k\sigma_{tc}/S.F.} \leq 1 \approx \frac{\sigma_1}{kB} + \frac{\sigma_t}{kB'} \leq 1$$

$$8280/(1.2*10500) + 2400/(1.2*6300) = 0.98 < 1.0$$

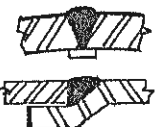
Un resultado mas aceptable podría ser obtenido usando $S_y/2$ po $\sigma_{1c}/S.F.$

3.4. Eficiencia de Juntas de Soldaduras (E)

Es un valor numérico expresado como la relación

entre la resistencia de una junta remachada, soldada, o soldada en latón y la resistencia del metal de las piezas por soldar.

La eficiencia según el tipo de soldadura está dado en la siguiente tabla 3.11

MÁXIMAS EFICIENCIAS DE JUNTAS PERMISIBLES PARA JUNTAS SOLDADAS POR ARCO Y GAS				
TIPOS		EFICIENCIA DE JUNTA, E		
		a. Completamente radiografiada	b. Mancha examinada	c. sin examinación
1 	Juntas a tope obtenidas por doble soldadura o por otro tipo que pueda lograr la misma calidad de depósito del metal de soldadura en el interior o exterior de la superficie soldada. si se utiliza una platina de respaldo debe ser quitada luego de completar la soldadura	1.00	0.85	0.70
2  solo juntas de circunferencia	Juntas a tope de soldadura simple con platina de respaldo que permanece en el lugar después del respaldo	0.90	0.80	0.65
3 	Juntas a tope de soldadura simple sin platina de respaldo	—	—	0.60

4		Juntas lapeadas de doble filete completas	—	—	0.55
5		Juntas lapeadas de filete simple completo con soldaduras de tapón	—	—	0.50
6		Juntas lapeadas de filete simple completo sin soldaduras de tapón	—	—	0.45

Tabla 3.II [ref 1]

Existen limitaciones en la aplicación para cada tipo de soldadura que son citadas en la referencia 1, y son las siguientes:

Tipo 1: NINGUNA, Categoría de Junta: A,B,C,D

*Tipo 2: NINGUNA, Categoría de Junta: A,B,C,D.
Excepto soldadura a tope con placa
compensadora - para juntas
circunferenciales solamente*

*Tipo 3: Categoría de Junta: A,B,C. Juntas
circunferenciales solamente hasta 5/8
pulg de espesor y hasta 24 pulg de
diámetro exterior*

*Tipo 4: (a) Juntas longitudinales hasta 3/8 pulg
de espesor. Categoría de Junta: A*

*(b) Juntas circunferenciales hasta 5/8
pulg de espesor. Categoría: B*

*Tipo 5: (a) Juntas circunferenciales en los
cabezales hasta 24 pulg de diámetro
exterior y 1/2 pulg de espesor. Se
excluyen juntas de cabezales
hemisféricos sujetos al cascarón.
Categoría B*

(b) Juntas circunferenciales para sujetar

camisas a la carcasa hasta 5/8 pulg de espesor nominal, donde la

distancia desde el centro del tapón de soldadura al borde de la placa, no es menos de 1.5 veces el diámetro del agujero del tapón. Categoría C

Tipo 6: (a) Para la sujeción de cabezales convexos a la presión hasta 5/8 pulg de espesor requerido. Solo para filetes de soldadura en el interior del cascarón; Categoría A,B.

(b) Sujeción de cabezales soportando presión en cualquier lado, a cascarones de hasta 24 pulg de diámetro interior y 1/4 de espesor requerido con filete de soldadura en el lado exterior del cabezal solamente; Categoría A,B

La misma referencia 1, indica ciertos puntos que deben ser tomados en cuenta.

- 1. En la tabla 3.II están mostrados los tipos de juntas que son permitidos por el Código para soldadura de arco y a gas.*
- 2. La forma de los bordes que serán unidas por soldadura a tope, debe ser tal que permita la completa fusión y penetración.*
- 3. Antes de soldar el segundo lado de las juntas a tope dobles las impurezas del primer lado soldado deben ser removidas para asegurar completa penetración y fusión*
- 4. E = 1, para juntas a tope en compresión*

Las categorías de juntas, se ven indicadas en la figura 3.4.



OTTECA

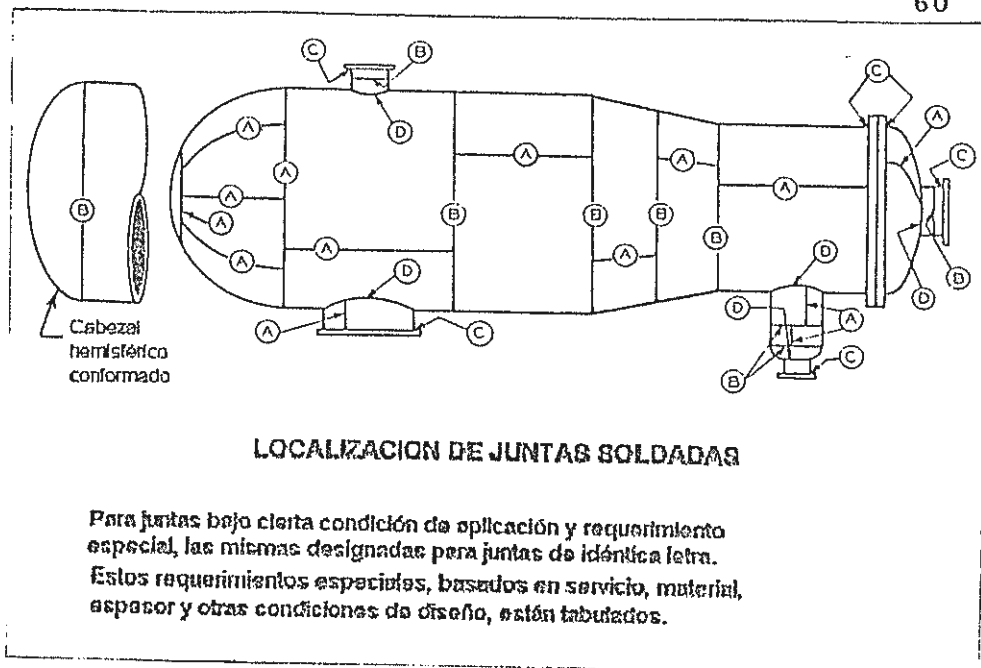


Figura 3.4 [ref 1]

3.5. Flexibilidad de la estructura

La flexibilidad de los tanques depende de cuan alta sea su estructura y marca un límite para diferenciar los envases altos de los bajos. Las "Estructuras flexibles" como las define el ANSI A58.1, son estructuras donde $H/D > 5$ o $T > 1$ seg. Para tanques altos en esta categoría, es necesario calcular el período de vibración para:

- a) Determinar si el tanque es flexible o no
- b) Determinar si el período natural del tanque coincide con la frecuencia de vibración inducida

Los tanques calificados como flexibles pueden o no requerir análisis dinámico, que es un chequeo para la inestabilidad elástica. La inestabilidad elástica debe ser investigada si $R_m/t > 200$, $H/D > 15$ u otras condiciones señaladas en la ref. 6, que no cabe indicar ya que no incide en el diseño del tanque.

3.6. Cargas producidas por el viento

Cierto avance, al respecto, se dio en el subcapítulo 1.4 y que será complementado a continuación y en los capítulos correspondientes para los otros tipos de tanques.

Para diseñar el faldón soporte, es necesario primeramente determinar el momento flector actuando en la base del tanque. El procedimiento para tanques flexibles (altos, delgados) es el siguiente:

I = Factor de importancia, igual a 1.0 para
envases

V = Velocidad básica del viento, mph, puede ser
obtenida de mapas de velocidad básica de
vientos

K_z = Coeficiente de presión de velocidad, ver
tabla 3.III

Presión del viento, psi

$$q_z = 0.00256 K_z(1V)^2$$

C_f = Factor de forma para secciones cilíndricas
(0.6 lizas, 0.8 rugosas)

Área proyectada. Pie²

$$A_f = h_z D_z \quad (\text{ver figura 3.5 y tabla 1.I})$$

P_a = Probabilidad anual que la velocidad del
viento exceda una magnitud dada, (ver tabla
3.IV)

n = Número de años del período de referencia
Probabilidad anual de exceder la velocidad de
diseño del viento en n años

D_o = Coeficiente de arrastre de la superficie (
tabla 3.V)

α = Coeficiente de la ley de poder (ver tabla
3.V)

Factor de exposición evaluado a 2/3 de la altura
de la estructura, (ref. 6; Cap. 3).

$$T_1 = \frac{2.35 \sqrt{D_o}}{\left(\frac{H}{45}\right)^{1/\alpha}}$$

β = Coeficiente de amortiguamiento estructural,
1% o 0.01 para envases

S = Factor de tamaño de la estructura (ver figura 3.6).

Factor de respuesta al arrastre para estructuras flexibles, (ref.6; Cap. 3).

$$G = 0.65 + \sqrt{\frac{P}{B} + \frac{(3.32T_1)^2 S}{1 + 0.002D_e}}$$

Para envases flexibles, G es calculado solamente una vez y es multiplicado por el coeficiente K_z en cada altura.

Finalmente, la fuerza viento de diseño

$$F = q_z G C_z A_z$$

Calculada para cada elevación, (ref.6; Cap 3).

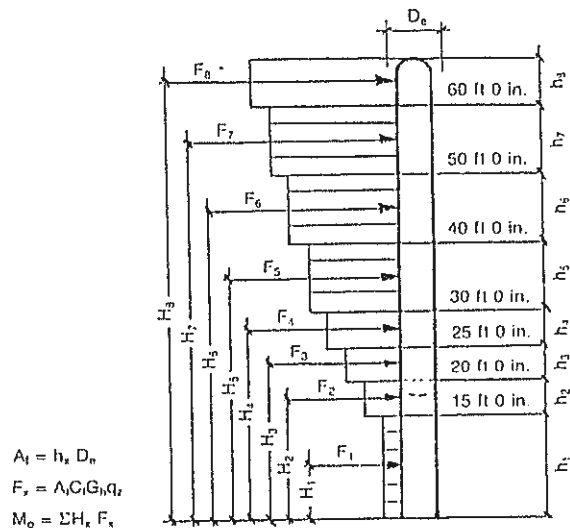


Figura 3.5 [ref 6]

Altura sobre el suelo (pies)	K _s Categoría de exposición			
	A	B	C	D
0-15	.12	.37	.80	1.20
15-20	.15	.42	.87	1.27
20-25	.17	.46	.93	1.32
25-30	.19	.50	.98	1.37
30-40	.23	.57	1.06	1.46
40-50	.27	.63	1.13	1.52
50-60	.30	.68	1.19	1.58
60-70	.33	.73	1.24	1.63
70-80	.37	.77	1.29	1.67
80-90	.40	.82	1.34	1.71
90-100	.42	.86	1.38	1.75
100-120	.48	.93	1.45	1.81
120-140	.53	.99	1.52	1.87
140-160	.58	1.05	1.58	1.92
160-180	.63	1.11	1.63	1.97
180-200	.67	1.16	1.68	2.01
200-250	.78	1.28	1.79	2.10

Tabla 3.111 [ref 6]

n Años	P _a Probabilidad			
1	0.04	0.02	0.01	0.005
5	0.18	0.10	0.05	0.02
10	0.34	0.18	0.10	0.05
25	0.64	0.40	0.22	0.10
50	0.87	0.64	0.40	0.22
100	0.98	0.87	0.64	0.39

Tabla 3.IV [ref 6]

Categoría	α	D_o
A	3.0	0.025
B	4.5	0.010
C	7.0	0.005
D	10.0	0.003

Tabla 3.V [ref 6]

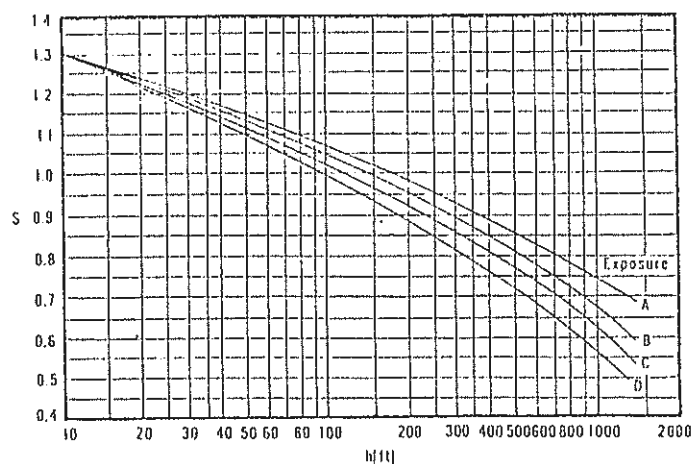


Figura 3.6 [ref 6]

Luego de determinar la carga debido al viento, se determina la carga debido a sismos y se diseña la base del tanque utilizando el mayor valor del momento.

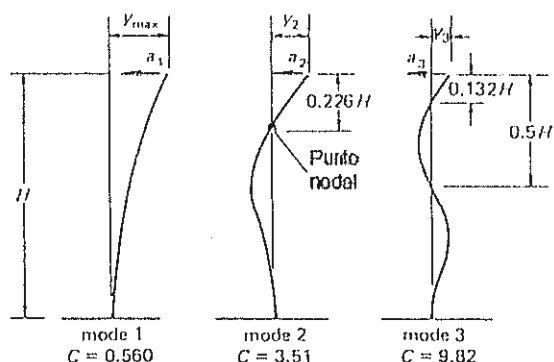
3.7. Cargas producidas por sismos

Un movimiento repentino errático durante un

movimiento sísmico, en la fundación debajo de un envase cilíndrico flexible, causa que este se defleccione, debido a que la inercia de la masa del tanque se opone a que se mueva simultáneamente con su fundación.

De la experiencia y de estudios teóricos, se puede asumir que las estructuras con un primer periodo de vibración T mas grande y de mayor amortiguación serán sometidas a menos daños que una estructura con un T mas pequeño y una capacidad de amortiguación menor.

Un tanque elevado delgado, representa un sistema distribuido de múltiples grados de libertad y será excitado en un movimiento vibratorio transversal, que consiste en curvas de deflexión relativamente simples llamadas modos, donde predomina el primer modo fundamental. Cada modo tiene un periodo de vibración único. Los primeros tres modos para una viga en voladizo de sección transversal y peso uniforme son ilustrados en la figura 3.7. En vista que el tanque tratará de vibrar con una combinación de frecuencias naturales, con la primera frecuencia predominando, el movimiento resultante puede



$$\text{Frecuencia natural } f = \frac{1}{T} = C \left[\frac{gEI}{wI^4} \right]^{1/4}$$

donde w es el peso uniforme
de la viga por unidad de longitud

figura 3.7 [ref 4]

volverse complejo y determinado por superposición. La fuerza en una sección de un tanque causada por vibración es igual al producto de su masa y el vector suma de las aceleraciones asociada con cada modo. Cada punto bajo vibración puede experimentar un máximo cortante dinámico. Obviamente un análisis matemático detallado, basado en un, todavía, en un campo de datos incompleto derivado de la observación de sismos pasados no se justificaría en un diseño práctico.

Para propósitos prácticos, todas las estructuras que son diseñadas y construidas en zonas sísmicas, deben soportar la fuerza lateral mínima V aplicada a la base, en cualquier dirección

horizontal e igual al producto de el peso y ciertos coeficientes empíricos, (ref. 4; Sec. 1.6):

$$V = ZKCW$$

Donde

W = peso normal de operación;

Z = factor de zona sísmica, desde la de menor a mayor riesgo; zona 1, $Z=0.25$; zona 2, $Z=0.50$; zona 3, $Z=1$;

K = coeficiente de estructura, que relaciona la resistencia de diferentes tipos de estructuras a las fuerzas sísmicas dinámicas; para tanques cilíndricos soportados en su base $K=2$;

C = factor de flexibilidad, depende de la flexibilidad del tanque, está dado por $C=0.05/T^{1/3}$, T es el período fundamental de vibración; para $T < 0.12$ seg. $C=0.10$.

Los códigos dictaminan que la distribución del cortante V en la base sobre la altura de la estructura de acuerdo con la ecuación de distribución triangular, (ref.4; Sec. 1.6).

$$F_x = (V - F_t)w_x h_x / \sum w_i h_i$$

donde

$F_t = 0.004V(h_n/D_m)^2 \leq 0.15V$ es una porción de V asumida concentrada en el máximo nivel h_n de la estructura para aproximar la influencia de los modos mas grandes. para la mayoría de tanques elevados $F_t=0.15V$;

F_i, F_x = fuerza lateral aplicada en h_i, h_x

w_i, w_x = la porción de W a los niveles i, x ;

D_m = diámetro del plan del tanque;

En vista que la respuesta modal mas alta, contribuye primordialmente solo en el cortante de la base, pero no en el momento de volcamiento, el momento de la base M_b y el momento M_x en el nivel h_x sobre la base pueden ser reducidos por los coeficientes de reducción J i J_x , y están dados en las siguientes ecuaciones, (ref. 4; Sec. 1.6):

$$M_b = J(F_t h_n + \sum F_i h_i), \quad 0.45 < J = 0.6/T^{2/3} \leq 1$$

$$M_x = J_x[F_t(h_n - h_x) + \sum F_i(h_i - h_x)], \quad J_x = J + (1+J)(h_x/h_n)^3$$

Para estructuras donde la masa total está predominantemente concentrada a un nivel y/o parecería razonable que la estructura vibre



principalmente en el modo fundamental, se recomienda $J=1.0$.

Las fuerzas cortantes y momentos que se producen debido a cargas sísmicas, actuando en una columna cilíndrica vertical de diámetro constante y peso uniformemente distribuido w (lb/pie), mostrado en la figura 3.8.

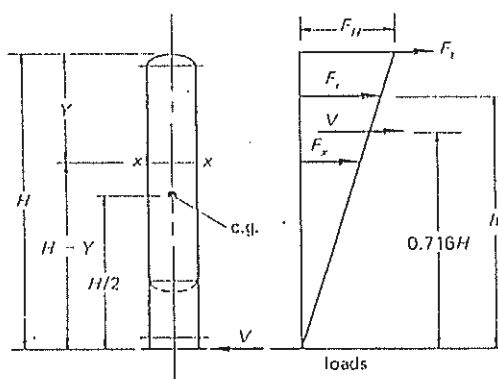


figura 3.8 [ref 4]

De la ecuación de distribución triangular, siendo h_1 la variable independiente, se puede ver que la distribución de F_x a lo largo de la altura del tanque es triangular. Si la fuerza total lateral en la base es $V=2KCW$, en cualquier plano horizontal a la altura h_x sobre el suelo, la fuerza cortante es

$$V_x = Y(F_H + F_x)/2 + F_t$$

$$\Rightarrow [(V-F_t)wH/(Wh^2/2) + (V-F_t)w(H-Y)/(Wh^2/2)]Y + F_t$$

$$= (V - F_t)(2HY - Y^2)/H^2 + F_t$$

y el momento es

$$M_x = J_x[F_t Y + (V - F_t)(3HY^2 - Y^3)/3H^2]$$

En la base $Y = H$, el cortante es

$$V_b = V - F_t + F_t = V$$

y el momento es

$$M_b = J[F_t H + (V - F_t)(2H/3)]$$

Para $F_t = 0.15V$ y $J = 1$

$$M_b = 0.716 VH$$

3.7.1. Primer período natural de vibración

El período natural de vibración T de envases elevados y delgados es un importante criterio en el diseño para cargas sísmicas o de viento. Para una torre cilíndrica elevada de diámetro uniforme, equivalente a una viga en voladizo, T está dado por, (ref. 6; cap 3).

$$T = 7.65 \cdot 10^{-6} \left(\frac{H}{D} \right)^2 \sqrt{\frac{wD}{t}}$$

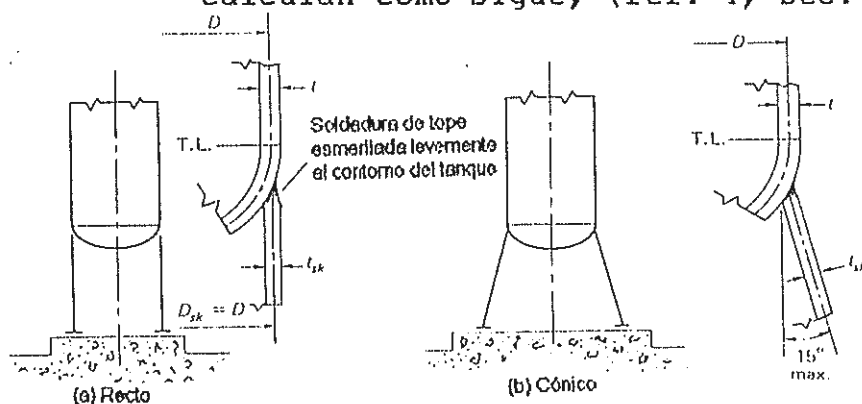
$w = W/H$ y H, D, t están en pies



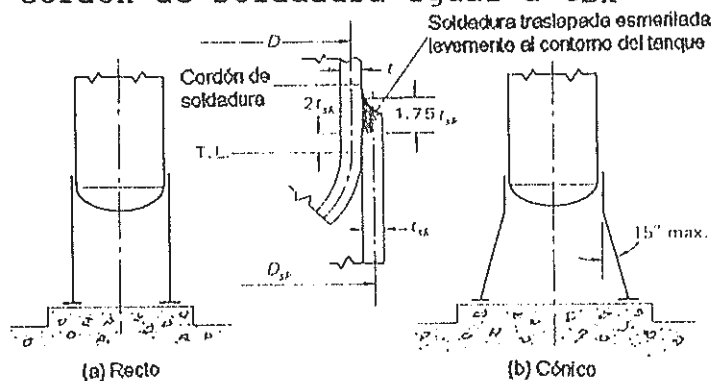
3.8. Faldones soportes

3.8.1. Diseño del cascarón

Los faldones son soldados directamente al cabezal inferior del tanque, como lo muestra la figura 3.9. Los factores que determinan el espesor del faldón t_{sk} se calculan como sigue, (ref. 4; Sec. 4.3).



Tipo 1. Faldón soldado a tope al cabezal. $E=0.55$ siendo el cordón de soldadura igual a t_{sk}



Tipo 2. Faldón traslapado a la porción cilíndrica. $E=0.80$ siendo el cordón de soldadura igual a t_{sk}

Figura 3.9 [ref 4]

1. El máximo esfuerzo longitudinal debido al momento externo M y el peso W en la base es.

$$\sigma_1 = -(W/\pi D_{mk} t_{mk}) \pm (4M/\pi D_{mk}^2 t_{mk}) \text{ psi}$$

2. El esfuerzo compresivo longitudinal en la base bajo condiciones de prueba. si el tanque es probado en posición vertical.

$$\sigma_1 = -W_T/\pi D_{mk} t_{mk}$$

3. El máximo esfuerzo en la soldadura faldón-cabezal, con la eficiencia de junta dependiendo del tipo de faldón y la soldadura usada (Fig. 3.9), puede determinar el espesor del faldón.

$$t_{mk} = [(W/\pi D_{mk}) + (4M/\pi D_{mk}^2)]/E * S_m$$

4. El espesor del faldón de ser satisfactorio para la deflección permisible de la columna; usualmente t_{mk} para envases altos no es menor que el espesor corroído de la sección

inferior del tanque.

5. Si una abertura de gran proporción es hecha en el faldón, el máximo esfuerzo en el faldón a lo largo de la abertura debe ser chequeado.

$$\sigma_1 = \pm \frac{M}{t_{sk} [(\pi D_{sk}^2/4) - (Y D_{sk}/2)]} - \frac{W}{(\pi D_{sk} - Y)}$$

Si σ_1 es muy grande la abertura debe ser reforzada, ver figura 3.10.

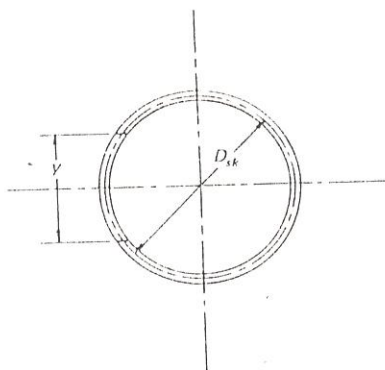


Figura 3.10 [ref 4]

En la figura 3.9, el faldón tipo la es el mas comúnmente usado. Si el espesor del faldón es mayor que el del cascarón del



BIBLIOTECA

tanque en su parte inferior, el diámetro exterior del faldón es hecho igual al del tanque en su parte inferior. Si el levantamiento debido al momento externo impuesto es muy elevado y el espacio entre los pernos de anclaje se vuelve muy pequeño para el tamaño de los pernos, el faldón se lo diseña según el tipo 1b. Los esfuerzos flectores localizados inducidos en el cabezal son considerados aceptables en el tipo 1a. Por lo tanto, en el tipo 1b, el esfuerzo en el cabezal puede tornarse excesivo y debe ser analizado de mejor manera.

En el tipo 2a, permite una mejor inspección de la costura de soldadura entre el cabezal y el cascarón. Este tipo es mas difícil de construir y es usado principalmente para cargas externas grandes, elevadas temperaturas de diseño o temperaturas de operación cíclicas. Un buen ajuste entre el diámetro exterior del cascarón y el diámetro interior del faldón es esencial. El tipo 2b es usado para tanques muy altos con momentos externos



muy grandes.

3.8.2. Diseño de la base del faldón

En la figura 3.11, en el tipo A los pernos de anclaje están localizados fuera de la fibra central del faldón. Un anillo tope rigidizador es colocado para reforzar el cascarón del faldón contra esfuerzo flectores localizados indeseables.

La desventajas de la base tipo B, es el debilitamiento del faldón por las aberturas para los pernos y la necesidad de chequear pandeo el cascarón entre las aberturas. las dimensiones e y c deben ser mínimas. El círculo de pernos es igual al diámetro principal del faldón, y la soldadura que conecta el manguito al faldón es forzada en cortante solamente debido a la fuerza del perno mantenida hacia abajo.

Diseño del anillo base. Distribuye la carga vertical en una basta área de la

fundación de concreto y sirve además para acomodar los pernos de anclaje. El método citado en el manual de la AISC es el

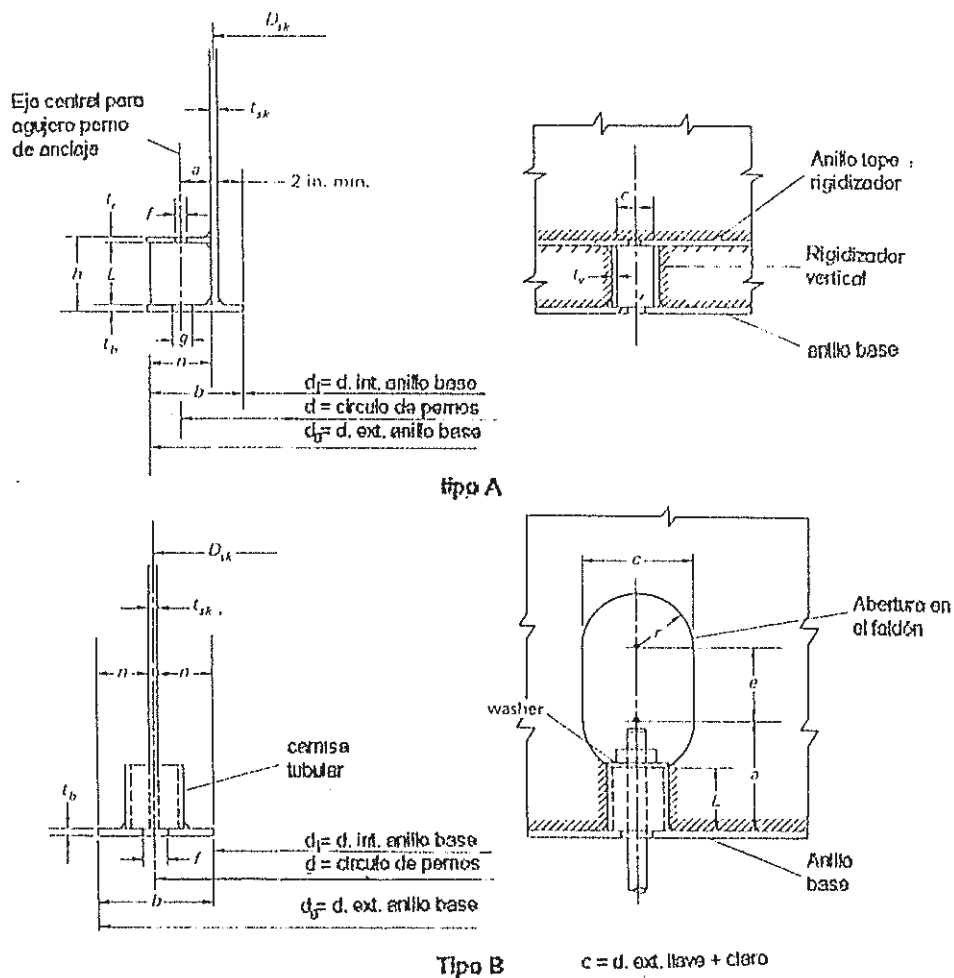


Figura 3.11 [ref 4]

recomendado, se asume que la carga es uniformemente distribuida sobre todo el ancho b (Fig 3.11). El efecto de los agujeros de los pernos y cualquier reforzamiento por los rigidizadores

verticales son despreciables. Si la presión de apoyo p debido a la carga muerta W y el momento externo M es

$$p = [W/\pi D_m + 4M/\pi D_m^2]/b \quad \text{Kips/pulg}^2$$

Entonces el máximo esfuerzo de flexión en el anillo base está dado por

$$\sigma_b = (pn^2/2)/(t_b^3/6) = 3pn^2/t_b^3 \leq S_b$$

y el espesor de la placa base requerido es

$$t_b = (3pn^2/S_b)^{1/3} \quad \text{pulg.},$$

donde n es la dimensión en la figura 3.11

La máxima presión de apoyo permitida F_b entre el anillo base y el concreto depende de la resistencia a la compresión f'_c (usualmente entre 2 y 5 kips) del grado de concreto usado, entonces de la sección 1.5.5, del manual AISC, la presión de apoyo permisible f_b para cargas directas muertas es

$$F_b = 0.25 f'_c$$

cuando toda el área del soporte de concreto es cubierta y (ref. 4; Sec.4.3)

$$F_b = 0.375 f'_c$$

Cuando solamente una tercera parte del área de concreto es cubierta. Generalmente se utiliza $F_b=0.3f'_c$, y la máxima presión de apoyo $p \leq F_b$. El valor de F_b puede ser aumentado en un tercio para presiones de apoyo producidas por combinación de cargas muertas y viento o sismo (manual AISC, sección 1.5.6).

Bajo un momento m la máxima y mínima presión entre las áreas de contacto sería

$$S_c = \frac{NF_f}{A_c} + \frac{N}{A_c} \pm \frac{Md_o}{2I_c}$$

$$A_c = \pi (d_o^2 - d_i^2) / 4$$

$$I_o = \pi (d_o^4 - d_i^4) / 64$$

Y F_1 es la carga inicial del perno debido al preajuste de la tuerca del perno y es igual a

$$F_1 = 4M/Nd - W_m/N$$

Soldadura del anillo base al faldón. La soldadura entre el faldón y el anillo base debe soportar la carga total y ser diseñada como una soldadura de resistencia primaria, preferiblemente continua.

En el lado de barlovento del tanque la soldadura debe resistir toda la carga de levantamiento, (ref. 4; Sec. 4.3)

$$l_1 = (4M/\pi D_m \kappa^2) - (W/\pi D_m \kappa) \text{ lb/pulg lin.}$$

En el lado de sotavento cualquier dimensión de la soldadura teóricamente sería suficiente. Por lo tanto, la mayoría de faldones son tan grandes que sus extremos no pueden ser maquinados de tal

manera que pueda producir un apoyo uniforme.

$$l_z = (4M/\pi D_m k^2) + (W/\pi D_m k) \text{ lb/pulg lin.}$$

Entonces w , el tamaño del cordón de soldadura es

$$w = l_z / f_w \text{ pulg.,}$$

donde la fuerza unitaria permisible de la soldadura f_w (lb/pulg lin. de una pulg. de soldadura) es

$$f_w = 1.33 S_m * 0.55 \text{ para viento o sismo}$$

$$f_w = 1.20 S_m * 0.55 \text{ para condiciones de prueba}$$

y S_m es el esfuerzo permisible menor entre la falda y la base.

Anillo tope rigidizador. El que se muestra en la Fig 3.11, tipo A, ayuda a distribuir las reacciones de los pernos mas equitativamente en el cascarón del faldón. Para determinar el espesor requerido t_x , este debe ser calculado de la carga

concentrada en los bordes de los agujeros de los pernos. Una placa rectangular de dimensiones n y c puede ser lejanamente aproximada a una viga con sus extremos fijos, de carga P sobre la placa, y un modulo mínimo de sección $Z=t_x^2(n-f)/6$. basados en estas asunciones simplificadas, el espesor t_x puede ser estimado por, (ref. 4; Sec. 4.3).

$$t_x = [Pc/4S_b(n-f)]^{1/2} \text{ pulg.,}$$

donde P es la máxima carga del perno (aproximadamente 1.25 veces el área de esfuerzo del perno A_b por el esfuerzo permisible del perno S_u) y S_b es el esfuerzo permisible en flexión para el material del anillo tope.

Rigidizadores verticales. En la Fig 3.11, tipo A, la distancia c entre los rigidizadores debe ser la mas pequeña posible para el cálculo del tamaño de los pernos. En el lado de sotavento, los rigidizadores se encuentran en compresión y pueden ser calculados como una placa

soportada en tres de sus lados. Si el espesor t_v es asumido, entonces el máximo esfuerzo unitario permisible para columnas axialmente cargadas por la formula para columnas en el AISI, no debe exceder

$$P/2a \leq 17000 - 0.485 (L/r)^2 \text{ psi,}$$

donde

$a = t_v(n-0.25)$, área transversal de un rigidizador, pulg

L = longitud del rigidizador, pulg

$r = (I/a)^{1/2} = 0.289t_v$, radio de giro del rigidizador, pulg

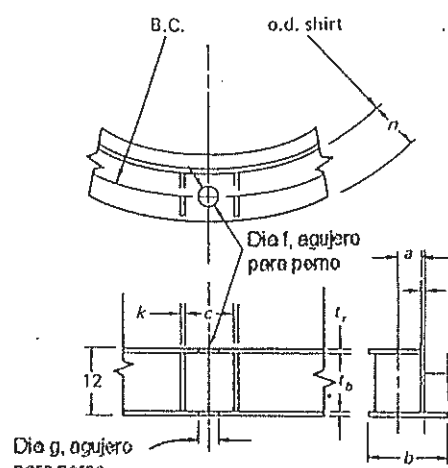
P = máxima carga del perno, lb. $(1.25A_b S_u)$

$(n-0.25)$ = espesor efectivo del rigidizador, pulg.

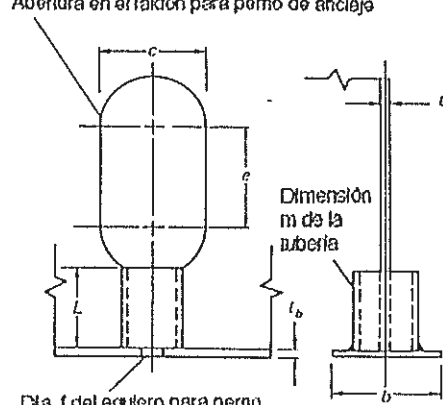
Usualmente t_v está entre $\frac{1}{8}$ y $1\frac{1}{4}$, dependiendo del tamaño del perno. Las secciones del anillo tope rigidizador entre los pernos pueden ser omitidas cuando las cargas externas producen un levantamiento despreciable y el diseño se reduce a una silla para pernos. El mínimo tamaño de los pernos ($3/4$ o 1 pulg.) es



seleccionado y sirven simplemente para localizar el tanque en su sitio.



Ø Perno	a	MIN. n	c	k	f DIA.	g DIA.
1	1 3/4	3	2 1/4	1/2	1 1/4	1 1/2
1 1/8	1 7/8	3 1/4	2 3/8	1/2	1 3/8	1 5/8
1 1/4	2	3 1/2	2 1/2	1/2	1 1/2	1 3/4
1 3/8	2 1/8	4	2 3/4	5/8	1 5/8	1 7/8
1 1/2	2 1/4	4 1/2	3	5/8	1 3/4	2
1 5/8	2 3/8	4 3/4	3 1/4	5/8	1 7/8	2 1/8
1 3/4	2 5/8	5	3 3/8	3/4	2	2 1/4
1 7/8	2 5/8	5	3 3/4	3/4	2 1/8	2 3/8
2	2 3/4	5 1/4	3 5/8	3/4	2 1/4	2 1/2
2 1/8	2 7/8	5 3/4	3 3/4	3/4	2 3/8	2 5/8
2 1/4	3	5 3/4	3 7/8	1	2 1/2	2 3/4
2 1/2	3 3/8	6 3/8	4 1/8	1	2 3/4	3
2 3/4	3 5/8	6 3/4	4 3/8	1 1/4	3	3 1/4
3	3 7/8	7 1/4	4 5/8	1 1/4	3 1/4	3 1/2



Ø perno	L	MIN. b	c	c	f DIA.	m
1	3	3	3	3 1/4	1 1/4	2
1 1/8	3	3	3	3 1/2	1 3/8	2
1 1/4	3	3	3 3/8	3 3/4	1 1/2	2
1 3/8	3	4	3 3/4	4	1 5/8	2 1/2
1 1/2	4	4	4 1/8	4 1/4	1 3/4	2 1/2
1 5/8	4	4	4 3/8	4 1/2	1 7/8	2 1/2
1 3/4	5	5	4 3/4	4 3/4	2	3
1 7/8	5	5	5 1/8	5	2 1/8	3
2	6	5	5 1/2	5 1/4	2 3/8	3
2 1/4	7	5	5 7/8	5 3/4	2 5/8	3
2 1/2	8	6	6	6 3/4	2 7/8	4
2 3/4	9	6	6 3/8	6 3/4	3 1/8	4
3	10	6 1/2	7	7	3 1/2	5

Tabla 3.VI [ref 4]

En la tabla 3.VI se sugieren el resto de

detalles que no han sido considerados, pero que la experiencia y la practica han dejado asentados.

3.8.3. Material del faldón

Los materiales mas frecuentemente usados son los aceros al carbón, A283 gr. C para espesores hasta 5/8 y A285 gr. C para mayores de 5/8. Debido a que esta es una parte importante, los esfuerzos permisibles usados son los mismos a los de las partes en presión, ver tabla 3.1.

Los anillos de la base también son fabricados con A285 gr. C, con resistencia a la fluencia $S_y = 30000$ psi. debido a que el esfuerzo de flexión permisible para aceros estructurales con $s_y = 36000$ psi en la formula de placas base en el AISC es 20000 psi, el esfuerzo de flexión permisible para A285C a ser usado en el AISC puede ser determinado como sigue, (ref. 4; Sec. 4.3):

$$s = 20000 \times 30/36 = 16700 \text{ psi solo peso}$$

$$s = 1.33 \cdot 16700 = 2200 \text{ psi} \quad \text{peso y viento}$$

$$s = 1.2 \cdot 16700 = 20000 \text{ psi} \quad \text{prueba}$$

Esfuerzos permisibles mayores, son aceptables en el anillo base que para el cascarón del faldón, porque pequeñas deformaciones en el anillo base causadas por sobreesfuerzos no causarían ningún daño serio.

3.9. Pernos de anclaje

Los tanques auto-soportadas deben ser sujetas a la fundación de concreto por medio de pernos empotrados para prevenir el volcamiento o tambaleo excesivo por cargas viento o sísmicas. Para calcular los esfuerzos tensiles en los pernos y su tamaño requerido, existen tres métodos que pueden ser aplicados: (1) un método simplificado, usando consideraciones de diseño generales e ignorando efectos dinámicos y la precarga inicial de los pernos; (2) un método mas completo, considerando la precarga en los pernos; y (3) despreciando la precarga inicial en los pernos. El método (2) es el mas exacto, sin

embargo despreciando un pequeño factor en el mismo, se llega a la misma deducción realizada por (1). Aunque es cierto que dicho factor marca la diferencia, esta se compensa al aproximar los diámetros seleccionados, a los que están disponibles en el mercado. El (3) es un poco mas complejo y no vale la pena tratarlo.

3.9.1. Método simplificado



Las fuerzas y momentos señaladas en la figura 3.12 son las consideradas para el análisis de los pernos.

Asumiendo que la columna rotaría alrededor del eje y , la máxima fuerza de levantamiento F por perno debido a M está determinada como sigue. La tensión máxima en la circunferencia de pernos en lb/pulg lin. está dada por, (ref. 4; Sec. 4.4).

$$T = M/Z_L - W/C = 4M/\pi d^2 - W/\pi d \quad \text{lb/pulg.}$$

Si $4M/\pi d^2$ es mayor que $W/\pi d$, hay una fuerza de levantamiento positiva que induce esfuerzos de tensión, cuya magnitud

depende de la distancia x a la mitad de lo pernos. La fuerza máxima F en el perno a la distancia $x=d/2$ de el eje y es

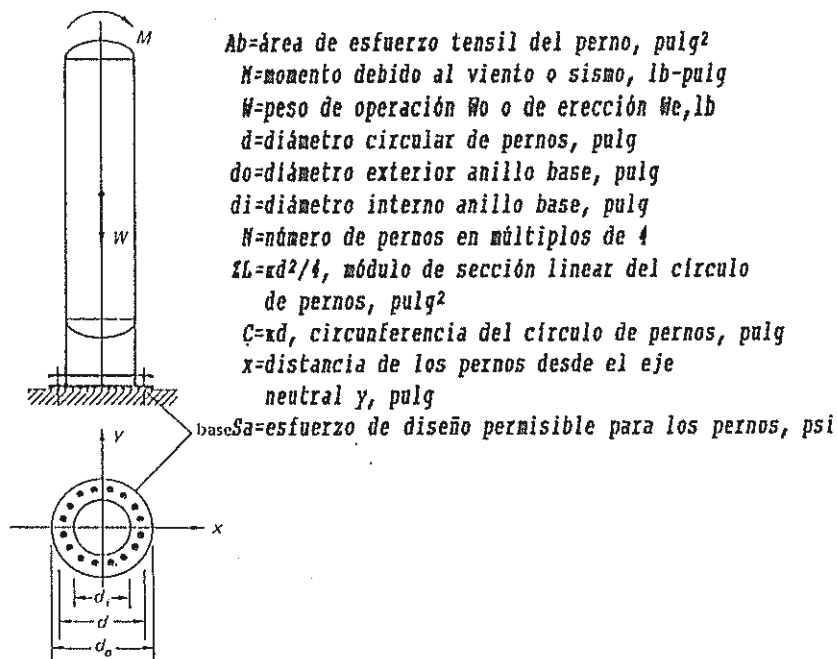


Figura 3.12 [ref 4]

$$F = T \pi d / N = 4M / dN - W / N \quad \text{lb/ perno}$$

y el área de perno requerida es

$$A_b = (4M / d - W) / N S_a$$

Los pernos de anclaje no están diseñados para soportar la fuerza cortante horizontal puesto que esta es

contrarrestada por la fricción entre la base del anillo y la fundación.

Debido a las aproximaciones de las condiciones de diseño actual, si se escoge un esfuerzo permisible S_a relativamente conservativo, se obtendrán resultados aceptables y es muy simple de aplicar.

La tabla 3.VII, muestra los tamaños de pernos estandarizados UNC con sus respectivas áreas tensiles. Luego de determinar A_b , en la tabla se escoge el perno de valor inmediato superior.

3.9.2. Esfuerzos permisibles para pernos de anclaje de acero al carbón

El material estándar utilizado es A307 gr. A o B, con resistencia mínima a la tensión de 60000 psi. A veces es permitida una corrosión de 1/16 - 1/8 pulg. y se utilizan dos tuercas (una de seguridad) por perno en lugares donde son frecuentes fuertes ráfagas de viento

contrarrestada por la fricción entre la base del anillo y la fundación.

Debido a las aproximaciones de las condiciones de diseño actual, si se escoge un esfuerzo permisible S_a relativamente conservativo, se obtendrán resultados aceptables y es muy simple de aplicar.

La tabla 3.VII, muestra los tamaños de pernos estandarizados UNC con sus respectivas áreas tensiles. Luego de determinar A_b , en la tabla se escoge el perno de valor inmediato superior.

3.9.2. Esfuerzos permisibles para pernos de anclaje de acero al carbón

El material estándar utilizado es A307 gr. A o B, con resistencia mínima a la tensión de 60000 psi. A veces es permitida una corrosión de 1/16 - 1/8 pulg. y se utilizan dos tuercas (una de seguridad) por perno en lugares donde son frecuentes fuertes ráfagas de viento



El esfuerzo permisible en tensión para la rosca del perno es cuestión del diseño de seguridad, sujeto al buen criterio ingenieril. El esfuerzo permisible para A307 en AISC es 20000 psi. Este esfuerzo

Diam. nominal pulg D	Area tensil pulg ² A _T	D	A _T	D	A _T
1/4	.032	1 1/2	1.41	4	11.1
3/8	.078	1 3/4	1.90	4 1/4	12.6
1/2	.142	2	2.50	4 1/2	14.2
5/8	.226	2 1/4	3.25	4 3/4	15.9
3/4	.334	2 1/2	4.00	5	17.8
7/8	.462	2 3/4	4.93	5 1/4	19.7
1	.606	3	5.97	5 1/2	21.7
1 1/8	.763	3 1/4	7.10	5 3/4	23.8
1 1/4	.969	3 1/2	8.33	6	26.0
1 3/8	1.16	3 3/4	9.66		

Tabla 3.VII [Ref 3]

elevado requeriría un análisis de esfuerzos aproximado con cargas estáticas bien definidas. Notando que

- viento y sismos son cargas dinámicas
- siempre hay posibilidad de sobrecarga
- una falla en el proceso de la columna causaría una gran pérdida de propiedades

- El material de los pernos es relativamente barato
- la inspección de los pernos es muchas veces inadecuada
- cualquier reparación en áreas no urbanas es costosa

Es razonable aceptar bajos esfuerzos permisibles.

Es común seleccionar los esfuerzos permisibles para pernos de aceros al carbón de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 S_m &= 15000 \text{ psi operación} \\
 S_m &= 15000 * 1.2 \\
 &= 18000 \text{ psi erección}
 \end{aligned}$$

3.9.3. Tipos de pernos de anclaje

Algunos detalles típicos en la instalación de pernos son mostrados en la figura 3.13. La longitud requerida de los pernos empotrados en la fundación de concreto es diseñada por el ingeniero civil. el *mínimo espacio entre pernos* usualmente es 10

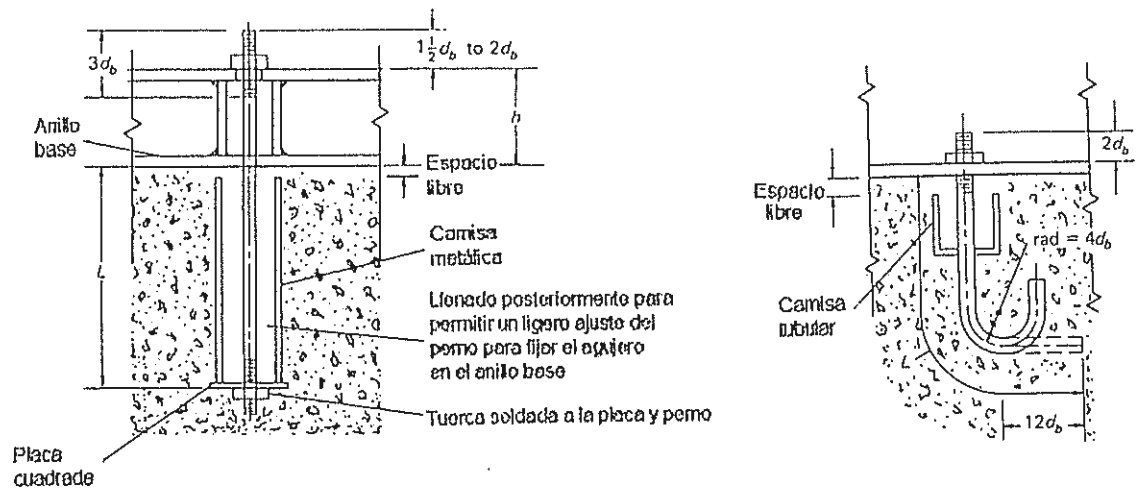


Figura 3.13 [ref 4]

veces el diámetro nominal del perno. La dimensión *h* es usualmente 12 pulg.;

3.10. Problema demostrativo

1. Datos para el diseño

Velocidad del viento: 90 Mph

Diámetro del tanque: 5,5 pies

Tanque sin equipo adicional

Peso en operación: 180.000 Lb.

