

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

SEDE QUITO - CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

MENCIÓN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN

“SISTEMA INFORMÁTICO DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL

DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS DE TECHO CÓNICO

PARA ALMACENAR PETROLEO Y/O SUS DERIVADOS SEGÚN

LA NORMA API-650”

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

DANILO XAVIER CABEZAS GUALOTUÑA

DAVID EDUARDO RAMOS MURILLO

DIRECTOR: ING. DANIEL DIAZ

Quito, Septiembre 2010

DECLARACIÓN

Nosotros Danilo Xavier Cabezas Gualotuña y David Eduardo Ramos Murillo declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Danilo Xavier Cabezas Gualotuña.

David Eduardo Ramos Murillo.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Danilo Xavier Cabezas Gualotuña y David Eduardo Ramos Murillo, bajo mi dirección.

Ing. Daniel Díaz
Director de Tesis

AGRADECIMIENTOS

Por medio de la presente queremos extender un sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana y sus docentes por todos los conocimientos, dedicación y empeño en el transcurso de nuestra vida universitaria.

Un agradecimiento al Ingeniero Luis Bustamante Gaona por su conocimiento y experiencia en la rama de la ingeniería mecánica, sin su asesoramiento, dirección y dedicación el presente trabajo de titulación no habría sido posible.

Un agradecimiento especial al ingeniero, Daniel Díaz por su guía, consejos, asesoramiento durante el transcurso de desarrollo del presente proyecto de titulación.

Danilo Xavier Cabezas Gualotuña.

David Eduardo Ramos Murillo.

DEDICATORIA

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios, por todas las bendiciones que me brinda cada día, agradécele también a mis padres los mejores del mundo, Gaspar y Charito por darme la vida, cuidarme siempre y estar pendiente de mi cada día, a mi razón de vida, mi hijo Gabriel, a cada uno de mis queridos primos Giovanni, Jhohan, Andrés, David, Marco, Alejandro, Sebastián, Carito, Estefi, que estuvieron siempre pendientes de mi en este largo transcurso, a mis queridos tíos Roberto y Tania que siempre y a pesar de todo estuvieron a mi lado y me supieron brindar su cariño y respeto, a mi mejor amigo Alex que a pesar de sus problemas siempre estuvo a mi lado.

A toda mi familia en general va dedicado este pequeño esfuerzo que está hecho con el corazón y busca ser en algún momento un ejemplo de perseverancia y dedicación.

Al ingeniero Luis Bustamante un compañero, amigo y guía en el transcurso, y como olvidarme de mi buen amigo David Ramos.

A los héroes anónimos que me salvaron la vida el 3 de diciembre del 2009, gracias chicos.

A las personas buenas que coexistimos en este mundo, a todos por ser como son, gracias.

Danilo Xavier Cabezas G.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo en primer lugar a Jehová Dios por la vida, por la salud y por permitirme servirle.

A mis padres por apoyarme en todos los momentos difíciles que he tenido, a mi hermana Yadira Ramos por ayudarme, escucharme todo este tiempo.

A mi padre Miguel Ramos por todos estos años en la universidad, por su sabiduría por su disciplina, su amor.

Al ingeniero Luis Bustamante un agradecimiento por su tiempo y conocimiento durante todo este tiempo. Por su ayuda incondicional en muchos momentos y que gracias a su ayuda ha sido posible terminar el presente trabajo.

A Danilo Cabezas que por su perseverancia, tenacidad, valentía frente a los problemas se ha ganado mis respetos y confianza.

Muchas gracias amigo por este tiempo que hemos sido compañeros de estudios, sin tu ayuda muchos proyectos no abrían sido posibles realizarlos.

Espero en un futuro poder contar con su ayuda y amistad.

Un reconocimiento especial al Ingeniero Carlos Sntaxi de ComFranklin S.A por darme las facilidades para poder terminar con éxito este proyecto.

A todas aquellas personas que me ayudaron en mi vida, mis amigos, mi familia mis agradecimientos, consideración y respetos.

David E. Ramos Murillo.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 ALCANCE.....	8
1.5. OBJETIVOS.....	9
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	11
2.1 INTRODUCCIÓN A LAS NORMAS API 650.....	11
2.2 TANQUES ATMOSFÉRICOS DE TECHO CÓNICO.....	12
2.3 MATERIALES ESPECIFICADOS EN LA API 650.....	13
2.4 FASE DE DISEÑO.....	16
2.4.2 DISEÑO DEL CUERPO DEL TANQUE.....	18
2.4.3 ANILLO SUPERIOR O ÁNGULO TOPE.....	25
2.4.4 VIGAS INTERMEDIAS.....	27
2.4.5 SELECCIÓN DE ACCESORIOS PARA TANQUES.....	30
2.4.6 MANHOLE PARA EL CUERPO.....	34
2.4.7 MANHOLE PARA EL TECHO.....	38
2.4.8 BOQUILLAS Y BRIDAS PARA CUERPO DEL TANQUE.....	40
2.4.9 BOQUILLAS Y BRIDAS PARA EL TECHO DEL TANQUE.....	42
2.4.10 ACCESO DE LIMPIEZA TIPO LÁPIDA O CAJA O COMPUERTA DE SEDIMENTOS (PUERTA DE LIMPIEZA DE NIVEL).....	44
2.4.11 SUMIDERO PARA EXTRACCIÓN DE AGUA O TINA DE LODOS.....	48
2.4.12 ESCALERAS - PASAMANOS.....	49
2.4.13 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TECHO CÓNICO.....	51
2.4.14 NECESIDAD, RESTRICCIONES Y DEFINICIÓN DE PÁRAMETROS.....	53
Soportante De Techos Cónicos.....	53
2.4.15 CLASIFICACIÓN DE TECHOS FIJOS DE ACUERDO AL ESTÁNDAR API 650.....	54
2.4.16 DEFINICIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA. (DETERMINACIÓN DE LA TIPOLOGÍA).....	55
2.4.17 ESTUDIO Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS.....	56
2.4.18 ANÁLISIS DE CARGAS.....	63
2.4.19 DISEÑO DE CORREAS.....	63
2.4.20 Procedimiento de diseño de las correas de la estructura con una columna central. (Alternativas I-11, I-12).....	63
Diseño de las correas.....	64
2.4.21 DISEÑO DE LAS COLUMNAS.....	73

2.4.21.1 Diseño de columnas compuestas por dos canales o Columnas Armadas.....	74
2.4.22 DISEÑO DE COLUMNAS DE SECCIÓN TUBULAR.....	77
2.4.23 DISEÑO DE LAS BASES.....	79
2.4.24 DISEÑO DE LAS CARTELAS.....	85
2.4.25 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LAS CARTELAS.....	86
2.4.26 DISEÑO DEL DISCO CENTRAL.....	90
2.4.26.1 Procedimiento de cálculo del disco.....	91
2.5 METODOLOGÍA OMT (OBJECT MODELING TECHNIQUE).....	95
2.5.1 ANÁLISIS.....	95
2.5.1.1 Definiciones comúnmente usadas en fase de Análisis.....	97
2.5.1.2 Clases y Objetos.....	97
2.5.1.3 Enlaces y Asociaciones.....	98
2.5.1.4 Conceptos Avanzados de Enlaces y Asociaciones.....	98
2.5.1.5 Generalización y Herencia.....	99
2.5.1.6 Agrupación de entidades.....	100
2.5.2 IMPLEMENTACIÓN.....	105
2.6 METODOLOGÍA MODELO INCREMENTAL.....	106
2.6.1 DEFINICIÓN.....	106
2.6.2 EJEMPLO DE MODELO INCREMENTAL APLICADA LA METODOLOGÍA OMT.....	108
2.6.2.1 Sistema de cajero automático.....	108
2.6.2.2 Análisis.....	109
2.6.2.2.1 Modelo de objetos.....	109
2.6.2.3 Preparar un diccionario de datos.....	110
2.6.2.4 Diccionario de datos para las clases de CA.....	110
2.6.2.5 Modelado Dinámico.....	111
2.6.2.6 Escenario normal de un CA.....	111
2.6.2.7 Diagrama de flujo de sucesos para el ejemplo de CA.....	113
2.6.2.8 Modelo Funcional.....	114
2.6.2.8.1 Identificar los valores de entrada y salida.....	114
2.6.2.9 Describir funciones.....	114
2.7 EVALUACION DE SOFTWARE.....	115
2.7.1 PRUEBAS DE USABILIDAD.....	115
2.7.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	117
2.7.2.1 La prueba alfa.....	117
2.7.2.2 La Prueba Beta.....	117

3.2	INCREMENTO NÚMERO 2	154
3.2.1	DOCUMENTO DE ANÁLISIS	154
3.2.1.1	ANÁLISIS DE OBJETOS	154
3.3	INCREMENTO NÚMERO 3	211
3.3.1	DOCUMENTO DE ANÁLISIS	211
3.3.1.1	ANÁLISIS DE OBJETOS	211
CAPITULO 4. EVALUACIONES DE SOFTWARE		258
4.1	AMBIENTE DE PRUEBAS	258
4.2	PLAN DE PRUEBAS	260
4.2.1	RESULTADOS EVALUACIONES	261
CAPITULO 5. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE		263
5.2	REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	264
5.3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	265
	RECOMENDACIONES	267

INDICE TABLAS

Tabla	Tema	Pagina
2.1	Múltiplo del diámetro recomendado para construcción de Tanques.	116
2.2	Mínimo espesor de láminas para los diferentes diámetros.	118
2.3	Ángulos recomendados con respecto al diámetro para tanques con techo cónico soportado.	26
2.4	Mínimas distancias de separación de las principales aberturas del cuerpo.	32
2.5	Dimensiones para boquillas-bridas en techo	43
2.6	Espesores de la placa de cubierta, pernos y reforzamiento del fondo para el acceso de limpieza.	46
2.7	Espesores y alturas de placas de refuerzo del cuerpo para accesorios de limpieza.	47
2.8	Dimensiones Sumidero.	47
2.9	Relación entre la huella, contrahuella, y ángulo de elevación.	50
2.10	Datos de cortante y momento para elemento 1.	80
2.11	Estandarización de las bases de columnas.	84
2.12	Valores de d_{car} y ϕ para correas Tipo Canal.	86
2.13	Valores de d_{car} y ϕ para correas Tipo Ala Ancha I.	86
2.14	Resistencia del electrodo.	87
2.15	Espesor mínimo t en pulgadas de material, para balancear la carga de tensión y	

	cortante inducida por soldaduras de filete de penetración normal	88
2.16	Valor del ancho del patín de correas Tipo Canal C.	91
2.17	Valor del ancho del patín de correas Tipo Ala Ancha WF o Perfil I	91
2.18	Calculo de la relación R_d/r_d , para $R_d < 381$ mm	92
2.19	Calculo de la relación R_d/r_d , para $R_d > 381$ mm	93
3.1	Atributos y Operaciones que interviene en la clase persona	132
3.2	Atributos y Operaciones que interviene en la clase Conexión	133
3.3	Asociación entre objeto.....	135
3.4	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Proyecto.....	142
3.5	Operaciones que interviene en la clase Guardar Proyecto.....	143
3.5.1	Operaciones que interviene en la clase Recupera Proyecto.	1354
3.6	Operaciones que interviene en la clase Verifica.	146
3.7	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Selección General.	146
3.8	Asociación entre objetos.....	150
3.9	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Proyecto.	148156
3.10	Asociación entre objetos.....	158
3.11	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Anillo de Rigidación.....	168
3.12	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase MANHOLE.....	169
3.13	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Boquilla.	169
3.14	Asociación entre objetos.....	173
3.15	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase accesorios Limpieza.....	195
3.16	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase MANHOLE TECHO.....	196
3.17	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase BOQUILLA TECHO.....	197
3.18	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase SELECCIÓNONSUMIDEROSGRADAS.....	198
3.19	Asociación entre objetos.....	202
3.20	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Estructura Soportante de Techo Cónico.	214
3.21	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Columna Soportante.....	224
3.22	Asociación entre objetos Estructura Soportante de Techo Cónico, Columna de Soportante.....	227
3.23	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Diseño de Bases EMS.....	239
3.24	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Espesor de Cartela EMS.....	239
3.25	Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Espesor de Disco Columna Central.	240
3.26	Asociación entre objetos Diseño Bases de EMS, EspesorCartelaEMS, Espesor Disco de Columna Central.....	244
4.1	Lugares en donde se realizaron las pruebas de software los actores y el tipo de	

prueba realizada.	251
5.1	Requerimientos De Hardware.....256
5.2	Requerimientos De Software256

ABSTRACT

Los tanques atmosféricos de techo cónico son una alternativa diseñada para almacenar derivados del petróleo de una manera segura y confiable, el organismo dedicado al estudio del diseño de dichos tanques es el Instituto Americano de Petróleo, entidad creada en los Estados Unidos de América, con la misión de recopilar y normalizar las buenas prácticas para el diseño de los mismos.

El capítulo I presenta una breve introducción al tema petrolero, sus derivados, depósitos de almacenamiento, el tipo de fluido que acopian, etc.

El capítulo II se analiza los conceptos en general para la construcción y diseño de tanques atmosféricos, en donde se dará a conocer la norma encargada de definir las mejores prácticas para el diseño de los mismos.

Seguidamente se exponen las metodologías manejadas en el desarrollo del sistema informático, así como también las pruebas de software ejecutadas sobre el sistema.

En el capítulo III se inicia el proceso de análisis, diseño, construcción y pruebas para el sistema informático, aplicando las metodologías expuestas en el presente proyecto.

En el capítulo IV se realiza una descripción del plan de pruebas ejecutado, así como también los resultados obtenidos en las mismas, siguiendo las metodologías de ingeniería de software recomendadas

Finalmente en el último capítulo se describe los requerimientos de hardware y software del sistema informático, en los cuales será posible la ejecución del software creado.

En el tomo 2 se encuentran los anexos del proyecto.

En el Anexo 1 se encuentra la memoria de Cálculo, la cual es un ejemplo de todo el procedimiento para el diseño de un tanque atmosférico.

En el Anexo 2 es la nomenclatura de términos usados en ingeniería mecánica, que servirá al usuario a guiarse por el desarrollo.

En el Anexo 3 es el diseño de la Base de datos, se explica el diseño de la base de datos y el diccionario de datos.

En el Anexo 4 es el manual del usuario, da una explicación detallada de todas las secciones del software desarrollado.

En el Anexo 5 se detalla los resultados de las evaluaciones.

Para el diseño de los tanques atmosféricos tenemos que considerar varios factores como diámetro de tanque, fluido a almacenar y la capacidad, todos estos datos son proporcionados por el cliente.

En base a esto inicia el diseño siguiendo el siguiente orden:

Calculo del espesor del fondo, calculo espesor de las paredes, selección y diseño de accesorios, y para concluir con el diseño de la estructura metálica soportante de techo cónico.

Con todos estos datos, se realiza reportes que serán utilizados en los talleres de fabricación.

CAPÍTULO 1.

1.1 INTRODUCCIÓN

El petróleo o aceite mineral, se encuentra en el interior de la tierra y se compone principalmente de carbono e hidrógeno.¹ Es el recurso energético más importante en la historia de la humanidad; un recurso natural no renovable que aporta el mayor porcentaje del total de la energía que se consume en el mundo.

Aunque se conoce de su existencia y utilización, desde épocas milenarias, la historia del petróleo como elemento vital y factor estratégico de desarrollo es relativamente reciente, de menos de 200 años.

El primer paso en la obtención de este recurso energético, es la prospección², que consiste en los estudios geológicos y mineros del suelo, luego se realiza la extracción, mediante medios mecánicos generalmente bombeo, seguidamente es transportado a las refinerías mediante tuberías de alta presión u oleoductos, una vez que el crudo bruto (crudo sucio, con impurezas, arena, etc.) llega, es depositado en grandes recipientes a los que se llama comúnmente Tanques de Almacenamiento, y finalmente se lo refina en torres de destilación³, para obtener los derivados de petróleo, que casi siempre de las veces son almacenados para reserva.

El almacenamiento de hidrocarburos refinados, petroquímicos, petróleo crudo, así como otros productos líquidos se lleva a cabo en organismos petroleros, mediante el empleo de diferentes tipos de recipientes siendo de los más utilizados los tanques atmosféricos cilíndricos verticales de acero, los cuáles se utilizan para almacenar pequeños y grandes volúmenes de productos petrolíferos y sus derivados, agua o algún otro producto utilizado en las instalaciones.

En la figura se puede observar el proceso de destilación del petróleo.

¹ FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos5/petroleo/petroleo.shtml>

² Prospección: exploración, investigación, reconocimiento, perforación, búsqueda, etc.

³ Destilación: purificación

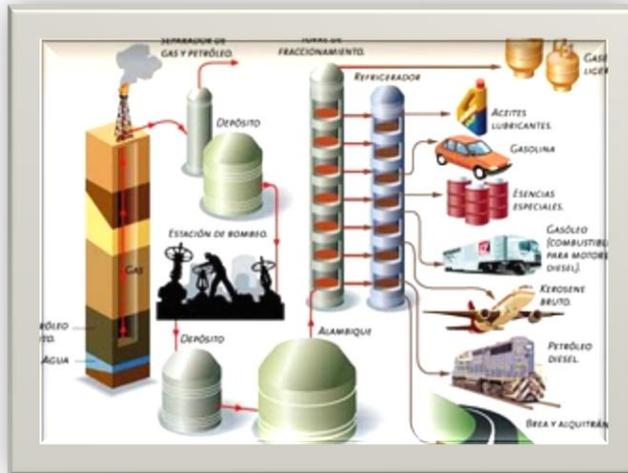


Figura 1.1 Destilación del petróleo
Fuente: sitio web educarchile.cl

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sociedad actual depende de la industria del petróleo por lo cual el Instituto Americano del petróleo (API estándar 650⁴), propone recipientes o tanques especializados para almacenar el petróleo y/o sus derivados los mismos que deben cumplir ciertos reglamentos y condiciones establecidas en años de experiencia por diseñadores y constructores.

Los mismos que han sido probados y sirven principalmente como medida de seguridad tanto para el personal como para el medio ambiente, lo que involucra miles de galones de materiales combustibles.

La alta demanda del almacenamiento de combustibles ha generado producción, empleo y bienestar, pero así mismo ha sido objeto de daños materiales para el medio ambiente y ha causado miles de pérdidas a la naturaleza inclusive humanas, razón

⁴API: Siglas americanas de "American Petroleum Institute". Instituto Americano del Petróleo.

FUENTE: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5064/1/Memoria%20V-1.pdf>

por la cual se debe tener un punto de vista objetivo para la construcción de estos recipientes de almacenamiento.

En la figura se puede observar la secuela de la explosión de un tanque de techo flotante de petróleo.



Figura 1.2 Tanque de petróleo destruido por explosión.
Fuente: Sitio web estaticos01.cache.el-mundo.net

Una norma es un conjunto de reglamentos y definiciones a seguir las mismas que han sido basados en producto de la experimentación.

La norma API 650. es el resumen de criterio y especificaciones reunidas por la API, la cual es la encargada de brindar fórmulas matemáticas y un conjunto de tablas con valores técnicos probados que sirven para obtener datos confiables para el diseño mecánico, prefabricación, montaje, fabricación, inspección, pruebas y certificación de cada pieza que compone estos depósitos o tanques.

No está por demás decir que el diseño de un tanque atmosférico es un proceso largo, preciso resultado de complicadas operaciones matemáticas las mismas que deben ser normalizadas con las recomendaciones dadas por la API para asegurar su

durabilidad y resistencia. El diseño mecánico de un tanque se lo realiza aproximadamente en dos semanas a un mes debido a la complejidad de sus cálculos, tablas, figuras, curvas óptimas etc. Los mismos que al finalizar son presentados al cliente para su aprobación y si está de acuerdo se procede a la prefabricación de las piezas. Caso contrario es necesario repetir todas las operaciones para obtener nuevos datos de diseño lo cual conlleva repetir todo el proceso lo que significa una gran pérdida de tiempo.

Esta norma es actualizada continuamente para mejorar su uso, la API lo realiza anualmente, por lo tanto las aplicaciones informáticas que se desarrollan y que llegan al país del exterior necesitan de mucho tiempo para ser actualizadas por lo que es necesario volver a un proceso manual para poder obtener los beneficios de las versiones actualizadas de la norma API 650. Motivo por el cual el precio de dichas aplicaciones es muy elevado por lo que lo hace muy privativo para pequeñas empresas constructoras de nuestro país, lo que merma su desarrollo.

1.3.JUSTIFICACIÓN

La construcción de un tanque atmosférico se lo puede dividir en:

- Diseño Mecatrónico (Mecánico en su mayoría, Eléctrico, Sistemas e I&C)
- Prefabricación de las piezas.
- Montaje de las piezas,
- Fabricación propiamente dicha (soldadura de partes)
- Inspección, pruebas.
- Certificación final del tanque

Las cuales se explican brevemente a continuación:

En diseño mecánico se obtiene aquellos parámetros geométricos generales de cada pieza del tanque como son: Diámetro y altura del tanque, el tipo de pecho (accesorio del techo), la pendiente del techo, espesores de las paredes del tanque, número de anillos a ser usado etc.

Esto se realiza a partir de los datos proporcionados por el usuario resultados que son normalizados con la norma API 650.

En la figura se puede observar el tanque de almacenamiento en donde se denotan sus accesorios y partes importantes.

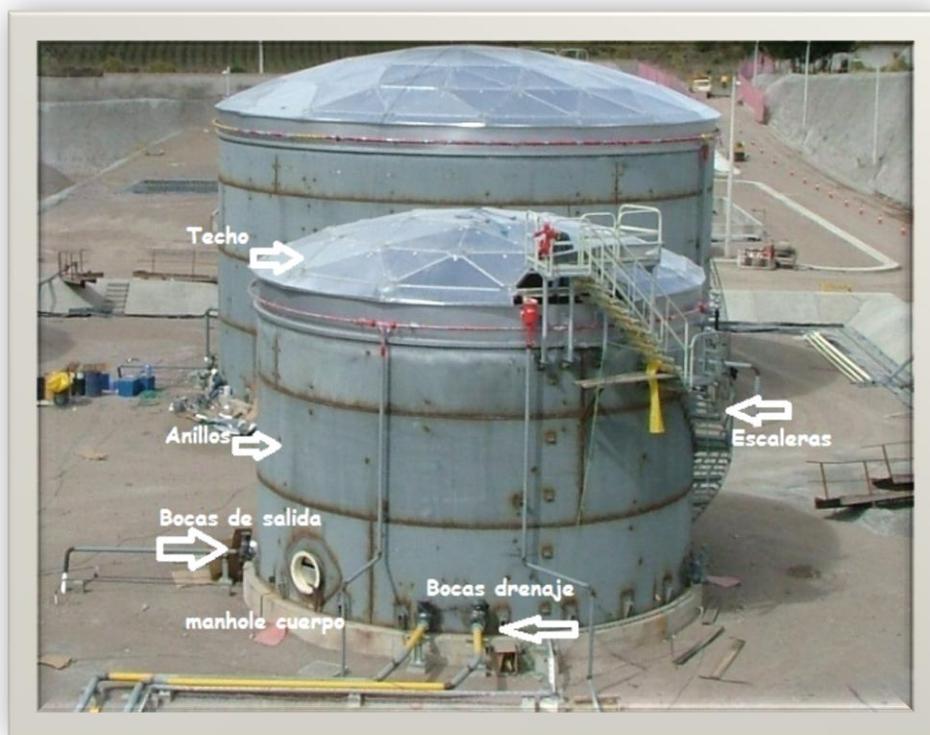


Figura 1.3 Tanque de almacenamiento en construcción

Fuente: Autores de la Tesis, sector Calpiloma, vía Riobamba Guaranda, Ecuador.

En este paso también se hace la selección de accesorios que le darán una funcionalidad óptima al tanque tales como: Manhole del cuerpo, Manhole del techo, puerta de limpieza, bocas de entrada y bocas de salidas las mismas que se obtienen de tablas establecidas por el API 650. Las mismas que sirven para dar su forma geométrica y medidas adecuadas según el tanque.

También en esta sección se obtiene de la norma API 650., el listado de materiales aprobados para nuestro país y región, estos son:

A-283C y/o A-36 ksi⁵(materiales de construcción). Los mismos que son determinados después de hacer el estudio del tipo de fluido a almacenar, la altura del tanque, la altura efectiva, etc.

En Prefabricación de las piezas se refiere a ksi cortes OXICORTE⁶ y geometría de las piezas metálicas realizadas en un taller (bridas, paredes, MANHOLES, etc.), la aplicación a desarrollarse emitirá las dimensiones de estas piezas a cortar.

En la sección de Montaje comprende la erección (colocación en el sitio) de las piezas paso previo a la fabricación del tanque.

En la sección de Fabricación se realiza la soldadura y unión de todas las piezas ya montadas

En la fase de Inspección y pruebas se realiza la verificación de la funcionalidad del tanque es decir si está o no bien construido.

Se puede concluir que el diseño mecánico de las piezas es de vital importancia ya que en base a estos datos, es posible coordinar el trabajo de las demás secciones encargadas de la prefabricación, montaje y fabricación del tanque.

Para resolver la problemática antes descrita se propone la creación de una aplicación informática que constara de 4 módulos principales como son: diseño del fondo, diseño de las paredes, diseño del techo y selección de los accesorios.

En el módulo Diseño del Fondo se definirá los materiales a ser usado, así como los cálculos necesarios para el espesor de las placas del fondo así como el análisis del uso de las sillas de anclaje.

En el módulo de diseño de las paredes se realizará la selección de los materiales para las paredes se realiza el cálculo del número de anillos a usar y la obtención del espesor de cada anillo a ser usado.

En el módulo de diseño del techo se realizará todos los cálculos referentes al techo su estructura soportante así como de los materiales a ser usados.

⁵ A de acero y 36 ksi (1000 libras/pulgada cuadrada) resistencia mecánica a la tracción.

⁶ Gas a altas temperaturas, entre 1500-3000 grados centígrados;

Al desarrollar esta aplicación informática realizada en su totalidad en el Ecuador el costo monetario de la aplicación informática verá una reducción del 50% y se brindará soporte rápido y oportuno a diseñadores y constructores en el país o sus alrededores.

Esta aplicación será capaz de reducir en casi un 80% los tiempos necesarios para obtener los datos de diseño de un tanque funcional de techo cónico para almacenar petróleo y/o sus derivados.

Así como tener una proyección de los costes finales del tanque que en la actualidad bordean el millón de dólares por lo que el diseño de esta aplicación puede ayudar a ahorrar a la empresa constructora cientos de miles de dólares.

Al tener todos los cálculos del diseño automatizados se reducirá la posibilidad de cometer errores en la normalización de los datos en casi un 95% con lo que evitamos gastos innecesarios por el factor humano.

Esta aplicación puede servir de base para futuras aplicaciones adicionales como es el mantenimiento de tanques, ya construidos, los mismos que se realiza siguiendo la norma API 653⁷ o el diseño de tanques atmosféricos de techo flotante.

El presente proyecto de tesis al estar inmerso en un campo totalmente diferente a la Ingeniería de Sistemas Informáticos justifica ser realizada por dos personas ya que maneja varios aspectos técnicos propios de la ingeniería mecánica que los desarrolladores de la aplicación deben conocer de manera profunda para comprender la terminología usada así de los procesos para el diseño dictados por la API, que al poseer operaciones matemáticas complejas necesitan ser verificadas reiteradas veces por los desarrolladores del software para asegurar su validez y tener un margen de error cercano al 1%.

1.4 ALCANCE

La aplicación informática a realizarse se basará únicamente en tanques de techo cónico de presión atmosférica y de temperatura máxima de 93°C siguiendo únicamente la norma API 650.

El desarrollo de la aplicación se realizará en la plataforma de VISUAL STUDIO.NET 2005, como motor de base de datos se utilizará SQL Server 2005.

⁷ Norma API 653; Hace referencia al Mantenimiento, reparación de tanques petroleros siguiendo el estándar 653.

La aplicación se encargará de las siguientes partes:

- Entregará los materiales necesarios para construir un tanque.
- Seleccionará y calculará el número de anillos o virolas.
- Entregará el espesor para cada uno de los anillos del tanque.
- El cliente o el diseñador propondrán el diámetro y la altura del tanque y la aplicación en base a estos datos obtendrá la capacidad del mismo.
- ✓ Permitirá seleccionar el tipo de fluido a almacenar, (g =gravedad específica del fluido).
- ✓ Se seleccionará el ángulo tope o anillo de rigidez en la parte superior del tanque y proporcionará las medidas y características específicas de los mismos.
- ✓ Seleccionará y mostrará las especificaciones de las vigas de viento para la redondez de tanque WIND GIRDER⁸.
- ✓ Seleccionará y calculará la pendiente cónica del tanque es decir la altura total del tanque (la aplicación entregará la altura nominal del tanque la altura total del tanque y la altura máxima de operación del tanque).
- ✓ Seleccionará los accesorios del tanque de acuerdo a lo establecido en las tablas API, es decir selección de MANHOLE⁹ del cuerpo, MANHOLE del techo, puerta de limpieza, boquilla de entrada, boquilla de salida, sumidero del tanque, válvulas de venteo, aforos y proporcionara los datos de diseño para su construcción.
- ✓ Permitirá diseñar la estructura soportante del tanque tales como: Base de la columna (central, intermedias, exteriores si es necesario) de acuerdo al volumen requerido por el cliente.
- ✓ Permitirá escoger las medidas de las vigas intermedias exteriores, cartelas, y el disco central y proporcionara los datos específicos de lo seleccionado o escogido.
- ✓ Permitirá seleccionar el tipo de estructura a utilizar, es decir ofrecerá escoger el tipo de estructura para el techo y proporcionara los datos específicos.
- ✓ Permitirá la selección de plataformas, escaleras, pasamanos y sillas de anclaje (este último de ser necesario).
- ✓ Entregará un resumen de los datos obtenidos de diseño, en una plantilla.

⁸ WIND GIRDER: Ángulo soldado a la periferia del tanque, ubicado generalmente a $\frac{3}{4}$ de la altura del tanque.

⁹ MANHOLE: Una boca de inspección (alternativamente utilidad agujero, orificio de mantenimiento, la inspección de la cámara o cámara de acceso).

- ✓ Se exportarán los datos a Excel para realizar un análisis financiero del tanque y un APU¹⁰.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema informático de automatización para el diseño de tanques atmosféricos de techo cónico norma API 650.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar los cálculos matemáticos para el diseño de todas las piezas que conforman un tanque atmosférico normalizado por la norma API 650.
2. Diseñar una aplicación informática para automatizar el diseño mecánico de tanques atmosféricos.
3. Diseñar una base de datos de fácil actualización en base a las normas API 650.
4. Crear una aplicación de soporte en campo para controlar la creación de uno o varios tanques atmosféricos.
5. Crear una plantilla que contenga el resultado de los cálculos matemáticos, además de una lista que contenga los materiales necesarios para el diseño del tanque con su respectivo presupuesto de acuerdo al elemento.

¹⁰ APU; Análisis de precios unitarios.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 INTRODUCCIÓN A LAS NORMAS API 650.

“La norma API 650. son un conjunto de buenas prácticas que cubre especificaciones de material, diseño, fabricación, montaje, y requerimientos de prueba para cilindros verticales instalados sobre tierra, cerrados y de tapa superior abierta, tanques de acero soldado para almacenamiento en varios tamaños y capacidades para presiones internas aproximadamente igual a la presión atmosférica (las presiones exteriores no exceden el peso de las planchas del techo), pero una presión interna alta puede ser permitida cuando se reúnen ciertos Requisitos adicionales. Este estándar se aplica solo para tanques cuyo fondo total esta uniformemente apoyado y a los tanques en servicio sin refrigeración que tiene una temperatura máxima de operación de 90°C (200°F)”¹.

Estas especificaciones han sido elaboradas con el objetivo de proveer a la industria petrolera de una alternativa de almacenaje de petróleo o sus derivados con las condiciones antes citadas, de bajo coste y de seguridad adecuada.

Aunque también puede ser utilizado para otros productos líquidos sean estos relacionados o no a la industria petrolera.

Esta norma provee un conjunto de recomendaciones para diseñar el tanque según las necesidades propias del cliente y no constituye un manual estricto para su fabricación.

La norma se divide en las siguientes secciones:

1.- Alcance de la norma (Scope)

2.- Referencias Bibliográficas.

3.- Definiciones.

4.- Materiales.- En esta sección se especifican los materiales a usar.

¹Fuente: Introducción a la api 1.1 General

5.- Diseño.- En esta sección se especifican los cálculos para el diseño de las diferentes piezas que constituyen el tanque a construirse.

6.- Fabricación.- Se refiere al proceso de fabricación de las piezas en taller, se dictan procedimientos y consideraciones generales

7.- Instalación.- Se refiere los procesos necesarios para la erección y montaje de las piezas ya fabricadas.

8.- Métodos de inspección de uniones.- Se especifica la documentación requerida y los métodos de inspección de la calidad del tanque y controles de seguridad.

9.- Procedimiento de soldadura y calificaciones del soldador.- Especifica los procedimientos de soldadura de las uniones y accesorios del tanque.

10.- Marcas y certificaciones del tanque Construido.- Especifica la Documentación necesaria para el cliente, y certifica que se han seguido todos los procedimientos descritos en la Norma API 650.

2.2 TANQUES ATMOSFÉRICOS DE TECHO CÓNICO

En la actualidad existe una gran variedad de tanques atmosféricos. Este tipo de tanque es utilizado en plantas de proceso que forman parte de instalaciones petroleras, tales como pozos de producción o estaciones de bombeo, en cada uno de estos puntos se almacenan diferentes tipos de hidrocarburos tales como petróleo crudo, productos intermedios como agua de producción o productos terminados como gasolina, diesel, etc. Por esta razón no solo un tipo de tanque es apropiado para el almacenamiento de los diferentes productos a ser almacenados.

El modelo API estándar 650 considera dos tipos de tanques de almacenamiento a presión atmosférica, estos son **Tanques de techo fijo y Tanques de techo flotante.**

Para la construcción de los mismos se emplean láminas de acero de distintos espesores conforme su posición relativa en la estructura del tanque, los mismos que siguen diferentes estándares dictados por organismos que los estandarizan y regulan para asegurar que la seguridad del tanque sea la óptima. Estas piezas se

suedan entre sí de acuerdo a normas de construcción que garantizan la integridad y posterior funcionamiento del almacenaje. Los tanques soldados están diseñados para soportar presiones internas ligeramente superior o igual a la atmosférica. A efectos de prever el daño que pudiera ocasionar la rotura o rebalse de los mismos, se construye un dique de contención alrededor de cada tanque instalado en el sitio. La infraestructura de los almacenamientos exige elevadas inversiones económicas. Por lo que su análisis y diseño está perfectamente controlado por diferentes organismos a nivel mundial.

2.3 MATERIALES ESPECIFICADOS EN LA API 650.

La norma API en la sección 4 propone, el conjunto de materiales a ser usados los mismos que pueden variar en ciertas condiciones las mismas que serán estudiadas siguiendo el apéndice N de la API-650, la misma que estipula que clase de pruebas se deberán aplicar.

Las cuales se pueden citar “Un material puede ser usado como un archivo de prueba autentico para tratamiento térmico de material es apropiado”, también si se realizan “Reportes sobre pruebas de materiales no identificados”.¹²

Se utilizarán placas de acero del grupo IIIA y del grupo VI, pudiendo bajo estricto control utilizar placas de acero del grupo I y del grupo IV.

- **PLANCHAS**

Las placas de acero para cascos, techos y fondos pueden pedirse sobre un espesor de borde base o sobre un peso base que no deberá ser menor al espesor de diseño calculado o el espesor mínimo permisible.

¹² **ASTM** (American Society for Testing Materials) Organización autónoma para la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias, teniendo principal incidencia en la industria petrolera y petroquímica.

Todas las placas deberán ser fabricadas por el proceso de horno eléctrico SIEMMES MARTIN (Hogar abierto) o de oxígeno básico.

Los aceros producidos por el proceso de control mecánico - térmico (TCMP) pueden ser usados, con tal que la combinación de composición química y control integrado de los aceros fabricados sea mutuamente aceptada por el comprador y el fabricante.

- **LÁMINAS**

Se podrán usar materiales fabricados con las normas ASTM, como también planchas equipadas para norma CSA¹³ G40.21-M y por último planchas ajustadas a normas ISO 630 en grados E275 y E355, siguiendo las especificaciones y recomendaciones dadas por la Norma API en sus literal 4.2.4.

Las láminas para techos flotantes y fijos se ajustarán para la ASTM A 1011M, Grado 33, serán hechas por el proceso OPEN HOME u oxígeno básico.

- **PERFILES ESTRUCTURALES**

Los aceros estructurales se deberán ajustar a una de las siguientes:

- a. ASTM A 36M/A 36.
- b. ASTM A 131M/A 131.
- c. ASTM A 992M/ A 992.
- d. Aceros Estructurales listados en las especificaciones AISC para la construcción de aceros estructurales, diseños de esfuerzos admisibles
- e. CSA G40.21, Grados 260W (38W), 300W (44W), 350W (50W), 260WT (38WT), 300WT (44WT), y 350WT (50WT). Los grados de la unidad imperial equivalente CSA Especificación G40.21, también son aceptables
- f. ISO 630, Grado E 275, Calidad B, C, y D

- **TUBERÍA Y PIEZAS FORJADAS**

Se utilizarán las siguientes tuberías a menos que la API especifique lo contrario:

- a. API Espesor 5L, Grados A, B, YX42.
- b. ASTM A 53, Grados A y 13.
- c. ASTM A 106, Grados A y B.

¹³ CSASiglas americanas ;Internacional un proveedor global de ensayos de productos y servicios de certificación para los EE.UU., Canadá y los países del mundo, de electricidad, fontanería, gas y productos mecánicos.

- d. ASTM A 234M/A 234, Grado WPG.
- e. ASTM A 333M/A 333, Grado 1 y 6.
- f. ASTM A 334M/A 334, Grado 1 y 6.
- g. ASTM A 420M/A 420, Grado WPL6.
- h. ASTM A 524, Grados I y II.
- i. ASTM A 671

Para las piezas forjadas se utilizarán:

- A. ASTM A 105M/A 105.
- B. ASTM A 181M/A 18 1.
- C. ASTM A 350M/A 350, Gradúa LF1 y LF2.

- **BRIDAS**

Para las bridas de cuello soldado, cubo, deslizantes soldadas serán adecuadas a los requisitos de materiales de la ASME¹⁴ B16.5

- **PERNOS**

Los pernos se adecuarán para ASTM A 307 o A193M/A193. A325M /A 325 solo pueden usarse para los propósitos estructurales. El comprador debe especificar en la orden que forma de cabeza de perno y tuerca desea y si dimensiones pesadas o regulares son deseadas.

- **ELECTRODOS DE LA SOLDADURA**

Para la soldadura de materiales con un mínimo de esfuerzo de tensión menor que 550MPa (80 Kpsi), los electrodos de soldadura por arco manual serán de acuerdo a las clasificaciones de series E60 y E70 (adecuadas para las características de la corriente Eléctrica, In posición de la soldadura, y otras condiciones de intención de uso) en AWS ASI.

Para la soldadura de materiales con un mínimo de esfuerzo de tensión de 550 hasta 585 MPa (80 a 85 ksi) se usarán electrodos de series E60XXCX en AWS A5.5.

¹⁴ASME American Society of Mechanical Engineers. Reúne normas para el diseño y construcción de tanques a presión diferente a la atmosférica.

Ejemplo:

E 6010

- E, significa electrodo para proceso SMAW, Soldadura de arco eléctrico.
- 60, significa la resistencia a la tracción en KSI (60 Klb/in²)
- 1, significa toda posición de soldadura (2 vertical, 3 horizontal, 4 sobre cabeza).
- 0, es la composición química del revestimiento, depende del fabricante.

2.4 FASE DE DISEÑO

La API 650 en los anexos **Tabla A-1b; pág.ina A-3, Tabla A-3b pág.ina A-7** recomienda algunas capacidades estándar con placas de 72 y 96 pulgadas.

Ambas siguen la siguiente ecuación:

$$C = 0.14 D^2 H.$$

Formula 2.1

Fuente: Norma API ESTANDAR 650.

Donde:

- C = Capacidad del tanque, en barriles.
- D = Diámetro del Tanque, en ft.
- H = Altura del tanque, en ft.

La ecuación anterior no es un limitante para el diseño de los tanques de almacenamiento, sin embargo son las que se utilizarán para definir la estructura soportante del techo.

La norma API 650., en la sección 3 correspondiente a diseño, en el punto 5.6.1.2. Establece lo siguiente:

El ancho nominal de las láminas del cuerpo será de acuerdo a la necesidad del comprador, pero se preferirán láminas no menores a 72 in. Las mismas serán cuadradas adecuadamente, previas a la soldadura de estas.¹⁵

El ancho de las placas sumadas entre si dan como resultado la altura total del tanque.

Los diámetros de los tanques se definen como múltiplos de cinco, tal como se justifica a continuación:

- Perímetro del cuerpo del tanque $l = \pi D$.

Para una longitud de láminas de cuerpo de 31.5 ft. se define:

- $nl = \pi D$, para cualquier diámetro del tanque.
- n es el número de láminas.
- D = diámetro del tanque

$$n = \frac{\text{perímetro}}{31.5} = \frac{\pi D}{31.5} = \text{entero}$$

Formula 2.2

Fuente: Norma API ESTANDAR 650.

El múltiplo de D (Diámetro del tanque) que más se aproxima a un entero se observa en la **Tabla 2.1**:

MÚLTIPLO	RELACIÓN	VALOR	INVERSA
D múltiplo de 2	$2\pi/31.5$	0.199	5.013
D múltiplo de 3	$3\pi/31.5$	0.299	3.342
<i>D múltiplo de 5</i>	$5\pi/31.5$	0.498	2.001
D múltiplo de 7	$7\pi/31.5$	0.698	1.432

Tabla 2. 1. Múltiplo del diámetro recomendado para construcción de Tanques.

Fuente: Norma API ESTANDAR 650.

¹⁵ API STANDAR 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage. Décimo Primer Edición Pág.5-11.

Al observar la tabla anterior, se demuestra que diámetros múltiplos de cinco (en pies) son los que dan una mayor aproximación para la utilización de láminas enteras, por lo que serán los más utilizados, con el fin de evitar ahorro de material y dinero.

Cabe notar que en la actualidad para diámetros mayores de 100 ft, se utilizan generalmente, múltiplos de 20 en diámetro es decir 120 ft., 140 ft., 160 ft., etc. Debido a que son los de mayor frecuencia en el mercado y de mayor uso.

2.4.2 DISEÑO DEL CUERPO DEL TANQUE.

El cuerpo del tanque se va formando con la unión de anillos de diferente espesor hasta lograr la altura requerida, y los anillos se van construyendo, adhiriendo láminas roladas de igual espesor hasta alcanzar el diámetro del tanque, por lo mencionado anteriormente el cuerpo es el componente más grande y crítico de los tanques, representando por lo general el 70% de la obra. Es por eso el cálculo de espesores se debe hacer de manera minuciosa para obtener los espesores óptimos, que permitan tener un tanque seguro y de costos razonables.

Entre las condiciones de diseño requeridas dadas por el comprador para tanques con las características antes mencionadas se tiene:

- Temperatura del metal, basado en la temperatura ambiente
- Diámetro, altura del tanque y capacidad
- Gravedad específica del líquido a almacenarse
- Sobre espesor de corrosión.
- Velocidad del viento.
- Localización geográfica.

Existen condiciones y restricciones que son propias para el diseño de este tipo de tanques como son:

- Temperatura máxima de operación 90 °C

- Presiones internas aproximadamente igual a la presión atmosférica, 2.5 PSI.
- Presión de vacío parcial 0.25 KPa (1 in de agua) como requerimiento mínimo
- Presión interna máxima para tanques cerrados indicadas en el apéndice F del estándar API 650. no mayores a 18 KPa
- Los espesores de las placas para la conformación de los anillos no deben ser menores a los indicados en la **Tabla 2.2**

En la siguiente **Tabla** podemos observar los valores para el Mínimo espesor de láminas.

DIÁMETRO NOMINAL DEL TANQUE		ESPESOR NOMINAL DE PLANCHA	
Metros	Pies	Metros	Pies
<15	< 50	5	0.18
De 15 a < 36	De 50 a < 120	6	0.25
De 36 a 60	De 120 a 200	8	0.31
> 60	> 200	10	0.37

Tabla 2.2. Mínimo espesor de láminas para los diferentes diámetros.
Fuente: Norma API ESTANDAR 650.

Los esfuerzos máximos permisibles para diseño y prueba hidrostática (S_d) y (S_t) respectivamente, utilizados para los cálculos de espesores, se encuentran tabulados en la tabla 5.2. Del estándar API 650., (Ver página 5-12 de la API-650; Tabla 5-2 Permissible Plate materials and Allowable Stresses). Así como también la mínima resistencia a la fluencia y a la tracción (S_y) y (S_t) respectivamente.

Existen dos métodos utilizados para el cálculo de espesores de las láminas que conforman los diferentes anillos, el primero es el método de punto fijo o un pie que se lo utiliza cuando el comprador lo solicita o también para tanques cuyo diámetro sea menor al 60m (200ft), como referencia, Industria Acero de los Andes utiliza este método para tanques cuyo diámetro no exceda los 36m (120ft). El método Un Pie

“One Foot”, calcula el espesor en puntos de diseño, es decir, que se encuentran a un pie sobre el borde inferior de cada anillo que conforma el cuerpo. Al ser un método más general proporcionará espesores mayores y no optimiza como lo hace el otro método

Método de punto variable, este procedimiento proporciona una reducción en el espesor de las placas que conforman los anillos, como consecuencia de esto se tiene una disminución en el peso total del material, pero el mayor potencial de este método es que se puede utilizar para el cálculo de tanques con diámetros mayores a 60m (200ft), teniendo como limitación el espesor máximo de la láminas que existen en el mercado. Este método calcula espesores de plancha en puntos de diseño en donde los esfuerzos calculados (esfuerzos circunferenciales aproximados) son de relativa proximidad al esfuerzo circunferencial real de la carcasa, por tal motivo es un método de aproximación por tanteo.

- **MÉTODO DE PUNTO FIJO O DE UN PIE.**

El espesor de la plancha que conforma el primer anillo será el mayor valor calculado de entre las ecuaciones 2.3 y 2.4 en unidades Inglesas

$$t_d = \frac{2.6 * D * (H - 1)G}{S_d} + CA$$

Formula 2.3

$$t_t = \frac{2.6 * D * (H - 1)}{S_t}$$

Formula 2.4

Fuente: Norma API ESTANDAR 650.

Donde:

- **t_d** : Espesor de diseño del cuerpo en in,
- **t_t** : Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en in,
- **D** : Diámetro nominal del tanque, en ft,

- **H:** Nivel de líquido de diseño, en ft. (Altura desde la base del anillo del fondo, al nivel de diseño del líquido especificado por el comprador)
- **G:** Gravedad específica de diseño del líquido a ser almacenado especificada por el comprador.
- **CA:** Corrosión admisible, en in., especificada por el comprador (ver 5.3.2 en API 650.),
- **Sd:** Esfuerzo admisible para la condición de diseño, en psi.
- **St:** Esfuerzo admisible para la condición de prueba hidrostática, en psi.

- **E:** Factor de eficiencia de la junta soldada cuando se va a realizar radiografía total, radiografía por puntos o sin radiografía cuyos valores son 1, 0.85, y 0.70 respectivamente. (valor alternativo para tanques reparados)

Obtenido el valor de t_d y t_t , se escogerá, el de valor menor, y este será el espesor del primer anillo (parte inferior del tanque). El cálculo de los espesores de las láminas que conforman segundo anillo y restantes se lo realiza con las mismas ecuaciones ya sea para la condición de diseño o prueba hidrostática, pero tomando en cuenta que las nuevas alturas a utilizarse, que son la altura del tanque menos la altura del total de los anillos ya calculados.

- **MÉTODO DE PUNTO VARIABLE**

Se usará siempre este método a menos de que el comprador no lo requiera y cuando la siguiente relación sea verdad:

$$\frac{L}{H} \leq 2$$

Formula 2.5

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.1.

Donde:

- $L = (6 D t)^{0.5}$, en in.

- D = Diámetro del tanque, en ft.
- t = Espesor del anillo del fondo, calculado por el método de punto fijo en in.
- H = Nivel de líquido máximo de diseño (ft)¹⁶

El cálculo se inicia encontrando el espesor de la plancha que conforma el primer anillo con el método de punto fijo para las condiciones de diseño (t_d) y prueba hidrostática (t_t), estas variables son remplazadas por (t_{pd}) y (t_{pt}) respectivamente, y se las compara con los valores calculados en las ecuaciones 2.6 y 2.7 utilizadas en el método de punto variable y que son únicamente para encontrar el espesor de la plancha que conforman el primer anillo, esto se realiza de igual forma para las dos condiciones ya mencionadas.

$$t_{1d} = \left(1.06 - \frac{0.463 * D}{H} \sqrt{\frac{H * G}{S_d}} \right) \left(\frac{2.6 * H * D * G}{S_d} \right) + CA$$

Formula 2.6

$$t_{1t} = \left(1.06 - \frac{0.463D}{H} \sqrt{\frac{H}{S_t}} \right) * \left(\frac{2.6 * H * D}{S_t} \right)$$

Formula 2.7

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.4.

Si los valores de (t_{1d}) y (t_{1t}) son menores a (t_{pd}) y (t_{pt}), éstos serán los espesores (t_1) de las láminas que conforman el primer anillo y se continúa con el cálculo de los espesores de las láminas que conforman el segundo anillo como se indica a continuación, caso contrario el espesor de las láminas que conforman el primer anillo serán los valores calculados por el método de punto fijo.

Para el cálculo de los espesores que conforman el segundo anillo se calcula la siguiente relación:

$$\frac{h_1}{t_1^{0.5}}$$

Formula 2.8

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.5

¹⁶ Fuente literal 3.6.3.2 en Norma API650

Donde:

- h_1 = altura del anillo, en Pulgadas(in),
- r = radio nominal del tanque, en Pulgadas (in).
- t_1 = espesor de la plancha que conforma el primer anillo ya calculado, en Pulgadas (in).

Posteriormente se considerará tres interacciones, para determinar el espesor del segundo anillo que se describe a continuación:

- 1) Si el valor de la relación resultante de la Formula 2.8 es menor que o igual a 1.375, entonces el espesor de las láminas que conforman el primero y segundo anillo son iguales

$$t_2 = t_1$$

Formula 2.9

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.5.

Donde:

- t_2 = Espesor de la plancha que conforma el segundo anillo, en Pulgadas (in).
- 2) Si el valor de la relación de la Formula 2.8 es mayor que o igual a 2.625, entonces el espesor de las láminas que conforman el segundo anillo es igual a t_{2a} que es el valor de la tercera iteración del siguiente procedimiento:

$$t_2 = t_{2a}$$

Con las ecuaciones del método de punto fijo ya sea para la condición de diseño o prueba hidrostática y tomando en cuenta que la nueva altura a utilizarse es la altura del tanque menos la altura del primer anillo, se calcula un espesor (t_u), esto nos sirve para encontrar el siguiente factor K.

$$K = \frac{t_L}{t_u}$$

Formula 2.10

Fuente: Norma API ESTANDAR 650. Punto 5.6.4.6

De donde (t_L) es el espesor de la plancha que conforma el primer anillo ya calculado, luego se calcula un factor C de la siguiente manera:

$$C = \frac{K^{0.5} - 1}{1 + K^{1.5}}$$

Formula 2.11

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.6

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable, que debe ser calculado desde el fondo del anillo,

$$x_1 = 0.61 t_u^{0.5} + 3.84 * C * H$$

Formula 2.12

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.6

$$x_2 = 12 * C * H$$

Formula 2.13

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.6

$$x_3 = 1.22 * t_u^{0.5}$$

Formula 2.14

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.6

Con el menor valor de (x_1 , x_2 , x_3), lo remplazamos en la siguiente ecuación ya sea que se utilice la condición de diseño (t_{dx}) o de prueba hidrostática (t_{tx}):

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA$$

Formula 2.15

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.7

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t}$$

Formula 2.16**Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.7**

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es remplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{tx}), y se continua con los cálculos de la misma forma ya mencionada anteriormente, esta iteración se la realiza tres veces, en donde el valor de t_{2a} son los valores de (t_{dx}) o (t_{tx}) de la tercera iteración, obteniendo de esta manera el espesor de las láminas que conforman el segundo anillo (t_2)

- 3) Si el valor de la relación de la Formula 2.8 es mayor que 1.375 pero menor que 2.625, entonces el espesor (t_2) de las láminas que conforman en segundo anillo se calcula con la siguiente fórmula:

$$t_2 = t_{2a} + \left[-t_{2a} \left[2.1 - \frac{h_1}{1.25 (t_1)^{0.5}} \right] \right]$$

Formula 2.17**Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.6.4.5**

Para encontrar los espesores (t_3, t_4, \dots, t_n) que conformarán los correspondientes n anillos, se procede de la misma forma como para encontrar (t_2) con la condición de que $h_1/(rt_1)^{0.5} \geq 2.625$, es decir, con la segunda interacción y de esta manera se obtienen los diferentes espesores que conforman el cuerpo del tanque. (Ver estándar API 650. 5.6.4 y apéndice K).

2.4.3 ANILLO SUPERIOR O ÁNGULO TOPE

Para el cálculo de los ángulos de tope para techos cónicos, hay que tomar en cuenta un porcentaje de las áreas transversales entre las láminas del techo, el último anillo

del cuerpo del tanque y toda el área del ángulo tope, a ésta área se la conoce como el área de compresión de la unión cuerpo – techo.

En la siguiente Figura se describe los componentes de un área de compresión.

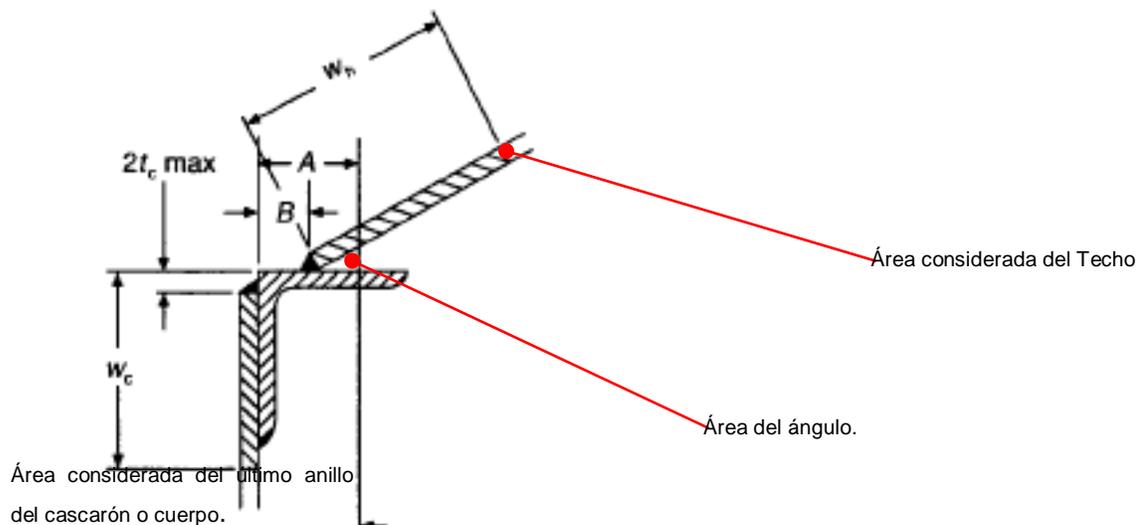


Figura 2.1 Detalle de junta de compresión: Techo-ángulo-cuerpo.
Fuente: Norma API estándar 650

Nota:

- A: distancia desde el filo del anillo hasta el eje neutral del ángulo.
- B: distancia desde el filo del anillo hasta el tope de la lámina del techo.
- W_c : máximo longitud considerada del cuerpo, se calcula con $W_c = 0.6 (R_c * t_s)^{0.5}$
- R_c : radio interior del tanque (radio nominal del tanque – espesor del último anillo).
- t_s : espesor del último anillo + placa de refuerzo, caso contrario $t_s = t_c$, t_c espesor del último anillo.
- W_h : : máximo longitud considerada del techo, se calcula con $W_h = 0.3 (R_2 * t_h)^{0.5}$
- $R_2 = R_c / \sin \theta$, donde θ es la pendiente del techo. R_2 es distancia perpendicular al techo hasta el eje neutral.
- t_h : espesor de las placas del techo.

De la Figura 2.1 se definirá el área considerada del techo y cuerpo

Esta diferencia es el área del ángulo tope, con este valor se busca en el manual de la AISC, tipo de perfil a usarse, si el área del ángulo tope es menor al área de ángulo

tope indicado en la tabla 2.3, se debe seleccionar el tipo de ángulo tope de ésta tabla, que está en función del diámetro del tanque.

DIÁMETRO DEL TANQUE (PIES)	ÁNGULO RECOMENDADO (PULG)	SECOLUMNA CENTRALIÓN (PULG) ²
$D \leq 35$	2 x 2 x 3/16	0.751
$35 < D \leq 60$	2 x 2 x 1/4	0.938
$D > 60$	3 x 3 x 3/8	2.11

Tabla 2.3 Ángulos recomendados con respecto al diámetro para tanques con techo cónico soportado.

Fuente: Norma API 650.

2.4.4 VIGAS INTERMEDIAS.

De acuerdo a la sub sección 5.9.7 del API 650., se colocará(n) refuerzo(s) intermedio(s), para seleccionar si se debe o no usar vigas intermedias, primero se calcula la altura máxima no rigidizada con la siguiente ecuación:

$$H_1 = 600,000 * t * \sqrt{\left(\frac{t}{D}\right)^3 * \left(\frac{120}{V}\right)^2}$$

Formula 2.26

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.9.7.1

Donde:

- H_1 = Distancia vertical, en ft., entre la viga intermedia de viento y el ángulo de tope del cuerpo o la viga de tope de viento,
- t = Espesor del último anillo en el tope del tanque, a menos que se especifique otra cosa, en in,
- D = Diámetro nominal del tanque ft.
- V = diseño velocidad del aire(3 seg gust)(mph)

Luego de haber calculado la máxima altura no rigidizada del cuerpo H_1 , se procede a calcular la altura transformada de cada anillo utilizando la siguiente ecuación:

$$W_{tr} = W * \sqrt{\left(\frac{t_{uniform}}{t_{actual}}\right)^5}$$

Formula 2.27**Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.9.7.2**

Donde:

- W_{tr} : Ancho transpuesto de cada anillo, en in.
- W : Ancho actual de cada anillo, en in.
- $t_{uniform}$: Espesor del anillo del tope, en in.
- t_{actual} : Espesor del anillo cuyo ancho transpuesto se calcula, en in.