Peso en erección: 110.000 Lb.

Espesor promedio del tanque: 1 plg.

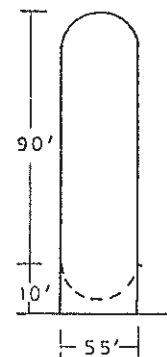
Material del tanque: SA 285 B

Categoría de exposición: B

Factor de forma: 0,6

Zona de riesgo sísmico: 1

Operación en vacío: $P = 15$ psi



Longitud efectiva: 10 pies

Temperatura de operación: 200 °F

2. Determinación de la carga producida por el viento

Determinamos la flexibilidad para diseñarlo como tanque alto o bajo según cap 3.5

$$H/D > 5 \Rightarrow 100/5,5 > 5 \Rightarrow 18,2 > 5$$

El apoyo adecuado será del tipo faldón

Período natural de vibración según eq. 3.10.1

$$w = W/H = 180.000/100 = 1.800 \text{ Lb/pie}$$

$$T = 7.65 \cdot 10^{-6} (H/D)^2 \sqrt{(wD/t)}$$

$$7.65 \cdot 10^{-6} (18,2)^2 \sqrt{(1.800 \cdot 5,5/1)}$$

$$T = 0,25 \text{ seg.}$$

Las cargas debido al viento se las determina según lo indicado en el sub-cap. 3.6

Agrupamos todos los valores de K_z desde 0 a 100 pies para una categoría B en la tabla 3.III

La presión del viento para cada altura sería, según $q_z = 0,00256 K_z (V)^2$ para un $I=1,0$ y una $V=90 \text{ Mph}$

El área efectiva para un diámetro efectivo $D_e=1,4D=1,4*5,5=7,7$, según $A_e=hD_e$. habría un área proyectada para cada altura.

Todos estos valores quedarían tabulados de la siguiente manera

h [pies]	K_z	q_z [psf]	A_z [pie ²]
0-15	0,37	7,67	115,5
15-20	0,42	8,71	38,5
20-25	0,46	9,54	38,5
25-30	0,50	10,4	38,5
30-40	0,57	11,8	77
40-50	0,63	13,1	77
50-60	0,68	14,1	77
60-70	0,73	15,1	77
70-80	0,77	16,0	77
80-90	0,82	17,0	77
90-100	0,86	17,8	77

La probabilidad que el viento exceda su velocidad en una cantidad de años $n=50$ y con una probabilidad $P_a=0,64$ obtenida de la tabla 3.IV

$$P = 1 - (1 - P_a)^{1/n} = 1 - (1 - 0,64)^{1/50} = 0,0202$$

Según la tabla 3.V, para una categoría B los valores de α y D_o son 4,5 y 0,010 respectivamente.

El factor T_1 resultaría igual a

$$T_1 = \frac{2.35\sqrt{0.010}}{\left(\frac{100}{45}\right)^{\frac{1}{4.5}}} = 0.197$$

$S = 1,05$ según la Fig. 3.6

El factor de ráfaga tendría un valor de

$$G = 0.65 + \sqrt{\frac{0.202}{0.01} + \frac{(3.32 * 0.197)^2 * 1.05}{1 + 0.002 * 7.7}} = 2.2$$

Realizando los cálculos según como lo muestra la figura 3.5 tenemos

$F = q_z G C_z A_z$ [lb]	M [lb-pie]
1180	8850
447	7823
489	11002
533	14657
1210	42350
1344	60480
1446	79530
1549	100685
1641	123075
1744	148240



BIBLIOTECA

1826

173470 M_b 770162

Donde M_b es el momento total producido por el viento en la base del tanque .

3. Determinación de la carga producida por sismos

Siendo el $T=0,25$ seg., el factor de flexibilidad resultaría ser

$$C = 0,005/(0,25)^{1/3} = 0,079$$

Para la zona 1 tenemos que $Z=0,25$ y $K=2$ de lo cual obtendríamos el cortante

$$V = 0,25(2)0,079(180.000) = 7110 \text{ lb}$$

Y el momento en la base del tanque es

$$M_b = 0,716(100)7110 = 509076 \text{ lb-pie}$$

El momento con que se diseñará el faldón será el que es producido por los vientos ya que es el mayor de los dos.

4. Chequeo del espesor del cascarón del tanque

Aunque el siguiente paso no corresponde en si al

diseño del faldón, siempre es importante chequear si el tanque soportaría o no el ser apoyado sobre este tipo de soportes, (Cap 3.2).

El **esfuerzo longitudinal**, tomando en cuenta que el tanque opera en vacío y que el lado mas crítico del tanque es en sotavento (compresión), el resultado es

$$\sigma_1 = \frac{15(5.5*12)}{4*1} + \frac{4(770162*12)}{\pi(5.5*12)^2*1} + \frac{180.000}{\pi(5.5*12)*1}$$

$$\sigma_1 = 3817 \text{ psi}$$

Para determinar el valor del máximo esfuerzo admisible, se sigue las indicaciones dadas en el cap. 3.3

$$A = 0,125 / \{ [(5,5/2)*12] / 1 \} = 3,79*10^{-3}$$

Según la tabla 3.1 para acero 285 B a una temperatura de 200 °F le corresponde un S_m de 12.5 ksi en tensión. En la misma tabla le corresponde la carta 5-UCS-28.1, en ella, Por medio del factor A y la temperatura de operación se puede determinar el factor B = 13.0 ksi.

Entonces el máximo esfuerzo permisible sería

$$S_m = 12.500 \text{ psi}$$

Comparando con el σ_1 , vemos que este no es mayor



de S_m , por lo tanto el tanque si resiste los esfuerzos longitudinales

El esfuerzo tangencial se lo determina de

$$\sigma_t = 15 \cdot (5,5 \cdot 12) / (2 \cdot 1) = 495 \text{ psi}$$

El esfuerzo máximo permisible es hallado ingresando los datos de $L_m/D_o = 10/5,5 = 1,82$ y $D_o/t = 5,5 \cdot 12/1 = 66$ en la fig.3.3 de donde se obtiene el factor A. Luego se ingresa este valor en la carta citada anteriormente (Fig. 3.2) para saber el valor del factor B, siendo este el máximo esfuerzo tangencial permisible siendo

$$S_m = 12.100 \text{ psi}$$

Por último tenemos

$$495 / (1,2 \cdot 12.100) + 3.817 / (1,2 \cdot 12.500) = 0,288 \leq 1$$

5. Diseño del faldón

Para el diseño del faldón usaremos SA 285 C con un $S_m = 13.8 \text{ ksi}$ y una eficiencia de junta $E=0,55$

De la sección 3.8.1

$$t_{sk} = \frac{\frac{180.000}{\pi(5.5 \cdot 12)} + \frac{4(770162 \cdot 12)}{\pi(5.5 \cdot 12)^2}}{0.55 \cdot 13800} = 0.5 \text{ plg}$$

$$t_{ak} = 1/2 \text{ plg}$$

6. Diseño de los pernos de anclaje

Se utilizaran 8 pernos de acero SA 307 A con un $S_u = 15$. ksi en operación y 18 ksi en erección, y un d aproximado de 6 pies

De la sección 3.9.1

$$A_b = \frac{\frac{4(770162*12)}{(6*12)} - 180.000}{8*15.000} = 2.78 \text{ plg}^2$$

Por medio de la tabla 3.VII el tamaño del perno sería de 2 1/8. Para este tamaño de la tabla 3.IV obtenemos los siguientes valores en plg.: $a=2 \frac{7}{8}$, $n=5 \frac{3}{4}$, $c=3 \frac{3}{4}$, $t_v=3/4$, $f=2 \frac{3}{8}$, $g=2 \frac{3}{4}$ y el área tensil de los pernos $A_b = 3 \text{ plg}^2$

Para chequear los esfuerzos

$$S_b = \frac{\frac{4(770162*12)}{5.5*12+2*2.875} - 110.000}{8*3.00} = 16.884 \leq 18.000$$

El espacio entre pernos

$$\pi*(5.5*12+2*2 \frac{7}{8})/8 = 28.2 > 18 \text{ plg.}$$

por lo tanto no se requiere faldón cónico

La máxima presión de apoyo del área de contacto para un $A_c=1795 \text{ plg}^2$ y $I_c=1.091*10^6 \text{ plg}^4$ y un $F_b = 900 \text{ psi}$ según la sección 3.8.2

$$F_i=4(770162*12)/8*(71,75)-110.000/8 = 50.654$$

$$S_c = \frac{8*50.654}{1.795} + \frac{180.000}{1.795} + \frac{(770.162*12)(5.5*12+5,75*2)}{2*1.091*10^6}$$

$$S_c = 654 < 900 \text{ ksi}$$

7. Diseño del anillo base

Espesor del anillo base según la sección 3.8.2 para un $b = 5 \frac{3}{4} + 0,5 + 2 = 8,25$.

$$p = [180.000/(\pi*5,5*12) + 4*770162*12/(\pi*(5,5*12)^2)]/8,25 = 432,7 \text{ psi}$$

$$t_b = \sqrt{(3*432*5,75^2/20.000)} = 1\frac{1}{2}$$

8. Diseño del anillo tope rigidizador

$$t_r = \sqrt{\frac{1.25*3.00*15.000*(3,75)}{4*20.000*(5,75-2,375)}} = 0.88 \approx 1 \text{ plg}$$

9. Chequeo de los rigidizadores verticales

Para

$$a = 3/4(5 \text{ } 3/4 - 0,25) = 4,125 \text{ plg}^2$$

$$L = 12 - 1 - 1,5 = 9,5 \text{ plg}$$

$$r = 0,289 * 0,75 = 0,217 \text{ plg}$$

$$P = 1,25(3,00)15.000 = 56.250 \text{ lb}$$

$$56.250/2*4,125 \leq 17.000 - 0,485(9,5/0,217)^2$$

$$6.818 \leq 16.068 \text{ psi}$$

8. Diseño de la soldadura entre el faldón y el anillo base

$$l_2 = 4(770162*12)^2/[\pi(5,5*12)^2] +$$

$$180.000/(\pi*5,5*12) = 3.569 \text{ lb/plg}$$

$$\text{Con un } S_a = 13.800$$

$$f_w = 1,33(13.800*0,55) = 10.095$$

$$w = l_w/f_w = 3.569/10.094 = 0,354 \approx 3/8 \text{ plg.}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Aunque este capítulo muestra la forma de como chequear los esfuerzos producidos por los apoyos sobre el cascarón del tanque, y da una pauta de como diseñar todo el tanque, no se debe usar este procedimiento ya que el diseño total del tanque requiere de un mayor análisis.
- 2.- En este capítulo solo se ha analizado tanques de sección uniforme. Para tanques de sección no uniforme el problema requiere de un mayor análisis que consta dentro de la bibliografía citada al final de esta tesis
- 3.- A fin de reducir el tamaño de los pernos:
 - + Aumente el número de pernos
 - + Utilice pernos de gran resistencia
 - + Aumente el ancho b de la placa base.

- 4.- El número de pernos de anclaje, siempre debe ser múltiplo de 4. Si es requerido un número de pernos mayor y el espacio no lo permite, la falda debe ser cónica para permitir un perímetro de pernos mayor o los pernos pueden ser colocados dentro del faldón también. El espacio mínimo entre perno debe ser de 18 plg.
- 5.- La dimensión a debe ser mantenida lo mas pequeña posible a fin de reducir los esfuerzos inducidos en el faldón.
- 6.- El esfuerzo máximo de compresión entre la placa base y el concreto, ocurre en la periferia exterior de la placa base.
- 7.- Para aplicaciones promedio, el diámetro exterior del tanque debe ser el mismo del diámetro exterior del faldón.
- 8.- El espesor del faldón debe ser un mínimo de $R/200$
- 9.- Si el momento M_b es producido por movimientos sísmicos, asuma el peso W como el peso de operación del tanque, y si es debido al viento, asuma el peso del tanque vacío para calcular los máximos valores de los esfuerzos longitudinales.

CAPITULO IV

IV. DISEÑO DE APOYOS PARA TANQUES VERTICALES BAJOS

4.1. Columnas soportes

4.1.1. Consideraciones generales

Las dimensiones que limitan los tanques verticales medianos y pequeños están dadas en la tabla 4.I, estos son usualmente soportados por columnas llamadas columnas soportes. Si el tanque está conectado con partes que producen vibración se lo debe apoyar a un faldón.

	ENVASES A PRESION	TANQUES DE ALMACENAMIENTO
Máximo D	6'0"	12'0"
Máximo H/D	5	5
Máximo L/D	2	Según se requiera
Número de piernas:		
$N = 3$ for $D \leq 3'6"$		
$N = 4$ for $D > 3'6"$		
$N = 6$ or 8 si se requiere		
Máxima temperatura de operación = 650 ° F		

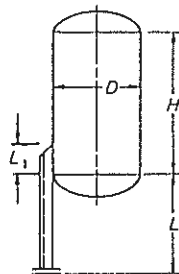


Tabla 4.I [ref 4]

Los perfiles estructurales usados pueden ser ángulos o perfiles I. Los diferentes tipos de soportes están en las figuras 4.1 y 4.2. La posición en la figura 4.1(a) ofrece un gran momento de inercia resistente a las cargas externa. para tanques mas grandes y pesados se deben utilizar perfiles I. En la fig. 4.2(b), las columnas son mas fáciles de soldar al tanque pero en (a) pueden soportar cargas externas excéntricas mucho mas pesadas.

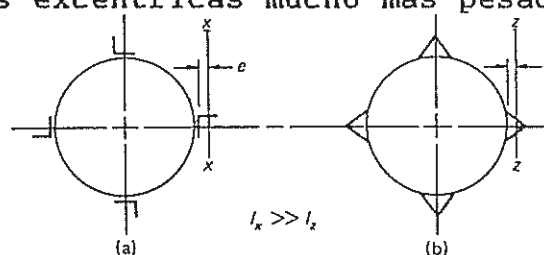


Figura 4.1 [ref 4]

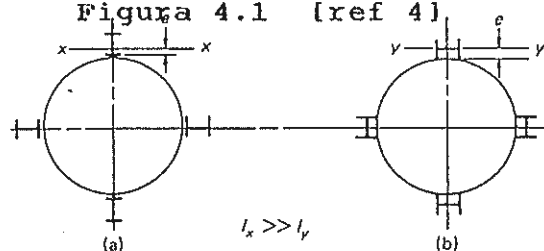


Figura 4.2 [ref 4]

La tarea inmediata que debe hacer el diseñador es determinar por análisis de esfuerzos las dimensiones requeridas de las siguientes partes:

1. columnas soportes
2. placa base
3. soldadura de la columna al tanque
4. soldadura de la columna a la base
5. esfuerzos del tanque por los soportes
6. pernos de anclaje

4.1.2. Flexibilidad de la estructura

Los requerimientos que debe cumplir la estructura es

$$H/D < 5 \quad \text{o} \quad T < 1 \text{ seg.}$$

Revisar subcapítulo 3.5

4.1.3. Cargas producidas por el viento

Todo el procedimiento para calcular el momento producido por las cargas viento, es muy parecido al de tanques elevados y sigue el mismo orden, sin embargo existen ciertas consideraciones que hacen mas sencillo el cálculo para este caso. Entonces siguiendo el mismo orden del subcapítulo 3.6.

$$I = 1.0$$

V = según mapas de velocidad del viento

K_z = ver tabla 3.III

$$q_z = 0.00256 K_z (IV)^2$$

G_h = ver tabla 4.II

$$C_z = 0.6$$

D_m = ver tabla 1.1

A_z = ver figura 4.3

$$P_w = q_z G_h C_z A_z$$

Altura sobre el suelo (pies)	G_h Categoría de exposición			
	A	B	C	D
0-15	2.36	1.65	1.32	1.15
15-20	2.20	1.59	1.29	1.14
20-25	2.09	1.54	1.27	1.13
25-30	2.01	1.51	1.26	1.12
30-40	1.88	1.46	1.23	1.101
40-50	1.79	1.42	1.21	1.10
50-60	1.73	1.39	1.20	1.09
60-70	1.67	1.36	1.19	1.08
70-80	1.63	1.34	1.18	1.08
80-90	1.59	1.32	1.17	1.07
90-100	1.56	1.31	1.16	1.07
100-120	1.50	1.28	1.15	1.06
120-140	1.46	1.26	1.14	1.05
140-160	1.43	1.24	1.13	1.05
160-180	1.40	1.23	1.12	1.04
180-200	1.37	1.21	1.11	1.04
200-250	1.32	1.19	1.10	1.03

Tabla 4.11 [ref 6]



Es importante considerar que para envases
bajos u horizontales, en los cuales, sus

alturas son tal que puedan estar divididas entre dos zonas de presión pueden ser diseñados mas convenientemente y realísticamente aplicando una presión uniforme sobre todo el tanque.

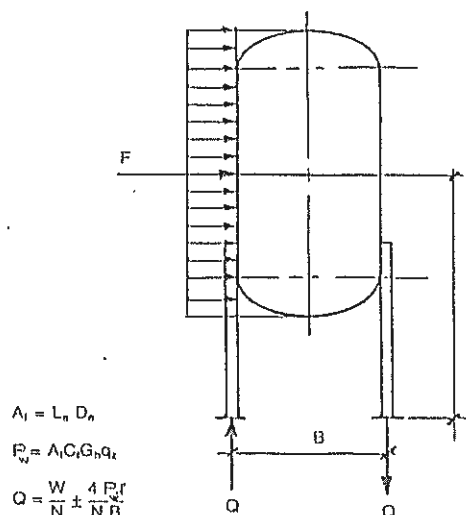


Figura 4.3 [ref 6]

4.1.4. Cargas producidas por sismos

La estructura y sus fundación son asumidas rígidas y la aceleración horizontal del suelo a es transmitida directamente al tanque. El término de rigidez se refiere a que no existen deformación.

Cada sección del tanque será influenciada por una fuerza inercial horizontal igual a

su masa y multiplicada por la aceleración horizontal a del movimiento sísmico, (ref 4; sec 1.6).

$$\Delta P = \Delta W(a/g)$$

actuando en el centro de gravedad de la sección. El momento de volcamiento en una elevación arbitraria es igual a ΔP por la distancia de el centro de gravedad de la sección del tanque sobre la sección plana (Fig 4.4). La resultante P_e se asume que actúa en el centro de gravedad de todo el tanque y está dado por la ecuación, (ref 4, sec 1.6).

$$P_e = Ma = (a/g)W = cW$$

donde

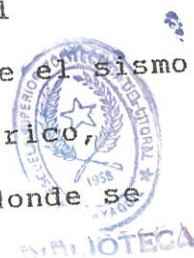
g = aceleración gravitacional

W = peso de operación durante el sismo

c = coeficiente sísmico empírico,

dependiendo de la zona donde se

encuentra el tanque.



Los valores usuales de c están dados en la tabla 4.III y los zonas son indicadas en

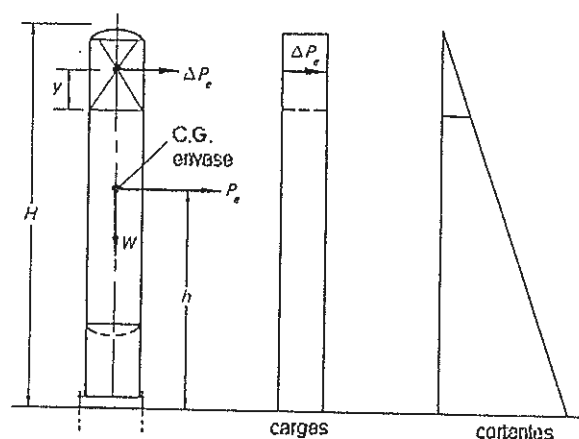


Figura 4.4 [ref 4]

mapas de riesgo sísmico.

Zona	0	1	2	3
Tanque	0	0.05	0.10	0.20
Tanque con equipo adicional	0	0.25	0.50	1.00

Tabla 4.III [ref 6]

El momento de volcamiento en la base M_b es igual a P_e por la elevación h de el centro de gravedad del envase sobre la base :

$$M_b = P_e * h$$

4.1.5. Columnas soportes

Las cargas que soportan las columnas son verticales debido al peso, y horizontales debido a las fuerzas sísmicas.

La carga de viento calculada es horizontal y se asume que actúa en el centroide del área proyectada expuesta. La carga sísmica P_u también actúa horizontalmente en el centro de gravedad del tanque (Fig 4.5).

Generalmente, no hay momentos adicionales por tuberías u otros equipos adicionales que deban ser considerados. Las columnas deben ser soldadas a las paredes del tanque. El tanque tendrá tendencia a volcarse alrededor de el eje A-A (Fig 4.5), que es un eje neutral y las reacciones en las columnas debido al momento de volcamiento M_u será proporcional a la distancia desde el eje A-A.

La reacción vertical C en compresión y T en tensión en la base de los soportes consisten en (a) peso del tanque que es

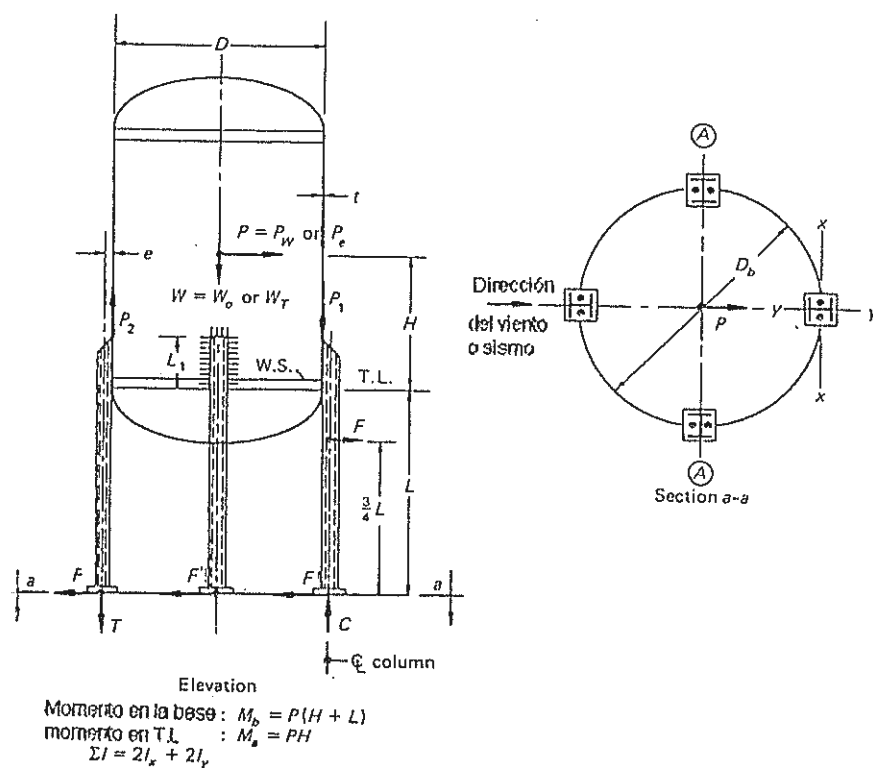


Figura 4.5 [ref 4]

igual a W/N , y (b) reacción al momento de volcamiento M_b .

La máxima carga axial total en el lado de sotavento (compresión) es

$$C_o = W_o/N + 4M_b/ND_b \quad \text{condiciones de operación}$$

$$C_e = W_e/N \quad \text{condiciones de prueba}$$

La máxima carga axial del lado de barlovento es (levantamiento)

$$T_o = - W_o/N + 4M_b/ND_b \quad \text{operación}$$

$$T_m = - W_m/N + 4M_b/ND_b \quad \text{vacío}$$

Las cargas excéntricas P_1 y P_2 en la parte superior de las columnas es

$$P_1 = W_o/N + 4M_m/ND \quad \text{operación}$$

$$P_1 = W_t/N \quad \text{prueba}$$

$$P_2 = 4M_m/ND - W_o/N \quad \text{operación}$$

$$P_2 = 4M_m/ND - W_m/N \quad \text{vacío}$$

Para calcular la fuerza lateral F por columna a partir de la fuerza P , la deflexión en la base de todas las columnas bajo la acción de P es aproximadamente igual a

$$F = Pl/EI$$

donde I es el momento de inercia de la sección transversal de la columna alrededor del eje perpendicular a la dirección del viento o sismo y EI es la suma de los momentos de inercia de todas las secciones transversales de las columnas alrededor de los ejes perpendiculares a la dirección de

el viento o sismo.

Esfuerzos combinados en columnas en compresión

(a) Condiciones de operación:

Compresión axial: $f_a = C/A$,

A es el área seccional del perfil.

Flexión: $f_b = P_1e/(I_x/c) + F(3/4L)/(I_x/c)$

donde I_x/c es el modulo de sección del perfil. La longitud $3/4 L$ fue

arbitrariamente seleccionada para reflejar la fijación parcial en la columna base.

(b) Condiciones de prueba:

Compresión axial: $f_a = W_t/NA$.

Flexión: $f_b = W_te/N(I_x/c)$.

Máximos esfuerzo de compresión en la columna:

$$f = f_a + f_b$$

En vista que el esfuerzo permisible F_a en una columna para cargas axiales solamente

no es igual al esfuerzo permisible F_b en flexión en la ausencia de una carga axial, la pregunta ahora sería cual valor de los esfuerzo compresivos combinados totales en la columna f deberían ser limitados. El requerimiento que f no debe ser mayor que el mas pequeño de los valores permisibles de F_a o F_b ciertamente sería conservativo y fácil de aplicar. Por lo tanto, el método mas ampliamente utilizado es el usado por el manual del AISC. Este método de determinar los esfuerzos limites, sin determinar los esfuerzos principales, está basado en la asunción de si un cierto porcentaje de la resistencia de un miembro ha sido utilizado para cargas de compresión axiales, el remanente puede ser usado para flexión, (ref 3; sec 1.6):

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1 \quad \text{para} \quad f_a/F_a \leq 0.15$$

$$f_a/F_a + C_m f_b / [(1 - f_a/F'_a) F_b] \quad \text{para} \quad f_a/F_a > 0.15$$

Para buenos diseños la expresión de la izquierda debe ser cercana a uno. el valor de $F_b = 0.6F_y$, se recomienda seleccionar una columna de tal manera que la longitud no

arriostrada se encuentra entre los valores de L_m y L_u indicados en el Código; el factor de reducción $C_m=0.85$ para miembros

ALLOWABLE STRESS
FOR COMPRESSION MEMBERS OF 36 ksi SPECIFIED YIELD STRESS STEEL

Main and Secondary Members Kl/r not over 120						Main Members Kl/r 121 to 200				Secondary Members ^a l/r 121 to 200			
$\frac{Kl}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{Kl}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{Kl}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{Kl}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{Kl}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{l}{r}$	F_{as} (ksi)	$\frac{l}{r}$	F_{as} (ksi)
1	21.56	41	19.11	81	15.24	121	10.14	161	5.76	121	10.19	161	7.25
2	21.52	42	19.03	82	15.13	122	9.99	162	5.69	122	10.09	162	7.20
3	21.48	43	18.95	83	15.02	123	9.85	163	5.62	123	10.00	163	7.16
4	21.44	44	18.86	84	14.90	124	9.70	164	5.55	124	9.90	164	7.12
5	21.39	45	18.78	85	14.79	125	9.55	165	5.49	125	9.80	165	7.08
6	21.35	46	18.70	86	14.67	126	9.41	166	5.42	126	9.70	166	7.04
7	21.30	47	18.61	87	14.56	127	9.26	167	5.35	127	9.59	167	7.00
8	21.25	48	18.53	88	14.44	128	9.11	168	5.29	128	9.49	168	6.96
9	21.21	49	18.44	89	14.32	129	8.97	169	5.23	129	9.40	169	6.93
10	21.16	50	18.35	90	14.20	130	8.84	170	5.17	130	9.30	170	6.89
11	21.10	51	18.26	91	14.09	131	8.70	171	5.11	131	9.21	171	6.85
12	21.05	52	18.17	92	13.97	132	8.57	172	5.05	132	9.12	172	6.82
13	21.00	53	18.08	93	13.84	133	8.44	173	4.99	133	9.03	173	6.79
14	20.95	54	17.99	94	13.72	134	8.32	174	4.93	134	8.94	174	6.76
15	20.89	55	17.90	95	13.60	135	8.19	175	4.88	135	8.86	175	6.73
16	20.83	56	17.81	96	13.48	136	8.07	176	4.82	136	8.78	176	6.70
17	20.78	57	17.71	97	13.35	137	7.96	177	4.77	137	8.70	177	6.67
18	20.72	58	17.62	98	13.23	138	7.84	178	4.71	138	8.62	178	6.64
19	20.66	59	17.53	99	13.10	139	7.73	179	4.66	139	8.54	179	6.61
20	20.60	60	17.43	100	12.98	140	7.62	180	4.61	140	8.47	180	6.58
21	20.54	61	17.33	101	12.85	141	7.51	181	4.56	141	8.39	181	6.56
22	20.48	62	17.24	102	12.72	142	7.41	182	4.51	142	8.32	182	6.53
23	20.41	63	17.14	103	12.59	143	7.30	183	4.46	143	8.25	183	6.51
24	20.35	64	17.04	104	12.47	144	7.20	184	4.41	144	8.18	184	6.49
25	20.28	65	16.94	105	12.33	145	7.10	185	4.36	145	8.12	185	6.46
26	20.22	66	16.84	106	12.20	146	7.01	186	4.32	146	8.05	186	6.44
27	20.15	67	16.74	107	12.07	147	6.91	187	4.27	147	7.99	187	6.42
28	20.08	68	16.64	108	11.94	148	6.82	188	4.23	148	7.93	188	6.40
29	20.01	69	16.53	109	11.81	149	6.73	189	4.18	149	7.87	189	6.38
30	19.94	70	16.43	110	11.67	150	6.64	190	4.14	150	7.81	190	6.36
31	19.87	71	16.33	111	11.54	151	6.55	191	4.09	151	7.75	191	6.35
32	19.80	72	16.22	112	11.40	152	6.46	192	4.05	152	7.69	192	6.33
33	19.73	73	16.12	113	11.26	153	6.38	193	4.01	153	7.64	193	6.31
34	19.65	74	16.01	114	11.13	154	6.30	194	3.97	154	7.59	194	6.30
35	19.58	75	15.90	115	10.99	155	6.22	195	3.93	155	7.53	195	6.28
36	19.50	76	15.79	116	10.85	156	6.14	196	3.89	156	7.48	196	6.27
37	19.42	77	15.69	117	10.71	157	6.06	197	3.85	157	7.43	197	6.26
38	19.35	78	15.58	118	10.57	158	5.98	198	3.81	158	7.39	198	6.24
39	19.27	79	15.47	119	10.43	159	5.91	199	3.77	159	7.34	199	6.23
40	19.19	80	15.36	120	10.28	160	5.83	200	3.73	160	7.29	200	6.22

^a K taken as 1.0 for secondary members.
Note: $C_c = 126.1$

Tabla 4.IV [ref 3]

en compresión sujetos a traslación de nudos. F_m se lo obtiene de la tabla 4.IV para aceros con fluencia de 36 ksi, que es el mas común, para cualquier otro tipo, revisar el manual del AISC pag. 5-19.

$F'_m = 12\pi^2 E / 23(Kl_b/r_b)^2$, o puede ser mas prácticamente determinado de la tabla 4.V

VALUES OF F'_c
For Use in Formula (1.6-1a), Sect. 1.6.1, for Steel of Any Yield Stress

$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_c (ksi)	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_c (ksi)	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_c (ksi)	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_c (ksi)	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_c (ksi)	$\frac{Kl_b}{r_b}$	F'_c (ksi)
21	338.62	51	57.41	81	22.76	111	12.12	141	7.51	171	5.11
22	308.54	52	55.23	82	22.21	112	11.90	142	7.41	172	5.05
23	282.29	53	53.16	83	21.68	113	11.69	143	7.30	173	4.99
24	259.26	54	51.21	84	21.16	114	11.49	144	7.20	174	4.93
25	238.93	55	49.37	85	20.67	115	11.29	145	7.10	175	4.88
26	220.90	56	47.62	86	20.19	116	11.10	146	7.01	176	4.82
27	204.84	57	45.96	87	19.73	117	10.91	147	6.91	177	4.77
28	190.47	58	44.39	88	19.28	118	10.72	148	6.82	178	4.71
29	177.56	59	42.90	89	18.85	119	10.55	149	6.73	179	4.66
30	165.92	60	41.48	90	18.44	120	10.37	150	6.64	180	4.61
31	155.39	61	40.13	91	18.03	121	10.20	151	6.55	181	4.56
32	145.83	62	38.85	92	17.64	122	10.03	152	6.46	182	4.51
33	137.13	63	37.62	93	17.27	123	9.87	153	6.38	183	4.46
34	129.18	64	36.46	94	16.90	124	9.71	154	6.30	184	4.41
35	121.90	65	35.34	95	16.55	125	9.56	155	6.22	185	4.36
36	115.22	66	34.28	96	16.20	126	9.41	156	6.14	186	4.32
37	109.08	67	33.27	97	15.87	127	9.26	157	6.06	187	4.27
38	103.42	68	32.29	98	15.55	128	9.11	158	5.98	188	4.23
39	98.18	69	31.37	99	15.24	129	8.97	159	5.91	189	4.18
40	93.33	70	30.48	100	14.93	130	8.84	160	5.83	190	4.14
41	88.83	71	29.62	101	14.64	131	8.70	161	5.76	191	4.09
42	84.65	72	28.81	102	14.35	132	8.57	162	5.69	192	4.05
43	80.76	73	28.02	103	14.08	133	8.44	163	5.62	193	4.01
44	77.13	74	27.27	104	13.81	134	8.32	164	5.55	194	3.97
45	73.74	75	26.55	105	13.54	135	8.19	165	5.49	195	3.93
46	70.57	76	25.85	106	13.29	136	8.07	166	5.42	196	3.89
47	67.60	77	25.19	107	13.04	137	7.96	167	5.35	197	3.85
48	64.81	78	24.54	108	12.80	138	7.84	168	5.29	198	3.81
49	62.20	79	23.93	109	12.57	139	7.73	169	5.23	199	3.77
50	59.73	80	23.33	110	12.34	140	7.62	170	5.17	200	3.73

Note: $F'_c = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl_b/r_b)^2}$ (1.6-1a)

All grades of steel

Tabla 4.V [ref 3]

y la cual es válida para todo tipo de aceros

Los esfuerzos permisibles F_a , F_n , F'_a pueden ser aumentados en un tercio si los esfuerzos f_a y f_n son calculados en base a cargas de viento o sísmicas en combinación con cargas muertas. El factor de longitud efectiva K , dentro de la relación de esbeltez KL/r , debe ser evaluado por el diseñador, una referencia da el manual AISC en la pag. 5-124. Los pernos de anclaje raramente son diseñados para soportar momentos. Las columnas soportes pueden ser aproximadas a una columna con condiciones de extremo con un $K=1.5$. Si los extremos de las columnas son rigidizados por arriostramientos diagonales, un valor menor de K puede ser asumido.

4.1.6. Placas base

Las cargas soportadas para columnas soportes de ángulos son muy pequeñas y las dimensiones de la placa son seleccionadas de manera práctica. para cargas mucho

mayores se utiliza perfiles I, y los esfuerzos producidos entre la columna y la placa y entre la placa y el concreto no deben ser determinados aproximadamente. Bajo una carga axial, la presión de apoyo entre la placa base y el concreto se asume uniformemente distribuida. La carga total en la fundación es la suma de la carga tensil inicial NF_1 en los perno de anclaje y las cargas de las columnas. El tamaño de los pernos por los general no es muy grande, y el efecto de F_1 es depreciable. La máxima presión unitaria compresiva entre la placa y el concreto es, (ref 4; sec 5.1)

$$p = \frac{C}{ab} \pm P_1 \frac{d/2}{a^2b/6}$$

Esta ecuación solo se la puede usar si $C/ab \geq P_1(d/2)/(a^2b/6)$, debido a que no se puede desarrollar un esfuerzo tensil entre la placa base y el concreto. Esto es verdad en los casos mas prácticos, pero la diferencia es lo suficientemente pequeña para hacer posible una placa base donde los pernos de anclaje no son requeridos a resistir el momento $P_1(d/2)$ soportar, ver

la figura 4.6. Las dimensiones a y b para la placa base son primeramente asumidas.

La carga C y el momento $P_1(d/2)$ Serán contrarrestados por el momento reactor Ce :

$$Ce = P_1(d/2) \quad \text{o} \quad e = P_1 d / 2C.$$

La dimensión requerida K en la fig 4.6 es

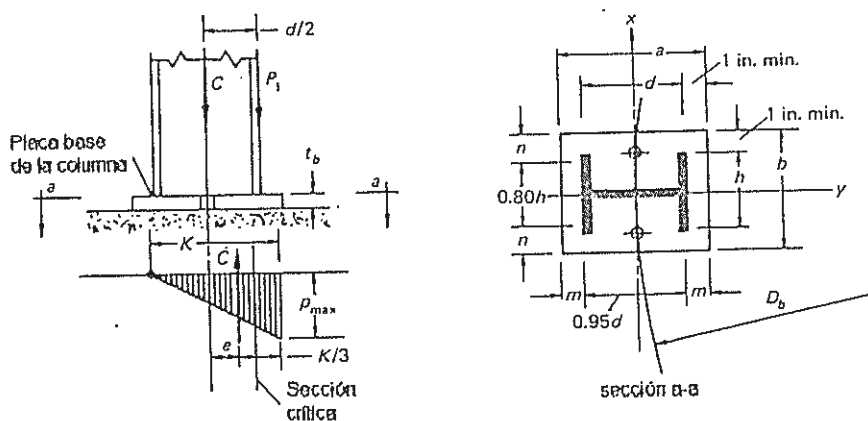


Figura 4.6 [ref 4]

$$K = 3[a/2 - e]$$

y de

$$K = C/(pb/2)$$

la presión de apoyo es

$$p_{max} = 2C/Kb \leq F_b = 0.25 f'_c,$$

donde F_b es la máxima presión de apoyo permisible en el concreto, siguiendo el manual AISI sección 1.5.5. de otra manera a y b deben ser incrementadas.

Espesor de la placa base. El método del AISC es el mas indicado. Primero, las dimensiones m y n en la figura 4.6 son calculadas, (ref 3 pag. 3-99)

$$m = \frac{1}{2}(a - 0.95d)$$

$$n = \frac{1}{2}(b - 0.80h)$$

Segundo, las porciones m y n son consideradas vigas en voladizo uniformemente cargadas. Usando el mayor valor de m o n , el espesor de la placa se calcula como sigue:

$$S_b = M/Z = (pm^2/2)/(t_b^2/6) = 3pm^2/t_b^2$$

$$t_b = m \text{ o } n * (3p/S_b)^{1/2} \text{ pulg.}$$

donde S_b es el esfuerzo de flexión permisible para el material de la placa (para acero estructural $S_b=0.6F_y$), y

$$p = C(2K - m)/Bk^2$$

es la presión de apoyo promedio actuando a lo largo de la longitud proyectada de m . Debido a que $e \leq a/6$ el calculo asume que la

placa base está en pleno contacto con el pedestal de concreto. Las placas base calculadas de esta manera son usualmente satisfactorias para la condición de levantamiento. el espesor de placa mínimo es de 1/2 pulg.

4.1.7. Soldadura de la conexión columna-cascarón

Bajo condiciones de operación en la figura 4.5 , el cortante en la soldadura es, (ref 4; sec. 5.1)

$$f_m = P_1 / (2L_1 + h).$$

El esfuerzo de flexión es

$$f_b = (Cd/2 + PL/4)Z_w,$$

donde L_1 por lo común es 12 plg, Z_w es el

$$Z_w = \frac{L_1^2(2h+L_1)}{3(h+L_1)}$$

módulo de sección linear (ref 4; Tab. 10.3) de la soldadura y el esfuerzo combinado en la soldadura es

$$f = (f_m^2 + f_b^2)^{1/2}$$

El tamaño del cordón de soldadura es

$$w = f/f_w,$$

donde f_w es la máxima fuerza unitaria



permisible en lb/pulg lin. en un cordón de soldadura de una pulgada y está dado por

$$f_w = 0.707 ES_m$$

donde E es la eficiencia de junta basada en el área de garganta. Si E está basada en el área del cordón, entonces

$$f_w = ES_m$$

4.1.8. Conexión soldada columna-placa base

Las fuerzas de levantamiento T_o y T_m y la fuerza cortante F usualmente no son lo suficientemente grandes para gobernar el tamaño de soldadura y el tamaño mínimo de $\frac{1}{4}$ pulg. continuo o intermitente es satisfactorio.

4.1.9. Esfuerzos en el cascarón

Las columnas soportes para tanques bajos verticales son usualmente soldados al cascarón en la región reforzada por los extremos cerrados. En adición a los esfuerzos generales longitudinales en el

cascarón, grandes esfuerzos son localizados en el cascarón por medio de las juntas soldadas. una estimación del máximo esfuerzo promedio en el cascarón puede ser hecha como sigue.

- (a) El esfuerzo máximo longitudinal general aproximado en el cascarón en la sección a-a en la figura 4.7 es

$$S_L = 4M_m / \pi D^2 t E + PD / 4tE - W / tDE \text{ tensión}$$

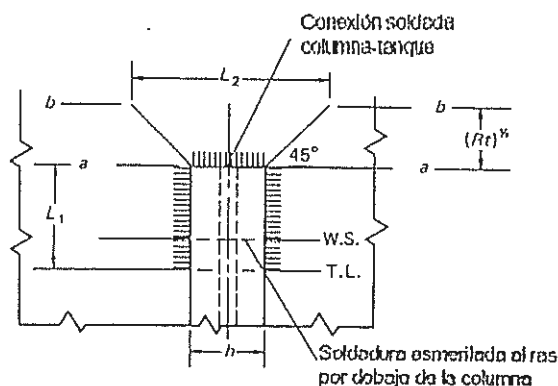


Figura 4.7 [ref 4]

donde E es la eficiencia de junta de soldadura del cascarón y P es la presión de operación, o

$$S_L = 4M_m / \pi D^2 t + W / t \pi D \text{ compresión}$$

- (b) El máximo esfuerzo localizado que causaría pandeo sobre la columna en la sección b-b es

$S_e = P_1/L_2t$ donde $L_2 = h + 2(Rt)^*$ es la longitud resistente efectiva.

Los máximos esfuerzos permisibles F_m se lo determina según el procedimiento del subcapítulo 3.3

(c) El momento $FL/4 + Cd/2$ puede ser usado para determinar los esfuerzos en el cascarón.

Si los esfuerzos resultantes en el cascarón son muy grandes, se debe colocar un anillo de refuerzo. Aumentar el espesor de la sección inferior a veces es suficiente para disminuir los esfuerzos.

4.1.10. Pernos de anclaje

Los pernos de anclaje son diseñados para resistir las fuerzas de levantamiento y para asegurar la posición de las columnas.

La carga cortante es pequeña y es resistida por la fricción. El área de tensión requerida A_b por columna es

$$A_b = (4M_b/D_b - W)/NS_m \text{ pulg}^2$$



BIBLIOTECA

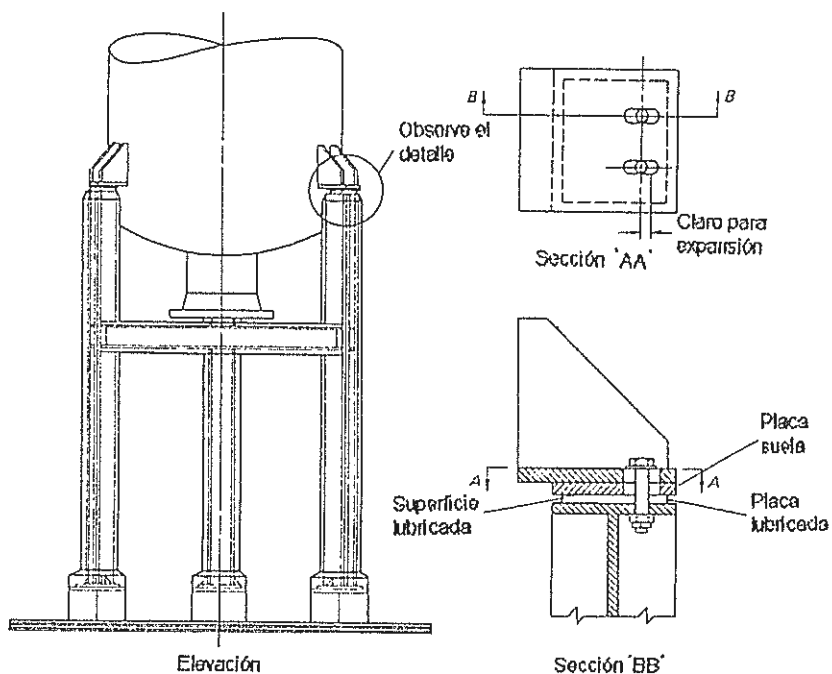
Ver la sección 3.9.2. Si $W > 4M_b/D_b$ no existe levantamiento y el tamaño mínimo de los pernos es entre 3/4 - 1 pulg.

4.2. Soportes de tope

4.2.1. Soportes tope sin anillos rigidizadores

Los soportes de tope (comúnmente conocidos como uñas) están limitadas a tanques de presión verticales de diámetros pequeños o medianos (1-10 pies) y una relación moderada de H/D (algo mas de 2). Las uñas ofrecen una de las formas mas baratas y mas simples de sostener un envase a presión. Ellas pueden absorber fácilmente expansiones diametrales por deslizamiento sobre placas de bronce o engrasadas (Fig. 4.8), son sencillas de adherir al tanque con un mínimo aporte de soldadura.

Estos tipos de soportes excéntricos inducen fuerzas compresivas, tensiles y cortantes en las paredes del tanque. Las fuerzas tensiles y compresivas causan esfuerzos flectores indeterminados que deben estar



Placas base de deslizamiento auto-lubricadas para envases verticales

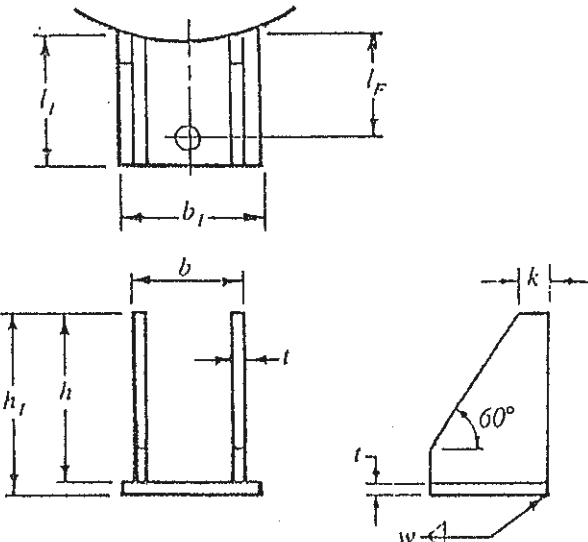
Figura 4.8 [ref 4]

combinados con esfuerzos circunferenciales y longitudinales.