Consecuentemente se suman estos anchos transpuestos. La suma de estos anchos dará la altura transformada del cuerpo (H_{tc}).

$$H_{tc} = W_{tr} + W ; \text{ Donde } H_{tr} \text{ es altura transformada del cuerpo.}$$

Formula 2.28**Fuente: Autores, deducción lógica.**

Si la altura transformada del cuerpo H_{tc} , es mayor que la máxima altura no rigidizada H_1 entonces la viga intermedia es requerida, y esta se podría localizar en la mitad de la altura transformada del cuerpo para que exista igual estabilidad en la parte superior e inferior con respecto al sitio donde se encuentra la viga.

Una segunda viga intermedia se colocará, si la mitad de la altura transformada $H_{tc}/2$ del cuerpo, excede la altura rigidizada H_1 . De esta manera se reducirá la altura no rigidizada del cuerpo.

La distancia entre, la junta de la viga Intermedia con la superficie del cuerpo del tanque y la unión horizontal o perimetral de los anillos del cuerpo no deben ser menor a 150 mm o (6 in), preferentemente la viga debe ubicarse 150 mm (6 in) debajo de la junta horizontal

El requerimiento mínimo para el módulo de la sección de la viga intermedia contra viento, se debe determinar con la siguiente ecuación 2.23

$$Z = 0.0001 * D^2 * H_1 * \left(\frac{V}{120} \right)^2$$

Formula 2.29

Fuente: Norma API ESTANDAR 650 literal 5.9.7.6. Pág. 5-59

Donde:

- Z = Módulo de la sección mínima (in³)
- D = diámetro nominal del tanque (ft)
- H₁ = Altura entre la viga tope del tanque y la viga intermedia (ft)
- V = Velocidad del Viento (mph)

Con el valor del módulo de la sección Z, el espesor del anillo en donde se localiza el ángulo intermedio y el tipo de ángulo intermedio a usarse, de la Figura 5.24 de la API 650. pág. 5-55 y posteriormente con estos datos se selecciona el ángulo óptimo de la tabla 5.20 de la API 650., pág. 5-55 Juntas Típicas, Módulos de Sección y Ángulos recomendados para vigas Intermedias- Cuerpo.

El mínimo tamaño de los ángulos que se pueden usar como componentes de anillo de refuerzo intermedio debe ser del siguiente tipo 64 x 64 x 6.4 mm (2 ½ x 2 ½ x ¼ in).

Los tanques no requerirán ser anclados, si el momento de volteo ejercido por la presión de viento no excede las dos terceras partes del momento resistente ejercido por la carga muerta, excluyendo cualquier contenido del tanque. Este momento se calcula con la siguiente formula.

$$M \leq \frac{2}{3} * \left(\frac{W * D}{2} \right)$$

Formula 2.30

Fuente: Extracto del apéndice E (API 650)

Donde:

- M : Momento de volteo ejercida por la presión del viento, en (ft-lbf),

- W: Peso del cuerpo disponible para resistir el levantamiento, sin considerar la corrosión, más el peso muerto soportado por el cuerpo, menos el levantamiento simultáneo, proveniente de las condiciones de operación como la presión interna en el techo, en lbf.
- D: Diámetro del tanque en ft.

Cuando los anclajes son requeridos, el diseño para la carga de tensión de cada anclaje se calcula con la siguiente fórmula 2.31, los anclajes deben estar separados una distancia máxima de 3 m (10 ft),

$$t_b = \frac{4M}{dN} - \frac{W}{N}$$

Formula 2.31

Fuente: Extracto del apéndice E (API 650)

Donde:

- t_b = Diseño de la carga de tensión para cada anclaje (lbf),
- W = Peso del cuerpo del tanque mas el techo y la estructura
- d = Diámetro del anclaje (ft).
- N = Número de anclajes.

2.4.5 SELECCIÓN DE ACCESORIOS PARA TANQUES

Un tanque de almacenamiento no solo necesita de paredes, piso, techo, y estructura para el techo, sino también de elementos más pequeños que a pesar de ser de menor valor con relación a otras partes, pero que son de gran importancia ya que los mismos ayudan a tener la funcionalidad completa y permiten el mantenimiento del tanque, las mismas que dan lugar al llenado y vaciado del mismo del contenido del tanque, a través de boquillas en las que se unen las diferentes líneas de combustible, control de la presión interna a través de las boquillas para válvulas de venteo, se colocan MANHOLES en el cuerpo y techo del tanque para la inspección visual en el interior del tanque para detectar averías, el ingreso de equipos y herramientas para dar mantenimiento mediante los accesos de limpieza o compuerta

de sedimentos, desalojo de agua, lodos que se precipitan en el interior de un tanque lleno con el uso de los sumideros, gradas y pasamanos para permitir el fácil acceso al techo.

La colocación de todos estos accesorios, involucran la presencia de placas o láminas de refuerzos que ayudan a protección de las paredes del tanque y láminas del techo, ya que en estas superficies se debe realizar aberturas que ocasionan concentradores de esfuerzos y que reducen la resistencia de éstos elementos, que a su vez sujetan tuberías y otras cargas externas, estas placas de refuerzo cubren cierta área y rodea el agujero que se ha realizado en la superficie de las láminas del cuerpo y techo, tiene un espesor mínimo igual al espesor de la plancha en donde se realizó la abertura, tal como se observa en la Figura 2.2

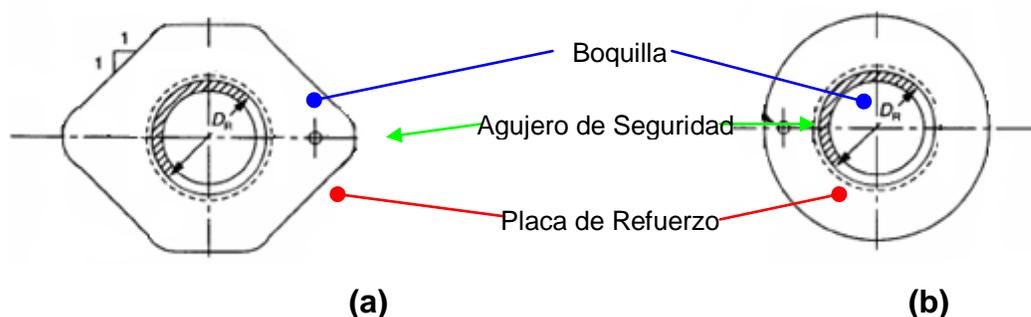


Figura 2.2 Accesorio del Tanque. Boquillas y Placas de Refuerzo. Placa tipo Diamante. (b) Placa tipo Circular. Fuente: Norma API 650.

Estos accesorios se conectan con otros elementos como pueden ser las líneas de entrada y salida de combustible, válvulas de venteo que son sujetadas y aseguradas con bridas de sujeción o dependiendo del accesorio lo aseguramos con tapas como sucede en el caso de MANHOLES y accesos de limpieza.

El estándar API 650. en la sección 5.7.1 hasta 5.7.4 indica las condiciones que deben tener las aberturas en el cuerpo o techo del tanque, así como las recomendaciones para la colocación de las placas de refuerzo, soldadura tratamientos térmicos si lo necesitan, el espaciado de las uniones soldadas alrededor de las conexiones se indican en la Figura 2.3 y tabla 2.4.

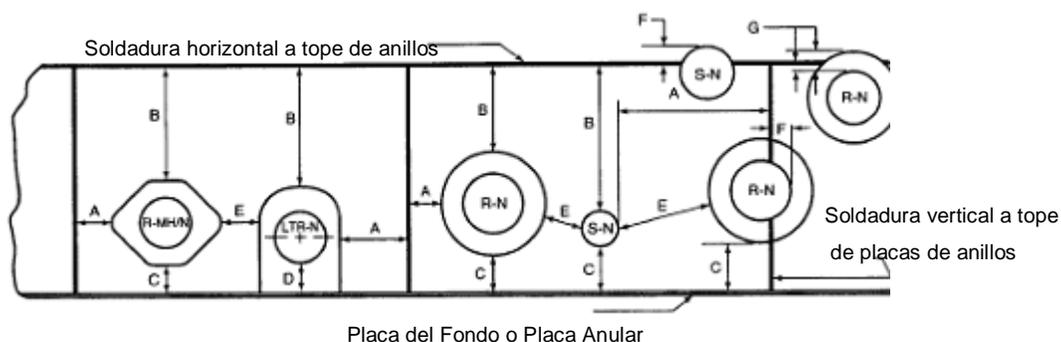


Figura 2.3. Descripción y geometría de aberturas.

FUENTE: API 650. Pág. 5-18, Figura 5-6

Notas:

- R-MN/H = Abertura Reforzada (MANHOLE o boquilla con placa de refuerzo de tipo diamante).
- LTR-N = Abertura Reforzada Baja a nivel del piso (boquillas con placa de refuerzo de tipo de lápida):
- R-N = Abertura Reforzada (MANHOLE o boquilla con placa de refuerzo de tipo circular insertada en el espesor de la placa).
- S-N = Abertura No Reforzada (MANHOLE o boquilla insertada dentro de la placa de anillo, por alternativa de cuello).

Tabla Mínimas distancias de separación de las principales aberturas del cuerpo

VARIABLES		MÍNIMA ESPACIADO ENTRE UNIONES REQUERIDAS PARA ABERTURAS EN EL CUERPO DEL TANQUE						
Espesor Anillo t	Condición	A	B	C	D	E	F	G
$t \leq 12.5$ mm ($t \leq \frac{1}{2}$ in)	Soldada o Empernada	150 mm (6 in)	75mm (3 in) o $2 \frac{1}{2} t$	75mm (3 in) o $2 \frac{1}{2} t$ 75mm (3 in) para S-N	Tabla 5- 6 del API 650.	75mm (3 in) o $2 \frac{1}{2} t$	8 t o $\frac{1}{2} r$	8 t

$t \geq 12.5$ mm ($t \geq \frac{1}{2}$ in)	Soldada	8 W o 250 mm (10 in)	8 W o 250 mm (10 in)	8 W o 250 mm (10 in) 75mm(3 in) para S-N	Tabla 5- 6 del API 650.	8 W o 150 mm (6 in)	8 t o $\frac{1}{2} r$	8 t
$t \geq 12.5$ mm ($t \geq \frac{1}{2}$ in)	Empernada	150 mm (6 in)	75mm (3 in) o 2 1/2 t	75mm(3 in) o 2 1/2 t 75mm(3in) para S-N	Tabla 5- 6 del API 650.	75mm (3 in) o 2 1/2 t	8 t o $\frac{1}{2} r$	8 t

Tabla 2.4. Mínimas distancias de separación de las principales aberturas del cuerpo.
Fuente: Norma API 650.

Notas:

1. Si dos requerimientos son dados, el mínimo espacio es el mayor valor, excepción de la dimensión F. ver nota 5.
2. t = Espesor del anillo primer anillo, $8W$ = 8 veces más grande del tamaño de soldadura de la placa de refuerzo insertada en la periferia de la placa soldada (soldadura de filete o soldadura a tope)
3. D = Distancia establecida para la mínima elevación para placas de refuerzo del Tipo Baja, ver Tabla 5.6 columna 9 del API 650.
4. El Cliente tiene la opción de permitir aberturas de anillos localizadas en las soldaduras a tope horizontal o vertical de los anillos.
5. t = Espesor de la placa de anillos, r = radio de abertura. Mínimo espacio para dimensión F es la establecida $8t$ o $\frac{1}{2} r$

Los principales accesorios para una función óptima del tanque se los puede clasificar en los siguientes:

- **MANHOLE del Cuerpo.**- para inspección y acceso del personal.
- **MANHOLE del Techo.**- para inspección y acceso del personal.

- **Boquillas de Entrada.**- accesorio por donde ingresa el líquido a almacenarse.
- **Boquillas de Salida.**- accesorio por donde sale el líquido a refinarse o a venderse como un derivado de petróleo.
- **Puertas de limpieza a nivel (lápidas).**- accesorio por donde se realiza la extracción de sustancias residuales (residuo de petróleo sólido), y cualquier suciedad, escoria, o basura.
- **Sumidero o Tina de lodos** - Accesorio por donde se vaciará, los residuos de agua y/o el residuo de petróleo que no puede ser desalojado. Se encuentra abajo el nivel del fondo del tanque.
- **Plataformas, pasadizo, escalinatas.**- accesorios que permiten subir hasta el techo del tanque para realizar inspección.

2.4.6 MANHOLE PARA EL CUERPO.

Los MANHOLES son accesorios que ayudan al venteo del tanque, el ingreso del personal para realizar inspección, mantenimiento, se puede realizar por medio del MANHOLE del cuerpo o del techo, el estándar API 650. tiene tablas específicas que ayudan a la selección de las dimensiones y selección de estos accesorios y sus componentes, las partes y características de un MANHOLE se observan en la siguiente Figura 2.4.

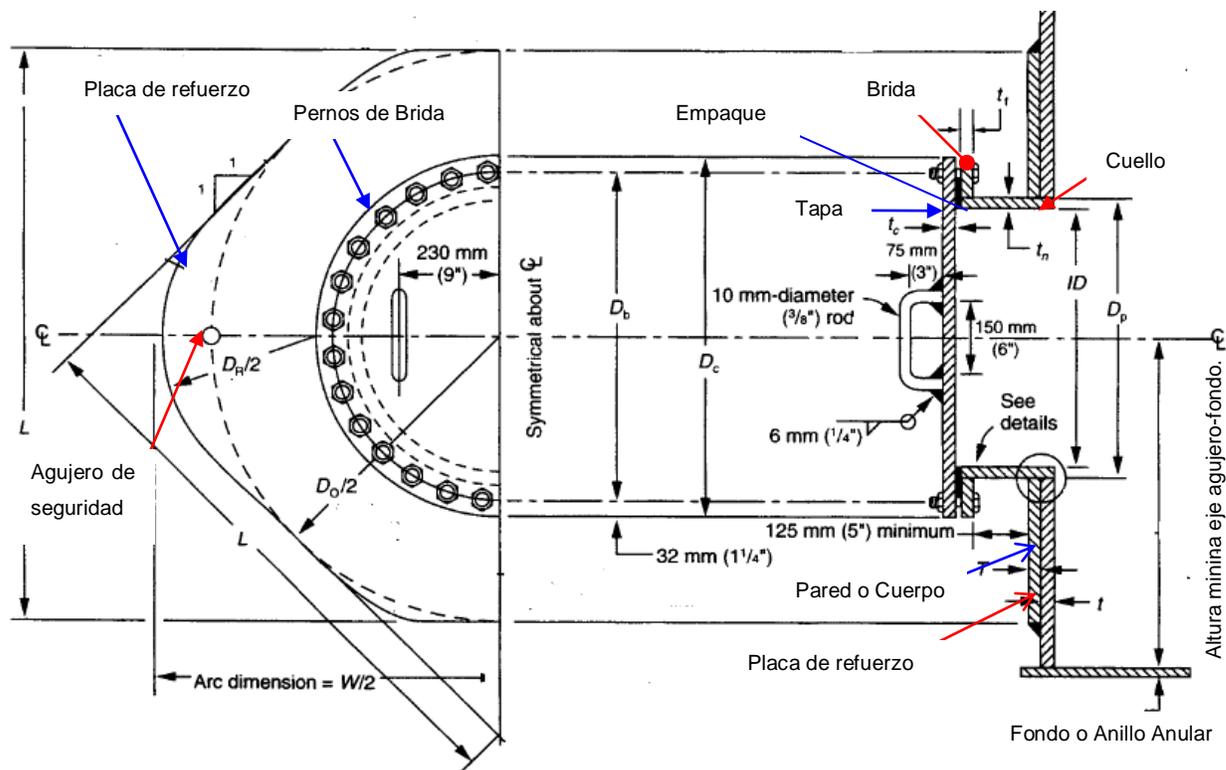


Figura 2.4. MANHOLE del Cuerpo.
Fuente: Api 650, Figura 5-7A pág. 5-20

Partes del MANHOLE:

- Abertura de MANHOLE
- Empaque
- Cuello de MANHOLE
- Agujero de seguridad
- Brida de MANHOLE
- Tapa de MANHOLE
- Placa de refuerzo
- Pernos de Brida

Notas:

- D_p o OD = Diámetro exterior del boquilla o del cuello.
- ID = Diámetro del MANHOLE
- D_c = Diámetro de la tapa del MANHOLE
- D_b = Diámetro del eje de los agujeros para los espárragos
- D_o = Diámetro exterior de la placa de refuerzo
- D_R = Diámetro Interior de la placa de refuerzo
- t_f = Espesor de la brida
- t_c = Espesor de la tapa del MANHOLE

- t_n = Espesor del cuello (neck)
- t_n = Espesor de boquilla (nozzle)
- t = Espesor del anillo del cuerpo del tanque
- T = Espesor de la placa de refuerzo
- W = Ancho de la placa de refuerzo

API 650., considera los siguientes puntos para la construcción de MANHOLES.
Figura2.5.

1. Pernos y agujeros.

- ✓ Para MANHOLES de 20 y 24 pulgadas, se utilizarán 28 pernos de 3/4 de pulgada de diámetro y para agujeros una perforación de 7/8 de pulgada de diámetro.
- ✓ Para MANHOLES de 30 y 36 pulgadas, se utilizarán 42 pernos de 3/4 de pulgada de diámetro y para agujeros una perforación de 7/8 de pulgada de diámetro.

2. Empaques.

- ✓ MANHOLE de 20" de diámetro, Empaque de: 25 3/8" OD X 20" ID X 1/8" espesor.
- ✓ MANHOLE de 24" de diámetro, Empaque de: 29 3/8" OD X 24" ID X 1/8" espesor.
- ✓ MANHOLE de 30" de diámetro, Empaque de: 35 3/8" OD X 30" ID X 1/8" espesor.
- ✓ MANHOLE de 36" de diámetro, Empaque de: 41 3/8" OD X 36" ID X 1/8" espesor.

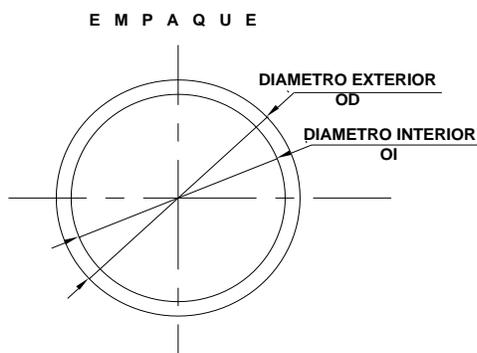


Figura 2.5. Empaque del MANHOLE. OD; Diámetro Exterior; ID, Diámetro Interior
FUENTE: API 650.

3. Altura Mínima desde base del tanque hasta centro del agujero del MANHOLE

- ✓ MANHOLE de 20" de diámetro: 30" de altura.
- ✓ MANHOLE de 24" de diámetro: 30" de altura.
- ✓ MANHOLE de 30" de diámetro: 36" de altura.
- ✓ MANHOLE de 36" de diámetro: 42" de altura.

Se puede incrementar la distancia, si es necesaria, pero no se puede invadir soldaduras ni verticales, ni menos las horizontales de las juntas de los anillos, el corte del agujero del MANHOLE debe ser en el área de la placa.

Los cuellos pertenecientes a los MANHOLES y boquillas están soldados al cuerpo del tanque por medio de una junta a filete y cubre todo el perímetro con completa penetración puede unirse en un solo lado o en ambos como se muestra en la Figura 2.6.

Para unir las placas de refuerzo al cuerpo del tanque, estas deben tener la misma curvatura del tanque para que exista un buen contacto en ambas superficies y realizar una junta a traslape con completa penetración y que cubra toda la periferia de la placa.

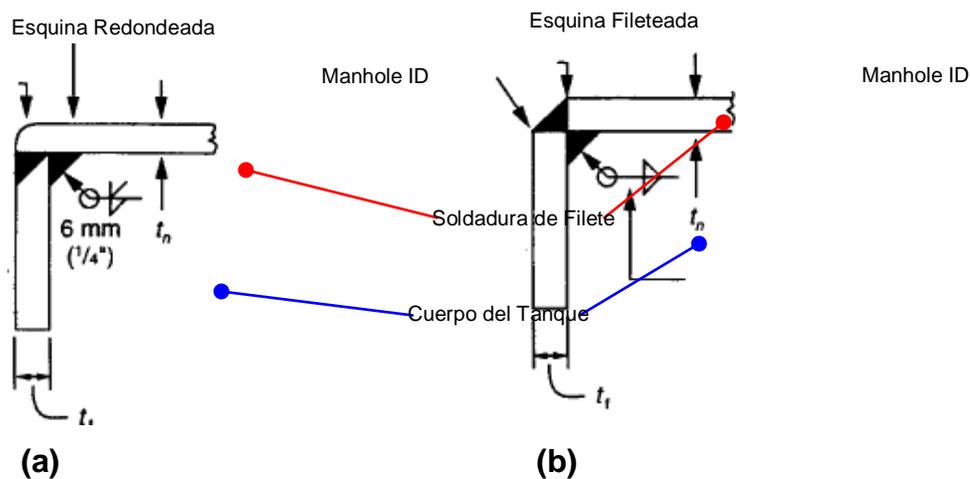


Figura 2.6 Unión cuello MANHOLE-cuerpo del tanque.
Fuente: Api 650 API 650., Figura 5-7A pág. 5-20.

(a) Soldadura a filete Montada. (b) Soldadura a filete en esquina.

2.4.7 MANHOLE PARA EL TECHO.

Los MANHOLES para techos se utilizan también para el venteo del tanque, inspección técnica y el ingreso del personal, las características de los MANHOLES para techos se encuentran en la **Figura 2.7**, con el diámetro del MANHOLE que se requiere y con el uso de la tabla 5-13 de la Api 650 pág. 5-46 se procede a la selección de las dimensiones.

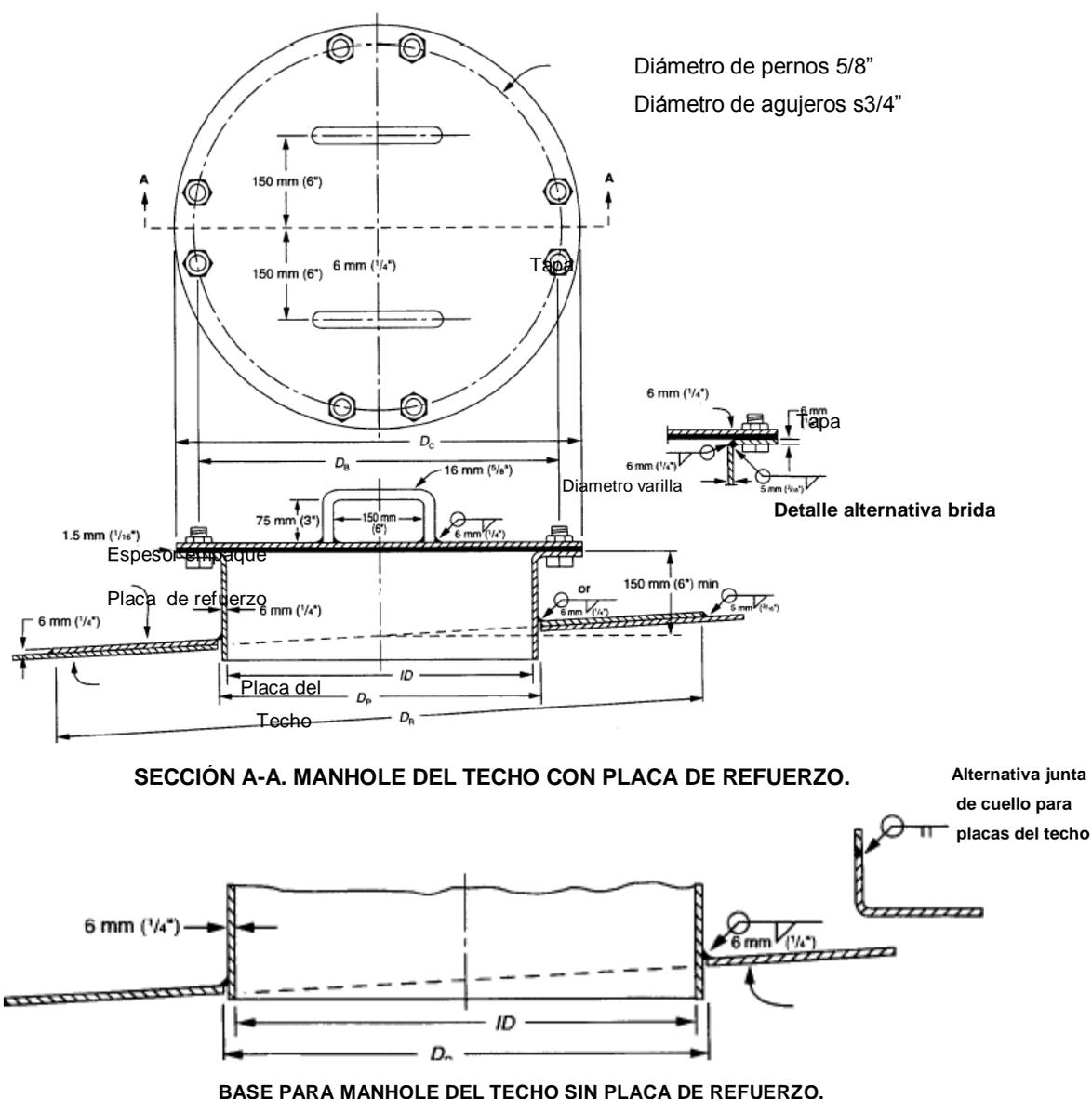


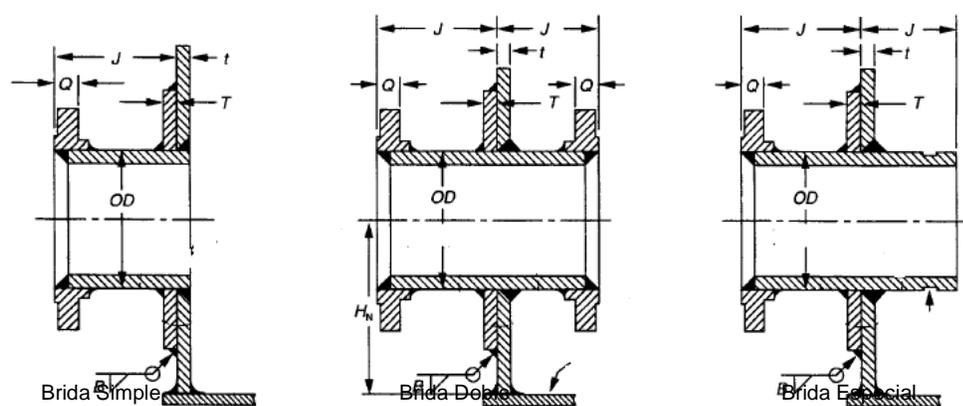
Figura 2.7. MANHOLE en el Techo del Tanque
Fuente: Api 650 tabla 5-3

La selección del MANHOLE es análoga que el MANHOLE del cuerpo, para ello se utilizará la tabla 5-13 de la API 650., donde se selecciona el tamaño del MANHOLE (agujero o abertura en el techo), el diámetro del cuello o boquilla, el diámetro del círculo de pernos, número de pernos, diámetro del empaque, diámetro de la placa de refuerzo interior y exterior.

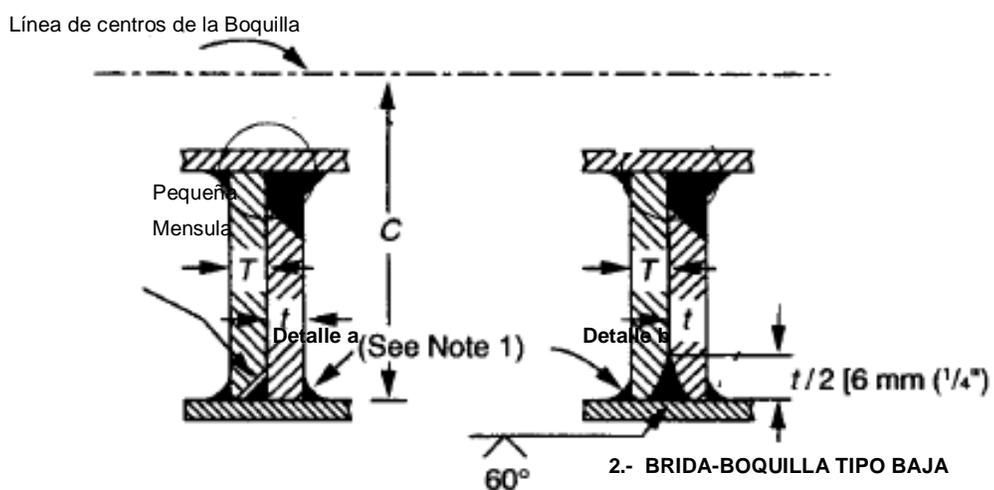
2.4.8 BOQUILLAS Y BRIDAS PARA CUERPO DEL TANQUE

Las boquillas y bridas son accesorios que sirven para conectar al tanque con otros sistemas de distribución como las líneas de almacenamiento y despacho de combustible, para conectar las válvulas de venteo y sistema de drenaje, estas conexiones se unen por medios de bridas que van empernadas y tienen empaque, todos los agujeros para pernos deben ser hechos en la línea de centros de la brida. Las boquillas y bridas se clasifican en tres grupos: Tipo Regular, Tipo Baja y Tipo Empernada, estas a su vez también se subdividen como se muestra en la **Figura 2.8. Tipos de Boquillas y Bridas**

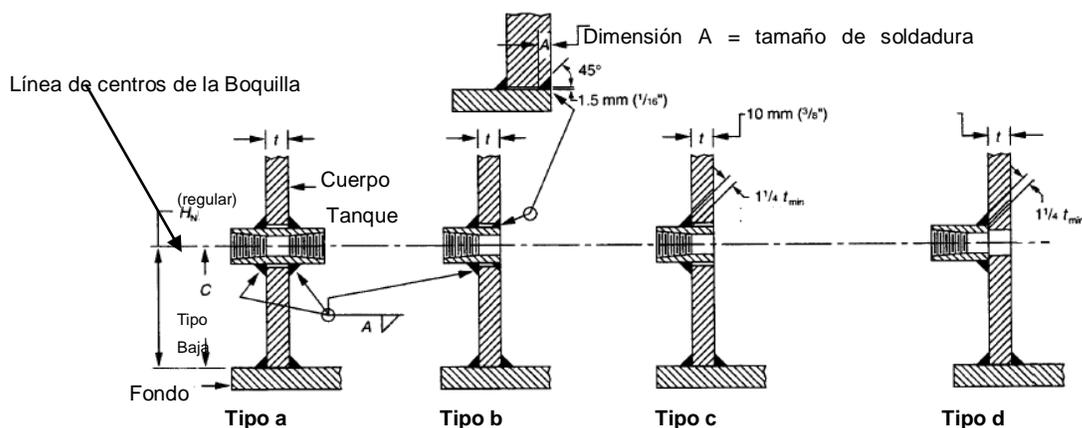
2.8. Tipos de Boquillas y Bridas



1.- BRIDA-BOQUILLA TIPO REGULAR.



2.- BRIDA-BOQUILLA TIPO BAJA



3.- BRIDA-BOQUILLA TIPO EMPERNADA O ROSCADA

Figura 2.8. Tipo de Boquillas-Bridas
Fuente: API 650. Figura 5-8 pág. 5-22

El tipo de juntas soldadas utilizada para boquillas y bridas se muestra en la Figura 2.10 las mismas que se clasifican en tres tipos: Soldadura de chaflán para brida-boquilla, Soldadura de chaflán para brida cúbica, Soldadura de cuello para brida.

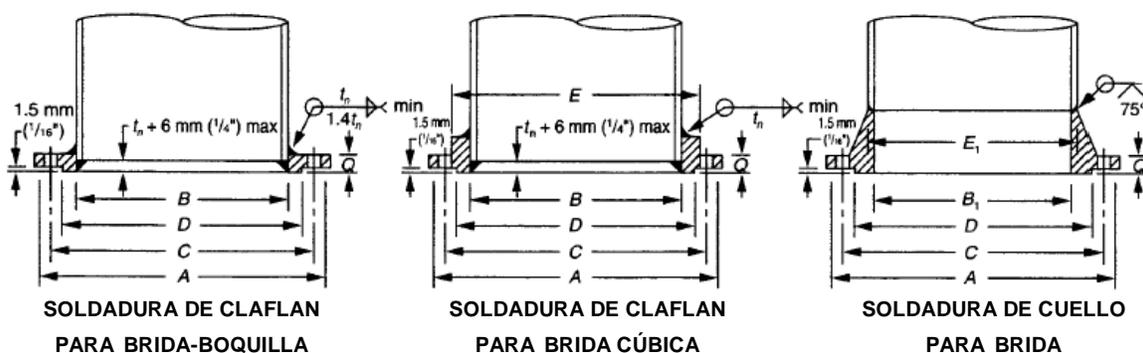


Figura 2.9. Tipo de soldadura para Bridas
Fuente: API 650. pág. 5-33 Figura 5-10

El procedimiento para la selección de las dimensiones empieza primero determinando en diámetro de la boquilla que se requiere para las diferentes necesidades, utilizando la Figura 2.9. Tipo de Boquillas-Bridas, Figura 2.5. MANHOLE del Cuerpo y con el uso de la Tabla 5-6—Dimensions for Shell Nozzles (mm [in.]). Pág. 5-24 / Dimensiones de las boquillas del cuerpo (descrita en MANHOLE del cuerpo), se utilizará para seleccionar las siguientes dimensiones:

- Diámetro exterior del tubo D_p .

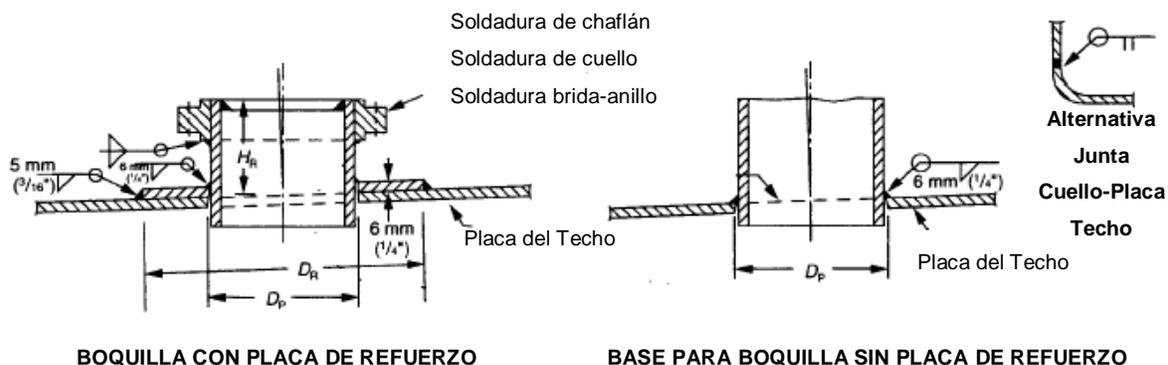
- Espesor Nominal de la pared del tubo de la boquilla t_n
- Diámetro de la Placa de Refuerzo D_R
- Longitud del lado de placa refuerzo o diámetro $L=D_o$
- Ancho de la Placa de refuerzo W .
- Mínima distancia desde el cuerpo a la cara de la boquilla J .
- Mínima distancia del fondo del tanque al centro de la boquilla. la misma que puede ser regular H_N o Tipo Baja C o Roscada.

Dimensiones para las boquillas del cuerpo: tubos, placas y tamaño del filete de soldadura, con el espesor del primer anillo del tanque (desde el fondo) o el espesor de la placa de refuerzo seleccionada y las Figuras 2.9 Tipo de Boquillas-Bridas y 2.10 Tipo de soldadura para Bridas se obtendrá las dimensiones siguientes:

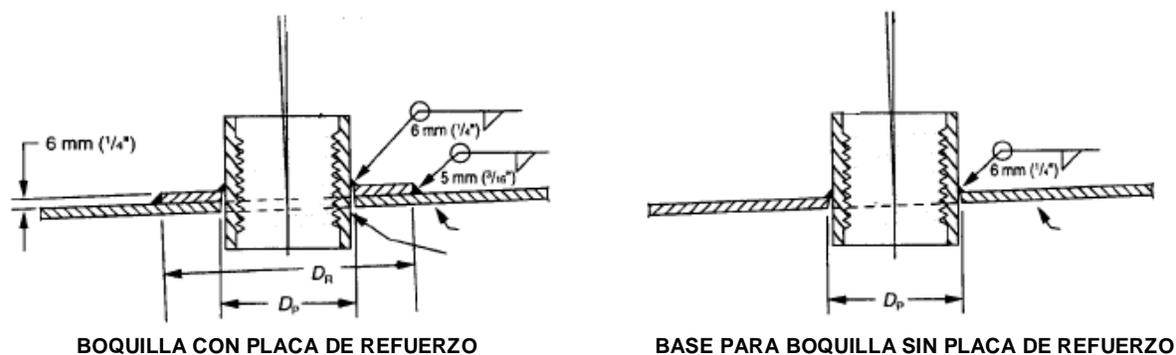
- Mínimo espesor tubo de la boquilla t_n
- Valor añadido al Diámetro de boquilla para obtener Máximo Diámetro de la placa del cuerpo D_p
- Tamaño del filete de soldadura B
- Tamaño de filete soldadura A . Para Boquillas de más 2 pulgadas de Diámetro y Boquillas de Diámetro igual a: 2; 1 ½; 1 ¾ de pulgadas

2.4.9 BOQUILLAS Y BRIDAS PARA EL TECHO DEL TANQUE.

Las boquillas para techos se utilizan para colocar las válvulas de venteo, tales como las focas de aforo, cuellos de ganso, las dimensiones de estas boquillas se encuentran en la **Figura 2.10**, las boquillas-bridas para los techos se clasifican en regulares y roscadas (empernadas), con el diámetro de la boquilla que se requiere y con el uso de la **tabla 5**, se procede a la selección de las dimensiones



1.- BRIDA-BOQUILLA TIPO REGULAR PARA TECHO



2.- BRIDA-BOQUILLA TIPO REGULAR PARA TECHO

Figura 2.10. Tipos de Boquillas-Bridas para Techo.
Fuente: Api 650, Figura 5-19, 5-20 API 650. Pág. 5-50

Tabla Dimensiones para boquillas-bridas en techo

BOQUILLAS DE TECHO					BOQUILLAS ROSCADAS DEL TECHO			
COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6	COLUMNA 7	COLUMNA 8	COLUMNA 9
Diámetro de Boquilla	Diámetro Exterior del Cuello	Diámetro del agujero en la placa de refuerzo del techo D_p	Mínima Altura de Boquilla H_R	Diámetro exterior de la placa de refuerzo D_R	Boquilla NPS	Acoplado	Diámetro del agujero en la placa de refuerzo del techo D_p	Diámetro exterior de la placa de refuerzo D_R
1 1/2	2	6	5	1 1/2	3/4	1 7/16	4	3/4
2	2 1/2	6	7	2	1	1 23/32	4 1/2	1
3	3 5/8	6	9	3	1 1/2	2 11/32	5	1 1/2
4	4 5/8	6	11	4	2	3	7	2
6	6 3/4	6	15	6	3	4 1/8	9	3

8	8 7/8	6	18	8	4	5 11/32	11	4
10	11	8	22	10	6	7 17/32	15	6
12	13	8	24	12	8	9 7/8	18	8

Tabla 2.5: Dimensiones para boquillas-bridas en techo
Fuente: API 650. Pág. 5-24. Tabla 5.6

Notas para el uso de la tabla

- Ingresar con el Diámetro de la boquilla, seleccionar las dimensiones correspondientes

2.4.10 ACCESO DE LIMPIEZA TIPO LÁPIDA O CAJA O COMPUERTA DE SEDIMENTOS (PUERTA DE LIMPIEZA DE NIVEL).

Los accesos de limpieza son accesorios que se utilizan para el ingreso de los equipos de mantenimiento y otros, también se usan para la limpieza de sedimentos, la abertura en el cuerpo del tanque es de forma rectangular en la base mientras que en las esquinas superiores debe tener un radio igual a un medio de la altura correspondiente a la abertura, comúnmente llamadas lápidas, cuando el cuerpo del tanque está construido con materiales del grupo I, II, IIIA el ancho o el alto de la abertura no debe exceder 1200 mm (48 in); cuando el cuerpo del tanque está construido con materiales del grupo IV, IVA, V o VI, la altura no debe exceder de 900 mm (36 in)

El área perteneciente al primer anillo del cuerpo del tanque en donde va instalado el acceso de limpieza es extraída o remplazada por una plancha de mayor espesor para ensamblarse con la placa de refuerzo y los otros elementos del acceso de limpieza independientemente, para luego volverse a unir al cuerpo del tanque después de aliviar los esfuerzos térmicos tal como se describe en el estándar API 650. 3.7.4.1

El espesor del área extraída, así como el espesor de la placa de refuerzo y el cuello del acceso de limpieza pueden ser igual o mayor al espesor del primer anillo del cuerpo del tanque tal como se muestra en la Figura 1.37

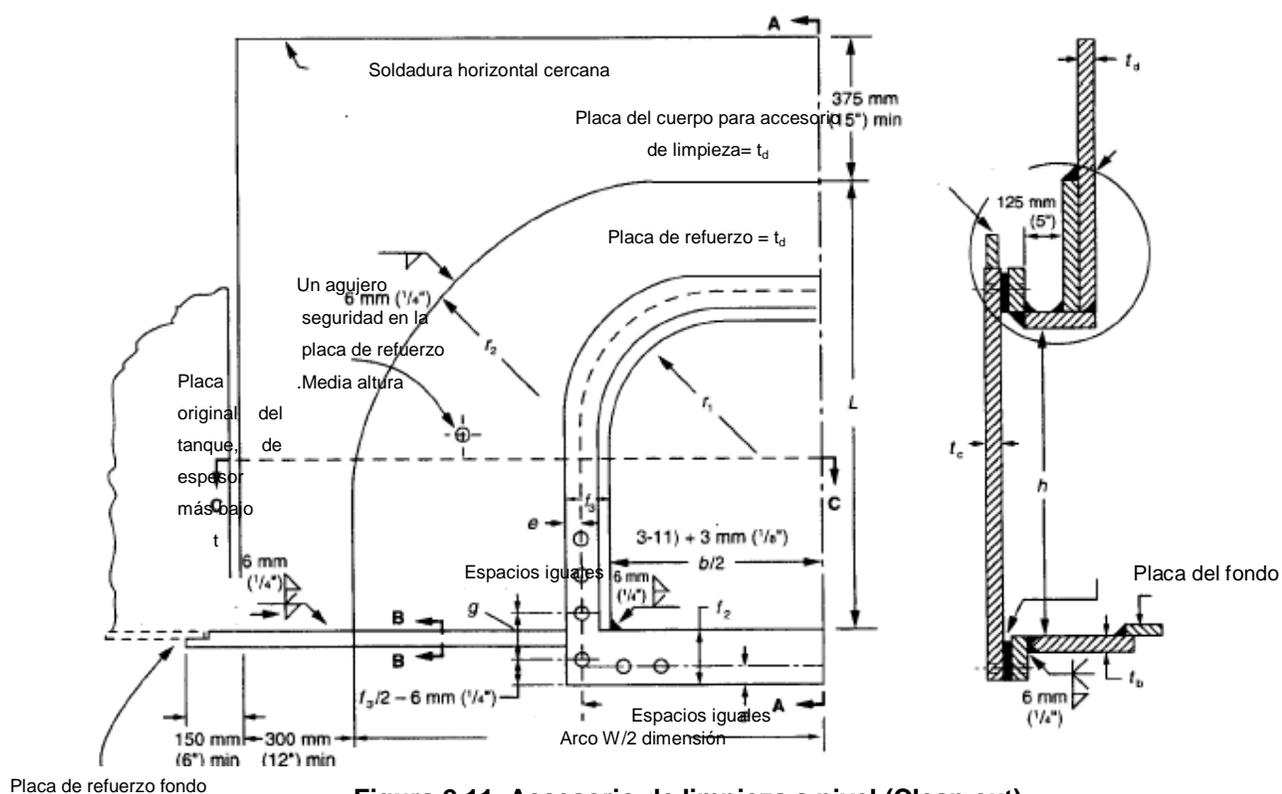


Figura 2.11. Accesorio de limpieza a nivel (Clean out).

Fuente: API 650. Figura 5-12 pág. 5-35

El área transversal del refuerzo encima de la parte superior de abertura se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_{CS} \geq \frac{K_1 * h * t}{2}$$

Formula 2.32

Fuente: API 650. pág. 5-34

Donde:

- A_{CS} = Área transversal del refuerzo encima de la parte superior de la abertura in²
- K_1 = Coeficiente del área
- h = Altura de la abertura
- t = Espesor de la plancha del primer anillo

Para el cálculo del coeficiente de área K, se utilizará el resultado obtenido de la fórmula 2.33, el mismo que se ubicará en el eje de las abscisas de la Figura 2.13 este valor se intersecará con la curva de la Figura y se obtendrá en el eje de las ordenadas el valor de K1 correspondientemente.

$$\frac{(H + 29)D + 770}{385h} * \sqrt{\frac{17.850}{2,6D * (H - 1)}}$$

Formula 2.33
Fuente: API 650. pág. 5-34

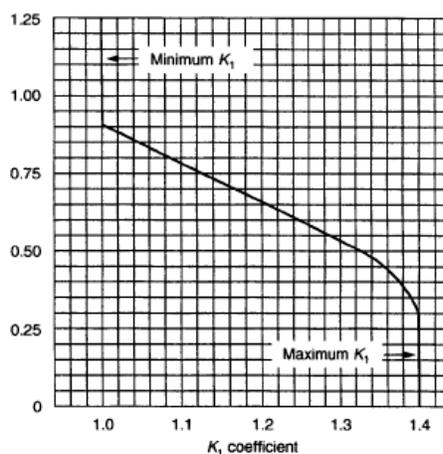


Figura 2.12. Coeficiente de área determinado por el mínimo reforzamiento de accesorio de limpieza.
Fuente: API 650.

El mínimo ancho de la placa de refuerzo del fondo del tanque, que se ubica en el centro de la abertura debe ser 250 mm (10 in) más la combinación de los espesores del primer anillo y la placa de refuerzo en el acceso de limpieza.

El mínimo espesor de la placa de refuerzo en el fondo del tanque debe ser determinado con la siguiente ecuación.

$$t_b = \frac{h^2}{14000} + \frac{b}{310} * \sqrt{HG}$$

Formula 2.34
Fuente: API 650. PÁG. 5-37

Donde:

- t_b = Mínimo espesor de la placa de refuerzo en el fondo del tanque (in)

- h = Altura de la abertura (in)
- b = Ancho de la abertura (in)
- H = Máximo nivel del líquido (ft)
- G = Gravedad específica no menor a 1

El procedimiento para la selección de las dimensiones empieza primero determinando el ancho y el alto del acceso de limpieza que se requiere para las diferentes necesidades, con el uso de la tabla 5-9 pág. 5-27 de la API 650. otro dato de entrada es la altura máxima del nivel del líquido, con estos datos el uso de las **tablas 2.6, 2.7**, se procede a la selección. En la siguiente **tabla** se puede apreciar los Espesores de la placa de cubierta, pernos y reforzamiento del fondo para el acceso de limpieza.

COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6	COLUMNA 7	COLUMNA 8	COLUMNA 9	COLUMNA 10
Máxima Altura del Tanque H (ft)	Presión Equivalente (PSI)	TAMAÑO DE ABERTURA HXB (ALTURA X ANCHO)							
		8x16		24x24		36x48		48x48	
		Mínimo espesor de pernos y placa de cubierta tc	Mínimo espesor de la placa de refuerzo tb	Mínimo espesor de pernos y placa de cubierta tc	Mínimo espesor de la placa de refuerzo tb	Mínimo espesor de pernos y placa de cubierta tc	Mínimo espesor de la placa de refuerzo tb	Mínimo espesor de pernos y placa de cubierta tc	Mínimo espesor de la placa de refuerzo tb
20	8,7	3/8	½	3/8	½	5/8	13/16	5/8	7/8
34	14,7	3/8	½	½	½	¾	1	13/16	1 1/8
41	17,8	3/8	½	½	9/16	7/8	1 1/8	7/8	1 3/16
53	23,0	3/8	½	9/16	5/8	15/16	1 1/4	1	1 5/16
60	26,0	7/16	½	5/8	11/16	1	1 5/16	1 1/8	1 3/8
64	27,8	7/16	½	5/8	11/16	1 1/16	1 3/8	1 1/8	1 7/16
72	31,2	7/16	½	11/16	1 1/8	1 1/8	1 7/16	1 3/16	1 1/2

Tabla 2.6. Espesores de la placa de cubierta, pernos y reforzamiento del fondo para el acceso de limpieza.

Fuente: API 650. Tabla 5-10. Pág. 5-27

NOTAS:

- Para abertura 8x16, tb máximo = 1 pulgada.
- Para abertura 24x24, tb máximo = 1 1/8 pulgada.
- Para abertura 36x48, tb máximo = 1 1/2 pulgada.

- Para abertura 48x48, tb máximo = 1 3/4 pulgada.

ESPEJOR MÁS BAJO DEL ANILLO DEL CUERPO	MÁXIMA NIVEL DE LIQUIDO DE DISEÑO	ALTURA DE LA PLACA DE REFUERZO DEL TANQUE PARA TAMAÑOS DE ABERTURA HXB (ANCHO X LARGO) (IN).			
		8x16	24x24	36x48	48x48
Todos	<72	14	36	54	72

Tabla 2.7. Espesores y alturas de placas de refuerzo del cuerpo para accesorios de limpieza.

Fuente: API 650. Tabla 5-11. Pág. 5-27

2.4.11 SUMIDERO PARA EXTRACCIÓN DE AGUA O TINA DE LODOS

El sumidero para la extracción de agua o cualquier sustancia líquida, que no puede ser desalojada, por la puerta de limpieza a nivel, la misma que debe estar conforme a la **Figura 2.13** y la **tabla 2.8** (tabla 5.16 de la API 650. pág. 5-51, a menos que por otro el comprador especifique lo contrario.

TAMAÑO NOMINAL DEL TUBO (IN)	DIAMETRO DEL SUMIDERO (IN) A	PROFUNDIDAD DEL SUMIDERO (IN) B	DISTANCIA DESDE EL CENTRO AL CUERPO (FT) C	ESPEJOR DE LA PLACA EN EL SUMIDERO (IN) T	MÍNIMO ESPEJOR EL TUBO (IN)	MÍNIMO ESPEJOR DEL CUELLO DE LA BOQUILLA (IN)
2	24	12	3 1/2	5/16	0.218	0.218
3	36	18	5	3/8	0.25	0.300
4	48	24	6 3/4	3/8	0.25	0.337
6	60	36	8 1/2	7/16	0.25	0.432

Tabla 2.8. Dimensiones Sumidero.

Fuente: API 650. Tabla 5.16 de la API 650. pág. 5-51

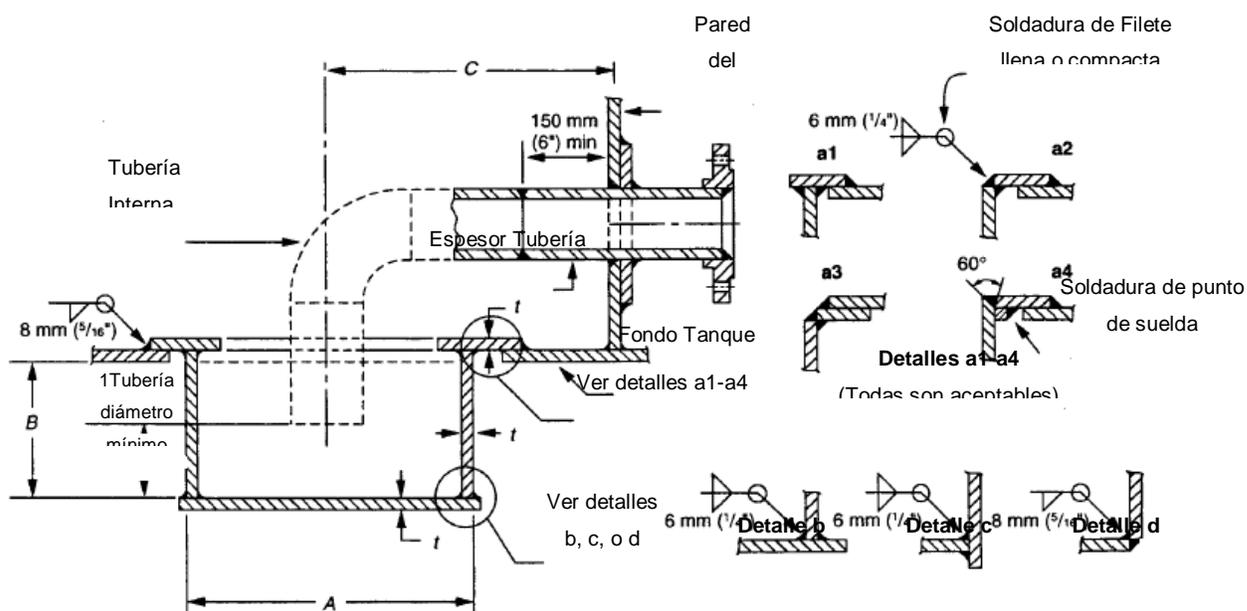


Figura 2.13. Sumidero para extracción de agua o tina de lodos
Fuente: Api 650 Figura 5-21 pág. 5-51.

2.4.12 ESCALERAS - PASAMANOS

Como requerimientos generales para la selección de las dimensiones de huella (ancho de grada), contrahuella (altura de separación entre gradas) y ángulo de elevación en escaleras y pasamanos se tiene: la estructura de las escaleras circulares deben estar completamente soportadas en el cuerpo del tanque, y todas las partes deben ser de metal, generalmente de acero estructural A36, la mínima longitud de los escalones es de 610 mm (24 in), el mínimo ancho del escalón o huella (r) es 200 mm (8 in), la elevación entre cada escalón o contrahuella (R) no debe ser menor a 200 mm (8 in) ni mayor a 250 mm (10 in), con una huella de 200 mm (8 in), la huella debe ser tipo reja o de material no deslizante, el ángulo máximo de elevación entre la horizontal y las escaleras es de 50° , la altura de la baranda del pasamano debe estar entre 760 a 860 mm (30 a 34 in), la distancia máxima entre los soportes de la baranda medido sobre la inclinación de ésta es de 2400 mm (96 in) y generalmente se ubican saltando dos escalones, la estructura completa debe ser capaz de soportar una carga concentrada en movimiento de 4450 N (1000 lb.), el

pasamanos tiene que soportar una carga de 890 N (200 Lb.) aplicada en una dirección y en un punto sobre el perfil superior.

En la parte superior del tanque, en donde las láminas del techo de unen con el ángulo tope debe haber una baranda, a una altura de 1070 mm (42 in), los soportes de la baranda deben separarse una distancia máxima de 2400 mm (96 in), esta estructura debe ser capaz de soportar una carga de 890 N (200 Lb.) aplicada en una dirección y en un punto sobre el perfil superior. En la tabla 2.10, (en base a la experiencia de constructores), se encuentra una relación entre la huella, contrahuella, y ángulo de elevación.

2R +R = 610 MM (24 IN.)				2R +R = 660 MM (26 IN.)		
Altura de Separación R (in)	Ancho de Grada. r(in)	Ángulo		Ancho de Grada. r(in)	Ángulo	
		Grados	Minutos		Grados	Minutos
5 ¼	13 ½	21	39	-	-	-
5 ½	13	22	59	15	20	13
5 ¾	12 ½	24	23	14 ½	21	24
6	12	25	49	14	22	37
6 ¼	11 ½	27	19	13 ½	23	53
6 ½	11	30	31	13	26	34
6 ¾	10 ½	32	12	12 ½	27	59
7	10	35	45	12	30	58
7 ¼	9 ½	37	38	11 1/2	32	32
7 ½	9	39	34	11	34	10
7 ¾	8 ½	41	33	10 1/2	35	50
8	8	45	42	10	39	21
8 1/4	7 ½	47	52	9 ½	41	11
8 ½	-	-	-	9	43	4
8 ¾	-	-	-	8 ½	45	0

9	-	-	-	8	46	58
---	---	---	---	---	----	----

Tabla 2.9. Relación entre la huella, contrahuella, y ángulo de elevación.

Fuente: Api 650 Figura 5-21 pág. 5-51.

2.4.13 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TECHO CÓNICO.

Una estructura se llama a todo sistema de miembros unidos entre sí y construido para soportar con seguridad cargas a esta aplicadas¹⁷. Los elementos básicos de una estructura ordinaria son suelos y cubierta (incluidos los elementos de apoyo horizontal), pilares y muros (soportes verticales) y el arriostamiento¹⁸ (elementos diagonales) o conexiones rígidas para dar estabilidad a la estructura.

El diseño estructural comienza en el momento que el diseñador se impone ciertas suposiciones sobre las cuales aplica los principios mecánicos teóricos buscando la mayor aproximación a la realidad, para que esta aproximación sea válida, las consideraciones previas deben ser correctas, así como el análisis científico debe estar basado en la teoría de estructuras y de la mecánica estructural.

El diseño de las estructuras metálicas tiene como uno de sus objetivos el dimensionamiento de cada uno de los componentes de la estructura, usando las respectivas ecuaciones que permitan verificar que las tensiones y las deformaciones no superen valores establecidos como permisibles.

Se debe asimismo puntualizar que dimensionar es bastante menos que diseñar, esta última amplia y compleja, abarca desde un estudio de pre-factibilidad en donde se analiza el mercado, las restricciones de carácter tecnológico, económico-financieras, luego de lo cual se definen las especificaciones de la estructura.

¹⁷ BRESLER/LIN/SCALZI. Diseño de Estructuras de Acero. 4ª reimpresión. Limusa, México, 1979.pág 2.

¹⁸ Arriostamiento: Es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma.