En tanques de paredes delgadas, los esfuerzos flectores debido a la concentración que producen los topes, son generalmente altos. Cuando los topes han sido diseñados sin alguna consideración de sus efectos sobre el cascarón del tanque, estos pueden producir una deformación considerable del tanque.

Comúnmente se utilizan dos o cuatro topes,

aunque mas pueden ser usados, dependiendo



Máxima carga permisible en un topo, lbs.	DIMENSIONES									Peso de un topo, lbs.
	l_f	b	b_f	h	h_f	k	l_f	t	w	
1,400	2½	2	2½	4	4¾	¾	1½	¼	full	1
2,200	3¼	2½	3	5¼	5¾	¾	2	¼	full	2
3,600	4	3¼	3¾	6¾	6½	¾	2½	¼	full	4
5,600	5¾	5¾	6¾	9¾	10	1	4	¼	¼	9
9,000	7¾	7	7¾	14¼	14¾	1	5½	¼	¼	21
14,000	9½	8½	9¼	17	17¾	1	6½	¼	¼	28
22,000	10	9½	10¼	18	18¾	1¼	7	¾	¼	45
36,000	12	11½	12½	22	22½	1¼	9	½	¾	80
56,000	15	15	16¼	28½	29½	1½	12	¾	¾	148
90,000	16½	15¾	17	31½	32½	1¾	13	¾	¾	218
140,000	18	17½	18¾	34½	35½	2	14	¾	¾	260

Todas las dimensiones están en pulgadas
 Los esfuerzos sobre el envase deben ser chequeados.
 Use un plato portador si es necesario

Tabla 4.VI [ref 5]

de las cargas y tipos de soportes. La uña puede tener una placa en su parte superior denominada placa de compresión, y uno o dos escuadras de refuerzo. Si se usa una placa de compresión, debe ser lo suficientemente rígida para distribuir la carga uniformemente sobre el cascarón.

Hay algunos procedimientos para diseñar los soportes tope que son adecuados pero, sin embargo, presentan resultados diferentes.

Por eso se ha ideado una tabla de dimensiones para el diseño de topes estandarizada (tabla 4.VI).

Los topes producen esfuerzos considerables

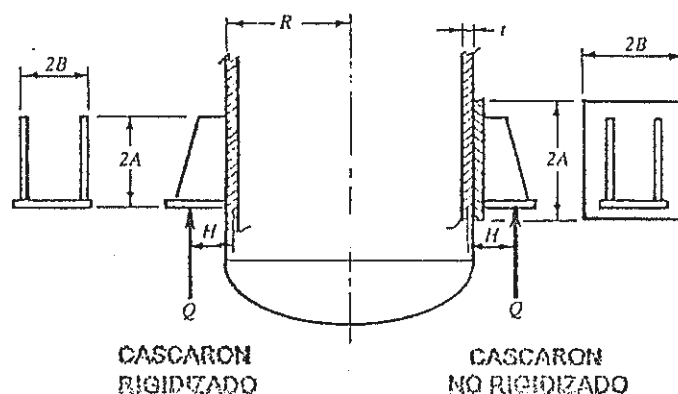


Figura 4.9 [ref 5]

en el cascarón del envase y por eso es necesario chequearlos de la siguiente forma. Tomando de las dimensiones de la Fig. 4.9 y de la notación dada a continuación

W = peso del tanque, lb

N = número de columnas

Q = W/N = carga por uña, lb

R = radio del tanque, pulg

H = brazo de la carga, pulg

t = espesor de pares, pulg²

C = factor de forma, ver tabla 4. VII

K = factores de la figura 4.10

D = (A/R)(B/A)^{1/3}

los esfuerzos serían:

Esfuerzo longitudinal, (ref 5; pag. 108)

$$S_1 = \pm \frac{QH}{DR^2t} \left(C_1 K_1 + 6 \frac{K_2 R}{C_2 t} + \frac{D}{2(1.17 + B/A)} * \frac{R^2}{HA} \right)$$

Para la tensión, S₁ mas el esfuerzo debido a la presión interna PR/2t no debe exceder el valor del máximo esfuerzo del material del cascarón por la eficiencia de junta.

Esfuerzo circunferencial, (ref 5; pag 108)

$$S_t = \pm \frac{QH}{DR^2t} \left(C_3 K_3 + 6 \frac{K_4 R}{C_4 t} \right)$$

Para la tensión, S_t mas el esfuerzo producido por la presión interna PR/t no debe exceder el valor del máximo esfuerzo del material del cascarón multiplicado por 1.5.

B/A	R/t	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1/2	50	0.72	1.03	0.95	1.07
	100	0.68	1.02	0.97	1.06
	200	0.64	1.02	1.04	1.05
	300	0.60	1.02	1.10	1.04
1	50	1	1	1	1
	100	1	1	1	1
	200	1	1	1	1
	300	1	1	1	1
2	50	0.85	1.10	0.85	0.92
	100	1.15	1.07	0.81	0.89
	200	1.32	0.98	0.80	0.84
	300	1.50	0.90	0.79	0.79

Tabla 4.VII [ref 5]

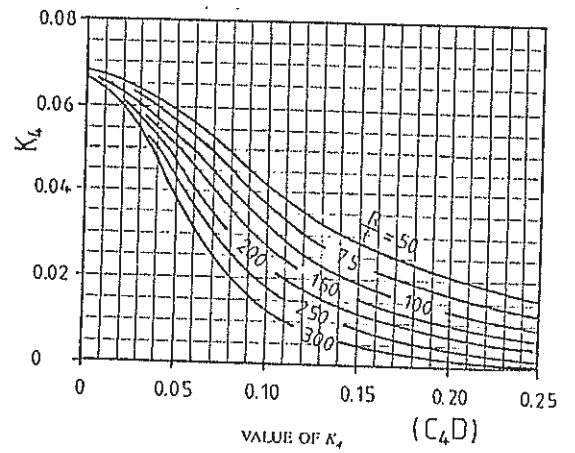
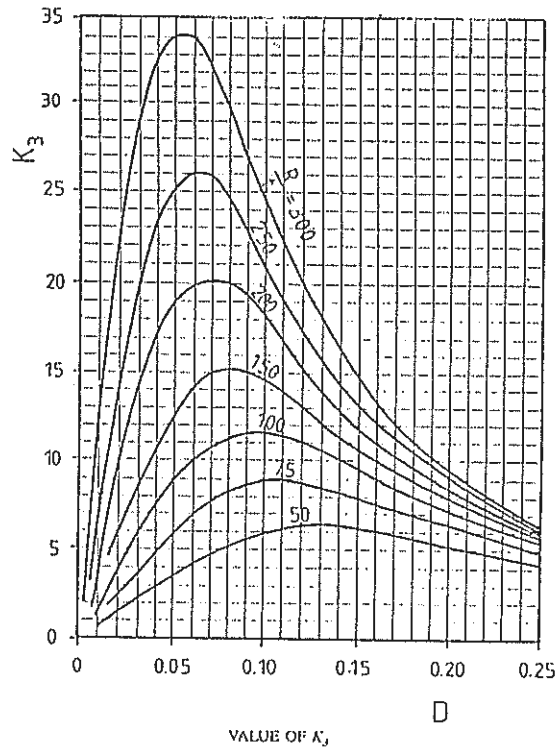
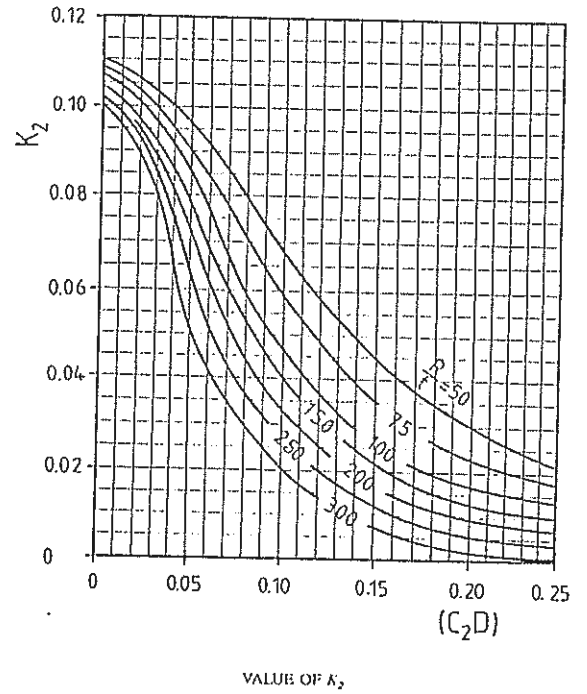
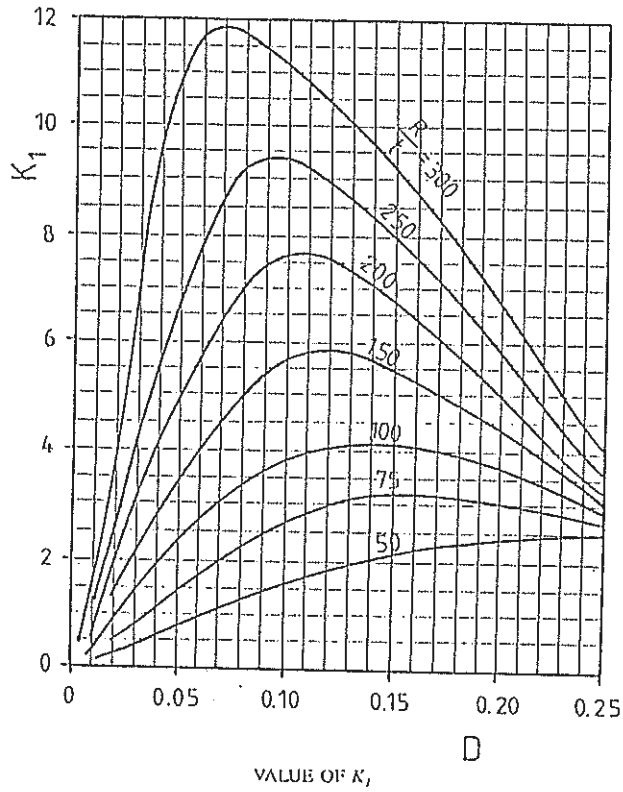


Figura 4.10 [ref 5]

4.2.2. Soportes tope con anillos rigidizadores

Si los esfuerzos en el cascarón por las soportes tope son muy grandes y una almohadilla de refuerzo no es satisfactoria, o si aun una pequeña deflección en el cascarón no es permisible (como para aislación interna), se necesita anillos de refuerzo.

Como un factor de seguridad adicional, el efecto rigidizador de la zona del cascarón adyacente es despreciada y la fuerza requerida y el análisis de esfuerzos es simplificado. hay algunas desventajas de los anillos rigidizadores comparados con las almohadillas reforzadoras o el incremento del espesor del cascarón. Debido a que los anillos son mucho mas rígidos que el cascarón, ellos producen esfuerzos discontinuos cuando el cascarón es presurizado. En temperaturas de operación elevadas, ellos actúan como aleta y deben ser aisladas apropiadamente. El material utilizado es acero estructural bajo carbón soldable o de la misma calidad del tanque.

Descripción del procedimiento. La fuerza vertical $W/2$ por uña se asume que pueda ser resistida por el cortante en las soldaduras conectando las escuadras al cascarón. El momento $Wd/2$ es cargado a los anillos como la fuerza $P=Wd/2(h+T_r)$ actuando en el plano de la curvatura del anillo. No se asume ninguna carga en el plano perpendicular al plano del anillo. La fuerza P actúa radialmente hacia el exterior en el anillo inferior y radialmente hacia el interior en el anillo superior, como lo muestra la Fig 4.11. Si un anillo está sometido a una fuerza P igualmente espaciada en su plano, el máximo momento de flexión M_1 es en el punto de cargas dado por (ref 4; Ej. 5.2)

$$M_1 = \frac{1}{2}PR\left[\frac{1}{\alpha} - \cot\alpha\right] = K_1PR$$

donde R es el radio centroidal del anillo.

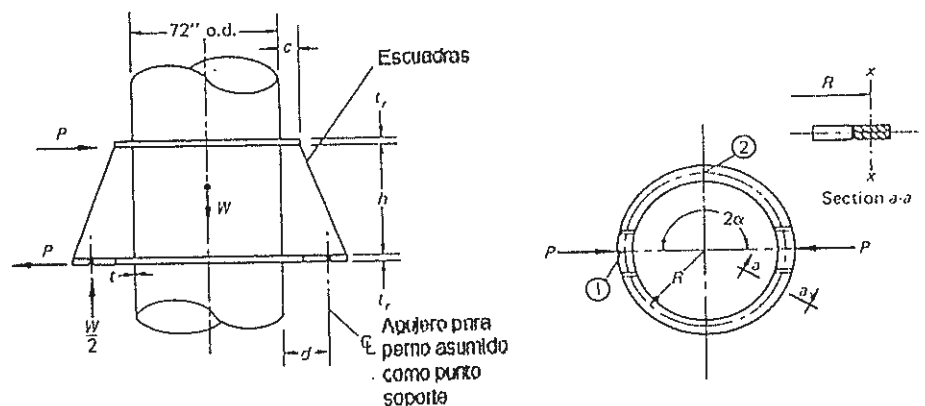


Figura 4.11 [ref 4]

El ángulo entre las cargas P es igual a 2α . En adición a M_1 hay un empuje tangencial (axial) T_1 es inducido en el anillo en los puntos de carga:

$$T_1 = (P \cot \alpha) / 2 = K_2 P$$

T_1 esfuerza el anillo en tensión si P actúa hacia el exterior o en compresión si P actúa hacia el interior

El esfuerzo combinado resultante en el punto de carga es

$$\sigma_1 = T_1/a + M_1/Z_x < S_m$$

donde a es el área de la sección transversal del anillo rigidizador y Z_x es el módulo de la sección alrededor del eje $x-x$ en la Fig. 4.11. El momento de flexión en el punto medio entre las cargas es

$$M_2 = (PR/2)(1/\sin \alpha - 1/\alpha) = K_3 PR$$

el empuje axial es

$$T_2 = (P/2)(1/\sin \alpha) = K_4 P$$

y el máximo esfuerzo combinado es

$$\sigma_2 = T_2/a + M_2/Z_x < S_m.$$

Los coeficientes K_1 , K_2 , K_3 , y K_4 están evaluados en la tabla 4.VIII. El cortante directo V en el punto de carga no es algebraicamente aditivo a los esfuerzos de

flexión y de tensión y usualmente es los suficientemente pequeño para ser despreciado. El esfuerzo calculado en el anillo será mas pequeño que el actual, debido a que el efecto del cascarón es despreciable; por lo tanto, la fuerzas P son transferidas al anillo excentricamente, causando esfuerzos adicionales.

Número de soportes	K_1	K_2	K_3	K_4
2	0.318	0	0.182	0.500
3	0.189	0.289	0.100	0.577
4	0.137	0.500	0.070	0.707
6	0.089	0.866	0.045	1.000
8	0.066	1.207	0.034	1.306

Tabla 4. VIII (ref 4)

4.3. Problema demostrativo

1. Datos para el diseño

Peso en operación: 122.000 lb.

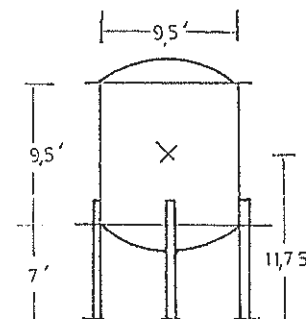
Peso en erección: 47.000 lb.

Exposición C

Número de piernas: 4

Factor de importancia: $I = 1,0$

El tanque cuenta con equipo



adicional añadido al tanque

Zona sísmica: 1

Velocidad del viento: 70 Mph

Material del tanque: SA 515 60

Espesor del tanque: 1 5/8

Presión del tanque: 100 psi

2. Determinación de la carga debido al viento

Siguiendo el procedimiento dictado en 4.1.3

Flexibilidad

$$H/D = 9,5/9,5 = 1 < 5$$

Por lo tanto es un tanque pequeño

Para una altura sobre los 15 pies $K_z = 0,87$ (Tabla 3.III)

La presión ejercida por el viento

$$q_z = 0,00256 (0,87)(1*70)^2 = 10,9 \text{ psf.}$$

$$G_h = 1,29 \text{ (Tabla 4.II)}$$

$$C_x = 0,6$$

$$D_m = 1,4 \quad D = 1,4*9,5 = 13,3$$

$$A_x = 10*13,3 = 133$$

$$P_w = 10,9*1,29*0,6*133 = 1.122 \text{ lb.}$$

Según lo mostrado en la figura 4.5

$$M_b = 1.122(7 + 4,75) = 13.183 \text{ Lb-pie}$$

3. Determinación de las cargas debido a sismos



Siguiendo la sección 4.1.4

$$W_o = 122.000 \text{ lb.}$$

$$\text{Zona 1: } c = 0,25 \text{ (Tabla 4.III)}$$

$$P_m = 0,25 * 122.000 = 30.500 \text{ lb}$$

$$M_b = 30.500(7+4,75) = 358.375 \text{ lb-pie}$$

Entonces el máximo momento en la base es producido por los sismos.

4. Diseño de las columnas soporte

La carga que será soportada por las columnas siguiendo el procedimiento en 4.1.5.

El valor de B se lo asume 10,4 pie razonablemente

$$C_o = 122.000/4 + 4*358.375/(4*10,4) = 64.960 \text{ lb}$$

Luego de algunos tanteos la columna seleccionada fue W 10*45 (AISC sec. 1) con las siguientes dimensiones

$$A = 13,3 \text{ plg}^2$$

$$d = 10,10 \text{ plg}$$

$$r_x = 4,32 \text{ plg}$$

$$S_x = 49,1 \text{ plg}$$

$$I_x = 248 \text{ plg}^4$$

$$I_y = 53,4 \text{ plg}^4$$

$$b_x = 8 \text{ plg}$$



a) Efecto columna

Para un $K = 1,5$ y un acero A 36 para las columnas el esfuerzo admisible es

$$KL/r = 1,5*(7*12)/4,32 = 29,17$$

De la tabla 4.IV $F_a = 20$ ksi

El esfuerzo actual es

$$f_a = 64.960/13,3 = 4.884 \text{ psi}$$

b) Efecto viga

El esfuerzo admisible es

$$F_b = 0,66*36 = 23.76 \text{ ksi}$$

$$P_1 = 122.000/4 + 4*30.500*4,75/(4*9,5) = 45.750 \text{ lb}$$

$$F = 30.500*248/(2*248+2*53,4) = 12.548 \text{ lb}$$

$$f_b = 45.750*(10,10/2)/49,1 + 12548*7,75/(7*12)/49,1 \\ = 20.805 \text{ psi}$$

5. Efecto combinado de la carga axial y de flexión

Para un $C_m = 0,85$ y $F'_a = 175.540$ psi

$$\frac{4.884}{20.000} + \frac{0,85*20.805}{\left(1 - \frac{4.884}{175.540}\right)*23.760} = 1,0009$$

Que aunque está sobre 1 el error es aceptable

6. Diseño de los pernos de anclaje

Una vez determinada la columna, ya se puede saber el verdadero valor de B que es $D + d$. El material de los pernos es SA 307 A con $S_u = 15$ ksi en operación y 18 ksi en erección, aunque el valor crítico es cuando el tanque está vacío.

$$A_b = \frac{1}{4 \cdot 18.000} \left[\frac{4 \cdot 358.375}{9,5 \cdot 12 + 10,10} - 47.000 \right] = 1,27 \approx 1\frac{1}{2}$$

7. Diseño de la soldadura

Luego de varios tanteos el valor óptimo de $L_1 = 19$ plg y con un $b_s = 8$ plg de la columna, tenemos, (sec 4.1.7)

a) cortante

$$f_s = 45.750 / (2 \cdot 19 + 8) = 994 \text{ lb/plg}$$

b) flexión

$$Z_w = [18^2(2 \cdot 8 + 12)] / [3(8 + 12)] = 156 \text{ plg}^2$$

$$f_b = \frac{64.960 \cdot 10,10 / 2 + 12.548 \cdot 7 \cdot 12 / 4}{156} = 3.792$$

La resultante es

$$f = \sqrt{(9942+37922)} = 3.920 \text{ lb/plg}$$

El esfuerzo Máximo que pueda soportar la soldadura para un $S_m = 12.7$ ksi que es el menor de los elementos a juntar

$$f_w = 0,55 * 12.700 = 6.985 \text{ psi}$$

y el tamaño de la soldadura es

$$w = f/f_w = 3.920/6.985 = 0,56 = 9/16 \text{ plg}$$

8. Chequeo de los esfuerzos longitudinales

con un $E = 0,55$; $t = 1 \frac{5}{8}$; $P = 100$ psi y un $S_m = 15$ ksi en tensión y 16.5 ksi en compresión determinamos, (sec. 4.1.9)

$$S_1 = \frac{4 * (30.500 * 4,75 * 12)}{\pi * (9,5 * 12)^2 * 1,625 * 0,55}$$

$$\frac{100(9,5 * 12)}{4 * 1,625 * 0,55} - \frac{47.000}{1,625 * (9,5 * 12) * 0,55 * \pi}$$

$$S_1 = 3.232 \text{ psi} \leq 15.000$$

En tensión

$$S_1 = \frac{4(30.500 * 4.75 * 12)}{\pi (9.5 * 12)^2 * 1.625} + \frac{122.000}{1.625 * \pi (9.5 * 12)}$$

$$S_1 = 314 \leq 16.500 \text{ psi}$$

en compresión

$$S_e = 45.750 / \{ [8 + 2\sqrt{(12 * 1.625 * 9.5 / 2)}] * 1.625 \}$$

$$S_e = 1.033 \leq 16.500 \text{ psi}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Los tanque verticales bajos, cuya altura se encuentra dividida entre dos zonas de presión dinámica, pueden ser mas convenientemente diseñadas aplicando una presión uniforme sobre todo el tanque.
- 2.- Las columnas que midan mas de 7 pies de largo deben ser arriostradas diagonalmente.
- 3.- No se deben utilizar columnas soportes en tanques que deban soportar altas vibraciones, impactos, o un servicio cíclico.
- 4.- Las columnas pueden ser hechas de tubos, canales, ángulos, o tubos de sección rectangular.
- 5.- El arriostar las columnas, reducirá convenientemente la flexión de las piernas debido a los momentos de

volcamiento, normalmente asociado a las columnas no arriostradas

- 6.- Se debe chequear si los arriostramientos no interfieren con tuberías acopladas a la parte inferior del tanque.
- 7.- Los soportes de tope ofrecen uno de los mas económicos y una forma directa de soportar un tanque a presión. ellos pueden absorber expansiones diametrales por medio de deslizamiento sobre placas de bronce o lubricadas y son fácilmente acopladas al tanque con minimas cantidades de soldadura.
- 8.- Estos tipos de soportes excéntricos producen fuerzas compresivas, tensiles y cortantes en las paredes del tanque. Las fuerzas tensil y de compresión causan esfuerzos de flexión indeterminados que deben ser combinados con esfuerzos circunferenciales y longitudinales producidos por la presión.
- 9.- En tanques de paredes delgada, los esfuerzos flectores generados por los topes, generalmente son elevados. Los topes cuando son diseñados sin ninguna consideración de sus efectos sobre el cascarón del tanque, lo deforman considerablemente.

10.- Comúnmente se utilizan 2 o 4 topes, aun se pueden utilizar mas, dependiendo de las cargas y el tipo de soportes. Si un anillo de compresión es utilizado, debe ser lo suficientemente rígido para distribuir la carga uniformemente alrededor del tanque.

11.- Si los esfuerzos sobre el cascarón son excesivos, se puede hacer lo siguiente para reducirlos:

- + Añada mas topes
- + Añada mas escuadras
- + Incremente la distancia entre las escuadras
- + Incremente la altura de los topes
- + Añada almohadillas de refuerzo bajo los topes
- + Incremente el espesor del cascarón sobre el cual serán acoplados los topes
- + Añada placas por encima o debajo de los topes o aumente el ancho de las placas
- + Añada anillos rigidizadores circunferenciales por encima y por debajo de los topes.

CAPITULO V

V. DISEÑO DE SOPORTES DE ASIENTO PARA TANQUES CILINDRICOS HORIZONTALES A PRESIÓN

5.1. Introducción

Idealmente, los soportes de asiento para envases horizontales deben ser localizados para causar los mínimos esfuerzos en el cascarón y sin requerir algún refuerzo adicional. La mayoría de los tanques cilíndricos horizontales están soportados por dos asientos, preferiblemente con un ángulo de 120° de contacto, usualmente en columnas de concreto; algunas veces el tanque puede resistir directamente en dos fundaciones de concreto. Cualquier asentamiento de la estructura soporte no cambia la distribución de la carga por asiento.

El espesor del cascarón cilíndrico está determinado por el esfuerzo tangencial debido a la presión de diseño. Ya que el máximo esfuerzo longitudinal



($PR/2t$) es solamente la mitad del máximo esfuerzo tangencial, una mitad del espesor del cascarón está disponible para el esfuerzo de flexión longitudinal debido al peso u otras cargas en la mitad del tanque o en el plano de los asientos, asumiendo que el tanque se autosoporta como una viga. La carga es transferida del cascarón a los asientos. Las reacciones de los asientos son altamente concentradas e induce grandes esfuerzos localizados en el cascarón. Su intensidad cambia con la distancia de los asientos desde los extremos que refuerzan el cascarón con su propia rigidez. La solución analítica exacta de los esfuerzos localizados en el cascarón sobre los asientos sería dificultosa. El análisis aproximado mas frecuentemente utilizado está en los subcapítulos siguientes.

5.2. Localización de los asientos

El uso de solamente dos asientos es preferido sobre el uso de sistemas de soportes múltiples por razones de estática y económicas, inclusive si el diseño del tanque amerite el uso de anillos rigidizadores. La localización de los asientos por debajo del tanque, está determinado muchas veces,

por la posición de aberturas, sumideros, etc. Si este no es el caso, entonces los asientos pueden localizarse en puntos estáticamente óptimos. Los tanques de paredes delgadas con grandes diámetro se encuentran mejor soportadas cerca de sus cabezales, a fin de aprovechar el efecto rigidizador de los mismos. Los tanques largos de paredes gruesas están mejor soportados donde los máximos esfuerzos longitudinales debido a flexión en los apoyos es cercanamente igual a los esfuerzos en la mitad del tanque. Este punto varía con el ángulo de contacto de los asientos. La distancia entre las líneas tangenciales a los cabezales y el asiento por ninguna razón deben ser mas de 0.2 veces la longitud del tanque L .

El ángulo de contacto mínimo sugerido por el Código de la ASME es 120° excepto para envases muy pequeños.

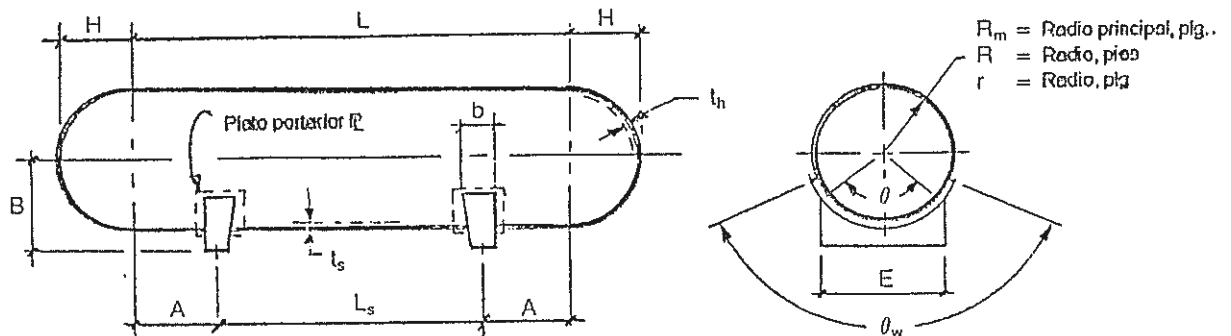


Figura 5.1 [ref 6]

5.3. Cargas debidas al viento y sismos

En resumidas cuentas tenemos, (ref 6; Pag. 108).

+ Fuerzas longitudinales, F_L

Sismos: $F_L = C_m W_o$; C_m de la tabla 5.I

Vientos: $F_L = A_x C_x G_h q_z$; exposición C

donde $A_x = \pi D_m^2 / 4$; D_m de tabla 5.II

$$C_x = 0.6$$

G_h = de la tabla 5.III

$$q_z = 0.00256 K_z (IV)^2$$

Zona	C_m	Diámetro, pulg	D_m
0	0	<36	1.5 D
1	0.069	36 - 54	1.37 D
2A	0.138	54 - 78	1.28 D
2B	0.184	78 - 102	1.2 D
3	0.275	>102	1.18 D

Tabla 5.1 [ref 6]

Tabla 5.II [ref 6]

Altura, pies	G_h	K_z
0-15	1.32	0.8
20	1.29	0.87
25	1.27	0.93
30	1.26	0.98
40	1.23	1.06
50	1.21	1.13
60	1.20	1.19

Tabla 5.III [ref 6]

$K_z = \text{tabla 3.111}$

$I = 1.0$

$V = \text{velocidad básica del viento,}$

70 - 100 mph.

+ *Fuerza transversal, F_t , por asiento*

Sismos: $F_t = 0.5(C_s W_o)$

Vientos: $F_t = 0.5(A_z C_z G_h q_z)$

$A_z = D_o(L + 2H)$

+ *Reacciones de los asientos, Q = el mayor entre Q_1 y Q_2 , figura 3.2*

Longitudinal: $Q_1 = W_o/2 + F_1 B/L_o$

Transversal: $Q_2 = W_o/2 + 6F_t B/E$

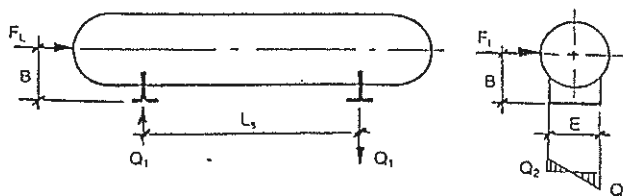


Figura 5.2 [ref 6]

5.4. Máximos esfuerzos longitudinales de flexión

Un tanque horizontal descansando en dos soportes puede ser analizado como una viga resistiendo la carga uniforme de el peso del envase y su contenido por flexión, (ref. 6; Pag. 109).

+ S_1 , flexión longitudinal en los soportes sin rigidizadores, tensión (M_1 en Lb-plg)

$$M_1 = 6Q[(8AH + 6A^2 - 3R^2 + 3H^2)/(3L + 4H)]$$

$$S_1 = + M_1/K_1 r^2 t_m$$

+ S_2 , flexión longitudinal en los soportes sin rigidizadores, compresión

$$S_2 = - M_1 /K_7 r^2 t_m$$

+ S_3 , flexión longitudinal en los soportes con rigidizadores

$$S_3 = \pm M_1/\pi r^2 t_m$$

+ S_4 , flexión longitudinal a mitad del tanque

$$M_2 = 3Q[(3L^2 + 6R^2 - 6H^2 - 12AL - 16AH)/(3L + 4H)]$$

$$S_4 = \pm M_2/\pi r^2 t_m$$

En tensión S_1 , S_3 , o S_4 mas el esfuerzo debido a la presión interna $PR/2t_m$ no debe exceder el esfuerzo permisible del material del cascarón por la eficiencia de junta.

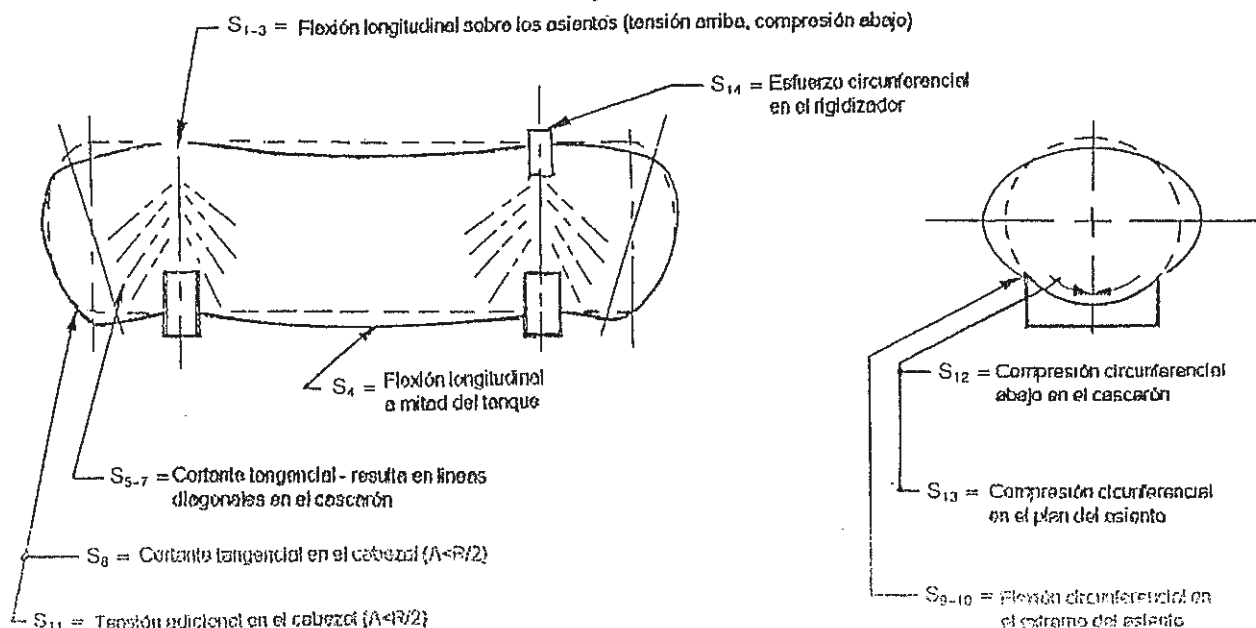
En compresión S_2 , S_3 , o S_4 menos el esfuerzo debido a la presión externa, no debe exceder el máximo esfuerzo permisible compresivo (S o factor B) indicado por el procedimiento en el subcapítulo 3.3. o en su defecto utilizar $T_m E_1/16r$, donde E_1 es el módulo de elasticidad. Los esfuerzos compresivos no son significativos cuando $R/t < 200$.

Se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Cuando la flexión longitudinal en la mitad del tanque es excesiva, aleje los asientos de los cabezales; por lo tanto no exceda $A \geq 0.2L$.
2. Cuando la flexión longitudinal en los apoyos es excesiva, mueva los apoyos hacia los cabezales.
3. Si la flexión longitudinal es excesiva tanto en la mitad del tanque como en los apoyos, adicione anillos rigidizadores. Si aún los esfuerzos son excesivos, aumente el espesor del cascarón.

Los esfuerzos y momentos se encuentran mejor entendibles en los diagramas de la figura 5.3. y

los coeficientes $K_{1,7}$ en la tabla 5.IV



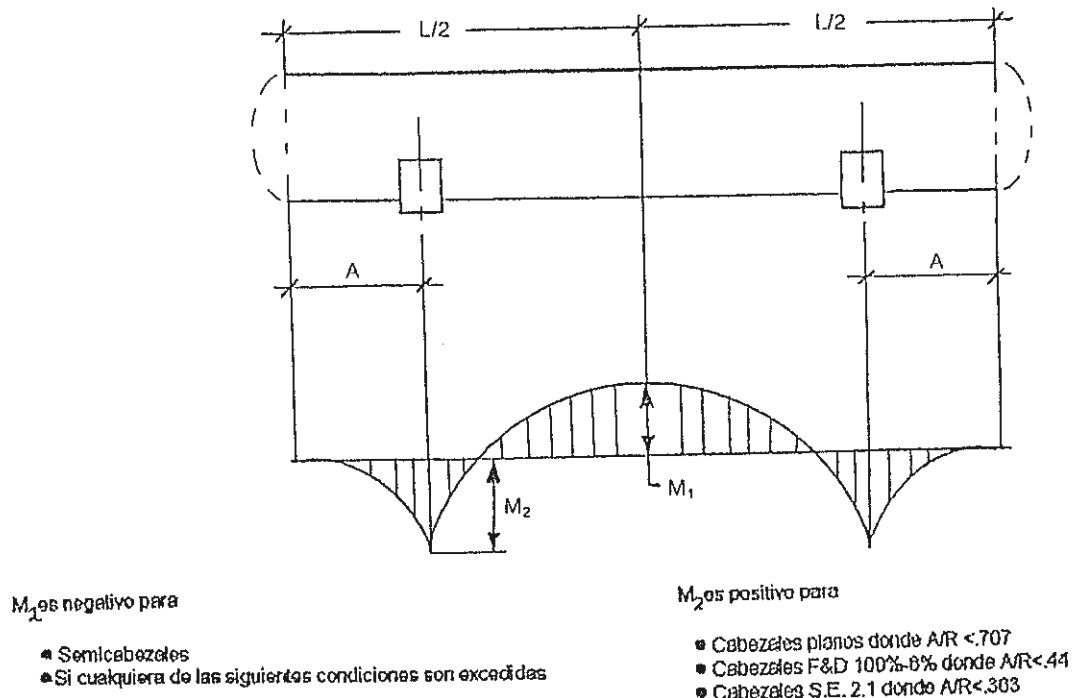


Figura 5.3 [ref 6]

5.5. Máximos esfuerzos cortantes tangenciales

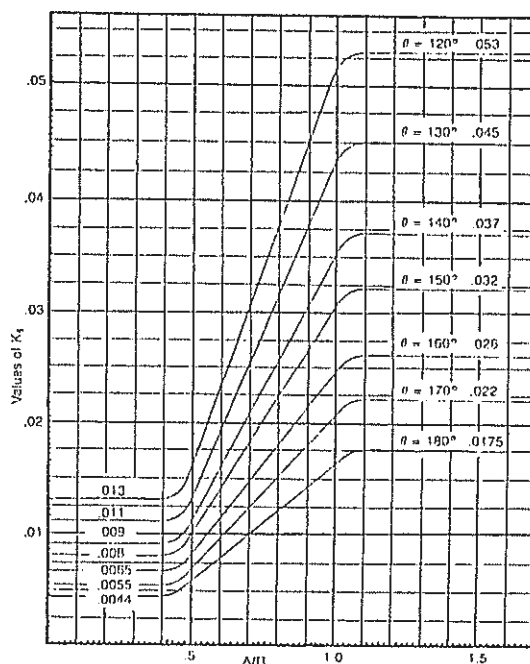
La distribución y la magnitud de los esfuerzos cortantes en el cascarón producido por el peso del tanque en el plano de el asiento dependerá grandemente en como está reforzado el cascarón.

+ S_5 , cortante tangencial estando el cascarón rigidizado en el plano del asiento, $A > 0.5R$

$$S_5 = \frac{Q}{\pi r t_s} \left[\frac{L - 2A}{L + \frac{4}{3}H} \right]$$

+ S_6 , cortante tangencial sin estar el cascarón rigidizado, $A > 0.5R$





Contact Angle θ	K_1^*	K_2	K_3	K_4	K_5	K_7	K_8	K_9	Contact Angle θ	K_1^*	K_2	K_3	K_4	K_5	K_7	K_8	K_9
120	0.335	1.171	0.880	0.401	0.760	0.603	0.340	0.053	152	0.518	0.781	0.466	0.289	0.669	0.894	0.298	0.031
122	0.345	1.139	0.846	0.393	0.753	0.618	0.338	0.051	154	0.531	0.763	0.448	0.283	0.665	0.913	0.296	0.030
124	0.355	1.108	0.813	0.385	0.746	0.634	0.336	0.050	156	0.544	0.746	0.430	0.278	0.661	0.933	0.294	0.028
126	0.366	1.078	0.781	0.377	0.739	0.651	0.334	0.048	158	0.557	0.729	0.413	0.272	0.657	0.954	0.292	0.027
128	0.376	1.050	0.751	0.369	0.732	0.669	0.332	0.047	160	0.571	0.713	0.396	0.266	0.654	0.976	0.290	0.026
130	0.387	1.022	0.722	0.362	0.726	0.689	0.330	0.045	162	0.585	0.698	0.380	0.261	0.650	0.994	0.286	0.025
132	0.398	0.996	0.694	0.355	0.720	0.705	0.328	0.043	164	0.599	0.683	0.365	0.256	0.647	1.013	0.282	0.024
134	0.409	0.971	0.667	0.347	0.714	0.722	0.326	0.042	166	0.613	0.668	0.350	0.250	0.643	1.033	0.278	0.024
136	0.420	0.946	0.641	0.340	0.708	0.740	0.324	0.040	168	0.627	0.654	0.336	0.245	0.640	1.054	0.274	0.023
138	0.432	0.923	0.616	0.334	0.702	0.759	0.322	0.039	170	0.642	0.640	0.322	0.240	0.637	1.079	0.270	0.022
140	0.443	0.900	0.592	0.327	0.697	0.780	0.320	0.037	172	0.657	0.627	0.309	0.235	0.635	1.097	0.266	0.021
142	0.455	0.879	0.569	0.320	0.692	0.796	0.316	0.036	174	0.672	0.614	0.296	0.230	0.632	1.116	0.262	0.020
144	0.467	0.858	0.547	0.314	0.687	0.813	0.312	0.035	176	0.687	0.601	0.283	0.225	0.629	1.137	0.258	0.019
146	0.480	0.837	0.526	0.308	0.682	0.831	0.308	0.034	178	0.702	0.589	0.271	0.220	0.627	1.158	0.254	0.018
148	0.492	0.818	0.505	0.301	0.678	0.853	0.304	0.033	180	0.718	0.577	0.260	0.216	0.624	1.183	0.250	0.017
150	0.505	0.799	0.485	0.295	0.673	0.876	0.300	0.032									

* $K_1 = 3.14$ if the shell is stiffened by ring or head ($A < R/2$).

Tabla 5.IV [ref 6]

$$S_6 = \frac{K_2 Q}{rt_s} \left[\frac{L-2A}{L+\frac{4}{3}H} \right]$$

+ S_7 , cortante tangencial para cascarones no rigidizados, $A \leq 0.5R$

$$S_7 = K_3 Q / rt_s$$

+ S_s , cortante tangencial en el cabezal para
cascarones no rigidizados, $A \leq 0.5R$

$$S_s = K_3 Q / r t_h$$

Si el cascarón está rigidizado o $A > 0.5R$, $S_s = 0$
+ S_s , Esfuerzo de tensión adicional en el cabezal
para cascarones no rigidizados, $A \leq 0.5R$

$$S_s = K_4 Q / r t_h$$

Si el cascarón está rigidizado o $A > 0.5R$, $S_s = 0$

De S_s hasta S_s no debe exceder 0.8 veces el
esfuerzo permisible en tensión.

S_s mas el esfuerzo producido por la presión interna
 PR/t_m no debe exceder 1.25 veces el esfuerzo tensil
permisible del material del cabezal.

Se debe tomar en cuenta que:

1. El cortante tangencial no está combinado con
otros esfuerzos.
2. Si se utiliza un plato soporte, t_m puede ser
tomado como $t_m + t_w$, permitiendo que el plato del
asiento se extiendan $R/10$ sobre los extremos de
los asientos.

3. Si el cascarón no está rigidizado, el esfuerzo máximo tangencial ocurre en los extremos del asiento.
4. Si el cascarón está rigidizado, el máximo cortante tangencial ocurre en la línea horizontal divisoria del tanque.
5. Cuando el esfuerzo cortante tangencial es excesivo, mueva los asientos hacia los cabezales, $A \leq 0.5R$, adicione anillos o incremente el espesor de cascarón.
6. S_s es el esfuerzo cortante que se adiciona al esfuerzo de presión en el cabezal y ocurre cuando los asientos se encuentran cerca a los cabezales, $A \leq 0.5R$. Debido a su cercana proximidad el cortante del asiento se extiende hasta el cabezal.
7. Si el esfuerzo en el cabezal S_s es excesivo, aleje los asientos de los cabezales, aumente el espesor del cascarón, o añada anillos rigidizadores.

Los coeficientes K se encuentran en la tabla 5.IV

5.6. Esfuerzos circunferenciales en los extremos del asiento y en la parte inferior del cascarón

La reacción de los asientos Q causa fuerzas cortantes tangenciales en la sección transversal del cascarón en el plano del asiento. Estas fuerzas originan momentos flectores tangenciales y esfuerzos flectores en el cascarón, con el máximo esfuerzo flector en las puntas de los asientos, (ref. 6; pag. 110).

+ S_{10} , flexión circunferencial en los extremos del asiento, sin cascarón rigidizado ($L \geq 8R$)

$$S_{10} = -\frac{Q}{4t_s(b+1.56\sqrt{rt_s})} - \frac{3K_6Q}{2t_s^2}$$

$t_m = t_m + t_w$ y $t_m^2 = t_m^2 + t_w^2$ solamente si $A \leq 5R$ y el plato portador se extiende $R/10$ sobre los extremos del asiento.

+ S_{11} , flexión circunferencial en los extremos del asiento, sin cascarón rigidizado ($L < 8R$).

$$S_{11} = -\frac{Q}{4t_s(b+1.56\sqrt{rt_s})} - \frac{12K_6QR}{Lt_s^2}$$

Los requerimientos para t_m son los mismos que para S_{10} .

+ S_{12} , compresión circunferencial en la parte inferior del cascarón rigidizado o sin rigidizar

$$S_{12} = -\frac{K_5 Q}{t_s (b + 1.56 \sqrt{rt_s})}$$

$t_m = t_m + t_w$ solamente si el plato portador es adherido al cascarón y su ancho tiene un mínimo de $b + 1.56(rt_m)^{1/4}$.

S_{10} y S_{11} no deben exceder 1.50 veces el valor del esfuerzo tensil permisible del material del cascarón y $0.9 F_y$.

Tomando en cuenta que:

1. Si los esfuerzos en los extremos del asiento son excesivos:
 - a. Adicione un plato portador
 - b. Incremente el ángulo de contacto
 - c. Mueva los asientos hacia los cabezales, $A < R$
 - d. Añada anillos rigidizadores

Para S_{12} , este no debe exceder 0.5 veces el punto de fluencia en compresión del material del cascarón o 1.5 veces el esfuerzo admisible S_a .

Tomando en cuenta que:

1. Si el cascarón no está rigidizado el esfuerzo máximo ocurre en los extremos del asiento.
2. Si el cascarón está rigidizado la máxima compresión tangencial ocurre en la parte inferior del cascarón.

5.7. Diseño de los asientos

Las cargas de diseño para los asientos soportes son el peso de operación, combinado con las cargas viento o sismo, la fuerza de fricción entre los asientos y la fundación, y el peso de prueba. La fuerza de fricción es causada por la expansión o contracción de el tanque si la temperatura de operación varía según la temperatura del medio ambiente. Para pequeños cambios de longitud del cascarón o temperatura inducida los asientos y su respectiva estructura soporte deben ser hechas lo suficientemente fuertes y flexibles para resistir

las fuerzas térmicas. Por lo tanto, si se espera una gran variación de temperatura del estanque, un plato de presión autolubricado especial con un bajo coeficiente de fricción f_0 , debe ser provisto para reducir las fuerzas de expansión. Un arreglo común está mostrado en la Figura 5.4.