Fuente: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090119044303AA1DvbJ>

❖ PROCESO DE DISEÑO ESTRUCTURAL

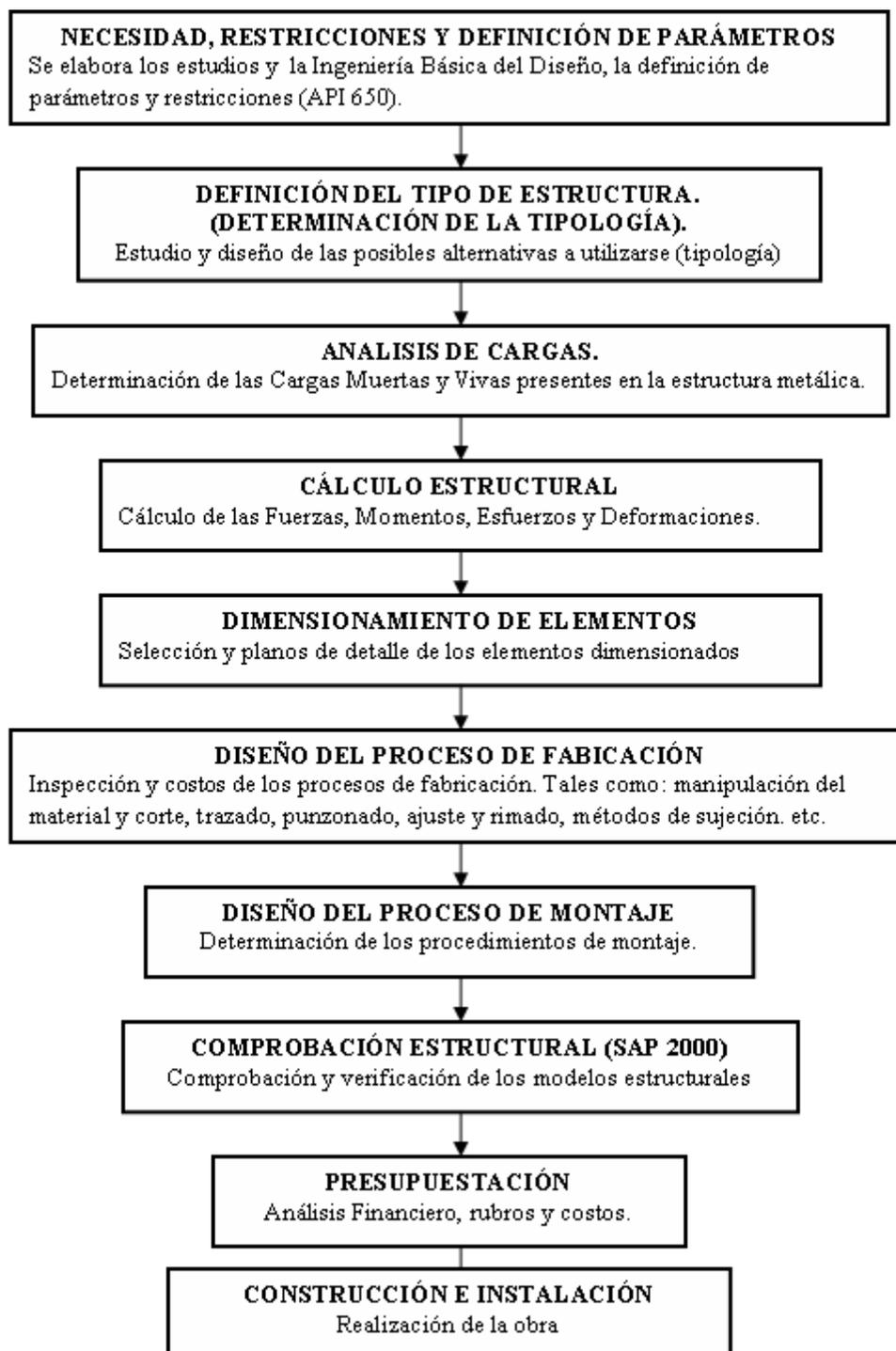


Figura 2. 14. Proceso recomendado para diseño estructural.
Fuente: Constructores de Tanques de almacenamiento.

2.4.14 NECESIDAD, RESTRICCIONES Y DEFINICIÓN DE PÁRAMETROS.

La estructura soportante tendrá las siguientes características:

- Diámetro del Tanque entre 10-160 pies.
- Altura nominal media del Tanque entre 12-64 pies.
- Estructura armada, montada y soldada
- Columnas Armadas o Circulares.
- Capacidad entre 380 y 74600 barriles.
- Infraestructura con Acero A-36 (Perfilaría. Manual AISC).
- Seguridad la más óptima y confiable.
- Costos módicos y aproximados.

Los techos cónicos son los más utilizados en nuestro país para tanques atmosféricos debido a su bajo costo con relación a otras alternativas como los techos tipo domo o flotante, esto se debe a que el diseño y la construcción se pueden realizar en su totalidad en el país. La utilización de techos cónicos está recomendada para líquidos con un flash POINT mayor a 120°F (48.8°C) ya que para líquidos con un punto de inflamación menor es extremadamente peligroso la acumulación de vapores en un solo punto de la superficie del techo como es el caso de los techos cónicos, para este caso es recomendable usar techos tipo domo con múltiples venteos.

2.4.14.1 Limitantes De La Norma Api 650 Para Estructura Metálica Soportante De Techos Cónicos.

API 650 es la norma de diseño internacional vigente para la elaboración de tanques más no de estructuras, por ello se limita a declarar unos pocos pero muy específicos requerimientos para la selección de materiales, diseño y erección de la estructura de tanques atmosféricos; en la Sección 4 Materiales, se aplica únicamente las sub secciones: 4.3; 4.4; 4.7 y 4.8 referentes a láminas para techos, perfiles estructurales pernos y materiales de soldadura respectivamente.

Debido a que la norma API 650. no cubre con todos los parámetros del diseño de estructuras para techos, tal como lo indica la sub sección 5.10.2.8. These rules cannot cover all detail of tank roof design and construction traducido: Estas reglas no cubren todos los detalles del diseño y construcción de techos para tanques; para el

diseño del techo del tanque se requiere de normas adicionales, tal como lo es el manual **AISC** (Instituto Americano de la Construcción en Acero), que son normas y reglas que gobiernan el diseño, fabricación y erección de estructuras reticulares o de armazón.

2.4.15 CLASIFICACIÓN DE TECHOS FIJOS DE ACUERDO AL ESTÁNDAR API 650.

El estándar API 650. Define en su numeral 5.10 (Techos), los diferentes tipos de techos fijos que se pueden diseñar:

- a.** *Techo cónico soportado*, es un techo formado por aproximadamente la superficie de un cono recto que es soportado mediante correas sobre vigas y columnas, o por correas sobre vigas con o sin columnas,
- b.** *Techo cónico auto soportado*, es un techo formado por aproximadamente la superficie de un techo cónico que está soportado únicamente en su periferia,
- c.** *Techo domo auto soportado*, es un techo formado por aproximadamente una superficie esférica que está soportado únicamente en su periferia,
- d.** *Techo paraguas auto soportado*, es un techo domo modificado de manera que su sección horizontal es un polígono regular, teniendo tantos lados como láminas que lo conforman, soportado únicamente en su periferia.

2.4.16 DEFINICIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA. (DETERMINACIÓN DE LA TIPOLOGÍA).

La norma API 650 en el apéndice A recomienda que para el dimensionamiento estándar de tanques de almacenamiento de diámetros y alturas típicas usar la ecuación:

$$C = 0.14 D^2H.$$

Formula 2.44

Fuente: API 650. Apéndice A pág. A-2, A-3

Donde:

- C = Capacidad del tanque, en barriles.
- D = Diámetro del Tanque, en ft.
- H = Altura del tanque, en ft.

La ecuación anterior no es un limitante para el diseño de los tanques de almacenamiento, sin embargo son las que se utilizarán para definir la estructura soportante del techo.

Las láminas generalmente utilizadas en el diseño y elaboración de tanques de mediana y gran capacidad, son láminas de tipo estructural, de especificaciones ASTM A283 Gr. C o ASTM A 36. Estas láminas se las solicita, normalmente, en las siguientes dimensiones para tanques de este tipo:

- **ANCHO: 6.0 FT. = 1828.8 mm.**
8.0 FT. = 2438.4 mm.

- **LARGO: 31.5 FT. = 9601.2mm.**

Además la norma API 650, en la sección 5 correspondiente a diseño, en el punto 5.6.1.2. Establece lo siguiente:

El ancho nominal de las láminas del cuerpo será de acuerdo a la necesidad del comprador, pero se preferirán láminas no menores a 72 in. Las mismas serán cuadradas adecuadamente, previas a la soldadura de estas.¹⁹

El ancho usualmente disponible de la lámina para la elaboración de estos tanques justifica la altura del mismo.

Los diámetros de los tanques se definen como múltiplos de cinco, tal como se justifica a continuación:

- Perímetro del cuerpo del tanque $l = \pi D$.

Para una longitud de láminas de cuerpo de 31.5 ft. se define:

- $nl = \pi D$, para cualquier diámetro del tanque.
- n es el número de láminas.
- D = diámetro del tanque

$$n = \frac{\text{perímetro}}{31.5} = \frac{\pi D}{31.5} = \text{entero}$$

Formula 2.45

Fuente: Deducción matemática, por constructores

2.4.17 ESTUDIO Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS.²⁰

La Estructura soportante del techo, se diseñará con perfiles laminados en caliente, según API STANDARD 650. Dentro de punto se incluyen cinco diseños básicos dependiendo del diámetro del tanque y del tipo de correas a utilizarse, también por la facilidad de encontrar el material en el mercado, tres de estos diseños presentan 3 subdivisiones los cuales son los siguientes:

¹⁹ API STANDAR 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage. Undécima Edición,. Pág. 5-11

²⁰ BATALLAS /BARRERA. Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico. 1994

1. Alternativa I11, con una columna central.
 2. Alternativa I12, con una columna central
 3. Alternativa I13, con columna central y varias columnas circundantes A;B;C:
 4. Alternativa I14, con columna central y varias columnas circundantes A;B;C:
 5. Alternativa I15, con columna central y varias columnas circundantes A;B;C:
- ❖ **I-11.** Estructura con una columna central para tanques de techo cónico con diámetro nominal desde 20 ft. (6.096 mm) hasta 50 ft. (15.240 mm), utilizando canales C como correas.

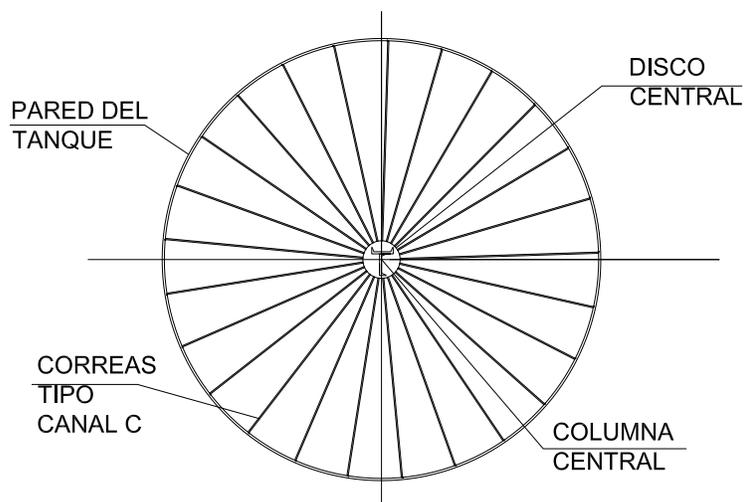


Figura 2. 15. Vista Superior Alternativa I-11.
Fuente: Api 650

- ❖ **I-12.** Estructura con una columna central para tanques de techo cónico con diámetro nominal desde 20 ft. (6.096 mm) hasta 80 ft. (24.384 mm), utilizando perfiles I de ala ancha (wide flange) como correas.

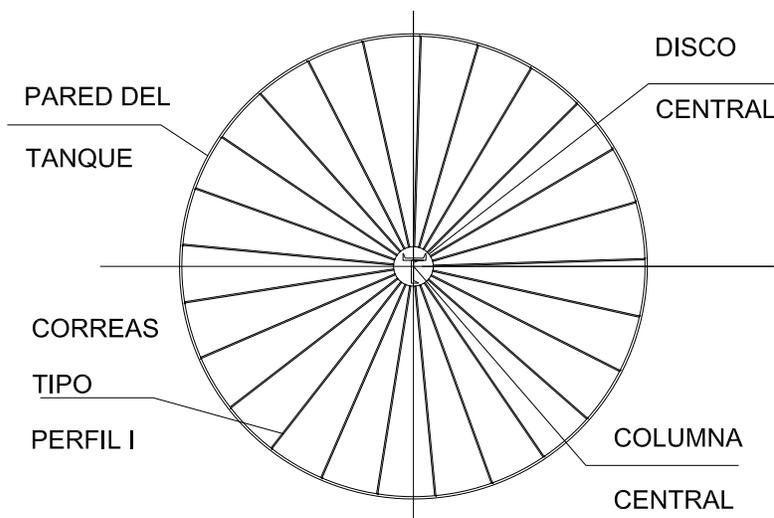


Figura 2. 16. Vista Superior Alternativa I-12.
Fuente: Api 650.

- ❖ I-13. Estructuras con dos castillos interiores soportados por varias columnas para tanques de techo cónico con diámetro nominal desde 100 ft. (30.480 mm) hasta 160 ft. (48.768 mm), utilizando canales C como correas.

A. Columna Central Interior, Castillo Interior con cuatro columnas, Castillo Medio con ocho columnas. Diámetro desde 100 ft. hasta 115 ft.

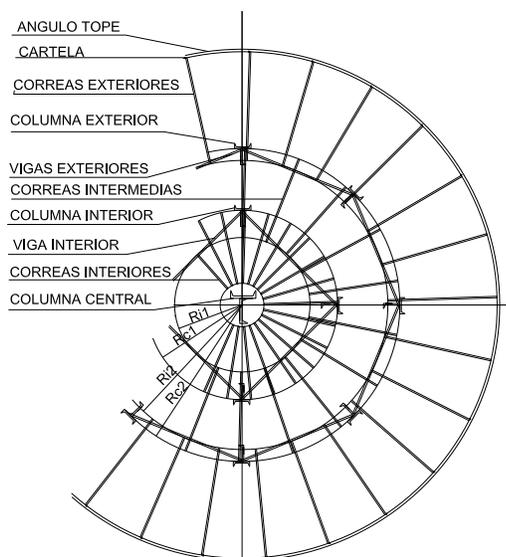


Figura 2. 17. Vista Superior Alternativa I-13 (A).
Fuente: Api 650

B. Columna Central Interior, Castillo Interior con cinco columnas, Castillo Medio con diez columnas. Diámetro desde 120 ft. hasta 135 ft

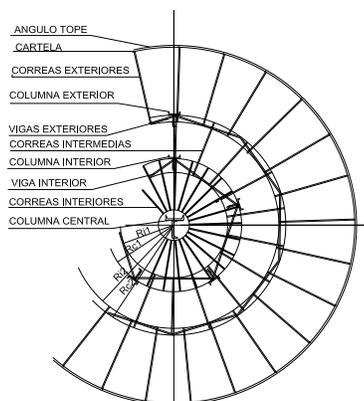


Figura 2. 18. Vista Superior Alternativa I-13 (B).
Fuente: Api 650.

C. Columna Central Interior, Castillo Interior con seis columnas, Castillo Medio con doce columnas. Diámetro desde 140 ft. hasta 160 ft

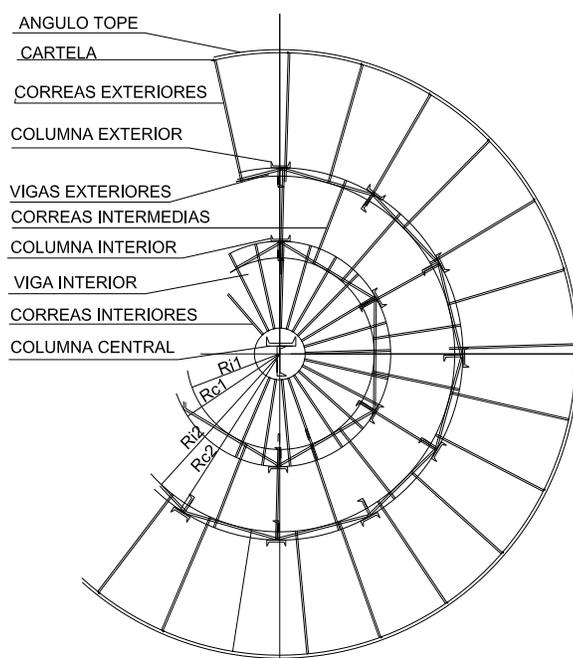


Figura 2. 19. Vista Superior Alternativa I-13 (C).
Fuente: Api 650

- ❖ I-21. Estructuras con un castillo interior soportado por varias columnas para tanques de techo cónico con diámetro nominal desde 50 ft. (15.240 mm) hasta 100 ft. (30.480 mm), utilizando canales C como correas.

- A. Columna Central Interior, Castillo Interior con cuatro columnas, Diámetro desde 50 ft. hasta 70 ft.

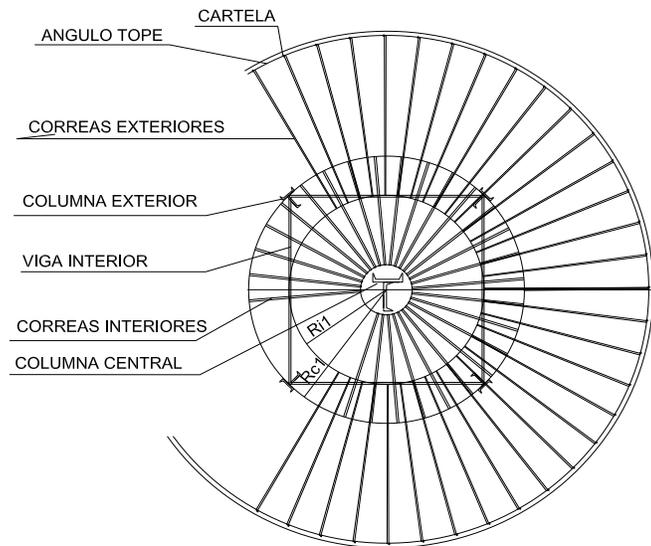


Figura 2. 20. Vista Superior Alternativa I-21 (A).
Fuente: Api 650.

- B. Columna Central Interior, Castillo Interior con cinco columnas, Diámetro desde 75 ft. hasta 85 ft.

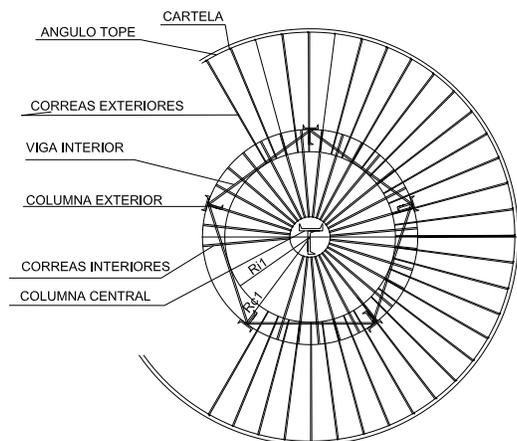


Figura 2.21. Vista Superior Alternativa I-21 (B).
Fuente: Api 650.

- C. Columna Central Interior, Castillo Interior con seis columnas, Diámetro desde 90 ft. hasta 100 ft.

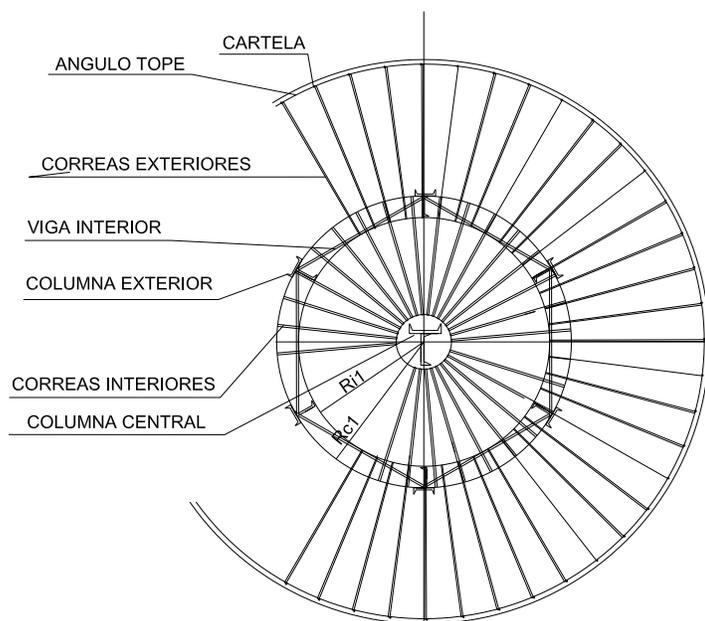


Figura 2. 22. Vista Superior Alternativa I-21 (C).

Fuente: Api 650.

- ❖ I-22. Estructuras con un castillo interior soportado por varias columnas para tanques de techo cónico con diámetro nominal desde 85 ft. (24.384 m) hasta 160 ft. (48.768 m), utilizando perfiles I de ala ancha (wide flange) como correas.

A.- Columna Central Interior, Castillo Interior con cuatro columnas, Diámetro desde 85 ft. hasta 100 ft.

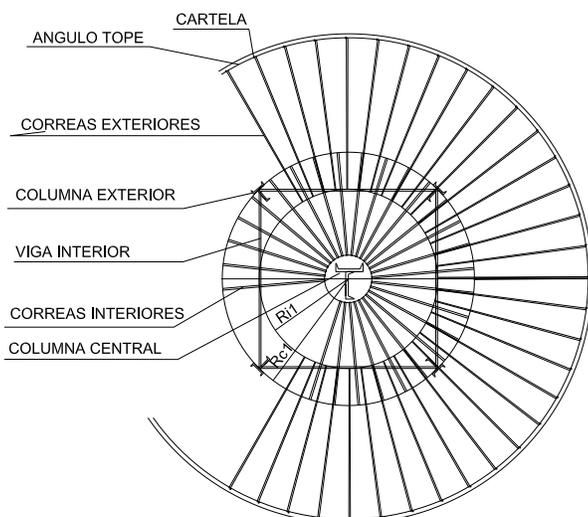


Figura 2. 23. Vista Superior Alternativa I-22 (A).

Fuente: Api 650.

B.- Columna Central Interior, Castillo Interior con cinco columnas, Diámetro desde 105 ft. hasta 125 ft.

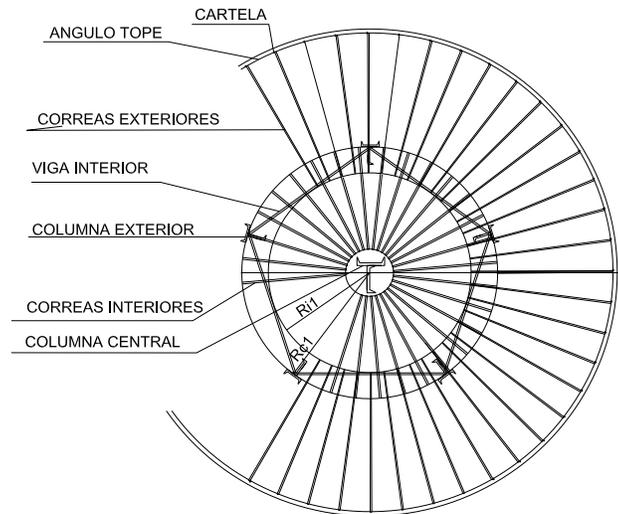


Figura 2.24. Vista Superior Alternativa I-22 (B).
Fuente: Api 650.

C.- Columna Central Interior, Castillo Interior con seis columnas, Diámetro desde 130 ft. hasta 160 ft.

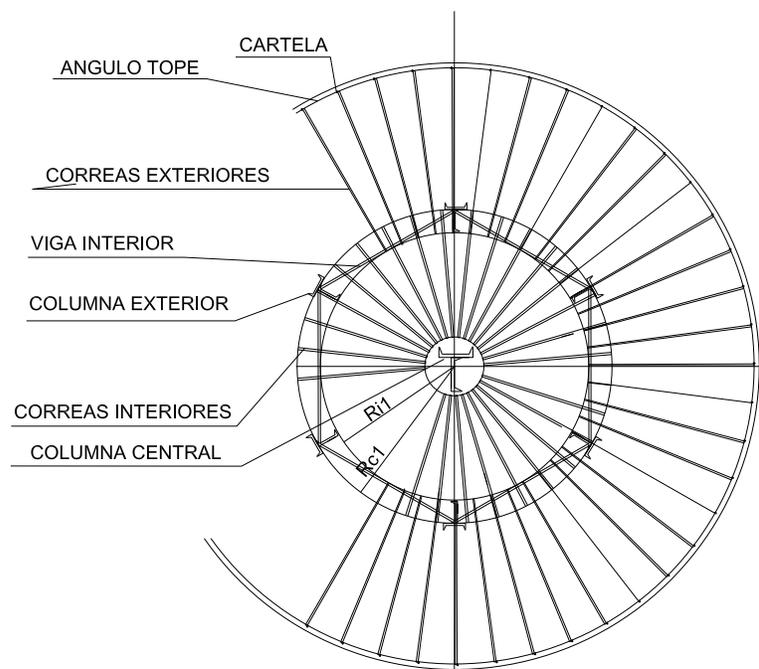


Figura 2.25. Vista Superior Alternativa I-22 (C).
Fuente: Api 650.

2.4.18 ANÁLISIS DE CARGAS.

Las cargas en estructuras metálicas pueden ser de dos clases:

- Cargas Estáticas o Cargas Muertas.- Las mismas que pueden ser por peso propio de la estructura y carga de seguridad.
- Cargas dinámicas o Cargas Vivas.- Suelen ser generalmente de sismo, de viento, de granizo o nieve, de maquinaria, otros, etc.

Las cargas muertas incluyen el peso del mismo de la coraza estructural del tanque y de los elementos mayores del equipamiento fijo. Siempre ejercen una fuerza descendente de manera constante y acumulativa desde la parte más alta del tanque hasta su base. Las cargas vivas comprenden la fuerza del viento, las originadas por movimientos sísmicos, las vibraciones producidas por la maquinaria, mobiliario, materiales, mercancías almacenadas, ocupantes, así como las fuerzas motivadas por cambios de temperatura. Estas cargas son temporales y pueden provocar vibraciones, sobrecarga y fatiga de los materiales. En general, los edificios deben estar diseñados para soportar toda posible carga viva o muerta y evitar su hundimiento o derrumbe, además de prevenir cualquier distorsión permanente, exceso de movilidad o roturas.

2.4.19 DISEÑO DE CORREAS.

Las correas o cerchas son los elementos estructurales, que trabajan a flexión, soportan el peso muerto de las láminas del techo, los accesorios del techo, y el peso dinámico por montaje o mantenimiento del personal, ubicadas y distribuidas radicalmente al perímetro del tanque, las mismas que pueden ser canales o perfiles de ala ancha, de acuerdo a las exigencias del cliente.

2.4.20 Procedimiento de diseño de las correas de la estructura con una columna central. (Alternativas I-11, I-12).

El procedimiento descrito a continuación se aplica únicamente para tanques entre 20 a 80 pies de diámetros, y que sean soportados por una sola columna en el centro del tanque.

Definición del número de correas, El número de correas mínimas a utilizarse en este tipo de estructuras está definido de la siguiente manera:

$$N_{\min} = \frac{\pi D}{2\pi} = \frac{D}{2} \quad ; D \text{ [ft.]}$$

Fórmula 2.52.

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$N_{\min} = \frac{D}{609.6} \quad ; D \text{ [mm]}$$

Formula 2.53

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- N_{\min} = número mínimo de correas.
- D = diámetro nominal del tanque.

Diseño de las correas.

Los datos requeridos para el diseño de las correas son:

- El diámetro nominal del tanque, D [ft.] o [mm].
- El espesor del techo, e , [ft.] o [mm].

Las cargas que actúan sobre las correas son:

- Carga viva, C_v , igual a 25 lb/pie² (122,3 Kg/m²)
- Carga muerta, C_m , igual a 7,65 lb/pie² (37,4Kg/m²) para un espesor de techo de 3/16 in. (4,8 mm), que es el mínimo requerido, y 10,2 lb/pie² (49,9Kg/m²), para un espesor de techo de 1/4 de pulgada (6,4 mm) considerando un espesor adicional por corrosión de 1/16 in. (1,6 mm) en caso de ser requerido.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

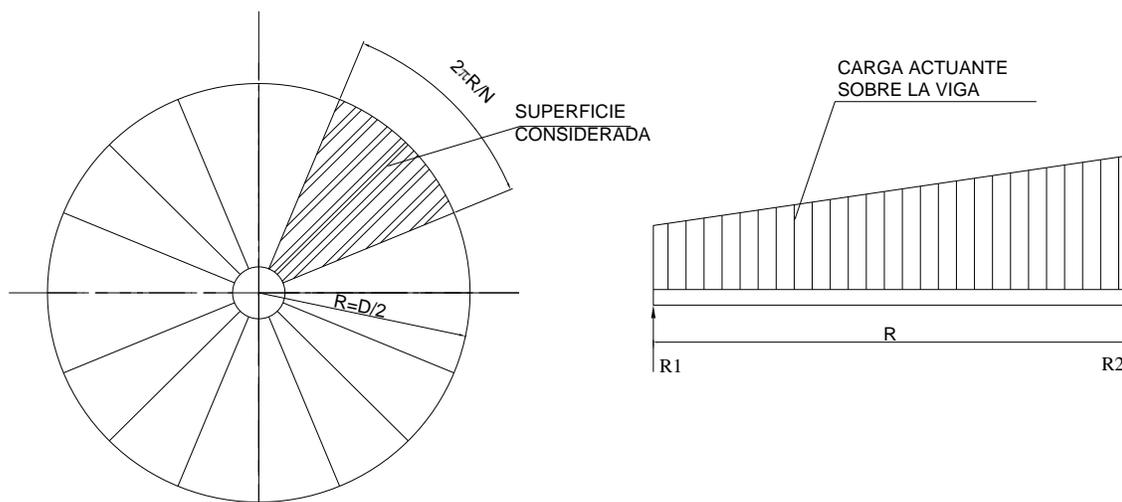


Figura 2. 26. Disposición de áreas y cargas en las correas del techo.²¹

Fuente: Api 650.

Donde:

- R_1 Reacción en la columna central.
- R_2 Reacción en la Cartela.
- R radio nominal del tanque.

La superficie considerada, S_c que es el área que va a soportar cada correa:

$$S_c = \frac{2\pi D}{2N} * \frac{D}{4} = \frac{\pi D^2}{4N}$$

Formula 2.53

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde: N es el número de correas seleccionadas, mayor o igual a N_{\min}

La carga triangular, C_t , que varía debido a la forma en que se ha seleccionado el área de cálculo es igual a:

²¹ BATALLAS /BARRERA. Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico. 1994

$$C_t = (C_v + C_m) * S_c \quad [\text{lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.54**Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.**

La carga uniforme, C_u , que es la carga debida al peso propio de la correa, es igual a:

$$C_u = P_c * \frac{D}{2} \quad [\text{lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.55**Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.**

Donde:

- P_c es el peso por unidad de longitud de la correa [lb/pie] o [Kg/mm] y es un valor supuesto inicialmente, que luego deberá ser verificado.
- **Fuente:** Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Se determina el momento máximo, $M_{m\acute{a}x}$, suponiendo las cargas triangular y uniforme así:

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1283 * C_t * D) + (0,125 C_u * D)] * 6 \quad [\text{Lb-pulg}]$$

Formula 2.56**Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.**

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1283 * C_t * \frac{D}{2}) + (0,125 C_u * \frac{D}{2})] * 6 \quad [\text{Kg-, mm}]$$

Formula 2.57**Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.**

Se encuentra el módulo de sección, S definido, S definido a continuación:

$$S = \frac{M_{m\acute{a}x}}{F_{m\acute{a}x}} \quad [\text{pulg}^3]$$

Formula 2.58**Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.**

Donde, $F_{\text{máx}}$ es el esfuerzo máximo admisible igual a 20.000 lb/pulg² (14,06 Kg/mm²), de acuerdo como está descrito en el literal 3.10.4.4. API ESTÁNDAR 650, Marzo, 2001).

Se debe dar especial atención a la ecuación anterior, ya que la distribución de las correas debe ser uniforme, por lo cual el número de correas será un múltiplo entero del número de lados del polígono del castillo a diseñar, cuando se obtengan valores próximos al múltiplo estos deben ser redondeados.

❖ ***Procedimiento de Diseño de las correas interiores, intermedias y exteriores de la estructura soportante con una columna central y varias columnas exteriores circundantes.*** El procedimiento de diseño de correas, para este tipo de alternativas es análogo al citado en Diseño de Correas, debido a que la geometría es semejante, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- **CORREAS INTERIORES:**

El diámetro nominal del tanque D se modifica por el diámetro circunscrito de las correas D_{c1} y el número de correas seleccionadas debe estar de acuerdo a lo especificado en el punto anterior.

- **CORREAS INTERMEDIAS:**

El radio (y/o diámetro) del círculo inscrito del o los polígono(s) interior(es), son D_{i1} , D_{i2} respectivamente.

El radio (y/o diámetro) del círculo circunscrito del o los polígono(s) exterior(es), son D_{c1} , D_{c2} respectivamente.

El espesor del techo, e .

- **CORREAS EXTERIORES**

El procedimiento de diseño de este tipo de correas es igual al descrito para las correas intermedias tomando en cuenta que el diámetro circunscrito, D_c , se reemplaza con el diámetro exterior del tanque D .

Las cargas que están presentes en el diseño de este tipo de correas son las mismas definidas en Diseño de las correas. A continuación se realiza un bosquejo de la distribución de las correas para este tipo de alternativa.

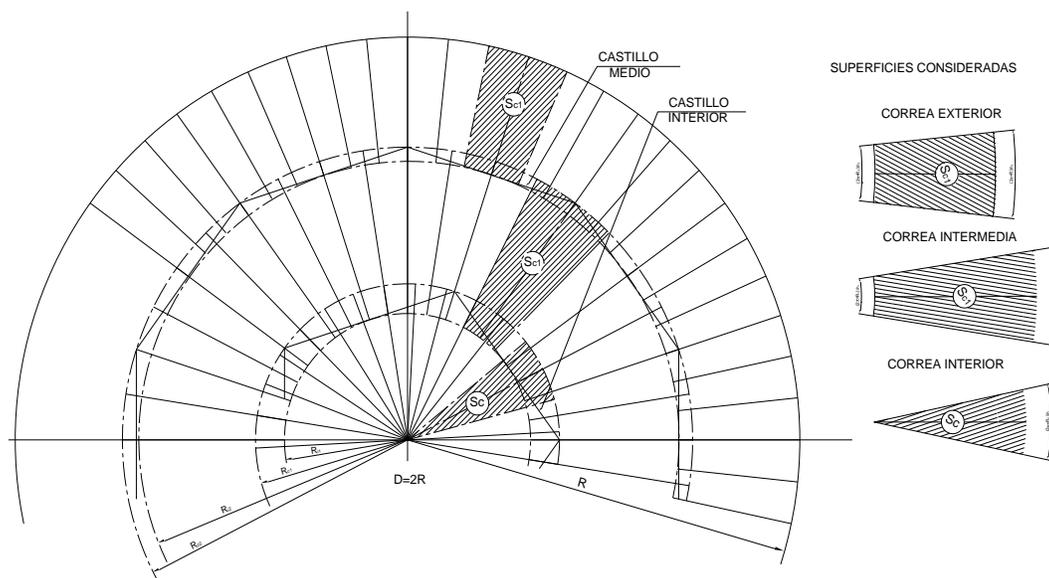


Figura 2.27. Distribución de Correas y Áreas Consideradas.²²
Fuente: Api 650.

El procedimiento de cálculo para estas correas es el siguiente:

La carga triangular total, C_{tot} , actuante sobre las correas, sin tomar en consideración el peso propio, es igual a:

$$C_{tot} = C_v + C_m = 32.65[lb / pie^2]$$

Formula 2.76

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Superficie considerada, S_{c1} que es el área que va a soportar cada correa:

²² BATALLAS /BARRERA. Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico. 1994

$$S_{c1} = \left(\frac{\pi * D_i + \pi * D_c}{2 * n_1} \right) * \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right) \text{ [pie2] o [m2]}$$

Formula 2.77

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- n_1 es el número de correas intermedias seleccionadas, mayor o igual a n_{\min}
- D_c es el diámetro circunscrito al polígono exterior, [pie, m].
- D_i es el diámetro circunscrito al polígono interior, [pie, m].
- Se utiliza el símbolo S_{c1} para hacer referencia a las correas intermedias

La superficie uniforme, S_u , que produce una carga uniforme sobre la correa, es igual a:

$$S_u = \frac{\pi * D_i}{n_1} * \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right) \text{ [pie2] o [m2]}$$

Formula 2.78

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

La superficie variable S_v , que produce una carga triangular sobre la correa, es igual a:

$$S_v = S_{c1} - S_u \quad \text{[pie2] o [m2]}$$

Formula 2.79

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

La carga triangular C_{t1} , que actúa sobre la correa debido a la superficie variable es igual:

$$C_{t1} = S_v * C_{tot} \text{ [Lb] o [Kg]}$$

Formula 2.80

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

La carga uniforme C_{u1} , actuante sobre la correa es igual a:

$$C_{u1} = C_u * C_{tot} + P_c * \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right) \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.81

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

P_c es el peso por unidad de longitud de la correa [lb/pie] o [Kg/mm] y es un valor supuesto inicialmente, que luego deberá ser verificado

Se determina el momento máximo, $M_{máx1}$, superponiendo las cargas triangular y uniforme, y se obtiene la siguiente expresión.

$$M_{máx} = [(0,1250 * C_{u1}) + (0,1283C_{t1})] * 6 \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right) \quad [\text{Lb-pulg}]$$

Formula 2.82

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$M_{máx} = [(0,1250 * C_{u1}) + (0,1283C_{t1})] * \frac{D_c - D_i}{2} \quad [\text{Kg-, mm}]$$

Formula 2.83

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Con el valor anterior del momento máximo se puede determinar el módulo de la sección, S_1 , por definición en la ecuación 2.58.

Determinado el módulo de sección se puede definir un perfil especificado por el fabricante y recalcularlo con el peso por unidad de longitud real; P_{cr1} .

A continuación se determina las reacciones en los puntos de apoyo de la correa:

$$R_{11} = \frac{C_u}{2} + \frac{C_t}{3} \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.89

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$R_{21} = \frac{C_u}{2} + \frac{2 * C_t}{3} \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.90

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

El peso neto de las correas, P_{n1} , va a ser igual a:

$$P_{n1} = P_{cr1} * \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right) * N \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.91

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

2.4.20.1 DISEÑO DE VIGAS.

El diseño de las vigas es consecuencia directa, del diseño de correas en los cuales se obtiene las reacciones en los apoyos de las correas, el número y tipo de correas, además al definirse el número de polígonos, se define inmediatamente el número de vigas que tendrá el castillo o jaula, por lo tanto se conoce el número de correas que soportará cada viga [$N_{c/v}$] (dividir número de correas para número de vigas), ya sean interiores, intermedias o exteriores. Por lo tanto la carga actuante sobre cada viga va ser el valor de la reacción en el extremo de la correa multiplicado por el número de correas actuantes sobre la viga a la que se designará como C_{vg} [lb][Kg].

$$N_{c/v} = \frac{N}{N_p} \quad [\text{A dimensional}]$$

Formula 2.92

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$C_{vg} = N_{c/v} * R \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.93

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

La carga C_{vg} está definida anteriormente para el caso de que solo existiese una sola reacción, pero realizando el Diagrama de Cuerpo Libre se observa que existen por lo menos dos reacciones, por lo cual se la debe modificar a la siguiente ecuación:

- Para un castillo (correas interiores-exteriores), viga del castillo interior.

$$C_{vg} = \frac{N * R_2}{N_p} + \frac{N_1 * R_{11}}{N_p} \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.94

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

- Para dos castillos (correas interiores, intermedias, exteriores), viga del castillo interior, y viga castillo medio.

$$C_{vg1} = \frac{N * R_2}{N_p} + \frac{N_1 * R_{11}}{N_p} \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]; \text{ viga castillo interior.}$$

Formula 2.95

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$C_{vg2} = \frac{N * R_{21}}{N_p} + \frac{N_1 * R_{12}}{N_p} \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]; \text{ viga castillo medio.}$$

Formula 2.96

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

En la sección de longitudes de vigas se definió:

$$L_{vg1} = 2 * R_{c1} * \text{sen} \alpha$$

$$L_{vg2} = 2 * R_{c2} * \text{sen} \beta$$

Donde:

- L_{vg1} = longitud de la viga del castillo interior.
- L_{vg2} = longitud de la viga del castillo medio.

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Conocidos C_{vg} y L_{vg} , y suponiendo un peso por unidad de longitud de la viga P_{vg} [lb/pie]o[Kg/m], el momento máximo, $M_{m\acute{a}x}$, actuante sobre la viga será:

$$M_{m\acute{a}x2} = \frac{3 * (C_{vg} + P_{vg} * L_{vg}) * L_{vg}}{2} \quad [\text{Lb-pulg}]$$

Formula 2.97

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$M_{m\acute{a}x2} = \frac{1000 * (C_{vg} + P_{vg} * L_{vg}) * L_{vg}}{8} \quad [\text{Kg-mm}],$$

Formula 2.98

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Realizando la sumatoria de fuerzas, se determinan las reacciones en los apoyos de la viga, R_{31} y R_{32} , mediante las siguientes expresiones:

$$R_{31} = R_{32} = \frac{C_{vg} + P_{vg} * L_{vg}}{2} \quad [\text{Lb}] \text{ o } [\text{Kg}]$$

Formula 2.103

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

El valor de las reacciones obtenidas, corresponde a la carga aplicada sobre cada columna que soporta al castillo, P_{cc2} , y que luego será verificada.

2.4.21 DISEÑO DE LAS COLUMNAS.

Una columna es un elemento que trabaja típicamente a compresión, transmitiendo las cargas desde los elementos horizontales (cubiertas y forjados) hasta las cimentaciones. Las técnicas modernas introdujeron dos nuevos materiales para construir columnas: el hormigón armado y el acero laminado. El primero ha sustituido prácticamente a la piedra por su excelente resistencia a la compresión y su buen comportamiento a los esfuerzos de pandeo, asistido por las armaduras de acero. Con el acero laminado suelen conformarse columnas de sección compuesta, a base de perfiles industriales, para aumentar la rigidez.

2.4.21.1 Diseño de columnas compuestas por dos canales o Columnas Armadas.

El sistema de columnas armadas involucra 2 canales, preferentemente establecidos en normas o estándares tal como AISC, uno se colocará en forma vertical y otro en la forma horizontal a este. Los mismos que serán adheridos con soldadura en toda la

longitud de los canales. Este tipo de columna se utiliza con mayor frecuencia, por proporcionar mayor resistencia mecánica a la deformación.

Primeramente se definen las propiedades de la sección a utilizarse, de acuerdo a las tablas proporcionadas por el fabricante:

Propiedades de la Sección:

- Canal vertical
- Canal Horizontal
- Área Total (A_t)
- Peso por unidad de longitud. (P_c)
- Eje x-x
 - Momento de Inercia. (I_{x-x})
 - Radio de giro (r_{x-x})
- Eje y-y:
 - Momento de Inercia. (I_{y-y})
 - Radio de giro (r_{y-y})

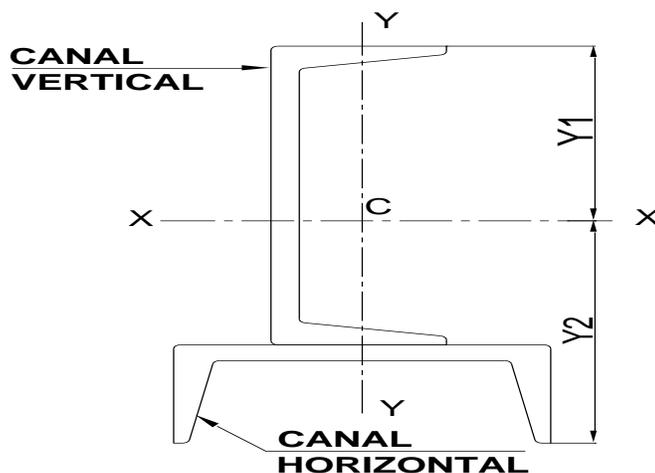


Figura 2. 28. Vista Superior de una columna armada.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Conocidos los valores y conocida la longitud (L_{cc}), se está en capacidad de diseñar la columna. Se considera, para efectos de diseño, que la columna está simplemente apoyada ($K=1$), por lo que la longitud efectiva L_e es:

$$L_e = \frac{K * L_{cc}}{r_m} = \frac{L_{cc}}{r_m}$$

Formula 2.104

Fuente: Manual del AISC²³ (American Institute Steel Construction)

Donde: r_m = menor radio de giro de la sección

- Si $L_e \leq 120$, el esfuerzo permisible C_{ma} , en PSI, es:

$$C_{ma} = \left(1 - \frac{Le^2}{34.700}\right) * \left(\frac{33.000}{F.S.}\right)$$

Formula 2.105

Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)

- Si $120 < L_e \leq 131.7$, C_{ma} , en PSI, es igual a:

$$C_{ma} = \frac{\left(1 - \frac{Le^2}{34.700}\right) * \left(\frac{33.000}{F.S.}\right)}{\left(1,6 - \left(\frac{Le}{200}\right)\right)}$$

Formula 2.106

Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)

- Si $L_e > 131.7$, el valor de C_{ma} , en PSI, es igual a:

$$C_{ma} = \frac{149.000.000}{Le^2 * \left[1,6 - \left(\frac{Le}{200}\right)\right]}$$

Formula 2.107

Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)

- El valor del factor de seguridad F.S. definido en las formulas 2.105 y 2.106 es equivalente a:

²³ American Institute Steel Construction: Instituto Americano del acero para la construcción

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{L_e}{350} - \frac{C_e}{18.300.000}$$

Formula 2.108

Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)

- El esfuerzo de compresión que soporta la columna se lo define por la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{P}{A_t} = \frac{P_{cc} + (L_{cc} * P_c)}{A_t} \leq C_{ma}$$

Formula 2.109

Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)

- De la ecuación anterior se determina la ecuación utilizada para definir la carga máxima que soporta la columna, P_{ccm} :

$$P_{ccm} = (C_{ma} * A_t) - (L_{cc} * P_c) \text{ [Lb]}$$

Formula 2.110

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

2.4.22 DISEÑO DE COLUMNAS DE SECCIÓN TUBULAR.

Al igual que la sección anterior, primeramente se define las propiedades de la sección a utilizarse, de acuerdo a las tablas proporcionadas por el fabricante:

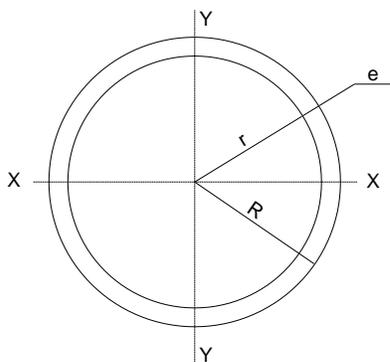


Figura 2. 29 Vista Superior de una columna armada.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Propiedades de la Sección Circular:Área Total (A_t)Peso por unidad de longitud. (P_c)Momento de Inercia. (I_{x-x})Radio de giro (r)Radio exterior del tubo (R)Espesor de la sección (t)

Definidos estos valores y conocida la longitud de la columna L_{cc} , el procedimiento de diseño es similar al anterior, definiéndose el valor del esfuerzo permisible como se indica a continuación:

- Si $Le \leq 120$, el esfuerzo permisible C_{ma} , en PSI, es:

$$C_{ma} = \left(1 - \frac{Le^2}{34.700}\right) * \left(\frac{33.000 * Y}{F.S.}\right)$$

Formula 2.111**Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)**

Si $120 \leq Le \leq 131.7$, C_{ma} , en PSI, es igual a:

$$C_{ma} = \frac{\left(1 - \frac{Le^2}{34.700}\right) * \left(\frac{33.000 * Y}{F.S.}\right)}{\left(1,6 - \left(\frac{Le}{200}\right)\right)}$$

Formula 2.112**Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)**

- Si $Le > 131.7$, el valor de C_{ma} , en PSI, es igual a:

$$C_{ma} = \frac{149.000.000 * Y}{Le^2 * \left[1,6 - \left(\frac{Le}{200}\right)\right]}$$

Formula 2.113**Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)**

Donde:

- $Y = 1,0$ para secciones tubulares que tienen valores de t/R menor o igual a 0,015.

- $Y = \left[\frac{200t}{3R} \right] * \left[2 - \left(\frac{200t}{3R} \right) \right]$; para secciones tubulares que tienen valores de t/R menores a 0,015.

- El valor de F.S. de acuerdo a la formula 2.107

Fuente: Manual del AISC (American Institute Steel Construction)

Determinados los nuevos valores de C_{ma} , se puede aplicar la fórmula 2.110, y de esta manera determinar la carga máxima que soporta la columna.

Para la Carga máxima que pueden soportar las columnas, se pueden observar la carga máxima que soportan las columnas para diferentes alturas de tanques, en la que se define los tipos de secciones a utilizarse, sean estas secciones armadas o tubulares²⁴.

2.4.23 DISEÑO DE LAS BASES.

Las bases de las columnas son diseñadas de manera que provean un soporte adecuado a la columna en su extremo inferior y no permitan el movimiento lateral de las bases. Un esquema típico de un sistema de base utilizado se muestra en la siguiente Figura, tanto para columna armada como para circulares.

²⁴ Para más detalles referentes a la Carga máxima, Anexo 2.

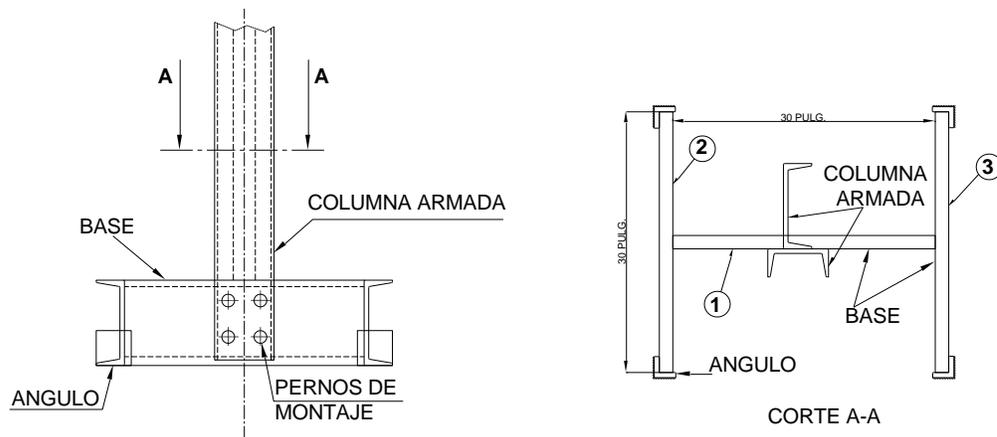


Figura 2. 30. Geometría de la base de una columna armada.²⁵
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

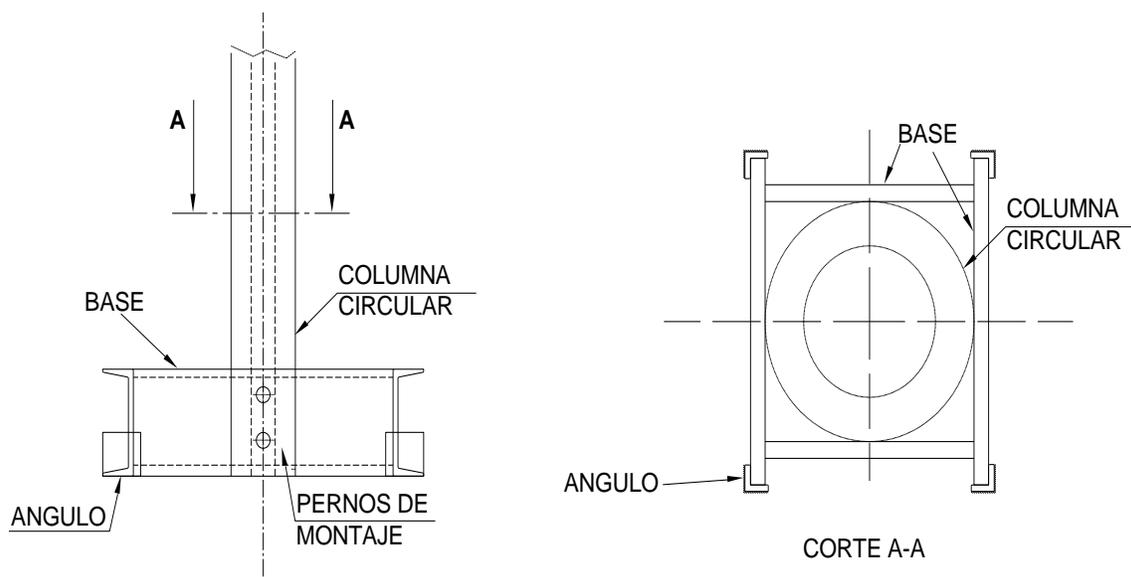


Figura 2. 31. Geometría de la base de una columna circular.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

La base de las columnas armadas está conformada, por un elemento horizontal (1) y por dos verticales (2) y (3), el canal horizontal de la columna armada se emporna al elemento (1) de la base, mientras que el canal vertical reposa sobre el ala del elemento (1), se debe recordar que los canales que forman la columna armada están soldados adyacentemente.

²⁵ BATALLAS /BARRERA. Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico. 1994

Además el canal horizontal debe estar empernado a una pulgada de la superficie del piso del tanque, con el objetivo de distribuir uniformemente los esfuerzos sobre toda la base, por lo tanto el elemento crítico de la base es el elemento (1).

Las bases son simplemente apoyadas sobre el fondo del tanque, para evitar el deslizamiento producto del momento se sueldan 4 ángulos (L), solidarios a las esquinas de las bases en los elementos (2) y (3), se ha realizado el diseño de la base en relación al grafico anterior.

Variando el valor de carga en la columna central P_{cc} en intervalos de 3.000 libras, desde un valor mínimo de 3.000 Libras hasta 50.000 libras.

Se considera al elemento (1), como una viga simplemente apoyada con carga central, A continuación se detalla los diagramas de momento y cortante para este elemento:

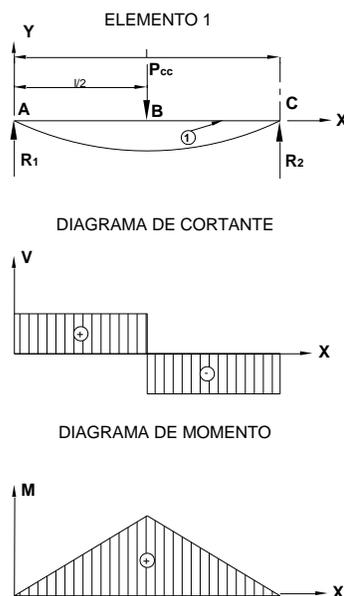


Figura 2.32. Diagramas de Cortante y Momento del elemento 1.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

CARGA (Lb)	MOMENTO (Lb-pulg)	CORTANTE (Lb)
3.000	22.500	1.500
6.000	45.000	3.000
9.000	67.500	4.500
12.000	90.000	5.500
.....
.....
42.000	315.000	21.000
45.000	337.500	22.500
48.000	360.000	24.000
51.000	382.500	25.000

Tabla 2.10. Datos de cortante y momento para elemento 1.

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

- Ecuaciones que gobiernan el estado del elemento 1:

$$R_1 = R_2 = \frac{P_{cc}}{2}; [lb]$$

Formula 2.114

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$V_{AB} = R_1; [lb]$$

Formula 2.115

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$V_{BC} = -R_2; [lb]$$

Formula 2.116

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

$$M_{AB} = \frac{P_{cc} * l}{2}; [lb - pu lg]$$

Formula 2.117

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

- Donde $l = 30$ in.

Con estas ecuaciones podemos hallar los valores de reacciones, cortantes y momentos del elemento (1), tabulados en el cuadro anterior.

Se puede ver en la tabla de datos obtenida, tenemos que el momento varía uniformemente en 7.500 lb-pulg por cada 1.000 lb de carga y el cortante varía en 500lb por cada 1.000 lb de carga y el cortante varía en 500 lb por cada 1.000 de carga.

Verificando esto, se puede seleccionar los perfiles laminados en caliente a utilizarse en la base. Para ello se seguirá el procedimiento descrito en la sección 1.5.1.4. del AISC, para determinar si la sección es compacta o no, y de acuerdo a ello poder definir el esfuerzo de flexión permisible. Los pasos a seguirse son²⁶:

1.- El patín debe estar continuamente conectado al alma. Todas las secciones a utilizarse cumplen.

2.- La relación $(b_f/2t_f)$ debe ser menor o igual a $65/\sqrt{F_y}$. Si se trabaja con perfiles A-36, se obtiene que $65/\sqrt{F_y}$ es igual a 10,8 psi. Se verifica si los perfiles a utilizarse cumplen con lo descrito anteriormente:

- C 7 # 9,8 : $b_f/2t_f = 2,125/(2*3/8) = 2.8 < 10,8$; por lo tanto si cumple.
- C 8 # 11,5 : $b_f/2t_f = 2,220/(2*3/8) = 2.8 < 10,8$; por lo tanto si cumple.
- C 9 # 13,4 : $b_f/2t_f = 2,375/(2*7/16) = 2.8 < 10,8$; por lo tanto si cumple.
- C 10 # 15,3: $b_f/2t_f = 2,625/(2*7/16) = 2.8 < 10,8$; por lo tanto si cumple.
- C 12 # 20,7: $b_f/2t_f = 3,000/(2*1/2) = 2.8 < 10,8$; por lo tanto si cumple.

3. La relación altura-espesor (d/t_w) del alma no debe exceder los siguientes valores:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{640}{\sqrt{F_y}} * \left(1 - 3,74 * \frac{f_a}{F_y} \right); \text{cuando } \frac{f_a}{F_y} \leq 0,16$$

Formula 2.118

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

²⁶ BATALLAS /BARRERA. Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico. 1994

$$\frac{d}{t_w} = \frac{257}{\sqrt{F_y}}; \text{cuando } \frac{f_a}{F_y} > 0,16$$

Formula 2.119

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Del análisis realizado se tiene que la fuerza axial actuante sobre el miembro es cero, por lo que se aplica la ecuación (1.134), cuyo valor d/t_w es igual a 106,7. Bajo este criterio se verifica los diferentes perfiles a utilizarse en la base:

- C 7 # 9,8 : $d/t_w = 7/(3/16) = 37.3 < 106,7$; por lo tanto si cumple.
 - C 8 # 11,5 : $d/t_w = 8/(1/4) = 32.0 < 106,7$; por lo tanto si cumple.
 - C 9 # 13,4 : $d/t_w = 9/(1/4) = 36.0 < 106,7$; por lo tanto si cumple.
 - C 10 # 15,3 : $d/t_w = 10/(1/4) = 40.0 < 106,7$; por lo tanto si cumple.
 - C 12 # 20,7 : $d/t_w = 12/(5/16) = 38.4 < 106,7$; por lo tanto si cumple

4. La longitud lateral sin soporte del patín de compresión debe ser menor a:

$$L_{c1} < \frac{76 * b_f}{\sqrt{F_y}} \quad \text{o,} \quad L_{c2} < \frac{20.000}{\left(\frac{d}{A_t}\right) * F_y}$$

Formula 2.120

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

- C 7 # 9,8 : $L_{c1} = 76 * 2,125 / (\sqrt{36}) = 27,0$ in.
 $L_{c2} = 20.000 / (9,14 * 36) = 60,0$ in.
- C 8 # 11,5 : $L_{c1} = 76 * 2,250 / (\sqrt{36}) = 28,5$ in.
 $L_{c2} = 20.000 / (9,08 * 36) = 61,2$ in.
- C 9 # 13,4 : $L_{c1} = 76 * 2,375 / (\sqrt{36}) = 30,0$ in.
 $L_{c2} = 20.000 / (8,95 * 36) = 62,0$ in.
- C 10 # 15,3 : $L_{c1} = 76 * 2,625 / (\sqrt{36}) = 33,3$ in.
 $L_{c2} = 20.000 / (8,81 * 36) = 63,0$ in.
- C 12 # 20,7 : $L_{c1} = 76 * 2,125 / (\sqrt{36}) = 27,0$ in.
 $L_{c2} = 20.000 / (8,13 * 36) = 68,4$ in.

De acuerdo a la verificación realizada en estos perfiles, se puede definir al esfuerzo admisible de la siguiente manera:

- C 7 # 9,8 : $F_b = 0,60$ $F_y = 21.600$ lb/pulg²; para una longitud de 30 in..
- C 8 # 11,5 : $F_b = 0,60$ $F_y = 21.600$ lb/pulg².; para una longitud de 30 in..
- C 9 # 13,4 : $F_b = 0,66$ $F_y = 23.760$ lb/pulg².; para una longitud de 30 in..
- C 10 # 15,3 : $F_b = 0,66$ $F_y = 23.760$ lb/pulg².; para una longitud de 30 in..
- C 12 # 20,7 : $F_b = 0,66$ $F_y = 23.760$ lb/pulg².; para una longitud de 30 in..

Donde $F_y = 36$ KSI = 36 Klb/pulg² = 36.000 lb/pulg²; acero A-36.

Determinados los esfuerzos permisibles y conocido el diagrama de carga actuante sobre la viga en diseño, se puede determinar los momentos máximos que pueden soportar los diferentes perfiles a utilizarse.

- C 7 # 9,8 : $M_{\text{máx}} = F_b \cdot S_{xx} = 21.600 \cdot 6.08 = 131.328$ lb-pulg
- C 8 # 11,5 : $M_{\text{máx}} = F_b \cdot S_{xx} = 21.600 \cdot 8.14 = 175.824$ lb-in.
- C 9 # 13,4 : $M_{\text{máx}} = F_b \cdot S_{xx} = 23.760 \cdot 10.60 = 251.856$ lb-in.
- C 10 # 15,3 : $M_{\text{máx}} = F_b \cdot S_{xx} = 23.760 \cdot 13.50 = 320.760$ lb-in.
- C 12 # 20,7 : $M_{\text{máx}} = F_b \cdot S_{xx} = 23.760 \cdot 21.50 = 510.840$ lb-in.

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Con esto se ha definido los perfiles a utilizarse en la base y la tabla que se resume los diferentes cálculos realizados y que se estandariza a continuación:

PERFIL DE LA BASE	CARGA MÁXIMA [LB]
C 7 # 9,8	17510,4
C 8 # 11,5	23443,2
C 9 # 13,4	33.580,2
C 10 # 15,	42.768,0
C 12 # 20,7	69.204.3

Tabla 2. 11. Estandarización de las bases de columnas.²⁷
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

2.4.24 DISEÑO DE LAS CARTELAS.

Los elementos que unen o conectan las correas exteriores de la estructura con el cuerpo o pared del tanque se llaman cartelas, son placas diseñadas para soportar las cargas que generan estas correas. Esquemas de la disposición de estas cartelas sobre el tanque y de carga se muestran en las Figuras respectivamente:

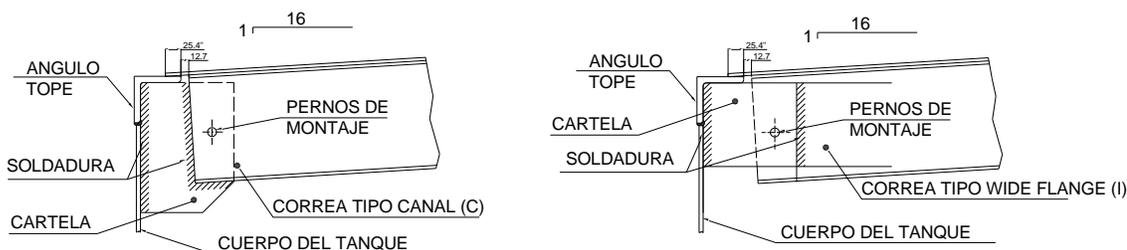


Figura 2.33. Disposición de las cartelas sobre el tanque.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

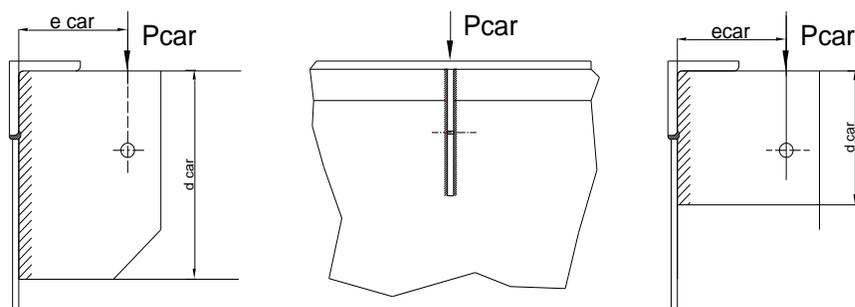


Figura 2.34. Esquema de carga sobre las cartelas.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Al observar las Figuras anteriores, la soldadura va a soportar una carga excéntrica, debido a que la carga en la cartela no pasa por el centro de gravedad de la soldadura. Esta excentricidad genera un cortante y un momento, por lo que la fuerza actuante sobre la soldadura será la suma de los vectores que generan tanto la fuerza cortante como el momento.

²⁷ BATALLAS /BARRERA. Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico. 1994

2.4.25 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LAS CARTELAS.

Previa a la elaboración de un procedimiento de diseño, se debe definir la geometría de la cartela. La Figura 2. 8, Nos muestra la forma en que se definen estos elementos.

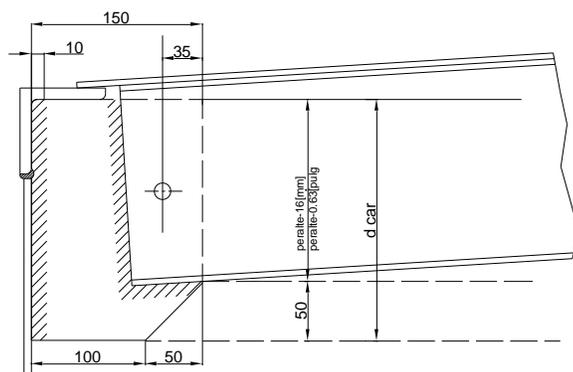


Figura 2.35. Geometría de la cartela para correas tipo canal.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

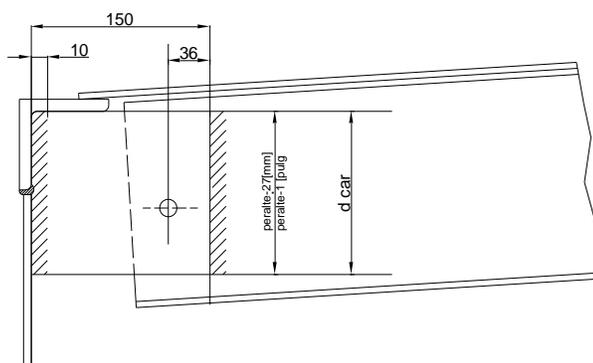


Figura 2.36. Geometría de la cartela para correas tipo ala ancha I.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- d_{car} : corresponde a la longitud de la soldadura.
 - Para correas tipo canal (C), $d_{car} = \text{Peralte de la correa} + 34 \text{ m}$.
 - Para correas tipo Wide flange (i), $d_{car} = \text{Peralte de la correa} - 27 \text{ mm}$.
- ϕ = diámetro mínimo del agujero de montaje, cuya carga se la determina tomando el peso propio de la correa por unidad de longitud, con una longitud de

30 ft. (9,144 mm) para correas tipo canal y 40 ft. (12,192 mm) para correas tipo I, adicionando 1/16" (1,6 mm) al diámetro, que es el valor recomendado para los agujeros de los pernos.

Estos valores se pueden ver en la Tabla 2.4.y Tabla 2.5, que se indica a continuación, dependiendo del perfil a utilizarse:

TIPO DE CORREA (CANAL)	D _{CAR} ϕ			
	[mm]	[pulg]	[mm]	[pulg]
C 3 # 4.1	110.2	4.3	6.4	1/4
C 4 # 5.4	135.6	5.3	6.4	1/4
C 5 # 6.7	161.0	6.3	7.9	5/16
C 6 # 8.2	186.4	7.3	7.9	5/16
C 7 # 9.8	211.8	8.3	7.9	5/16
C 8 # 11.5	237.2	9.3	9.5	3/8
C 9 # 13.4	262.6	10.3	9.5	3/8
C 10 # 15.3	288.0	11.3	9.5	3/8
C 12 # 20.7	338.8	13.4	11.1	7/16

Tabla 2. 12. Valores de d car y ϕ para correas Tipo Canal.

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

TIPO DE CORREA (SECCION I)	D _{CAR} ϕ			
	[mm]	[pulg]	[mm]	[pulg]
WF 6 # 9	125.4	5.0	9.5	3/8
WF 8 # 10	176.2	7.0	9.5	3/8
WF 10 # 12	227.0	9.0	9.5	3/8
WF 12 # 14	277.8	11.0	11.1	7/16
WF 12 # 16	277.8	11.0	11.1	7/16
WF 14 # 22	328.6	13.0	12.7	1/2

Tabla 2.13. Valores de d car. y ϕ para correas Tipo Ala Ancha I

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

▪ **Procedimiento de diseño de Cartelas.**

RESISTENCIA DEL ELECTRODO (KSI)	F_V (KSI)	F_R (KIP/IN.LINEAL)
60	18.0	0.796D
70	21.0	0.928 D
80	24.0	1.061 D
90	27.0	1.193 D
100	30.0	1.326 D
110	33.0	1.458 D

Tabla 2.14. Resistencia del electrodo.²⁸

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- F_V , es el esfuerzo cortante permisible de la soldadura.
- f_R , está basado en la dimensión normal de la raíz.
- D, tamaño de la soldadura por 1/16, en in.
- Kips= Klb/in (carga /unidad lineal).

Haciendo referencia a la tabla 2.7, se puede determinar el espesor mínimo de la cartela, de manera que, se evita sobreesfuerzo en el metal base:

TIPO DE ELECTRODO		GRADO 60, $F_V=18\text{KSI}$									
M A T E R I A L U N	Tamaño Soldadura (in.)	1/8	3/16	¼	5/16	3/8	7/16	½	5/8	¾	1
	Tensión: $F_t = 20.0$	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.80	0.96	1.27
	Cortante: $F_v = 13.0$	0.25	0.37	0.49	0.61	0.74	0.86	0.98	1.23	1.47	1.96
	Tensión: $F_t = 22.0$	0.15	0.22	0.29	0.36	0.43	0.51	0.58	0.72	0.87	1.16
	Cortante: $F_v = 14.5$	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88	1.10	1.32	1.76
	Tensión: $F_t = 14.5$	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.63	0.76	1.01

²⁸ AISC, Structural Steel Detailing, Pág 6-22.

I O N	25.2										
	Cortante: $F_v=$	0.19	0.28	0.38	0.47	0.56	0.66	0.75	0.94	1.12	1.50
	17.0										
	Tensión: $F_t =$	0.12	0.18	0.24	0.30	0.35	0.41	0.47	0.59	0.71	0.94
	27.0										
	Cortante: $F_v=$	0.18	0.27	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.88	1.06	1.42
	18.0										
Tensión: $F_t =$	0.11	0.16	0.21	0.27	0.32	0.37	0.43	0.53	0.64	0.85	
30.0											
Cortante: $F_v=$	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.8	0.96	1.27	
20.0											

Tabla 2.15. Espesor mínimo t en pulgadas de material, para balancear la carga de tensión y cortante inducida por soldaduras de filete de penetración normal²⁹

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Nota: la soldadura está especificada para procesos distintos al arco sumergido.

Los cálculos de espesor de las cartelas, realizados para las diferentes alternativas y diámetros de tanques, se puede definir un espesor seguro de cartela de $\frac{1}{4}$ " (6.4mm), con soldadura de ϕ 1/8" (3,2 mm) de 60 kips de resistencia.

2.4.26 DISEÑO DEL DISCO CENTRAL.

La parte superior de la columna está formada por un disco sobre el que se apoyarán las correas, el mismo que está diseñado para soportar las cargas que generan éstas y que se lo define como una placa de sección circular. Un esquema de la disposición de este disco se puede ver en la siguiente Figura:

²⁹ Structural Steel Detailing, **Fuente:** AISC

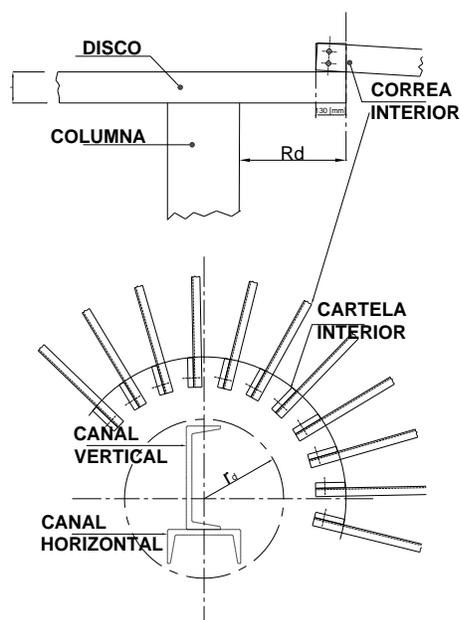


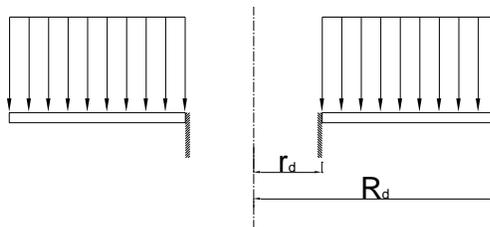
Figura 2.37. Disposición del disco de la columna central
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Las fórmulas de cálculo para la placa circular son extremadamente complicadas y la aplicación de las ecuaciones que se generan se dificulta por el hecho de que siempre debe hallarse constantes de integración, a partir de las condiciones de apoyo, para luego resolver complicadas ecuaciones: es por eso que para la solución de los diferentes tipos de placas se utilizarán fórmulas obtenidas a partir de los métodos exactos que proporciona la teoría de la elasticidad.³⁰

2.4.26.1 Procedimiento de cálculo del disco.

Para poder definir el diámetro y espesor del disco a utilizarse se necesita conocer la altura y el diámetro del tanque. Los esquemas de cálculo de placas a utilizarse se muestran en las Figuras 2.34 (a y b), y su aplicación dependerá del radio de la placa.

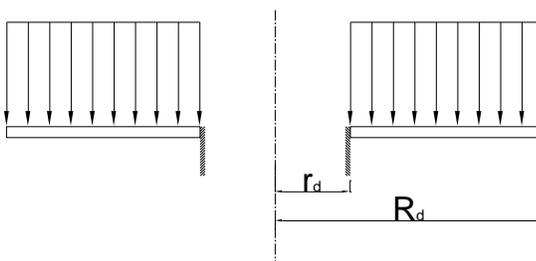
³⁰ LEVY GILDA, Resistencia de Materiales, Tomo II, Pág 262-278, Flexión de placas circulares, sometidas a cargas simétricas.



$$\sigma_{\max} = Kq \frac{R_d^2}{h}$$

$$q = \frac{P_{cc}}{A_c}$$

(a). Discos de radio menor a 381 mm.



$$\sigma_{\max} = Kq \frac{R_d^2}{h}$$

$$q = \frac{P_{cc}}{A_c}$$

(b). Discos de radio mayor a 381 mm.

Figura 2.37.1 Esquema de cálculo para Disco Central.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Conocidos estos datos se puede definir el procedimiento de cálculo del disco como sigue.

Determinación del radio exterior de la placa R_d .

El radio del disco se lo determina en base a la siguiente ecuación:

$$R_d = \frac{N * (b_f + 1,2)}{2\pi} + 13 \text{ [cm]}$$

Formula 2.125

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- R_d = radio exterior del disco, en cm., no menor al radio de la columna mas 2,5 cm.
- N = número de correas seleccionadas.
- b_f = ancho del patín a utilizarse, en cm.

.ANCHO PATIN C.		
Tipo Correa Interior	b_f [pulg]	b_f [cm]
C 3 # 4.1	1,41	3,5814
C 4 # 5.4	1,584	4,02336
C 5 # 6.7	1,75	4,445
C 6 # 8.2	1,92	4,8768
C 7 # 9.8	2,09	5,386
C 8 # 11.5	2,26	5,7404
C 9 # 13.4	2,433	6,17982
C 10 # 15.3	2,6	6,604
C 12 # 20.7	2,942	7,47268

Tabla 2. 16. Valor del ancho del patín de correas Tipo Canal C.
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

ANCHO PATIN WF.		
Tipo Correa Interior	b_f [pulg]	b_f [cm]
WF 6 X 9	3,94	10,0076
WF 8 X 10	3,94	10,0076
WF 10 X 12	3,96	10,0584
WF 12 X 14	3,97	10,0838
WF 12 X 16	3,99	10,1346
WF 14 X 22	5	12,7

Tabla 2. 17. Valor del ancho del patín de correas Tipo Ala Ancha WF o Perfil I
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

- **Determinación del radio interior de la placa r_d .**

El radio interior del disco es una función del tipo de columna a utilizarse. Para columnas tubulares el radio interior es el radio exterior del tubo, y para secciones

armadas se define al radio interior del disco como la distancia desde el centro de gravedad de la sección al extremo del perfil

- **Determinación del espesor de la placa.**

Para determinar el espesor de la placa tenemos las siguientes condiciones:

1. Si $R_d < 381$ mm. (15 pulg), se utiliza el esquema de la Figura 2.34 (a), y el espesor del disco se define por:

$$h = \sqrt{1.5 * \frac{K * P_{cc} * R_d^2}{\sigma_{perm} * A_c}} \text{ [cm]}$$

Formula 2.126

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- h = Espesor del disco [cm]
- P_{cc} = Carga en la columna central, [Kg]
- σ_{perm} = esfuerzo permisible = $0,6 F_y$, [Kg/cm²]
- A_c = Área calculada = $\pi * (R_d^2 - r_d^2)$ [cm²].
- K = Constante que se determina en base a la relación R_d/r_d , de la siguiente tabla:

R_d/r_d	1.25	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
K	0.135	0.410	1.040	2.150	2.990	3.690

Tabla 2. 18. Calculo de la relación R_d/r_d , para $R_d < 381$ mm
Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

2. Si $R_d > 381$ mm. (15 pulg), se utiliza el esquema de la Figura 1.52, y el espesor del disco se define por:

$$h = \sqrt{1.5 * \frac{K * P_{cc} * R_d^2}{\sigma_{perm} * A_c}} \text{ [cm]}$$

Formula 2.127

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

Donde:

- h = Espesor del disco [cm]
- P_{cc} = Carga en la columna central, [Kg]
- σ_{perm} = esfuerzo permisible = $0,6 F_y$, [Kg/cm²]
- A_c = Área calculada = $\pi \cdot (R_d^2 - r_d^2)$ [cm²].
- K' = Constante que se determina en base a la relación R_d/r_d , de la siguiente tabla:

R_d/r_d	1.25	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
K'	0.122	0.336	0.740	1.210	1.450	1.590

Tabla 2. 19. Calculo de la relación R_d/r_d , para $R_d > 381$ mm

Fuente: Los autores y diseñadores de tanques API 650.

El Anexo 2 Memoria de Cálculo para Tanques de Techo Cónico, se muestra un ejemplo de cálculo detallado del cascarón del tanque, accesorios y de la estructura metálica soportante del techo para tanques de techos cónicos.

2.5 METODOLOGÍA OMT (OBJECT MODELING TECHNIQUE)

Es la metodología desarrollada en "Research and Development Center" de la empresa *General Electric* a finales de los años 80. Se divide en cuatro fases consecutivas que puede ser aplicada en diferentes metodologías de desarrollo de sistemas como son la secuencia, la espiral o la incremental.

De fácil desarrollo que se centra principalmente en el análisis y diseño del sistema antes que en la implementación por lo que la probabilidad de fallos es muy reducida y la de tener un sistema robusto y estable muy elevada lo cual ha resultado que sea implementado en muchas instituciones.

En la siguiente **Figura** podemos observar las 4 fases del modelo incremental:

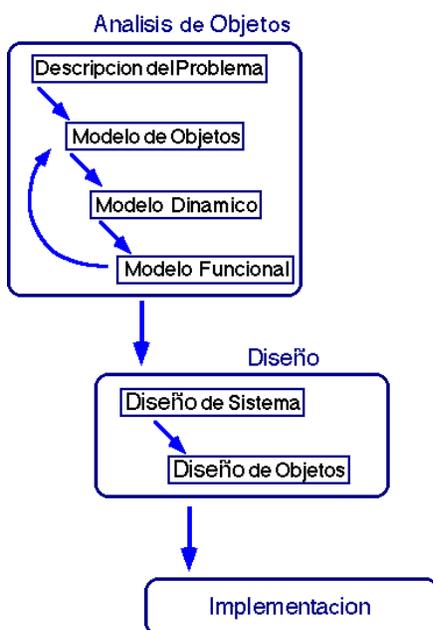


Figura. 2.38 Ciclo de vida OMT
Fuente: Sitio web pisuerga.inf.ubu.es

Las fases que conforman a la metodología OMT son:

2.5.1 ANÁLISIS.

Se construye un modelo de lo que va a hacer el sistema, mostrando sus propiedades más importantes. El modelo de análisis es una idea resumida y precisa de lo que debe de hacer el sistema deseado y no de la forma en que se hará. Un

buen modelo debe poder ser entendido y criticado por expertos en el dominio del problema que no tengan conocimientos informáticos.

Pasos a seguir en el análisis:

1.- Se obtiene una **descripción inicial del problema.**- Lo que significa que se concentran en tener la misma concepción del problema tanto el desarrollador como el cliente.

2.- Se construye el **modelo de objetos** y sus relaciones.- Su función es la de describir la estructura estática del software, se conceptualizan los conceptos de los datos que son los más importantes para la aplicación.

Después se describen gráficamente las clases y sus relaciones.

3.- Se construye el **MODELO DINÁMICO** que es la representación de los aspectos temporales de comportamiento de control del sistema mediante la secuencia de operaciones en el tiempo.

Pasos para implementarlo:

Se captura la secuencia de las operaciones en el tiempo.

Se muestra el control sin importar que haga exactamente las operaciones.

Se representa por un diagrama de estados. Entiéndase por estado el conjunto de valores para sus atributos en un determinado momento, el cual cambia recibir un estímulo que se denomina evento.

4.- Se representa los aspectos transformacionales de función del sistema mediante la transformación de valores de los datos, mediante los diagramas de flujo. Este es lo que se paso a denominar el **Modelo Funcional.**

Cada modelo describe un aspecto del sistema pero contiene referencias a los demás modelos por lo que están totalmente interconectados.

Los pasos para construir el modelo funcional son:

- ❖ Se identifica los valores de salida y de entrada

Se construye los diagramas de flujos de datos que muestren las dependencias funcionales descripción de las funciones identificación de restricciones especificación de los criterios de optimización.

2.5.1.1 Definiciones comúnmente usadas en fase de Análisis

A continuación se detallan algunos conceptos generalmente usados en esta fase de desarrollo.

2.5.1.2 Clases y Objetos

Los objetos y sus componentes se representan gráficamente en OMT de forma que es posible obtener una idea de los elementos que intervienen en el sistema estudiando el modelo. Los elementos y sus características con representación gráfica son los siguientes:

- ❖ **Objetos.** Un objeto es un concepto, abstracción o cosa con límites bien definidos y con significado a efectos del problema que se tenga entre manos.
- ❖ **Clases.** Describe un grupo de objetos con propiedades (atributos) similares, con relaciones comunes con otros y con una semántica común.
- ❖ **Diagramas de objetos.** Proporcionan una anotación gráfica formal para el modelado de objetos, clases y sus relaciones entre sí, son útiles, tanto para el modelado abstracto como, para diseñar programas reales. Hay dos tipos de diagramas de objetos.
- ❖ **Diagrama de clases.** Esquema, patrón o plantilla para describir muchas instancias de datos posibles.
- ❖ **Diagrama de instancias.** Describe la forma en que un cierto conjunto de objetos se relacionan entre sí.
- ❖ **Atributos.** Los objetos pertenecientes a una clase presentan características que en OMT se denominan atributos. Sin embargo, no se deben confundir los atributos, que son características que todos los objetos de una clase comparten, con otros objetos que pueden formar parte del objeto que estamos tratando.
- **Operaciones y métodos.** Del mismo modo que los objetos en OMT se pueden representar las operaciones que se realizan sobre ellos o que éstos realizan sobre otros objetos del sistema. Los objetos realizan acciones sobre otros objetos y definen acciones que se realizan sobre ellos mismos. Los objetos de una misma clase comparten estas operaciones, aunque también pueden añadir otras nuevas

que no se definan en su clase a medida que se especializa el objeto en otras subclases.

2.5.1.3 Enlaces y Asociaciones

Las relaciones entre clases determinan el comportamiento del sistema y constituyen una parte muy importante del mismo ya que mediante las relaciones definimos el comportamiento.

Además las relaciones tienen una serie de características que son de interés para el modelado del sistema.

- **Relaciones.** En OMT se identifican a través de enlaces: conexiones físicas o conceptuales entre casos concretos de objetos. Una asociación en OMT abstrae un conjunto de enlaces con una estructura y un significado común. Desde el punto de vista de la implementación, una asociación es un puntero que apunta desde un objeto a otro.
- **Multiplicidad.** Este término se encuentra relacionado con las asociaciones e indica el número de casos concretos de una clase que puede relacionarse con otro caso concreto. Las relaciones más frecuentes son las binarias, aunque pueden darse de cualquier orden.

2.5.1.4 Conceptos Avanzados de Enlaces y Asociaciones

- **Atributos de los enlaces.** Los enlaces así como los objetos pueden tener atributos, que son propiedades de los enlaces de una asociación.
- **Modelado de una asociación en forma de clase.** A veces resulta conveniente modelar las asociaciones como clases en lugar de cómo relaciones, cuando los enlaces pueden participar en asociaciones con otros objetos o están sometidos a operaciones.
- **Clasificación.** También podemos encontrar en una asociación de objetos que pertenecen a una clase con multiplicidad “muchos” que deben estar ordenados. Esta característica de los objetos es una restricción, ya que implica una condición que deben cumplir los elementos de la clase.

- **Cualificación.** Las asociaciones muchos a muchos y uno a muchos pueden ser calificadas mediante un elemento calificador que reduce el conjunto de objetos relacionados, indicando un subconjunto de la clase que se califica en la asociación. Las asociaciones que se pueden calificar son las de multiplicidad uno a muchos y muchos a muchos.
- **Agregación.** Las relaciones de agregación son para OMT formas de asociación del tipo “es parte de”, como tales se definen entre una clase agregado y una clase componente y se indican con un rombo en la parte de la clase que actúa como continente. Las relaciones de agregación se establecen en los llamados objetos compuestos que contienen otros objetos y éstos pueden ser de dos tipos: aquellos que tienen existencia física más allá del objeto agregado, y los que no pueden existir sin el objeto agregado.

2.5.1.5 Generalización y Herencia

En el paradigma de la orientación a objetos uno de los elementos más importantes es la herencia. La cualidad que permite que los objetos hereden las características (atributos) y las operaciones (métodos) dentro de una estructura jerárquica conlleva una serie de consecuencias de máxima relevancia a la hora de diseñar un sistema informático. Los objetos heredan un comportamiento que puede ser modificado y unas estructuras de datos de forma que se permite y se facilita la reutilización de las clases y del código que implementa sus funcionalidades.

Ambos conceptos van unidos: herencia y estructura jerárquica, de forma que la herencia se produce por la existencia de una estructura entre los componentes del sistema y la estructura se consigue en la implementación del código a través de la herencia en los lenguajes orientados a objetos. La herencia está íntimamente relacionada con la forma concreta en que un lenguaje implementa la generalización, que es un término más abstracto.

- La generalización es la relación que existe entre una clase y las subclases que se derivan de la misma. A partir de una versión “en bruto” se generan

versiones más especializadas de la misma que añaden características y operaciones. La superclase es la versión general y las subclasses son especializaciones de la superclase. Las generalizaciones pueden tener discriminadores que indican qué aspecto de la superclase está siendo utilizado para obtener subclasses más concretas.

- Anulación. Al implementar la herencia nos encontramos en numerosas ocasiones que las subclasses redefinen operaciones que ya han sido definidas en las superclases. Las razones para esta nueva implementación de operaciones que existen en las superclases son variadas, a veces simplemente se le añaden nuevas acciones que van en consonancia con las nuevas características que añade la subclase; otras, se consigue optimizar las operaciones debido a que las subclasses tienen características nuevas que lo permiten, y a veces se produce por una mala práctica de análisis donde no se prevén las operaciones de manera óptima.

2.5.1.6 Agrupación de entidades

Los elementos que hemos estudiado en el Modelo de Objetos se pueden agrupar para construir el modelo completo, así, las clases, las asociaciones y las generalizaciones forman lo que se denomina módulo y varios módulos forman el modelo de objetos. En un módulo no se deben repetir los nombres de las clases y de las asociaciones, aunque se puede hacer referencia a la misma clase dentro de distintos módulos. También se definen las denominadas hojas que se utilizan para descomponer un Modelo de Objetos en unidades que podemos manejar. Una hoja es una parte de un módulo que podemos manejar con facilidad, sea en el formato que sea.

• NOTACIONES DEL MODELADO DE OBJETOS

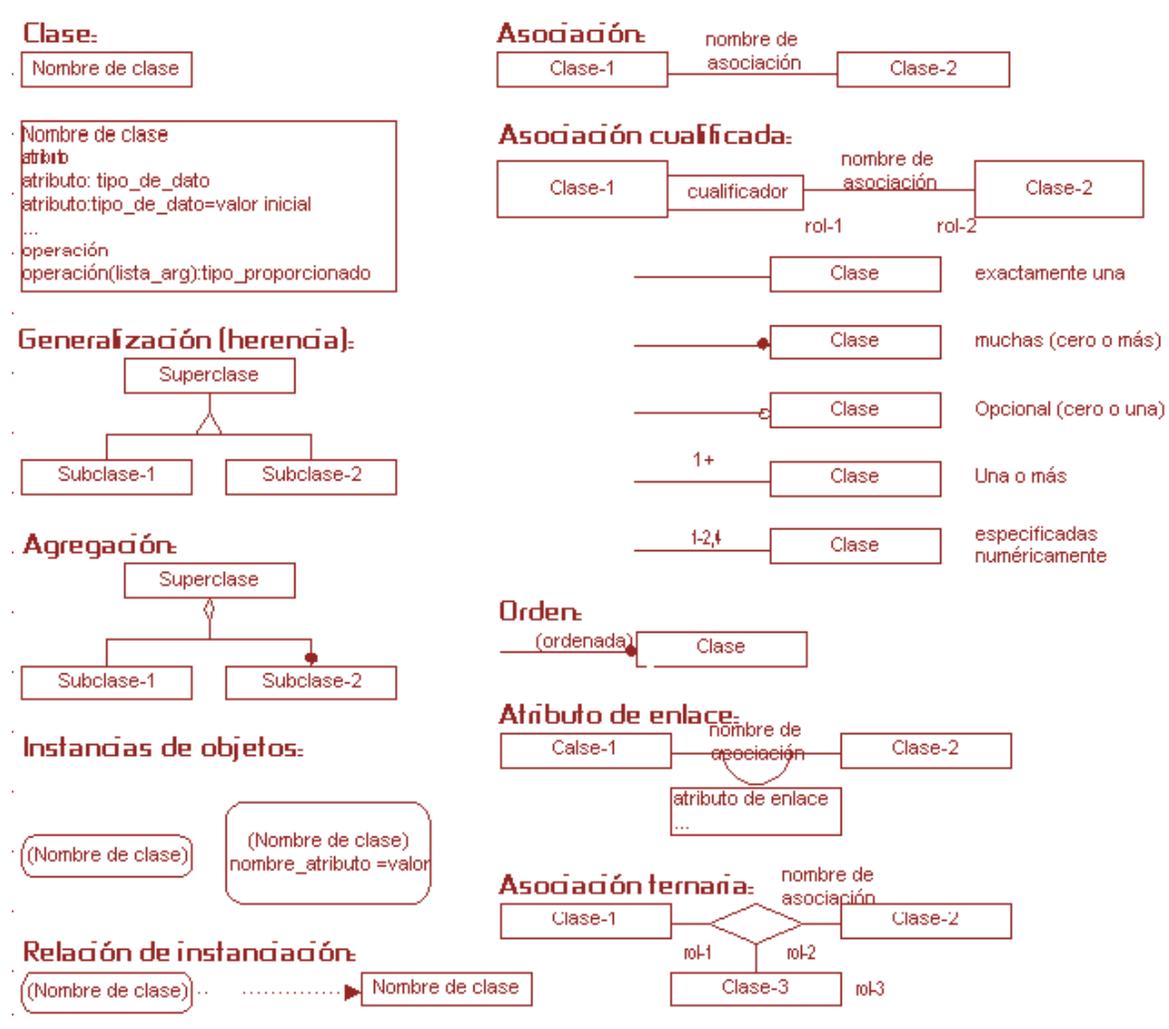


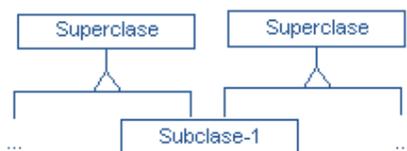
Figura 2.39 Notaciones Del Modelado De Objetos
 Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

• NOTACIONES DEL MODELADO AVANZADO DE OBJETOS

Operación abstracta



Herencia múltiple



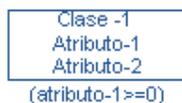
Atributos de clase y operaciones de clase



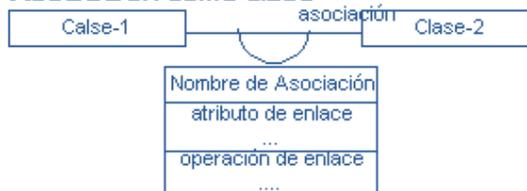
Propagación de operaciones



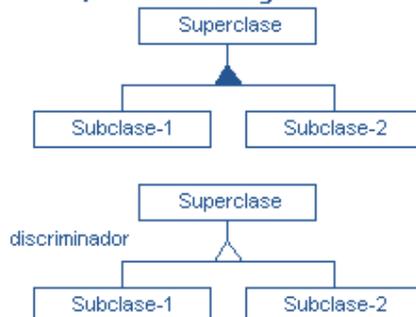
Restricciones en objetos



Asociación como clase



Propiedades de generalización



Atributo derivado Clase derivada



Asociación derivada



Restricciones entre asociaciones

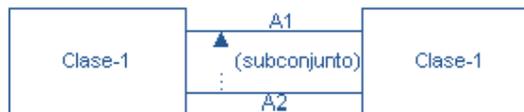


Figura 2.40 Notaciones Del Modelado Avanzado de objetos.
Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

• NOTACIONES PARA EL MODELO DINAMICO

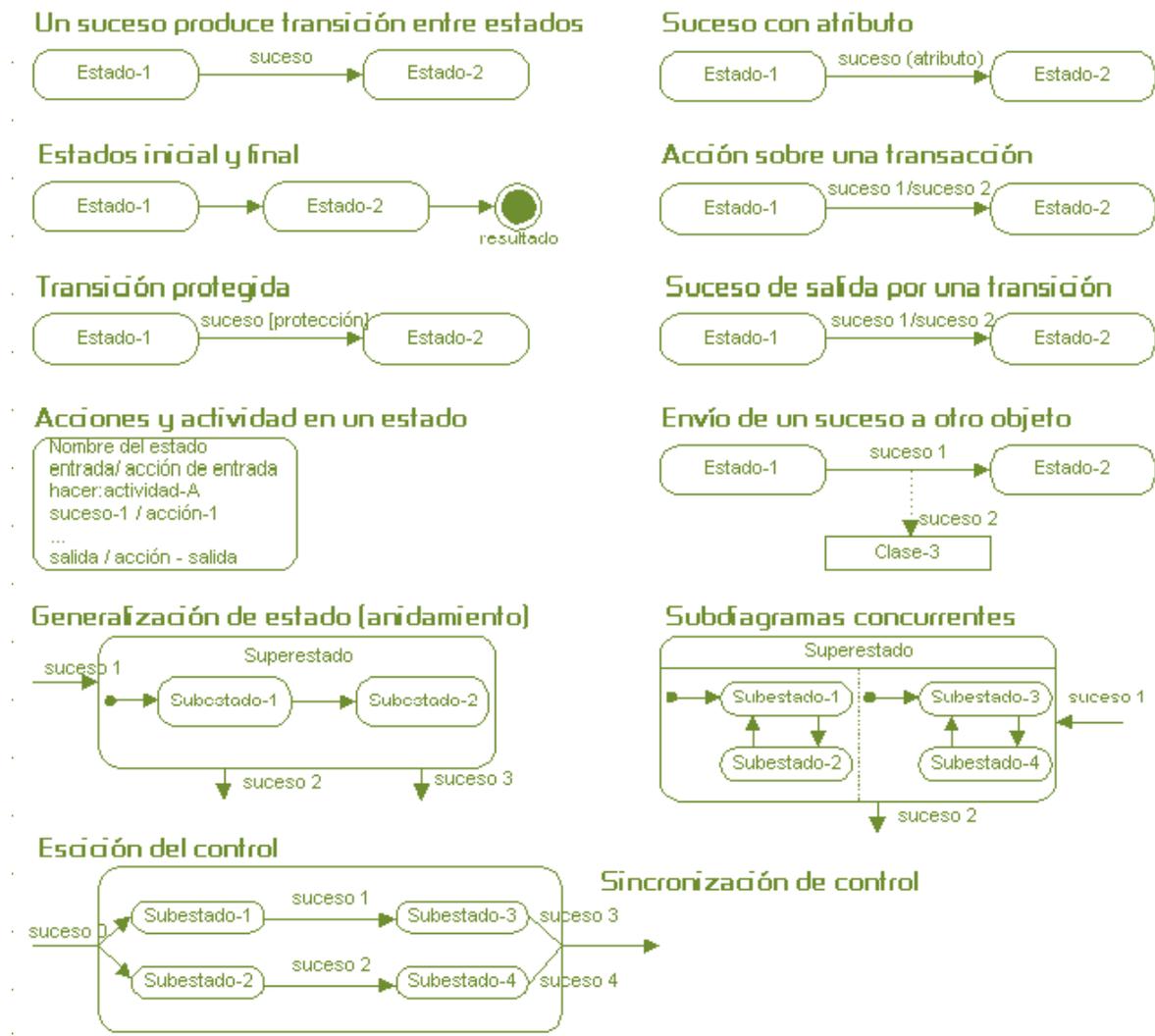


Figura 2.41 Notaciones MODELO DINÁMICO
Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

- **NOTACIONES PARA EL MODELO FUNCIONAL**

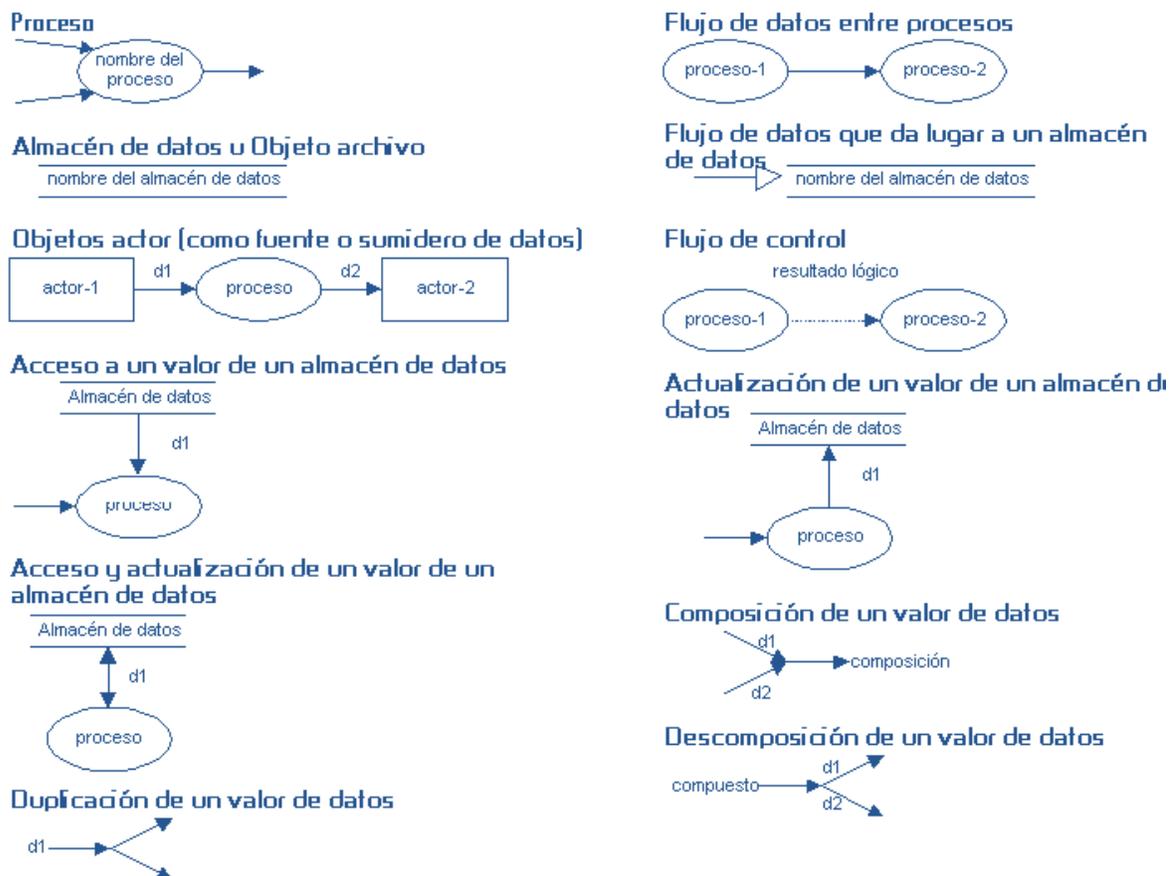


Figura 2.42 Notaciones Del Modelado Funcional
Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

- **Diseño del sistema.** El diseñador del sistema toma decisiones de alto nivel sobre la arquitectura del mismo. Durante esta fase el sistema se organiza en subsistemas basándose tanto en la estructura del análisis como en la arquitectura propuesta. Se selecciona una estrategia para afrontar el problema.

Se propone en esta fase aplicar lo siguiente:

- Organizar el sistema en subsistemas,
- identificar la concurrencia inherente en el problema,

- asignar los subsistemas a procesadores y a tareas,
- Seleccionar las políticas de almacenamiento de los datos, archivos y base de datos,
- Implementar las seguridades a los recursos globales después de identificarlos,
- Seleccionar una aproximación para implementar el control del software.

❖ **Diseño de objetos.** En esta fase se construye un modelo de diseño basándose en el modelo de análisis, netamente en el problema, pero incorporando detalles de implementación teniendo en cuenta el ambiente en el que se implementará. El diseño de objetos se centra en las estructuras de datos y algoritmos que son necesarios para implementar cada clase. OMT describe la forma en que el diseño puede ser implementado en distintos lenguajes (orientados y no orientados a objetos, bases de datos, etc.).se siguen las siguientes etapas:

Obtención de las operaciones para el modelo de objetos en base a los demás modelos,

Diseño de algoritmos para la implementación de las operaciones,

Obtención de las vías de accesos a los datos,

Implementar el control del software completando la aproximación seleccionada durante el diseño del sistema,

Incrementar la herencia en sumo posible,

Diseño de la implementación de las asociaciones,

Se determina la representación exacta de los atributos que son objetos,

Empaquetamiento de las clases y de las asociaciones en módulos.

2.5.2 IMPLEMENTACIÓN.

Las clases de objetos y relaciones desarrolladas durante el análisis de objetos se traducen finalmente a una implementación concreta. Durante la fase de implementación es importante tener en cuenta los principios de la ingeniería del software de forma que la correspondencia con el diseño sea directa y el sistema implementado sea flexible y extensible.

2.6 METODOLOGÍA MODELO INCREMENTAL

2.6.1 DEFINICIÓN.

Surge en los años 1980 fue propuesto por Mills, surge como una forma de reducir la repetición del trabajo en el proceso de desarrollo y dar una oportunidad de poder evolucionar la toma de requerimientos a medida que se evoluciona con el sistema y se adecuan a su funcionamiento. Se la formulo para tener soluciones rápidas a los problemas que aquejan a la empresa, sin tener que esperar grandes periodos de tiempo.

En cada prototipo se da por hecho que se necesitan varias interacciones para tener un producto funcional final como son solo prototipos están plagados de errores que pueden congelar todo el sistema causando malestar al cliente, en el modelo incremental, cada incremento es funcional real, lo que significa que contiene un número muy reducido de errores y que no es necesario volver a repetir todo el programa.

En la siguiente **Figura** se puede observar el Proceso modelo incremental.

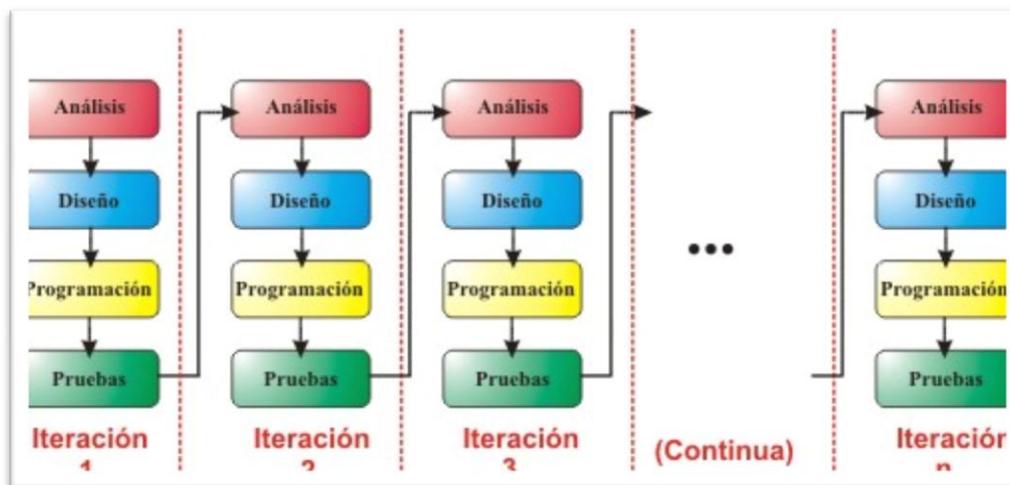


Figura 2.43 Proceso modelo incremental.
Fuente: Sitio web xherrer334.blogspot.es

Como se puede apreciar en la Figura, cada incremento está formado por fases como análisis, diseño, programación y pruebas.

Lo cual hace que el resultado final sea lo más acertado posible y que los requerimientos del cliente sean resueltos según el grado de urgencia teniendo una prioridad mayor a soluciones más urgentes.

Esto supone unas serias ventajas tanto para el cliente como para el desarrollador. Por una parte el cliente está satisfecho que se hayan solucionado sus problemas inmediatos en un plazo corto, además el aprendizaje del programa va a ser progresivo, lo que significa menos tiempo de capacitación.

El programador se beneficia al poseer una menor cantidad de información que procesar, por lo tanto el desarrollo de los diagramas son más sencillos y el apareamiento de errores se reduce notablemente.

Por lo que los problemas, imprevistos al momento del desarrollo, hacen más notoria su presencia, que en otros modelos, de tal forma que pueden ser solucionados anticipadamente lo que reduce el tiempo de ensayos o pruebas.

2.6.2 EJEMPLO DE MODELO INCREMENTAL APLICADA LA METODOLOGÍA OMT.

2.6.2.1 Sistema de cajero automático

Diseñar el software para dar soporte a una red bancaria automatizada, que incluya tanto cajeros humanos como cajeros automáticos (CA), y que deberán ser compartidos por un consorcio de bancos sean públicos o privados. Cada banco proporciona sus propias computadoras para mantener sus cuentas y procesar transacciones relativas a ellas. Las terminales de cajero son propiedades de cada banco, y se comunican directamente con las computadoras del banco. Los cajeros humanos insertan los datos de la cuenta y de la transacción. Los cajeros automáticos se comunican con una computadora central que aprueba las transacciones con los bancos adecuados. Los cajeros automáticos admiten tarjetas, interactúan con el usuario, se comunican con el sistema central para llevar a cabo la transacción, entregan dinero e imprimen recibos. El sistema necesita mantener unos registros adecuados y también las oportunas medidas de seguridad y debe admitir accesos concurrentes a una misma cuenta de forma correcta. Los bancos proporcionarán su propio software para sus computadoras; el analista debe diseñar el software para los CA y para la red. El coste del sistema compartido será prorrateado entre los bancos de acuerdo con el número de clientes que tengan sus tarjetas de crédito.

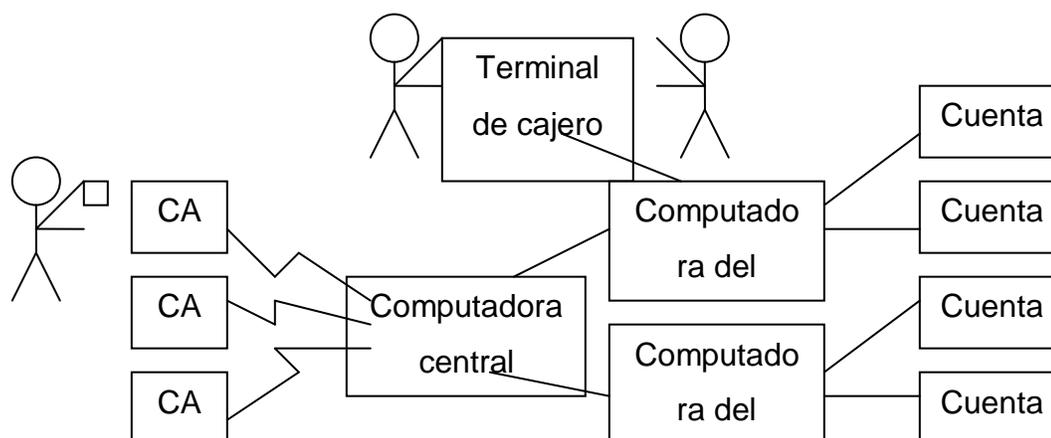
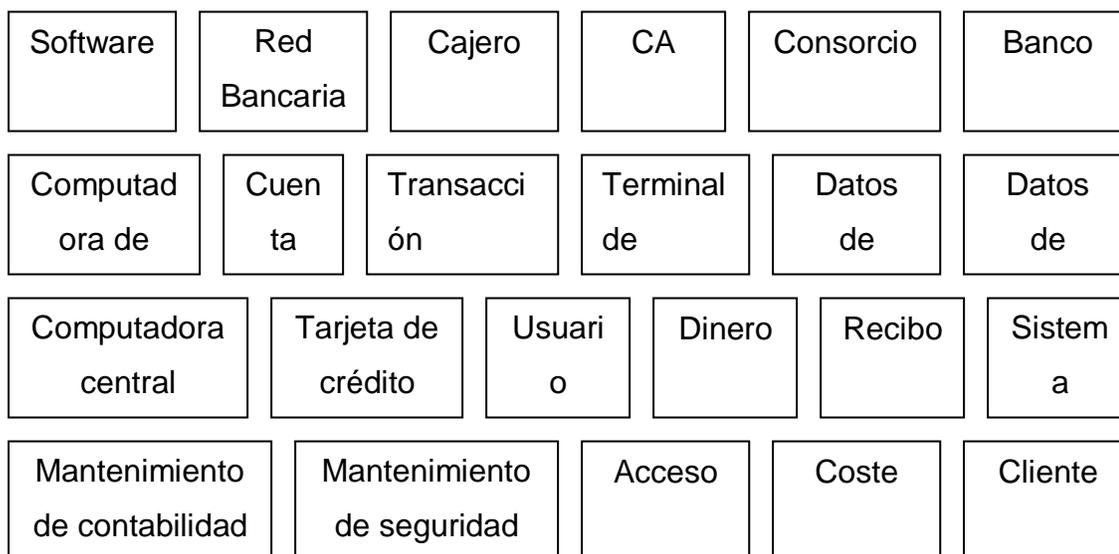


Figura 2.44 Una red de CA
Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

2.6.2.2 Análisis

2.6.2.2.1 Modelo de objetos

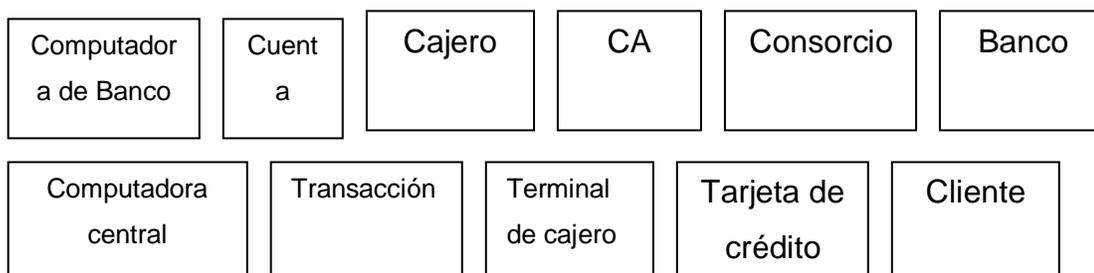
- **Identificar los objetos y la clase.**



- **Clases extraídas de los nombres de definición del problema**



- **Clases de CA identificadas a partir del conocimiento del dominio del problema**



2.6.2.3 Preparar un diccionario de datos

Cuenta: Cuenta individual de un banco a la cual se le pueden aplicar transacciones. Las cuentas pueden ser de varios tipos; como mínimo serán de ahorro o a la vista.

CA: Punto que permite a los clientes introducir sus propias transacciones empleando una tarjeta de crédito como identificación.

Banco: Una institución financiera que tiene cuentas para clientes y que proporciona tarjeta de crédito que autorizan para acceder a dichas cuentas a través de la red de CA.

Computadora de banco: Computadora de un banco, que tiene una interfaz con la red de CA, y con los puestos de cajeros del propio banco.

Tarjeta de Crédito: Tarjeta que le ha sido asignada a un cliente del banco, y que le autoriza para acceder a cuentas empleando un CA.

Cajero: Empleado de un banco que está autorizado para efectuar transacciones en los terminales de cajero y para admitir y proporcionar dinero y cheques a los clientes.

Computadora central: Verifica los códigos de los bancos, pero no procesa directamente las transacciones.

Consorcio: Organización de los bancos que contrata y explota la red de CA. La red sólo admite transacciones para los bancos del consorcio.

Cliente: Poseedor de una o más cuentas de un banco.

Transacción: Única solicitud completa de operaciones que afecta a cuentas de un solo cliente.

2.6.2.4 Diccionario de datos para las clases de CA.

Identificar asociaciones entre objetos

- Locuciones Verbales,
- La red bancaria incluye cajeros y CA,
- El consorcio comparte los CA,
- El banco proporciona la computadora del banco,
- La computadora del banco proporciona las cuentas,
- La computadora del banco procesa las transacciones de cada cuenta,

2.6.2.5 Modelado Dinámico

Se preparan escenarios de secuencias típicas de interacción.

- El CA pide al usuario que inserte una tarjeta; el usuario inserta una tarjeta de crédito.
- El CA admite la tarjeta y lee su número de serie.
- El CA solicita la contraseña; el usuario escribe “1234”.
- El CA verifica el número de serie y la contraseña con el consorcio; esta la comprueba con el banco “39” y notifica la aceptación al CA.
- El CA pide al usuario que seleccione la clase de transacción que desea (retirar fondos, hacer un ingreso o una transferencia); el usuario selecciona retirar fondos.
- El CA verifica que la cantidad se encuentre dentro de los límites de crédito predefinidos, y pide al consorcio que procese la transacción; éste pasa la solicitud al banco, que eventualmente confirma el éxito de la misma y proporciona el nuevo saldo disponible en cuenta.
- El CA proporciona el dinero y pide al usuario que lo recoja; éste toma el dinero.
- El CA pregunta si el usuario desea continuar; éste dice que no.
- El CA imprime un recibo, expulsa la tarjeta y pide al usuario que la recoja; el usuario toma el recibo y la tarjeta.
- El CA pide a un usuario que inserte una tarjeta.