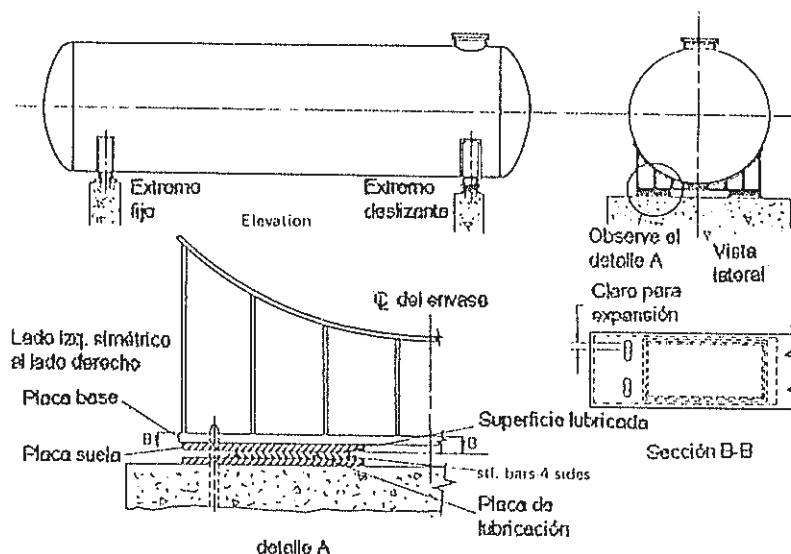


Figura 5.4 [ref 4]

Usualmente, a menos que la localización especialmente lo requiera, en los cálculos la carga viento puede ser depreciada. Si los esfuerzos debido al viento o cargas sísmicas son añadidas a otros esfuerzos de carga, los esfuerzos permisibles pueden ser incrementados en un tercio.

Material. Las placas de acero comúnmente utilizadas en la construcción de asientos son A 283 grado A o

C, o para diseño a bajas temperaturas (bajo los 32 °F) A 516. Los esfuerzos admisibles de diseño según especificaciones de la AISI son:

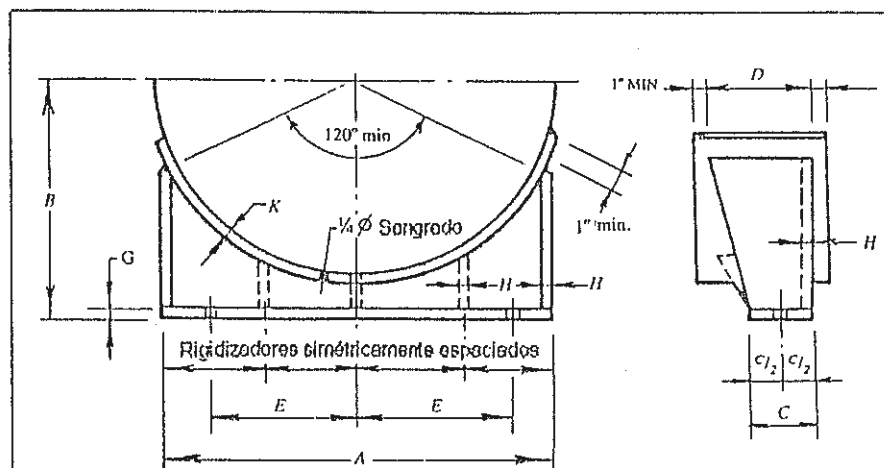
Tensión: $S_m = 0.6 S_y$

Cortante: $S_m = 0.4 S_y$

flexión: $S_b = 0.66 S_y$

Soldadura. Generalmente, la soldadura es continua en todo el alrededor de la conexión plato portador-tanque. Las conexiones soldadas entre el alma y el plato portador y el alma y la placa base pueden ser intermitentes. Las conexiones entre los rigidizadores y el plato portador son de soldadura continua. Usualmente el mínimo tamaño de la soldadura, entre 1/4 y 7/16 de plg., basados en los espesores de las placas son satisfactorios.

Las dimensiones mas comunes recomendadas para construir un asiento con un ángulo de 120°, se encuentran en la tabla 5.V y su notación se indica en la parte superior por medio de un dibujo bastante explicito, que han sido obtenidos de la referencia 5. Estos valores no son absolutos peor aún siendo solo para 120°. La forma de diseñar el asiento en su totalidad es explicado a continuación



DIAMETRO NOMINAL ENVASE FT - IN	DIMENSIONES						# DE RIO	ESPESOR DE PLACA IN			MAXIMUM WEIGHT OF VESSEL
	A FT - IN	B FT - IN	C IN	D IN	E FT - IN	Ø PERUO		BASE G	ALMA RIO H	PLACA K	
1-0	0-10 1/2	1-0	4	4	0-3 1/2	1/2	0	1/4	1/4	—	42000
1-2	1-1/2	1-1	4	4	0-4	1/2	0	1/4	1/4	—	50000
1-4	1-2	1-2	4	4	0-5	1/2	0	3/4	1/4	—	56000
1-6	1-3 1/2	1-3	4	4	0-6	1/2	0	1/4	1/4	—	62000
1-8	1-5 1/2	1-4	4	4	0-6 1/2	1/2	0	1-4	1/4	—	70000
1-10	1-7	1-5	4	6	0-7	1/2	0	1/4	1/4	—	75000
2-0	1-9	1-6	4	6	0-7 1/2	1/2	0	1/4	1/4	—	84000
2-2	1-10 1/2	1-7	4	6	0-8	1/2	0	1/4	1/4	1/4	90000
2-4	2-1/2	1-8	4	6	0-8 1/2	1/2	0	1/2	1/4	1/4	98000
2-6	2-2	1-9	4	6	0-9	1/2	0	1/2	1/4	1/4	104000
2-8	2-4	1-10	4	6	0-9 1/2	1/2	0	1/2	1/4	1/4	112000
2-10	2-5	1-11	6	11	0-10	1/2	0	1/2	1/4	1/4	128000
3-0	2-6 1/2	2-0	6	11	0-11	1/2	0	1/2	1/4	1/4	134000
3-2	2-9	2-1	6	11	1-0	3/4	0	1/2	1/4	1/4	144000
3-4	2-11	2-2	6	11	1-1	3/4	0	1/2	3/8	3/8	210000
3-6	3- 1/2	2-3	6	11	1-2	3/4	0	1/2	3/8	3/8	220000
4-0	3-6	2-6	6	11	1-4	3/4	0	3/4	3/8	3/8	252000
4-6	3-11	3-0	6	11	1-6	3/4	0	3/4	3/8	3/8	282000
5-0	4-4	3-3	6	11	1-8	3/4	1	3/4	3/8	3/8	312000
5-6	4-9 1/2	3-6	6	11	1-10	3/4	1	3/4	3/8	3/8	344000
6-0	5-2 1/2	3-9	9	18	2-0	3/4	1	3/4	3/8	3/8	402000
6-6	5-8	4-0	9	18	2-2	3/4	1	3/4	1/2	3/8	436000
7-0	6-4	4-3	9	18	2-4	1	1	3/4	1/2	3/8	470000
7-6	6-6	4-6	9	18	2-6	1	1	3/4	1/2	3/8	502000
8-0	6-11 1/2	4-9	9	18	2-8	1	1	1	1/2	3/8	536000
8-6	7-4 1/2	5-0	9	18	2-10	1	2	1	1/2	1/2	760000
9-0	7-9 1/2	5-3	9	18	3-0	1	2	1	1/2	1/2	806000
9-6	8-3 1/2	5-6	9	21	3-2	1	2	1	3/4	1/2	852000
10-0	8-8	5-9	9	24	3-4	1 1/4	2	1	3/4	1/2	896000
10-6	9-1 1/2	6-0	9	24	3-6	1 1/4	2	1	3/4	1/2	940000
11-0	9-6 1/2	6-3	9	24	3-8	1 1/4	2	1	3/4	1/2	986000
11-6	10-0	6-6	9	24	3-10	1 1/4	3	1	3/4	1/2	1030000
12-0	10-5	6-9	9	24	4-0	1 1/4	4	1	3/4	1/2	1076000

Tabla 5.V [ref 5]

(debe tener cuidado especial en no confundir la notación siguiente con la de la tabla 5.V ya que son diferentes).

El siguiente procedimiento es el mas indicado para diseñar los asientos y los resultados obtenidos pueden ser comparados con los de la tabla 5.V. El diseñador a buen criterio sabrá elegir las dimensiones que mas convengan para sostener el envase.

Siguiendo la nomenclatura mostrada en la figura 5.5

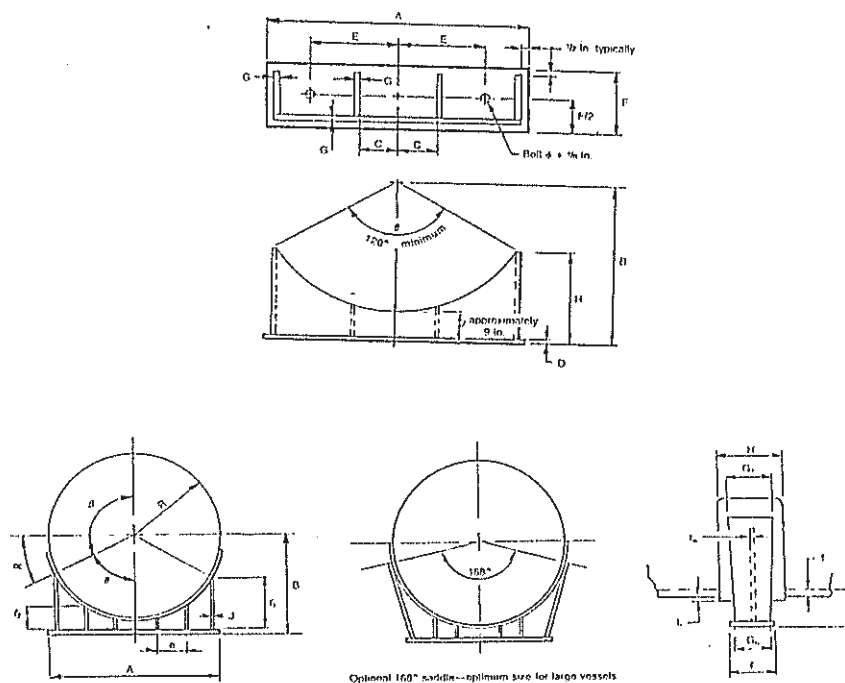


Figura 5.5 [ref 6]

La *carga horizontal* de diseño que se utilizará, será la mayor de las siguientes formulas.

+ expansión y contracción del tanque

$$F_{11} = \mu Q_o = \mu W_o/2$$

μ es el factor de fricción

<i>superficies en contacto</i>	μ
Acero/concreto lubricados	.45
Acero/acero	.4
Lubricantes sólidos/acero	
sobre 500°F	.15
500°F o menos	.10
Presión de apoyo menor de 500 psi	.15
Teflón/teflón	
apoyo de 800 psi o mas	.06
apoyo de 300 psi o menos	.1

+ Vientos o sismos

F_{12} = la mayor F_1 entre viento y sismos

la *máxima carga vertical* es la mayor entre Q_1 , Q_2 (ver subcapítulo 5.3) o $Q_t = W_t/2$.

5.7.1. Propiedades del asiento

Antes de iniciar los cálculos se necesita asumir los valores de D , B , F , diámetro de

pernos y J, los mismos que pueden ser tomados de los valores recomendados en la tabla 5.V (cuidando de no confundir la nomenclatura).

+ Espesores preliminares del alma y rigidizadores verticales

$$J = t_w$$

+ Número de rigidizadores requerido

$$n = A/24 + 1$$

$$A = 0.8 D \quad (\text{pulg})$$

redondeado a números enteros

Las costillas de refuerzo o rigidizadores, junto con el alma, pueden ser tomado como columnas cortas, soportando la carga vertical debido al peso y los momentos. El entero n incluye las rigidizadores exteriores. El espesor mínimo para tanques hasta 6 pies de diámetro es de 3/8 pulg. y mínimo de 1/2 pulg. para mayores de 6 pies.

+ El ancho mínimo en la parte superior del asiento es, (ref 6; Pag. 116):

$$G_T = \sqrt{\frac{5.012 F_1}{J(n-1) F_b} \left[h + \frac{A}{1.96} (1 - \text{sena}) \right]}$$

donde F_1 y F_2 están en ksi o psi y J, H y A en pulg. F_2 puede ser 18000 psi.

+ Las dimensiones mínimas del plato portador.

Ancho: $H = G_T + 1.56\sqrt{(Rt_m)}$ (R en pies)

Espesor: $t_x = (H - G_T)/2.43 R$

El plato portador es añadido para reducir los esfuerzos concentrados locales en la pared del cascarón, es considerado como parte del tanque.

+ Momento de inercia del asiento

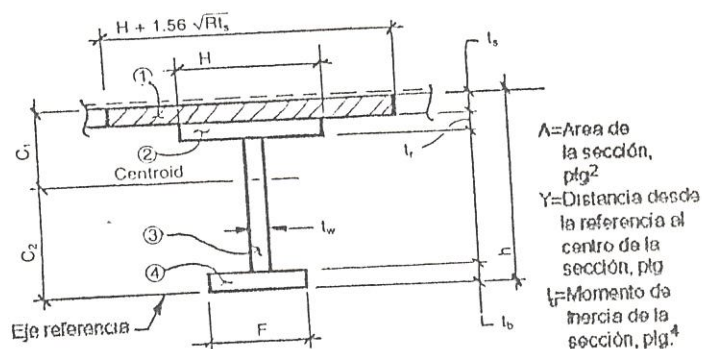


Figura 5.6 [ref 6]

$$C_2 = \Sigma AY/EA$$

$$C_1 = h - C_2$$

$$I = \Sigma AY^2 + \Sigma I_o - C_2^2 EA$$

+ Área transversal de la sección del asiento

(excluyendo el cascarón)

$$A_m = \Sigma A - A_1$$

5.7.2. Diseño de las partes del asiento

Alma

El alma está en tensión y flexión como resultado de las fuerzas rajadora del asiento. La fuerza rajadora, f_h , es la suma de todas las reacciones horizontales del asiento, (ref. 6; Pag 116).

+ Coeficiente de asiento

$$K_1 = \frac{1 + \cos\beta - 0.5 \operatorname{sen}^2\beta}{\pi - \beta + \operatorname{sen}\beta \cos\beta}$$

β está en radianes. Ver tabla 5.VI y
Figura 3.7

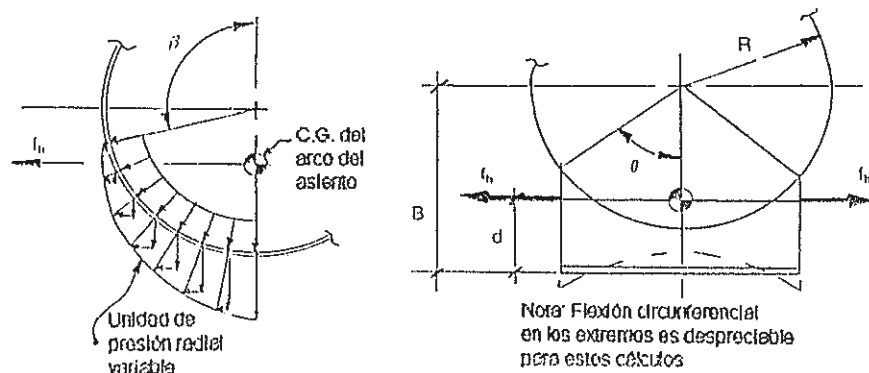


Figura 5.7 [ref 6]

Valores de K_1	
K_1	2θ
.204	120
.214	126
.226	132
.237	138
.248	144
.260	150
.271	156
.278	162
.294	168

Tabla 5.VI [ref 6]

+ Fuerza rajadora del asiento

$$f_n = K_1 (Q \text{ o } Q_{\pm})$$

+ Esfuerzo de tensión

$$\sigma_T = 2f_n/A_s < 0.6 F_y$$

Para tensión asuma la profundidad del asiento como $R/3$ máximo

+ Momento flector

$$d = B - R \sin \theta / \theta \quad \theta \text{ en radianes}$$

$$M = 2f_n d \quad [\text{Lb-pie}]$$

+ Esfuerzo flector

$$f_b = MC_1/I < 0.66 F_y$$

Placa base

+ Área

$$A_b = A_F$$

+ Presión de apoyo

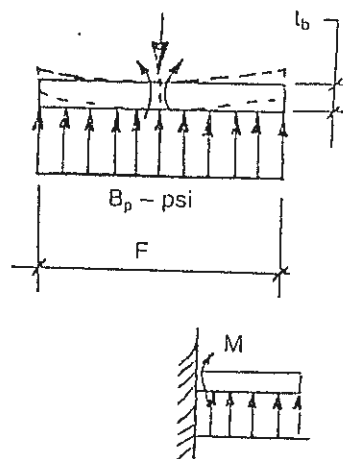


Figura 5.8 [ref 6]

$$B_p = Q/A_b < 750 \text{ psi permisible del concreto}$$

+ Espesor de la placa base

$$\text{Como } M = Q/4A \text{ y } Z = t_b^2/6(F/2) = t_b^2/3F$$

$$\text{y } F_b = M/Z = 3QF/4At_b^2$$

por lo tanto, (ref. 6; pag. 117)

$$t_b = \sqrt{\frac{3QF}{4AF_b}}$$

Pernos de anclaje

Debido a que el momento del viento por lo general, no es lo suficientemente grande para causar levantamiento, el mínimo tamaño de los pernos de anclaje 3/4-1 pulg. puede ser usado para fijar lo asientos. Por lo tanto, estos deben ser diseñados para vencer cualquier

expansión térmica o fuerza sísmica.

5.7.3. Diseño de rigidizadores verticales

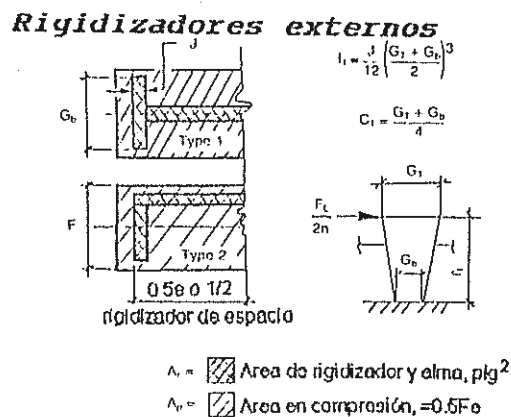


Figura 5.9 [ref 6]

+ Carga axial

$$P = B_p A_p$$

+ Esfuerzo compresivo

$$f_{ax} = P/A_x$$

+ Radio de giro

$$r = \sqrt{(I_1/A_x)}$$

+ Relación de esbeltez

$$l_1/r =$$

F_{ax} = siguiendo el procedimiento del
 subcapítulo 4.1.5 o de la sección
 1.5.1.3 del manual AISC.

+ Fuerza unitaria

$$f_u = F_1/2A$$

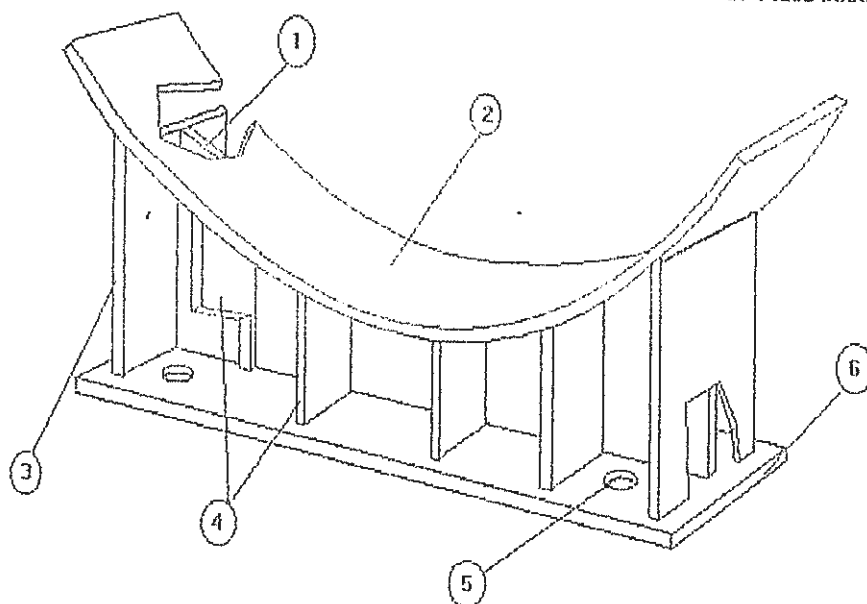
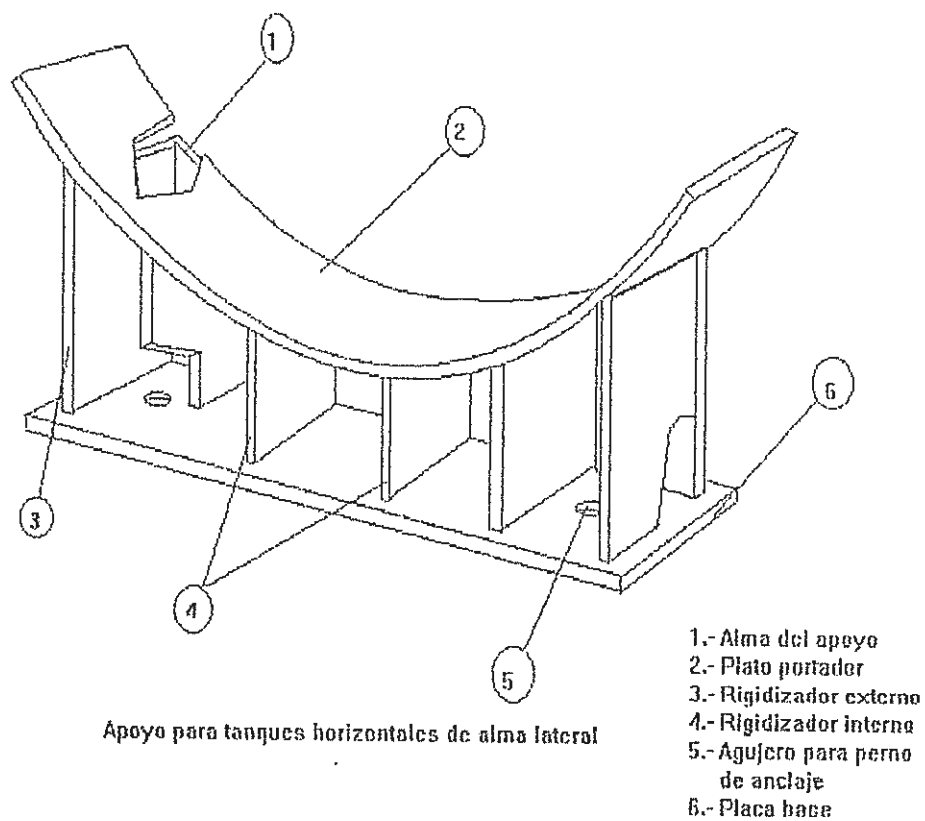


Figura 5.10

+ Momento flector

$$M = .5F_{ue}l_1$$

+ Esfuerzo de flexión, $F_b = 0.66F_y$

$$f_b = MC_1/I_1$$

+ Esfuerzo combinado

$$f_a/F_a + f_b/F_b < 1$$

Rigidizadores interiores

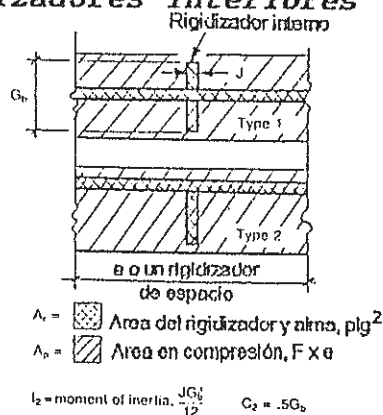


Figura 5.11 [ref 6]

+ Carga axial

$$P = B_p A_p$$

+ Esfuerzo de compresión

$$f_a = P/A_x$$

+ Radio de giro

$$r = \sqrt{(I_2/A_x)}$$

+ Relación de esbeltez

$$l_2/r =$$

$$F_a =$$

+ Fuerza unitaria

$$f_a = F_1/2A$$

+ Momento flector

$$M = f_a l_2 e$$

+ Esfuerzo flector

$$f_b = MC_2/I_2$$

+ Esfuerzo combinado

$$f_a/F_a + f_b/F_b < 1$$

5.8. Asientos soportes de construcción no rígida

Un análisis riguroso de esfuerzos locales en los asientos soportes, soldados al tanque o flojos, ha sido desarrollado y los resultados comparados con los valores experimentales. De esto se concluyó:

1. El análisis de esfuerzos en los asientos comúnmente usado da razonables resultados si se utilizan asientos no rígidos. En caso de asiento muy rígidos, (Fig. 5.12 b) los esfuerzos en los extremos del asiento subestima los esfuerzos actuales.
2. Los grandes esfuerzos de flexión longitudinales y circunferenciales pueden ser reducidos significativamente al diseñar la sección en voladizo del asiento como flexible, Fig. 5.12

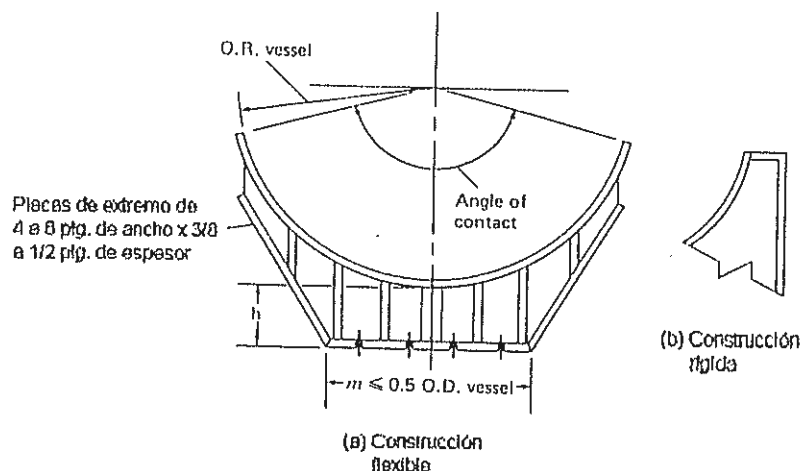


Figura 5.12 [ref 4]

Claramente, la sección del asiento en voladizo debe ser estructuralmente adecuada y diseñada para soportar la carga. Estas deben ser hechas lo suficientemente flexible para no endurecer rigidamente el cascarón del envase y por lo tanto introducir una mejor distribución de la fijación y esfuerzos alrededor de los extremos del asiento. Una ventaja adicional de este tipo de asiento sería cuando existe la necesidad para soportes de acero o concreto de pequeños tamaños.

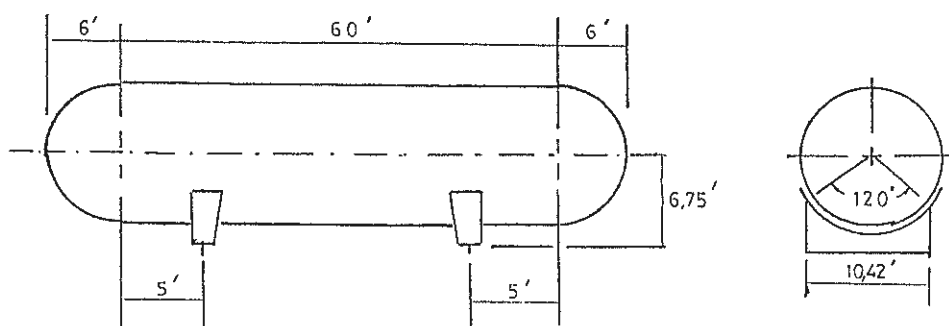
3. Los envases sometidos a presiones de operación estables, tienen suficiente resistencia de empotramiento para soportar los altos picos de esfuerzo en los extremos excediendo el estimado considerado seguro. Por lo tanto, los altos

picos de los esfuerzos en los extremos pueden volverse importantes para tanques sometidos a presiones de operación cíclicas. Generalmente, el uso de asientos sumamente rígidos, los cuales producen esfuerzos elevados en los extremos de los asientos, como el mostrado en la figura 5.12 b, debe ser evitado.

4. Los esfuerzos circunferenciales bajo las alas del asiento son bajos.

5.9. Problema demostrativo

1. Datos de diseño



Peso del tanque: 600.000 lb

El tanque no contiene rigidizadores

Longitud efectiva del tanque: 60 pies

Radio del tanque: 6 pies

Largo de los cabezales: 6 pies

Longitud entre apoyos: 50 pies



Distancia entre apoyos y cabezales: 5 pies
 Distancia entre la base del apoyo y el eje central del tanque: 6,75 pies
 Largo de los apoyos: 10,42 pies
 Ancho aproximado de los apoyos: 12 plg
 Velocidad del viento: 70 Mph
 Factor de forma: 0,6
 Zona sísmica 1: $C_m = 0,69$
 Diámetro efectivo: $D_m = 1,8$ $D = 14,16$ (Tab. 5.2)
 Angulo de apoyo: 120°
 Espesor del tanque: 1,125 plg
 presión interior del tanque: 200 psi
 Material del tanque: SA 516 gr 60
 $S_m = 15$ ksi. en tensión
 $S_m = 12.5$ ksi en compresión
 Factor de fricción: 0,10

2. Determinación de cargas debido al viento

siguiendo la sección 5.3

a) Transversal

$$A = 60(14,16) = 849,6 \text{ pie}^2$$

$$q_m = 0,00256 * 0,87 * 70^2 = 10,91 \text{ psf}$$

$$F_t = 849,6 * 0,6 * 1,29 * 10,91 * 0,5 = 3.587 \text{ lb}$$

b) Longitudinal

$$A = \pi 14,16^2 / 4 = 157,5$$

$$q_z = 10,91 \text{ psf}$$

$$F_1 = 157,5 * 0,6 * 1,29 * 10,91 = 1329 \text{ lb}$$

3. Determinación de cargas debido a sismos

a) Transversal

$$F_t = 0,069 * 600.000 * 0,5 = 20.700 \text{ lb}$$

b) Longitudinal

$$F_1 = 0,069 * 600.000 = 41.400 \text{ lb}$$

4. Expansión y contracción del tanque

$$F_1 = 0,10 * 600.000 / 2 = 30.000 \text{ lb}$$

5. Reacciones

Los máximos valores fueron producidos por los sismos

a) Transversal

$$Q_t = 600.000 / 2 + 6 * 20.700 * 6,75 / 10,42 = 380.455 \text{ lb}$$

b) Longitudinal

$$Q_1 = 600.000 / 2 + 41.400 * 6,75 / 50 = 305.589 \text{ lb}$$

Por lo tanto, el valor de Q para el diseño y chequeo de esfuerzos será Q_e .

6. Chequeo de esfuerzos longitudinales

a) Flexión longitudinal en los apoyos, (Sec. 5.4)

$$\begin{aligned} M_1 &= 6 \cdot 600.000 [(8 \cdot 5 \cdot 6 + 6 \cdot 5^2 - 3 \cdot 6^2 + 3 \cdot 6^2) / (3 \cdot 60 + 4 \cdot 6)] \\ &= 4'364.042 \text{ lb-plg} \end{aligned}$$

Parte superior del tanque trabajando en tensión

$$S_1 = 4'364.042 / [3,14 \cdot (6 \cdot 12)^2 \cdot 1,125] = 238.3 \text{ psi}$$

$$238,3 + 200 \cdot (6 \cdot 12) / (2 \cdot 1,125) \leq 1,0 \cdot 15.000$$

$$6638,3 \leq 15.000$$

Parte inferior del tanque trabajando en compresión

$$S_2 = -4'364.042 / [10,6038 (6 \cdot 12)^2 \cdot 1,125] = -1.241 \text{ psi}$$

$$-1.241 + 200 \cdot (6 \cdot 12) / (2 \cdot 1,125) \leq 12.500$$

$$5.159 \leq 12.500$$

La estructura soporta

b) Flexión longitudinal en la mitad del tanque

$$\begin{aligned} M_2 &= 3 \cdot 600.000 [(3 \cdot 60^2 + 6 \cdot 6^2 - 6 \cdot 6^2 - 12 \cdot 5 \cdot 60 - \\ &\quad 16 \cdot 5 \cdot 6) / (3 \cdot 60 + 4 \cdot 6)] = 37'597.906 \text{ lb-plg} \end{aligned}$$

a) En los extremos del tanque

$$L \geq 8R \cong 60 \geq 48$$

$$S_9 = -\frac{380.455}{4*1,125*(12+1,56*\sqrt{(6*12)}*1,125)} - \frac{3*0,04*380.455}{2*1,125^2}$$

$$S_9 = -21.283 \leq 1,5 * 15.000$$

$$= -21.283 \leq 22.500 \text{ psi}$$

Y además se debe cumplir que

$$-21.283 \leq 0,9*32.000$$

$$-21.283 \leq 28.800$$

Por lo cual la estructura si resiste

b) Por debajo del tanque

$$S_{12} = -\frac{0,760*380.455}{1,125(12+1,56*\sqrt{(6*12)}*1,125)} = -9.870$$

$$9.870 \leq 0,5*32.000$$

$$9.870 \leq 16.000$$

y además se debe cumplir que

$$9.870 \leq 1,5*15.000$$

$$9.870 \leq 22.500$$

Por lo cual la estructura si resiste

9. Diseño del asiento

Datos ingresados para el diseño del asiento

obtenidos de la tabla 5.V y de la sección 5.7

Espesor de los rigidizadores: 0,75 plg

Largo de la base de los apoyos: 125 plg

Distancia entre la placa base y el espesor del
tanque en la parte inferior: 10 plg

Angulos α : 30°

β : 120°

Ancho de la placa base: 9 plg

Ancho inferior de los rigidizadores: 8 plg

Material del asiento A 283 A: $F_y = 30$ ksi

Número de rigidizadores = $125/24 + 1 = 6$

a) Ancho mínimo superior de los rigidizadores

$$G_T = \sqrt{\frac{5,012 * 41.400}{0,75 * (6-1) * 18.000} * \left[10 + \frac{125}{1,96} * \sqrt{1 - \sin 30}\right]}$$

$G_T = 11,35$ plg

b) Ancho mínimo del plato portador

$H = 11,35 + 1,56 \sqrt{6 * 1,125} = 15,43$

c) Espesor mínimo del plato portador

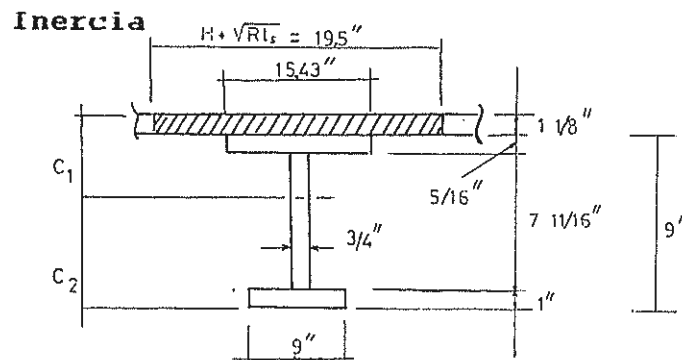
$t_z = (15,43 - 11,35) / (2,43 * 6) = 0,278$ plg

d) Espesor de la placa base

$$t_b = \sqrt{[(3 \cdot 380.455 \cdot 9) / (4 \cdot 125 \cdot 18.000)]} = 1 \text{ plg}$$

Una vez que todo el asiento está diseñado se chequean los esfuerzos que se producen en el asiento.

10. Chequeo de esfuerzos en el asiento



	A	Y	AY	AY ²	I _o
1	21,94	9,56	209,75	2005,2	2,31
2	4,822	8,84	42,63	376,8	0,0392
3	5,766	4,84	27,91	135,1	28,39
4	9	0,5	4,5	2,25	0,75

$$C_2 = 6,858 \text{ plg}; C_1 = 3,267 \text{ plg}; I = 597,75 \text{ plg}^4; A = 19,59$$

alma

De la tabla 5.VI

$$K_1 = 0,204$$

Fuerza rajadora del asiento

$$F_R = 0,204 \cdot 380.455 = 77.431 \text{ lb}$$

Esfuerzos de tensión

$$2 \cdot 77.421 / 19,59 \leq 0,6 \cdot 30.000$$

$$7.905 \leq 18.000$$

momento flector

$$d = 6,75 - 6 \sin 60 / (60 \cdot \pi / 180) = 1,79 \text{ pie}$$

$$M = 2 \cdot 77.431 \cdot 1,79 = 276.899 \text{ lb-pie}$$

Esfuerzos de flexión

$$276.899 \cdot 12 \cdot 3,267 / 597,75 \leq 0,66 \cdot 30.000$$

$$18160 \leq 19.800 \text{ psi}$$

Placa base

$$A_B = 125 \cdot 9 = 1.125$$

Esfuerzo sobre el concreto

$$380.455 / 1.125 \leq 0.3 \cdot 3.000$$

$$338 \leq 900$$

Rigidizadores externos

Carga axial

$$e = A / (n-1) = 25$$

$$P = 338(0,5 \cdot 9 \cdot 25) = 38.025 \text{ lb}$$

Esfuerzo de compresión

$$A_x = 0,75 \cdot (25/2 - 1/2) + 0,75(8 - 0,75) = 14,4 \text{ plg}^2$$

$$f_a = 38.025 / 14,4 = 2.634$$

Radio de giro

$$I_1 = 0,75 * [(11,35+8)/2]^3 / 12 = 56,6 \text{ plg}^4$$

$$r = \sqrt{(56,6/14,4)} = 1,983 \text{ plg}$$

$$C_1 = (G_T + G_B)/4 = 4,84 \text{ plg}$$

Esfuerzo admisible

$$l_1 = 9 + (6*12)(1-\cos 60) = 45 \text{ plg}$$

$$l_1/r = 45/1,983 = 22,7$$

$$C_c = \sqrt{(2\pi^2 * 29 * 10^6 / 30.000)} = 138,1$$

$$l_1/r < C_c \gg F_a = 17.130 \text{ psi}$$

Fuerza unitaria

$$f_a = 41.400 / (2*125) = 165 \text{ lb/plg}$$

Momento de flexión

$$M = 0,5 * 165 * 25 * 45 = 92.812 \text{ lb-plg}$$

Esfuerzo de flexión

$$f_b = 92.812 * 4,84 / 56.6 = 7.932 \text{ psi}$$

$$F_b = 0,66 * 19.800$$

El chequeo de esfuerzos combinados, según como está explicado en la sección 4.1.5 es

$$0,497 \leq 1,0$$

Rigidizadores internos

$$A_p = 9 * 25 = 225 \text{ plg}^2$$

$$P = 338 * 225 = 76.050 \text{ lb}$$

$$A_x = 0,75 * 25 + 0,75(8-0,75) = 24,2 \text{ plg}^2$$

$$f_a = P/A_x = 3.144 \text{ psi}$$

$$I_2 = 0,75 * 8^3 / 12 = 32 \text{ plg}^4$$

$$r = \sqrt{(32/24,2)} = 1,15$$

$$l_2 = 9 + 72 - \sqrt{72^2 - (72 \sin 60 - 25)^2} = 19,45 \text{ plg}$$

$$l_2/r = 16,91; C_a = 138 \gg F_m = 17.138 \text{ psi}$$

$$f_u = 165 \text{ lb/plg}$$

$$M = 165 * 19,45 * 25 = 80.231 \text{ lb-plg}$$

$$C_2 = 0,5 * 8 = 4 \text{ plg}$$

$$f_b = 80.231 * 4 / 32 = 10.029 \text{ psi}$$

$$F_b = 0,66 * 30.000 = 19.800 \text{ psi}$$

Esfuerzos combinados

$$0.614 \leq 1,0$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Los tanques horizontales siempre actúan como vigas con las siguientes excepciones
 - a. Las condiciones de carga varían para tanques llenos o parcialmente llenos.
 - b. Los esfuerzos varían de acuerdo al ángulo θ y la distancia A.
 - c. La carga debido al peso es combinada con otras cargas.
- 2.- Los tanques de grandes diámetros, y de paredes delgadas son mejor soportados cerca de los cabezales. Los esfuerzos resultantes en los cabezales deben ser chequeados para cerciorarse que los cabezales están lo suficientemente rigidizados para transmitir la carga hacia los cabezales.
se parte
- 3.- Los tanques de paredes gruesas están mejor soportados



en donde los esfuerzos debido a la flexión longitudinal sobre los asientos, son aproximadamente iguales a la flexión longitudinal en la mitad del tanque. Por lo tanto A no debe exceder $0.2L$

- 4.- El mínimo ángulo de asiento es $\theta = 120^\circ$, excepto para tanques pequeños. Para tanques diseñados bajo presión externa (vacío), θ debe ser siempre 120° . El máximo ángulo es 168° si se utiliza un plato portador.
- 5.- Excepto para grandes razones de L/R o $A > R/2$, el esfuerzo que gobierna es la flexión circunferencial en los extremos del asiento. Los cordones de soldadura deben ser evitados en los extremos de los tanques para estos casos.
- 6.- Se puede utilizar un plato portador para reducir los esfuerzos en los extremos del asiento solamente si los asientos se encuentran cerca de los cabezales ($A \leq R/2$), y el plato portador se extiende $R/10$ (5.73 deg.) sobre los extremos del asiento.
- 7.- Si se determina que se deba utilizar un anillo rigidizador para reducir los esfuerzos del cascarón, aleje los asientos de los cabezales (preferible a

$A=0.2L$). Esto prevendrá diseñar un tanque con un centro flexible y extremos rígidos. El tamaño de los anillos rigidizadores puede ser reducido utilizando un ángulo de asiento de 150° .

- 8.- Un anillo rigidizador interno es lo mas deseable para esfuerzos localizados debido a que el máximo esfuerzo en el cascarón es compresivo, el cual es reducido por la presión interna. Por lo tanto un anillo rigidizador interno puede no ser practico para un proceso con corrosión localizada.
- 9.- La profundidad del alma es importante en desarrollar la rigidización para prevenir la flexión alrededor de la abcisa de la sección transversal del asiento. Para tanques grandes, asuma como mínimo 6 plg desde el inferior del plato portador hasta la parte superior de la placa base.
- 10.- La longitud completa del alma puede ser asumida efectiva al soportar los esfuerzos compresivos en todo lo largo con los rigidizadores. Los rigidizadores no son efectivos en soportar las cargas compresivas si estos están separados a mas de 25 veces el espesor del alma.

- 11.- Los esfuerzos compresivos del concreto se los considera usualmente uniformes. Con lo cual se asume que el asiento es lo suficientemente rígido para distribuir la carga uniformemente.
- 12.- Los tanques horizontales de gran diámetro son mejor soportados con asientos de 168° . Los asientos con un ángulo mayor no contribuyen efectivamente a bajar los esfuerzos del cascarón y son más difíciles de fabricar. El plato portador no necesita extenderse mas allá de 6° hacia las líneas centrales del tanque en ningún caso.

CAPITULO VI

VI. PROGRAMA DE COMPUTADORA, ALGORITMO Y FLUJOGRAMA

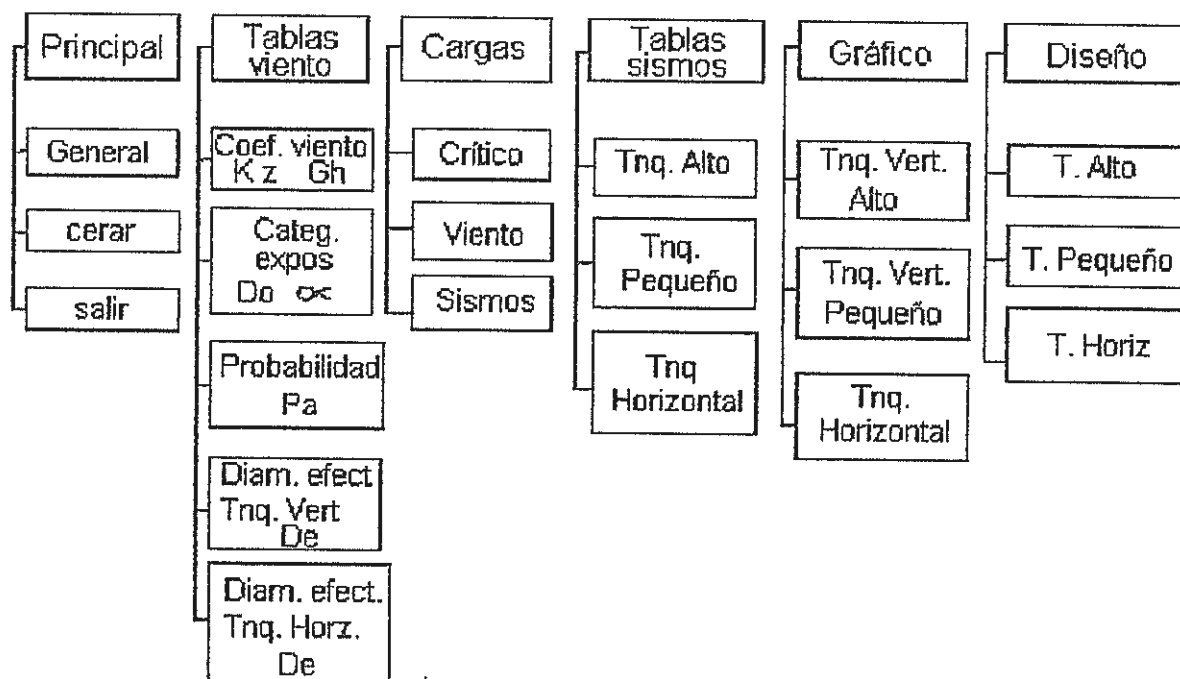
6.1. Programa principal para el diseño de los apoyos

En un sistema de computación moderno, las opciones que son elegidas por el usuario y que a su vez son provistas por un programa en particular, son generalmente diseñados como una división de menus horizontales con sus respectivas divisiones verticales. Por tal razón el flujograma principal se concentra en la elección de la opción definida por el usuario.

A continuación se va a indicar de manera general y en algunos casos de manera particualr, como el usuario a traves del flujograma accesa a una opción determinada. En caso de que estas opciones requieran de un mayor detalle, lo mas convenmiente ha sido reaslizar sub-flujogramas.

DIAGRAMA DE BLOQUES

Apotan. EXE



El siguiente es un compendio del significado de cada cuadro.