2.6.2.6 Escenario normal de un CA.

- El CA pide al usuario que inserte una tarjeta; inserta una tarjeta de crédito.
- El CA admite la tarjeta y se lee un número de serie.
- El CA solicita la contraseña; el usuario escribe “9999”.
- El CA verifica el número de serie y la contraseña con el consorcio, que los rechaza después de consultar con el banco adecuado.

- El CA indica que la contraseña es incorrecta, y pide al usuario que vuelva a escribirla; éste usuario escribe “1234”, y la tarjeta es admitida por el consorcio tras verificar el CA.
 - El CA pide al usuario que seleccione la clase de transacción que desea; el usuario selecciona una retirada de fondos.
 - El CA pregunta la cantidad de dinero; el usuario cambia de opinión y pulsa “cancelar”.
 - El CA expulsa la tarjeta y pide al usuario la recoja, el usuario la recoge.
 - El CA pide a un usuario que inserte una tarjeta.
- **Un escenario de CA con excepciones.**

Se identifican sucesos que actúen entre objetos.

▪ **Formato de la interfaz**

Se prepara un seguimiento de sucesos para cada escenario.

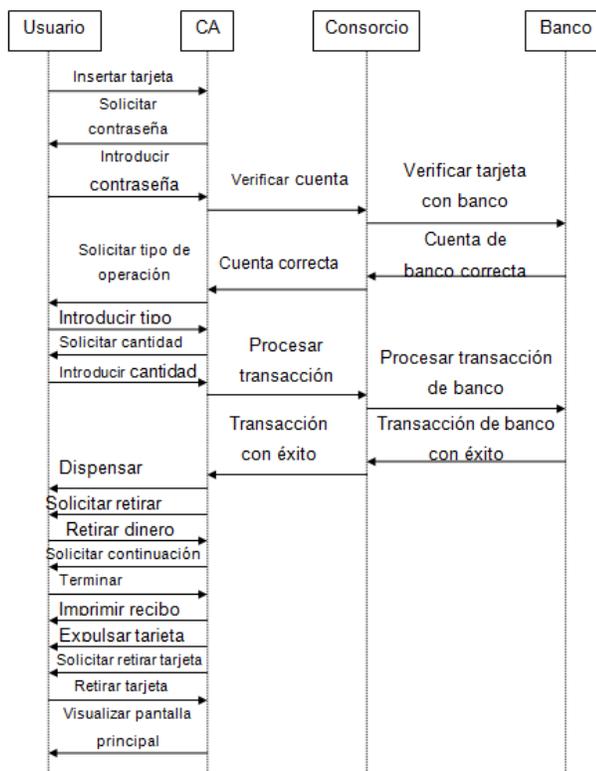


Figura. 2.45 Diagrama de seguimiento
Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

2.6.2.7 Diagrama de flujo de sucesos para el ejemplo de CA.

2.6.2.7.1 Diagrama de estados para la clase CA.

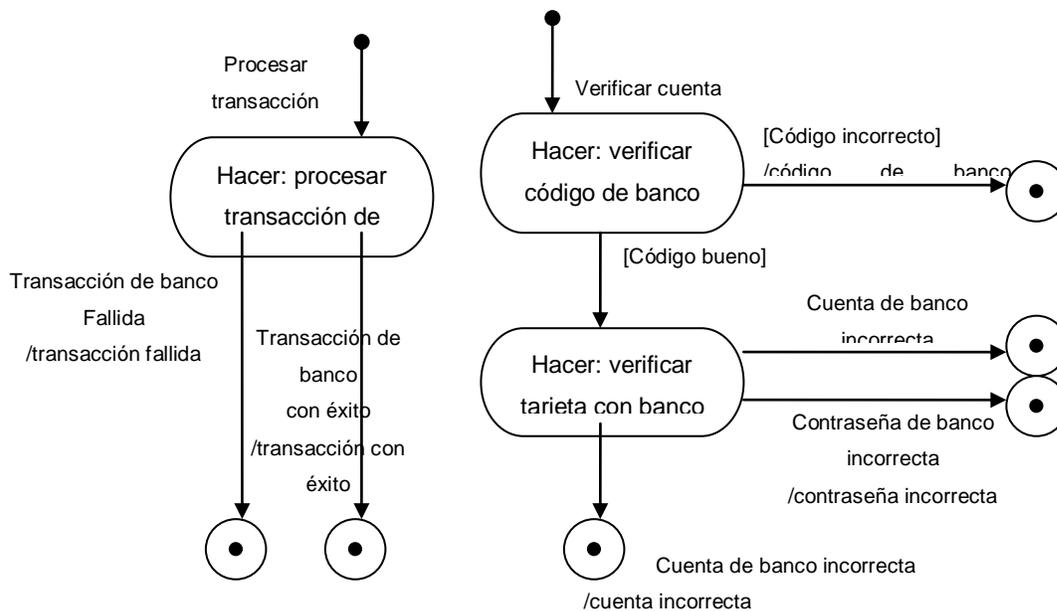


Figura. 2.46 Diagrama de estados para un cajero
Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

Se comparan los sucesos intercambiados entre objetos para verificar la congruencia.

2.6.2.8 Modelo Funcional

2.6.2.8.1 Identificar los valores de entrada y salida.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para el escenario de Cajero automático.

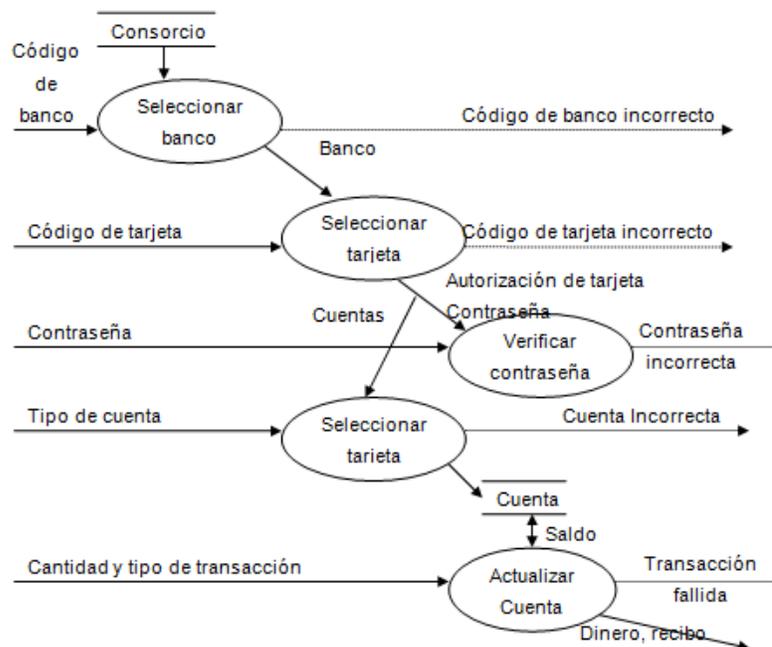


Figura. 2.47 Diagrama de flujo de datos para el proceso efectuar transacción en un Cajero Automático.

Fuente: Metodología OMT (RUMBAUGH) [PDF]

2.6.2.9 Describir funciones.

Actualizar cuenta (cuenta, cantidad, tipo-de-transacción) -> dinero, recibo, mensaje

- ✓ Si la cantidad que se intenta retirar supera el saldo disponible,
- ✓ Rechazar la transacción y no entregar ningún dinero.
- ✓ Si la cantidad que se intenta retirar no supera el saldo disponible,
- ✓ Cargar el importe y dispensar el efectivo solicitado,
- ✓ Si la transacción es un ingreso,
- ✓ Abandonar el importe y no dispensar efectivo,
- ✓ Si la transacción es una petición de saldo.
- ✓ No dispensar efectivo.

2.7 EVALUACION DE SOFTWARE

Para la evaluación del sistema se ha contemplado realizar pruebas de usabilidad y de aceptación.

2.7.1 PRUEBAS DE USABILIDAD

En interacción persona-ordenador, la usabilidad se refiere a la claridad y la elegancia con que se diseña la interacción con un programa de ordenador o un sitio web³¹.

El grado de usabilidad de un sistema es, por su parte, una medida empírica y relativa de la usabilidad del mismo.

-Empírica porque no se basa en opiniones o sensaciones, sino en pruebas de usabilidad realizadas en laboratorio u observadas mediante trabajo de campo.

-Relativa porque el resultado no es ni bueno ni malo, sino que depende de las metas planteadas.

- **Heurísticas de usabilidad**

Según **Jakob Nielsen**³² las 10 reglas más importantes de la usabilidad:

1. **Visibilidad del estado del sistema.** El sistema debe siempre mantener a los usuarios informados del estado del sistema, con una realimentación apropiada y en un tiempo razonable.
2. **Utilizar el lenguaje de los usuarios.** El sistema debe hablar el lenguaje de los usuarios, con las palabras, las frases y los conceptos familiares, en lugar de que los términos estén orientados al sistema. Utilizar convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad para el usuario.** Los usuarios eligen a veces funciones del sistema por error y necesitan a menudo una salida de emergencia claramente marcada, esto es, salir del estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Es importante disponer de deshacer y rehacer.

³¹ Usabilidad; Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Usabilidad>

³² Jakob Nielsen: es una de las personas más respetadas en el ámbito mundial sobre usabilidad. Este ingeniero de interfaces obtuvo su doctorado en diseño de interfaces de usuario y ciencias de la computación en la Universidad Técnica de Dinamarca. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Jakob_Nielsen

4. **Consistencia y estándares.** Los usuarios no deben tener que preguntarse si las diversas palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. En general siga las normas y convenciones de la plataforma sobre la que está implementando el sistema.
5. **Prevención de errores.** Es importante prevenir la aparición de errores que mejor que generar buenos mensajes de error.
6. **Minimizar la carga de la memoria del usuario.** El usuario no debería tener que recordar la información de una parte del diálogo a la otra. Es mejor mantener objetos, acciones, y las opciones visibles que memorizar.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso.** Las instrucciones para el uso del sistema deben ser visibles o fácilmente accesibles siempre que se necesiten. Los aceleradores no vistos por el usuario principiante, mejoran la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir para usuario inexpertos y experimentados. Es importante que el sistema permita personalizar acciones frecuentes.
8. **Los diálogos estéticos y diseño minimalista.** No deben contener la información que sea inaplicable o se necesite raramente. Cada unidad adicional de la información en un diálogo compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa.
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores.** Que los mensajes de error se deben expresar en un lenguaje claro, se debe indicar exactamente el problema, y deben ser constructivos.
10. **Ayuda y documentación.** Aunque es mejor si el sistema se puede usar sin documentación, puede ser necesario disponer de ayuda y documentación. Ésta tiene que ser fácil de buscar, centrada en las tareas del usuario, tener información de las etapas a realizar y que no sea muy extensa.

2.7.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN³³.

Estas pruebas las realiza el cliente. Son básicamente pruebas funcionales, sobre el sistema completo, y buscan una cobertura de la especificación de requisitos y del manual del usuario. Estas pruebas no se realizan durante el desarrollo, pues sería impresentable al cliente; sino que se realizan sobre el producto terminado e integrado o pudiera ser una versión del producto o una iteración funcional pactada previamente con el cliente.

2.7.2.1 La prueba alfa.

Se lleva a cabo, por un cliente, en el lugar de desarrollo. Se usa el software de forma natural con el desarrollador como observador del usuario. Las pruebas alfa se llevan a cabo en un entorno controlado. Para que tengan validez, se debe primero crear un ambiente con las mismas condiciones que se encontrarán en las instalaciones del cliente. Una vez logrado esto, se procede a realizar las pruebas y a documentar los resultados.

2.7.2.2 La Prueba Beta.

Se lleva a cabo por los usuarios finales del software en los lugares de trabajo de los clientes. A diferencia de la prueba alfa, el desarrollador no está presente normalmente. Así, la prueba beta es una aplicación "en vivo" del software en un entorno que no puede ser controlado por el desarrollador. El cliente registra todos los problemas (reales o imaginarios) que encuentra durante la prueba beta e informa a intervalos regulares al desarrollador. Como resultado de los problemas informados durante la prueba beta, el desarrollador del software lleva a cabo modificaciones y así prepara una versión del producto de software para toda la clase de clientes.

³³ Pruebas de aceptación; Fuente: Presman, Roger S. "Ingeniería de software un enfoque practico" pp. 316 Quinta edición.

CAPITULO 3. DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS DE TECHO CÓNICO PARA ALMACENAR PETROLEO Y/O SUS DERIVADOS SEGÚN LA NORMA API-650.

En este capítulo empleamos las metodologías Incremental y OMT para desarrollar el sistema.

La metodología Incremental permite realizar los incrementos en nuestro sistema, de acuerdo al modelo lineal secuencial que integra. Cada secuencia lineal produce un incremento de software.

Línea secuencial³⁴

En la siguiente **Imagen** se puede apreciar la línea secuencial que se aplica al diseño del sistema informático.



Figura 3.1.Linea Secuencial.
Fuente: Autores de la Tesis.

³⁴ **Línea Secuencial:** sugiere un enfoque sistemático o más bien secuencial del desarrollo de software que comienza en un nivel de sistemas y progresa con el análisis, diseño, codificación, pruebas.
Fuente: <http://members.fortunecity.es/odi39/modelo.htm>

En este capítulo usamos la Metodología OMT, para desarrollar la documentación y diseño del sistema. Las fases de Análisis de Objetos son parte del documento de análisis.

Ciclo de Vida, El tiempo de vida para el presente proyecto de titulación, esta dado de acuerdo a uno de sus parámetros principales, en base a las normas API estándar 650, las mismas aparecen cada 4 años, la versión más reciente y de cual se extraen los conceptos para el desarrollo del sistema informático corresponden a la edición del mes de Junio del año 2007.

Teniendo en cuenta este antecedente, nuestra aplicación informática inicia su ciclo de vida a partir del mes de agosto del presente año.

3.1 INCREMENTO NÚMERO 1

Etapa preliminar, definiciones del Incremento:

- Análisis, Diseño e Implementación De La Base De Datos³⁵
- Tratamiento de Usuarios,
- Definición de Datos Generales y básicos para tratamiento de TA³⁶,
- Diseño de Cuerpo envolvente del Tanque.

Hitos del 1er. Incremento

- Instauración base de datos.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para acreditación de usuarios.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Datos generales y básicos del Tanque.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Cuerpo envolvente del Tanque.

³⁵ El detalle de análisis, diseño e implementación de la base de datos se encuentra en el **Anexo 3**.

³⁶ TA: Tanques Atmosféricos

3.1.1.1 DOCUMENTO DE ANÁLISIS: TRATAMIENTO DE USUARIOS

3.1.1.2 ANÁLISIS DE OBJETOS: TRATAMIENTO DE USUARIOS PARA DTATC³⁷

▪ DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: TRATAMIENTO DE USUARIOS PARA DTATC

Una persona busca que sus datos e información importante, no caiga en manos ajenas o peor en manos equivocadas, por eso siempre busca tener un margen de seguridad. En donde la persona pueda tener la certeza y absoluta confianza, de que, puede guardar su información y esta, no va, a ser divulgada ni mal usada.

En un programa o aplicación informática, se toman a estos parámetros con mucha responsabilidad.

Una persona quiere trabajar desde su aplicación informática y comienza, ingresando su nombre de usuario, su correspondiente clave de acceso. De esta forma puede ingresar al programa o aplicación informática.

El individuo desea que su información, esté guardada, en un lugar seguro, la información se guarde en almacenes de datos. Estos almacenes son aplicaciones informáticas robustas, en especial, en el de brindar seguridad e integridad a los datos que alberguen. Capaces de definir un nombre para el almacén de datos, un usuario y contraseña, preparados para modificar la información, eliminar la información e ingresar nuevos datos. Aptos para la conexión con una aplicación informática diferente, siempre que se cumpla con los parámetros de rigor.

Estos datos son nombres y apellidos, fecha de registro, localización, empresa u organización del usuario, datos de gran importancia para poder identificar al beneficiario.

³⁷ DTATC: Diseño de tanques atmosféricos de techo cónico.

▪ **MODELO DE OBJETOS TRATAMIENTO DE USUARIOS PARA DTATC**

➤ **Identificar Las Clases: Tratamiento De Usuarios para DTATC.**

En la siguiente **Tabla** se describen la lista de sustantivos, los mismos que corresponden a la descripción del problema.

Sustantivos	Propiedades
Persona	Clase
Cedula/ Identificación	Atributo
Registro	X
Nombre de Usuario	Atributo
Fecha Registro	Atributo
Localización	Atributo
Empresa	Atributo
Acreditación	X
Nombres y apellidos	Atributo
Almacenes de datos	X
Ingresar	Operación
Nombre almacén de datos	Atributo
Usuario almacén de datos	Atributo
Contraseña almacén de datos	Atributo
Verifica	Operación
Conexión.	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a PERSONA y CONEXIÓN, como objeto.

➤ **Diccionario De Clases Clase Persona & Conexión**

La clase **Persona**, manipula la información particular de un individuo.

En la siguiente tabla se describen los atributos y Operaciones que contiene la clase persona.

Nombre De La Clase	Atributos	Operaciones
Persona	Identificación	Automático
Persona	Nombre usuario que lo define el mismo usuario, al momento de registrarse.	validacionAutenticacion (nombreU,clave) Procedimiento utilizado para validar la clave del usuario.
Persona	Los nombres y apellidos completos la persona, solo en letras, sin que contengan números ni símbolos.	Validacion_Ingresos (nombresyapellidos) Procedimiento utilizado para validar el ingreso solo de letras.
Persona	Localización	Validacion_Ingresos (localización) Procedimiento utilizado para validar el ingreso solo de letras.
Persona	La fecha de registro de la persona, en el formato establecido mm/dd/aaaa	Automático
Persona	Empresa u Organización	Validacion_IngresoCaracter(Empresa) Procedimiento utilizado para validar el ingreso solo de letras.
Persona	Contraseña Es una /combinación de caracteres definidos por el usuario, para poder ingresar al sistema.	validacionAutenticacion (nombreU,clave) Procedimiento utilizado para validar la clave del usuario.
Persona		Ingreso de nuevos Usuarios

	Ingresos Hace un ingreso, con los datos del nuevo usuario.
Persona	Preguntayrespuesta () Realiza la búsqueda de la pregunta personalizada.
Persona	Respuesta() Verifica la respuesta ingresada.

Tabla 3.1 Atributos y Operaciones que interviene en la clase persona.
Fuente: Autores de la Tesis.

La clase **Conexión**, se conecta, ingresa, modifica y elimina información del almacén de datos. En la siguiente **Tabla** se describen los atributos y Operaciones que contiene la clase Conexión.

Nombre De La Clase	Atributos	Operaciones
<i>Conexión</i>	Comprobar la clave de acceso	comprobarClave Procedimiento para realizar la comprobación de usuario
<i>Conexión</i>	Conexión	Conexión Procedimiento para realizar la conexión con el almacén o base de datos.
<i>Conexión</i>	Consulta	Consulta(dato_tipo_consulta) Procedimiento para realizar consultas a la base de datos.
<i>Conexión</i>	Encriptar	Procedimiento para realizar encriptación de la clave del usuario.
<i>Conexión</i>	Desencriptar	Procedimiento para realizar la desencriptación de la clave del usuario.
<i>Conexión</i>	Ingresos/operaciones	Ingreso (dato_tipo_consulta) Procedimiento para realizar <u>ingreso</u> de datos.
<i>Conexión</i>	Ingresos/operaciones	Eliminar(consulta) Procedimiento para realizar eliminación de datos del almacén de datos.

Tabla 3.2 Atributos y Operaciones que interviene en la clase Conexión.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Diagrama De Objetos Clase Persona & Conexión**

En las siguiente figura se aprecian la clase PERSONA.

Figura 3.2 Clase Persona.
Fuente: Autores de la Tesis.

En las siguiente **Figura** se aprecian la clase CONEXIÓN.

Figura 3.3 Clase Conexión.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificar Asociaciones Clase Persona & Conexión**

- El computador almacena los datos personales del usuario o individuo.
- El computador almacena los datos generales para el DTATC.

- El código de usuario es único, no existe otro igual.
- La clave es definida por el usuario.
- La Aplicación Informática verifica los datos personales del usuario antes de almacenarlos.
- La Aplicación Informática interactúa con el usuario.
 - **Multiplicidad: Clase Persona & Conexión**
- La clase persona maneja muchos usuarios.
- Un usuario puede manejar muchas cuentas.

- **Añadir Herencia: Clase Persona & Conexión**

En la siguiente figura se puede apreciar la relación entre Persona y Conexión.

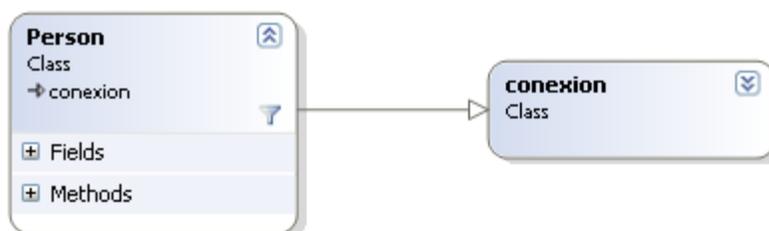


Figura 3.4. La relación entre Persona y Conexión.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Identificar asociación entre objetos clase Conexión y Persona**

Relación	Descripción
Agregación	La clase Conexión es parte de la clase Persona.

Tabla 3.3. Asociación entre objetos.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO DINÁMICO PARA TRATAMIENTO DE USUARIOS**

- **Escenarios De La Interacción Típica Para Tratamiento De Usuarios.**

En este escenario, se analizó los eventos, estados que se presentan al momento de realizar la identificación de un usuario en el sistema.

En la siguiente figura se puede apreciar un escenario de interacción típica para registro y acreditación de usuarios.

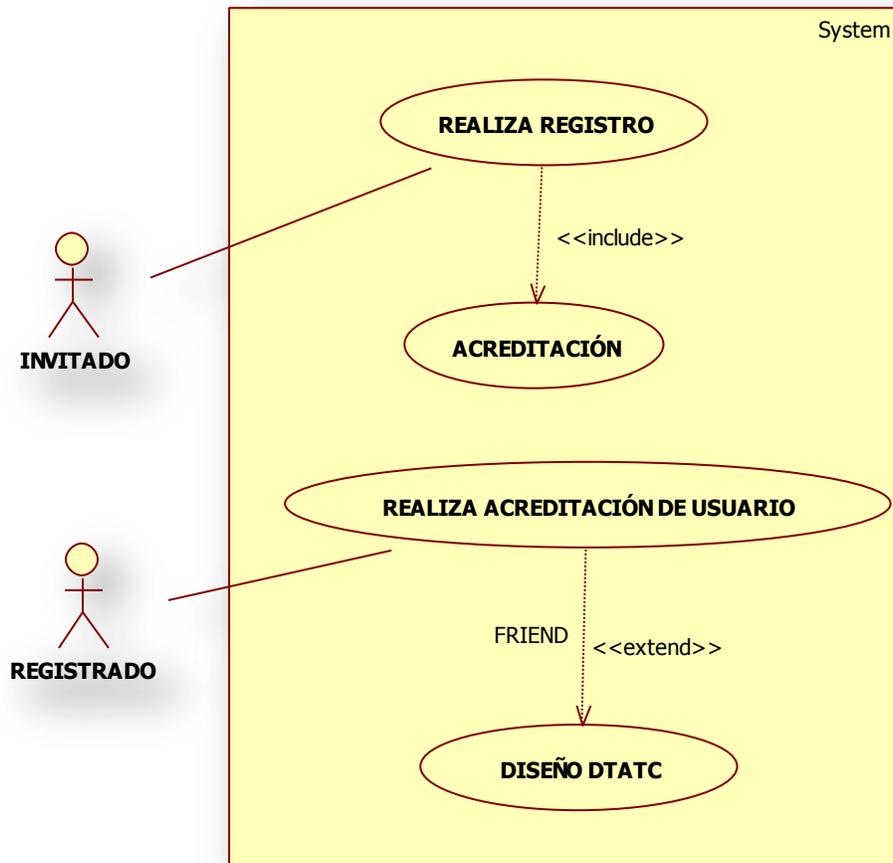


Figura 3.5 Escenario de interacción típica para registro y acreditación de usuarios.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Identificación de Eventos & Estados para clase Persona y Conexión

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Persona, escenario de acreditación.

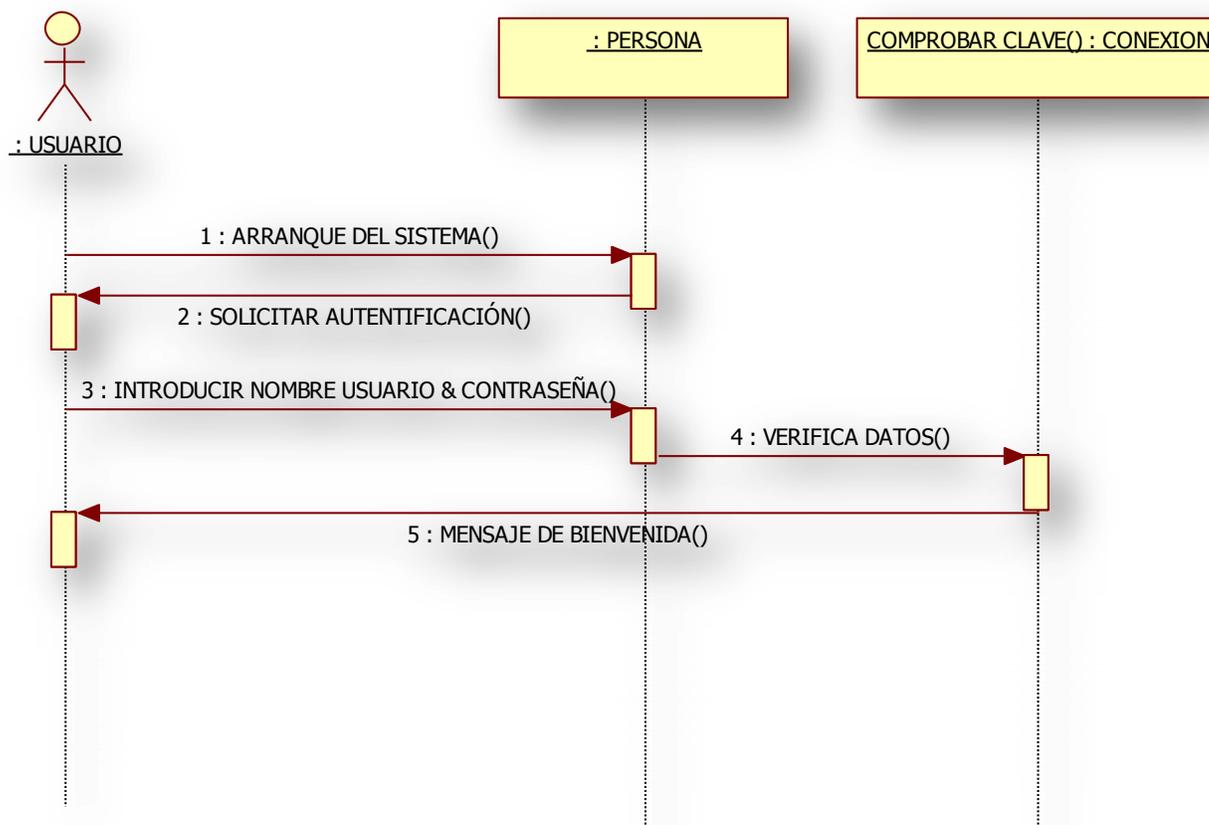


Figura 3.6 Diagrama de secuencia para clase Persona, escenario de acreditación.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Persona, escenario de registro.

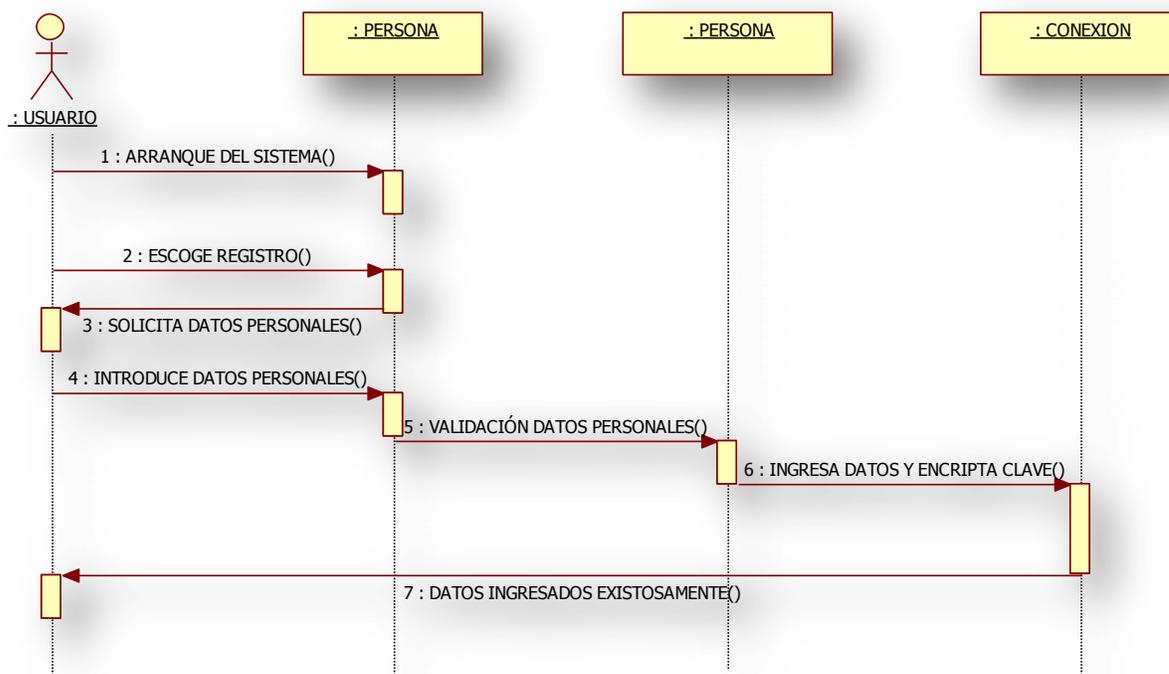


Figura 3.7 Diagrama de secuencia para clase Persona, escenario de registro.

Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Construcción Diagrama de Estados

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para autenticación y registro de usuarios.

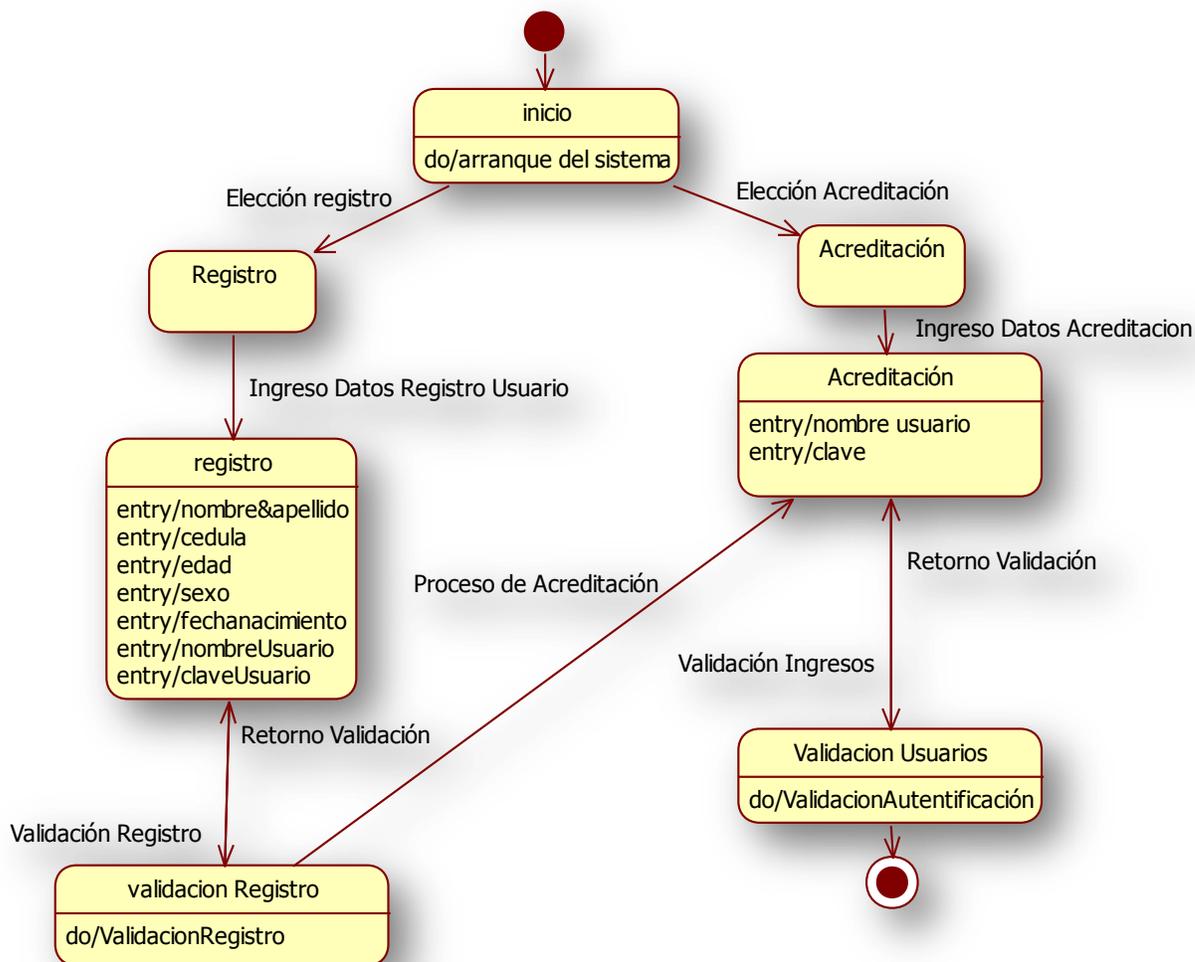


Figura 3.8. Diagrama de estados para acreditación y registro de usuarios.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO FUNCIONAL: TRATAMIENTO DE USUARIOS PARA DTATC**
- **Construcción de Diagrama de flujo de datos para trata de usuarios**

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para autenticación o acreditación de usuarios.

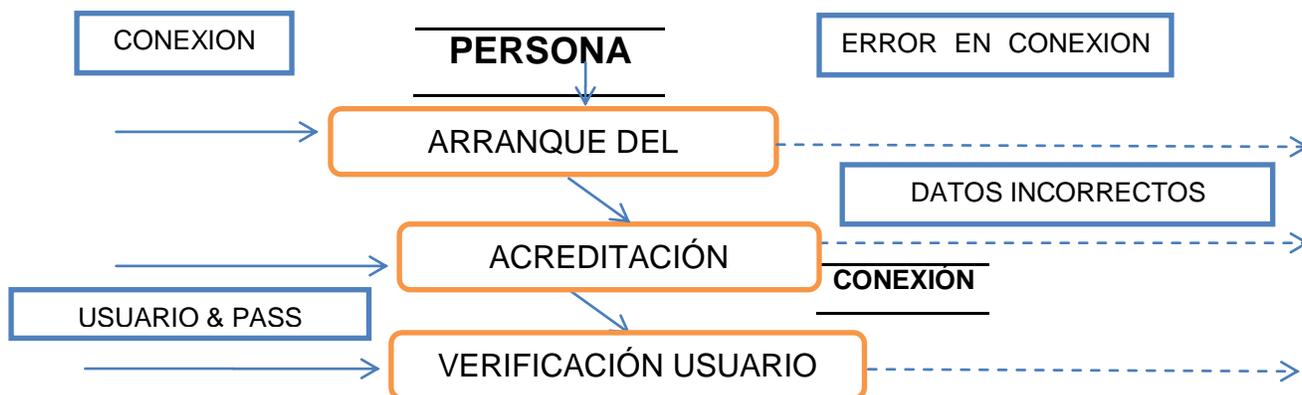


Figura 3.9 Diagrama de flujo de datos para autenticación o acreditación de usuarios.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Restricciones

- Un usuario puede manejar muchas cuentas, pero no abrirlas al mismo tiempo.
- Un usuario, no puede modificar sus datos personales.
- Un Nuevo usuario no puede ingresar menos de 8 caracteres para el proceso de encriptación de la clave, al momento de registrarse.

Interfaz Acreditación de usuarios

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para acreditación de los usuarios.



Figura 3.10. Interfaz Acreditación de usuarios.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para registro de los usuarios.

Figura 3.11 Interfaz Registro de usuarios.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para registro de los usuarios.

Figura 3.12 Interfaz Registro de usuarios.

Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4 Manual de usuario.

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: DATOS BÁSICOS Y GENERALES PARA DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS**

Al diseñar un tanque atmosférico, se toma en cuenta varios parámetros básicos, para crear un nuevo proyecto de tanque atmosférico, inicialmente definimos ciertos parámetros como: nombre del tanque atmosférico, fecha de creación, ubicación geográfica, etc.

Para el diseño de TA³⁸ como selección general³⁹, se toma en cuenta el Diámetro del tanque, tipo de Fluido a Almacenarse, la Altura del Tanque, el Ancho de Placa, el Número de anillos, capacidad del tanque, tipo de placa, estos datos son usados como parámetros, en procesos de cálculo de acuerdo a la norma API 650.

▪ **MODELO DE OBJETOS: DATOS BÁSICOS Y GENERALES PARA DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS**

▪ **Identificar Las Clases: Datos Básicos Y Generales Para Diseño De Tanques Atmosféricos.**

Lista de sustantivos correspondientes a la DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Sustantivos	Propiedades
Nombre Tanque atmosférico	Atributo
Parámetros	X
Nuevo proyecto	X
Número de proyecto	Atributo
Ubicación	Atributo
Geográfica	X
Guardar proyecto	Clase
Eliminar Proyecto	Clase
Proyecto	Clase

³⁸ TA: Tanques Atmosféricos

³⁹ Selección General; Detalles, Definición, Cap. 2 Pagina 7

Lista de sustantivos para la descripción del problema de datos generales.

Sustantivos	Propiedades
Diámetro Tanque.	Atributo
Fluido a Almacenarse.	Atributo
Altura Tanque.	Atributo
Ancho Placa.	Atributo
Número de anillos	Atributo
Parámetros	X
Selección General	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a PROYECTO y DATOS GENERALES como objetos.

➤ **Diccionario De Clases: Clase Proyecto**

La clase Proyecto, manipula la información básica de un tanque atmosférico. En la siguiente **Tabla** se describen los atributos y Operaciones que contiene la clase Proyecto.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
PROYECTO	Numero de tanque, Identificación, básico del tanque.	Automático Dato
PROYECTO	Nombre_Tanque , Calificativo definido por el usuario. Dato básico del tanque.	el validacionNombreTanque() Procedimiento utilizado para validar el nombre o calificativo del tanque.
PROYECTO	Ubicación_geografica , El lugar en donde está situado geográficamente. Dato básico del tanque.	
PROYECTO	Número de proyecto	

Tabla 3.4 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

La clase **GuardarProyecto**, se encarga de realizar las actualizaciones correspondientes, de acuerdo al proceso que se necesite usar. En la siguiente **Tabla** se describen los Operaciones que contiene la clase GuardarProyecto.

Nombre De La Clase	Atributos	Operaciones
Guardar Proyecto	-----	GuardarSeleccionGeneral() Actualiza e ingresa los datos para la clase selección General
Guardar Proyecto	-----	GuardarEspesorAnillos() Actualiza e ingresa los datos para la clase Espesor Anillos
Guardar Proyecto	-----	GuardarAnilloRigidacion() Actualiza e ingresa los datos para la clase Anillo de Rigidación
Guardar Proyecto	-----	GuardarManhole() Actualiza e ingresa los datos para la clase
Guardar Proyecto	-----	GuardarManholeTecho() Actualiza e ingresa los datos para la clase MANHOLE
Guardar Proyecto	-----	GuardarBoquillas() Actualiza e ingresa los datos para la clase Boquillas
Guardar Proyecto	-----	GuardarAccesoriosLimpieza() Actualiza e ingresa los datos para la clase Accesorios de Limpieza
Guardar Proyecto	-----	GuardarBoquillaTecho() Actualiza e ingresa los datos para la clase Boquilla de Techo
Guardar Proyecto	-----	GuardarSumidero() Actualiza e ingresa los datos para la clase Sumidero

Guardar Proyecto	-----	GuardarTechoConico() Actualiza e ingresa los datos para la clase Techo Cónico
Guardar Proyecto	-----	GuardarColumnaSoportante() Actualiza e ingresa los datos para la clase Columna Soportante.
Guardar Proyecto	-----	GuardarDiseñoBasesEMS() Actualiza e ingresa los datos para la clase Diseño de Bases Estructura metálica soportante.
Guardar Proyecto	-----	GuardarEspesorDiscoColumna Central() Actualiza e ingresa los datos para la clase Espesor Disco Columna central
Guardar Proyecto	-----	GuardarEspesorCartela() Actualiza e ingresa los datos para la clase Espesor de la Cartela

Tabla 3.5 Operaciones que interviene en la clase Guardar Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

La clase Recupera Proyecto, se encarga de recuperar los datos de cada proyecto. En la siguiente tabla se describen los Operaciones que contiene la clase Recupera Proyecto.

Nombre De La Clase	Atributos	Operaciones
Recupera Proyecto	-----	Recupera SeleccionGeneral() Recupera los datos para la clase selección General
Recupera Proyecto	-----	Recupera EspesorAnillos() Recupera los datos para la clase Espesor Anillos
Recupera Proyecto	-----	Recupera AnilloRigidacion() Recupera para la clase Anillo de

		Rigidación
Recupera Proyecto	-----	Recupera Manhole() Recupera para la clase MANHOLE
Recupera Proyecto	-----	Recupera ManholeTecho() Recupera para la clase MANHOLE
Recupera Proyecto	-----	Recupera Boquillas() Recupera para la clase Boquillas
Recupera Proyecto	-----	Recupera AccesoriosLimpieza() Recupera para la clase Accesorios de Limpieza
Recupera Proyecto	-----	Recupera BoquillaTecho() Recupera para la clase Boquilla de Techo
Recupera Proyecto	-----	Recupera Sumidero() Recupera para la clase Sumidero
Recupera Proyecto	-----	Recupera TechoConico() Recupera para la clase Techo Cónico
Recupera Proyecto	-----	Recupera ColumnaSoportante() Recupera para la clase Columna Soportante.
Recupera Proyecto	-----	Recupera DiseñoBasesEMS() Recupera para la clase Diseño de Bases Estructura metálica soportante.
Recupera Proyecto	-----	Recupera EspesorDiscoColumna Central() Actualiza e ingresa los datos para la clase Espesor Disco Columna central
Recupera Proyecto	-----	Recupera EspesorCartela() Recupera para la clase Espesor de la Cartela

Tabla 3.5.1 Operaciones que interviene en la clase Recupera Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

La clase EliminarProyecto, se encarga de eliminar los proyectos. En la siguiente **Tabla** se describen los Operaciones que contiene la clase *EliminarProyecto*.

Nombre De La Clase	Atributos	Operaciones
<i>EliminarProyecto</i>		eliminar(cadena de caracteres, entero) se encarga de eliminar los proyectos.

Tabla 3.6 Operaciones que interviene en la clase Verifica.
Fuente: Autores de la Tesis.

La clase *Selección General*, manipula la información básica y general de un tanque atmosférico. En la siguiente tabla se describen los atributos y Operaciones que contiene la clase Proyecto.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
Selección General	Diámetro Tanque, Propiedad del tanque. Dato general del tanque.	-----
Selección General	Fluido, El tipo de fluido que va a ser capaz de almacenar el tanque, Dato general del tanque.	-----
Selección General	Altura_T, la elevación del tanque, Dato general del tanque.	-----
Selección General	Ancho_Placa, propiedad del tanque, Dato general del tanque.	-----
Selección General	Numero_anillos, Datos generales del tanque.	-----

Tabla 3.7 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Selección General.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Diagrama de objetos: Clase Proyecto**

En la siguiente Figura se aprecian la clase PROYECTO con sus correspondientes operaciones.

n

Figura 3.13 Clase Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura** se aprecian la clase Guardar Proyecto.

e

Figura 3.14 Clase Guardar Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se aprecian la clase Recuperar Proyecto.

■

Figura 3.15 Clase Recuperar Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se aprecian la clase Eliminar Proyecto.

■

Figura 3.16 Clase Eliminar Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se aprecian la clase SELECCIÓN GENERAL.

Figura 3.17 Clase Selección General.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificar Asociaciones: Clase Proyecto**

- Un Proyecto tiene un solo nombre
- Un Proyecto tiene una sola identificación
- Un Proyecto tiene una sola ubicación
- Un Proyecto puede pertenecer a varias empresas

➤ **Multiplicidad: Clase Proyecto**

- La clase **PROYECTO** diseña muchos TA.
- Un usuario puede crear numerosos Proyectos.

➤ **Añadir Herencia: Clase Proyecto**

En la siguiente figura se puede apreciar la relación entre la clase PROYECTO & la clase CONEXIÓN.

Fig.

Figura 3.18 La relación entre las clases Proyecto & Conexión, Selección General & Conexión.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificar Asociación Entre Objetos Clase Proyecto**

Relación	Descripción
Agregación	La clase Proyecto usa información de la clase Conexión.
Agregación	La clase Selección General usa información de la clase Conexión.
Agregación	La clase Guardar Proyecto usa información de la clase Conexión.
Agregación	La clase Eliminar usa información de la clase Conexión.

Tabla 3.8. Asociación entre objetos.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO DINÁMICO: CLASE PROYECTO**

- **Escenarios De La Interacción Típica: Nuevo Proyecto**

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para el diseño de un nuevo proyecto.

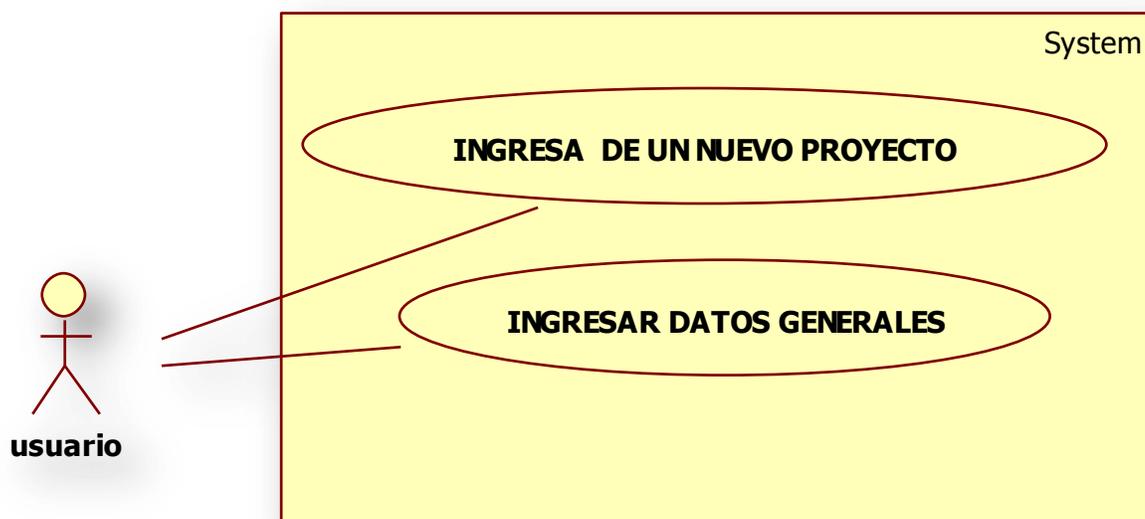


Figura 3.19 Escenario típico de interacción entre el usuario y la aplicación informática, para el diseño de un nuevo proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Identificación de Eventos (Transiciones) & Estados: Nuevo Proyecto

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Proyecto, escenario Nuevo proyecto.

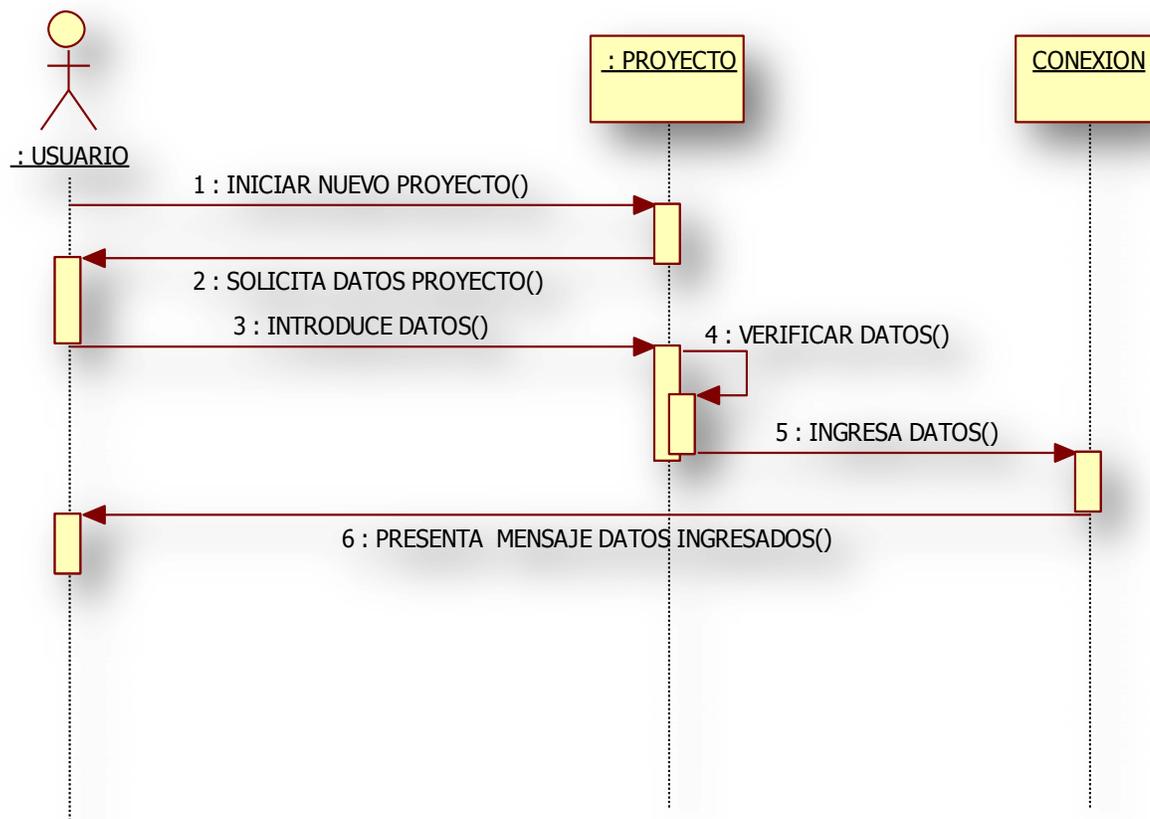


Figura 3.20 Diagrama de secuencia para la clase Proyecto, escenario Nuevo proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Construcción diagrama de estados: Nuevo Proyecto**

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados, para creación, búsqueda y eliminación de un nuevo proyecto.

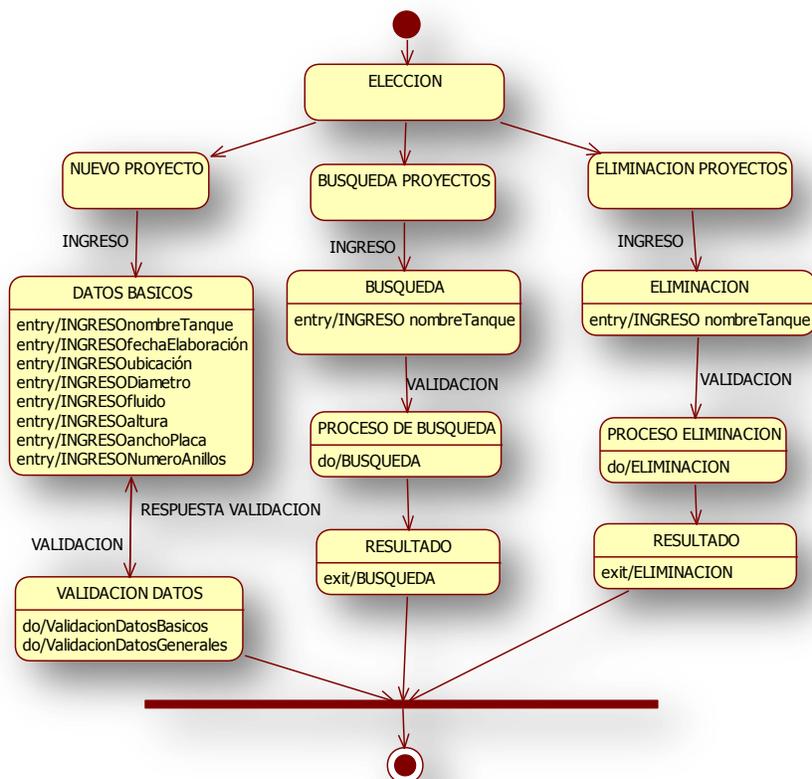


Figura 3.21 Diagrama de estados para creación, búsqueda, y eliminación de un nuevo proyecto.

Fuente: Autores de la Tesis.

▪ MODELO FUNCIONAL NUEVO PROYECTO

➤ Construcción de Diagrama de flujo de datos: Nuevo Proyecto.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para creación de un nuevo proyecto.

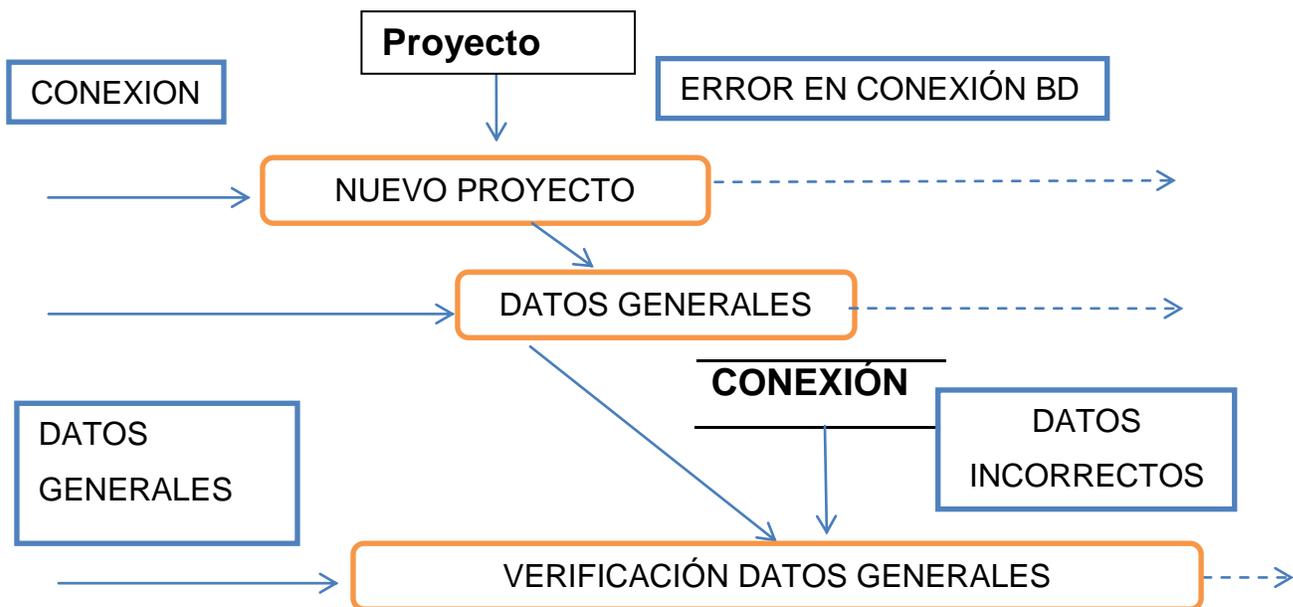


Figura 3.22 Diagrama de flujo de datos para creación de un nuevo proyecto DTATC.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Restricciones: Nuevo Proyecto.

-Un usuario puede continuar diseñando proyecto desde el último formulario o etapa de diseño que manejó.

-Un usuario puede crear numerosos nuevos proyectos, pero no abrirlas al mismo tiempo.

- **Interfaz**

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Creación de un nuevo proyecto.

Figura 3.23 Interfaz Nuevo proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles acerca de la modificación, eliminación de proyectos se encuentran en el Anexo 4 Manual de usuario.

- **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: DISEÑO DEL CUERPO DEL TANQUE**

El cuerpo, envolvente o cascarón del tanque se va formando con la unión de anillos de diferentes espesores hasta lograr la altura requerida, y los anillos se van construyendo, adhiriendo láminas roladas de igual espesor hasta alcanzar el diámetro del tanque, por lo mencionado anteriormente.

Las condiciones de diseño de tanques, son establecidas por el usuario o comprador, estas son:

- Diámetro,
- altura del tanque
- capacidad
- número de anillos

- Espesor de corrosión.
- Localización geográfica.

Existen dos métodos usados para el cálculo de espesores de las planchas que conforman los diferentes anillos, el primero es el Método de punto fijo o un pie y el Método de punto variable,

- **Método de punto fijo o un pie**⁴⁰, Que se lo utiliza solo cuando el comprador lo solicita o también para tanques cuyo diámetro sea menor a 60m (200ft, solo es recomendación de diseñadores y constructores).
 - **Método de punto variable**⁴¹, Procedimiento que calcula espesores de plancha y facilita una reducción en el espesor de las placas, que conforman los anillos, como consecuencia de esto se tiene una disminución en el peso total del material, pero el mayor potencial de este método es que se puede utilizar para el cálculo de tanques con diámetros mayores a 60m (200ft), teniendo como limitación el espesor máximo de la láminas que existen en el mercado.
 - **Materiales para el cuerpo del Tanque**⁴², se seleccionará el material adecuado para el Ecuador en base a la API 650. que recomienda dos tipos de acero , el uno es el A-36 y el A-283 Gr C, que son aceros comunes y comerciales para nuestro país
- **MODELO DE OBJETOS: DISEÑO DEL CUERPO DEL TANQUE**
- **Identificar Las Clases: Diseño Del Cuerpo Del Tanque**

Lista de sustantivos correspondientes a la DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Sustantivos	Propiedades
Diámetro Tanque.	Atributo
Capacidad	Atributo

⁴⁰ Método de punto fijo o un pie; CAPITULO 2. Página 9

⁴¹ Método de punto variable; CAPITULO 2. Página 9

⁴² Diseño Del Cuerpo Del Tanque.; CAPITULO 2. Página 9

Altura Tanque.	Atributo
Número de anillos	Atributo
Materiales	Atributo
Láminas	X
Planchas	X
método de punto fijo	X
método de punto variable	X
cálculo de espesores	Clase
Paredes	X

De esta lista de sustantivos, se considera a como objetos.