Principal

General.- Indicaciones generales acerca de como manejar el programa

Cerar.- Ingresar cero en todos los valores ingresados y en todos los resultados

Salir.- Sale del programa

Tablas viento

Coeficiente Viento.- Ingresar los valores de K_z y G_h

Categoría de exposición.- Ingresar los valores de α y D_o

Probabilidad.- Ingresar la probabilidad de que el viento exceda la velocidad de diseño

Diámetro efect. Tnq. Vertical.- Ingresar el valor del diámetro efectivo para tanques verticales

Diam. efect. Tnq. Horizontal.- Ingresas el valor del ¹⁹³
diámetro efectivo para
tanques horizontales

Cargas

Crítico.- Compara las cargas que actúan sobre el tanque
y determina cual es la mas crítica

Viento.- Determina las cargas producidas por la acción
del viento

Sismos.- Determina las cargas producidas por la acción
de posibles sismos

Tablas sismos

Tnq Alto.- Ingresas datos de tablas de coeficientes
sísmicos para tanques altos

Tnq Pequeño.- Ingresas datos de tablas de coeficientes
sísmicos para tanques bajos

Tnq Horizontal.- Ingresas datos de tablas de
coeficientes sísmicos para tanques
horizontales

Tnq. Vert. Alto.- Demuestra por medio de un gráfico los resultados del tanque vertical alto

Tnq. Vert. Bajo.- Demuestra por medio de un gráfico los resultados del tanque vertical bajo

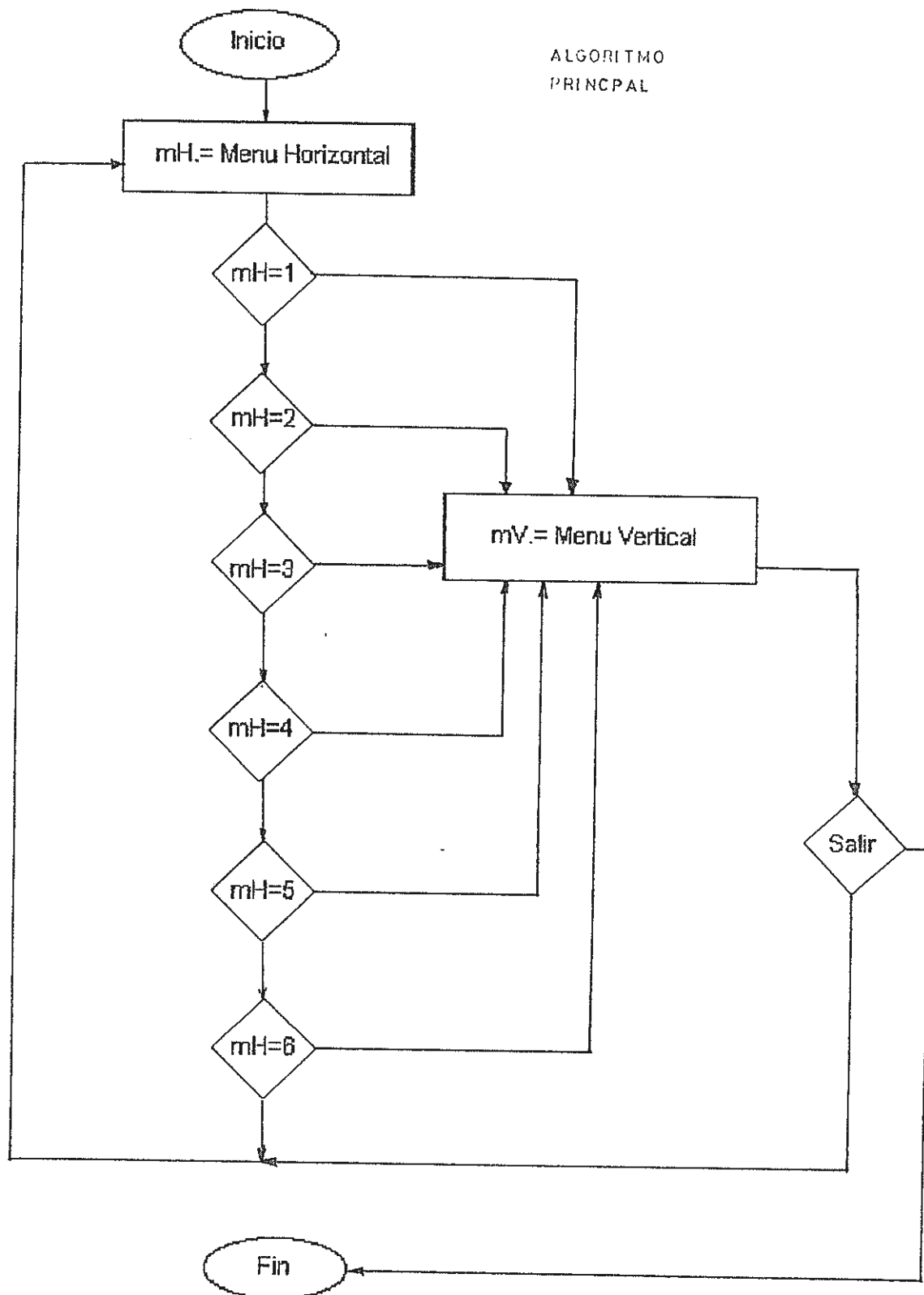
Tnq. Horizontal.- Demuestra por medio de un gráfico los resultados del tanque horizontal

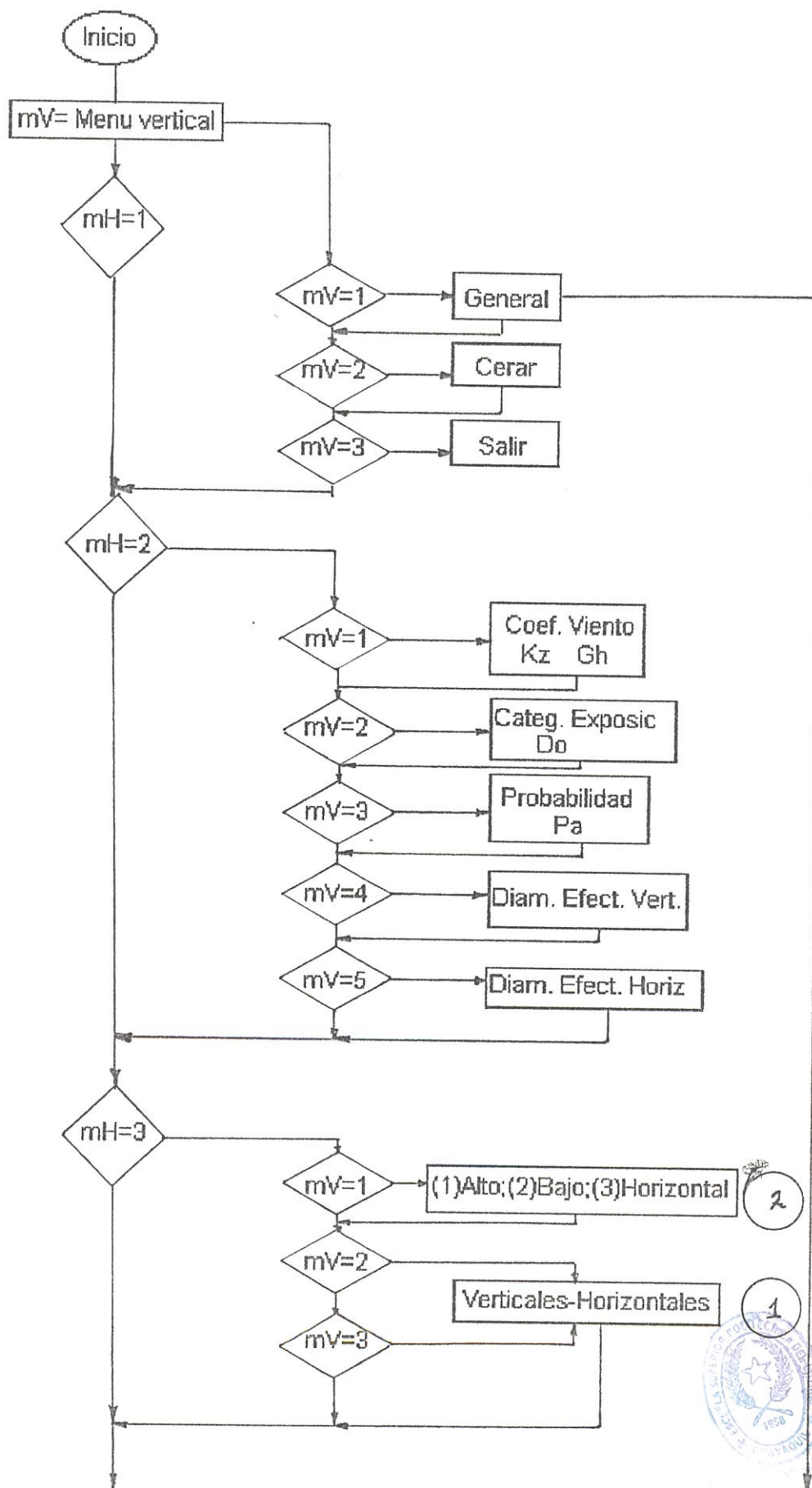
Diseño

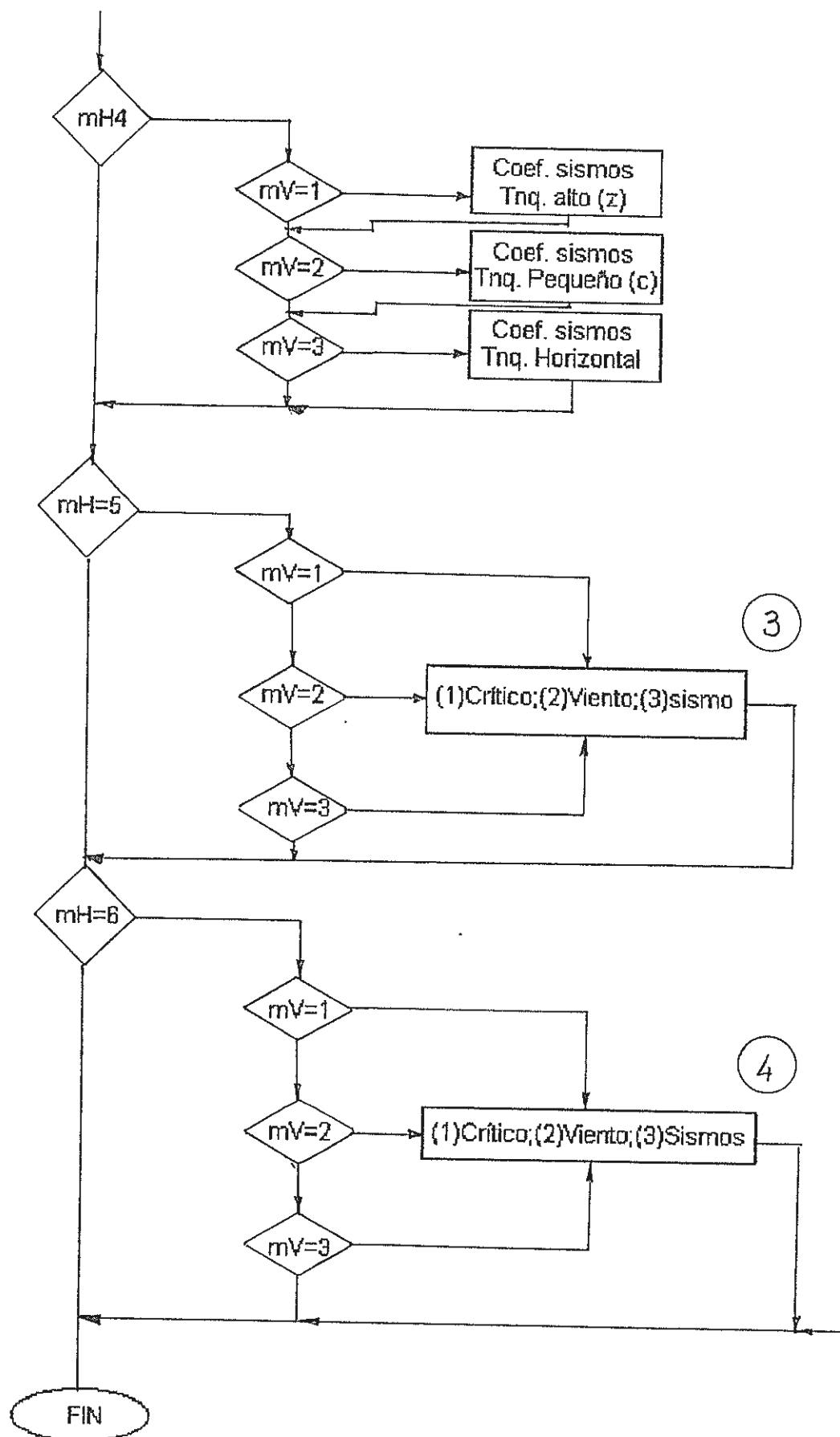
Tnq. Alto.- Ingresa los datos adicionales para los cálculos en el diseño de apoyos para tanques altos

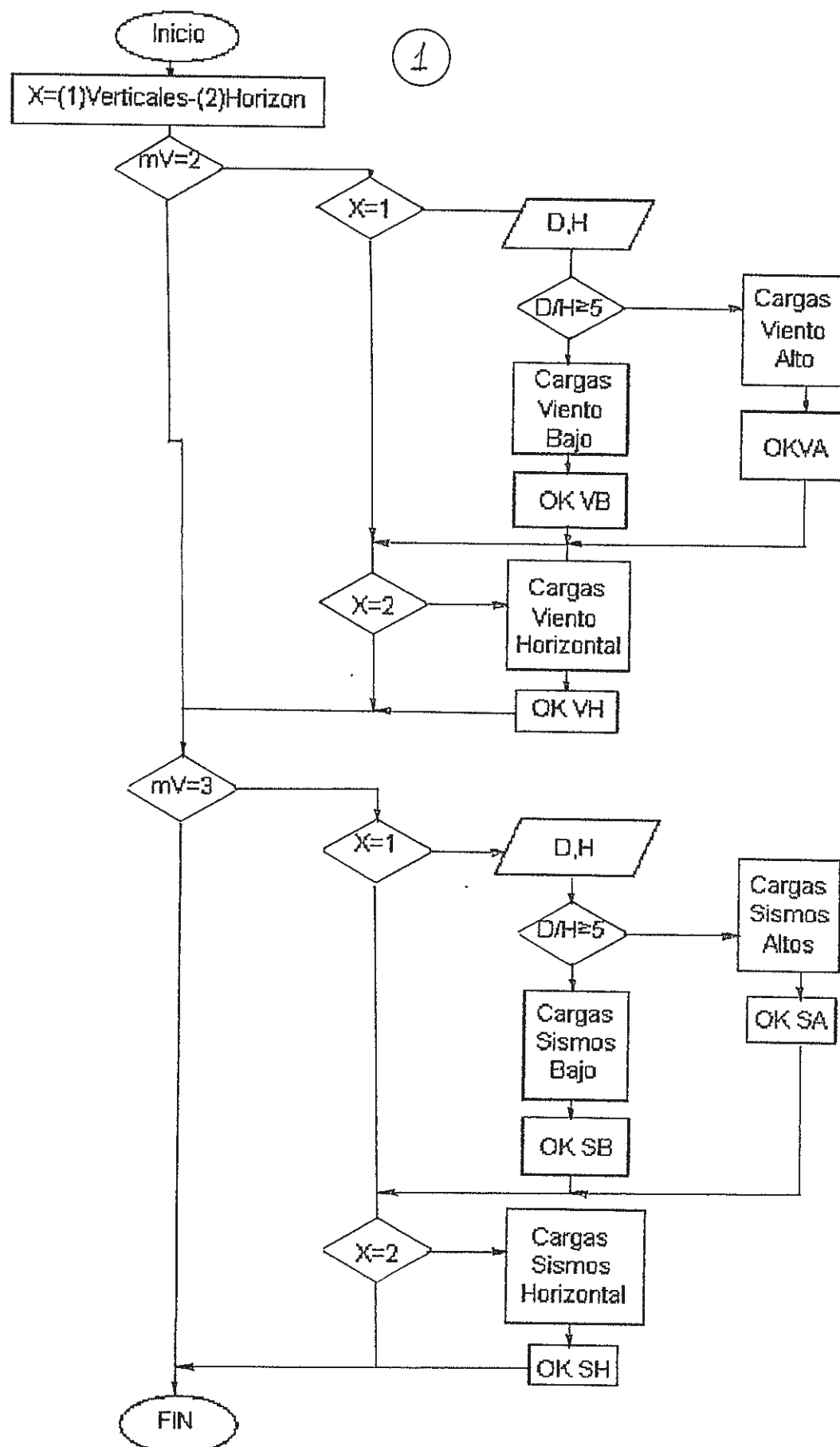
Tnq. Pequeño.- Ingresa los datos adicionales para los cálculos en el diseño de apoyos para tanques pequeños

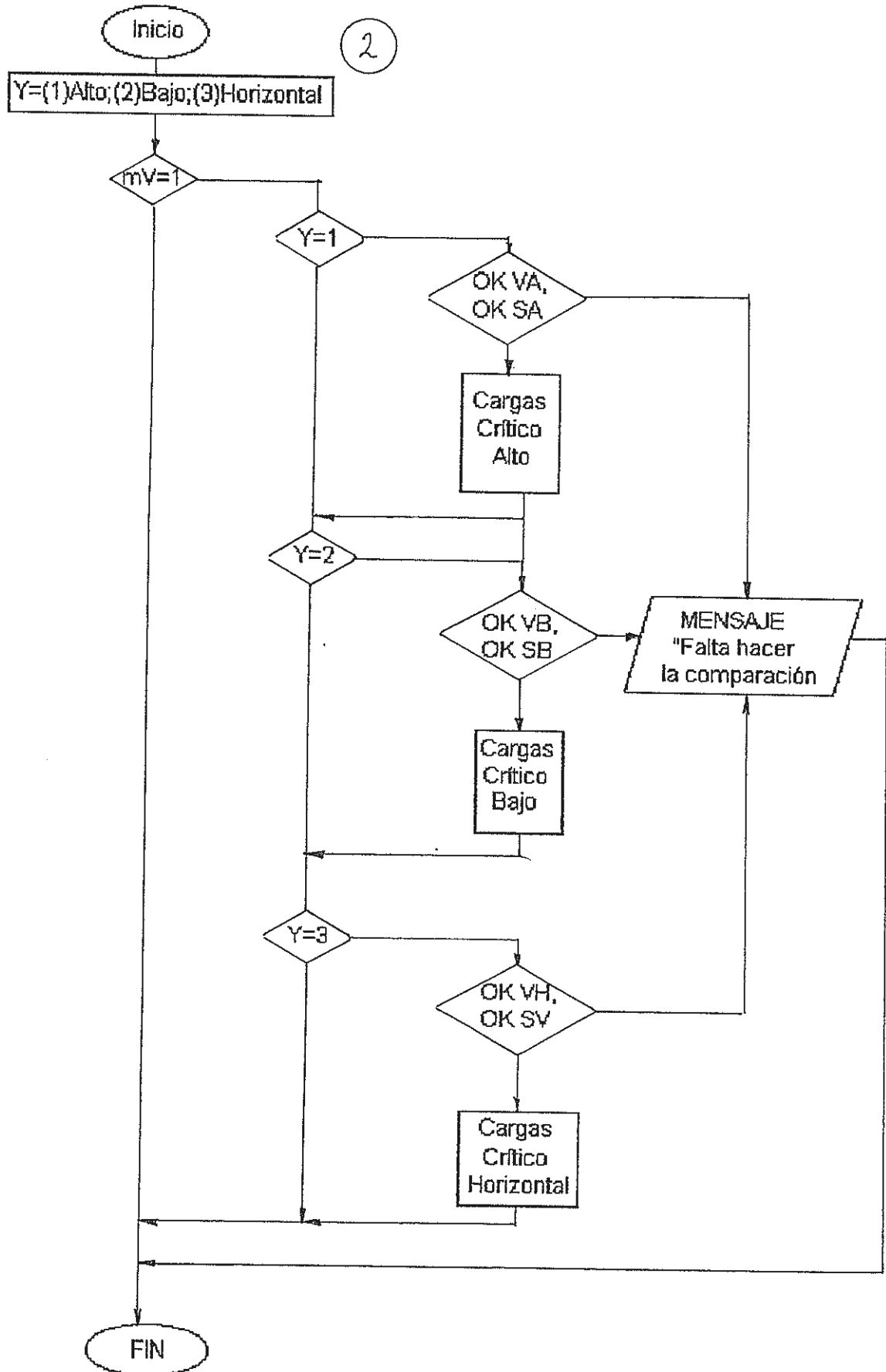
Tnq. Horizontal.- Ingresa los datos adicionales para los cálculos en el diseño de apoyos para tanques horizontales

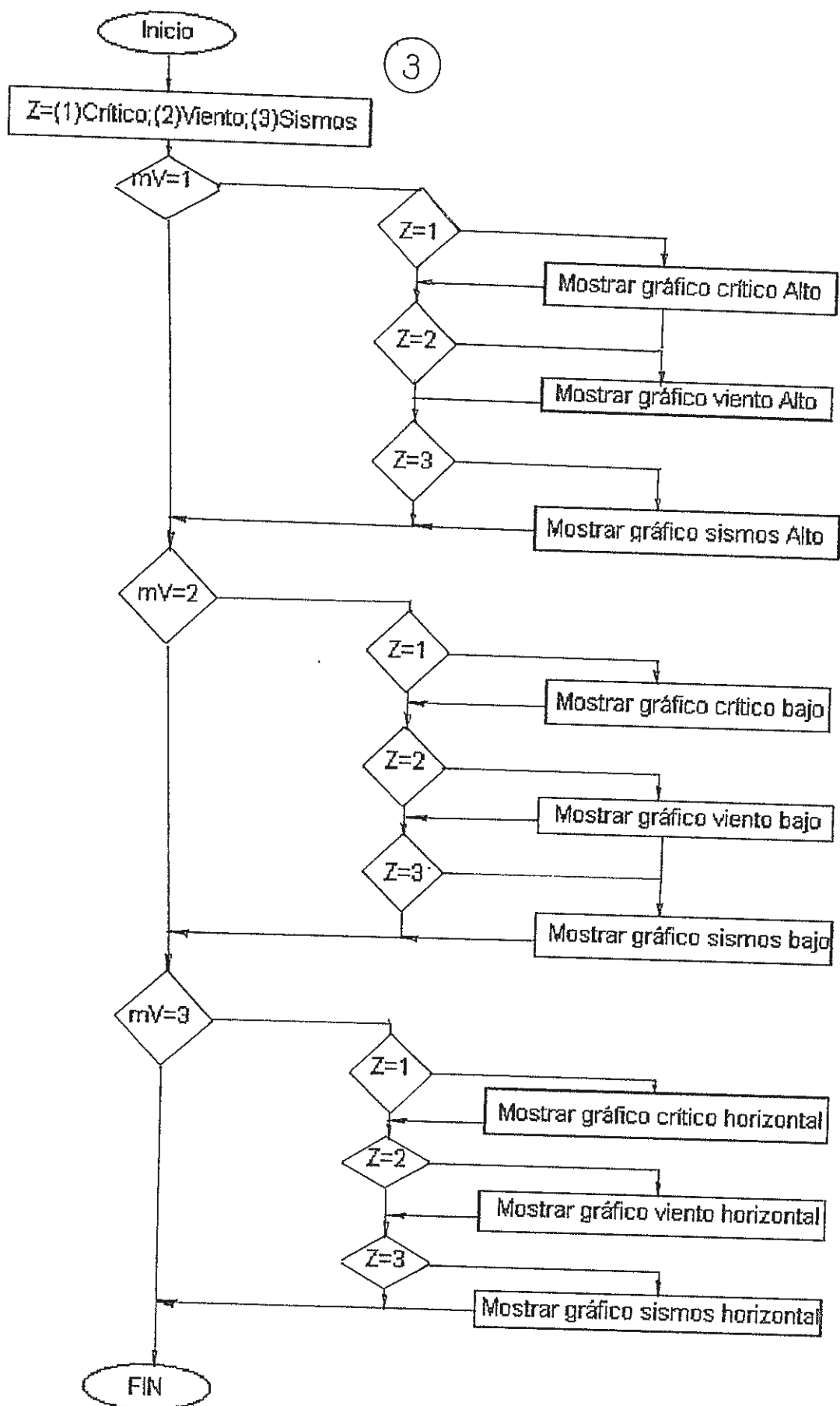
ALGORITMO
PRINCIPAL

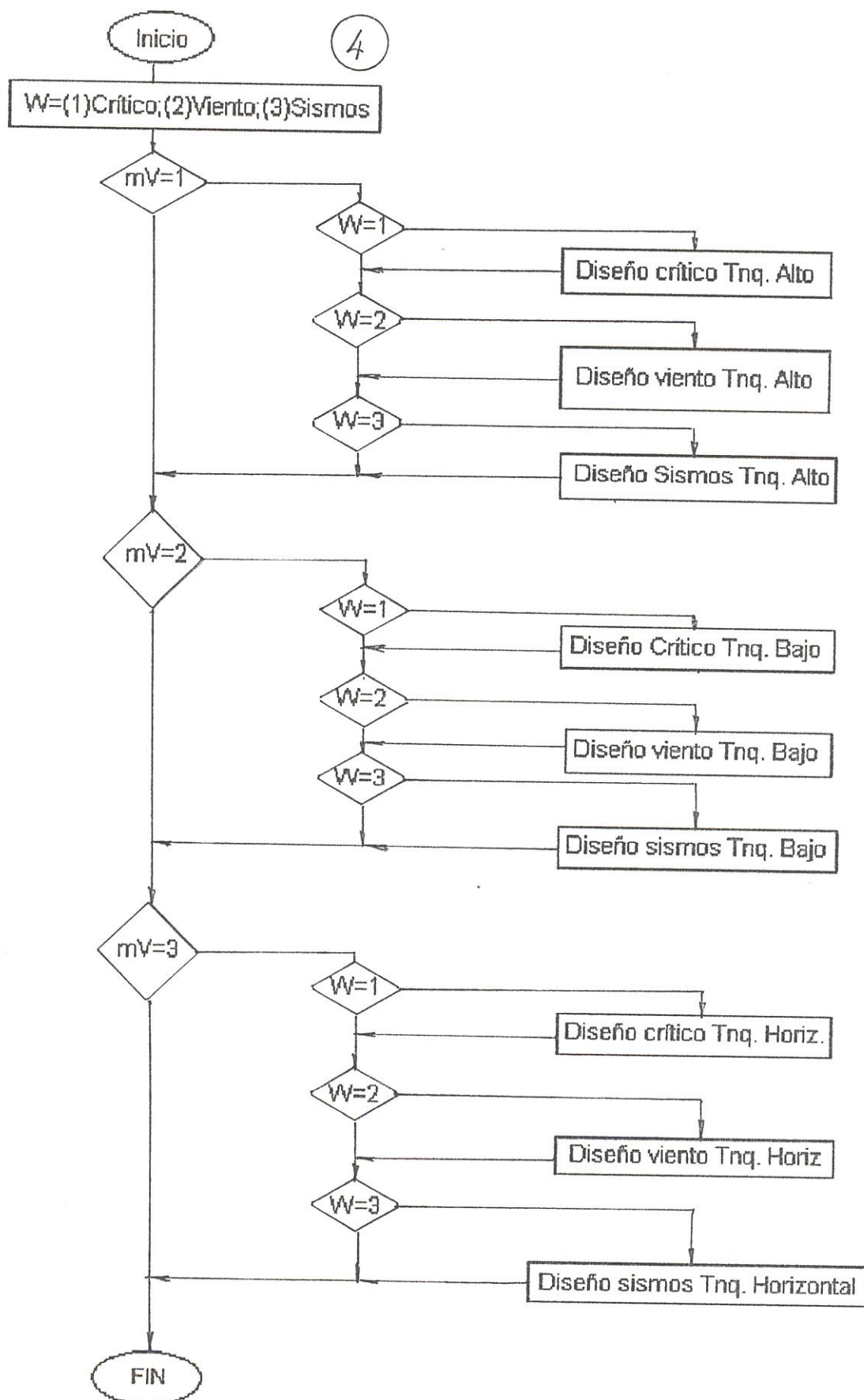












```

/*****
/*****
/*****
/***** Programa PRINCIPAL para el diseño de los Apoyos *****/
/*****
/*****
/*****

#include <dos.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>

void presentacion(), pantalla_princ(), cursor_si(), cursor_no(), resalta(), apaga(), resalta_edicion(), apaga_edicion(),
prompt(), pantalla_princ(), datos_edicion(), resalta_arch(), apaga_arch(), datos_archivo(), resalta_tecn(),
apaga_tecn(), datos_tecn(), resalta_vent(), apaga_vent(), datos_vent(), resalta_imp(), apaga_imp(), datos_imp();

int menu(), menu_vertical(), ingreso_diam_alt(), ingreso_diam(), ingreso_coexd(), ingreso_coecat(), ingreso_coevi(),
ingreso_dat_sal();

void main()
{
char area[456]="", area1[456]="", area2[266]="", area3[266]="", area4[130]="", area5[130]="", area6[210]="",
area7[210]="", areax1[36*10*2]="";
char
area11[7*1*23*2]="", area21[46*13*2]="", area13[55*16*2]="", area211[62*15*2]="", areax[64*18*2]="", areax1[36*10*2
]="", area212[62*15*2]="";
char
areaxy1[35*5*2]="", areaxy19[35*6*2]="", aread3[50*18*2], areasi[36*8*2], areacrit[32*7*2], area_dis_alt[48*15*2], are
a_dis_baj[54*21*2];

inlope=0, oper=1, m_a, despliega=0, activa=0, tec, successvi=0, successcat=0, successprob=0, successdiam=0, successdiam2
=0, suceso_diam_alt=0,
suceso_dat_sal=0, successc=0, successcs=0, preg=0, successz=0, Crit, okAs=0, okAv=0, okBv=0, okBs=0, okHs=0, okHv=
0,
success_dis_alt=0, success_dis_baj=0, dga, prg2, okcrit=0, okcritt=0, okcrittt=0, cla=0, anho=0;

float
covikz=0, covigh=0, alfa=0, diametro=0, probab=0, diamestr=0, dimetr=0, alltur=0, dian=0, marca=0, vvient=0, factor=0,
tefec=0, lej=0, lejs=0, patas=0, ancc=0, peso=0, cent=0, centj=0, cents=0, dopy=0, aec=0, larg=0, diah=0, sa=0, GG=0, MM
=0, Csis=0, coecsh=0, Coez=0, cz=0, esp=0,
Db=0, Da=0, Dh=0, Dbs=0, Das=0, Dhs=0, Pb=0, Pa=0, Ph=0, Pbs=0, Pas=0, Phs=0, Mav=0, Mavs=0, Mayv=0, Mbs=0, M1b
v=0, M2bv=0, Mby=0,
Ql=0, Qt=0, Qls=0, Qts=0, Qht=0, Qhl=0, QTh=0, p=0, t=0, St=0, Sl=0, E=0, Sk=0, d=0, N=0, We=0, Sp=0, Sb=0, Sa=0, ask=0
, ev=0, eb=0, er=0,
ct=0, ft=0, gt=0, nt=0, bt=0, at=0, dp=0, Aj=0, dj=0, lx=0, ly=0, bfj=0, Fgc=0, Fgp=0, Wej=0, Ej=0, Sac=0, Sat=0, Sct=0, pj=0, tj
=0, L1j=0, Amxj=0, Qj=0,
aj=0, bj=0, gj=0, tbj=0, diaper=0, ws=0, wv=0, Nj=0, Ns=0, dgb=0, Dbc=0, Mbc=0, Nc=0, Phc=0, centc=0, tec=0, Abaj=0, Aav
=0, Aas=0, Dac=0, Aac=0, tfj=0, twj=0, Abs=0,
lebs=0, hts=0, hA=0, hH=0, hEw=0, hSt=0, hSc=0, hp=0, htw=0, hth=0, hFyt=0, hFya=0, hb=0, hJ=0, hh=0, ho=0, hle=0, hF=
0, FL=0, FS=0, Lev=0, Les=0, Ev=0, Es=0,
Rhhd=0, tbhd=0, Gbhd=0, Glhd=0, Hhd=0, llh=0, trr=0, nh=0, Ah=0;

struct text_info text;
textcolor(10); clrchar(1,1,80,25,' '); textcolor(BLUE);
clrchar(1,2,80,24,' '); textcolor(7); textbackground(BLUE);
cuadro(1,2,80,24,2,0);
presentacion();
getch();
pantalla_princ();

```

```

/***** PROGRAMA PRINCIPAL *****/
/*****
do{
oper=menu(oper,depliega);
do{
do{
switch(oper)
{ case 1:
    gettext(3,4,18,8,area1);
    window(3,4,18,8);
    textcolor(0);
    clschar(3,4,18,8,'U');
    gettext(2,3,17,7,area);
    window(2,3,17,7);
    textbackground(7);
    textcolor(7);
    clschar(2,3,17,7,'U');
    textcolor(0);
    datos_archivo();
    window(1,1,80,25);
    cuadro(2,3,17,7,1,0);
    ope=1;
    m_a=menu_vertical(1,1,&depliega,&activa);
    if(activa==1)
    {switch(m_a)
    { case 1: break;
      case 2: break;
      case 3: break;
    }
    depliega=1;
    if(m_al=3)
    m_a=1;
    }

    puttext(2,3,17,7,area);
    puttext(3,4,18,8,area1);
    textattr(text_attribute);
    break;

case 2: gettext(16,4,34,10,area2);
    window(16,4,34,10);
    textcolor(0);
    clschar(16,4,34,10,'U');
    gettext(15,3,33,9,area3);
    window(15,3,33,9);
    textbackground(7);
    textcolor(7);
    clschar(15,3,33,9,'U');
    textcolor(0);
    datos_edicion();
    window(1,1,80,25);
    cuadro(15,3,33,9,1,0);
    ope=0;
    m_a=menu_vertical(1,2,&depliega,&activa);
    if(activa==1)
    {switch(m_a)
    { case 1: gettext(6,1,76,23,area11);

```

```

    coevi();
    if(ingreso_coevi(&covikz,&covigh)!=0)
        sucessvi=1;
    puttext(6,1,76,23,area11);
    break;

case 2: gettext(15,4,60,16,area21);
    coecat();
    if(ingreso_coecat(&alfa,&diametro)!=0)
        sucesscat=1;
    puttext(15,4,60,16,area21);
    break;

case 3: gettext(11,3,65,18,area13);
    coexed();
    if(ingreso_coexed(&probab,&cia,&anho)!=0)
        sucessprob=1;
    puttext(11,3,65,18,area13);
    break;

case 4: gettext(10,4,71,18,area211);
    coediam();
    if(ingreso_diam(&diametr,1)!=0)
        sucessdiam=1;
    puttext(10,4,71,18,area211);
    break;

case 5: gettext(10,4,71,18,area212);
    coediam2();
    if(ingreso_diam(&dimetr,2)!=0)
        sucessdiam2=1;
    puttext(10,4,71,18,area212);
    break;
}
m_a=2;
depliega=1;
}

puttext(15,3,33,9,area3);
puttext(16,4,34,10,area2);
textattr(text attribute);
break;

case 3: gettext(28,4,40,8,area4);
    window(28,4,40,8);
    textcolor(0);
    cishar(28,4,40,8,'U');
    gettext(27,3,39,7,area5);
    window(27,3,39,7);
    textbackground(7);
    textcolor(7);
    cishar(27,3,39,7,'U');
    textcolor(0);
    datos_imp();
    window(1,1,80,25);
    cuadro(27,3,39,7,1,0);
    ope=0;
    m_a=menu_vertical(1,3,&depliega,&activa);
    if(activa==1)

```

```

{switch(m_a)
{ case 1: Crit=pregunta2("(1)Alto (2)Bajo (3)Horizontal:1/2/3");
  switch(Crit)
  {
    case 1:if(okAs==1 && okAv==1)
      {
        gettext(25,14,56,20,areacrit);
        cuadro_criticoa(&Mavs,&Mav);

        if(Mavs>Mav)
        { Mayv=Mavs;
          mensaje("Valor de M crítico para SISMOS ");
        }
        else
        { Mayv=Mav;
          mensaje("Valor de M crítico para VIENTO ");
        }
        puttext(25,14,56,20,areacrit);
        okcrit=1;
      }
    else
      mensaje("No se puede obtener el Crítico, Faltó hacer la Comparación ");
      break;

    case 2:if(okBs==1 && okBv==1)
      {
        gettext(25,14,56,20,areacrit);

        if(M1bv>M2bv)
        {
          cuadro_critico(&Mbs,&M2bv);
          if(M1bv>Mbs)
          { Mby=M1bv;
            mensaje("Valor de M crítico para VIENTO ");
          }
          else
          { Mby=Mbs;
            mensaje("Valor de M crítico para SISMOS ");
          }
        }
        else
        {
          cuadro_critico(&Mbs,&M2bv);
          if(M2bv>Mbs)
          {
            Mby=M2bv;
            mensaje("Valor crítico para VIENTO");
          }
          else
          {
            Mby=Mbs;
            mensaje("Valor crítico para SISMOS");
          }
        }
      }

      puttext(25,14,56,20,areacrit);
      okcrit=1;
    }
    else

```

```

    mensaje("No se puede obtener el Critico, Faltó hacer la Comparaci3n ");
    break;

case 3: if(okhs==1 && okhlv==1)
{
    gettext(25,14,56,20,areacrit);
    if(Qt>Qts) Qht=Qt;
    else Qht=Qts;
    if(Ql>Qls) Qhl=Ql;
    else Qhl=Qls;
    if(Qht>Qhl) QTh=Qht;
    else
        QTh=Qhl;
    if(Qt==QTh || Ql==QTh)
    {
        if(Qts>Qls)
            cuadro_critico(&Qts,&QTh);
        else
            cuadro_critico(&Qls,&QTh);
        mensaje("Valor crítico para VIENTO ");
    }

    if(Qts==QTh || Qls==QTh)
    {
        if(Qt>Ql)
            cuadro_critico(&QTh,&Qt);
        else
            cuadro_critico(&QTh,&Ql);
        mensaje("Valor crítico para SISMOS ");
    }

    puttext(25,14,56,20,areacrit);
    okcritf=1;
}
else
    mensaje("No se puede obtener el Critico, Faltó hacer la Comparaci3n ");
break;

}

break;

case 2: cursor_si(1);
preg=pregunta("Tanques Verticales(v) Tanques Horizontales(h) V/H");
if(preg==1)
{mensaje("tanque vertical");
if(ingreso_diam_all(&alltur,&dian)!=0)
{suceso_diam_all=1;
marca=alltur/dian;
if(marca<=5)
{
    gettext(19,9,54,18,areax1);
    vent_datos();
    if (sucessvi==1)
        mensaje("faltó entrar el coef de viento ");
    if (sucessdiam !=1)
        mensaje("faltó entrar el diametro efectivo");
    if(sucessvi==1 && sucessdiam==1)
    {

```

```

if(ingreso_datos_sal(&vvient,&factor,&lefec,&patas,&ancc,&peso,&cent,1,0,0)!=0)
{
    gettext(8,6,71,23,areax);
    vent_result1(&vvient,&factor,&lefec,&patas,&ancc,&peso,&cent);
    opera1(&covigh,&factor,&diametr,&lefec,&ancc,&patas,&peso,&covikz,&cent,&vvient,&dian,&alltur,&M1bv,&M2bv),
    puttext(8,6,71,23,areax);
    Abaj=alltur;
    Db=dian;
    Pb=peso;
    lej=lefec;
    centj=cent;
    Nj=patas;
    if(M1bv>M2bv)
        Qj=M1bv;
    else
        Qj=M2bv;
    okBv=1;
}
}
puttext(19,9,54,18,areax1);
}
else
{mensaje("Tanque vertical Grande ");
gettext(19,9,54,15,areaxy19);
vent_datos3();
if(sucessprob!=1)
    mensaje("Falta entrar la Probabilidad ");
if(sucessdiam!=1)
    mensaje("Falta entrar el De ");
if(sucesscat!=1)
    mensaje("Falta entrar Alpha y Do");
if(sucessprob==1 && sucessdiam==1 && sucesscat==1)
{
    if(ingreso_dat_alt(&vvient,&factor,&sa,&peso)!=0)
    {gettext(15,6,64,23,aread3);
    vent_result3(&vvient,&factor,&dian,&diametr,&alltur,&probab,&anho,&diametro,&alfa,&sa);
    Gn(&probab,&anho,&alltur,&diametro,&alfa,&diametr,&dian,&sa,&GG);
    tnq_alt(&alltur,&diametr,&GG,&factor,&vvient,&cla,&dian,&MM);
    getch();
    Agv=alltur;
    Da=dian;
    Pa=peso;
    Mav=MM;
    puttext(15,6,64,23,aread3);
    okAv=1;
    }
}
puttext(19,9,54,15,areaxy19);
}
}
}
if(preg==0)
{mensaje("tanque horizontal");

if(ingresoñ(&diah)!=0)
{

```

```

        gettext(19,9,54,18,areax1);
        vent_datos2();
        if(sucessvi!=1)
            mensaje("falta entrar el coeficiente de viento");
        if(sucessdiam2!=1)
            mensaje("falta entrar el diametro efectivo");
        if(sucessvi==1 && sucessdiam2==1)
        {
            if(ingreso_datos_sal(&vvient,&factor,&lefec,&dapy,&aec,&peso,&larg,0,&dimetr,&diah)!=0)
                {gettext(8,6,71,23,areax);
                 vent_result2(&vvient,&factor,&lefec,&dapy,&aec,&peso,&larg);
                 opera2(&dimetr,&factor,&covigh,&vvient,&covikz,&peso,&aec,&dapy,&lefec,&larg,&diah,&Ql,&Qt,&FL);
                 getch();
                 Dh=diah;
                 Lev=lefec;
                 Ev=larg;
                 if(Ql>Qt)
                     Ql=Ql;
                 else
                     Ql=Qt;
                 Ph=peso;
                 okHv=1;
                 puttext(8,6,71,23,areax);
                }
            }
        puttext(19,9,54,18,areax1);
    }

    cursor_nó();
    break;

case 3: cursor_si(1);
    preg=pregunta("Tanques Verticales(v) Tanques Horizontales(h) V/H");
    if(preg==1)
        {mensaje("tanque vertical");
         if(ingreso_diam_alt(&alltur,&dian)!=0)
             {suceso_diam_alt=1;
              marca=alltur/dian;
              if(marca<=5)
                  {
                      gettext(19,9,54,16,areasi);
                      vent_sis();
                      if(sucesscl=1)
                          mensaje("Falta ingresar el Coef. Sismos (C) ");
                      else
                          { if(ing_c(&peso,&cent,&patas,&ancc,&dian,&lejs)!=0)
                              { opera_svp(&Csis,&peso,&cent,&patas,&ancc,&MM);
                                Abs=alltur;
                                Obs=dian;
                                Pbs=peso;
                                Mbs=MM;
                                okBs=1;
                                cents=cent;
                                Ns=patas;
                              }
                            }
                      }
                 }
            }
        puttext(19,9,54,16,areasi);

```

```

    }
    else
    {
        gettext(19,9,54,14,areaxy1);
        vent_sis_alf();

        if(sucessz!=1)
            mensaje("Falta ingresar el Coef. Sismos (Z) ");
        else
        {
            if(ing_z(&peso,&cz,&esp)!=0)
            {
                opera_tva(&peso,&Coez,&cz,&dian,&alltur,&esp,&MM);
                Aas=alltur;
                Das=dian;
                Pas=peso;
                Mavs=MM;
                okAs=1;
            }
        }

        puttext(19,9,54,14,areaxy1);
    }

}

}
}
if(preg==0)
{
    mensaje("tanque horizontal sis");

    if(ingreso(&diah)!=0)
    {
        gettext(19,9,54,16,areasi);
        vent_sh();
        if(sucesscs!=1)
            mensaje("Cs no ingresado. Ver tabla de Sismos ");
        else
        {
            if(ing_cs(&peso,&aec,&larg,&dapy,&diah,&lebs)!=0)
            {
                opera_ths(&peso,&aec,&larg,&dapy,&coecsh,&Qls,&Qts,&FS);
                Dhs=diah;
                Es=larg;
                Les=lebs;
                if(Qls>Qts)
                {
                    Qls=Qts;
                }
                else
                {
                    Qts=Qts;
                }
                Phs=peso;
                okHs=1;
            }
        }

        puttext(19,9,54,16,areasi);
    }
}

cursor_no();
break;
}

m_a=3;
depliega=1;
}

puttext(27,3,39,7,area5);
puttext(28,4,40,8,area4);
textattr(text.attribute); break;

```

```

case 4: gettext(43,4,55,8,area4);
      window(43,4,55,8);
      textcolor(0);
      clschar(43,4,55,8,'U');
      gettext(42,3,54,7,area5);
      window(42,3,54,7);
      textbackground(7);
      textcolor(7);
      clschar(42,3,54,7,'U');
      textcolor(0);
      datos_vent();
      window(1,1,80,25);
      cuadro(42,3,54,7,1,0);
      ope=0;
      m_a=menu_vertical(1,4,&depliega,&activa);
      if(activa==1)
      {switch(m_a)
        { case 1:gettext(15,4,60,16,area21);
                  coez();
                  if(ingreso_Z(&Coez)!=0)
                    sucessz=1;
                  puttext(15,4,60,16,area21);
                  break;

                  case 2:gettext(10,4,71,18,area211);
                           coec();
                           if(ingreso_Osis(&Cosis)!=0)
                             sucessc=1;
                           puttext(10,4,71,18,area211);
                           break;

                  case 3:gettext(15,4,60,16,area21);
                           coecs();
                           if(ingreso-Cs(&coecsh)!=0)
                             sucesscs=1;
                           puttext(15,4,60,16,area21);
                           break;

                  }
        m_a=4;
        depliega=1;
      }
      puttext(42,3,54,7,area5);
      puttext(43,4,55,8,area4);
      textattr(text.attrbute);
      break;

case 5: gettext(55,4,75,8,area6);
      window(55,4,75,8);
      textcolor(0);
      clschar(55,4,75,8,'U');
      gettext(54,3,74,7,area7);
      window(54,3,74,7);
      textbackground(7);
      textcolor(7);
      clschar(54,3,74,7,'U');
      textcolor(0);
      datos_tecn();
      window(1,1,80,25);
      cuadro(54,3,74,7,1,0);

```

```

opc=0;
m_a=menu_vertical(1,5,&depliega,&activa);

if(activa==1)
{switch(m_a)
{ case 1:prg2=pregunta2("(1)Crítico (2)Viento (3)Sismo:1/2/3");

        if(prg2==1)
        { if(Mavs>Mav)
          {Dac=Das;
           Aac=Aas;}
          else
          {Dac=Da;
           Aac=Aav;}
          muestra_graf1(&Dac,&Aac,&esk,&ev,&eb,&er,&ct,&ft,&gtf,&nt,&bt,&at,&dp,&wv);
        }
        if(prg2==2)
          muestra_graf1(&Da,&Aav,&esk,&ev,&eb,&er,&ct,&ft,&gtf,&nt,&bt,&at,&dp,&wv);
        if(prg2==3)
          muestra_graf1(&Das,&Aas,&esk,&ev,&eb,&er,&ct,&ft,&gtf,&nt,&bt,&at,&dp,&wv);
        break;
        case 2:prg2=pregunta2("(1)Crítico (2)Viento (3)Sismo:1/2/3");
        if(prg2==1)
        { if(Mavs>Mav)

          muestra_graf2(&tbj,&tfj,&twj,&dj,&bfj,&aj,&bj,&gj,&L1j,&diaper,&Dbs,&lejs,&Abs,&cents,&Ns,&ws),
          else

          muestra_graf2(&tbj,&tfj,&twj,&dj,&bfj,&aj,&bj,&gj,&L1j,&diaper,&Db,&lej,&Abaj,&centj,&Nj,&ws);
        }
        if(prg2==2)
          muestra_graf2(&tbj,&tfj,&twj,&dj,&bfj,&aj,&bj,&gj,&L1j,&diaper,&Db,&lej,&Abaj,&centj,&Nj,&ws);
        if(prg2==3)
          muestra_graf2(&tbj,&tfj,&twj,&dj,&bfj,&aj,&bj,&gj,&L1j,&diaper,&Dbs,&lejs,&Abs,&cents,&Ns,&ws);
        break;
        case 3:prg2=pregunta2("(1)Crítico (2)Viento (3)Sismo:1/2/3");
        if(prg2==1)
        {
          if(Qls>=Ql)
            muestra_graf3(&Les,&hA,&RhA,&hts,&hth,&hte,&tbhd,&hj,&hH,&Es,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&llh,&hH,&trr,&ho,&nh,&hF,&Ah);
          else
            muestra_graf3(&Lev,&hA,&RhA,&hts,&hth,&hte,&tbhd,&hj,&hH,&Ev,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&llh,&hH,&trr,&ho,&nh,&hF,&Ah);
        }
        if(prg2==2)

          muestra_graf3(&Lev,&hA,&RhA,&hts,&hth,&hte,&tbhd,&hj,&hH,&Ev,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&llh,&hH,&trr,&ho,&nh,&hF,&Ah);

        if(prg2==3)

          muestra_graf3(&Les,&hA,&RhA,&hts,&hth,&hte,&tbhd,&hj,&hH,&Es,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&llh,&hH,&trr,&ho,&nh,&hF,&Ah);

          break;
        }
        m_a=5;
        depliega=1;
      }
}

```

```

        puttext(54,3,74,7,area7);
        puttext(55,4,75,8,area6);
        textattr(text.attribute);
        break;

case 6: gettext(66,4,78,8,area4);
        window(66,4,78,8);
        textcolor(0);
        clschar(66,4,78,8,'Ü');
        gettext(65,3,77,7,area5);
        window(65,3,77,7);
        textbackground(7);
        textcolor(7);
        clschar(65,3,77,7,'Ü');
        textcolor(0);
        datos_oper();
        window(1,1,80,25);
        cuadro(65,3,77,7,1,0);
        ope=0;
        m_a=menu_vertical(1,6,&depliega,&activa); /*modificado*/

        if(activa==1)
        {switch(m_a)
          { case 1:prg2=pregunta2("(1)Crítico (2)Viento (3)Sismo 1/2/3");

              if(prg2==1)
              {
                  if(okAv==1 && okAs==1 && okcrit==1)
                  { gettext(14,5,61,19,area_dis_alt);
                    vent_dis_alt();
                    if(ingreso_dis_alt(&p,&t,&St,&Sl,&E,&Sk,&d,&N,&We,&Sp,&Sb,&Sa)!=0)
                    { sucess_dis_alt=1;

dga=opera_dis_alt(&p,&t,&St,&Sl,&E,&Sk,&d,&N,&We,&Sp,&Sb,&Sa,&Da,&Mayv,&Pa,&esk,&ev,&eb,&er,&ct,&ft,&g
gt,&nt,&bt,&at,&dp,&wv);

                    }
                    puttext(14,5,61,19,area_dis_alt);
                }
                else
                mensaje("Aún no ha hecho la comparación, dirjase a cargas para hacerlo ");
            }

              if(prg2==2)
              {
                  if(okAv==1)
                  { gettext(14,5,61,19,area_dis_alt);
                    vent_dis_alt();
                    if(ingreso_dis_alt(&p,&t,&St,&Sl,&E,&Sk,&d,&N,&We,&Sp,&Sb,&Sa)!=0)
                    { sucess_dis_alt=1;

dga=opera_dis_alt(&p,&t,&St,&Sl,&E,&Sk,&d,&N,&We,&Sp,&Sb,&Sa,&Da,&Mav,&Pa,&esk,&ev,&eb,&er,&ct,&ft,&g
t,&nt,&bt,&at,&dp,&wv);

                    }
                    puttext(14,5,61,19,area_dis_alt);
                }
                else
                mensaje("Aún no ha calculado el Momento, dirjase a cargas para hacerlo ");
            }
          }
        }

```

```

    }
    if(prg2==3)
    {
        if(okAs==1)
        {
            gettext(14,5,61,19,area_dis_alt);
            vent_dis_alt();
            if(ingreso_dis_alt(&p,&t,&St,&Sl,&E,&Sk,&d,&N,&We,&Sp,&Sb,&Sa)!=0)
            {
                sucess_dis_alt=1;
                dga=opera_dis_alt(&p,&t,&St,&Sl,&E,&Sk,&d,&N,&We,&Sp,&Sb,&Sa,&Das,&Mays,&Pas,&esk,&ev,&eb,&er,&ct,&ft,
                ,&gtf,&nt,&bt,&at,&dp,wv);
            }
            puttext(14,5,61,19,area_dis_alt);
        }
        else
        {
            mensaje("AEn no ha calculado el Momento, dirjase a cargas para hacerlo ");
        }
    }
    break;

case 2:prg2=pregunta2("(1)Crítico (2)Viento (3)Sismo:1/2/3");
    if(prg2==1)
    {
        if(okBv==1 && okBs==1 && okcrit==1)
        {
            gettext(11,3,64,23,area_dis_baj);
            vent_dis_baj();
            if(ingreso_dis_baj(&Aj,&dj,&lx,&ly,&bfj,&Fgc,&Fgp,&Wej,&Ej,&Sac,&Sat,&Sct,&pj,&tj,&L1j,&Amxj,&lfj,&twj)!=0)
            {
                sucess_dis_baj=1;
                if(Mby==Mbs)
                {
                    Dbc=Obs; Mbc=Mbs; Nc=Ns;
                    Pbc=Pbs; centc=cents; lec=lejs;
                }
                else
                {
                    Dbc=Db; Mbc=Oj; Nc=Nj;
                    Pbc=Pb; centc=centj; lec=lej;
                }
                dgb=opera_dis_baj(&Aj,&dj,&lx,&ly,&bfj,&Fgc,&Fgp,&Wej,&Ej,&Sac,&Sat,&Sct,&pj,&tj,&L1j,&Amxj,&Dbc,&Mbc,&Nc,&Pbc,&centc,&lec,&lfj,&twj,&aj,&bj,&gj,&diaper,&ws);
            }
            puttext(11,3,64,23,area_dis_baj);
        }
        else
        {
            mensaje("AEn no ha hecho la comparación, dirjase a cargas para hacerlo ");
        }
    }

    if(prg2==2)
    {
        if(okBv==1)
        {
            gettext(11,3,64,23,area_dis_baj);
            vent_dis_baj();
            if(ingreso_dis_baj(&Aj,&dj,&lx,&ly,&bfj,&Fgc,&Fgp,&Wej,&Ej,&Sac,&Sat,&Sct,&pj,&tj,&L1j,&Amxj,&lfj,&twj)!=0)
            {
                sucess_dis_baj=1;

```

```

dgb=opera_dis_baj(&Aj,&dj,&lx,&ly,&bfj,&Fgc,&Fgp,&Wej,&Ej,&Sac,&Sat,&Sct,&pj,&tj,&L1j,&Amxj,&Dbj,&Qj,&Nj,&P
b,&centj,&lej,&tbj,&aj,&bj,&gj,&diaper,&ws);
    }
    puttext(11,3,64,23,area_dis_baj);
    }
    else
    mensaje("AEn no ha calculado el Momento, dirjase a cargas para hacerlo");
    }

    if(prg2==3)
    {
        if(okBs==1)
        { gettext(11,3,64,23,area_dis_baj);
          vent_dis_baj();

if(ingreso_dis_baj(&Aj,&dj,&lx,&ly,&bfj,&Fgc,&Fgp,&Wej,&Ej,&Sac,&Sat,&Sct,&pj,&tj,&L1j,&Amxj,&lfj,&lwj)=0)
        { sucess_dis_baj=1;

dgb=opera_dis_baj(&Aj,&dj,&lx,&ly,&bfj,&Fgc,&Fgp,&Wej,&Ej,&Sac,&Sat,&Sct,&pj,&tj,&L1j,&Amxj,&Dbs,&Mbs,&N
s,&Pbs,&cents,&lejs,&tbj,&aj,&bj,&gj,&diaper,&ws);
        }

        puttext(11,3,64,23,area_dis_baj);
        }
        else
        mensaje("AEn no ha calculado el Momento, dirjase a cargas para hacerlo");
        }

        break;
        case 3:prg2=pregunta2("(1)Crtico (2)Viento (3)Sismo:1/2/3");

        gettext(11,3,64,23,area_dis_alt);
        switch(prg2)
        { case 1:if(okHv==1 && okHs==1 && okcrtft==1)
            {
                vent_dis_hor();

ingreso_dis_hor(&hts,&hA,&hH,&hEw,&hSt,&hSc,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hFya,&hb,&hJ,&ho,&hte,&hF);

                if(Qls>Ql)

opera_dis_hor(&Dhs,&hts,&hA,&Les,&hH,&Qls,&hSt,&hSc,&hEw,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hb,&Es,&FS,&hJ,&ho,&hJ
,&hte,&hFya,&hF,&RhD,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&fbhd,&llh,&trr,&nh,&Ah);
                else

opera_dis_hor(&Dh,&hts,&hA,&Lev,&hH,&Ql,&hSt,&hSc,&hEw,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hb,&Ev,&FL,&hJ,&ho,&hJ,&
hte,&hFya,&hF,&RhD,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&fbhd,&llh,&trr,&nh,&Ah);

            }
            else
            mensaje("AEn no ha hecho la comparaci/n, dirjase a cargas para hacerlo");
            break;

        case 2:if(okHv==1)
            {
                vent_dis_hor();
ingreso_dis_hor(&hts,&hA,&hH,&hEw,&hSt,&hSc,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hFya,&hb,&hJ,&ho,&hte,&hF);

```



```

opera_dis_hor(&Dh,&hls,&hA,&Lav,&hH,&Ql,&hSt,&hSc,&hEw,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hb,&Ev,&FL,&hJ,&ho,&hJ,&
hte,&hFya,&hF,&Rhd,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&tbhd,&llh,&trr,&nh,&Ah);
    }
    else
        mensaje("AEn no ha calculado el Momento, dirjase a cargas para hacerlo ");
        break;
case 3:if(okHs==1)
    {
        vent_dis_hor();
    }

ingreso_dis_hor(&hts,&hA,&hH,&hEw,&hSt,&hSc,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hFya,&hb,&hJ,&ho,&hte,&hF);
    cursor_si(0);

opera_dis_hor(&Dhs,&hts,&hA,&Les,&hH,&Qls,&hSt,&hSc,&hEw,&hp,&hth,&htw,&hFyt,&hb,&Es,&FS,&hJ,&ho,&hJ
,&hta,&hFya,&hF,&Rhd,&Gbhd,&Gthd,&Hhd,&tbhd,&llh,&trr,&nh,&Ah);
    cursor_no();
    }
    else
        mensaje("AEn no ha calculado el Momento, dirjase a cargas para hacerlo ");
        break;
    }
    puttext(11,3,64,23,area_dis_alf);
    break;
}
m_e=0;
depliega=1;
}

puttext(65,3,77,7,area5);
puttext(66,4,78,8,area4);
textattr(text attribute);
break;

} /*fin del switch principal*/

apaga(oper);
oper=m_a;
resalta(oper);

}while(depliega==1 && m_al=3); /* && m_al=3 */
}while(opel=1);
}while(m_al=3 || opel=1);
textattr(text attribute);
gotoxy(79,22);cprintf("±");
/* fin del Programa principal */
textcolor(7);
textbackground(0);
clrscr();
cursor_si(0);
}

```

6.2. Funciones para la resolución del diseño de los apoyos

Las siguientes, son ciertas funciones utilizadas para la resolución de los cálculos para el diseño de los apoyos, tanto para verticales bajos, verticales altos u horizontales, que pueden ser llamadas por el programa principal como por ejemplo por medio de void `vent_dis_alt`.

```

/*****
***** Algoritmos para la resolución del diseño de los apoyos *****/
*****/

/*****
***** TANQUES VERTICALES ALTOS *****/
*****/

/*****
***** Función que dibuja la ventana para el ingreso de datos en los tanques verticales altos *****/

void venf_dis_alt()
{
  textcolor(6);
  picture(14,5,60,18,"Datos para el diseño del Apoyo",2,4);
  textcolor(15);
  gotoxy(15,6); cputs("Prosign del Tanque      psi(p):");
  gotoxy(15,7); cputs("Espesor del Tanque      plg(t):");
  gotoxy(15,8); cputs("Esf. Tang. Adm. Tanque  psi(Stat):");
  gotoxy(15,9); cputs("Esf. Long. Adm. Tanque  psi(Slat):");
  gotoxy(15,10); cputs("Eficiencia de la Junta   (E) :");
  gotoxy(15,11); cputs("Esf. Adm. del Faldón     psi(Sask):");
  gotoxy(15,12); cputs("D. del Circulo de Pernos  plg(d):");
  gotoxy(15,13); cputs("NºEmero de Pernos        (N):");
  gotoxy(15,14); cputs("Peso del Tanque Vacío     lbs(We):");
  gotoxy(15,15); cputs("Esf. Adm. de Pernos      psi(Sap):");
  gotoxy(15,16); cputs("Esf. de Flex. Anillo Base psi(Sb):");
  gotoxy(15,17); cputs("Esf. Adm del Anillo Base psi(Sab):");
  textcolor(1);
  gotoxy(42,6); cputs("psi");
  gotoxy(42,7); cputs("plg");
  gotoxy(39,8); cputs("psi");
  gotoxy(39,9); cputs("psi");
  gotoxy(39,11); cputs("psi");
  gotoxy(42,12); cputs("plg");
  gotoxy(41,14); cputs("lbs");
  gotoxy(40,15); cputs("psi");
  gotoxy(41,16); cputs("psi");
  gotoxy(40,17); cputs("plg");
}

/*****
***** Función que permite el ingreso de los datos para el diseño de los apoyos *****/

int ingreso_dis_alt(float *p,float *t,float *St,float *Sl,float *E,float *Sk,float *d,float *N,float *We,float *Sp,float *Sb,float *Sa)
{
  int
  tt=1,coef_exd[13][4]={12,0,0,0},{0,49,6,52},{0,49,7,52},{0,49,8,53},{0,49,9,53},{0,49,10,52},{0,49,11,53},{0,49,12,52},{
  0,49,13,52},{0,49,14,54},{0,49,15,53},{0,49,16,53},{0,49,17,53}},
  suceso1=0,suceso2=0,suceso3=0,suceso4=0,suceso5=0,suceso6=0,suceso7=0,suceso8=0,
  suceso9=0,suceso10=0,suceso11=0,suceso12=0,band1=0,band2=0,band3=0,band4=0,band5=0,band6=0,
  band7=0,band8=0,band9=0,band10=0,band11=0,band12=0,i,j;

  char p_cha[4]="",pp_cha[4]="",t_cha[4]="",tt_cha[4]="",St_cha[5]="",Stt_cha[5]="",Sl_cha[5]="",Sll_cha[5]="",
  E_cha[4]="",EE_cha[4]="",Sk_cha[5]="",Skk_cha[5]="",d_cha[4]="",dd_cha[4]="",N_cha[4]="",NN_cha[4]="",
  We_cha[6]="",Wee_cha[6]="",Sp_cha[5]="",Spp_cha[5]="",Sb_cha[5]="",Sbb_cha[5]="",Sa_cha[5]="",Sea_cha[5]="";

```

```

float pin, tin, Stin, Stln, Ein, Skin, din, Nin, Wein, Spin, Sbin, Sain;

pin=*p, tin=*t, Stin=*St, Stln=*Sl, Ein=*E, Skin=*Sk, din=*d, Nin=*N, Wein=*We, Spin=*Sp, Sbin=*Sb, Sain=*Sa;
cursor_si(0);
textcolor(15);
textbackground(0);
do{
    band1=0; band2=0; band3=0; band4=0; band5=0; band6=0; band7=0; band8=0; band9=0;
    band10=0; band11=0; band12=0;

    inptext(49,6,52,pp_cha); inptext(49,7,52,tt_cha); inptext(49,8,53,Stt_cha); inptext(49,9,53,Sll_cha);
    inptext(49,10,52,EE_cha); inptext(49,11,53,Skk_cha); inptext(49,12,52,dd_cha); inptext(49,13,52,NN_cha);
    inptext(49,14,54,Wee_cha); inptext(49,15,53,Spp_cha); inptext(49,16,53,Sbb_cha); inptext(49,17,53,
    Saa_cha);

    if(edit(coef_exd)!=2)
    {
        inptext(49,6,52,p_cha); inptext(49,7,52,t_cha); inptext(49,8,53,St_cha);
        inptext(49,9,53,Sl_cha); inptext(49,10,52,E_cha); inptext(49,11,53,Sk_cha);
        inptext(49,12,52,d_cha); inptext(49,13,52,N_cha); inptext(49,14,54,We_cha);
        inptext(49,15,53,Sp_cha); inptext(49,16,53,Sb_cha); inptext(49,17,53,Sa_cha);

        if(no_letra(p_cha)==0)
        { pin=atoi(p_cha); band1=1;}

        if(no_letra(t_cha)==0)
        { for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4) tt_cha[i]='.';
              else tt_cha[i]=t_cha[i]; }
          tin=atoi(tt_cha); band2=1; }

        if(no_letra(St_cha)==0)
        { for(i=0;i<=5;i++)
            { if(i==5)
                {Stt_cha[i]='.';Stt_cha[i+1]='0';
                 Stt_cha[i+2]='.';}
              else Stt_cha[i]=St_cha[i];
            }
          Stln=atoi(Stt_cha); band3=1;
        }

        if(no_letra(Sl_cha)==0)
        { for(i=0;i<=5;i++)
            { if(i==5)
                {Sll_cha[i]='.';Sll_cha[i+1]='0';
                 Sll_cha[i+2]='.';}
              else Sll_cha[i]=Sl_cha[i];
            }
          Slin=atoi(Sll_cha); band4=1;
        }

        if(no_letra(E_cha)==0)
        { for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4)
                {EE_cha[i]='.';EE_cha[i+1]='0';
                 EE_cha[i+2]='.';}
              else EE_cha[i]=E_cha[i];
            }
          Ein=atoi(EE_cha); band5=1;
        }
    }
}

```

```

}

if(no_letra(Sk_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
  { if(i==5)
    {Skk_cha[i]='.';Skk_cha[i+1]='0';
     Skk_cha[i+2]='.';}
    else
     Skk_cha[i]=Sk_cha[i];
  }
  Skin=atoi(Skk_cha); band6=1;
}

if(no_letra(d_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    {dd_cha[i]='.';dd_cha[i+1]='0';
     d_cha[i+2]='.';}
    else dd_cha[i]=d_cha[i];
  }
  din=atoi(dd_cha); band7=1;
}

if(no_letra(N_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    {NN_cha[i]='.';NN_cha[i+1]='0';
     NN_cha[i+2]='.';}
    else NN_cha[i]=N_cha[i];
  }
  Nin=atoi(NN_cha); band8=1;
}

if(no_letra(We_cha)==0)
{ for(i=0;i<=6;i++)
  { if(i==6)
    {Wee_cha[i]='.';Wee_cha[i+1]='0';
     Wee_cha[i+2]='.';}
    else
     Wee_cha[i]=We_cha[i];
  }
  Wein=atoi(Wee_cha); band9=1;
}

if(no_letra(Sp_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
  { if(i==5)
    {Spp_cha[i]='.';Spp_cha[i+1]='0';
     Spp_cha[i+2]='.';}
    else
     Spp_cha[i]=Sp_cha[i];
  }
  Spin=atoi(Spp_cha); band10=1;
}

if(no_letra(Sb_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
  { if(i==5)
    {Sbb_cha[i]='.';Sbb_cha[i+1]='0';
     Sbb_cha[i+2]='.';}
    else
     Sbb_cha[i]=Sb_cha[i];
  }
}

```

```

    }
    Sbin=atof(Sbb_cha); band11=1;
}

if(no_letra(Sa_cha)==0)
{
    for(i=0,i<=5;i++)
    { if(i==5)
        {Saa_cha[i]='.';Saa_cha[i+1]='0';
          Saa_cha[i+2]='.';}
      else
        Saa_cha[i]=Sa_cha[i];
    }
    Sain=atof(Saa_cha); band12=1;
}

if((band1 !=1) || (band2 !=1) || (band3 !=1) || (band4 !=1) || (band5 !=1) || (band6 !=1) || (band7 !=1) || (band8
!=1) || (band9 !=1) || (band10 !=1) || (band11 !=1) || (band12 !=1))
{
    if(band1!=1)
        mensaje("Esta mal digitada la Presión del Tanque ");
    if(band2!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Espesor del Tanque ");
    if(band3!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Esf. Tang. Admisible del Tanque ");
    if(band4!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Esf. Long. Admisible del Tanque ");
    if(band5!=1)
        mensaje("Esta mal digitada la Eficiencia de la Junta ");
    if(band6!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo Admisible del Faldón ");
    if(band7!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Diámetro del Círculo de Pernos ");
    if(band8!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Número de Pernos ");
    if(band9!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Paso del Tanque Vacío ");
    if(band10!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo Admisible de Pernos ");
    if(band11!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Esf. de Flexión del Anillo-Base ");
    if(band12!=1)
        mensaje("Esta mal digitado el Esf. Admisible del Anillo de la Base ");
}
else
{
    if(band1==1)
    { if(pin>1000 || pin<=-16) suceso1=0;
      else suceso1=1; }

    if(band2==1)
    { if(tin > 3 || tin<=0.001) suceso2=0;
      else suceso2=1; }

    if(band3==1)
    { if(Stin>30000 || Stin<=1) suceso3=0;
      else suceso3=1; }

    if(band4==1)
    { if(Slin>30000 || Slin<=1) suceso4=0;
      else suceso4=1; }
}

```

```

if(band5==1)
{ if(Ein>1 || Ein<=0.44999) suceso5=0;
  else suceso5=1; }

if(band6==1)
{ if(Skin > 30000 || Skin<=0.001) suceso6=0;
  else suceso6=1; }

if(band7==1)
{ if(din>240 || din<=0.001) suceso7=0;
  else suceso7=1; }

if(band8==1)
{ if(Nin>50 || Nin<=3.9999) suceso8=0;
  else suceso8=1; }

if(band9==1)
{ if(Wein>999999 || Wein<=0.0001) suceso9=0;
  else suceso9=1; }

if(band10==1)
{ if(Spin > 30000 || Spin<=0.0001) suceso10=0;
  else suceso10=1; }

if(band11==1)
{ if(Sbin>30000 || Sbin<=0.0001) suceso11=0;
  else suceso11=1; }

if(band12==1)
{ if(Sain>30000 || Sain<=0.0001) suceso12=0;
  else suceso12=1; }

if(suceso1==0)
mensaje("Fuera de rango La Presi3n del Tanque");
if(suceso2==0)
mensaje("Fuera de rango El Espesor del Tanque ");
if(suceso3==0)
mensaje("Fuera de rango El Esf. Tang. Adm. Del Tanque");
if(suceso4==0)
mensaje("Fuera de rango El Esf. Long. Adm. Del Tanque");
if(suceso5==0)
mensaje("Fuera de rango La Eficiencia de la Junta");
if(suceso6==0)
mensaje("Fuera de rango El Esf. Adm. del Fald3n ");
if(suceso7==0)
mensaje("Fuera de rango El Di metro del C3rculo de Pernos");
if(suceso8==0)
mensaje("Fuera de rango El N3mero de Pernos ");
if(suceso9==0)
mensaje("Fuera de rango El Peso del Tanque Vac3o");
if(suceso10==0)
mensaje("Fuera de rango El Esf. Adm. de Pernos ");
if(suceso11==0)
mensaje("Fuera de rango El Esf. de Flexi3n Anillo Base");
if(suceso12==0)
mensaje("Fuera de rango El Esf. Adm. del Anillo de la Base ");

if(suceso1==1 && band1==1 && suceso2==1 && band2==1 && suceso3==1 && band3==1 && suceso4==1
&& band4==1 && suceso5==1 && band5==1 && suceso6==1 && band6==1 && suceso7==1 && band7==1 &&

```

```

    suceso8==1 && band8==1 && suceso9==1 && band9==1 && suceso10==1 && band10==1 && suceso11==1 &&
    band11==1 && suceso12==1 && band12==1)
        tt=0;
    }
    else
        tt=0;

    }while(tt!=0);
    cursor_no(),
    *p=pin;
    *t=tin;
    *St=Stin;
    *Sl=Slin;
    *E=Ein;
    *Sk=Skin;
    *d=din;
    *N=Nin;
    *We=Wein;
    *Sp=Spin;
    *Sb=Sbin;
    *Sa=Sain;

    if(sucoso1==1 && band1==1 && suceso2==1 && band2==1 && suceso3==1 && band3==1 && suceso4==1 &&
    band4==1 && suceso5==1 && band5==1 && suceso6==1 && band6==1 && suceso7==1 && band7==1 &&
    suceso8==1 && band8==1 && suceso9==1 && band9==1 && suceso10==1 && band10==1 && suceso11==1 &&
    band11==1 && suceso12==1 && band12==1)
        return(1);
    else
        return(0);
}

/*****
/***** Función que realiza los calculos para el diseño de apoyos *****/

int opera_dis_all(float *p,float *t,float *St,float *Sl,float *E,float *Sk,float *d,float *N,float *We,float *Sp,float *Sb,float
*Sa,float *D,float *M,float *WV,float *esk,float *ev,float *eb,float *er,float *ct,float *fl,float *gt,float *nt,float *bf,float
*at,float *dpe,float *cle)
{
    int i,sigue1=1,sigue2=1,sigue3=1;
    float tabla[15][8],pin,pi=3.141592,tin,d0,Stin,Slin,Ein,Skin,din,Nin,Wein,Spin,Sbin,Sain,Din,Min,Win,
    e_t,e_l,e_tsk,AAb,dd,di,Ac,lc,Fi,Sc,pp,b,P,tr,a,l,r,dp,S,lb,SS,l2,fw,w,cmp,clair;

    pin=*p;
    tin=*t;
    Stin=*St;
    Slin=*Sl;
    Ein=*E;
    Skin=*Sk;
    din=*d;
    Nin=*N;
    Wein=*We;
    Spin=*Sp;
    Sbin=*Sb;
    Sain=*Sa;
    Din=*D;

```

```

Min=*M;
Win=*W;
tsk=*esk;
clain=*clo;

tabla[0][0]=1; tabla[0][1]=1.75; tabla[0][2]=3; tabla[0][3]=2.25;
tabla[0][4]=0.5; tabla[0][5]=1.25; tabla[0][6]=1.5; tabla[0][7]=0.606;

tabla[1][0]=1.125; tabla[1][1]=1.875; tabla[1][2]=3.25; tabla[1][3]=2.375;
tabla[1][4]=0.5; tabla[1][5]=1.375; tabla[1][6]=1.625; tabla[1][7]=0.763;

tabla[2][0]=1.25; tabla[2][1]=2; tabla[2][2]=3.5; tabla[2][3]=2.5;
tabla[2][4]=0.5; tabla[2][5]=1.5; tabla[2][6]=1.75; tabla[2][7]=0.969;

tabla[3][0]=1.375; tabla[3][1]=2.125; tabla[3][2]=4; tabla[3][3]=2.75;
tabla[3][4]=0.625; tabla[3][5]=1.625; tabla[3][6]=1.875; tabla[3][7]=1.16;

tabla[4][0]=1.5; tabla[4][1]=2.25; tabla[4][2]=4.5; tabla[4][3]=3;
tabla[4][4]=0.625; tabla[4][5]=1.75; tabla[4][6]=2; tabla[4][7]=1.41;

tabla[5][0]=1.625; tabla[5][1]=2.375; tabla[5][2]=4.75; tabla[5][3]=3.25;
tabla[5][4]=0.625; tabla[5][5]=1.875; tabla[5][6]=2.125; tabla[5][7]=1.69;

tabla[6][0]=1.75; tabla[6][1]=2.625; tabla[6][2]=5; tabla[6][3]=3.375;
tabla[6][4]=0.75; tabla[6][5]=2; tabla[6][6]=2.25; tabla[6][7]=1.90;

tabla[7][0]=1.875; tabla[7][1]=2.625; tabla[7][2]=5; tabla[7][3]=3.375;
tabla[7][4]=0.75; tabla[7][5]=2.125; tabla[7][6]=2.375; tabla[7][7]=2.28;

tabla[8][0]=2; tabla[8][1]=2.75; tabla[8][2]=5.25; tabla[8][3]=3.625;
tabla[8][4]=0.75; tabla[8][5]=2.25; tabla[8][6]=2.5; tabla[8][7]=2.5;

tabla[9][0]=2.125; tabla[9][1]=2.875; tabla[9][2]=5.75; tabla[9][3]=3.75;
tabla[9][4]=0.75; tabla[9][5]=2.375; tabla[9][6]=2.625; tabla[9][7]=3;

tabla[10][0]=2.25; tabla[10][1]=3; tabla[10][2]=5.75; tabla[10][3]=3.875;
tabla[10][4]=1; tabla[10][5]=2.5; tabla[10][6]=2.75; tabla[10][7]=3.25;

tabla[11][0]=2.5; tabla[11][1]=3.375; tabla[11][2]=6.375; tabla[11][3]=4.125;
tabla[11][4]=1; tabla[11][5]=2.75; tabla[11][6]=3; tabla[11][7]=4;

tabla[12][0]=2.75; tabla[12][1]=3.625; tabla[12][2]=6.75; tabla[12][3]=4.375;
tabla[12][4]=1.25; tabla[12][5]=3; tabla[12][6]=3.25; tabla[12][7]=4.93;

tabla[13][0]=3; tabla[13][1]=3.875; tabla[13][2]=7.25; tabla[13][3]=4.625;
tabla[13][4]=1.25; tabla[13][5]=3.25; tabla[13][6]=3.5; tabla[13][7]=5.97;

tabla[14][0]=3; tabla[14][1]=3.875; tabla[14][2]=7.25; tabla[14][3]=4.625;
tabla[14][4]=1.25; tabla[14][5]=3.25; tabla[14][6]=3.5; tabla[14][7]=6.00;

e_t=pin*Din*6/tin;
e_l=(-pin)*Din*3/(tin)+(Min/(pi*Din*Din*tin*3))+(Win/(pi*12*Din*tin));
e=(abs(e_t)/(1.2*Stin))+abs(e_l)/(1.2*Slin);

if(e<=1.05)
{
tsk=(Win/(pi*12*Din)+Min/(pi*Din*Din*3))/(Ein*Skin);
AAb=((Min*48)/din-Win)/(Nin*Spin);
for(i=0;i<=13;i++)
{

```

```

if(AAb>5.97)
{
    mensaje("Momento de Volcamiento excesivo, aumente el # de pernos");
    sigue1=0;
    i=14;
}
if(tabla[i][7]>=AAb)
{
    AAb=tabla[i][7];
    break;
}

/*si AAb es mayor que 5.97 aumentar el # de pernos N out*/
}

}

if(sigue1==1)
{
    do
    {
        dp=Din*12+2*tabla[i][1];
        S=(48*Min/dp-Wein)/(Nin*AAb);
        if(S>18000)
        {
            i=i+1;
            AAb=tabla[i][7];
        }
        if(AAb>5.97)
        {
            mensaje("Momento de Volcamiento excesivo, aumente el # de pernos");
            sigue2=0; /*aumentar AAb en la tabla, si se pasa de 6 aumentar el # de pernos*/
            break;
        }
    }
    while(S>18000);

    if(sigue2==1)
    {
        dd=(dp*pi)/Nin;
        if(dd>18)
        {
            d0=12*Din+tabla[i][2]*2;
            di=12*Din-tsk*2-4;
            Ac=pi*(d0*d0-di*di)/4;
            Ic=pi*(d0*d0*d0*d0-di*di*di*di)/64;
            Fi=(4*Min*12/(Nin*dp))-Wein/Nin;
            Sc=Nin*Fi/Ac+Win/Ac+Min*6*d0/Ic;
            do
            {
                if(Sc>900)
                {
                    tabla[i][2]=tabla[i][2]+0.5;
                    d0=12*Din+tabla[i][2]*2;
                    di=12*Din-tsk*2-4;
                    Ac=pi*(d0*d0-di*di)/4;
                    Ic=pi*(d0*d0*d0*d0-di*di*di*di)/64;
                    Fi=(4*Min*12/(Nin*dp))-Wein/Nin;
                    Sc=Nin*Fi/Ac+Win/Ac+Min*6*d0/Ic;
                }
            }
            while(Sc>900);
            b=tabla[i][2]+tsk+2;
            pp=(Win/(pi*Din*12)+Min/(3*pi*Din*Din))/b;
            P=1.25*AAb*Spin;

```

```

tr=sqrt(P*tabla[i][3]/(4*Sbin*(tabla[i][2]-tabla[i][5])));
a=tabla[i][4]*(tabla[i][2]-0.25);
tb=sqrt(3*pp*tabla[i][2]*tabla[i][2]/Sbin);
t=12-tb-tr;
r=0.289*tabla[i][4];
cmp=17000-0.485*(1/(r*r));
SS=(P/(2*a));
do
{
if(SS>cmp)
{
tabla[i][4]=tabla[i][4]+1/16;
if(tabla[i][4]>1.25)
{mensaje("Momento de Volcamiento excesivo, aumente el # de pernos"),
sigue3=0;
break;
}
a=tabla[i][4]*(tabla[i][2]-0.25);
r=0.289*tabla[i][4];
SS=(P/(2*a));
cmp=17000-0.485*(1/(r*r));
}
}
while(SS>cmp);
if(sigues3==1)
{
l2=Min/(pi*Din*Din*3)+Win/(pi*Din*12);
if(Skin<=Sain)
Sain=Skin;
else
Sain=Sain;
fw=1.33*(Sain*Ein);
w=l2/fw;
clain=w;
} /*fin de sigue3*/
}
else
mensaje("Diseño de Falda Cónica, no incluido en este programa");
}
}
*esk=tsk;
*ev=tabla[i][4];
*eb=tb;
*er=tr;
*ct=tabla[i][3];
*ft=tabla[i][5];
*gt=tabla[i][6];
*nt=tabla[i][2];
*bt=b;
*a=tabla[i][1];
*dpo=tabla[i][0];
*cla=clain;
}
else
mensaje("El Tanque no resiste ser apoyado");
if(sigues1==0 || sigue2==0 || sigue3==0)
return(0);
else
return(1);
}

```

```

/*****
/*****
/***** TANQUES VERTICALES BAJOS *****/
/*****

/***** Función que dibuja la ventana para el ingreso de datos en los tanques verticales bajos *****/

void vent_dis_baj()
{
    textcolor(6);
    picture(11,3,63,22,"Datos para el diseño del Apoyo",2,4);
    textcolor(15);
    gotoxy(12,4); cputs("Area Transversal de la Columna plg(A):");
    gotoxy(12,5); cputs("Ancho de la Columna plg(d):");
    gotoxy(12,6); cputs("Inercia de la Columna eje x plg4(Ix):");
    gotoxy(12,7); cputs("Inercia de la Columna eje y plg4(Iy):");
    gotoxy(12,8); cputs("Ancho del ala de la columna plg(bf):");
    gotoxy(12,9); cputs("Esf. de inercia de la columna psi(Fgc):");
    gotoxy(12,10); cputs("Esf. de inercia de la placa psi(Fgp):");
    gotoxy(12,11); cputs("Peso del tanque vacio lbs(We):");
    gotoxy(12,12); cputs("Eficiencia de la junta");
    gotoxy(12,13); cputs("Esf. Adm. de la Columna psi(Sac):");
    gotoxy(12,14); cputs("Esf. Adm. en tension del Tnq. psi(Sat):");
    gotoxy(12,15); cputs("Esf. Adm. en compres del Tnq. psi(Scf):");
    gotoxy(12,16); cputs("Presion del Tanque psi(p):");
    gotoxy(12,17); cputs("Espesor del Tanque plg(t):");
    gotoxy(12,18); cputs("Long. Soldada, perna-Tanque plg(L1):");
    gotoxy(12,19); cputs("Ancho Max. de Soldadura plg(Amax):");
    gotoxy(12,20); cputs("plg(lf):");
    gotoxy(12,21); cputs("plg(fo):");

    textcolor(1);
    gotoxy(43,4); cputs("plg");
    gotoxy(44,5); cputs("plg");
    gotoxy(42,6); cputs("plg4");
    gotoxy(42,7); cputs("plg4");
    gotoxy(43,8); cputs("plg");
    gotoxy(42,9); cputs("psi");
    gotoxy(42,10); cputs("psi");
    gotoxy(43,11); cputs("lbs");
    gotoxy(42,13); cputs("psi");
    gotoxy(42,14); cputs("psi");
    gotoxy(42,15); cputs("psi");
    gotoxy(44,16); cputs("psi");
    gotoxy(44,17); cputs("plg");
    gotoxy(43,18); cputs("plg");
    gotoxy(41,19); cputs("plg");
    gotoxy(43,20); cputs("plg");
    gotoxy(43,21); cputs("plg");
}

/*****
/*****
/***** Función que permite el ingreso de los datos para el diseño de los apoyos *****/
/*****

int ingreso_dis_baj(float *Aj,float *dj,float *Ix,float *Iy,float *bf,float *Fgc,float *Fgp,float *Wej,float *Ej,float *Sac,float
*Sat,float *Scf,float *p,float *tj,float *L1j,float *Amaxj,float *lf,float *tw)
{

```

```

int
tt=1,coef_ext[19][4]={0,0,0,0},{0,51,4,54},{0,51,5,54},{0,51,6,54},{0,51,7,54},{0,51,8,54},{0,51,9,55},{0,51,10,55},{0,51,11,56},{0,51,12,54},{0,51,13,55},{0,51,14,55},{0,51,15,55},{0,51,16,54},{0,51,17,55},{0,51,18,54},{0,51,19,55},{0,51,20,54},{0,51,21,54}},

suceso1=0,suceso2=0,suceso3=0,suceso4=0,suceso5=0,suceso6=0,suceso7=0,suceso8=0,
suceso9=0,suceso10=0,suceso11=0,suceso12=0,suceso13=0,suceso14=0,suceso15=0,suceso16=0,suceso17=0,suceso18=0,band1=0,band2=0,band3=0,
band4=0,band5=0,band6=0,band7=0,band8=0,band9=0,band10=0,band11=0,band12=0,band13=0,band14=0,band15=0,band16=0,band17=0,band18=0,ij;

char Aj_cha[4]="",Ajj_cha[4]="",dj_cha[4]="",djj_cha[4]="",lx_cha[4]="",lxx_cha[4]="",ly_cha[4]="",lyy_cha[4]="",
bfj_cha[4]="",bfjj_cha[4]="",Fgc_cha[5]="",Fgcc_cha[5]="",Fgp_cha[5]="",Fgpp_cha[5]="",Wej_cha[6]="",Wejj_cha[6]="",
Ej_cha[4]="",Ejj_cha[4]="",Sac_cha[5]="",Sacc_cha[5]="",Sat_cha[5]="",Satt_cha[5]="",Sct_cha[5]="",Sctt_cha[5]="",
pj_cha[4]="",pjij_cha[4]="",tj_cha[5]="",tjj_cha[5]="",L1j_cha[4]="",L1jj_cha[4]="",Amxj_cha[5]="",Amxjj_cha[5]="",lf_cha[4]="",lw_cha[4]="",lff_cha[4]="",lfff_cha[4]="",
ww_cha[4];

float Ajin,djin,lxin,lyin,bfin,Fgcin,Fgpcin,Wejin,Ejin,Sacin,Satin,Sctin,pjin,tjin,L1jin,Amxjin,lfin,twin;

Ajin=*Aj,djin=*dj,lxin=*lx,lyin=*ly,bfin=*bfj,Fgcin=*Fgc,Fgpcin=*Fgp,Wejin=*Wej,Ejin=*Ej,Sacin=*Sac,
Satin=*Sat,Sctin=*Sct,pjin=*pj,tjin=*tj,L1jin=*L1j,Amxjin=*Amxj,lfin=*lf,twin=*tw;
Cursor_si(0);
textcolor(15);
textbackground(0);
do{
    band1=0, band2=0, band3=0, band4=0, band5=0, band6=0, band7=0, band8=0,
    band9=0, band10=0, band11=0, band12=0, band13=0, band14=0, band15=0;
    band16=0, band17=0, band18=0;
    inptext(51,4,54,Aj_cha); inptext(51,5,54,dj_cha); inptext(51,6,54,lx_cha);
    inptext(51,7,54,ly_cha); inptext(51,8,54,bfj_cha); inptext(51,9,55,Fgc_cha);
    inptext(51,10,55,Fgpp_cha); inptext(51,11,56,Wej_cha); inptext(51,12,54,Ej_cha);
    inptext(51,13,55,Sacc_cha); inptext(51,14,55,Satt_cha); inptext(51,15,55,Sctt_cha);
    inptext(51,16,54,pj_cha); inptext(51,17,55,tj_cha); inptext(51,18,54,L1j_cha);
    inptext(51,19,55,Amxj_cha); inptext(51,20,54,lf_cha); inptext(51,21,54,tw_cha);
    if(edit(coef_ext)!=2)
    {
        inptext(51,4,54,Aj_cha); inptext(51,5,54,dj_cha); inptext(51,6,54,lx_cha);
        inptext(51,7,54,ly_cha); inptext(51,8,54,bfj_cha); inptext(51,9,55,Fgc_cha);
        inptext(51,10,55,Fgpp_cha); inptext(51,11,56,Wej_cha); inptext(51,12,54,Ej_cha);
        inptext(51,13,55,Sacc_cha); inptext(51,14,55,Satt_cha); inptext(51,15,55,Sctt_cha);
        inptext(51,16,54,pj_cha); inptext(51,17,55,tj_cha); inptext(51,18,54,L1j_cha);
        inptext(51,19,55,Amxj_cha); inptext(51,20,54,lf_cha); inptext(51,21,54,tw_cha);

        if(no_letra(Aj_cha)==0)
        { Ajin=atoi(Aj_cha); band1=1; }

        if(no_letra(dj_cha)==0)
        {
            for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4)
                djj_cha[i]='.';
                else
                djj_cha[i]=dj_cha[i];
            }
            djjin=atoi(djj_cha);
            band2=1;
        }

        if(no_letra(lx_cha)==0)
        {
            for(i=0;i<=4;i++)

```

```

    { if(i==4)
      { lxx_cha[i]='.'; lxx_cha[i+1]='0';
        lxx_cha[i+2]='.'; }
      else lxx_cha[i]=lxx_cha[i];
    }
    lxin=atof(lxx_cha); band3=1;
  }

  if(no_letra(ly_cha)==0)
  { for(i=0; i<=4; i++)
    { if(i==4)
      { lyy_cha[i]='.'; lyy_cha[i+1]='0';
        lyy_cha[i+2]='.'; }
      else lyy_cha[i]=ly_cha[i];
    }
    lyin=atof(lyy_cha); band4=1;
  }

  if(no_letra(bfj_cha)==0)
  { for(i=0; i<=4; i++)
    { if(i==4)
      { bfj_cha[i]='.'; bfj_cha[i+1]='0';
        bfj_cha[i+2]='.'; }
      else bfj_cha[i]=bfj_cha[i];
    }
    bfjin=atof(bfj_cha); band5=1;
  }

  if(no_letra(Fgc_cha)==0)
  { for(i=0; i<=5; i++)
    { if(i==5)
      { Fgcc_cha[i]='.'; Fgcc_cha[i+1]='0';
        Fgcc_cha[i+2]='.'; }
      else Fgcc_cha[i]=Fgc_cha[i];
    }
    Fgcin=atof(Fgcc_cha); band6=1;
  }

  if(no_letra(Fgp_cha)==0)
  { for(i=0; i<=5; i++)
    { if(i==5)
      { Fgpp_cha[i]='.'; Fgpp_cha[i+1]='0';
        Fgpp_cha[i+2]='.'; }
      else Fgpp_cha[i]=Fgp_cha[i];
    }
    Fgpin=atof(Fgpp_cha); band7=1;
  }

  if(no_letra(Wej_cha)==0)
  { for(i=0; i<=6; i++)
    { if(i==6)
      { Wejj_cha[i]='.'; Wejj_cha[i+1]='0';
        Wejj_cha[i+2]='.'; }
      else Wejj_cha[i]=Wej_cha[i];
    }
    Wejin=atof(Wejj_cha); band8=1;
  }

  if(no_letra(Ej_cha)==0)
  { for(i=0; i<=4; i++)
    { if(i==4)

```

```

        {Ejj_cha[i]='.';Ejj_cha[i+1]='0';
        Ejj_cha[i+2]='.';}
    else    Ejj_cha[i]=Ej_cha[i];
    }
    Ejin=atof(Ejj_cha);  band9=1;
}
if(no_letra(Sac_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
    { if(i==5)
        {Sacc_cha[i]='.';Sacc_cha[i+1]='0';
        Sacc_cha[i+2]='.';}
      else  Sacc_cha[i]=Sac_cha[i];
    }
    Sacin=atof(Sacc_cha);  band10=1;
}

if(no_letra(Sat_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
    { if(i==5)
        {Satt_cha[i]='.';Satt_cha[i+1]='0';
        Satt_cha[i+2]='.';}
      else  Satt_cha[i]=Sat_cha[i];
    }
    Satin=atof(Satt_cha);  band11=1;
}

if(no_letra(Sct_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
    { if(i==5)
        {Sctt_cha[i]='.';Sctt_cha[i+1]='0';
        Sctt_cha[i+2]='.';}
      else  Sctt_cha[i]=Sct_cha[i];
    }
    Sctin=atof(Sctt_cha);  band12=1;
}

if(no_letra(pj_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=4;i++)
    { if(i==4)
        {pjj_cha[i]='.';pjj_cha[i+1]='0';
        pjj_cha[i+2]='.';}
      else  pjj_cha[i]=pj_cha[i];
    }
    pjin=atof(pjj_cha);  band13=1;
}
if(no_letra(tj_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
    { if(i==5)
        {tjj_cha[i]='.';tjj_cha[i+1]='0';
        tjj_cha[i+2]='.';}
      else  tjj_cha[i]=tj_cha[i];
    }
    tjin=atof(tjj_cha);  band14=1;
}

if(no_letra(L1j_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
    { if(i==4)
        {L1jj_cha[i]='.';  L1jj_cha[i+1]='0';

```

```

        L1jj_cha[i+2]='.';
    else    L1jj_cha[i]=L1j_cha[i];
}

L1jin=atof(L1jj_cha);  band15=1;
}

if(no_letra(Amxj_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
{ if(i==5)
{Amxjj_cha[i]='.';  Amxjj_cha[i+1]='0';
  Amxjj_cha[i+2]='.';}
  else    Amxjj_cha[i]=Amxj_cha[i];
}
  Amxjin=atof(Amxjj_cha);  band16=1;
}

if(no_letra(tf_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
{ if(i==4)
{tff_cha[i]='.';tff_cha[i+1]='0';
  tff_cha[i+2]='.';}
  else    tff_cha[i]=tf_cha[i];
}
  tfin=atof(tff_cha);  band17=1;
}

if(no_letra(tw_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
{ if(i==4)
{tww_cha[i]='.';tww_cha[i+1]='0';
  tww_cha[i+2]='.';}
  else    tww_cha[i]=tw_cha[i];
}
  twin=atof(tww_cha);  band18=1;
}

}

if((band1 !=1) || (band2 !=1) || (band3 !=1) || (band4 !=1) || (band5 !=1) || (band6 !=1) || (band7 !=1) || (band8
!=1) || (band9 !=1) || (band10 !=1) || (band11 !=1) || (band12 !=1) || (band13 !=1) || (band14 !=1) || (band15 !=1) ||
(band16 !=1) || (band17 !=1) || (band18 !=1))
{
    if(band1!=1)    mensaje(" Esta mal digitada el Area Transversal ");
    if(band2!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Ancho de columna  ");
    if(band3!=1)    mensaje("Esta mal digitado la Inercia de la columna, eje x  ");
    if(band4!=1)    mensaje("Esta mal digitado la Inercia de la columna, eje y  ");
    if(band5!=1)    mensaje("Esta mal digitado el ancho del ala de la columna  ");
    if(band6!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo de inercia de la col.");
    if(band7!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo de inercia de la placa");
    if(band8!=1)    mensaje("Esta mal digitado el peso del tanque Vacio ");
    if(band9!=1)    mensaje("Esta mal digitado la eficiencia de la junta");
    if(band10!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo Admisible de la columna");
    if(band11!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Esf. Adm. en tensión del tanque");
    if(band12!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Esf. Adm. en compresión del tanque");
    if(band13!=1)    mensaje("Esta mal digitado la presión del tanque");
    if(band14!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Espesor del tanque");
    if(band15!=1)    mensaje("Esta mal digitado la Long. Soldada pierna-tanque");
    if(band16!=1)    mensaje("Esta mal digitado el Ancho Máximo de soldadura");
    if(band17!=1)    mensaje("Esta mal digitado el tf");
    if(band18!=1)    mensaje("Esta mal digitado el tw");
}