➤ **Diccionario De Clases: Diseño Del Cuerpo Del Tanque**

La clase **Diseño Cuerpo Tanque**, manipula la información general de un tanque atmosférico.

En la siguiente tabla se describen los atributos y Operaciones que contiene la clase Diseño de Cuerpo del Tanque.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
Diseño cuerpo tanque	Diámetro Tanque, Propiedad del tanque. Dato general del tanque.	
Diseño cuerpo tanque	Capacidad, Representa la capacidad de fluido, que almacenará el tanque.	
Diseño cuerpo tanque	Altura_T, la elevación del tanque, Dato general del tanque.	
Diseño cuerpo tanque	Número anillos, Datos generales del tanque.	
Diseño cuerpo tanque	Materiales, representan los materiales utilizados en la	

construcción del cuerpo del tanque.	
Diseño cuerpo tanque	Calculo de espesores() Método de cálculo, usado para definir espesor del tanque.

Tabla 3.9 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Diseño cuerpo tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Diagrama De Objetos: Diseño Del Cuerpo Del Tanque

En la siguiente figura se aprecian la clase **Diseño de Cuerpo Tanque** con sus correspondientes operaciones.



Figura 3.24 Clase Diseño cuerpo tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Identificar Asociaciones: Diseño Del Cuerpo Del Tanque

- El diseño de TA. Define varios espesores.
- El diseño de TA. Define varios anillos.
- El diseño de TA. Define varias alturas.

➤ **Multiplicidad: Diseño Del Cuerpo Del Tanque**

-La clase **Diseño Cuerpo Tanque** calcula varios espesores para láminas de TA.

➤ **Añadir Herencia: Diseño Del Cuerpo Del Tanque**

En la siguiente figura se puede apreciar la relación entre la clase **Diseño del Cuerpo Tanque** & la clase **Conexión**.

Figura 3.25 La relación entre las clases Diseño Cuerpo Tanque & Conexión
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificar Asociación Entre Objetos: Diseño Del Cuerpo Del Tanque**

Relación	Descripción
Agregación	La clase Diseño Cuerpo del Tanque usa información de la clase Conexión .

Tabla 3.10. Asociación entre objetos.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO DINÁMICO: DISEÑO DEL CUERPO DEL TANQUE**

- **Escenarios De La Interacción Típica: Diseño Cuerpo del Tanque.**

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para el diseño del cuerpo de un tanque.

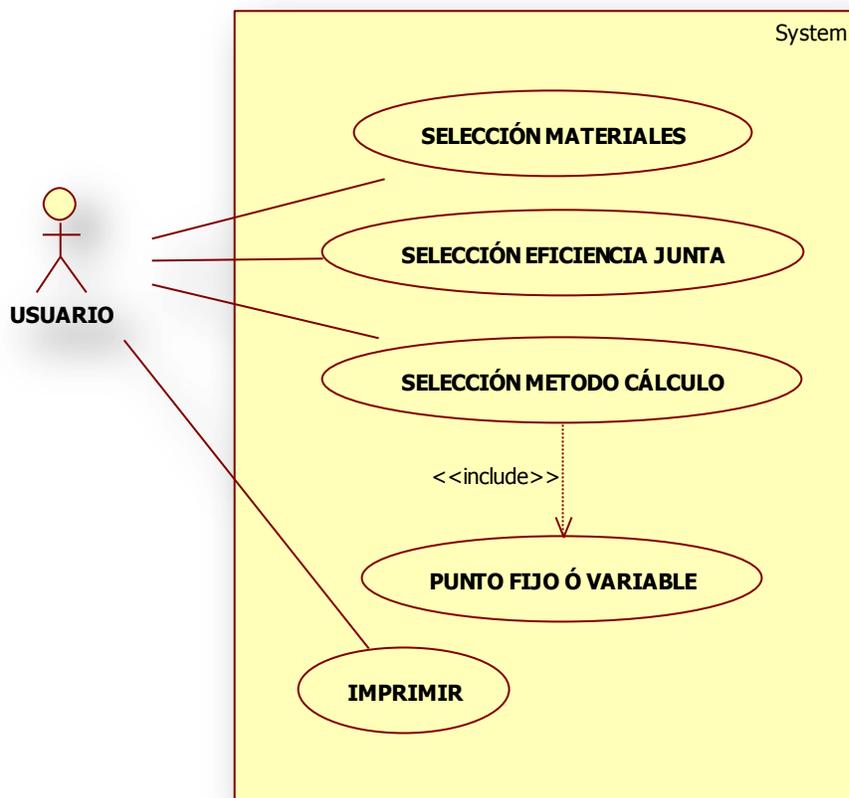
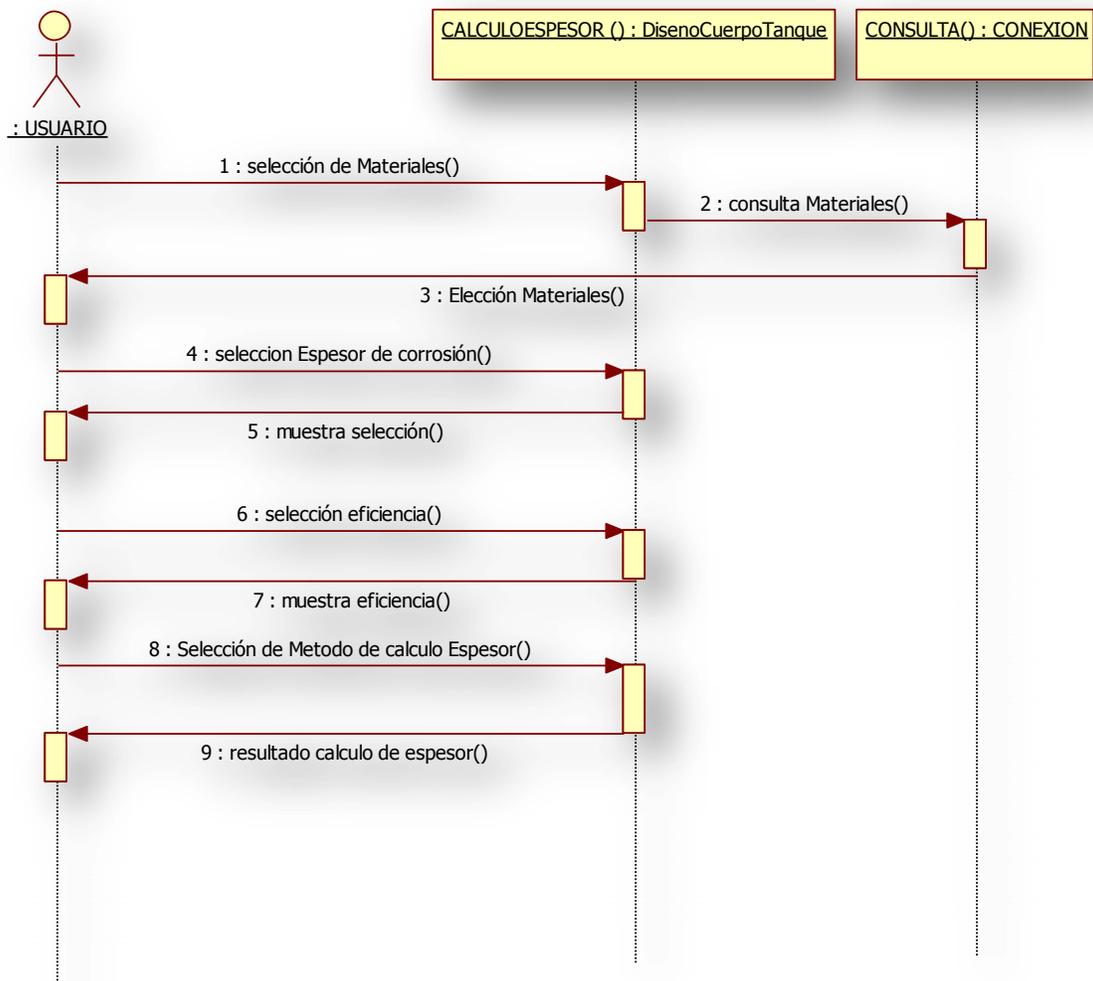


Figura 3.26 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para el diseño de cuerpo del tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ Identificación De Eventos & Estados: Diseño Del Cuerpo Del Tanque

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Diseño Cuerpo del Tanque.



**Figura 3.27 Diagrama de secuencia para la clase Diseño Cuerpo del Tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.**

➤ **Construcción Diagrama De Estados: Diseño Del Cuerpo Del Tanque**

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para calcular el cuerpo del tanque.

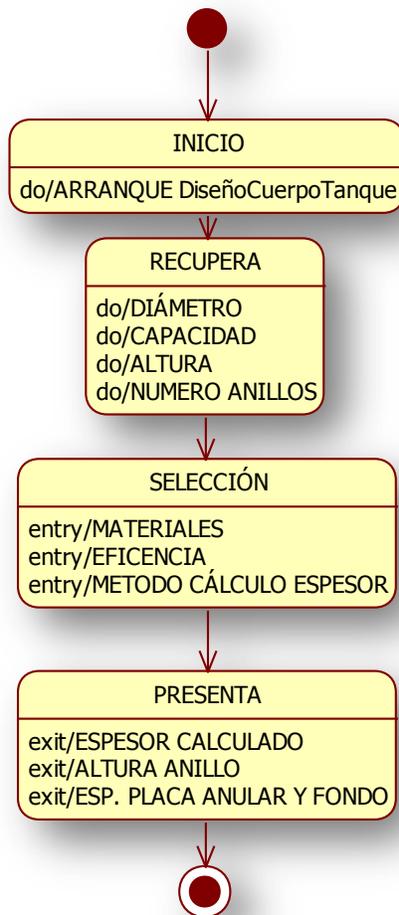


Figura 3.28 Diagrama de estados para calcular los espesores del tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.

▪ **MODELO FUNCIONAL: DISEÑO DEL CUERPO DEL TANQUE**

➤ **Construcción De Diagrama De Flujo De Datos: Diseño Del Cuerpo Del Tanque.**

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Diseño Cuerpo del Tanque.

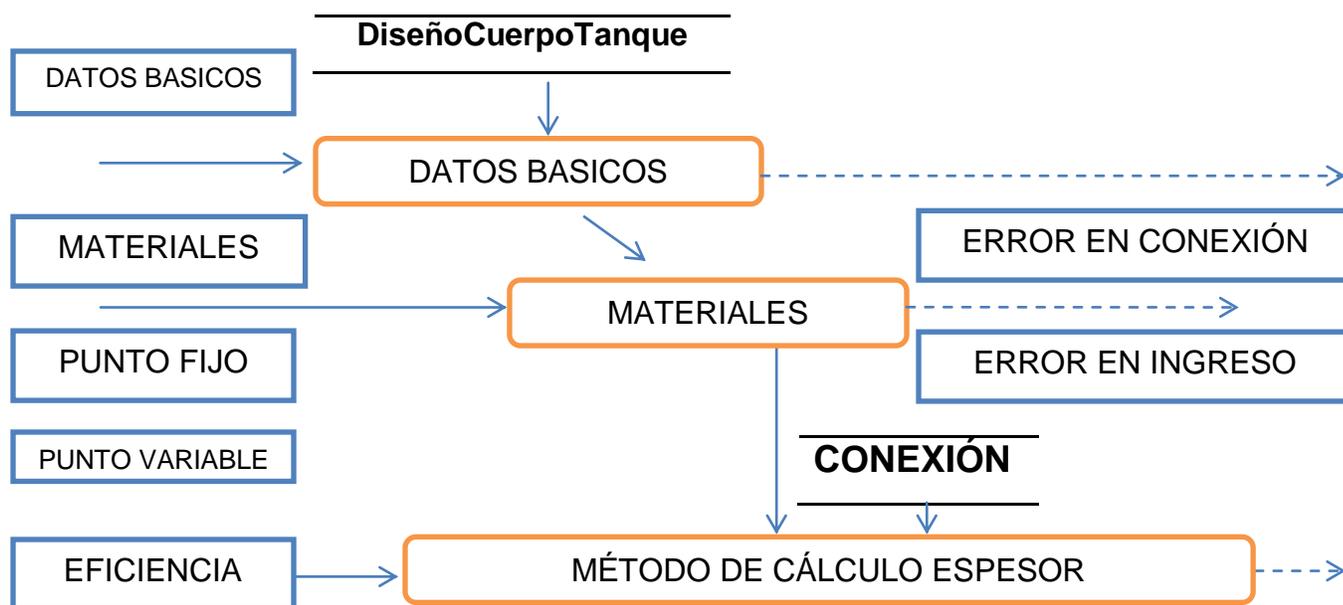


Figura 3.29 Diagrama de flujo de datos para Calculo de espesores.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Restricciones: Diseño Del Cuerpo Del Tanque.**

- Un usuario, puede calcular varios espesores de acuerdo al método de cálculo, pero no calcular espesores usando los dos métodos de cálculo paralelamente.
- Un usuario, no puede modificar los datos iniciales o datos generales, cuando está calculando espesores para diseño de cuerpo del tanque.

➤ Interfaz

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Cálculo de espesores o Diseño cuerpo del tanque.

Calculos de Espesores de placas de los Anillos Para las Paredes

Placas de los Anillos Para las Paredes

Datos Iniciales

Diametro del Tanque [ft]

Capacidad del Tanque [Barriles]

Altura [ft]

Numero de Anillos

Materiales

Sd [Psi] St [Psi]

Materiales [Dropdown] Sy [Psi] Sut [Psi]

Eficiencia (E) [Dropdown]

Espesor de Corrosion 0

Método de Calculo de Espesores

Punto Fijo Punto Variable

Calcular Espesor

Resultado de Calculo de Espesores

	Espesor Calculado	Altura del Anillo
Primer Anillo	[ft]	[ft]
Segundo Anillo	[ft]	[ft]
tercer Anillo	[ft]	[ft]
Cuarto Anillo	[ft]	[ft]
Quinto Anillo	[ft]	[ft]
Sexto Anillo	[ft]	[ft]
Septimo Anillo	[ft]	[ft]
Octavo Anillo	[ft]	[ft]
Noveno Anillo	[ft]	[ft]
Decimo Anillo	[ft]	[ft]

Resultados de Espesor Fondo y Placa Anular

Espesor Fondo (tb) [in]

Esp. Placa Anular (tpa) [in]

Ancho Radial [in]

Opciones

Imprimir Salir Anterior Siguiente

Figura 3.30. Interfaz Calculo de espesores o Diseño Cuerpo del Tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4 Manual de usuario.

3.2 INCREMENTO NÚMERO 2

Definiciones del incremento:

- Anillo de Rigidación,
- Manhole,
- Boquillas,
- Accesorios de Limpieza,
- Manhole de Techo,
- Boquilla de Techo,
- Selección Sumideros y Gradadas

Hitos del 2do. Incremento

- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Anillo de Rigidación.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Manhole
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Boquillas
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Accesorios de Limpieza
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Manhole de Techo
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Boquilla de Techo
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Selección Sumideros y Gradadas.

3.2.1 DOCUMENTO DE ANÁLISIS

3.2.1.1 ANÁLISIS DE OBJETOS

- **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: Diseño Anillo De Rigidación o Ángulo Tope, Manholes, Selección De Boquillas. (Accesorios Para Tanques)**

Accesorio, Anillo Superior o Ángulo Tope⁴³, Para el cálculo del ángulo tope, para techos cónicos, hay que tomar en cuenta un porcentaje de las áreas transversales entre las láminas del techo, el último anillo del cuerpo del tanque y toda el área del ángulo tope.

⁴³ Anillo Superior ó Ángulo Tope; Detalles, Definición, Cap. 2 Pagina 17

Descripción de diseño: Para la selección de un ángulo tope, tenemos en cuenta los siguientes parámetros

-Detalle del ángulo tope, tipo de platina, área transversal, unión cuerpo techo, junta fuerte en la unión cuerpo techo

Detalles para el diseño⁴⁴

Para poder definir, si es necesaria, la construcción de una viga intermedia se toma en cuenta los siguientes parámetros.

-Altura viga, espesor anillo, longitud platina, uso de anclajes.

➤ **Parámetros a tomar en cuenta:**

-Definición de la altura de la columna, momento de volteo ejercido por la presión del viento, momento resistente ejercido por la carga muerta.

Accesorio Manhole Del Cuerpo⁴⁵, API 650. tiene tablas específicas que ayudan a la selección de las dimensiones y selección de este accesorio y sus componentes.

✓ **Nota:** Por recomendación de constructores y diseñadores se utilizará un diámetro de 24 pulgadas, y es el que se utilizará como valor predeterminado en el presente proyecto de titulación, aunque se aclara que el diámetro del MANHOLE será seleccionado por el usuario.

▪ **Parámetros para la construcción del MANHOLE de cuerpo:**

Establecer por el usuario una:

Identificación del MANHOLE

▪ **Selección de parámetros de acuerdo a API-650:**

Diámetro MANHOLE, máximo nivel líquido, espesor de refuerzo, espesor primer anillo.

▪ **Características Manhole valores establecidos por la API-650**

-espesor de la tapa, espesor de la brida, espesor tubo para cuello, diámetro exterior, diámetro ejes agujeros, número agujeros, diámetro agujeros, diámetro pernos, min. Distancia entre fondo y eje.

▪ **Refuerzo De Manhole**

Diámetro De Home, Lado O Diámetro De Refuerzo, Ancho Refuerzo.

⁴⁴ Detalles constructivos especificados; Definición, Cap. 2 Pagina 19

⁴⁵ Selección de Accesorios del MANHOLE DEL CUERPO: Cap. 2 Página 23

- **Selección De Boquilla⁴⁶**

Parámetros que intervienen en la selección de Boquillas:

Tipo de boquilla, boquilla regular, boquilla baja, boquilla roscada.

- **Características Boquilla Seleccionada:**

Diámetro, Espesor Refuerzo, Desde Api, Equivalente, Espesor 1er Anillo, diámetro Exterior Del Tubo, Espesor Nominal Del Tubo, Min. Distancia Desde La Placa, Min. Distancia Desde Base, Espesor Filete Soldadura.

- **Características para selección de BRIDA⁴⁷**

Espesor de la brida, diámetro exterior, diámetro ejes, número agujeros, diámetro agujeros, diámetro pernos.

- **Características refuerzo de boquilla**

Diámetro De Home, Lado O Diámetro De Refuerzo, Ancho Refuerzo.

- **MODELO DE OBJETOS: DISEÑO ANILLO DE RIGIDACIÓN o ÁNGULO TOPE, MANHOLE, SELECCIÓN DE BOQUILLA.**

- **Identificar Las Clases: Diseño Anillo De Rigidación o Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

Lista de sustantivos.

Sustantivos	Propiedades
TIPO DE PLATINA	Atributo
ÁREA TRANSVERSAL	Atributo
UNIÓN CUERPO TECHO	Atributo
JUNTA	Atributo
ALTURA VIGA	Atributo
ESPESOR ANILLO	Atributo
LONGITUD PLATINA	Atributo
USO DE ANCLAJES	Atributo
PRESIÓN DEL VIENTO	Atributo
LA CARGA MUERTA	Atributo
ANILLOS RIGIDACION	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Anillos Rigidación como objeto.

⁴⁶ Detalles constructivos especificados; Cap. 2 Pagina 32

⁴⁷ Características de la Brida seleccionada: Cap. 2 Pagina 35

LADO O DIÁMETRO DE REFUERZO	Atributo
ANCHO REFUERZO	Atributo
BOQUILLA	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a BOQUILLA como objeto.

➤ **Diccionario De Clases: Diseño Anillo De Rigidación o Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

En las siguientes tablas se describen los atributos y Operaciones que contienen las clases ANILLO RIGIDACIÓN, MANHOLE, BOQUILLA.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
ANILLO RIGIDACIÓN	Tipo De Platina	
ANILLO RIGIDACIÓN	Área Transversal	
ANILLO RIGIDACIÓN	Unión Cuerpo Techo	
ANILLO RIGIDACIÓN	Junta Fuerte En La Unión Cuerpo Techo	
ANILLO RIGIDACIÓN		DeterminarUso() DETERMINAR USO DE VIGA Intermedia, devuelve verdadero o falso
ANILLO RIGIDACIÓN	Altura Viga	
ANILLO RIGIDACIÓN	Espesor Anillo	
ANILLO RIGIDACIÓN	Longitud Platina	
ANILLO RIGIDACIÓN	Uso De Anclajes	
ANILLO RIGIDACIÓN	La Presión Del Viento	
ANILLO RIGIDACIÓN	La Carga Muerta	

Tabla 3.11 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Anillo de Rigidación.

Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
MANHOLE	Identificación	

MANHOLE	Diámetro Manhole	CONSULTA (DIÁMETRO_MANHOLE)
MANHOLE	Max Nivel Líquido	CONSULTA (MAX NIVEL LÍQUIDO)
MANHOLE	Espesor Refuerzo	CONSULTA (ESPESOR REFUERZO)
MANHOLE	Espesor Primer Anillo	
MANHOLE	Espesor De La Tapa	
MANHOLE	Espesor De La Brida	
MANHOLE	Espesor Tubo Cuello	
MANHOLE	Exterior	
MANHOLE	Diámetro Ejes Agujeros	
MANHOLE	Pernos	
MANHOLE	Fondo	
MANHOLE	Eje	
MANHOLE	HOME	
MANHOLE	Refuerzo	
MANHOLE	Ancho	

Tabla 3.12 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase MANHOLE.
Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE		ATRIBUTOS	OPERACIONES
BOQUILLA	Boquilla Regular		
BOQUILLA	Boquilla Baja		
BOQUILLA	Boquilla Roscada		
BOQUILLA	Diámetro		Diámetro (diámetro) devuelve valores del diámetro elegido.
BOQUILLA	Espesor Refuerzo		ESP_Refuerzo (espRefuerzo)

	Devuelve espesor del refuerzo.
BOQUILLA	Equivalente
BOQUILLA	Espesor 1er Anillo
BOQUILLA	Diámetro. Exterior Del – Tubo
BOQUILLA	Espesor Nominal del Tubo,
BOQUILLA	Min. Distancia desde -La Placa,
BOQUILLA	Espesor Filete
BOQUILLA	Min. Distancia desde Base
BOQUILLA	Soldadura
BOQUILLA	Espesor De La Brida
BOQUILLA	Diámetro. Exterior
BOQUILLA	Diámetro. Ejes
BOQUILLA	Agujeros
BOQUILLA	Pernos
BOQUILLA	Diámetro De Home
BOQUILLA	Lado O Diámetro De Refuerzo
BOQUILLA	Ancho Refuerzo
BOQUILLA	EnviarValor() guarda los valores de la boquilla seleccionada.

Tabla 3.13 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Boquilla.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Diagrama de objetos: Diseño Anillo De Rigidación o Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

En la siguiente **Figura** se aprecian las clases ANILLORIGIDACION, MANHOLE, BOQUILLA, con sus correspondientes operaciones.



Figura 3.31 Clase ANILLORIGIDACION, MANHOLE, BOQUILLA.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificar Asociaciones: Diseño Anillo De Rigidación o Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

Anillo De Rigidación

-El sistema de diseño, para Anillos de rigidación, selecciona Ángulo Tope, procesa la selección, realiza consultas y presenta datos.

-El sistema de diseño, para Anillos de rigidación, define el uso o no, de varias vigas intermedias.

▪ **Manhole**

-El sistema de diseño, para MANHOLE, procesa las elecciones de Diámetro.

-El sistema de diseño, para MANHOLE, procesa las elecciones de Nivel. Máximo de líquidos.

-El sistema de diseño, para MANHOLE, procesa las elecciones de espesor de refuerzo.

-El sistema de diseño, para MANHOLE, recibe parámetros, y realiza consultas.

-El sistema de diseño, para MANHOLE, presenta el resultado de las consultas.

- **Boquilla**

El sistema de diseño, para Selección de Boquilla, procesa las selecciones de Boquillas, procesa las alternativas elegidas, realiza consultas y presenta información al usuario.

- **Multiplicidad: Diseño Anillo De Rigidación O Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

-el sistema de diseño, para selección de anillo de rigidación, maneja varios ángulos de techo.

-el sistema de diseño, para selección de MANHOLE, maneja varias alternativas de diámetro.

-el sistema de diseño, para selección de MANHOLE, maneja varias alternativas de selección de nivel máximo de líquido.

-el sistema de diseño, para selección de MANHOLE, maneja varias alternativas de selección para espesor de refuerzo.

-el sistema de diseño, para selección de boquilla, maneja muchas alternativas de boquillas.

- **Añadir Herencia: Diseño Anillo De Rigidación O Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

En la siguiente **Figura** se puede apreciar la relación entre las clases ANILLORIGIDACIÓN, MANHOLE y BOQUILLA.

Figura 3.32 La relación entre las clases ANILLORIGIDACIÓN, MANHOLE, BOQUILLA.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Identificar Asociación Entre Objetos: Diseño Anillo De Rigidación O Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

Relación	Descripción
Agregación	La clase ANILLORIGIDACIÓN, MANHOLE, BOQUILLA . Usa información de la clase Conexión .

Tabla 3.14. Asociación entre objetos.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO DINÁMICO DISEÑO ANILLO DE RIGIDACIÓN O ÁNGULO TOPE, MANHOLE, SELECCIÓN DE BOQUILLA.**
- **Escenarios De La Interacción Típica: Escenario: Anillo De Rigidación, Manhole Y Boquilla.**

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para el diseño de anillo de Rigidación.

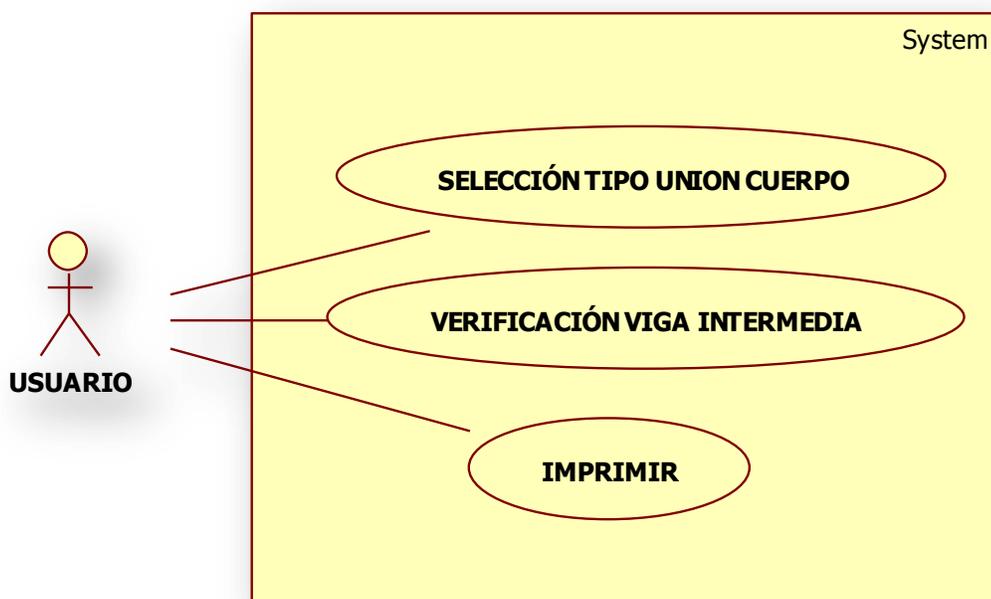


Figura 3.33 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para el Anillo de Rigidación.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para el diseño de MANHOLE.

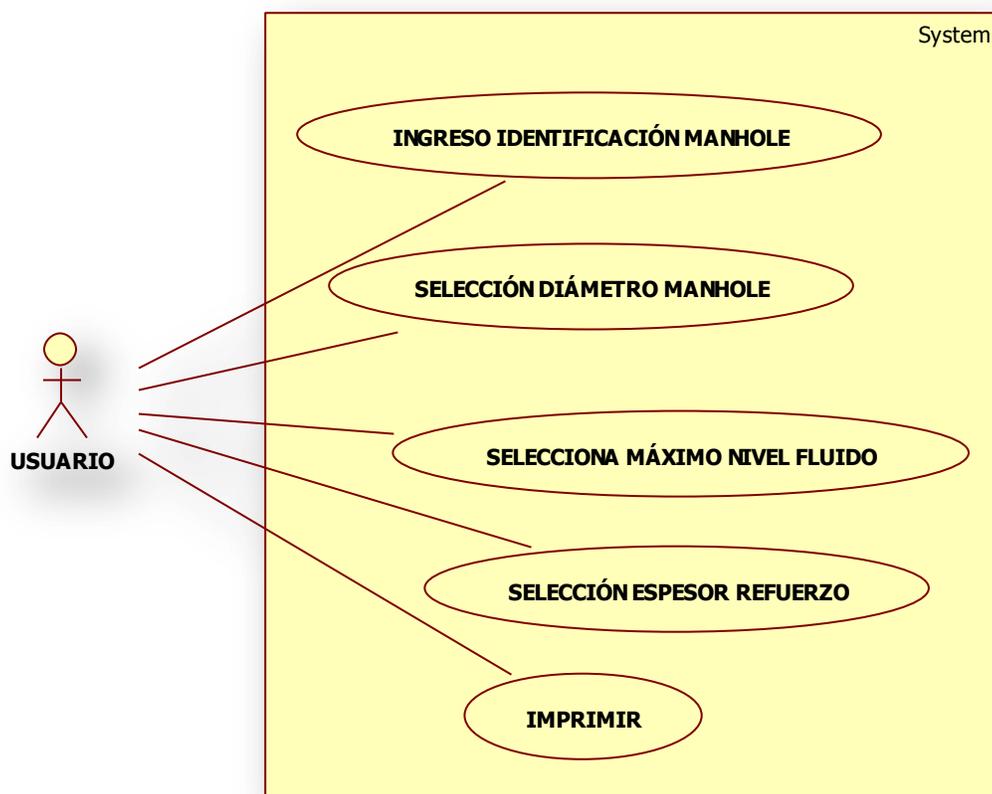


Figura 3.34 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para el diseño de MANHOLE.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para la selección de Boquilla.

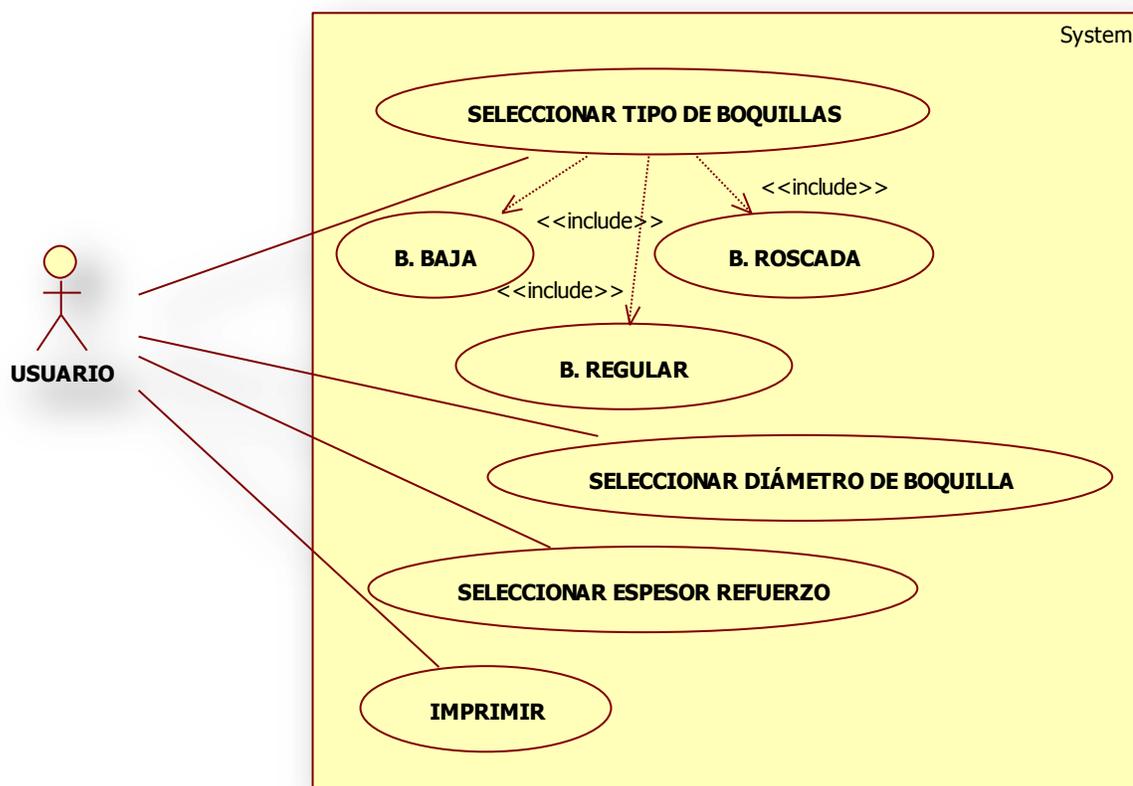


Figura 3.35 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para selección de Boquilla.

Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificación De Eventos (Transiciones) & Estados: Anillo De Rigidación, Manhole y Boquilla.**

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Anillo de Rigidación.

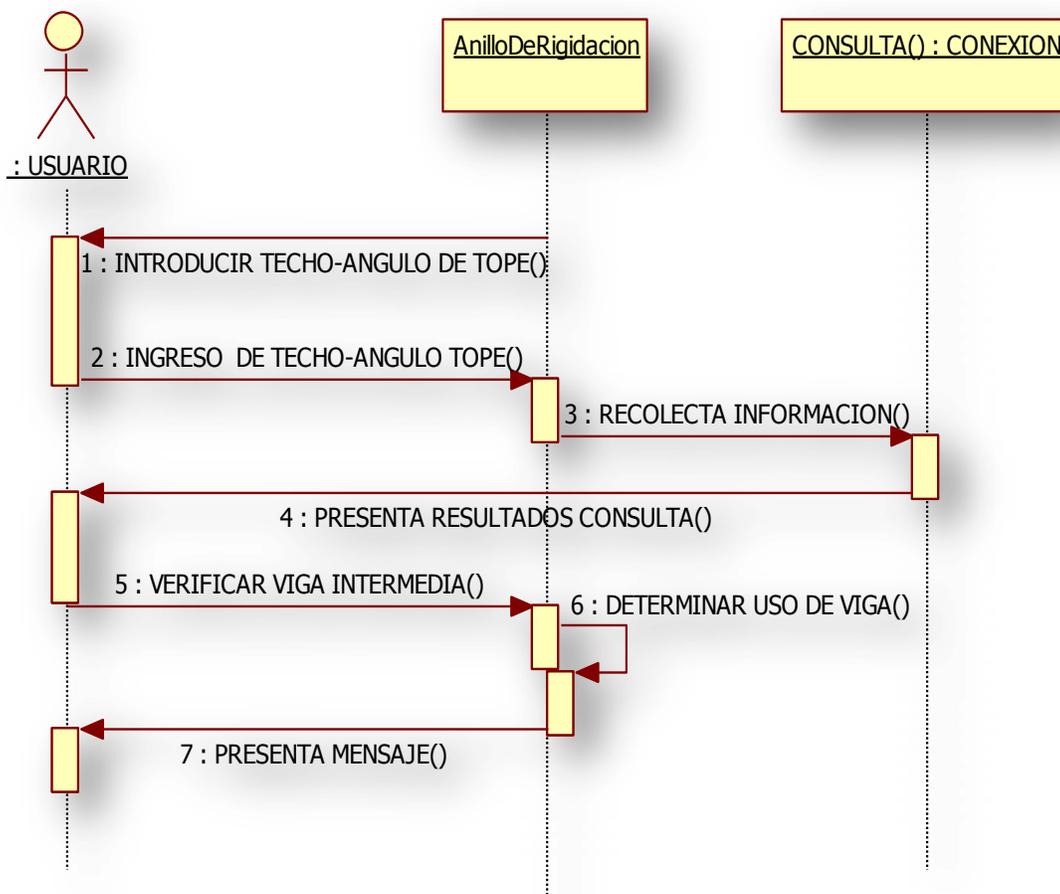


Figura 3.36 Diagrama de secuencia para la clase Anillo de Rigidación.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase MANHOLE.

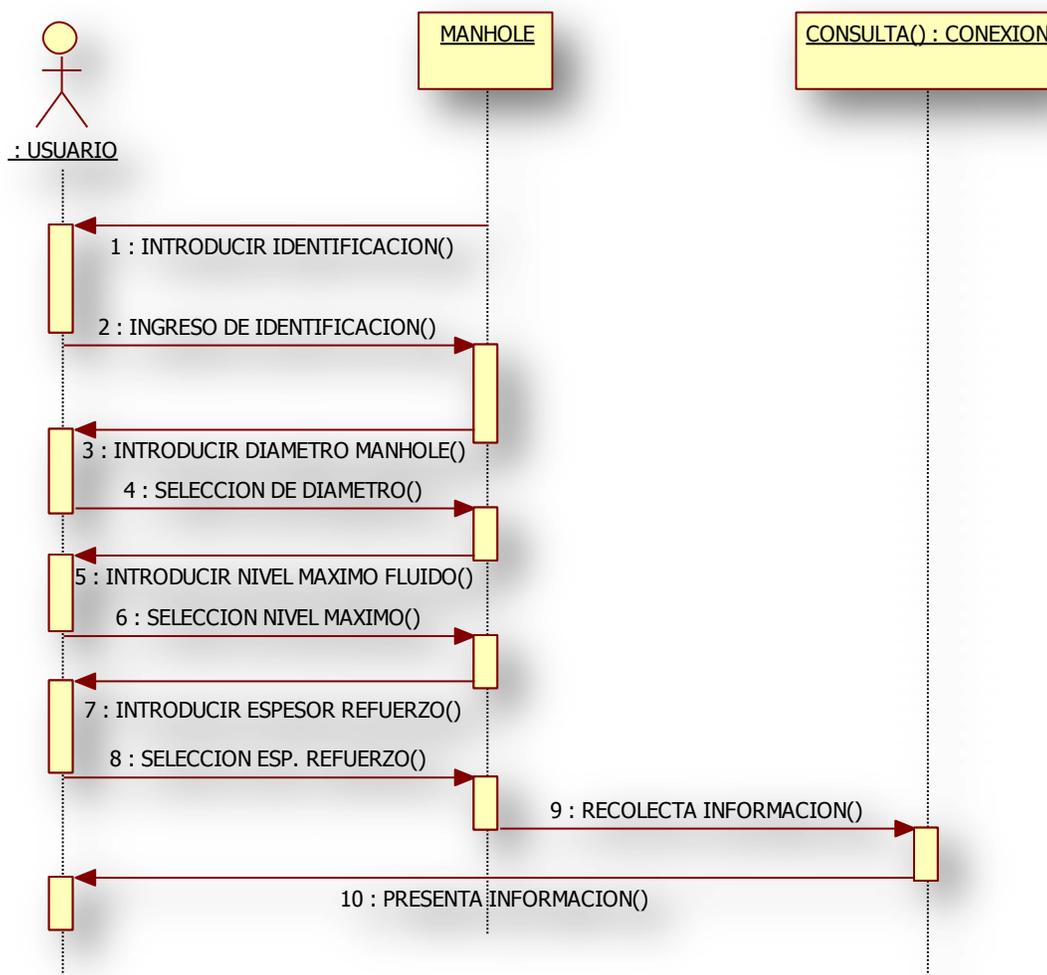


Figura 3.37 Diagrama de secuencia para la clase MANHOLE.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase BOQUILLA caso Boquilla Regular.

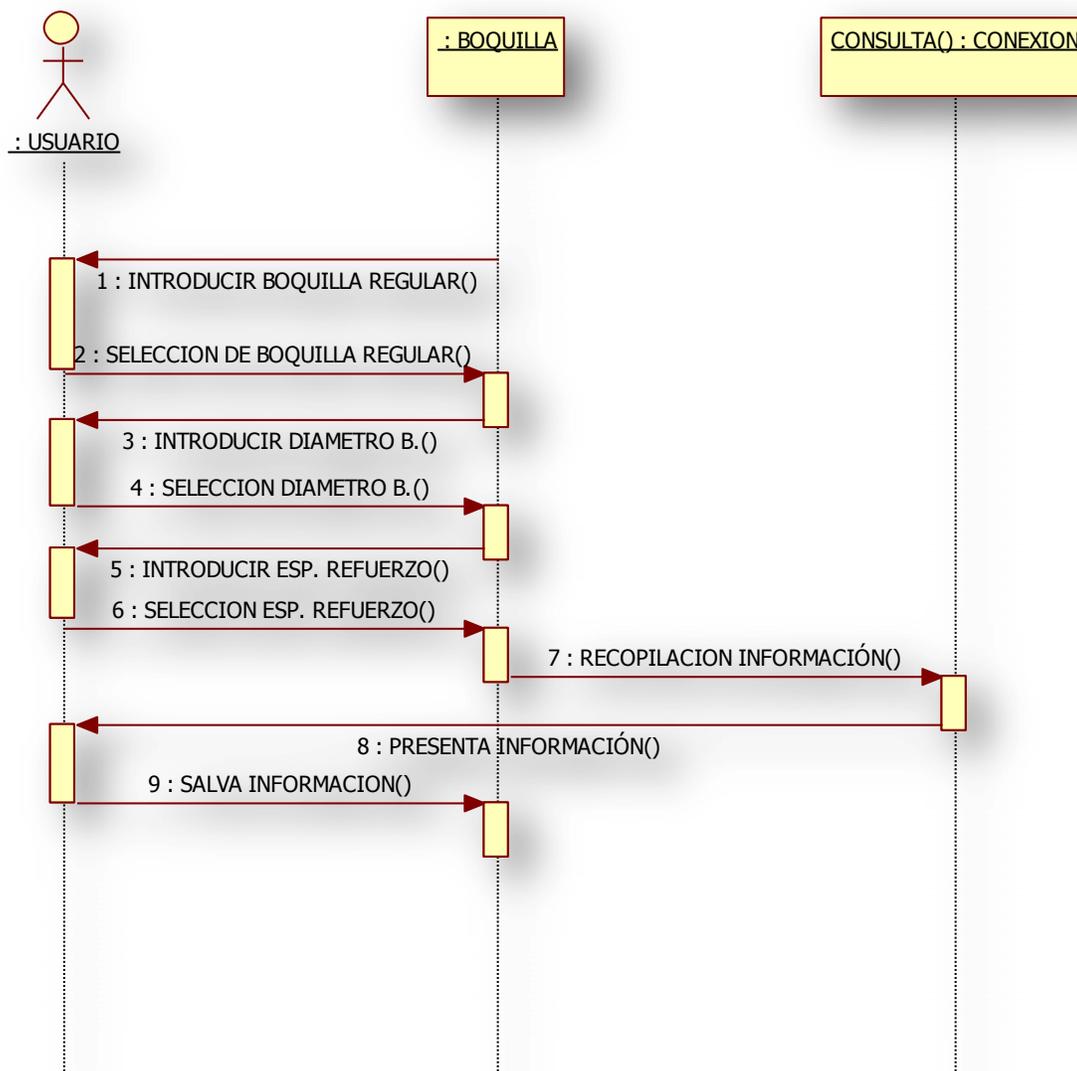


Figura 3.38 Diagrama de secuencia para el caso, Boquilla Regular.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase BOQUILLA, caso Boquilla Baja.

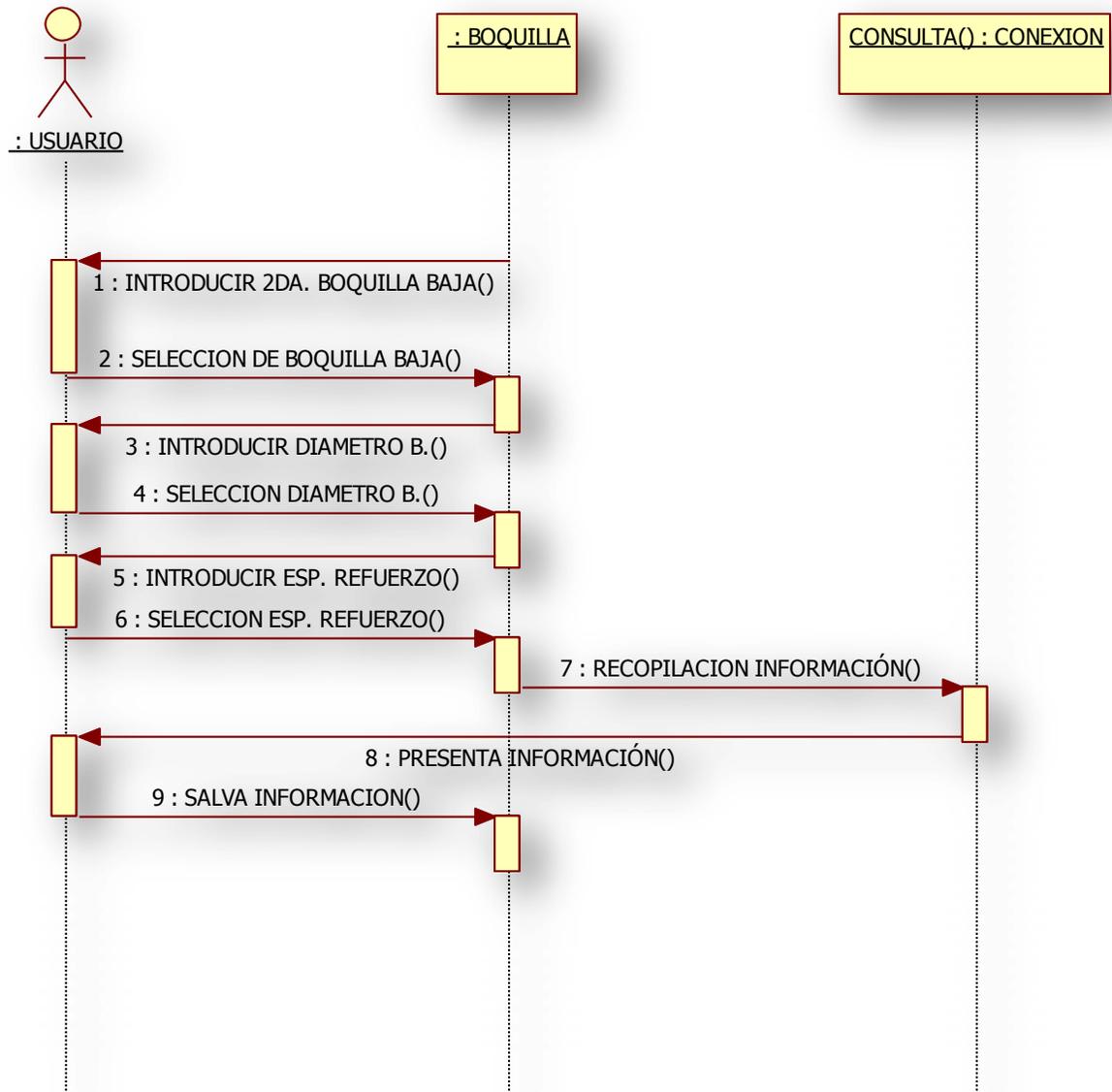


Figura 3.39 Diagrama de secuencia para el caso, Boquilla Baja.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase BOQUILLA, para el caso Boquilla Roscada.

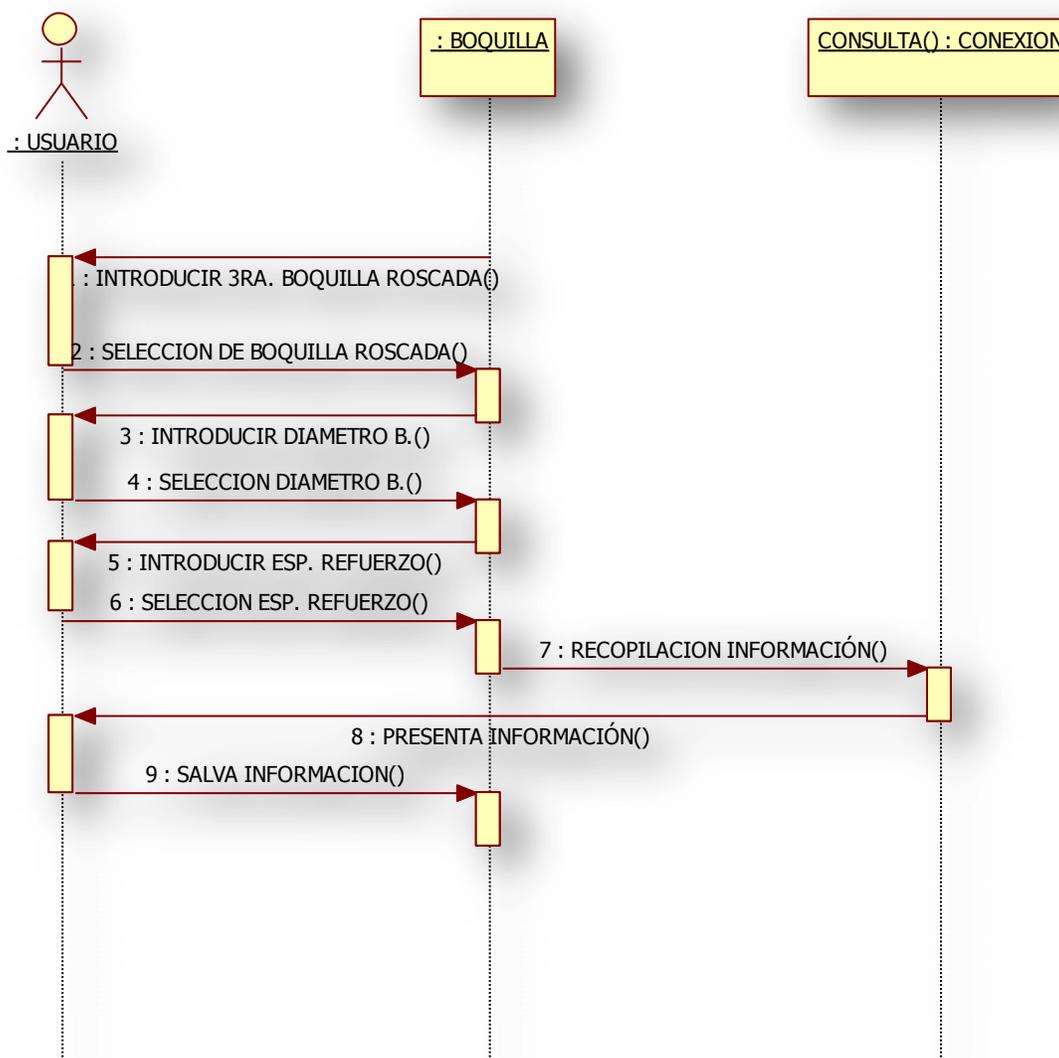


Figura 3.40 Diagrama de secuencia para el caso Boquilla Roscada.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Construcción Diagrama De Estados: Diseño Anillo De Rigidación O Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para selección Anillo de Rigidación.

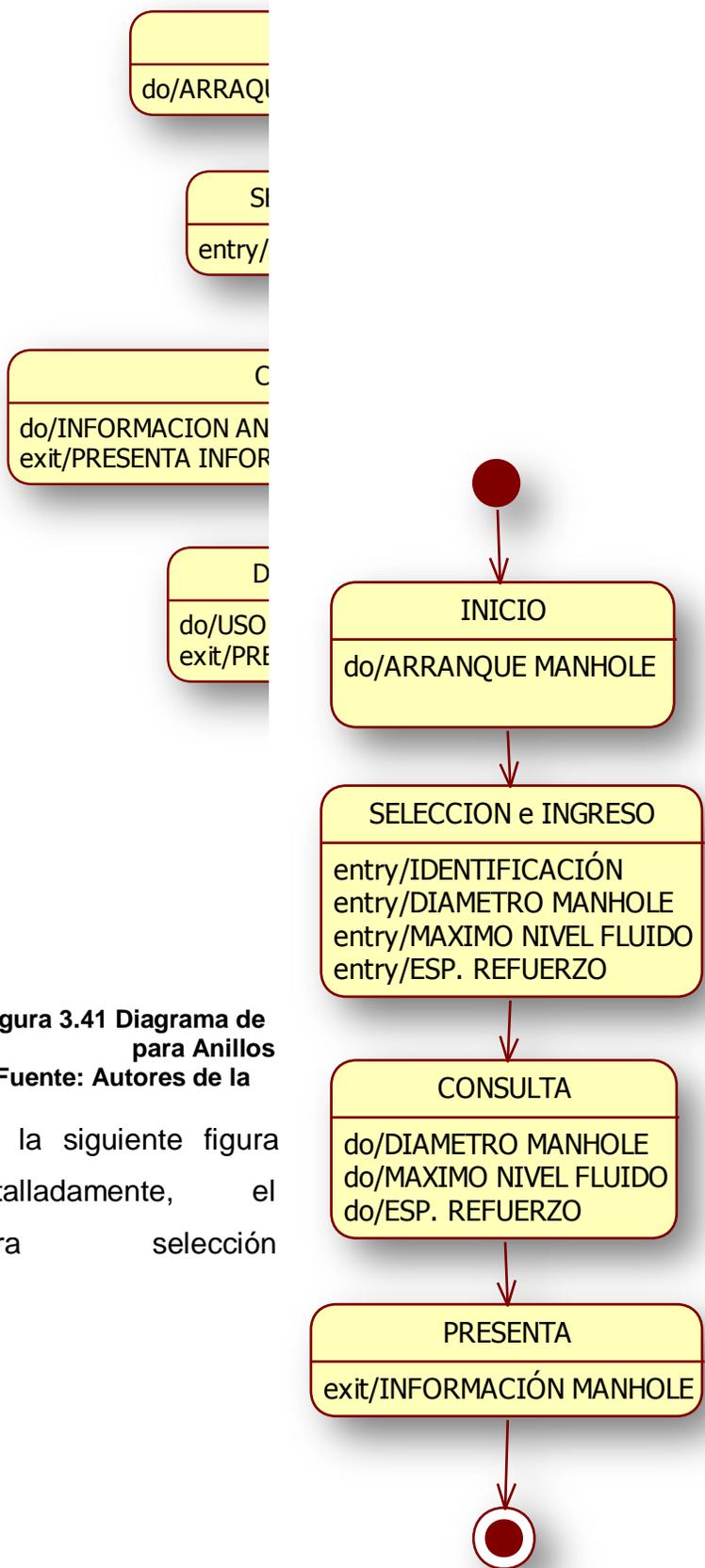


Figura 3.41 Diagrama de estados para Anillos
 Fuente: Autores de la

En la siguiente figura detalladamente, el diagrama de estados para selección

estados para selección de Rigidación. Tesis.

se muestra el diagrama de estados MANHOLE.

**Figura 3.42 Diagrama de estados para selección MANHOLE.
Fuente: Autores de la Tesis.**

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para selección BOQUILLA.

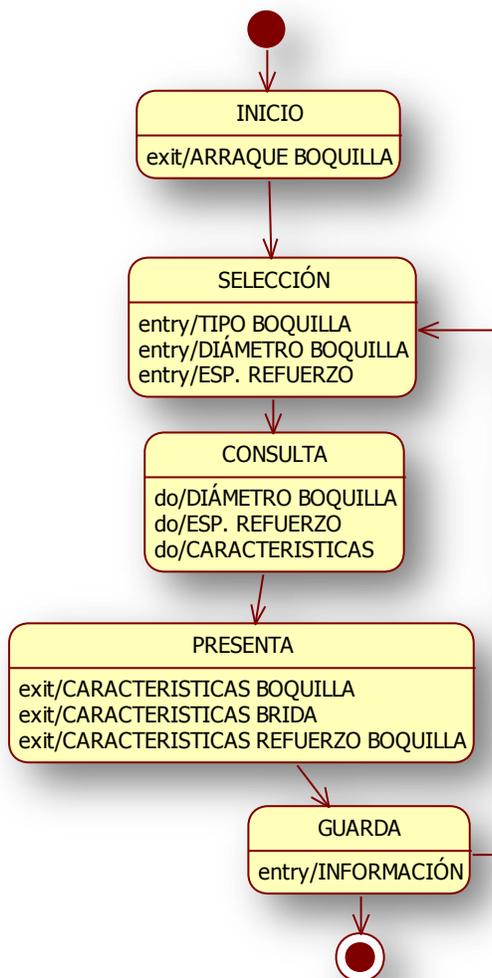


Figura 3.43 Diagrama de estados para selección BOQUILLA.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO FUNCIONAL: DISEÑO ANILLO DE RIGIDACIÓN O ÁNGULO TOPE, MANHOLE, SELECCIÓN DE BOQUILLA.**
- **Construcción De Diagrama De Flujo De Datos: Diseño Anillo De Rigidación O Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para selección del Anillo de rigidación.

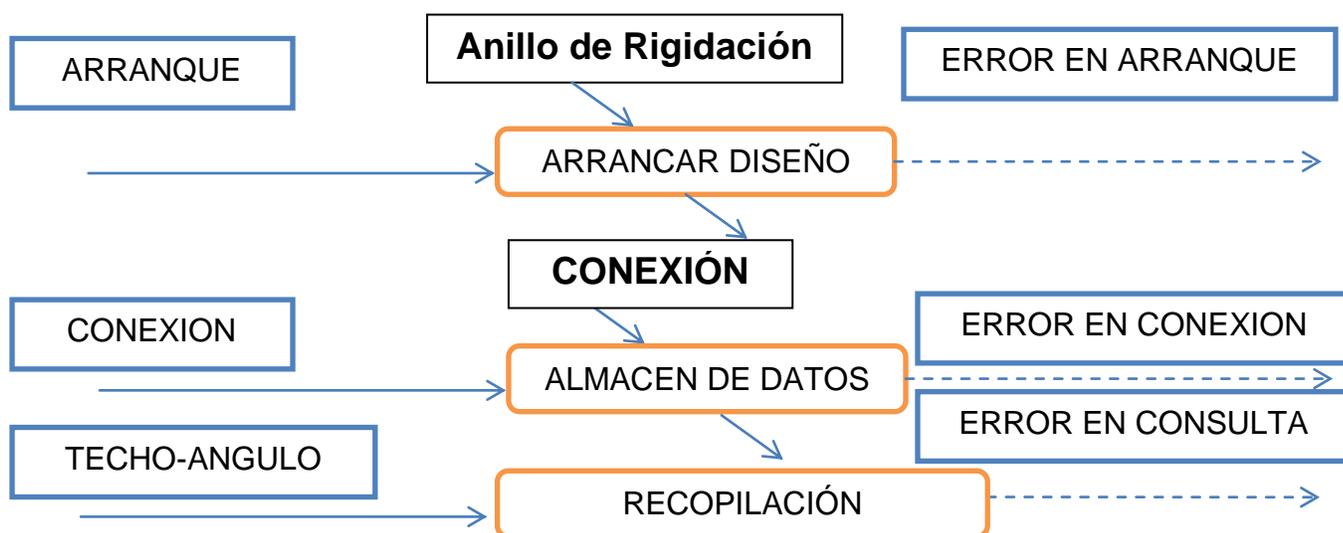


Figura 3.44 Diagrama de flujo de datos para Anillo De Rigidación.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para selección del MANHOLE.