```

```

}
else
{
    if(band1==1)
    { if(Ajin>1000 || Ajin<1)   suceso1=0;
      else   suceso1=1;      }

    if(band2==1)
    { if(djin > 30 || djin < 1)   suceso2=0;
      else   suceso2=1;      }

    if(band3==1)
    { if(lxin > 2000 || lxin < 1)   suceso3=0;
      else   suceso3=1;      }

    if(band4==1)
    { if(lyin > 2000 || lyin < 1)   suceso4=0;
      else   suceso4=1;      }

    if(band5==1)
    { if(bfjin > 30 || bfjin < 1)   suceso5=0;
      else   suceso5=1;      }

    if(band6==1)
    { if(Fgcin > 80000 || Fgcin < 20000)   suceso6=0;
      else   suceso6=1;      }

    if(band7==1)
    { if(Fgpin > 80000 || Fgpin < 20000)   suceso7=0;
      else   suceso7=1;      }

    if(band8==1)
    { if(Wejin > 999999 || Wejin < 1)   suceso8=0;
      else   suceso8=1;      }

    if(band9==1)
    { if(Ejin > 1 || Ejin < 0.45)   suceso9=0;
      else   suceso9=1;      }

    if(band10==1)
    { if(Sacin > 30000 || Sacin < 1)   suceso10=0;
      else   suceso10=1;      }

    if(band11==1)
    { if(Satin > 30000 || Satin < 1)   suceso11=0;
      else   suceso11=1;      }

    if(band12==1)
    { if(Sctin > 30000 || Sctin < 1)   suceso12=0;
      else   suceso12=1;      }

    if(band13==1)
    { if(pjin > 2000 || pjin < -15)   suceso13=0;
      else   suceso13=1;      }

    if(band14==1)
    { if(tjin > 3 || tjin < 0.001)   suceso14=0;
      else   suceso14=1;      }

    if(band15==1)
    { if(L1jin > 60 || L1jin < 12)   suceso15=0;

```

```

else      suceso15=1;      }

if(band16==1)
{   if(Amxjin > 2 || Amxjin < 0.125)      suceso16=0;
    else      suceso16=1;      }

if(band17==1)
{   if(tfin > 300 || tfin < 0.000)      suceso17=0;
    else      suceso17=1;      }

if(band18==1)
{   if(twin > 300 || twin < 0.000)      suceso18=0;
    else      suceso18=1;      }

if(suceso1==0)      mensaje("Fuera de rango El Area Transversal");
if(suceso2==0)      mensaje("Fuera de rango El Ancho de la columna ");
if(suceso3==0)      mensaje("Fuera de rango La inercia de la Columna, eje x");
if(suceso4==0)      mensaje("Fuera de rango La inercia de la Columna, eje y");
if(suceso5==0)      mensaje("Fuera de rango El ancho de ala de la Columna");
if(suceso6==0)      mensaje("Fuera de rango El Esfuerzo de inercia de la col. ");
if(suceso7==0)      mensaje("Fuera de rango El Esfuerzo de inercia de la placa");
if(suceso8==0)      mensaje("Fuera de rango el peso del tanque Vacio ");
if(suceso9==0)      mensaje("Fuera de rango la eficiencia de la junta ");
if(suceso10==0)     mensaje("Fuera de rango el Esfuerzo Admisible de la columna");
if(suceso11==0)     mensaje("Fuera de rango el Esf. Adm. en tensi3n del tanque ");
if(suceso12==0)     mensaje("Fuera de rango el Esf. Adm. en compresi3n del tanque");
if(suceso13==0)     mensaje("Fuera de rango la presi3n del tanque ");
if(suceso14==0)     mensaje("Fuera de rango el Espesor del tanque ");
if(suceso15==0)     mensaje("Fuera de rango la Long. Soldada pierna-tanque ");
if(suceso16==0)     mensaje("Fuera de rango el Ancho M ximo de soldadura ");
if(suceso17==0)     mensaje("Fuera de rango el lf ");
if(suceso18==0)     mensaje("Fuera de rango el tw ");

if(suceso1==1 && band1==1 && suceso2==1 && band2==1 && suceso3==1 && band3==1 && suceso4==1
&& band4==1 && suceso5==1 && band5==1 && suceso6==1 && band6==1 && suceso7==1 && band7==1 &&
suceso8==1 && band8==1 && suceso9==1 && band9==1 && suceso10==1 && band10==1 && suceso11==1 &&
band11==1 && suceso12==1 && band12==1 && suceso13==1 && band13==1 && suceso14==1 && band14==1 &&
suceso15==1 && band15==1 && suceso16==1 && band16==1 && suceso17==1 && band17==1 && suceso18==1 &&
band18==1)
    tt=0;
}
else
    tt=0;
}while(!tt),
cursor_no();

*Aj=Ajin;
*dj=djin;
*ix=ixin;
*ly=lyin;
*bff=bffin;
*Fgc=Fgcin;
*Fgp=Fgpin;
*Wwj=Wwjn;
*Ei=Ejin;
*Sac=Sacin;
*Saf=Safin;
*Sct=Sctin;
*pj=pjin;

```

```

*tj=tjin;
*L1j=L1jin;
*Amxj=Amxjin;
*tf=tfjn;
*tw=twjn;

if(suceso1==1 && band1==1 && suceso2==1 && band2==1 && suceso3==1 && band3==1 && suceso4==1 &&
band4==1 && suceso5==1 && band5==1 && suceso6==1 && band6==1 && suceso7==1 && band7==1 &&
suceso8==1 && band8==1 && suceso9==1 && band9==1 && suceso10==1 && band10==1 && suceso11==1 &&
band11==1 && suceso12==1 && band12==1 && suceso13==1 && band13==1 && suceso14==1 && band14==1 &&
suceso15==1 && band15==1 && suceso16==1 && band16==1 && suceso17==1 && band17==1 && suceso18==1 &&
band18==1)
return(1);
else
return(0);
}

int opera_dis_baj(float *Aj,float *dj,float *lx,float *ly,float *bf,float *Fgcj,float *Fgpj,float *Wej,float *Ej,float *Sacj,float
*Satj,float *Sctj,float *pj,float *estj,float *L1j,float *Amxj,float *Dj,float *Qj,float *Nj,float *Wj,float *Ij,float *Iej,float
*tbj,float *ej,float *bj,float *gj,float *diaper,float *wj)
{

int sigue=1,i,ret;

float A,d,lx,ly,bf,Fgc,Fgp,We,E,Sac,Sat,Sct,pbj,est,L1,Amx,rx,B,Dbaj,Px,Q,N,W,I,Ma,Ie,
Mb,P1,St,Sc,Sp,kk,cc,Fa,fa,Fb,fb,F,Fe,datt,datt,Sx,e,a,b,Pmex,min,m,n,tb,Ab,fsw,
Zw,tbw,f,fw,Sa,w,tblaj[14][3],darr,dabaj,ult;

tbla[0][0]=0.606;tbla[1][0]=0.763;tbla[2][0]=0.969;tbla[3][0]=1.16;tbla[4][0]=1.41;tbla[5][0]=1.69;
tbla[6][0]=1.90;tbla[7][0]=2.28;tbla[8][0]=2.5;tbla[9][0]=3;tbla[10][0]=3.25;tbla[11][0]=4;
tbla[12][0]=4.93;tbla[13][0]=5.97;tbla[0][1]=1;tbla[1][1]=1.125;tbla[2][1]=1.25;tbla[3][1]=1.375;
tbla[4][1]=1.5;tbla[5][1]=1.625;tbla[6][1]=1.75;tbla[7][1]=1.875;tbla[8][1]=2;tbla[9][1]=2.125;
tbla[10][1]=2.25;tbla[11][1]=2.5;tbla[12][1]=2.75;tbla[13][1]=3;tbla[0][2]=1.5;tbla[1][2]=1.625;
tbla[2][2]=1.75;tbla[3][2]=1.875;tbla[4][2]=2;tbla[5][2]=2.125;tbla[6][2]=2.25;tbla[7][2]=2.375;
tbla[8][2]=2.5;tbla[9][2]=2.625;tbla[10][2]=2.75;tbla[11][2]=3;tbla[12][2]=3.25;tbla[13][2]=3.5;

A=*Aj;
d=*dj;
lx=*lxj;
ly=*lyj;
bf=*bfj;
Fgc=*Fgcj;
Fgp=*Fgpj;
We=*Wej;
E=*Ej;
Sac=*Sacj;
Sat=*Satj;
Sct=*Sctj;
pbaj=*pj;
est=*estj;
L1=*L1j;
Amx=*Amxj;
Dbaj=*Dj;
Q=*Qj;
N=*Nj;
W=*Wj;
I=*Ij;
Ie=*Iej;

rx=sqrt(lx/A);

```

```

Sx=lx*2/d;
B=Dbaj*12+d;
Px=((Q*N*B)-(W*B))/(4*12);
Ma=Px*Dbaj/2;
Mb=Px*I;
P1=W/N+((4*Ma)/(N*Dbaj));
St=((4*Ma*12)/(3.141592*Dbaj*12*Dbaj*12*est*E))+((pbaj*Dbaj*12)/(4*est*E))-
(W*est/(3.141592*Dbaj*12*E*3.141592));

if(St>Sat)
{mensaje("El tanque no resiste los esfuerzos de tension"); ret=0;}
else
{
Sc=((4*Ma*12)/(3.141592*Dbaj*12*Dbaj*12*est))+ (W/(est*3.141592*Dbaj*12));
if(Sc>Sct)
{mensaje("El tanque no resiste los esfuerzos de compresion");
ret=0;}
else
{
Sp=P1/((bf+2*sqrt(Dbaj*6*est))*est);
if(Sp>Sct)
{mensaje("El Cascarón del tanque se pandea sobre los apoyos");
ret=0;}
else
{
kk=1.5*1e*12/rx;
cc=sqrt(2*3.141592*3.141592*290000000/Fgc);
if(cc>kk)
{
darr=(1-(kk*kk)/(2*cc*cc))*Fgc;
dabaj=1.6666+(0.375*kk/cc);
ult=(pow(kk,3))/(8*pow(cc,3));
Fa=darr/(dabaj-ult);
}
else
Fa=(12*3.141592*3.141592*290000000)/(23*kk*kk);
fa=Q/A;
Fb=0.66*Fgc;
F=(Px*Ix)/(2*Ix+2*Iy);
fb=(P1*d/2)/Sx+(F*3/4*1e*12)/Sx;
Fe=(12*3.141592*3.141592*290000000)/(23*kk*kk);
if((fa/Fa)>0.15)
{
dat=fa/Fa+(0.35*fb)/((1-fa/Fe)*Fb);
if(dat>1.05)
{mensaje("La columna no resiste, escoja una mayor");
sigue=0;}
}
else
{
datt=(fa/Fa+fb/Fb);
if(datt>1.05)
{mensaje("La columna no resiste, escoja una mayor");
sigue=0;}
}
}
if(sigue==1)
{
e=(P1*d)/(2*Q);
a=6*e;

b=bf+2,

```

```

do
{
Pmax=(2*Q)/(a*b);
if(Pmax>900)
b=b+1;
}while(Pmax>900);
m=0.5*(a-0.95*d);
n=0.5*(b-0.8*bf);
if(m<=n)
min=m;
else
min=n;
tb=min*sqrt((3*Pmax)/(0.6*Fgp));
if(tb<0.5)
tb=0.5;
Ab=(1/(N*18000))*(4*Mb*12/B-We);
do
{
fsw=P1/(2*L1+bf);
Zw=(L1*L1*(2*bf+L1))/(3*(bf+L1));
fbw=((Q*d/2)+(F*12*(1-e/2)/4))/Zw;
f=sqrt(fsw*fsw+fbw*fbw);
if(Sa>Sac)
Sa=Sa;
else
Sa=Sac;
fw=E*Sa;
w=f/fw;
if(w>Amax)
L1=L1+1;
}while(w>Amax);
for(i=0;i<=13;i++)
{ if(Ab<tabla[i][0])
break;
}
if(Ab>tabla[13][0])
{ Ab=5.97;
i=13;
}
}

}

*tbj=tb;
*a=a;
*bj=b;
*gj=tabla[i][2];
*diapor=tabla[i][1];
*wj=w;
*L1j=L1;
ret=1;
}
}
if(ret==1)
return(1);
else
return(0);
}

```



```

char ts_cha[6]="",tss_cha[6]="",A_cha[4]="",AA_cha[4]="",H_cha[4]="",HH_cha[4]="",Ew_cha[4]="",Eww_cha[4]="",
St_cha[5]="",Stt_cha[5]="",Sc_cha[5]="",Scc_cha[5]="",p_cha[5]="",pp_cha[5]="",th_cha[6]="",thh_cha[6]="",
tw_cha[6]="",tww_cha[6]="",Fyt_cha[5]="",Fyft_cha[5]="",Fya_cha[5]="",Fyaa_cha[5]="",b_cha[5]="",bb_cha[5]="",
J_cha[4],JJ_cha[4],h_cha[6],hh_cha[6],te_cha[4],tee_cha[4],F_cha[4],FF_cha[4];

```

```

float tsin,Ain,Hin,Ewin,Stin,Scin,pin,thin,twin,Fytin,Fyein,bin,Jin,hin,tein,Fin;

```

```

tsin=*ts;
Ain=*A;
Hin=*H;
Ewin=*Ew;
Stin=*St;
Scin=*Sc;
pin=*p;
thin=*th;
twin=*tw;
Fytin=*Fyt;
Fyain=*Fya;
bin=*b;
Jin=*J;
hin=*h;
tein=*te;
Fin=*F;

```

```

cursor_si(0);

```

```

textcolor(15);
textbackground(0);

```

```

do{
    band1=0; band2=0; band3=0; band4=0; band5=0; band6=0; band7=0; band8=0; band9=0;
    band10=0; band11=0; band12=0; band13=0; band14=0; band15=0; band16=0;

```

```

    inptext(51,4,56,tss_cha); inptext(51,5,54,AA_cha); inptext(51,6,54,HH_cha);
    inptext(51,7,54,Eww_cha); inptext(51,8,55,Stt_cha); inptext(51,9,55,Scc_cha);
    inptext(51,10,55,pp_cha); inptext(51,11,56,thh_cha); inptext(51,12,56,ttw_cha);
    inptext(51,13,55,Fyft_cha); inptext(51,14,55,Fyaa_cha); inptext(51,15,55,bb_cha);
    inptext(51,16,54,JJ_cha); inptext(51,17,56,hh_cha); inptext(51,18,54,tee_cha);
    inptext(51,19,54,FF_cha);

```

```

    if(edit(coef_exd)!=2)

```

```

    {
        inptext(51,4,56,ts_cha); inptext(51,5,54,A_cha); inptext(51,6,54,H_cha); inptext(51,7,54,Ew_cha);
        inptext(51,8,55,St_cha); inptext(51,9,55,Sc_cha); inptext(51,10,55,p_cha); inptext(51,11,56,th_cha);
        inptext(51,12,56,tw_cha); inptext(51,13,55,Fyt_cha); inptext(51,14,55,Fya_cha); inptext(51,15,55,b_cha);
        inptext(51,16,54,J_cha); inptext(51,17,56,h_cha); inptext(51,18,54,te_cha); inptext(51,19,54,F_cha);

```

```

        if(no_letra(ts_cha)==0)
        { tsin=atof(ts_cha); band1=1; }

```

```

        if(no_letra(A_cha)==0)
        { for(i=0,i<=4;i++)
            { if(i==4) AA_cha[i]='.';
              else AA_cha[i]=A_cha[i];
            }
            Ain=atof(AA_cha);
            band2=1;
        }
    }

```

```

if(no_letra(H_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=4;i++)
    {
        if(i==4)
        {
            HH_cha[i]='.';    HH_cha[i+1]='0';
            HH_cha[i+2]='.';
        }
        else
            HH_cha[i]=H_cha[i];
        Hin=atoi(HH_cha);    band3=1;
    }
}

if(no_letra(Ew_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=4;i++)
    {
        if(i==4)
        {
            Eww_cha[i]='.';    Eww_cha[i+1]='0';
            Eww_cha[i+2]='.';
        }
        else
            Eww_cha[i]=Ew_cha[i];
    }
    Ewin=atoi(Eww_cha);
    band4=1;
}

if(no_letra(St_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=5;i++)
    {
        if(i==5)
        {
            Stt_cha[i]='.';    Stt_cha[i+1]='0';
            Stt_cha[i+2]='.';
        }
        else
            Stt_cha[i]=St_cha[i];
    }
    Stin=atoi(Stt_cha);    band5=1;
}

if(no_letra(Sc_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=5;i++)
    {
        if(i==5)
        {
            Scc_cha[i]='.'; Scc_cha[i+1]='0';
            Scc_cha[i+2]='.';
        }
        else
            Scc_cha[i]=Sc_cha[i];
    }
    Scin=atoi(Scc_cha);    band6=1;
}

if(no_letra(p_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=5;i++)
    {
        if(i==5)
        {
            pp_cha[i]='.';    pp_cha[i+1]='0';
            pp_cha[i+2]='.';
        }
        else
            pp_cha[i]=p_cha[i];
    }
    pin=atoi(pp_cha);    band7=1;
}

if(no_letra(th_cha)==0)
{
    for(i=0;i<=6;i++)
    {
        if(i==6)
        {
            thh_cha[i]='.'; thh_cha[i+1]='0';
            thh_cha[i+2]='.';
        }
        else
            thh_cha[i]=th_cha[i];
    }
    thin=atoi(thh_cha);    band8=1;
}

if(no_letra(tw_cha)==0)

```

```

{ for(i=0;i<=6;i++)
{ if(i==6)
{ tww_cha[i]='.'; tww_cha[i+1]='0';
tww_cha[i+2]='.';}
else tww_cha[i]=tw_cha[i];
}
twin=atof(tww_cha); band9=1;
}

if(no_letra(Fyt_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
{ if(i==5)
{ Fyft_cha[i]='.'; Fyft_cha[i+1]='0';
Fyft_cha[i+2]='.';}
else Fyft_cha[i]=Fyt_cha[i];
}
Fytin=atof(Fyft_cha); band10=1;
}

if(no_letra(Fya_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
{ if(i==5)
{ Fyaa_cha[i]='.'; Fyaa_cha[i+1]='0';
Fyaa_cha[i+2]='.';}
else Fyaa_cha[i]=ya_cha[i];
}
Fyain=atof(Fyaa_cha); band11=1;
}

if(no_letra(bb_cha)==0)
{ for(i=0;i<=5;i++)
{ if(i==5)
{ bb_cha[i]='.'; bb_cha[i+1]='0';
bb_cha[i+2]='.';}
else bb_cha[i]=b_cha[i];
}
bin=atof(bb_cha); band12=1;
}

if(no_letra(JJ_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
{ if(i==4)
{ JJ_cha[i]='.'; JJ_cha[i+1]='0';
JJ_cha[i+2]='.';}
else JJ_cha[i]=J_cha[i];
}
Jin=atof(JJ_cha); band13=1;
}

if(no_letra(hh_cha)==0)
{ for(i=0;i<=6;i++)
{ if(i==6)
{ hh_cha[i]='.'; hh_cha[i+1]='0';
hh_cha[i+2]='.';}
else hh_cha[i]=h_cha[i];
}
hin=atof(hh_cha); band14=1;
}

if(no_letra(te_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)

```

```

    { if(i==4)
      { tee_cha[i]='.';   lee_cha[i+1]='0';
        tee_cha[i+2]='.';
      }
      else   tee_cha[i]=te_cha[i];
    }
    tein=atof(tee_cha);  band15=1;  }

if(no_letra(F_cha)==0)
{  for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    { FF_cha[i]='.';   FF_cha[i+1]='0';
      FF_cha[i+2]='.';
    }
    else   FF_cha[i]=F_cha[i];
  }
  Fin=atof(FF_cha);  band16=1;
}

if((band1 !=1) || (band2 !=1) || (band3 !=1) || (band4 !=1) || (band5 !=1) || (band6 !=1) || (band7 !=1) || (band8
!=1) || (band9 !=1) || (band10 !=1) || (band11 !=1) || (band12 !=1) || (band13 !=1) || (band14 !=1) || (band15 !=1) ||
(band16 !=1))
{
  if(band1!=1)      mensaje(" Esta mal digitado el Espesor del Tnq. ");
  if(band2!=1)      mensaje("Esta mal digitado la Dist. entre apoyos y cabezal");
  if(band3!=1)      mensaje("Esta mal digitado el largo del cabezal ");
  if(band4!=1)      mensaje("Esta mal digitada la Eficiencia de Soldadura ");
  if(band5!=1)      mensaje("Esta mal digitado el Esf. Adm. del Tnq (T) ");
  if(band6!=1)      mensaje("Esta mal digitado el Esf. Adm. del Tnq (C) ");
  if(band7!=1)      mensaje("Esta mal digitado la presión del tanque");
  if(band8!=1)      mensaje("Esta mal digitado el Espesor de Cabezales ");
  if(band9!=1)      mensaje("Esta mal digitado el Espesor del Plato Portador");
  if(band10!=1)     mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo de fluencia del Tanque ");
  if(band11!=1)     mensaje("Esta mal digitado el Esfuerzo de fluencia del apoyo ");
  if(band12!=1)     mensaje("Esta mal digitado el El ancho del Rigidizador");
  if(band13!=1)     mensaje("Esta mal digitado el Espesor del Alma y Rigidizador");
  if(band14!=1)     mensaje("Esta mal digitado la Altura de la base del Tanque");
  if(band15!=1)     mensaje("Esta mal digitado la El Angulo de contacto");
  if(band16!=1)     mensaje("Esta mal digitado el El Ancho de la placa base");
}
else
{
  if(band1==1)
  {  if(tsin>5 || tsin<0.125)  suceso1=0;
    else   suceso1=1;  }

  if(band2==1)
  {  if(Ain > 50 || Ain < 0.0)  suceso2=0;
    else   suceso2=1;  }

  if(band3==1)
  {  if(Hin >50 || Hin < 0.0)  suceso3=0;
    else   suceso3=1;  }

  if(band4==1)
  {  if(Ewin > 1 || Ewin < 0.44)  suceso4=0;
    else   suceso4=1;  }

  if(band5==1)
  {  if(Stin > 30000 || Stin < 1)  suceso5=0;
    else   suceso5=1;  }

  if(band6==1)

```

```

{ if(Scin > 30000 || Scin < 1)      suceso6=0;
  else      suceso6=1; }

if(band7==1)
{ if(pin > 2000 || pin < -15)      suceso7=0;
  else      suceso7=1; }

if(band8==1)
{ if(thin > 5 || thin < 0.125)      suceso8=0;
  else      suceso8=1; }

if(band9==1)
{ if(twin > 5 || twin < 0.125)      suceso9=0;
  else      suceso9=1; }

if(band10==1)
{ if(Fytm > 90000 || Fytm < 20000)      suceso10=0;
  else      suceso10=1; }

if(band11==1)
{ if(Fyain > 90000 || Fyain < 20000)      suceso11=0;
  else      suceso11=1; }

if(band12==1)
{ if(bin > 20 || bin < 1)      suceso12=0;
  else      suceso12=1; }

if(band13==1)
{ if(Jin > 5 || Jin < 0.125 )      suceso13=0;
  else      suceso13=1; }

if(band14==1)
{ if(hin > 12 || hin < 1)      suceso14=0;
  else      suceso14=1; }

if(band15==1)
{ if(tein > 150 || tein < 120)      suceso15=0;
  else      suceso15=1; }

if(band16==1)
{ if(Fin > 20 || Fin < 1)      suceso16=0;
  else      suceso16=1; }

if(suceso1==0)      mensaje("Fuera de rango El Espesor del Tanque");
if(suceso2==0)      mensaje("Fuera de rango La distancia entre apoyos y cabeza");
if(suceso3==0)      mensaje("Fuera de rango el Largo del Cabezal");
if(suceso4==0)      mensaje("Fuera de rango La eficiencia de soldadura");
if(suceso5==0)      mensaje("Fuera de rango El Esf. Adm. del Tanque (T)");
if(suceso6==0)      mensaje("Fuera de rango El Esf. Adm. del Tanque (C)");
if(suceso7==0)      mensaje("Fuera de rango La presión del Tanque");
if(suceso8==0)      mensaje("Fuera de rango El Espesor de Cabezales");
if(suceso9==0)      mensaje("Fuera de rango El espesor del Plato Portador");
if(suceso10==0)      mensaje("Fuera de rango El Esfuerzo de Fluencia del Tanque");
if(suceso11==0)      mensaje("Fuera de rango El Esfuerzo de Fluencia del Apoyo");
if(suceso12==0)      mensaje("Fuera de rango El Ancho del Rigidizador");
if(suceso13==0)      mensaje("Fuera de rango El espesor del alma y rigidizador");
if(suceso14==0)      mensaje("Fuera de rango La altura de la base del tanque");
if(suceso15==0)      mensaje("Fuera de rango El Angulo de Contacto");
if(suceso16==0)      mensaje("Fuera de rango El Ancho de la placa base");

```

```

        if(suceso1==1 && band1==1 && suceso2==1 && band2==1 && suceso3==1 && band3==1 && suceso4==1
        && band4==1 && suceso5==1 && band5==1 && suceso6==1 && band6==1 && suceso7==1 && band7==1 &&
        suceso8==1 && band8==1 && suceso9==1 && band9==1 && suceso10==1 && band10==1 && suceso11==1 &&
        band11==1 && suceso12==1 && band12==1 && suceso13==1 && band13==1 && suceso14==1 && band14==1 &&
        suceso15==1 && band15==1 && suceso16==1 && band16==1)
            tt=0;
        }
    }
    else
        tt=0;
}while(tt!=0);

cursor_no();

*ts=tsin,
*A=Ain;
*H=Hin;
*Ew=Ewin,
*St=Stin,
*Sc=Scin,
*p=pin,
*th=thin,
*tw=twin,
*Fyt=Fytin,
*Fya=Fyain,
*b=bin;
*J=Jin;
*h=hin;
*te=tein;
*F=Fin;

if(suceso1==1 && band1==1 && suceso2==1 && band2==1 && suceso3==1 && band3==1 && suceso4==1 &&
band4==1 && suceso5==1 && band5==1 && suceso6==1 && band6==1 && suceso7==1 && band7==1 &&
suceso8==1 && band8==1 && suceso9==1 && band9==1 && suceso10==1 && band10==1 && suceso11==1 &&
band11==1 && suceso12==1 && band12==1 && suceso13==1 && band13==1 && suceso14==1 && band14==1 &&
suceso15==1 && band15==1 && suceso16==1 && band16==1)
    return(1);
else
    return(0);
}

/*****
***** Función que realiza los cálculos para el diseño de los apoyos *****/

int opera_dis_hor(float *Din,float *tsin,float *Ain,float *Lin,float *Hin,float *Qin,float *Stin,float *Scin,float *Ewin,float
*pin,float *thin,float *twin,float *Fytin,float *bin,float *Ein,float *Fin,float *Jin,float *hin,float *twein,float *tein,float
*Fyain,float *Fin,float *Rdh,float *Gbdt,float *Gtdh,float *Idh,float *tbdh,float *h,float *trt,float *nnh,float *Ax)
{
    char are[42*12*2];

    int dato,sigue1=1,sigue2=1,sigue3=1,sigue4=1,sigue5=1,sigue6=1,sigue7=1,sigue8=1,
    sigue9=1,sigue10=1,sigue11=1,sigue12=1,sigue13=1,sigue14=1,nig;

    float R,r,AA,k1,k2,k3,k4,k5,k6,k7,k8,uno,dos,tres,D,ts,A,L,H,Q,Ma,Mb,S1,S3,St,Sc,Ew,p,th,tw,Fyt,b,twe,
    S2,S4,S5,S6,S7,S8,S9,S10,S11,S12,S13,S14,tss,lts,n,E,alp,te,Gt,Fl,J,h,HH,tr,tb,B,A1,A2,A3,A4,y1,y2,
    y3,y4,l1,l2,l3,l4,C1,C2,C3,As,l,beta,kk,sit,fn,Fya,d,M,fb,F,Ab,Bp,a,P,Gb,Ar,l1,rr,l1,Cc,Fa,fmiu,Fb,fa;

    D=*Din;
    ts=*tsin;
    A=*Ain;
    L=*Lin;

```

```

H=*Hin;
Q=*Qin;
St=*Stin;
Sc=*Scin;
Ew=*Ewin;
p=*pin;
th=*thin;
tw=*twin;
Fyt=*Fylin;
b=*bin;
E=*Ein;
Fl=*Flin;
te=*tein;
J=*Jin;
h=*hin;
twe=*twein;
Fya=*Fyain;
F=*Fin;
rig=pregunta1("Tanque CON Rigidizador o SIN Rigidizador: C/S");
R=D/2;
r=R*12;
uno=r/ts;
dos=0.5*R;
tres=8*R;
if(uno>=200 && A>dos && L>=tres) dato=1;
if(uno>=200 && A>dos && L<tres) dato=2;
if(uno>=200 && A<=dos && L>=tres) dato=3;
if(uno>=200 && A<=dos && L<tres) dato=4;
if(uno<200 && A>dos && L>=tres) dato=5;
if(uno<200 && A>dos && L<tres) dato=6;
if(uno<200 && A<=dos && L>=tres) dato=7;
if(uno<200 && A<=dos && L<tres) dato=8;

gettext(20,12,61,23,are);
switch (dato){
  case 1:ing3(&k7,&k2,&k6,7); break;
  case 2:ing4(&k7,&k2,&k5,&k6,1); break;
  case 3:ing4(&k7,&k3,&k4,&k6,2); break;
  case 4:ing5(&k7,&k3,&k4,&k5,&k6,7); break;
  case 5:ing3(&k1,&k2,&k6,1); break;
  case 6:ing4(&k1,&k2,&k5,&k6,3); break;
  case 7:ing4(&k1,&k3,&k4,&k6,4); break;
  case 8:ing5(&k1,&k3,&k4,&k5,&k6,1); break;
}
puttext(20,12,61,23,are);
AA=(-4*(8*H+3*L)+sqrt(448*H*H+768*H*L+576*R*R+288*L*L))/24;
Ma=6*Q*(8*A*H+6*A*A-3*R*R+3*H*H)/(3*L+4*H);
Mb=3*Q*(3*L*L+6*R*R-6*H*H-12*A*L-16*A*H)/(3*L+4*H);

/* Esfuerzos longitudinales */
if(uno<200)
{
  if(rig==0)
  {
    S1=Ma/(k1*r*ts);
    if( abs( S1+ (p/r)/(2*ts) ) <= (St*Ew))
      sigue1=1;
    else
      sigue1=0;
  }
}

```



```

if(rig==1)
{
  S3=Ma/(3.1415*r*r*ts);
  if( abs( S3+(p*r)/(2*ts)) <= (St*Ew))
    sigue2=1;
  else
    sigue2=0;
}

S5=Mb/(3.1415*r*r*ts);
if( abs( S5 + (p*r)/(2*ts) ) < (St*Ew) )
  sigue5=1;
else
  sigue5=0;
}
else
{
  if(rig==0)
  {
    S1=Ma/(k1*r*r*ts);
    if( abs( S1+ (p/r)/(2*ts) ) <= (St*Ew))
      sigue1=1;
    else
      sigue1=0;
    S2=-Ma/(k7*r*r*ts);
    if( abs( S2+ (p*r)/(2*ts) ) <= Sc || abs( S2+ (p*r)/(2*ts) ) <= St)
      sigue3=1;
    else
      sigue3=0;
  }
  if(rig==1)
  {
    S3=Ma/(3.1415*r*r*ts);
    if( abs( S3+(p*r)/(2*ts)) <= (St*Ew))
      sigue2=1;
    else
      sigue2=0;
    S4=-Ma/(3.1415*r*r*ts);
    if( abs( S4+(p*r)/(2*ts)) <= Sc || abs( S4+(p*r)/(2*ts)) <= St )
      sigue4=1;
    else
      sigue4=0;
  }
  S5=Mb/(3.1415*r*r*ts);
  if( abs( S5 + (p*r)/(2*ts) ) < (St*Ew) )
    sigue5=1;
  else
    sigue5=0;
  S6=-Mb/(3.1415*r*r*ts);
  if( abs( S6 + (p*r)/(2*ts) ) < Sc || abs( S6 + (p*r)/(2*ts) ) < Ew)
    sigue6=1;
  else
    sigue6=0;
}

```

/* ESFUERZOS TANGENCIALES */

```

if(rig==1)
{
  S7=(Q/(3.1415*r*ts))*((L-2*A)/(L+0.75*t));

```

```

    if(S7<(0.8*St))
        sigue7=1;
    else
        sigue7=0;
}

if(rig==0)
{
    if(A>0.5*R)
    {
        S8=((k2*Q)/(r*ts))^(L-2*A)/(L+0.75*H));
        if(S8<0.8*St)
        {
            sigue8=1; S10=0; S11=0;
        }
        else
            sigue8=0;
    }
    else
    {
        S9=((k3*Q)/(r*ts)),
        if(S9<(0.8*St)) sigue9=1;
        else sigue9=0;

        S10=((k3*Q)/(r*th)),
        if(S10<(0.8*St)) sigue10=1;
        else sigue10=0;

        S11=((k4*Q)/(r*th)),
        if((S11+p*r/ts) <= (1.25*St)) sigue11=1;
        else sigue11=0;
    }
}

/* esfuerzos circunferenciales */

if(A<=0.5*R)
{tss=ts+tw;   tfs=ts*ts+tw*tw; }
else
{   tss=ts;   tfs=ts*ts; }

if(L>=(8*R))
{
    S12=-0.25*Q/(tss*(b+1.56*sqrt(r*ts)))-(1.5*k6*Q)/(tfs);
    if(abs(S12)<=(1.5*St) && abs(S12)<=Fyt) sigue12=1;
    else sigue12=0;
}
else
{
    S13=Q/(4*tss*(b+1.56*sqrt(r*ts)))-(12*k6*Q*R)/(L*tfs);
    if(abs(S13)<(1.5*St) && abs(S13)<(0.9*Fyt)) sigue13=1;
    else sigue13=0;

    S14=(-Q*k5)/(tss*(b+1.56*sqrt(r*ts)));
    if(abs(S14)<(0.5*Fyt) && abs(S14)<(1.5*St)) sigue14=1;
    else sigue14=0;
}

if(sigue1==0 || sigue2==0 || sigue3==0 || sigue4==0 || sigue5==0 || sigue6==0 || sigue7==0 || sigue8==0 || sigue9==0
|| sigue10==0 || sigue11==0 || sigue12==0 || sigue13==0 || sigue14==0)
{

```

```

if(sigue1==0 || sigue2==0 || sigue3==0 || sigue4==0)
    mensaje("Flexión Long. Exesiva, mueva los soportes hacia los cabezales");
if(sigue5==0 || sigue6==0)
    mensaje("Espesor del tanque muy pequeño");
if(sigue7==0 || sigue8==0 || sigue9==0 || sigue10==0)
    mensaje("Cortante Tangencial excesivo, mueva los apoyos hacia los cabezales");
if(sigue11==0)
    mensaje("Aleje los asientos de los Cabezales");
if(sigue12==0 || sigue13==0)
    mensaje("Mueva los apoyos hacia los cabezales");
if(sigue14==0)
    mensaje("Esf. Circ. Exesivo, Añada anillos rigidizadores");
}
else
{
    n=E/2;
    n=ceil(n);
    alp=90-te/2;
    alp=(2*3.1415/360*alp);
    Gt=sqrt((5.012*F)/(J*(n-1)*18000))*(h+(0.5102*E*12)*(1-sin(alp))));
    HH=Gt+1.56*(sqrt(R*ts));
    tr=(HH-Gt)/(2.43*R);
    tb=sqrt((3*Q*F)/(4*E*12*18000));
    B=R+h/12-ts/12;
    A1=ts*(HH+1.56*sqrt(R*ts));
    A2=tw*HH;
    A3=tw*(h-ts);
    A4=tb*F;
    y1=h-ts/2;
    y2=tb+(h-ts)+tw/2;
    y3=tb+(h-ts)/2;
    y4=tb/2;
    I1=1/12*(HH+1.56*sqrt(R*ts))*ts*ts*ts;
    I2=1/12*H*tw*tw;
    I3=1/12*(h-ts)*tw*tw*tw;
    I4=1/12*F*tb*tb*tb;
    C2=(A1*y1+A2*y2+A3*y3+A4*y4)/(A1+A2+A3+A4);
    C1=h-C2;
    As=(A1+A2+A3+A4)-A1;
    I=(A1*y1*y1+A2*y2*y2+A3*y3*y3+A4*y4*y4)+(I1+I2+I3+I4)-C2*(A1*y1+A2*y2+A3*y3+A4*y4);
    beta=180-te/2;
    kk=(1+cos(3.1415/180*beta)-0.5*sin(3.1415/180*beta)*sin(3.1415/180*beta))/(3.1415-
    beta*3.1415/180+sin(3.1415/180*beta)*cos(beta*3.1415/180));
    fh=kk*Q;
    sit=2*fh/As;
    if(sit>=(0.6*Fya))
        mensaje("El asiento no soporta, aumenta los espesores");
    else
    {
        d=B-(R*sin(te*3.1415/360))/(te*3.1415/360);
        M=2*fh*d;
        fb=(M*12)*C1/I;
        if(fb>=(0.66*Fya))
            mensaje("El asiento no soporta, aumente los espesores");
        else
        {
            Ab=E*12*F;
            Bp=Q/Ab;
            if(Bp>=900)
                mensaje("Aumente el Valor de F");
            else

```

```

{
  e=E*12/(n-1);
  P=Bp*0.5*F*e;
  Gb=F-1;
  Ar=twe*(e/2-1/2)+J*(Gb-twe);
  fa=P/Ar;
  l1=J/12*pow(((Gt+Gb)/2),3);
  rr=sqrt(l1/Ar);
  l1=(h-ts)+r*(1-cos(3.1415*te/360));
  Cc=sqrt(2*3.1415*3.1415*29000000/Fya);
  if((l1/rr)<=Cc)
    Fa=((1-(l1/rr)*(l1/rr)/(2*Cc*Cc))*Fya)/(1.6666+0.375*(l1/(rr*Cc))-(l1/rr)*(l1/rr)*(l1/rr)/(8*8*Cc*Cc*Cc));
  else
    Fa=(12*3.1415*3.1415*29000000)/(23*(l1/rr)*(l1/rr));
  fmiu=F1/(2*E*12);
  M=0.5*fmiu*e*11;
  Fb=0.66*Fya;
  C3=(Gt+Gb)/4;
  fb=M*C3/l11;
  if((fa/Fa+fb/Fb) > 1)
    mensaje("Aumente los espesores del alma y rigidizadores del asiento");
  else
    {
      mensaje("respuestas");
      *Lin=L;
      *Ain=AA;
      *Rdh=R;
      *tsin=ts;
      *thin=th;
      *tein=te;
      *tdh=tb;
      *Jin=J;
      *Hin=H;
      *Ein=E;
      *Gbdh=Gb;
      *Gtdh=Gt;
      *Hdh=HH;
      *lh=l1;
      *trt=tr;
      *nnh=n;
      *Ax=AA;
    }
  }
}
}
}

return 0;
}

```

6.3. Funciones usadas en el programa principal para ingreso de datos

Las siguientes, son ciertas funciones utilizadas en el programa principal para el ingreso de datos. Como por ejemplo `int ingreso_datos_sal,`

```

/*****
/***** Funciones usadas en el Programa Principal para ingreso de Datos *****/
/*****/

int ingreso_datos_sal(float *cokz,float *cogh,float *co12,float *co13,float *co14,float *co15,float *co16,int r,float
*dam,float *dh)
{
int
ff=1,coef_vien[8][4]={7,0,0,0},{0,46,10,49},{0,46,11,49},{0,46,12,49},{0,46,13,49},{0,46,14,49},{0,46,15,51},{0,46,16,49
}},
suceso=0,sucesoo=0,suceso12=0,suceso13=0,suceso14=0,suceso15=0,suceso16=0,band1=0,band2=0,band3=0,band4=0,band5=0,band6=0,band7=0,i,j;
char kz_cha[4]="",gh_cha[4]="",kkz_cha[4]="",ggh_cha[4]="",
gh_12[4]="",ggh_12[4]="",gh_13[4]="",ggh_13[4]="",
gh_14[4]="",ggh_14[4]="",gh_15[6]="",ggh_15[6]="",gh_16[4]="",ggh_16[4]="";
float cat_coef[4][2],covikz,covigh,covi12,covi13,covi14,covi15,covi16,damin,dhin;

covikz=*cokz;
covigh=*cogh;
covi12=*co12;
covi13=*co13;
covi14=*co14;
covi15=*co15;
covi16=*co16;
damin=*dam;
dhin=*dh;
cursor_si(0);

textcolor(WHITE);
textbackground(BLACK);
do{
band1=0; band2=0; band3=0; band4=0; band5=0; band6=0; band7=0;

inptext(46,10,49,kz_cha); inptext(46,11,49,gh_cha); inptext(46,12,49,ggh_12);
inptext(46,13,49,ggh_13); inptext(46,14,49,ggh_14); inptext(46,15,51,ggh_15);
inptext(46,16,49,ggh_16);

if(edit(coef_vien)!=2)
{
inptext(46,10,49,kz_cha); inptext(46,11,49,gh_cha); inptext(46,12,49,ggh_12);
inptext(46,13,49,ggh_13); inptext(46,14,49,ggh_14); inptext(46,15,51,ggh_15);
inptext(46,16,49,ggh_16);

if(no_letra(kz_cha)==0)
{ covikz=atof(kz_cha); band1=1; }

if(no_letra(gh_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
{ if(i==4) ggh_cha[i]='.';
else ggh_cha[i]=gh_cha[i];
}
covigh=atof(ggh_cha);
band2=1;
}

if(no_letra(gh_12)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
{ if(i==4)
{ggh_12[i]='.'; ggh_12[i+1]='0'; ggh_12[i+2]='.';}
else
ggh_12[i]=gh_12[i];
}
}
}
}

```

```

    }

    covi12=atof(ggh_12);
    band3=1;
}

if(no_letra(gh_13)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    {ggh_13[i]='.'; ggh_13[i+1]='0';
      ggh_13[i+2]='.';}
    else ggh_13[i]=gh_13[i];
  }
  covi13=atof(ggh_13); band4=1;
}

if(no_letra(gh_14)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    {ggh_14[i]='.'; ggh_14[i+1]='0';
      ggh_14[i+2]='.';}
    else ggh_14[i]=gh_14[i];
  }
  covi14=atof(ggh_14); band5=1;
}

if(no_letra(gh_15)==0)
{ for(i=0;i<=6;i++)
  { if(i==6)
    {ggh_15[i]='.'; ggh_15[i+1]='0';
      ggh_15[i+2]='.';}
    else ggh_15[i]=gh_15[i];
  }
  covi15=atof(ggh_15);
  band6=1;
}

if(no_letra(gh_16)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    {ggh_16[i]='.'; ggh_16[i+1]='0';
      ggh_16[i+2]='.';}
    else ggh_16[i]=gh_16[i];
  }
  covi16=atof(ggh_16);
  band7=1;
}

if((band1 !=1) || (band2 !=1) || (band3 !=1) || (band4 !=1) || (band5 !=1) || (band6 !=1) || (band7 !=1))
{
  if(band1 !=1)
    mensaje("Esta mal digitada la Vel. del Viento ");
  if(band2 !=1)
    mensaje("Esta mal digitado el Factor de Forma ");
  if(band3 !=1)
    mensaje("Esta mal digitada la longitud efectiva ");
  if(band4 !=1)
  { if(r==1)
    mensaje("Esta mal digitado el Numero de Piernas ");
    else

```

```

    mensaje("Esta mal digitado la Dist entre Apoyos ");
}
if(band5 != 1)
{ if(r==1) mensaje("Esta mal digitado el ancho entre Piernas ");
  else mensaje("Esta mal digitado la Alt.Eje Central ");
}

if(band6 != 1)
mensaje("Esta mal digitado el Peso del Tanque ");

if(band7 != 1)
{ if(r==1) mensaje("Esta mal digitada la Alt.Centro de Gravedad");
  else mensaje("Esta mal digitado el Largo del apoyo ");
}
}
else
{

if(band1==1)
{ if(covikz>130 || covikz<=0) suceso=0;
  else suceso=1;}

if(band2==1)
{ if(covigh>0.800001 || covigh <= 0.6) suceso=0;
  else suceso=1;}

if(band3==1)
{ if(covi12>250 || covi12<=0) suceso12=0;
  else suceso12=1;}

if(band4==1)
{ if(r==1)
  { if(covi13>8 || covi13<=3) suceso13=0;
    else suceso13=1;
  }
  else
  { if(covi13>250 || covi13<=0) suceso13=0;
    else suceso13=1; }
}

if(band5==1)
{ if(covi14>30 || covi14<=0) suceso14=0;
  else suceso14=1;}

if(band6==1)
{ if(covi15>999999 || covi15<=0) suceso15=0;
  else suceso15=1, }

if(band7==1)
{ if(r==1)
  { if(covi16>250 || covi16<=0) suceso16=0;
    else suceso16=1; }
  else
  { if(covi16>damini*dhin || covi16<=0) suceso16=0;
    else suceso16=1; }
}

if(suceso==0 && suceso==0 && suceso12==0 && suceso13==0)
mensaje("Fuera de rango todos los datos");
if(suceso==0)

```

```

    mensaje("Fuera de rango Velocidad del viento ");
    if(suceso0==0)
    mensaje("Fuera de rango Factor de Forma ");
    if(suceso12==0)
    mensaje("Fuera de rango la Longitud Efectiva");
    if(suceso13==0 && r==1)
    mensaje("Fuera de rango el Numero de Piernas");
    if(suceso13==0 && r==0)
    mensaje("Fuera de rango la Dist. entre apoyos ");
    if(suceso14==0 && r==1)
    mensaje("Fuera de rango el Ancho entre Piernas");
    if(suceso14==0 && r==0)
    mensaje("Fuera de rango Alt.Eje.Cental");
    if(suceso15==0)
    mensaje("Fuera de rango el peso del Tanque");
    if(suceso16==0 && r==1)
    mensaje("Fuera de rango la Alt. Centro Gravedad ");
    if(suceso16==0 && r==0)
    mensaje("Fuera de rango el Largo del apoyo");

    if(suceso0==1 && suceso==1 && suceso12==1 && band1==1 && band2==1 && band3==1
    && suceso13==1 && band4==1 && suceso14==1 && band5==1 && suceso15==1
    && band6==1 && band7==1 && suceso16==1)
    tt=0;
    }
    else
    tt=0;
}while(tt!=0);

*cokz=covikz; *cogh=covigh; *co12=covi12; *co13=covi13; *co14=covi14; *co15=covi15; *co16=covi16;
cursor_no();
if(suceso0==1 && suceso==1 && suceso12==1 && band1==1 && band2==1 && band3==1
&& suceso13==1 && band4==1 && suceso14==1 && band5==1 && suceso15==1
&& band6==1 && band7==1)
return(1);
else
return(0);
}

int ingreso_dat_alt(float *cokz,float *cogh,float *co12,float *peso)
{
int tt=1,coef_vien[5][4]={4,0,0,0},{0,46,10,49},{0,46,11,49},{0,46,12,49},{0,46,13,51}},
suceso=0,suceso0=0,suceso12=0,suceso13=0,band1=0,band2=0,band3=0,band4=0,i,j;
char kz_cha[4]="",gh_cha[4]="",kkz_cha[4]="",ggh_cha[4]="",
gh_12[4]="",ggh_12[4]="",gh_13[4]="",ggh_13[4]="";
float cat_coef[4][2],covikz,covigh,covi12,covi13,covi14,covi15,covi16,damin,dhin,pesoin;

covikz=*cokz;covigh=*cogh;covi12=*co12;pesoin=*peso;
cursor_si(0);
textcolor(WHITE);
textbackground(BLACK);

do{
    band1=0; band2=0; band3=0; band4=0;

    inptext(46,10,49,kz_cha); inptext(46,11,49,ggh_cha); inptext(46,12,49,ggh_12);
    inptext(46,13,51,ggh_13);

    if(edit(coef_vien)!=2)
    {
        inptext(46,10,49,kz_cha); inptext(46,11,49,ggh_cha); inptext(46,12,49,ggh_12);

```

```

inptext(46,13,51,gh_13);
if(no_letra(kz_cha)==0)
{ covikz=atof(kz_cha); band1=1; }

if(no_letra(gh_cha)==0)
{ for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4) ggh_cha[i]=' ';
    else ggh_cha[i]=gh_cha[i];
  }
  covigh=atof(ggh_cha); band2=1;
}

if(no_letra(gh_13)==0)
{ for(i=0;i<=6;i++)
  { if(i==6)
    {ggh_13[i]='.';ggh_13[i+1]='0';
     ggh_13[i+2]='.';}
    else
     ggh_13[i]=gh_13[i];
  }
  peso1n=atof(ggh_13);
  band4=1;
}

if(no_letra(gh_12)==0)
{
  for(i=0;i<=4;i++)
  { if(i==4)
    {ggh_12[i]='.';ggh_12[i+1]='0';
     ggh_12[i+2]='.';}
    else
     ggh_12[i]=gh_12[i];
  }
  covi12=atof(ggh_12);
  band3=1;
}

if((band1 != 1) || (band2 != 1) || (band3 != 1) || (band4 != 1))
{
  if(band1 != 1)
    mensaje("Esta mal digitada la Vel. del Viento");
  if(band2 != 1)
    mensaje("Esta mal digitado el Factor de Formá ");
  if(band3 != 1)
    mensaje("Esta mal digitada el S");
  if(band4 != 1)
    mensaje("Esta mal digitado el Peso del Tanque");
}
else
{
  if(band1==1)
  { if(covikz>130 || covikz<=0)   suceso=0;
    else suceso=1; }

  if(band2==1)
  { if(covigh <= 0.6 || covigh==0.6)   suceso=1;
    else suceso=0; }

  if(band3==1)
  { if(covi12>1.3001 || covi12<=0.3999)   suceso12=0;
    else suceso12=1; }
}

```

```

    if(band4==1)
    { if(pesoin<0.001 || pesoin>999999) suceso13=0;
      else suceso13=1;}

    if(suceso==0)
    mensaje("Fuera de rango Velocidad del viento ");
    if(suceso==0)
    mensaje("Fuera de rango Factor de Forma ");
    if(suceso12==0)
    mensaje("Fuera de rango El S");
    if(suceso13==0)
    mensaje("Fuera de rango El Peso del Tanque");

    if(suceso==1 && suceso==1 && suceso12==1 && suceso13==1 && band1==1 && band2==1 &&
band3==1 && band4==1)
    tt=0;
    }
    else
    tt=0;
    }while(tt!=0);

    *cokz=covikz;
    *cogh=covigh;
    *co12=covi12;
    *peso=pesoin;
    cursor_no();
    if(suceso==1 && suceso==1 && suceso12==1 && suceso13==1 && band1==1 && band2==1 &&band3==1 &&
band4==1)
    return(1);
    else
    return(0);
}

int ing_c(float *peso,float *cent,float *patas,float *ancc,float *d,float *le)
{
    int tt=1,coef_vien[6][4]={5,0,0,0},{0,46,10,51},{0,46,11,49},{0,46,12,49},{0,46,13,49},{0,46,14,49}},
    suceso=0,suceso=0,suceso12=0,suceso13=0,suceso14=0,band1=0,band2=0,band3=0,band4=0,band5=0,i,j;

    char kz_cha[6]="",gh_cha[4]="",kkz_cha[6]="",ggh_cha[4]="",
    gh_12[4]="",ggh_12[4]="",gh_13[4]="",ggh_13[4]="",gh_14[4]="",ggh_14[4]="";

    float cat_coef[4][2],covikz,covigh,covi12,covi13,covi14,din;
    covikz=*peso;
    covigh=*cent;
    covi12=*patas;
    covi13=*ancc;
    covi14=*le;
    din=*d;
    cursor_si(0);
    textcolor(15);
    textbackground(0),

    do{
        band1=0, band2=0, band3=0, band4=0, band5=0,

        inptext(46,10,51,kkz_cha); inptext(46,11,49,ggh_cha); inptext(46,12,49,ggh_12);
        inptext(46,13,49,ggh_13); inptext(46,14,49,ggh_14);

        if(edit(coef_vien)!=2)

```

```

{
    inptext(46,10,51,kz_cha);    inptext(48,11,49,gh_cha);    inptext(46,12,49,gh_12);
    inptext(46,13,49,gh_13);    inptext(46,14,49,gh_14);
    if(no_letra(kz_cha)==0)
    { covikz=atof(kz_cha); band1=1; }

    if(no_letra(gh_cha)==0)
    { for(i=0;i<=4;i++)
      { if(i==4) ggh_cha[i]='.';
        else ggh_cha[i]=gh_cha[i]; }
      covigh=atof(ggh_cha);
      band2=1;
    }

    if(no_letra(gh_12)==0)
    { for(i=0;i<=4;i++)
      { if(i==4)
        {ggh_12[i]='.';ggh_12[i+1]='0';
         ggh_12[i+2]='.';}
        else ggh_12[i]=gh_12[i];
        }
      covi12=atof(ggh_12);
      band3=1;
    }

    if(no_letra(gh_13)==0)
    { for(i=0;i<=4;i++)
      { if(i==4)
        {ggh_13[i]='.';gh_13[i+1]='0';
         ggh_13[i+2]='.';}
        else ggh_13[i]=gh_13[i];
        }
      covi13=atof(ggh_13);
      band4=1;
    }

    if(no_letra(gh_14)==0)
    { for(i=0;i<=4;i++)
      { if(i==4)
        {ggh_14[i]='.';ggh_14[i+1]='0';
         ggh_14[i+2]='.';}
        else ggh_14[i]=gh_14[i];
        }
      covi14=atof(ggh_14); band5=1;
    }
    if((band1 !=1) || (band2 !=1) || (band3 !=1) || (band4 !=1) || (band5 !=1))
    {
        if(band1 != 1)
            mensaje("Esta mal digitado el Peso del tanque ");
        if(band2 != 1)
            mensaje("Esta mal digitado el C.G del Tanque ");
        if(band3 != 1)
            mensaje("Esta mal digitada el # de columnas del Tanque");
        if(band4 != 1)
            mensaje("Esta mal digitada el D. Columnas + alejadas ");
        if(band5 != 1)
            mensaje("Esta mal digitada La Long. Efect. del Tanque ");
    }
    else
    {

```

```

if(band1==1)
{ if(covikz>999999 || covikz<=0) suceso=0;
  else suceso=1;}

if(band2==1)
{ if(covigh > 250 || covigh<=0) suceso=0;
  else suceso=1;}

if(band3==1)
{ if(covi12>8 || covi12<=0.01) suceso12=0;
  else suceso12=1;}

if(band4==1)
{ if(covi13>din+1 || covi13<=0) suceso13=0;
  else suceso13=1;}

if(band5==1)
{ if(covi14>250 || covi14<=0) suceso14=0;
  else suceso14=1;}

if(suceso==0)
mensaje("Fuera de rango El Peso del Tanque");
if(suceso==0)
mensaje("Fuera de rango el C.G del Tanque");
if(suceso12==0)
mensaje("Fuera de rango el # de columnas del Tanque");
if(suceso13==0)
mensaje("Fuera de rango la D. Columnas + alejadas");
if(suceso14==0)
mensaje("Fuera de rango la Long. Efect. del tanque");

if(suceso==1 && suceso==1 && suceso12==1 && suceso13==1 && suceso14==1 && band1==1 &&
band2==1 && band3==1 && band4==1 && band5==1)
{t=0;
}
else
{t=0;
}while(tt!=0);

*peso=covikz;
*cent=covigh;
*patas=covi12;
*ancc=covi13;
*le=covi14;
cursor_no();
if(suceso==1 && suceso==1 && suceso12==1 && suceso13==1 && suceso14==1 && band1==1 && band2==1
&&band3==1 && band4==1 && band5==1)
return(1);
else
return(0);
}

int ing_cs(float *peso,float *aec,float *farg,float *Ls,float *d,float *ser)
{
int tt=1,coef_vien[6][4]={5,0,0,0},{0,46,10,51},{0,46,11,49},{0,46,12,49},{0,46,13,49},{0,46,14,49}},
suceso=0,suceso=0,suceso12=0,suceso13=0,suceso14=0,band1=0,band2=0,band3=0,band4=0,band5=0,i,j;

char kz_cha[6]="",gh_cha[4]="",kkz_cha[6]="",ggh_cha[4]="",
gh_12[4]="",ggh_12[4]="",gh_13[4]="",ggh_13[4]="",gh_14[4]="",ggh_14[4]="";

```

```

float cat_coef[4][2],covikz,covigh,covi12,covi13,din,serin;

covikz="peso;covigh="aec;covi12="larg;covi13="ls;din="d;serin="ser;
cursor_si(0);
textcolor(15);
textbackground(0);

do{
    band1=0; band2=0; band3=0; band4=0; band5=0;

    inptext(46,10,51,kkz_cha); inptext(46,11,49,ggh_cha); inptext(46,12,49,ggh_12);
    inptext(46,13,49,ggh_13); inptext(46,14,49,ggh_14);

    if(edit(coef_vien)!=2)
    {
        inptext(46,10,51,kz_cha); inptext(46,11,49,gh_cha); inptext(46,12,49,gh_12);
        inptext(46,13,49,gh_13); inptext(46,14,49,gh_14);
        if(no_letra(kz_cha)==0)
        { covikz=atof(kz_cha); band1=1;}

        if(no_letra(gh_cha)==0)
        { for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4) ggh_cha[i]='.';
              else ggh_cha[i]=gh_cha[i]; }
          covigh=atof(ggh_cha); band2=1;
        }

        if(no_letra(gh_12)==0)
        { for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4)
                {ggh_12[i]='.',ggh_12[i+1]='0';
                 ggh_12[i+2]='.';}
              else ggh_12[i]=gh_12[i];
            }
          covi12=atof(ggh_12); band3=1;
        }

        if(no_letra(gh_13)==0)
        {
            for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4)
                {ggh_13[i]='.',
                 ggh_13[i+1]='0';ggh_13[i+2]='.';}
              else
                ggh_13[i]=gh_13[i];
            }
          covi13=atof(ggh_13); band4=1;
        }

        if(no_letra(gh_14)==0)
        { for(i=0;i<=4;i++)
            { if(i==4)
                {ggh_14[i]='.',ggh_14[i+1]='0';
                 ggh_14[i+2]='.';}
              else ggh_14[i]=gh_14[i];
            }
          serin=atof(ggh_14);
          band5=1;
        }
    }

    if((band1 !=1) || (band2 !=1) || (band3 !=1) || (band4 !=1) || (band5 !=1))
    {
        if(band1 != 1)

```

```

    mensaje("Esta mal digitado el Peso del tanque ");
    if(band2 != 1)
    mensaje("Esta mal digitada la Altura Central ");
    if(band3 != 1)
    mensaje("Esta mal digitado el Largo del Apoyo");
    if(band4 != 1)
    mensaje("Esta mal digitada La Distancia entre Apoyos ");
    if(band5 != 1)
    mensaje("Esta mal digitada La Longitud del Tanque ");
}
else
{
    if(band1==1)
    {
        if(covikz>999999 || covikz<=0)    suceso=0;
        else    suceso=1;
    }

    if(band2==1)
    {
        if(covigh > 30 || covigh<=0)    suceso0=0;
        else    suceso0=1;
    }

    if(band3==1)
    {
        if(cvi12>din || cavi12<=0)    suceso12=0;
        else    suceso12=1;
    }
    if(band4==1)
    {
        if(cavi13>250 || cavi13<=0)    suceso13=0;
        else    suceso13=1;
    }

    if(band5==1)
    {
        if(serin>250 || serin<=0)    suceso14=0;
        else    suceso14=1;
    }
    if(suceso==0)
    mensaje("Fuera de rango El Peso del Tanque");
    if(suceso0==0)
    mensaje("Fuera de rango La Altura Central ");
    if(suceso12==0)
    mensaje("Fuera de rango El Largo del Apoyo");
    if(suceso13==0)
    mensaje("Fuera de rango la D. Entes Apoyos ");
    if(suceso14==0)
    mensaje("Fuera de rango la Lng. del tanque ");
    if(suceso0==1 && suceso==1 && suceso12==1 && suceso13==1 && suceso14==1 && band1==1 &&
band2==1 && band3==1 && band4==1 && band5==1)
    tt=0;
}
}
else
tt=0;
}while(tt!=0);
*peso=covikz;
*aec=covigh;
*larg=cavi12;
*ls=cavi13;
*ser=serin;
cursor_no();

if(suceso0==1 && suceso==1 && suceso12==1 && suceso13==1 && suceso14==1 && band1==1 && band2==1
&&band3==1 && band4==1 && band5==1)
return(1);
else
return(0);
}

```



6.4. Funciones para mostrar los resultados en el cálculo de cargas

Las siguientes, son ciertas funciones utilizadas para mostrar los resultados en el cálculo de cargas, como por ejemplo `void vent_result1`.

```

/*****
/*****Funciones para mostrar los resultados en el calculo de cargas*****/
/*****
void vent_result1(float *v,float *fc,float *le,float *pts,float *anch,float *peso,float *cntr)
{
    int i;

    float vin,fcin,lein,ptsin,arcin,pesoin,cntrin;
    vin=*v;
    fcin=*fc;
    lein=*le;
    ptsin=*pts;
    arcin=*anch;
    pesoin=*peso;
    cntrin=*cntr;
    picture(8,6,70,22,"",2,4);
    textcolor(4);
    gotoxy(9,7); cputs("    Datos del Tanque");
    gotoxy(9,20); cputs("    CONSTANTES");
    gotoxy(50,7); cputs("R E S U L T A D O S ");
    textcolor(15);
    gotoxy(36,8);printf("%f",vin);
    gotoxy(36,9);printf("%f",fcin);
    gotoxy(36,10);printf("%f",lein);
    gotoxy(36,11);printf("%f",ptsin);
    gotoxy(36,12);printf("%f",arcin);
    gotoxy(36,13);printf("%f",pesoin);
    gotoxy(36,14);printf("%f",cntrin);
    gotoxy(36,21);puts("1.00000");
    gotoxy(50,8); cputs(" Area Proyectada Af");
    gotoxy(50,9); cputs(" (pie²)");
    gotoxy(50,11); cputs(" ");
    gotoxy(50,12); cputs("Fuerza Viento F(lb)");
    gotoxy(50,14); cputs(" ");
    gotoxy(50,15); cputs(" Reaccion Vert. (lb)");
    gotoxy(50,16); cputs("Q2:");
    gotoxy(50,17); cputs("Q1:");
    gotoxy(50,18); cputs(" ");
    gotoxy(50,19); cputs(" Pres. Viento psf");
    gotoxy(50,21); cputs(" ");
    gotoxy(9,8); cputs("Vel. del Viento Mph(V)");
    gotoxy(9,9); cputs("Factor de Forma (Cf):");
    gotoxy(9,10); cputs("Long. Efectiva pies(Le):");
    gotoxy(9,11); cputs("No. de Piernas (N):");
    gotoxy(9,12); cposts("D. Piernas + alejadas (B):");
    gotoxy(9,13); cposts("Peso del Tanque Lb (W):");
    gotoxy(9,14); cposts("Altura C.G. pies(l):");
    gotoxy(9,21); cposts("Factor de importancia (I):");
    gotoxy(9,15); cposts("Altura pies(H):");
    gotoxy(9,16); cposts("Diametro pies(D):");
    gotoxy(9,17); cposts("Coef. Vol. Viento (Kz):");
    gotoxy(9,18); cposts("Factor de R faga (Gh):");
    gotoxy(9,19); cposts("Diam. Efectivo pies(De):");
    textcolor(7);
    for(i=7,i<=21,i++)
    {
        gotoxy(49,i);cputs(" ");
    }
    gotoxy(9,20); cputs("AAAAAAAAAAAAAAAA");
    gotoxy(32,20); cputs("AAAAAAAAAAAAAAAA");
}

```

```

void vent_result2(float *v,float *fc,float *le,float *pyos,float *aeec,float *peso,float *largo)
{
    int i;
    float vin,fcin,lein,pyosin,aeecin,pesoin,largoin;
    vin=*v;
    fcin=*fc;
    lein=*le;
    pyosin=*pyos;
    aeecin=*aeec;
    pesoin=*peso;
    largoin=*largo;

    picture(8,6,70,22,"",2,4);
    textcolor(4);
    gotoxy(9,7); cputs("    Datos del Tanque    ");
    gotoxy(9,20); cputs("    CONSTANTES    ");
    gotoxy(50,7); cputs("R E S U L T A D O S ");
    textcolor(15);
    gotoxy(36,8); printf("%f",vin);
    gotoxy(36,9); printf("%f",fcin);
    gotoxy(36,10); printf("%f",lein);
    gotoxy(36,11); printf("%f",pyosin);
    gotoxy(36,12); printf("%f",aeecin);
    gotoxy(36,13); printf("%f",pesoin);
    gotoxy(36,14); printf("%f",largoin);
    gotoxy(36,21); puts("1.00000");
    textcolor(1);
    gotoxy(50,10); cputs(" Transversal ");
    gotoxy(50,15); cputs(" Longitudinal ");
    textcolor(15);
    gotoxy(50,8); cputs(" Pres. Viento  psf");
    gotoxy(50,11); cputs(" Af.");
    gotoxy(50,12); cputs(" Ft.");
    gotoxy(50,13); cputs(" Af(piey) Ft(lb) ");
    gotoxy(50,14); cputs(" Q :");
    gotoxy(50,16); cputs(" Af.");
    gotoxy(50,17); cputs(" Ft.");
    gotoxy(50,18); cputs(" Af(piey) Ft(Lb) ");
    gotoxy(50,19); cputs(" Q2:");
    gotoxy(50,20); cputs(" Q1:");
    gotoxy(50,21); cputs(" Q,Q2,Q1(Lb) ");
    gotoxy(9,8); cputs("Vel. del Viento  Mph(V).");
    gotoxy(9,9); cputs("Factor de Forma  (Cf).");
    gotoxy(9,10); cputs("Long. Efectiva  pies(Le).");
    gotoxy(9,11); cputs("D. entre apoyos  pies(Ls).");
    gotoxy(9,12); cputs("Alt.Eje.Central  pies(B).");
    gotoxy(9,13); cputs("Peso del Tanque  Lbs(W).");
    gotoxy(9,14); cputs("Largo del apoyo  pies(E).");
    gotoxy(9,21); cputs("Factor de importancia (I).");
    gotoxy(9,15); cputs("Diam. Efectivo  pies(De).");
    gotoxy(9,16); cputs("Diametro  pies(D).");
    gotoxy(9,17); cputs("Coef. Vel. Viento  (Kz).");
    gotoxy(9,18); cputs("Factor de R faga  (Gh).");
    textcolor(7);
    for(i=7;i<=21;i++)
    {gotoxy(49,i);cputs("");}
    gotoxy(9,20); cputs("AAAAAAAAAAAAAAAA");
    gotoxy(32,20); cputs("AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA");
    gotoxy(9,19); cputs("AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA");
}

```

```

void vent_result3(float *v,float *cf,float *d,float *de,float *alt,float *Pa,int *n,float *Do,float *alp,float *S)
{
    int i;
    float vin,cfm,din,dein,altin,Pain,nin,Doin,Sin,alpin;
    vin=*v;
    cfm=*cf;
    din=*d;
    dein=*de;
    altin=*alt;
    Pain=*Pa;
    nin=*n;
    Doin=*Do;
    Sin=*S;
    alpin=*alp;

    picture(15,6,63,22,"",2,4);
    textcolor(4);
    gotoxy(16,7); cputs("          Datos del Tanque          ");
    gotoxy(16,20); cputs("          RESULTADO          ");
    textcolor(15);
    gotoxy(49,8);printf("%f",vin);
    gotoxy(49,9);printf("%f",cfm);
    gotoxy(49,10);printf("%f",din);
    gotoxy(49,11);printf("%f",dein*din);
    gotoxy(49,12);printf("%f",altin);
    gotoxy(49,13);printf("%f",Pain);
    gotoxy(49,14);printf("%f",nin);
    gotoxy(49,15);printf("%f",Doin);
    gotoxy(49,16);printf("%f",alpin);
    gotoxy(49,17);printf("%f",Sin);
    textcolor(15);
    gotoxy(16,8); cputs("    Vel. del Viento    Mph(V):");
    gotoxy(16,9); cputs("    Factor de Forma    (Cf):");
    gotoxy(16,10); cputs("    Diametro           pies(D):");
    gotoxy(16,11); cputs("    Diam. Efectivo     pies(De):");
    gotoxy(16,12); cputs("    Altura             pies(H):");
    gotoxy(16,13); cputs("    Probabilidad       (Pa):");
    gotoxy(16,14); cputs("    No. de Años        (n):");
    gotoxy(16,15); cputs("    Const. Expocisión  (Do):");
    gotoxy(16,16); cputs("    Const. Expocisión  (a):");
    gotoxy(16,17); cputs("    Factor de Tamaño    (S):");
    gotoxy(16,18); cputs("    Categoría          :");
    gotoxy(16,21); cputs("    Momento :");
    gotoxy(54,21); cputs("    ");
    textcolor(7);
    gotoxy(16,19); cputs("AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA ");
}

void vent_dis_alf()
{
    textcolor(6);
    picture(14,5,60,18,"Datos para el diseño del Apoyo",2,4);
    textcolor(15);
    gotoxy(15,6); cputs("Presión del Tanque    psi(p):");
    gotoxy(15,7); cputs("Espesor del Tanque    plg(t):");
    gotoxy(15,8); cputs("Esf. Tang. Adm. Tanque psi(Stat):");
    gotoxy(15,9); cputs("Esf. Long. Adm. Tanque psi(Slat):");
    gotoxy(15,10); cputs("Eficiencia de la Junta (E) :");
    gotoxy(15,11); cputs("Esf. Adm. del Faldón  psi(Sask):");
    gotoxy(15,12); cputs("D. del Circulo de Pernos plg(d):");
    gotoxy(15,13); cputs("Número de Pernos      (N)");
}

```

```

gotoxy(15,14); cputs("Peso del Tanque Vacío lbs(We):");
gotoxy(15,15); cputs("Esf. Adm. de Pernos psi(Sap):");
gotoxy(15,16); cputs("Esf. de Flex. Anillo Base psi(Sb):");
gotoxy(15,17); cputs("Esf. Adm del Anillo Base psi(Sab):");
textcolor(1);
gotoxy(42,6); cputs("psi");
gotoxy(42,7); cputs("plg");
gotoxy(39,8); cputs("psi");
gotoxy(39,9); cputs("psi");
gotoxy(39,11); cputs("psi");
gotoxy(42,12); cputs("plg");
gotoxy(41,14); cputs("lbs");
gotoxy(40,15); cputs("psi");
gotoxy(41,16); cputs("psi");
gotoxy(40,17); cputs("plg");

}

void vent_dis_baj()
{
textcolor(6);
picture(11,3,63,22,"Datos para el diseño del Apoyo",2,4);
textcolor(15);
gotoxy(12,4); cputs("Area Transversal de la Columna plg(A):");
gotoxy(12,5); cputs("Ancho de la Columna plg(d):");
gotoxy(12,6); cputs("Inercia de la Columna eje x plg4(Ix):");
gotoxy(12,7); cputs("Inercia de la Columna eje y plg4(Iy):");
gotoxy(12,8); cputs("Ancho del ala de la columna plg(bf):");
gotoxy(12,9); cputs("Esf. de inercia de la columna psi(Fgc):");
gotoxy(12,10); cputs("Esf. de inercia de la placa psi(Fgp):");
gotoxy(12,11); cputs("Peso del tanque vacío lbs(We):");
gotoxy(12,12); cputs("Eficiencia de la junta ");
gotoxy(12,13); cputs("Esf. Adm. de la Columna psi(Sac):");
gotoxy(12,14); cputs("Esf. Adm. en tensión del Tnq. psi(Sat):");
gotoxy(12,15); cputs("Esf. Adm. en compres del Tnq. psi(Sct):");
gotoxy(12,16); cputs("Presión del Tanque psi(p):");
gotoxy(12,17); cputs("Espesor del Tanque plg(t):");
gotoxy(12,18); cputs("Long. Soldada, pima-Tanque plg(L1):");
gotoxy(12,19); cputs("Ancho Max. de Soldadura plg(Amax):");
gotoxy(12,20); cputs(" plg(lf):");
gotoxy(12,21); cputs(" plg(le):");
textcolor(1);
gotoxy(43,4); cputs("plg");
gotoxy(44,5); cputs("plg");
gotoxy(42,6); cputs("plg4");
gotoxy(42,7); cputs("plg4");
gotoxy(43,8); cputs("plg");
gotoxy(42,9); cputs("psi");
gotoxy(42,10); cputs("psi");
gotoxy(43,11); cputs("lbs");
gotoxy(42,13); cputs("psi");
gotoxy(42,14); cputs("psi");
gotoxy(42,15); cputs("psi");
gotoxy(44,16); cputs("psi");
gotoxy(44,17); cputs("plg");
gotoxy(43,18); cputs("plg");
gotoxy(41,19); cputs("plg");
gotoxy(43,20); cputs("plg");
gotoxy(43,21); cputs("plg");

}

```

```

void vent_dis_hor()
{
    textcolor(6);
    picture(11,3,63,20,"Datos para el diseño del Apoyo",2,4);
    textcolor(15);
    gotoxy(12,4); cputs("Espesor del Tanque      plg(ts)");
    gotoxy(12,5); cputs("Dist. Entre Apoyos del Cabazal pies(A).");
    gotoxy(12,6); cputs("Largo del Cabezal      (H)");
    gotoxy(12,7); cputs("Eficiencia de Soldadura      (Ew)");
    gotoxy(12,8); cputs("Esf. Adm. del Tanque (T)      psi(ST)");
    gotoxy(12,9); cputs("Esf. Adm. del Tanque (C)      psi(Sc)");
    gotoxy(12,10); cputs("Presign del Tanque      psi(p)");
    gotoxy(12,11); cputs("Espesor de Cabezales      plg(th)");
    gotoxy(12,12); cputs("Espesor Plato Portador      plg(tw)");
    gotoxy(12,13); cputs("Esf. de fluencia del Tanque      psi(Fyt)");
    gotoxy(12,14); cputs("Esf. de fluencia del Apoyo      psi(Fya)");
    gotoxy(12,15); cputs("Ancho del Rigidizador      plg(b)");
    gotoxy(12,16); cputs("Esp. de Alma y Rigidizador      plg(l=two)");
    gotoxy(12,17); cputs("Altura de la base al Tanque      plg(h)");
    gotoxy(12,18); cputs("Angulo de contacto      120-150(e)");
    gotoxy(12,19); cputs("Ancho de Placa Base      plg(F)");

    textcolor(1);
    gotoxy(43,4); cputs("plg");gotoxy(43,5); cputs("pies");gotoxy(43,8); cputs("psi");gotoxy(43,9); cputs("psi");
    gotoxy(44,10); cputs("psi");gotoxy(43,11); cputs("plg");gotoxy(43,12); cputs("plg");gotoxy(42,13); cputs("psi");
    gotoxy(42,14); cputs("psi");gotoxy(44,15); cputs("plg");gotoxy(40,16); cputs("plg");gotoxy(44,17); cputs("plg");
    gotoxy(44,19); cputs("plg");
}

void vent_datos()
{
    picture(19,9,53,17,"",2,4);
    textcolor(15);
    gotoxy(20,10); cputs("Vel. Viento      mph(V)");
    gotoxy(20,11); cputs("Factor de Forma      (Cf)");
    gotoxy(20,12); cputs("Long. Efectiva      pies(Le)");
    gotoxy(20,13); cputs("Nº de Columnas      (N)");
    gotoxy(20,14); cputs("D. Colum + Alej.      pies(B)");
    gotoxy(20,15); cputs("Peso del Tanque      lbs(W)");
    gotoxy(20,16); cputs("Alt. C.G. tanque      pies(l)");
}

void vent_sis()
{
    picture(19,9,53,15,"",2,4);
    textcolor(15);
    gotoxy(20,10); cputs("Peso del Tanque      lbs(W)");
    gotoxy(20,11); cputs("Alt. C.G.      pies(l)");
    gotoxy(20,12); cputs("Nº de Columnas      (N)");
    gotoxy(20,13); cputs("D. Colum + Alej.      pies(B)");
    gotoxy(20,14); cputs("Long. Efectiva      pies(le)");
}

void vent_datos2()
{
    picture(19,9,53,17,"",2,4);

```

```

textcolor(15);
gotoxy(20,10); cputs("Vel. Viento    mph(V)");
gotoxy(20,11); cputs("Factor de Forma    (Cf):");
gotoxy(20,12); cputs("Long. Efectiva    pies(Le):");
gotoxy(20,13); cputs("Dist. Apoyos    pies(Ls):");
gotoxy(20,14); cputs("Alt. Eje Central    pies(B):");
gotoxy(20,15); cputs("Peso del Tanque    lbs(W):");
gotoxy(20,16); cputs("Largo del apoyo    pies(E):");
}

void vent_datos3()
{
picture(19,9,53,14,"",2,4);
textcolor(15);
gotoxy(20,10); cputs("Vel. Viento    mph(V)");
gotoxy(20,11); cputs("Factor de Forma    (Cf):");
gotoxy(20,12); cputs("Factor de Tamaño    (S):");
gotoxy(20,13); cputs("Peso del Tanque    lbs(W):");
}

void vent_sis_alt()
{
picture(19,9,53,13,"",2,4);
textcolor(15);
gotoxy(20,10); cputs("Peso del Tanque    lbs(W):");
gotoxy(20,11); cputs("C (1:Automatico 2:0,05):");
gotoxy(20,12); cputs("Espesor tanque    plg (t):");
}

void vent_sh()
{
picture(19,9,53,15,"",2,4);
textcolor(15);
gotoxy(20,10); cputs("Peso del Tanque    lbs(W):");
gotoxy(20,11); cputs("Alt. Eje Central    pies(B):");
gotoxy(20,12); cputs("Largo del Apoyo    pies(E):");
gotoxy(20,13); cputs("D. entre Apoyos    pies(Ls):");
gotoxy(20,14); cputs("Long. del Tanque    pies(L):");
}

}

void opera1(float *gh,float *cf,float *de,float *le,float *b,float *n,float *w,float *kzz,float *li,float *v,float *diame,float
*altura,float *Q1,float *Q2)
{
float ghin,cfin,dein,lein,bin,nin,win,af=0,f=0,qz,kzin,llin,vin,q1,q2,diamein,alturain;

ghin=*gh;
cfin=*cf;
dein=*de;
lein=*le;
bin=*b;
nin=*n;
win=*w;
kzin=*kzz;
llin=*li;
vin=*v;
qz=*Q1;
q1=*Q2;
diamein=*diame;
alturain=*altura;
af=lein*dein*diamein;

```

```

qz=0.00256*kzin*vin*vin,
f=a*f*cin*ghin*qz;
q1=(win/nin)+((4*f*llin)/(nin*bin));
q2=(win/nin)-((4*f*llin)/(nin*bin));
gotoxy(52,10);printf("%f",af);
gotoxy(52,13);printf("%f",f);
gotoxy(54,16);printf("%f",q1);
gotoxy(54,17);printf("%f",q2);
gotoxy(36,15);printf("%f",aiturain);
gotoxy(36,16);printf("%f",diamein);
gotoxy(36,17);printf("%f",kzin);
gotoxy(36,18);printf("%f",ghin);
gotoxy(36,19);printf("%f",dein*diamein);
gotoxy(54,20);printf("%f",qz);
getch();
*Q1=qz;
*Q2=q1;
}

void opere_svp(float *C,float *W,float *L,float *N,float *B,float *M)
{
char area[48*11*2];
float Cin,Win,Lin,Nin,Bin,F,Mb,Q;
Cin=*C;
Win=*W;
Lin=*L;
Nin=*N;
Bin=*B;
Q=*M;
F=Cin*Win;
Mb=F*Lin;
Q=(Win/Nin)+((4*Mb)/(Nin*Bin));
gettext(15,6,62,16,area);
picture(15,6,61,15,"",2,4);
gotoxy(47,8);printf("%f",Cin);
gotoxy(47,9);printf("%f",Win);
gotoxy(47,10);printf("%f",Lin);
gotoxy(47,11);printf("%f",Nin);
gotoxy(47,12);printf("%f",Bin);
gotoxy(47,14);printf("%f",Q);
textcolor(15);
gotoxy(16,8);cputs("  Coef. Sismos (Horizontal) :");
gotoxy(16,9);cputs("  Peso del Tanque  lbs(W):");
gotoxy(16,10);cputs("  Alt. C.G.      pies(I):");
gotoxy(16,11);cputs("  N°. de Columnas      (N):");
gotoxy(16,12);cputs("  D. Colum + Alej.  pies(B):");
gotoxy(16,14);cputs("  Carga del tanque  Lb(Q):");

textcolor(4);
gotoxy(16,7);cputs("          Datos del Tanque      ");
gotoxy(16,13);cputs("          R E S U L T A D O      ");
getch();
puttext(15,6,62,16,area);
*M=Q;
}

void opera_ths(float *peso,float *aec,float *larg,float *dapy,float *Cs,float *Qls,float *Qts,float *fi)
{
float pesosin=0,aecin=0,largin=0,dapyin=0,Ft=0,Fl=0,Ql=0,Qt=0,Csin;
char area[12*48*2];
pesoin=*peso;

```

```

aecin=*aec;
largin=*larg;
dapyin=*dapy;
Csin=*Cs;
Ft=Csin*pesoin*0.5;
Qt=(pesoin/2)+(6*Ft*aecin/largin);
Fl=Csin*pesoin;
Ql=(pesoin/2)+(Fl*aecin/dapyin);
gettext(15,6,62,17,area);
picture(15,6,61,16,"",2,4);
gotoxy(47,8);printf("%f",pesoin);
gotoxy(47,9);printf("%f",aecin);
gotoxy(47,10);printf("%f",largin);
gotoxy(47,11);printf("%f",dapyin);
gotoxy(47,12);printf("%f",Csin);
gotoxy(47,14);printf("%f",Qt);
gotoxy(47,15);printf("%f",Ql);
textcolor(15);
gotoxy(16,8);cputs("  Peso del Tanque    (lbs):");
gotoxy(16,9);cputs("  Alt. Eje Central    (pie):");
gotoxy(16,10);cputs("  Largo del Apoyo    (pie):");
gotoxy(16,11);cputs("  Dist entre Apoyos  (pie):");
gotoxy(16,12);cputs("  Coef. Zona-Sismo  (Cs):");
gotoxy(16,14);cputs("Carga Transversal    (Qt):");
gotoxy(16,15);cputs("Carga Longitudinal   (Ql):");
textcolor(4);
gotoxy(16,7);cputs("          Datos del Tanque          ");
gotoxy(16,13);cputs("          RESULTADOS          ");
getch();
puttext(15,6,62,17,area);
*Qls=Ql;
*Qts=Qt;
*fl=Fl;
}

```

6.5. Cálculo de cargas bajo condición de viento

Esta parte del algoritmo, contiene las funciones que resuelven el problema del cálculo de cargas, tanto para viento cuanto para sismos en los tres tipos de tanques, verticales altos, verticales bajos y horizontales.

Son funciones que en esta parte del algoritmo se encuentran detalladas minuciosamente y son llamados por el programa principal. Por ejemplo void opera 1, que es descrita a continuación y llamado en el programa principal.

```

/*****
*****      Calculo de cargas bajo condición de viento      *****
*****/

```

```

/*****      Tanque vertical Pequeño      *****/

```

```

void opera1(float *gh,float *cf,float *de,float *le,float *b,float *n,float *w,float *kzz,float *l,float *v,float *diame,float
*altura,float *Q1,float *Q2)

```

```

{
float ghin,cfin,dein,lein,bin,nin,win,af=0,f=0,qz,kzin,lfin,vin,q1,q2,diamein,alturain;

```

```

ghin=*gh;
cfin=*cf;
dein=*de;
lein=*le;
bin=*b;
nin=*n;
win=*w;
kzin=*kzz;
lfin=*l;
vin=*v;
qz=*Q1;
q1=*Q2;

```

```

diamein=*diame;
alturain=*altura;
af=lein*dein*diamein;
qz=0.00256*kzin*vin*vin;
f=af*cfin*ghin*qz;
q1=(win/nin)+((4*f*lfin)/(nin*bin));
q2=(win/nin)-((4*f*lfin)/(nin*bin));
gotoxy(52,10);printf("%f",af);
gotoxy(52,13);printf("%f",f);
gotoxy(54,16);printf("%f",q1);
gotoxy(54,17);printf("%f",q2);
gotoxy(36,15);printf("%f",alturain);
gotoxy(36,16);printf("%f",diamein);
gotoxy(36,17);printf("%f",kzin);
gotoxy(36,18);printf("%f",ghin);
gotoxy(36,19);printf("%f",dein*diamein);
gotoxy(54,20);printf("%f",qz);
getch();
*Q1=qz;
*Q2=q1;
}

```

```

/*****      Tanque vertical Alto      *****/

```

```

void Gn(float *Pa,int *n,float *H,float *Do,float *Aip,float *De,float *D,float *S,float *GG)

```

```

{
float P=0,pp=0,ppexp=0,ialp=0,Z=0,in=0,sqDo=0,ZZ=0,ppz=0,T=0,DDe=0,raiz=0;
float num=0,den=0,rraiz=0,nn=0,Pair,Hin,Doin,Alpin,Dain,Din,Sin,GGin;
int nin;

```

```

nin=*n;
Pain=*Pa;
Hin=*H;
Doin=*Do;

```

```

Alpin=*Alp;
Dein=*De;
Din=*D;
Sin=*S;
GGin=*GG;
nn=nn;
pp=1-Pain;
in=1/nn;
ppexp=pow(pp,in);
P=1-ppexp;
Z=0.667*Hin;
sqDo=sqrt(Doin);
ialp=1/Alpin;
ZZ=Z/30;
ppz=pow(ZZ,ialp);
T=2.35*sqDo/ppz;
DDe=Dein*Din;
num=3.32*3.32*T*T*Sin;
den=1+0.002*DDe;
raiz=P/0.01+num/den;
rraiz=sqrt(raiz);
GGin=0.65+rraiz;
*GG=GGin;
}

```

```

/***** Tanque Horizontal *****/

```

```

void opera2(float *de,float *cf,float *gh,float *v,float *kz,float *w,float *b,float *ls,float *le,float *e,float *ddi,float *Ql,float
*Qt,float *fl)
{
float dein,cfin,ghin,vin,kzin,win,bin,af=0,f=0,qz,lsin,lein,ein,q1,q2,at=0,ft=0,q=0,ddiin;

```

```

dein=*de;
cfin=*cf;
ghin=*gh;
vin=*v;
kzin=*kz;
win=*w;
bin=*b;
lsin=*ls;
lein=*le;
ein=*e;
ddiin=*ddi;

```

```

af=(3.141591*dein*dein*ddiin*ddiin)/4;
qz=0.00256*kzin*vin*vin;
f=af*cfin*ghin*qz;
q1=(win/2)+(f*bin/lsin);
q2=(win/2)-(f*bin/lsin);
at=lein*dein*ddiin;
ft=at*cfin*ghin*qz*0.5;
q=(win/2)+((6*ft*bin)/ein);
gotoxy(52,9);printf("%f",qz);
gotoxy(55,11);printf("%f",at);
gotoxy(55,12);printf("%f",ft);
gotoxy(55,14);printf("%f",q);
gotoxy(55,16);printf("%f",af);

```

6.6. Cálculo de cargas bajo condición de sismos

Esta parte del algoritmo, contiene las funciones que resuelven el problema del cálculo de cargas, tanto para viento cuanto para sismos en los tres tipos de tanques, verticales altos, verticales bajos y horizontales.

Son funciones que en esta parte del algoritmo se encuentran detalladas minuciosamente y son llamados por el programa principal. Por ejemplo void opera 1, que es descrita a continuación y llamado en el programa principal.

```

/*****
/*****          Calculo de cargas bajo condición de sismos          *****/
/*****

```

```

/*****          Tanque Vertical Pequeño          *****/

```

```

void opera_svp(float *C,float *W,float *L,float *N,float *B,float *M)
{
char area[48*11*2];
float Cin,Win,Lin,Nin,Bin,F,Mb,Q;
Cin=*C;
Win=*W;
Lin=*L;
Nin=*N;
Bin=*B;
Q=*M;
F=Cin*Win;
Mb=F*Lin;
Q=(Win/Nin)+(4*Mb/(Nin*Bin));
gettext(15,6,62,16,area);
picture(15,6,61,15,"",2,4);
gotoxy(47,8);printf("%f",Cin);
gotoxy(47,9);printf("%f",Win);
gotoxy(47,10);printf("%f",Lin);
gotoxy(47,11);printf("%f",Nin);
gotoxy(47,12);printf("%f",Bin);
gotoxy(47,14);printf("%f",Q);
textcolor(15);
gotoxy(16,8); cputs("  Coef. Sismos (Horizontal) :");
gotoxy(16,9); cputs("  Peso del Tanque   lbs(W):");
gotoxy(16,10); cputs("  Alt. C.G.        pies(l):");
gotoxy(16,11); cputs("  N°. de Columnas   (N):");
gotoxy(16,12); cputs("  D. Colum + Alej.  pies(B):");
gotoxy(16,14); cputs("  Carga del tanque   Lb(Q):");
textcolor(4);
gotoxy(16,7); cputs("          Datos del Tanque          ");
gotoxy(16,13); cputs("          R E S U L T A D O          ");
getch();
puttext(15,6,62,16,area);
*M=Q;
}

```

```

/*****          Tanque vertical Alto          *****/

```

```

void opera_tva(float *peso,float *Z,float *Cz,float *dia,float *H,float *esp,float *MM)
{
float pesoin=0,Czin=0,Zin=0,diaIn=0,Hin=0,t=0,V=0,M=0,sq=0,espin=0;
char area[12*48*2];

pesoin=*peso;
Czin=*Cz;
Zin=*Z;
diaIn=*dia;
Hin=*H;
espin=*esp;
M=*MM;
if(Czin==2)
Czin=0.05;

```

```

else
{
t=(7.65*pow(10,-6)*Hin*Hin/(diain*diain));
sq=sqrt((pesoin*diain)/(espin*Hin));
t=t*sq;
if(t < 0.12)
Czin=0.1;
else
Czin=0.05/pow(t,0.333333);
}

V=2*Zin*Czin*pesoin;
M=0.716*V*Hin;
gettext(15,6,62,17,area);
picture(15,6,61,16,"",2,4);
gotoxy(47,8);printf("%f",pesoin);
gotoxy(47,9);printf("%f",Czin);
gotoxy(47,10);printf("%f",Zin);
gotoxy(47,11);printf("%f",diain);
gotoxy(47,12);printf("%f",Hin);
gotoxy(47,13);printf("%f",espin);
gotoxy(47,15);printf("%f",M);
textcolor(15);
gotoxy(16,8);cputs(" Peso del Tanque W(lbs):");
gotoxy(16,9);cputs(" Factor de Flexibilidad C:");
gotoxy(16,10);cputs(" Coeficiente Sismico Z:");
gotoxy(16,11);cputs(" Diam. del Tanque D(pie):");
gotoxy(16,12);cputs(" Altura del Tanque H(pie):");
gotoxy(16,13);cputs(" Espesor del Tanque t(plg):");
gotoxy(16,15);cputs(" Momento (lb-pie) :");
textcolor(4);
gotoxy(16,7);cputs(" Datos del Tanque ");
gotoxy(16,14);cputs(" RESULTADOS ");
getch();
puttext(15,6,62,17,area);
*MM=M;
}

/***** Tanque Horizontal *****/

void opera_tns(float *peso,float *aec,float *larg,float *dapy,float *Cs,float *Qls,float *Qts,float *fl)
{
float pesoin=0,aecin=0,largin=0,dapyin=0,Ft=0,Fl=0,Ql=0,Qt=0,Csin;
char area[12*48*2];
pesoin=*peso;
aecin=*aec;
largin=*larg;
dapyin=*dapy;
Csin=*Cs;
Ft=Csin*pesoin*0.5;
Qt=(pesoin/2)+(8*Ft*aecin/largin);
Fl=Csin*pesoin;
Ql=(pesoin/2)+(Fl*aecin/dapyin);
gettext(15,6,62,17,area);
picture(15,6,61,16,"",2,4);
gotoxy(47,8);printf("%f",pesoin);
gotoxy(47,9);printf("%f",aecin);
gotoxy(47,10);printf("%f",largin);
gotoxy(47,11);printf("%f",dapyin);
gotoxy(47,12);printf("%f",Csin);

```

```

gotoxy(47,14);printf("%f",Qt);
gotoxy(47,15);printf("%f",Ql);
textcolor(15);
gotoxy(16,8);cputs("  Peso del Tanque    (lbs):");
gotoxy(16,9);cputs("  Alt. Eje Central   (pie):");
gotoxy(16,10);cputs("  Largo del Apoyo    (pie):");
gotoxy(16,11);cputs("  Dist entre Apoyos  (pie):");
gotoxy(16,12);cputs("  Coef. Zona-Sismo  (Cs):");
gotoxy(16,14);cputs("Carga Transversal    (Qt):");
gotoxy(16,15);cputs("Carga Longitudinal   (Qt):");
textcolor(4);
gotoxy(16,7);cputs("          Datos del Tanque      ");
gotoxy(16,13);cputs("          RESULTADOS           ");
getch();
puttext(15,6,62,17,area);
*Qls=Ql;
*Qts=Qt;
*fl=Fl;
}

```

BIBLIOGRAFIA

Ref.

- 1.- AISC, Manual de Construcción en Acero; American Institute of steel construction; 8th Edition; Chicago-Illinois; 1980; Pag 1-14 a 1-28, 5-18 a 5-27, 5-124, 5-74 a 5-79.
- 2.- ANSI, Building Code Requirements for Minimum Design Loads in Building and Others Structures. ANSI; New York; 1982; A58.1-1982.
- 3.- ASME, Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, División 1, ASME; New York; July 1, 1989; Pag. 20 a 582
- 4.- BEDNAR, Henry H.; Pressure Vessel Design Handbook; Second Edition; Krieger Publishing Company; Malabar, Florida; 1986; Pag. 1 a 185.

- 5.- **MEGYESY**, Eugene F.; Pressure Vessel Handbook; Ninth²⁷⁷
Edition; Pressure Vessel Handbook Publishing, Inc;
Tulsa; 1992; Pag. 52 a 117.
- 6.- **MOSS**, Dennis R.; Pressure Vessel Design Manual; Gulf
Publishing Company; Houston, Texas; July 1989; Pag. 64
a 135.