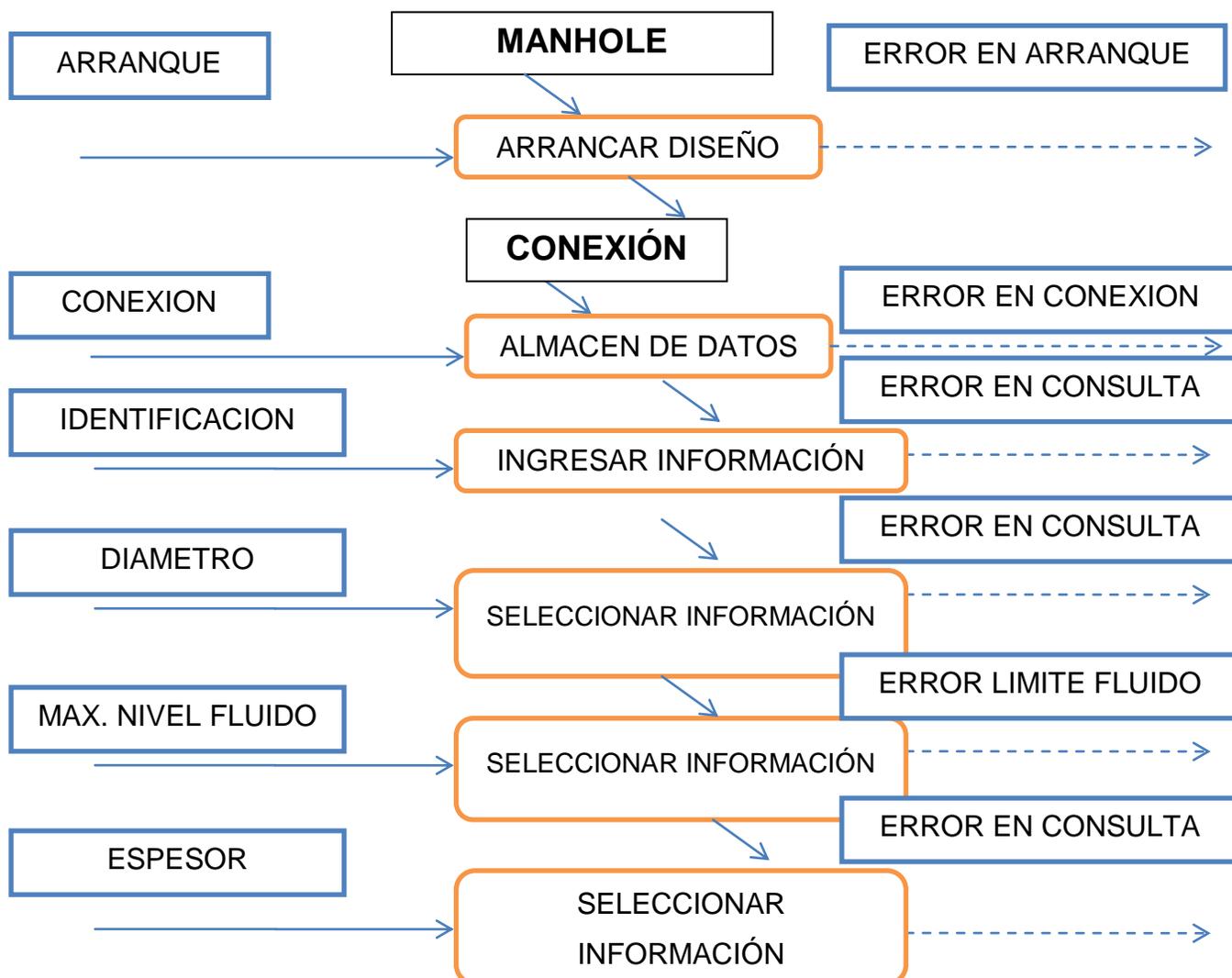


Figura 3.45 Diagrama de flujo de datos para MANHOLE.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para selección de Boquillas.



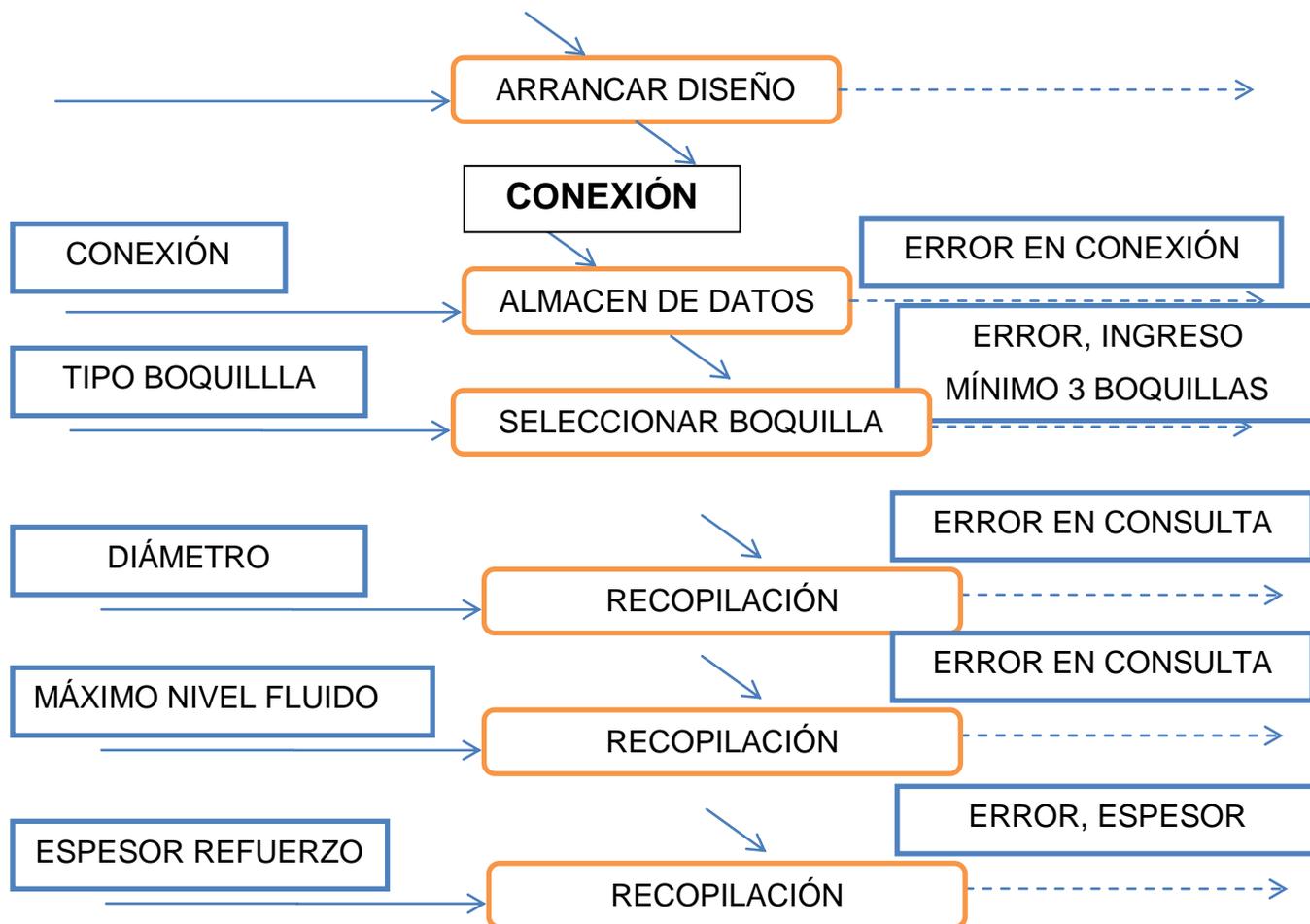


Figura 3.46 Diagrama de flujo de datos para selección de Boquillas.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Restricciones: Diseño Anillo De Rigidación o Ángulo Tope, Manhole, Selección De Boquilla.**
 - Un usuario, no puede, diseñar **anillos de Rigidación**, sin especificar una identificación para el diseño.
 - Un usuario, no puede, diseñar MANHOLES, sin antes haber especificado identificación, diámetro, máximo nivel, espesor refuerzo, espesor del primer anillo en su diseño si es un MANHOLE DEL CUERPO.

- Un usuario, no puede, diseñar MANHOLE, si sobrepasa el límite de fluido pre establecido.
- Para el diseño de MANHOLE, el espesor de placa refuerzo, no puede ser menor al espesor del 1er anillo.
- Un usuario, no puede, diseñar Boquillas, sin antes haber especificado, tipo de boquilla, diámetro boquilla, espesor refuerzo boquilla, en su diseño.
- Un usuario, no puede, diseñar Boquillas, si sobrepasa el límite de ingreso de boquillas, predefinido, como 3 boquillas mínimo.
- Para el diseño de boquillas, el espesor de placa refuerzo, no puede ser menor al espesor del 1er anillo.

- **Interfaz**

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para selección del anillo de rigidación.

Figura 3.47 Interfaz Anillo de Rigidación.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario. En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Manhole.

Figura 3.48 Interfaz Manhole.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para selección de Boquilla.

SELECCION DE BOQUILLAS

DATOS PARA LA SELECCIÓN

TIPO DE BOQUILLA

BOQUILLA REGULAR BOQUILLA BAJA BOQUILLA ROSCADA

Guardar 1

CARACTERISTICAS BOQUILLA SELECCIONADA

IDENTIFICACIÓN BOQUILLA 1

DIAMETRO (NPS) [in]

ESPELOR REFUERZO (T) [in]

EQUIVALENTE [in]

ESPELOR PRIMER ANILLO 0,1875

DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO (Dp) [in]

ESPELOR NOMINAL DEL TUBO (tn) [in]

MIN. DISTANCIA DESDE LA PLACA (J) [in]

MIN. DISTANCIA DESDE BASE (Hn o C) [in]

ESPELOR FILETE SOLDADURA (B) [in]

ESPELOR FILETE SOLDADURA (A1 o A2) [in]

DETALLE BOQUILLA

DETALLE DE SOLDADURA

CARACTERISTICAS DE BRIDA SELECCIONADA

ESPELOR DE LA BRIDA (Qb) [in]

DIAM. EXTERIOR (A) [in]

DIAM. EJES (Cb) [in]

NUMERO AGUJEROS (Nh) [in]

DIAM. AGUJEROS (Dh) [in]

DIAM. PERNOS (D) [in]

DETALLE DE LA BRIDA

REFUERZO DE BOQUILLA

DIAM. DEL HOGAR (Dr) [in]

LADO O DIAMETRO DEL REFUERZO (L o D) [in]

ANCHO REFUERZO (Wr) [in]

TIPO CIRCULAR

TIPO DIAMANTE

Opciones

Imprimir Salir

Anterior Siguiente

Figura 3.49 Interfaz Boquilla.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

- **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: DISEÑO Y SELECCIÓN ACCESORIOS DE LIMPIEZA, MANHOLE DE TECHO, BOQUILLA DE TECHO, SELECCIÓN SUMIDEROS Y GRADAS.**

*Selección Accesorios de Limpieza*⁴⁸, Los accesos de limpieza son accesorios que se utilizan para el ingreso de los equipos de mantenimiento y otros. Las características y definiciones para ACCESORIOS DE LIMPIEZA se encuentran en el Capitulo 2. Pagina. 36.

Parámetros para diseño de accesorios de limpieza.

-Identificación, selección, alto x ancho abertura, máximo nivel.

- **Características de los accesorios:**

-radio de la abertura, ancho placa refuerzo, alto placa refuerzo, radio placa, espesor placa refuerzo, ancho lado de la brida, ancho base de la brida, espesor brida y tapa, eje agujeros y extremo brida, distinto espesor entre agujeros, número de agujeros, Diámetro agujeros, diámetro pernos, espesor placa fondo refuerzo.

*Manhole De Techo*⁴⁹, Los MANHOLES para techos se utilizan también para el venteo del tanque, inspección técnica y el ingreso del personal, las características de los MANHOLE para techos se encuentran en el Capitulo 2. Pagina.31

Parámetros para diseño de MANHOLE de techo.

-Identificación, Diámetro.

- **Características:**

Diámetro de cuello, diámetro de tapa, diámetro ejes agujeros, diámetro abertura, diámetro exterior placa refuerzo, número agujeros, diámetro agujeros, diámetro pernos.

*Boquillas Del Techo*⁵⁰, las características de Boquillas de Techo se encuentran en el Capitulo 2. Página 35.

Para el diseño de boquillas de techo utilizamos parámetros, estos son:

-Identificación, tipo boquilla, diámetro.

- **Características de Boquilla Seleccionada:**

⁴⁸ *Selección Accesorios de Limpieza, Cap.2, página 36*

⁴⁹ *Manhole De Techo , Cap.2, página 31*

⁵⁰ *Boquillas Del Techo , Cap.2 , página 35*

Diámetro exterior del tubo, diámetro abertura en el techo, min. altura de la boquilla, diámetro placa de refuerzo, características brida, diámetro exterior, diámetro ejes, número de agujeros, diámetro agujeros, diámetro de pernos, *Selección Sumideros, Gradadas y Pasamanos*⁵¹, Emplea los siguientes parámetros, establecidos por la API-650. Las características y definiciones de estos parámetros se encuentran en el Capítulo 2, página. 36

El usuario establece una:

-Identificación

Selección de:

Diámetro, ángulo de elevación.

▪ **Características de sumideros:**

diámetro del sumidero, fondo del sumidero, distancia desde el anillo hasta el eje, espesor placas del sumidero, min. espesor de la tubería interna, min. espesor del cuello de boquilla.

▪ **Características de Gradadas y Pasamanos:**

-Ancho de la grada, altura de la grada, longitud de la grada, número de gradadas, altura pasamano.

▪ **MODELO DE OBJETOS: DISEÑO Y SELECCIÓN ACCESORIOS DE LIMPIEZA, MANHOLE DE TECHO, BOQUILLA DE TECHO, SELECCIÓN SUMIDEROS Y GRADAS.**

➤ **Identificar Las Clases: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradadas.**

Lista de sustantivos:

Sustantivos	Propiedades
Identificación	Atributo
Selección	Atributo

⁵¹ *Selección Sumideros, Gradadas y Pasamanos, Cap.2, página 49*

Alto X Ancho Abertura	Atributo
Máximo Nivel	Atributo
Radio De La Abertura	Atributo
Ancho Placa Refuerzo	Atributo
Alto Placa Refuerzo	Atributo
Radio Placa	Atributo
Espesor Placa Refuerzo	Atributo
Ancho Lado De La Brida	Atributo
Ancho Base De La Brida	Atributo
Espesor Brida Y Tapa	Atributo
Eje Agujeros Y Extremo Brida	Atributo
Distancia Espesor Entre Agujeros	Atributo
Numero De Agujeros	Atributo
Diámetro Agujeros	Atributo
Diámetro Pernos	Atributo
Espesor Placa Fondo Refuerzo	Atributo
Accesorios Limpieza	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a ACCESORIOS LIMPIEZA como objeto.

Lista de sustantivos:

Sustantivos	Propiedades
Identificación	Atributo
Diámetro	Atributo
Cuello	Atributo
Tapa	Atributo
Ejes Agujeros	Atributo
Abertura	Atributo
Exterior Placa	Atributo
Refuerzo	Atributo
Agujeros	Atributo

Agujeros	Atributo
Pernos	Atributo
Manhole Techo	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a MANHOLE TECHO como objeto.

Lista de sustantivos:

Sustantivos	Propiedades
Identificación	Atributo
Tipo Boquilla	Atributo
Diámetro	Atributo
Diámetro Exterior Del Tubo	Atributo
Diámetro Abertura En El Techo	Atributo
Min. Altura De La Boquilla	Atributo
Diámetro Placa De Refuerzo	Atributo
Diámetro Exterior	Atributo
Diámetro Ejes	Atributo
Numero De Agujeros	Atributo
Diámetro Agujeros	Atributo
Diámetro De Pernos	Atributo
Boquilla Techo	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Boquilla de Techo como objeto.

Lista de sustantivos:

Sustantivos	Propiedades
Identificación	Atributo
Altura Pasamano	Atributo
Relación De Las Dimensiones De La Grada.(2R+R)	Atributo
Ángulo De Elevación	Atributo
Sumidero	Atributo

Fondo Del Sumidero	Atributo
Distancia Desde El Anillo Hasta El Eje	Atributo
Espesor Placas Del Sumidero	Atributo
Min. Espesor De La Tubería Interna	Atributo
Min. Espesor Del Cuello De Boquilla	Atributo
Ancho De La Grada	Atributo
Altura De La Grada	Atributo
Longitud De La Grada	Atributo
Número De Gradadas	Atributo
Diámetro	Atributo
Selección Sumideros Gradadas	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Selección Sumideros y Gradadas como objetos.

- **Diccionario De Clases: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros y Gradadas.**

En las siguientes tablas se describen los atributos y Operaciones que contienen las clases accesorios Limpieza, Manhole Techo, Boquilla Techo, Selección Sumideros Gradadas.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
accesorios Limpieza	-Identificación	
accesorios Limpieza	-Alto por Ancho Abertura	Consulta(AltoporAnchoAbertura) Este proceso Realiza una

		consulta y devuelve el valor correspondiente
accesorios Limpieza	-Máximo Nivel Fluido	Consulta(Máximo Nivel) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente
accesorios Limpieza	-Radio De La Abertura	
accesorios Limpieza	-Ancho Placa Refuerzo	
accesorios Limpieza	-Alto Placa Refuerzo	
accesorios Limpieza	-Radio Placa	
accesorios Limpieza	-Espesor. Placa Refuerzo	
accesorios Limpieza	-Ancho Lado De La Brida	
accesorios Limpieza	-Ancho Base De La Brida	
accesorios Limpieza	-Espesor. Brida Y Tapa	
accesorios Limpieza	-Eje Agujeros Y Extremo Brida	
accesorios Limpieza	-Distancia Espesor Entre Agujeros	
accesorios Limpieza	-Numero De Agujeros	
accesorios Limpieza	-Diámetro Agujeros	
accesorios Limpieza	-Diámetro Pernos	
accesorios Limpieza	-Espesor Placa	

Fondo Refuerzo

Tabla 3.15 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase accesorios Limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
<i>MANHOLE TECHO</i>	Identificación	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Diámetro	Consulta(diámetroManholeTecho) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente
<i>MANHOLE TECHO</i>	Cuello	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Tapa	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Ejes Agujeros	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Abertura	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Exterior Placa	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Refuerzo	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Agujeros Pernos	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Manhole Techo	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Diámetro Cuello	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Tapa	
<i>MANHOLE TECHO</i>	Ejes Agujeros	

Tabla 3.16 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase MANHOLE TECHO.
Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Identificación	
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Tipo Boquilla	Consulta(TIPOBOQUILLA) Devuelve el valor correspondiente.
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro	Consulta(DIÁMETRO) Devuelve el valor correspondiente.

<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro Exterior Del Tubo
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro Abertura En El Techo
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Min. Altura De La Boquilla
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro Placa De Refuerzo
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro Exterior
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro Ejes
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Número De Agujeros
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro Agujeros
<i>BOQUILLA TECHO</i>	Diámetro De Pernos

Tabla 3.17 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase BOQUILLA TECHO.
Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Identificación	
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Diámetro	Consulta(diámetro) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Relación de las disminuciones de la grada ($2r+ R$)	Consulta(radio) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Ángulo de Elevación	Consulta(ángulo de elevación) Este proceso Realiza una

	consulta y devuelve el valor correspondiente
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Sumidero
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Fondo del sumidero
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Distancia Desde El Anillo hasta el eje.
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Espesor Placas del Sumidero
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Min. Espesor de la Tubería Interna
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Min. Espesor del Cuello de Boquilla
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Ancho de la Grada
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Altura de la Grada
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Longitud de las Gradass
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Número de Gradass
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Selección Sumideros Gradass
<i>SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS</i>	Altura Pasamano

Tabla 3.18 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase SELECCIÓNSUMIDEROSGRADAS.

Fuente: Autores de la Tesis.

- **Diagrama de objetos: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradadas.**

En las siguiente **Figura** se aprecian las clases Diseño y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradadas. con sus correspondientes operaciones.

117

Figura 3.50 Clase Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradadas.

Fuente: Autores de la Tesis.

- **Identificar Asociaciones: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradadas.**
- **Accesorios de limpieza**
 - El sistema de diseño, para **Anillos de Rigidación**, selecciona Ángulo Tope, procesa la selección, realiza consultas y presenta datos.
 - El sistema de diseño, para **Anillos de Rigidación**, define el uso o no, de varias vigas intermedias.
- ❖ **Manhole de Techo**
 - El sistema de diseño, para **MANHOLE**, procesa las elecciones de Diámetro.
 - El sistema de diseño, para **MANHOLE**, procesa las elecciones de Nivel. Máximo de Líquidos.
 - El sistema de diseño, para **MANHOLE**, procesa las elecciones de espesor de refuerzo.
 - El sistema de diseño, para **MANHOLE**, recibe parámetros, y realiza consultas.
 - El sistema de diseño, para **MANHOLE**, presenta el resultado de las consultas.

❖ **Boquilla de Techo**

-El sistema de diseño, para **Selección de Boquilla**, procesa las selecciones de Boquillas, procesa las alternativas elegidas, realiza consultas y presenta información al usuario.

❖ **Selección Sumideros Gradadas**

-El sistema de diseño, para **Sumideros, gradadas y pasamanos**, selecciona diámetro, procesa la selección, realiza consultas y presenta información.

-El sistema de diseño, para **Sumideros, gradadas y pasamanos**, selecciona **2R+r(relación de la huella , contrahuella y el ángulo de inclinación)**, procesa la selección, realiza consultas y presenta información.

-El sistema de diseño, para **Sumideros, gradadas y pasamanos**, selecciona ángulo de elevación, procesa la selección, realiza consultas y presenta información.

➤ **Multiplicidad: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradadas.**

-El sistema de diseño, para Selección de Anillo de rigidación, maneja varios **ÁNGULOS DE TECHO**.

-El sistema de diseño, para Selección de MANHOLE, maneja varias alternativas de **DIÁMETRO**.

-El sistema de diseño, para Selección de MANHOLE, maneja varias alternativas de selección de **NIVEL MÁXIMO DE LÍQUIDO**.

-El sistema de diseño, para Selección de MANHOLE, maneja varias alternativas de selección para **ESPELOR DE REFUERZO**.

-El sistema de diseño, para **SELECCIÓN DE BOQUILLA**, maneja muchas alternativas de **BOQUILLAS**.

-El sistema de diseño, para **Sumideros, gradadas y pasamanos**, maneja muchas alternativas para selección de diámetro y ángulos de elevación.

➤ **Identificar Asociación Entre Objetos**

Relación	Descripción
Agregación	Las clases accesorios Limpieza, Manhole Techo, Boquilla Techo, Selección Sumideros Gradas, usa información de la clase Conexión .

Tabla 3.19 Asociación entre objetos.

Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Diagrama De Objetos: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradas.**

En las siguiente **Figura** se aprecian las clases accesorios de Limpieza, Manhole Techo, Boquilla Techó, Selección Sumideros Gradas con sus relaciones.

18

Figura 3.51 accesorios de Limpieza, Manhole Techo, Boquilla Techo, Selección Sumideros Gradas.

Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO DINÁMICO: DISEÑO Y SELECCIÓN ACCESORIOS DE LIMPIEZA, MANHOLE DE TECHO, BOQUILLA DE TECHO, SELECCIÓN SUMIDEROS Y GRADAS.**

- **Escenarios De La Interacción Típica:** *Escenarios: Accesorios De Limpieza, Manhole Techo, Boquilla De Techo.*

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para accesorios de Limpieza.

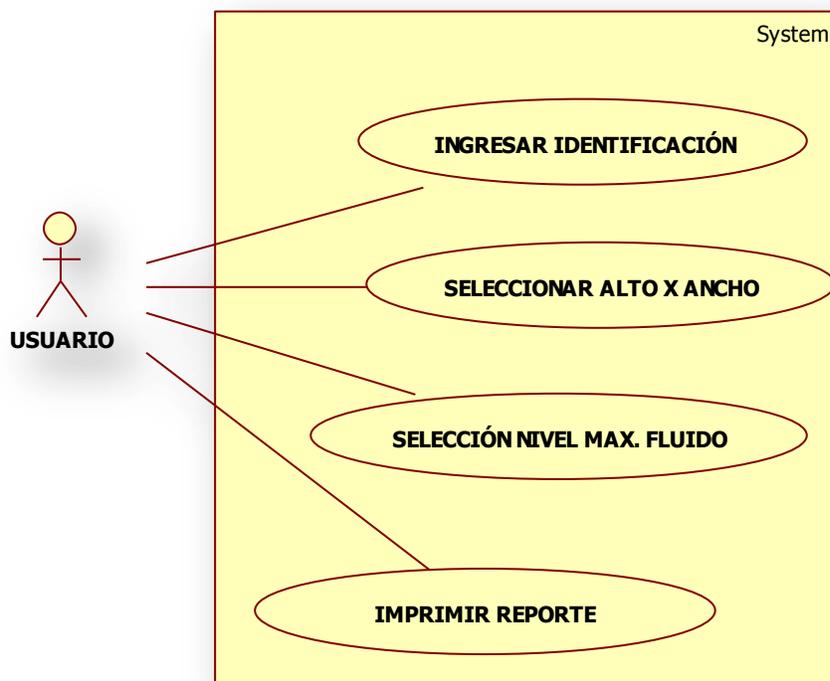


Figura 3.52 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para la elección de accesorios de Limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para Manhole del Techo.

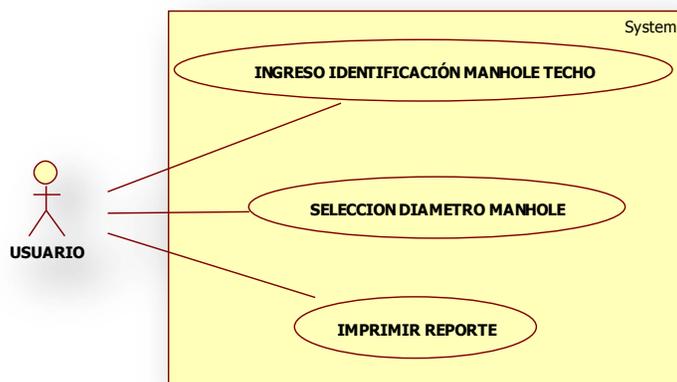


Figura 3.53 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para la elección de Manhole de Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para Boquilla de Techo.

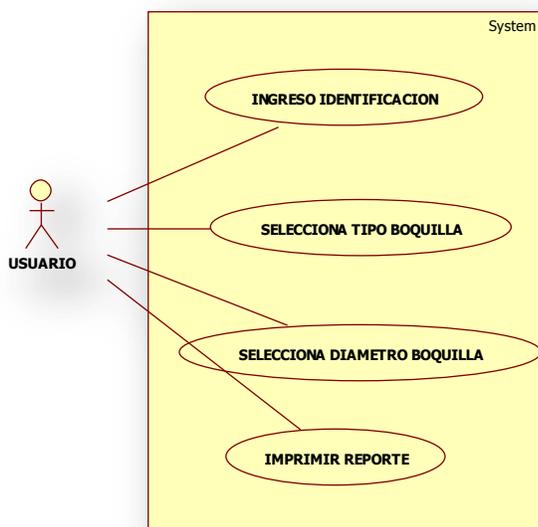


Figura 3.54 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para la elección de Boquilla de Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para la selección de Sumideros, Gradas y pasamanos.

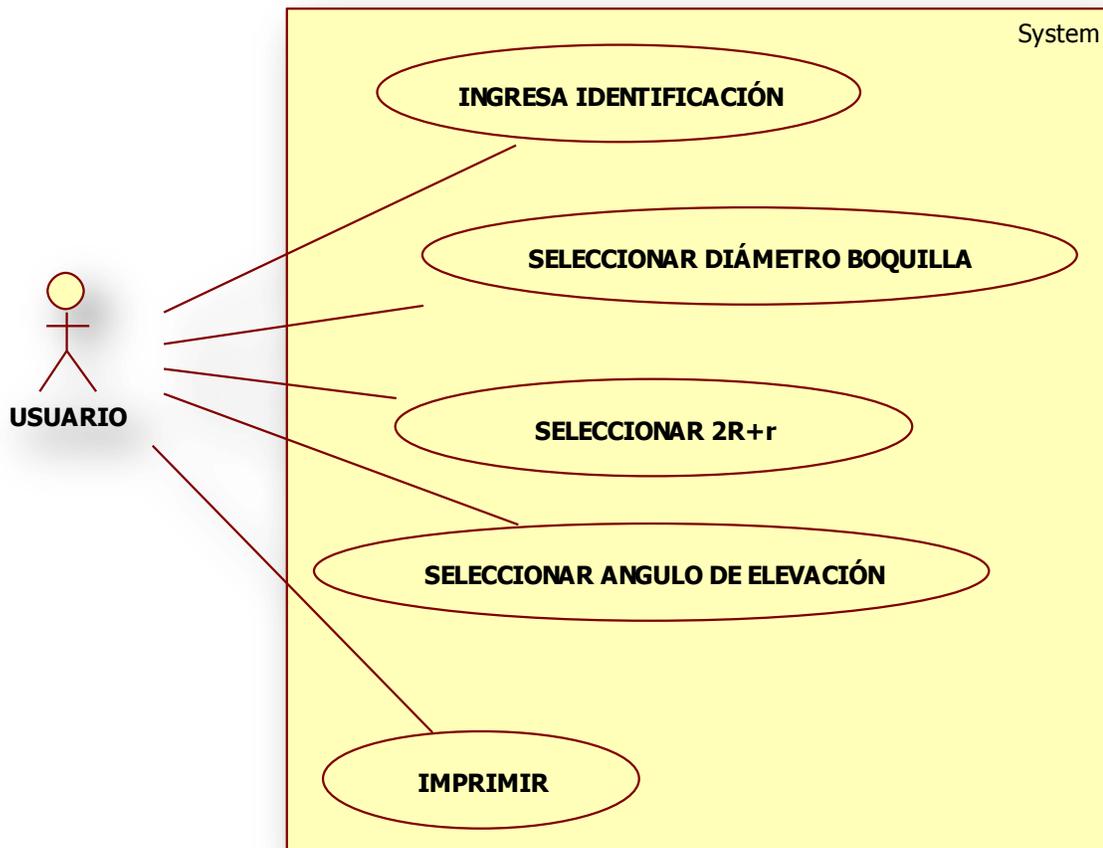


Figura 3.55 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para la Selección de Sumideros, Gradas y pasamanos.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Identificación De Eventos & Estados: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradas.**

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase accesorios Limpieza.

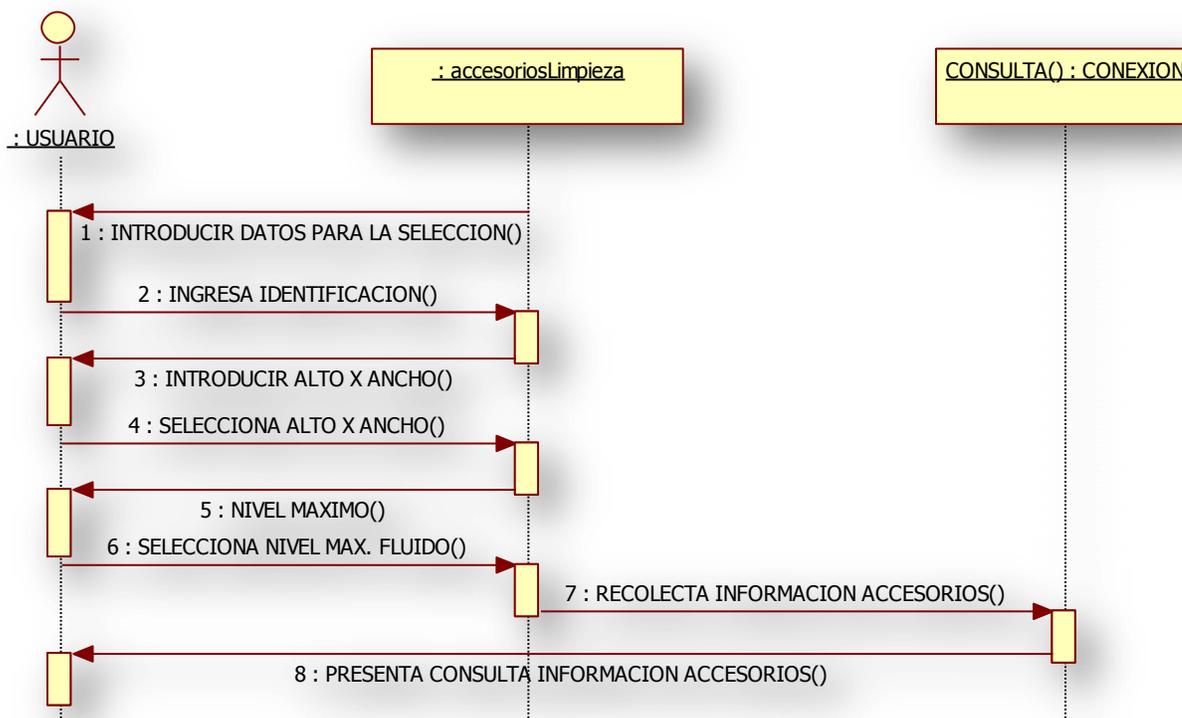


Figura 3.56 Diagrama de secuencia para la clase accesorios de Limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Manhole Techo.

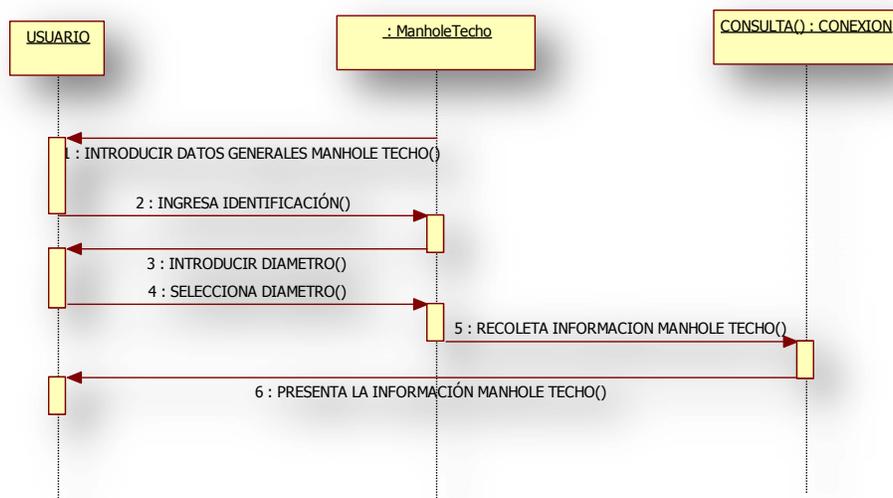


Figura 3.57 Diagrama de secuencia para la clase Manhole de Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Boquilla de Techo.

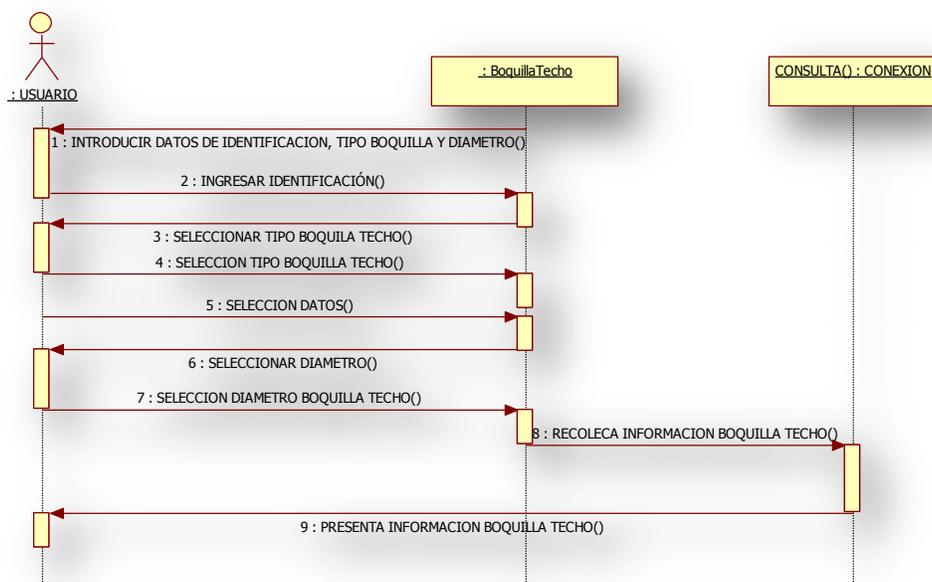


Figura 3.58 Diagrama de secuencia para la clase Boquilla de Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Selección Sumideros y Gradadas.

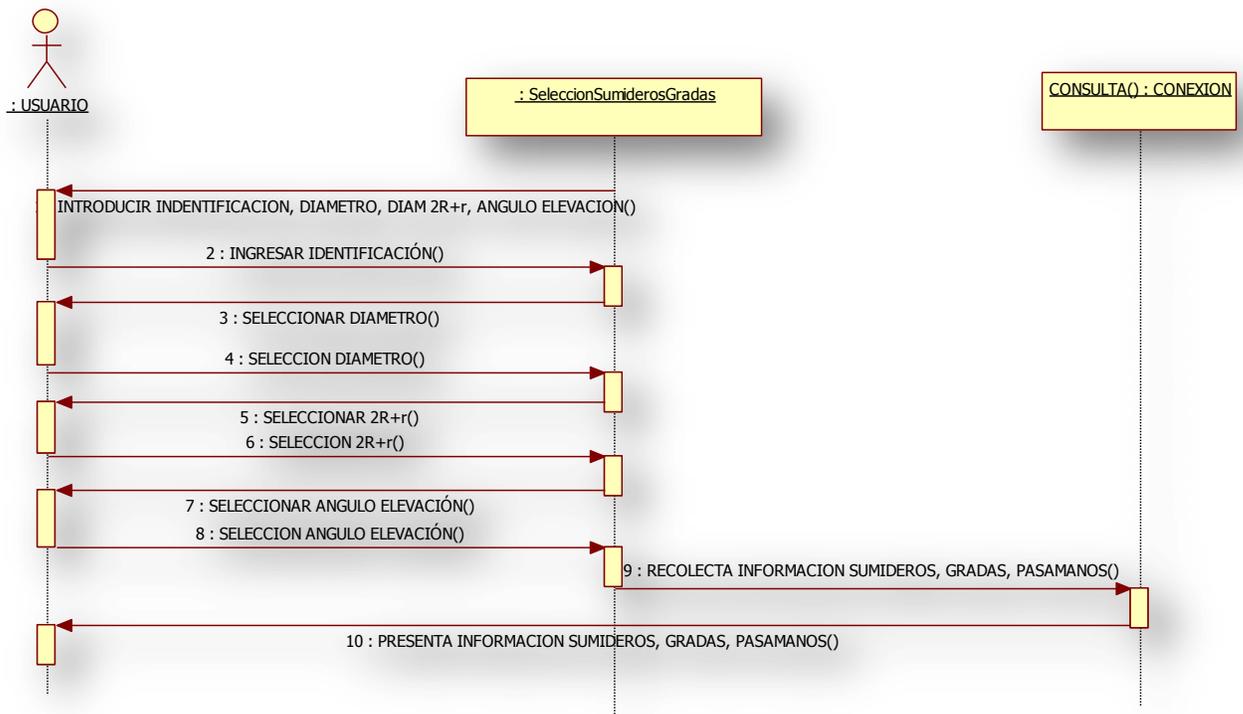


Figura 3.59 Diagrama de secuencia para la clase Selección Sumideros y Gradadas.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Construcción**
Estados: Diseño Y
Accesorios De
Techo, Boquilla De
Sumideros Y Gradadas.

En la siguiente figura se

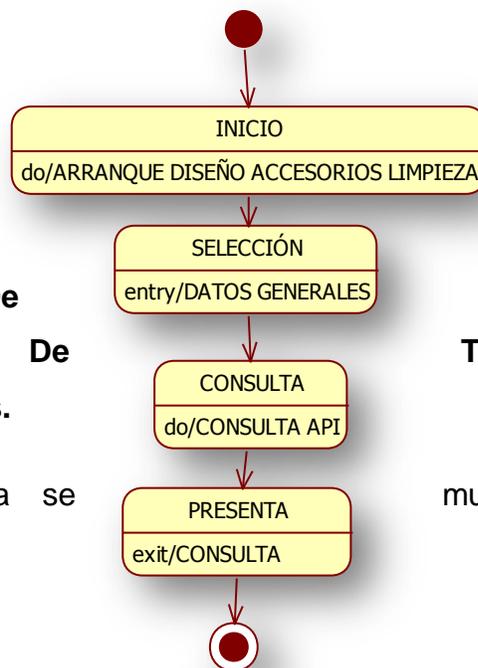


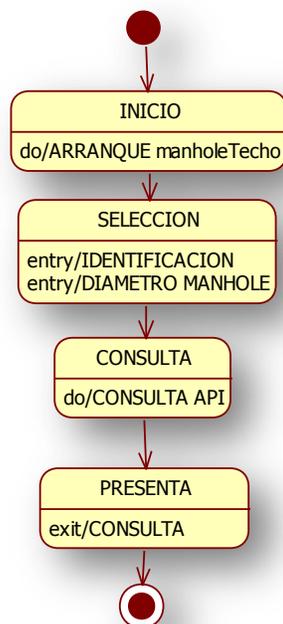
Diagrama De
Selección
Limpieza, Manhole De
Techo, Selección

muestra detalladamente, el

diagrama de estados para accesorios Limpieza.

Figura 3.60 Diagrama de estados para accesorios Limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se
el diagrama de estados para



muestra detalladamente,
Manhole de Techo.

Figura 3.61 Diagrama de estados para Manhole Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para Boquilla de Techo.

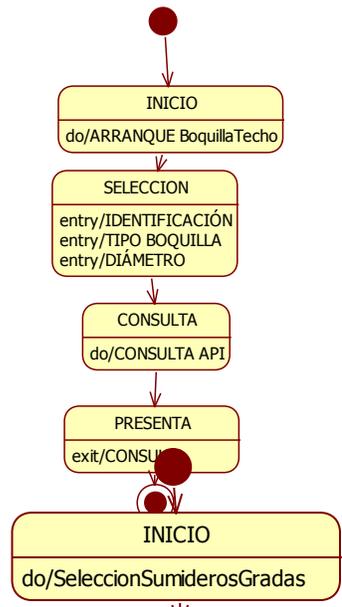


Figura 3.62 Diagrama de estados
Fuente: Autores de la Tesis.

para Boquilla del Techo.

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para Gradadas.

muestra detalladamente, el Selección Sumideros de

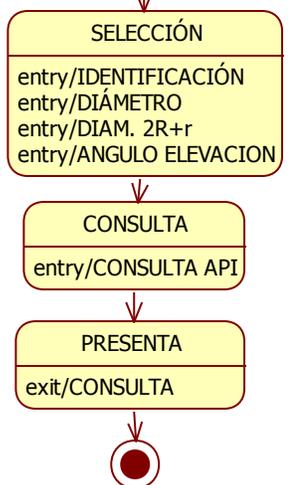


Figura 3.63 Diagrama de estados para Selección de Sumideros y Gradas.
Fuente: Autores de la Tesis.

▪ **MODELO FUNCIONAL**

- **Construcción de Diagrama de flujo de datos: Diseño Y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla De Techo, Selección Sumideros Y Gradas.**

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para accesorios de Limpieza.



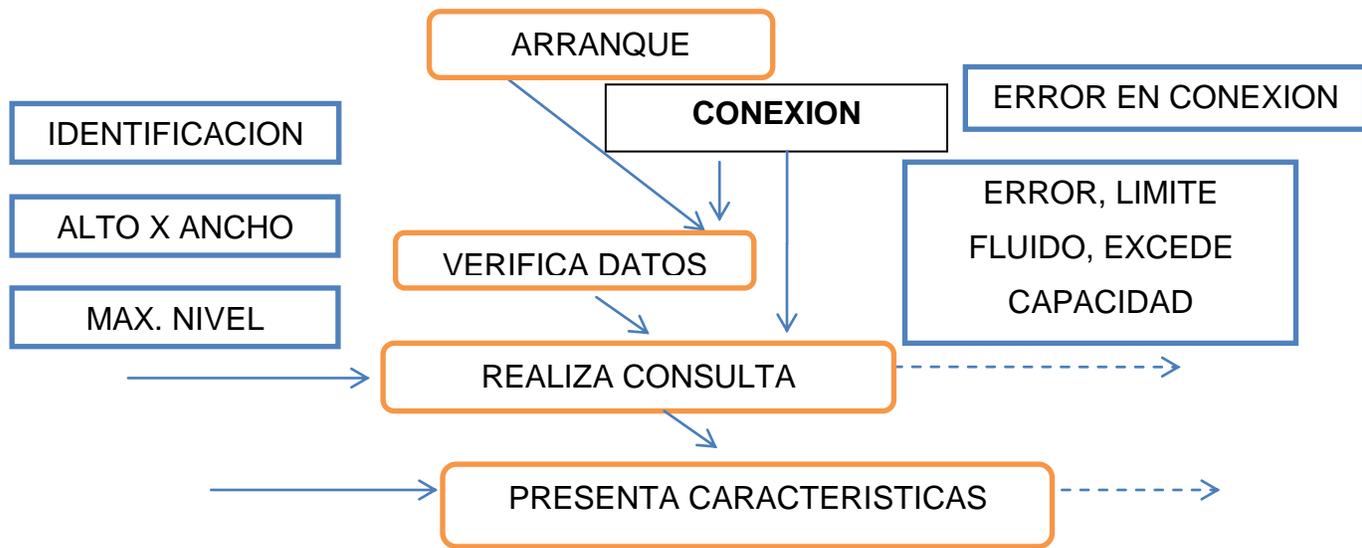
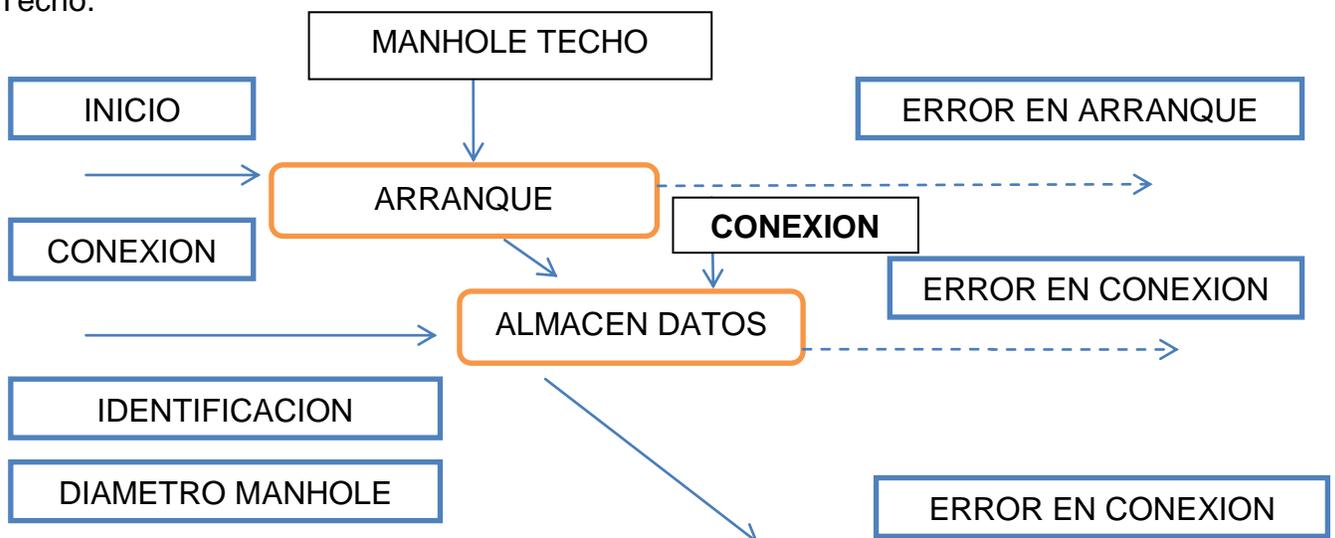


Figura 3.64 Diagrama de flujo de datos para Accesorios de Limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Manhole Techo.



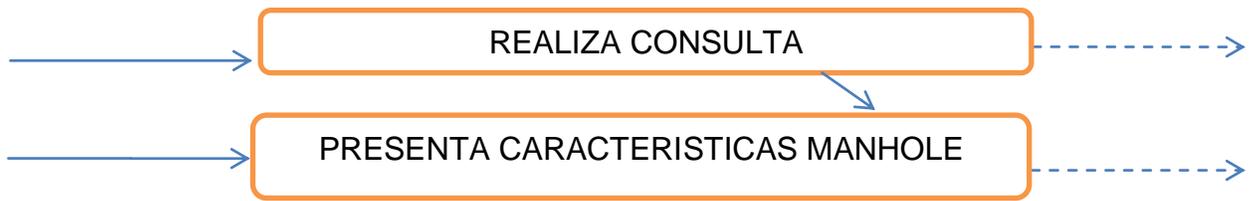
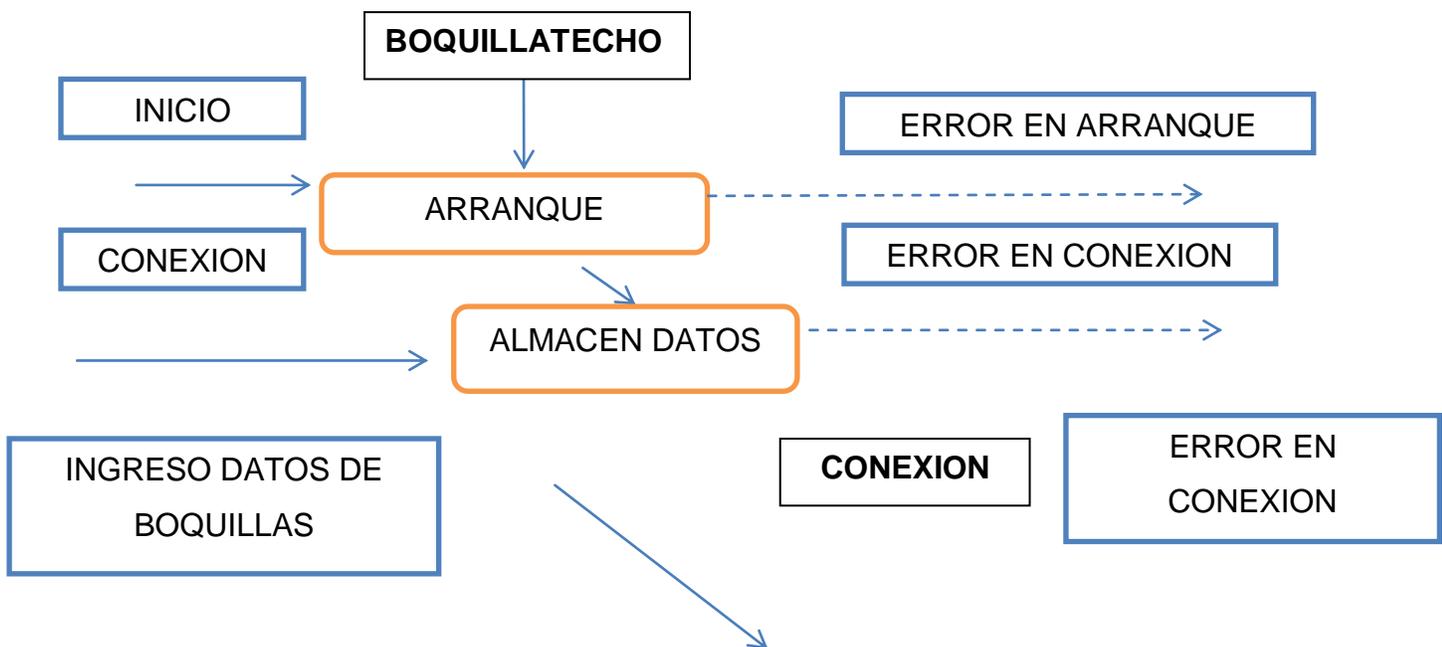


Figura 3.65 Diagrama de flujo de datos para MANHOLE de TECHO.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Boquilla Techo.



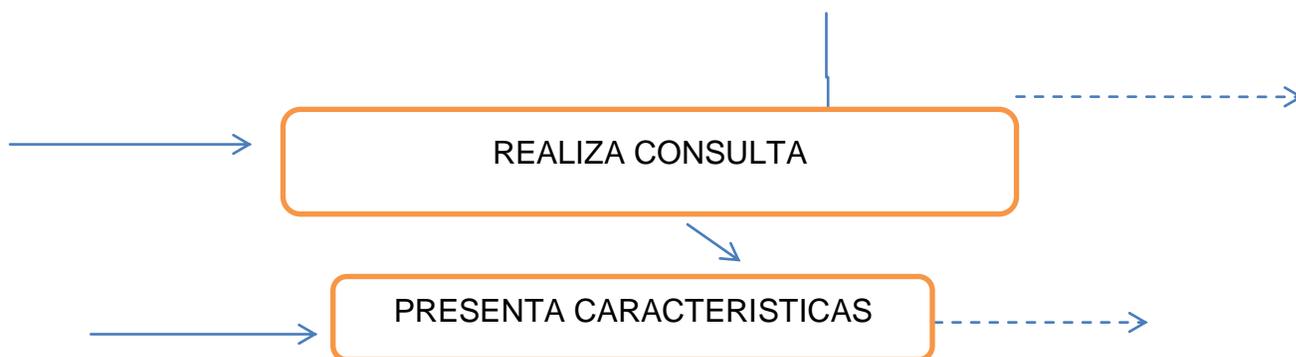
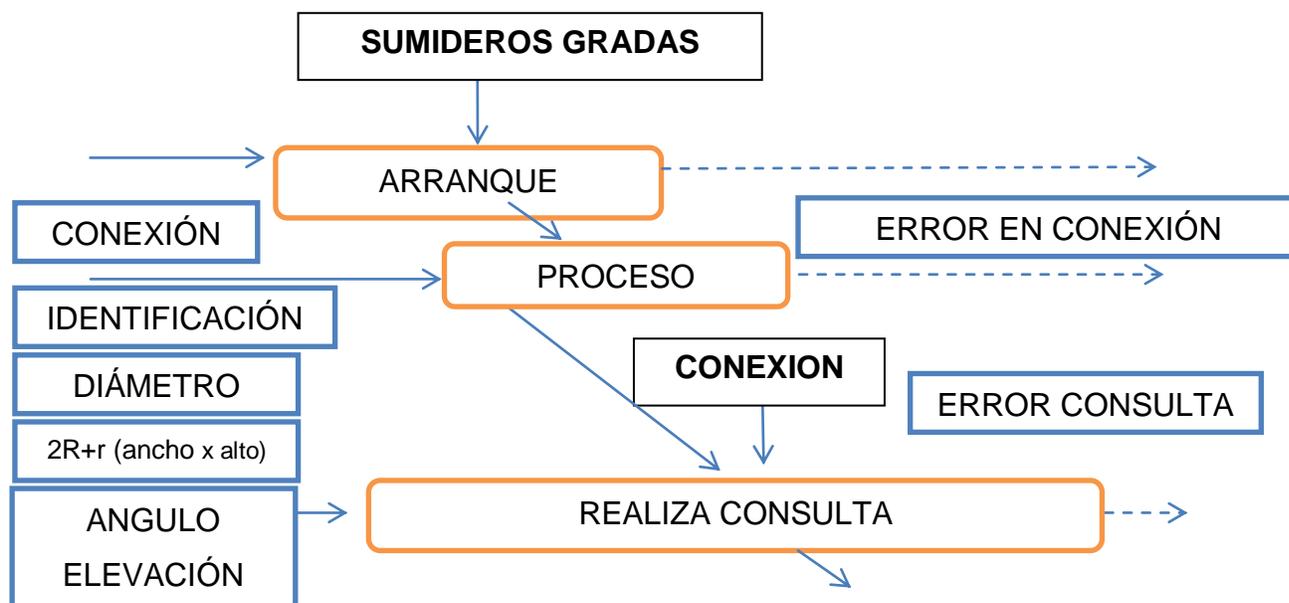


Figura 3.66 Diagrama de flujo de datos para Boquilla Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para la clase Selección de Sumideros y Gradadas.



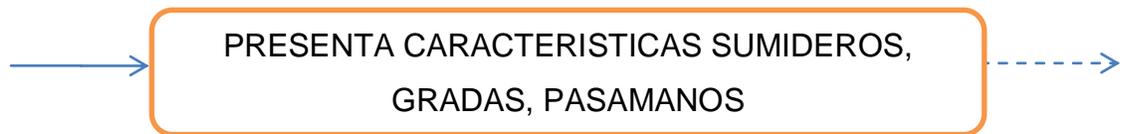


Figura 3.67 Diagrama de flujo de datos para la clase Selección Sumideros y Gradadas.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Restricciones: Diseño y Selección Accesorios De Limpieza, Manhole De Techo, Boquilla de Techo, Selección Sumideros y Gradadas.**

-Un usuario, no puede revisar características para diseño de **Accesorios de limpieza**, sin ingresar una identificación de diseño y seleccionar una abertura (alto x ancho).

-Un usuario, no puede revisar características para diseño de **MANHOLE TECHO**, sin ingresar una identificación de diseño y seleccionar un diámetro.

-Un usuario, no puede revisar características para diseño de **BOQUILLA TECHO**, sin ingresar identificación, seleccionar tipo de boquilla y diámetro.

-Un usuario, no puede revisar características para diseño de Sumideros Gradadas y Pasamanos, sin primero ingresar, una identificación de diseño, seleccionar diámetro, seleccionar $2R+r$ y ángulo de elevación.

➤ **Interfaz**

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para accesorios de Limpieza.

Selección de Accesorios de Limpieza

SELECCIÓN DE ACCESORIOS DE LIMPIEZA

DATOS PARA LA SELECCIÓN

IDENTIFICACION

ALTO x ANCHO ABERTURA h x [m]

MAX. NIV. (HL) [m]

Pasos

--ESCRIBA LA IDENTIFICACION

--SELECCIONE LAS DIMENSIONES DE LA ABERTURA

--SELECCIONE MAXIMO NIVEL DEL LIQUIDO

CARACTERÍSTICAS DE ACCESORIO SELECCIONADO

RADIO DE LA ABERTURA (r1) <input type="text"/> [m]	ESPESOR BRIDA Y TAPA (tc) <input type="text"/> [m]
ANCHO PLACA REFUERZO (W) <input type="text"/> [m]	DIST. EJE AGUJEROS Y EXTREMO BRIDA (e) <input type="text"/> [m]
ALTO PLACA REFUERZO (L) <input type="text"/> [m]	DIST. ESP. ENTRE AGUJEROS (g) <input type="text"/> [m]
RADIO PLACA REFUERZO (r2) <input type="text"/> [m]	NUMERO DE AGUJEROS (Nh) <input type="text"/> [m]
ESPESOR PLACA REFUERZO (td) <input type="text"/> [m]	DIAMETRO AGUJEROS (Dh) <input type="text"/> [m]
ANCHO LADO DE LA BRIDA (f3) <input type="text"/> [m]	DIAMETRO DE PERNOS (Dn) <input type="text"/> [m]
ANCHO BASE DE LA BRIDA (f2) <input type="text"/> [m]	ESPESOR PLACA FONDO REFUERZO (tb) <input type="text"/> [m]

ESQUEMA DEL ACCESO DE LIMPIEZA

Opciones

Anterior

Siguiente

Imprimir

Salir

Figura 3.68 Interfaz Accesorios Limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para selección de Manhole Techo.

Figura 3.69 Interfaz de Manhole Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para selección Boquilla Techo.

Figura 3.70 Interfaz Boquilla Techo.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Selección Sumideros y Gradass.

SELECCIÓN DE SUMIDEROS - GRADAS & PASAMANOS

DATOS GENERALES

IDENTIFICACION

DIAMETRO BOQUILLA (NP) [in]

2 R + r [in]

ANGULO DE ELEVACION °

--PASOS
 --ESCRIBA LA IDENTIFICACION
 --SELECCIONE EL DIAMETRO DE
 --ESCOJA EL ANGULO DE ELEVACION
 --LLENE LOS DATOS EN LA PARTE

CARACTERISTICAS DEL SUMIDEROS

DIAM. DEL (A) [in]

FONDO DEL (B) [in]

DIST. DESDE (C) [in]

ESPEJOR PLACAS (t) [in]

MIN. ESP. DE LA [in]

MIN. ESP. DEL [in]

DETALLE DEL SUMIDERO

GRADAS Y PASAMANOS

ANCHO DE GRADA (r) [in] LONGITUD DE GRADA (L) [in]

ALTURA DE GRADA (R) [in] NUMERO DE GRADAS

ALTURA DEL (I) [in]

Opciones

Imprimir

Salir

Anterior

Siguiente

Figura 3.71 Interfaz Selección Sumideros y Gradass.
 Fuente: Autoress de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

3.3 INCREMENTO NÚMERO 3

Definición de incrementos:

- Estructura de Soportante para Techo Cónico,
- Columna Soportante,
- Diseño Bases EMS,
- Espesor Cartela EMS,
- Espesor de Disco columna central

Hitos del Tercer Incremento

- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Estructura de Soportante para Techo Cónico.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Columna Soportante.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Diseño Bases EMS.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Espesor Cartela EMS.
- Instauración de la interfaz gráfica funcional, para Espesor de Disco columna central.

3.3.1 DOCUMENTO DE ANÁLISIS

3.3.1.1 ANÁLISIS DE OBJETOS

▪ DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TECHO CÓNICO.

Estructura soportante para techo cónico, una estructura se llama a todo sistema de miembros unidos entre sí y construido para soportar con seguridad cargas a esta aplicadas⁵². Las características y definiciones de estos parámetros se encuentran en el Capítulo 2, pagina.43

Estas estructuras se caracterizan por utilizar medidas de diseño estas son:

Diámetro Del Tanque, Capacidad Del Tanque, Altura, Espesor De La Cubierta.

Datos que se definen al inicio de la instauración de un nuevo tanque, y que están presentes durante todo el diseño.

⁵² Fuente: BRESLER/LIN/SCALZI. Diseño de Estructuras de Acero. 4ª reimpression. Limusa, México, 1979.pág 2.

-Selección De La Alternativa Que Corresponda, Tipo De Perfil

- **Datos obtenidos de la elección**

Radios, Correas, Interiores, Intermedias, Exteriores.

- **VIGAS**

Interior, Exterior.

*Columna Soportante*⁵³, La columna soportante, maneja 2 tipos de columnas, Armada y Circular. La norma API 650 define el proceso de cálculo en base a columna y selección de carga máxima por libra.

-ALTURA DE COLUMNAS, ALTURA NOMINAL

- **Sección Armada**

-CANAL VERTICAL, CANAL HORIZONTAL

- **Sección Circular**

-TUBO

- **MODELO DE OBJETOS: DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TECHO CÓNICO, COLUMNA SOPORTANTE.**

- **Identificar Las Clases: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

Lista de sustantivos correspondientes a la descripción del problema para la Estructura Soportante del Techo Cónico.

Sustantivos	Propiedades
Identificación	Atributo
Tipo De Perfil	Atributo
Radios	Atributo
Correas	Atributo
Interiores	Atributo
Intermedias	Atributo

⁵³ *Diseño de columnas compuestas por dos canales o Columnas Armadas: Cap. 2*

Exteriores	Atributo
Vigas	Atributo
Interior	Atributo
Exterior	Atributo
Estructura soportante	Clase
techo cónico	

De esta lista de sustantivos, se considera a Estructura Soportante de Techo Cónico como objetos.

Lista de sustantivos correspondientes a la descripción del problema Columna Soportante.

Sustantivos	Propiedades
Tipo	X
Sección	Atributo
Carga Máxima	Atributo
Circular	Atributo
Armada	Atributo
Altura De Columnas	Atributo
Altura Nominal	Atributo
Sección Armada	Atributo
Canal Vertical	Atributo
Canal Horizontal	Atributo
Sección Circular	Atributo
Tubo	Atributo
Columna Soportante	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Columna Soportante como objetos.

➤ **Diccionario De Clases: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

En las siguientes tablas se describen los atributos y Operaciones que contienen las clases Estructura Soportante Techo Cónico, Columna Soportante.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
Estructura Soportante Techo Cónico	Identificación	
Estructura Soportante Techo Cónico	Alternativa	Consulta(alternativa) Este proceso Realiza una consulta y este devuelve el valor correspondiente, desde el almacén de datos.
Estructura Soportante Techo Cónico	Tipo De Perfil	
Estructura Soportante Techo Cónico	Radios	
Estructura Soportante Techo Cónico	Correas	
Estructura Soportante Techo Cónico	Interiores	
Estructura Soportante Techo Cónico	Intermedias	
Estructura Soportante Techo Cónico	Exteriores	
Estructura Soportante Techo Cónico	Vigas	
Estructura Soportante Techo Cónico	Interior	
Estructura Soportante Techo Cónico	Exterior	

Tabla 3.20 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Estructura Soportante de Techo Cónico.

Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
Columna Soportante	Sección	

Columna Soportante	Carga Máxima() Realiza El Cálculo De La Carga Máxima.
Columna Soportante	Circular
Columna Soportante	Armada
Columna Soportante	Altura De Columnas
Columna Soportante	Altura Nominal
Columna Soportante	Sección Armada
Columna Soportante	Canal Vertical
Columna Soportante	C. Horizontal
Columna Soportante	Sección Circular
Columna Soportante	Tubo

**Tabla 3.21 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Columna Soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.**

➤ **Diagrama De Objetos Clase Estructura soportante Techo Cónico y Columna Soportante.**

En la siguiente figura se puede apreciar la relación entre las clases Estructura Soportante Techo Cónico, Columna Soportante.

□

**Figura 3.72 Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.**

➤ **Identificar Asociaciones: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

➤ **Estructura Soportante para Techo Cónico**

-El sistema de diseño, para Estructura Soportante para Techo Cónico, selecciona Alternativas para Estructuras Soportantes, procesa la selección, realiza consultas y presenta datos.

▪ **Columna Soportante**

-Para **Columna Soportante**, procesa las elecciones de sección armada ó circular.

-Para **Columna Soportante**, calcula las elecciones de sección armada ó circular.

➤ **Multiplicidad: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

-Para **Estructura Soportante para Techo Cónico**, se maneja varias Alternativas a utilizar.

-Para **Columna Soportante**, se maneja varias opciones para selección de columnas a utilizar en el diseño.

➤ **Añadir Herencia: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

En la siguiente figura se puede apreciar la relación entre las clases Estructura Soportante Techo Cónico, Columna Soportante.

Figura 3.73 Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Identificar Asociación Entre Objetos: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

Relación	Descripción
Agregación	Las clases Estructura Soportante Techo Cónico, Columna Soportante, usa información de la clase Conexión .

Tabla 3.22. Asociación entre objetos Estructura Soportante de Techo Cónico, Columna de Soportante.

Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO DINÁMICO: DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TECHO CÓNICO, COLUMNA SOPORTANTE.**

- ***Escenarios De La Interacción Típica: Estructura Soportante Techo Cónico, Columna Soportante.***

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para selección de la Estructura Soportante de Techo Cónico.

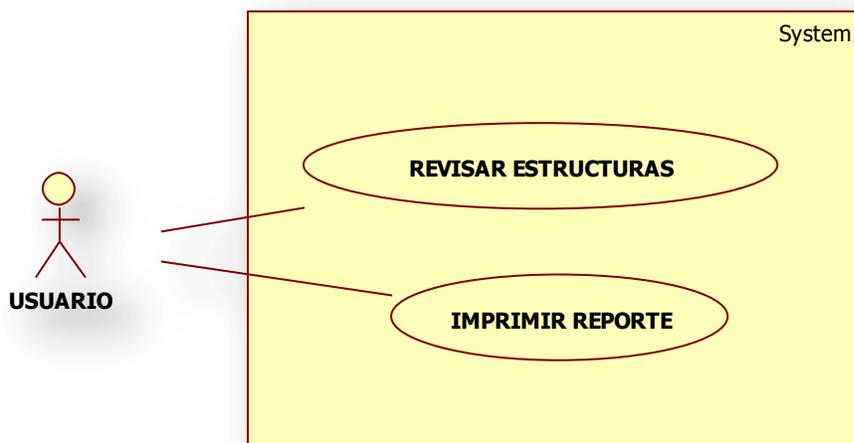


Figura 3.74 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para la de la Estructura Soportante de Techo Cónico.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para columna soportante del tanque.

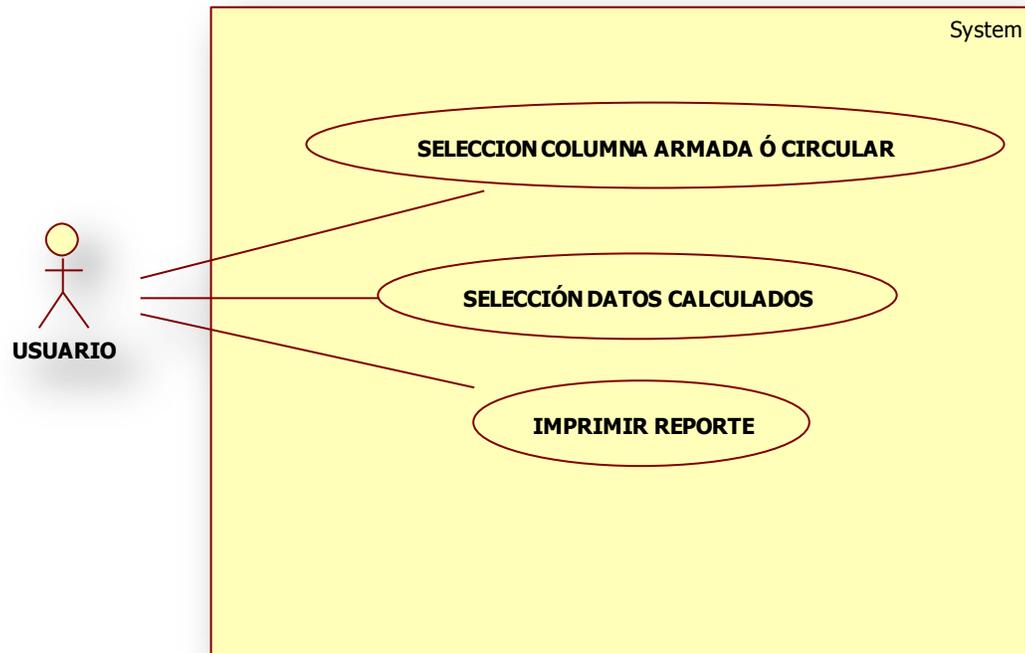


Figura 3.75 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para la elección de columna Soportante del tanque.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificación De Eventos & Estados: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Estructura Soportante Techo Cónico.

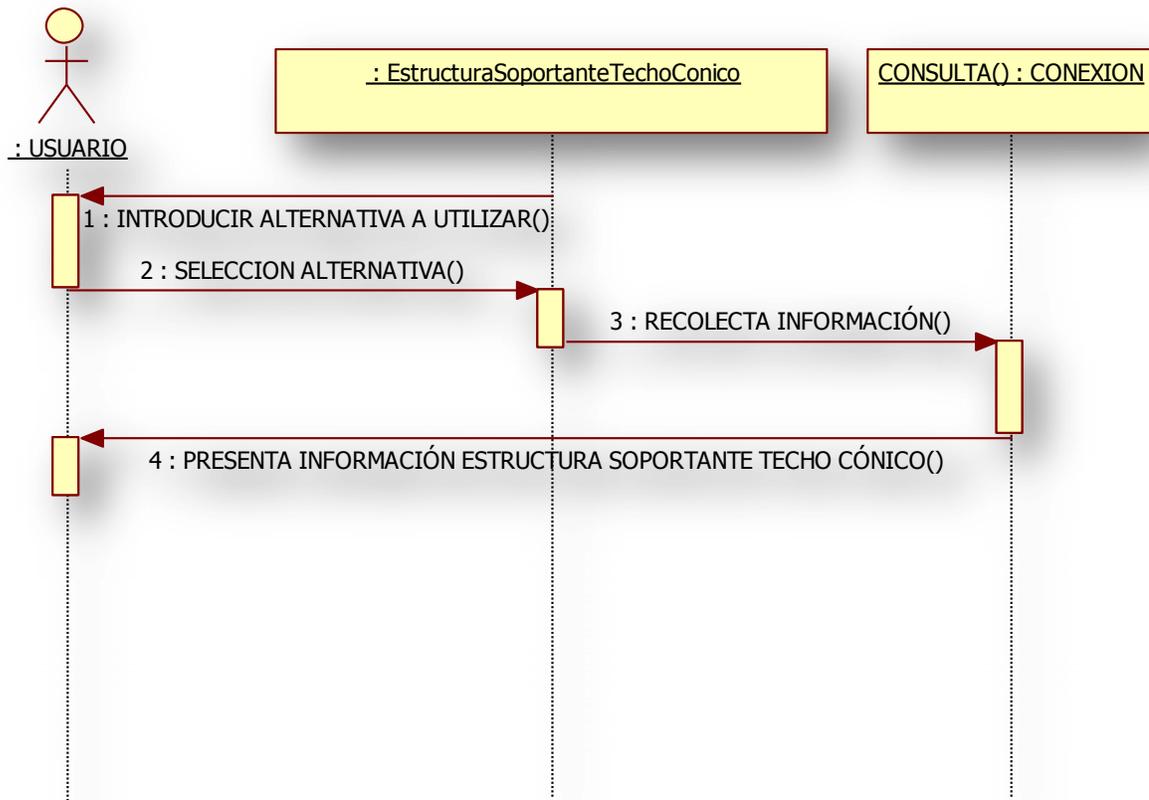


Figura 3.76 Diagrama de secuencia para la clase Estructura Soportante Techo Cónico.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Columna Soportante.

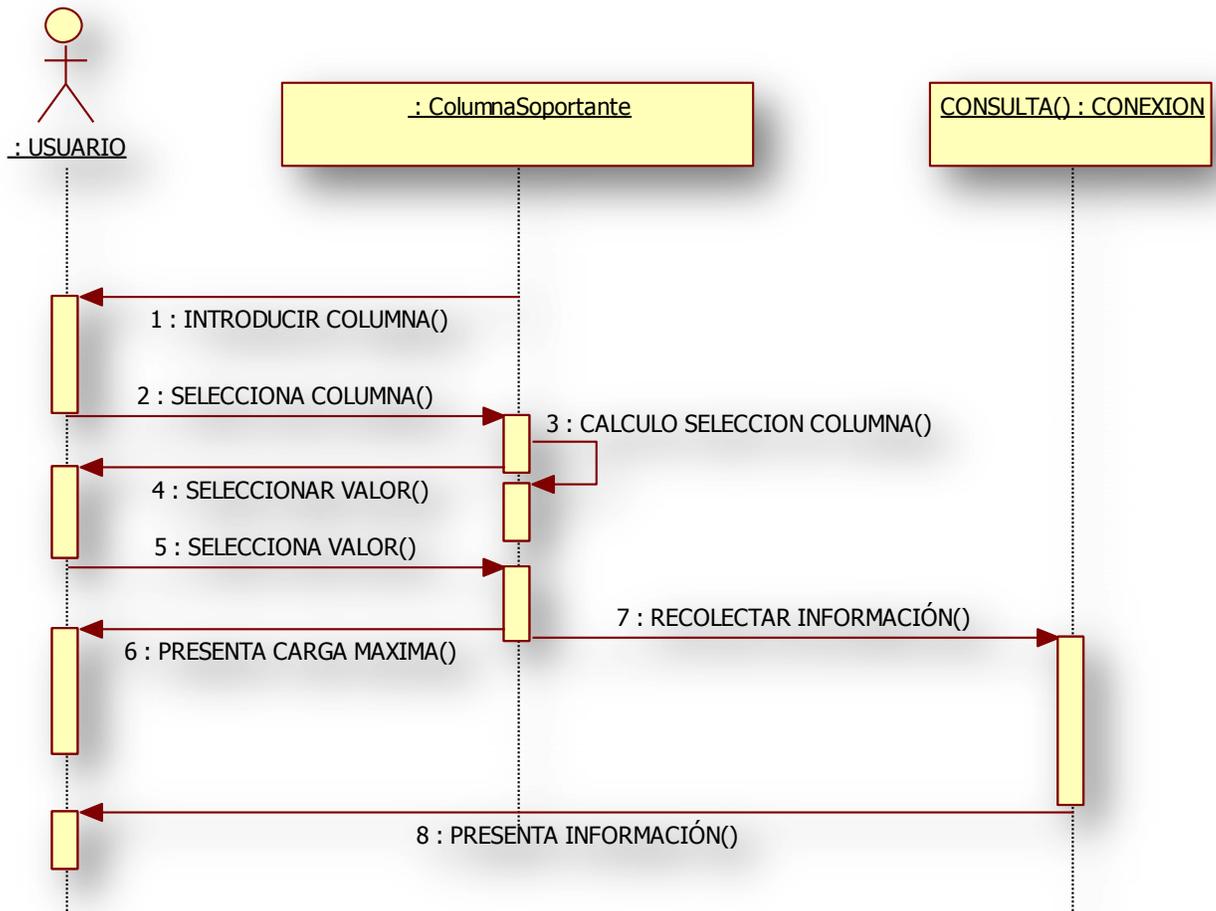


Figura 3.77 Diagrama de secuencia para la clase Column Soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Construcción Diagrama De Estados: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para Estructura Soportante Techo Cónico.

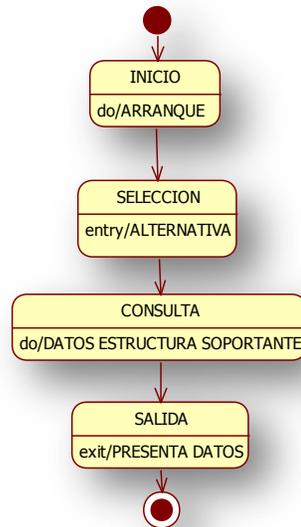


Figura 3.78 Diagrama de estados para Estructura Soportante de Techo Cónico.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para Columna Soportante.

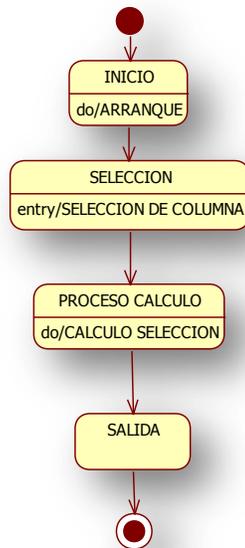


Figura 3.79 Diagrama de estados para Columna Soportante
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO FUNCIONAL: DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TECHO CÓNICO, COLUMNA SOPORTANTE.**
- ***Construcción De Diagrama De Flujo De Datos: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.***

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Estructura Soportante Techo Cónico.

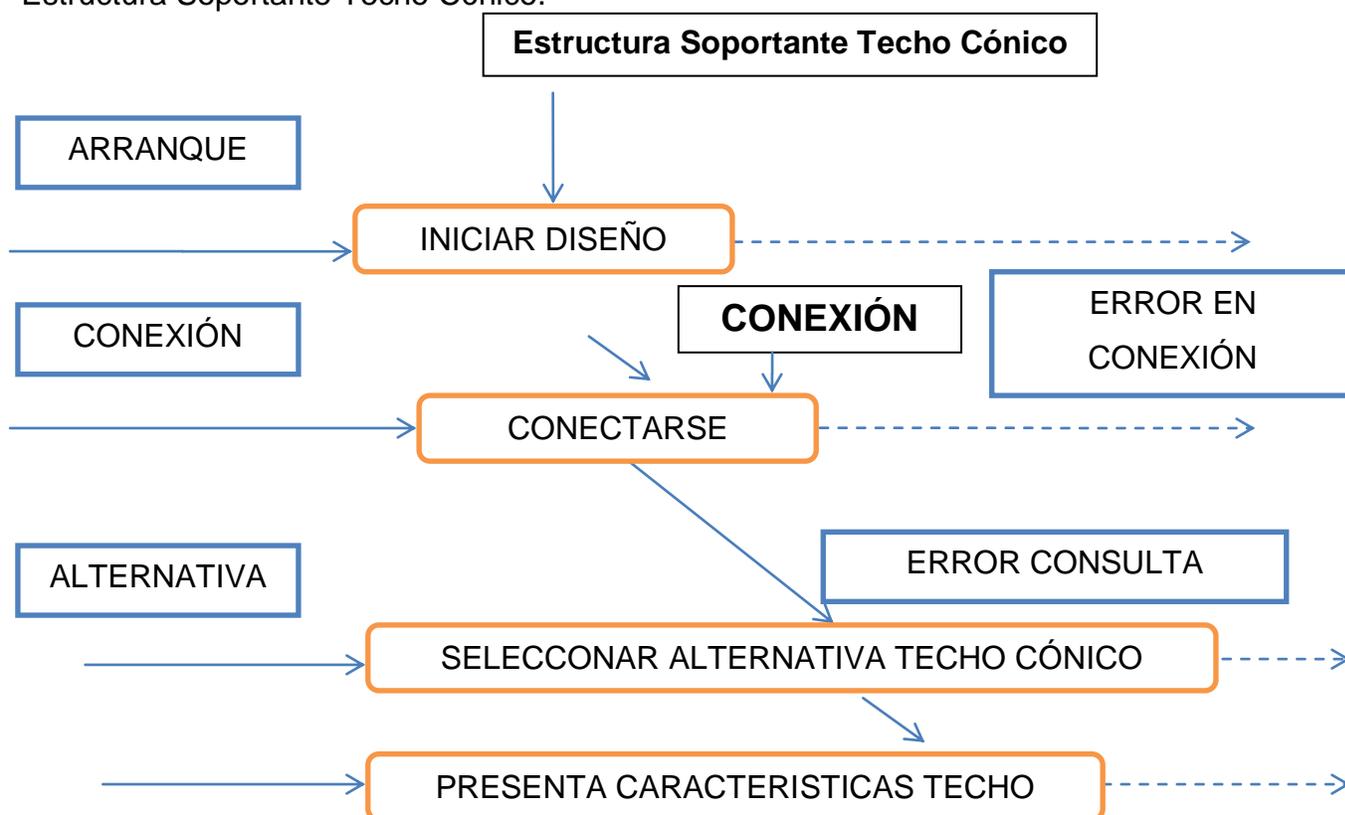


Figura 3.80 Diagrama de flujo de datos para Estructura Soportante Techo Cónico.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Columna Soportante.



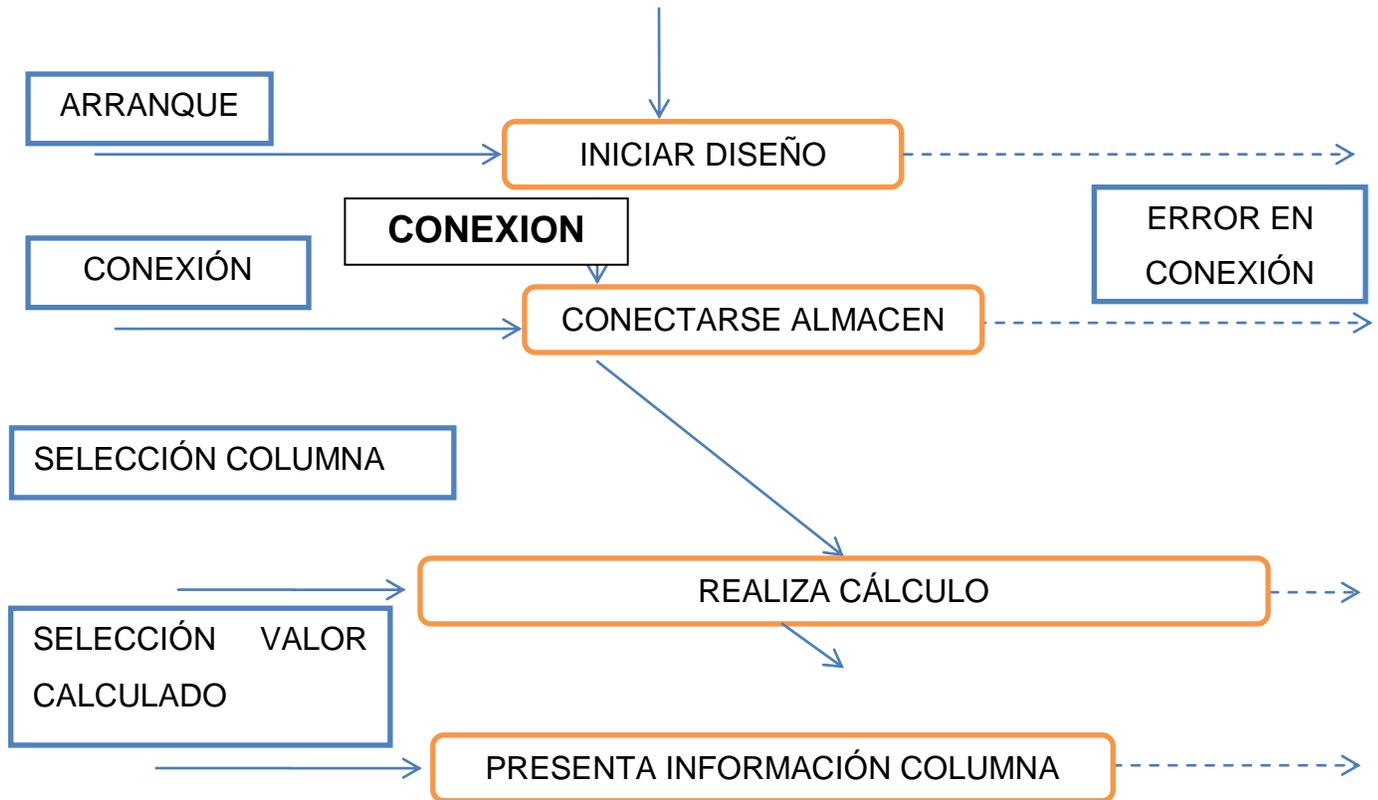


Figura 3.81 Diagrama de flujo de datos para Columna Soportante
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Restricciones: Diseño De Estructura Soportante Para Techo Cónico, Columna Soportante.**
 - Un usuario, no puede modificar la información mostrada, para Diseño de Estructura Soportante Techo Cónico, Columna Soportante.

▪ Interfaz

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Estructura de Soportante para Techo Cónico.

SELECCION DE ESTRUCTURA SOPORTANTE TECHOS C NICOS

SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTANTE DE LOS TECHOS CÓNICOS

DATOS GENERALES

PARÁMETROS

DIÁMETRO TANQUE	25	PIES
CAPACIDAD TANQUE	2620	BARRILES
ALTURA TANQUE	30	PIES
ESPESOR DE LA	3/16	PULGADAS

SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

DIÁMETRO NOMINAL

ALTERNATIVAS A: 111

TIPO DE: C

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA SOPORTANTE

111. Estructura con una columna central para tanques de techo cónico con diámetro nominal desde 20 pies (6.096 mm) hasta 50 pies (15.240 mm). Utilizando canales C como correas.

Estructura Soportada

DATOS OBTENIDOS

CORREAS		
	CANTIDA	TIP
INTERIORE	13	C4 # 5,4

Opciones

Imprimir Salir Anterior Siguiente

Figura 3.82 Interfaz Selección Estructura de Soportante para Techo Cónico.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Selección Columna Soportante.

SELECCIÓN DE COLUMNAS SOPORTANTES

DISEÑO Y SELECCIÓN DE LAS COLUMNAS SOPORTANTES.

Nota: Escoja el tipo de la sección de la columna y luego de un clic en calcular, escoja un valor permitido de carga máxima.

SECCION COLUMNA

SECCIÓN ARMADA

SECCIÓN CIRCULAR

Calcular

Elige un valor de la lista, para continuar

CARGA MÁXIMA: 5781,09 LIBRAS

SECCIÓN ARMADA

	CANAL VERTICAL	CANAL
COLUMNA CENTRAL	C7 # 9,8	C8 # 11,5
COLUMNA INTERIOR		
COLUMNA EXTERIOR		

ALTURAS DE COLUMNAS

ALTURA NOMINAL	30	PIES
COLUMNA CENTRAL	32	PIES
COLUMNA INTERIOR		PIES
COLUMNA EXTERIOR		PIES

Opciones

Imprimir Salir Anterior Siguiente

Figura 3.83 Interfaz Selección Columna Soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: DISEÑO DE BASES E.M.S⁵⁴, ESPESOR CARTELA E.M.S, DISCO DE COLUMNA CENTRAL.**

Bases Estructura Metálica Soportante⁵⁵, maneja dos tipos de columnas, definidas por la norma API-650

▪ **Columna Sección Circular**

- Carga máxima
- Perfil para base recomendado

▪ **Columna Sección Armada**

- Carga máxima
- Perfil para base recomendado

Espesor Cartela E.M.S, para diseño de CARTELAS se maneja los siguientes parámetros. Las características y definiciones de estos parámetros se encuentran en el Capítulo 2, pagina.

▪ **La Norma API define el tipo de:**

Correas, Carga De Cartela, Longitud De La Soldadura, Diam. Min. Del Agujero De Montaje, Excentricidad, Esfuerzo Por La Carga, Esfuerzo Por Momento, Esfuerzo Resultante.

▪ **Tipo De Soldadura y Espesor De La Cartela**

- Tamaño De La Soldadura Real, Tamaño De La Soldadura, Espesor De La Cartela.

Disco De Columna Central⁵⁶, Las características y definiciones de estos parámetros se encuentran en el Capítulo 2, pagina.

▪ **Definición de correas interiores:**

- Tipo, Cantidad, Carga Columna Central, Ancho Del Patín, Esfuerzo Permisible. Diámetro y espesor del disco.

⁵⁴ E.M.S: Estructura Metálica Soportante

⁵⁵ DISEÑO DE LAS BASES. Capítulo Pág. 73

⁵⁶ Disco de la columna central, Cap. 2 pág. 87

-Columna Armada, Columna Circular, Radio Interno Del Disco, Radio Externo del Disco, Espesor Del Disco.

- **MODELO DE OBJETOS: DISEÑO DE BASES E.M.S⁵⁷, ESPESOR CARTELA E.M.S, DISCO DE COLUMNA CENTRAL.**
- **Identificar Las Clases: Diseño De Bases E.M.S⁵⁸, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

Lista de sustantivos correspondientes a la descripción del problema para Bases Estructura Metálica Soportante.

Sustantivos	Propiedades
-Circular	Atributo
-Carga Máxima	Atributo
-Perfil	Atributo
-Columna	Atributo
-Sección	Atributo
-Armada	Atributo
-Diseño Bases Estructura Metálica soportante	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Diseño de Bases EMS como objetos.

Lista de sustantivos correspondientes a la descripción del problema Espesores Cartela.

Sustantivos	Propiedades
-Correas	Atributo
-Carga De Cartela	Atributo

⁵⁷ **E.M.S:** Estructura Metálica Soportante

-Longitud De La Soldura	Atributo
-Diámetro Min. Del Agujero De Montaje	Atributo
-Excentricidad	Atributo
-Esfuerzo Por La Carga	Atributo
-Esfuerzo Por Momento	Atributo
-Esfuerzo Resultante	Atributo
-Espesor Cartela Estructura metálica soportante	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Espesor Cartela EMS como objetos.

Lista de sustantivos correspondientes a la descripción del problema Espesor Disco Columna Central.

Sustantivos	Propiedades
-Tipo	Atributo
-Cantidad	Atributo
-Carga Columna Central	Atributo
-Ancho Del Patín	Atributo
-Esfuerzo Permisible	Atributo
-Diámetro Y Espesor Del Disco	Atributo
-Columna Armada	Atributo
-Columna Circular	Atributo
-Radio Interno Del Disco	Atributo
-Radio Externo Del Disco	Atributo
-Espesor Del Disco	Atributo
Espesor del Disco Columna Central	Clase

De esta lista de sustantivos, se considera a Espesor Disco Columna Central como objeto.

➤ **Diccionario De Clases: Diseño De Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

En las siguientes tablas se describen los atributos y Operaciones que contienen las clases Diseño Bases EMS, EspesorCartelaEMS, Espesor Disco Columna Central.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
Diseño Bases EMS	-CIRCULAR	
Diseño Bases EMS	-CARGA MÁXIMA	Consulta(CARGA MÁXIMA) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente
Diseño Bases EMS	-PERFIL	Consulta(PERFIL) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Diseño Bases EMS	-COLUMNA	
Diseño Bases EMS	-SECCIÓN	
Diseño Bases EMS	-ARMADA	

Tabla 3.23 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Diseño de Bases EMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA CLASE	ATRIBUTOS	OPERACIONES
EspesorCartelaEMS	CORREAS	Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	CARGA DE CARTELA	Consulta(carga) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	LONGITUD DE LA SOLDADURA	Consulta(longitud)

		Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	DIAM. MIN. DEL AGUJERO DE MONTAJE	Consulta(agujeromontaje) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	EXENTRICIDAD	Consulta(exentricidad) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	ESFUERZO POR LA CARGA	Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	ESFUERZO POR MOMENTO	Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS	ESFUERZO RESULTANTE	Consulta(refuerzo) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
EspesorCartelaEMS		Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.

Tabla 3.24 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Espesor de Cartela EMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

NOMBRE DE LA	ATRIBUTOS	OPERACIONES
--------------	-----------	-------------

CLASE		
Espesordiscocc	CORREAS	Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	CARGA DE CARTELA	Consulta(carga) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	LONGITUD DE LA SOLDADURA	Consulta(longitud) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	DIAM. MIN. DEL AGUJERO DE MONTAJE	Consulta(agujeromontaje) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	EXENTRICIDAD	Consulta(exentricidad) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	ESFUERZO POR LA CARGA	Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	ESFUERZO POR MOMENTO	Consulta(correas) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.
Espesordiscocc	ESFUERZO RESULTANTE	Consulta(refuerzo) Este proceso Realiza una consulta y devuelve el valor correspondiente.

Tabla 3.25 Atributos y Operaciones que intervienen en la clase Espesor de Disco Columna Central.

Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Diagrama De Objetos Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

En la siguiente figura se puede apreciar las clases Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.

120

Figura 3.84 Diagrama de flujo de datos para Columna Soportante
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificar Asociaciones: Diseño De Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

▪ **Diseño Bases EMS**

-Realiza proceso de consultas y presenta información.

▪ **Espesor de Cartela EMS**

-Realiza proceso de consultas y presenta información, de acuerdo a parámetros de consulta, establecidos anticipadamente.

▪ **Espesor Disco Columna Central**

-Ejecuta proceso de consultas y presenta información.

➤ **Multiplicidad: Diseño De Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

- **Diseño de Bases EMS**, maneja varias alternativas de columnas de sección.
- **Diseño de Bases EMS**, maneja varias alternativas de consulta.
- **Espesor de Cartela EMS**, maneja varias alternativas de consulta para cartelas y tipos de Soldadura.
- **Espesor Disco Columna Central**, maneja muchas alternativas de consulta para corras interiores.
- **Espesor Disco Columna Central**, maneja muchas alternativas de consulta para diámetro y espesor de disco.

➤ **Añadir Herencia: Diseño De Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

En la siguiente **Figura** se puede apreciar la relación entre las clases Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.

...

Figura 3.85 La relación entre las clases ANILLORIGIDACIÓN, MANHOLE, BOQUILLA.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Identificar Asociación Entre Objetos: Diseño De Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Disco De Columna Central.**

Relación	Descripción
Agregación	Las clases Diseño Bases EMS, EspesorCartelaEMS, Espesor Disco Columna Central usan información de la clase Conexión .

Tabla 3.26. Asociación entre objetos Diseño Bases de EMS, EspesorCartelaEMS, Espesor Disco de Columna Central.
Fuente: Autores de la Tesis.

MODELO DINÁMICO: DISEÑO BASES EMS, ESPESOR CARTELA EMS, ESPESOR DISCO COLUMNA CENTRAL.

- **Escenarios De La Interacción Típica: *Bases E.M.S, Espesor Cartela E.M.S, Espesor de Disco Columna Central.***

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para bases de Estructura metálica soportante.



Figura 3.86 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para bases de Estructura metálica soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para selección Espesor de Cartela E.M.S y Soldadura.

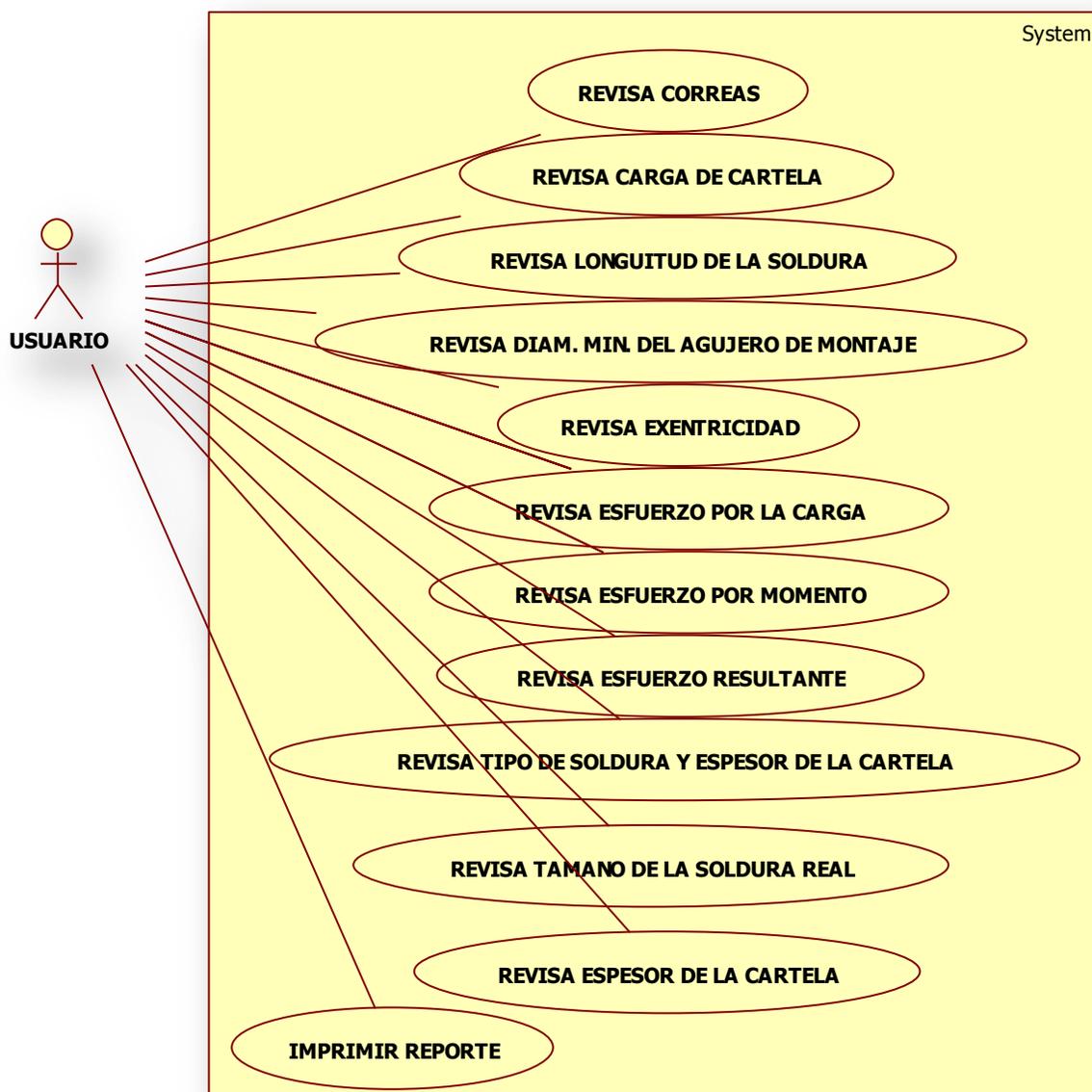


Figura 3.87 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para selección Espesor de Cartela E.M.S.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar la interacción entre el usuario, con la aplicación informática, para selección Espesor del Disco para la Columna Central.

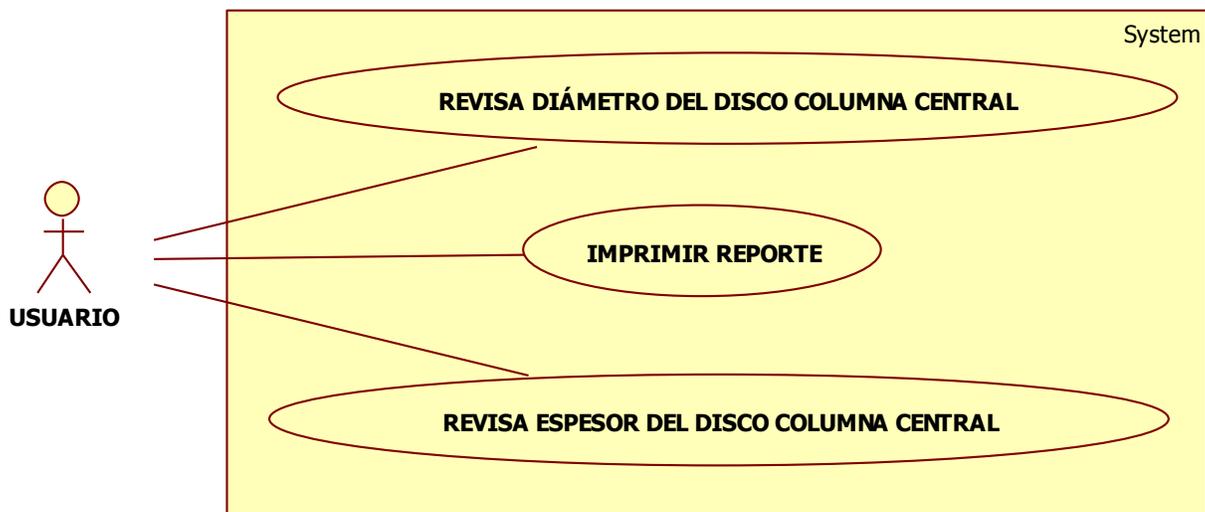


Figura 3.88 Escenario típico de interacción, donde intervienen el usuario, y la aplicación informática, para selección Espesor del Disco para la Columna Central.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Identificación De Eventos & Estados: Diseño bases EMS, Espesor de cartela EMS, Espesor del disco Columna central.**

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Diseño Bases EMS.

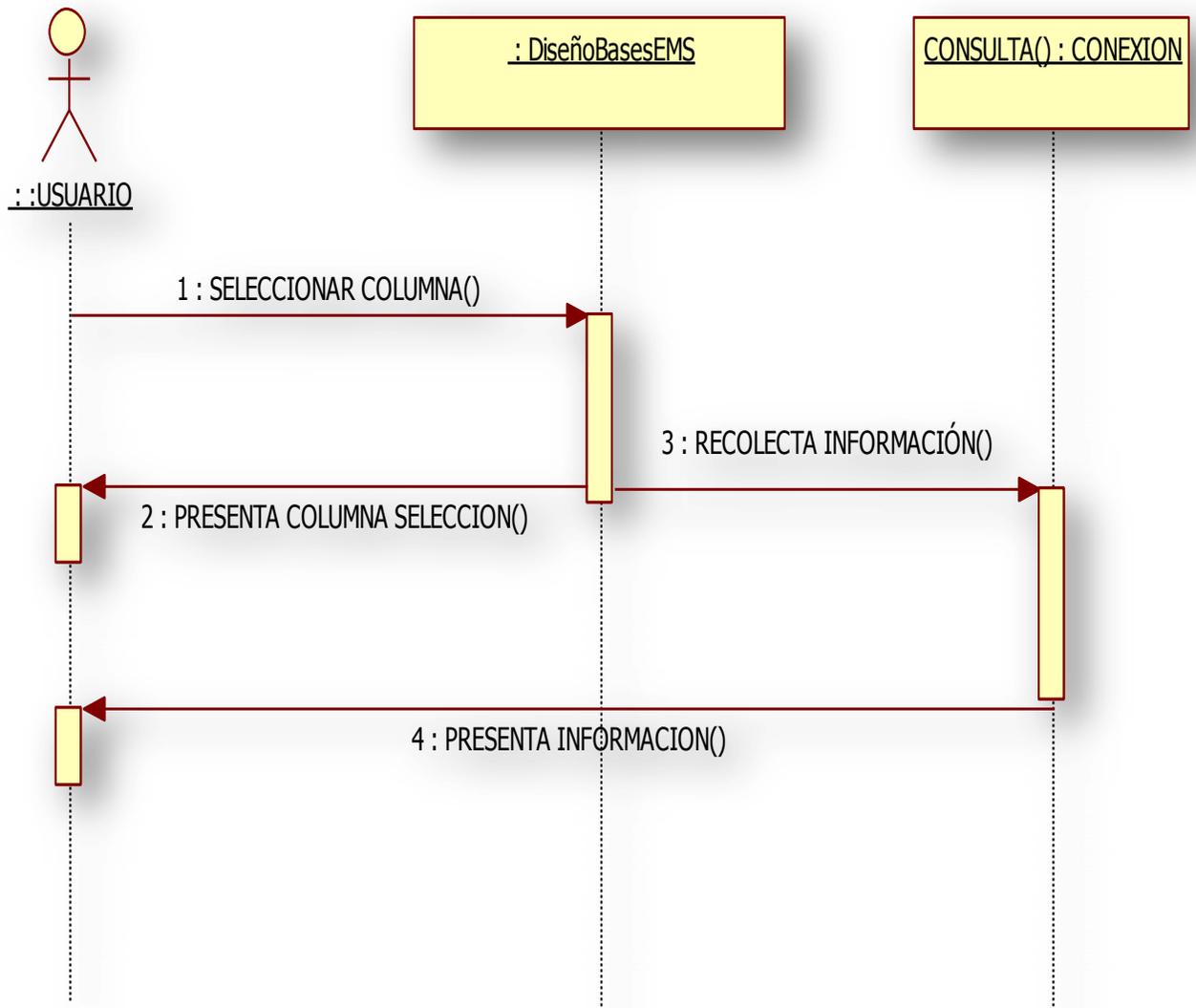


Figura 3.89 Diagrama de secuencia para la clase Diseño Bases EMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase EspesorCartelaEMS.

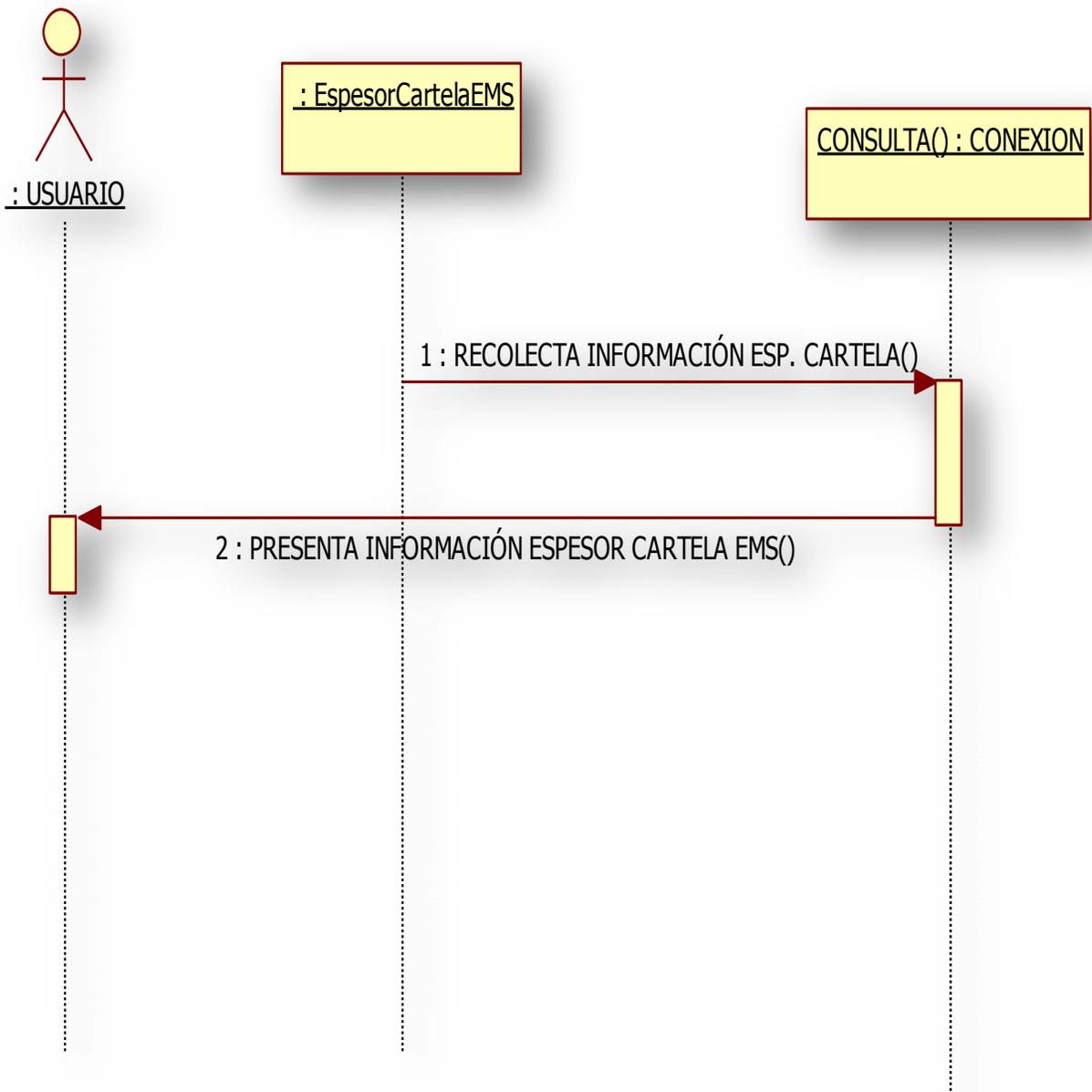


Figura 3.90 Diagrama de secuencia para la clase `EspesorCartelaEMS`.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de secuencia para la clase Espesor Disco Columna Central.

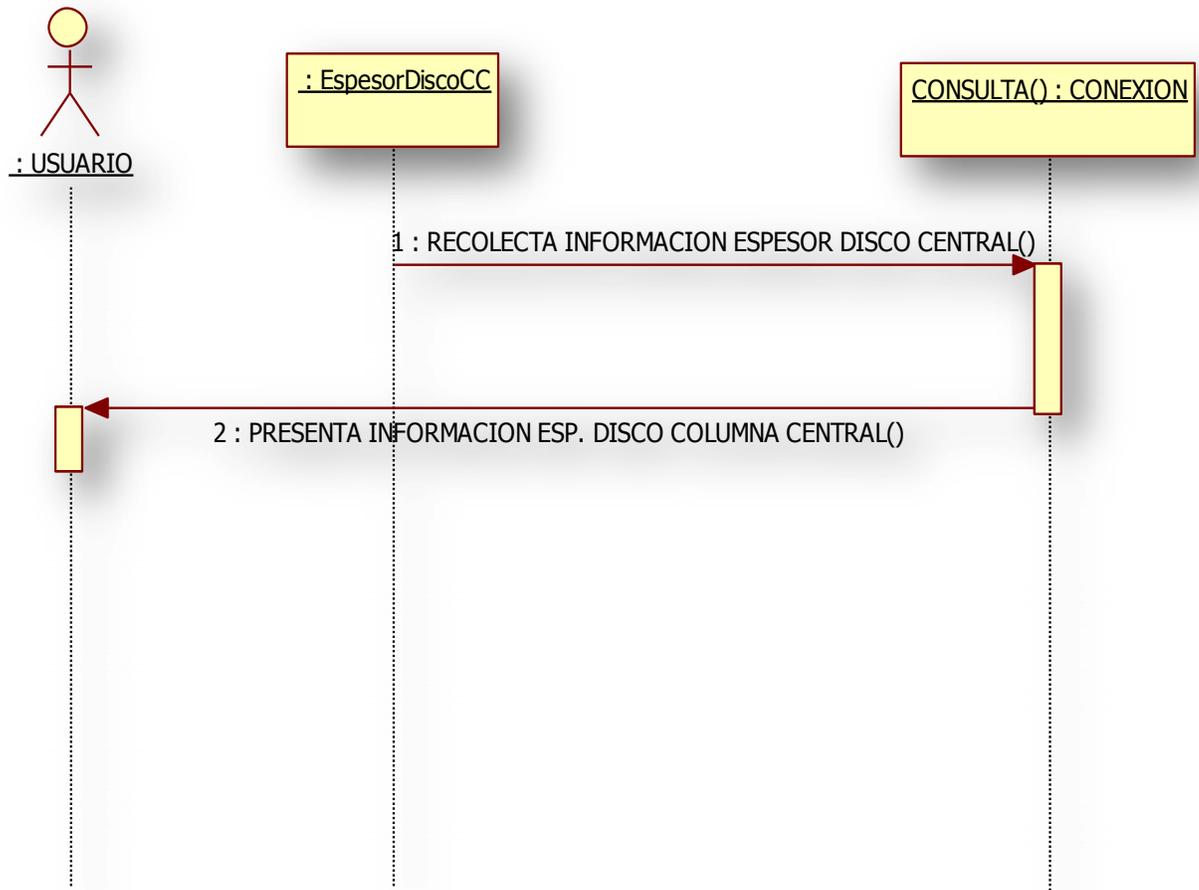


Figura 3.91 Diagrama de secuencia para la clase Espesor Disco Columna Central.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **Construcción Diagrama De Estados: Diseño Bases EMS, Espesor De Cartela EMS, Espesor Del Disco Columna Central.**

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para Diseño de Bases EMS.

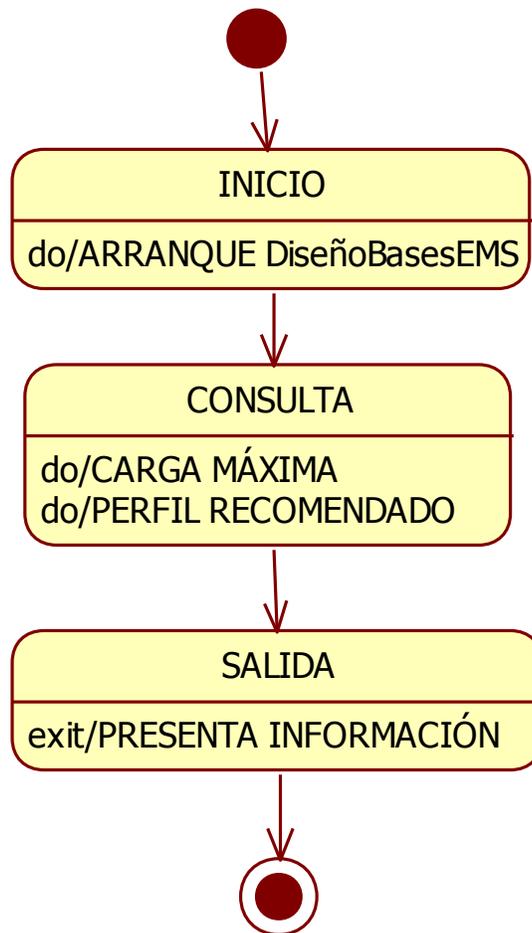


Figura 3.92 Diagrama de estados para Diseño de Bases EMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para EspesorCartelaEMS.



Figura 3.93 Diagrama de estados para EspesorCartelaEMS.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se muestra detalladamente, el diagrama de estados para Espesor de Disco Columna Central.



Figura 3.94 Diagrama de estados para Espesor Disco Columna Central.
Fuente: Autores de la Tesis.

- **MODELO FUNCIONAL: DISEÑO BASES EMS, ESPESOR DE CARTELA EMS, ESPESOR DEL DISCO COLUMNA CENTRAL.**
- **Construcción De Diagrama De Flujo De Datos: Diseño Bases EMS, Espesor De Cartela EMS, Espesor Del Disco Columna Central.**

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Diseño de Bases para EMS.

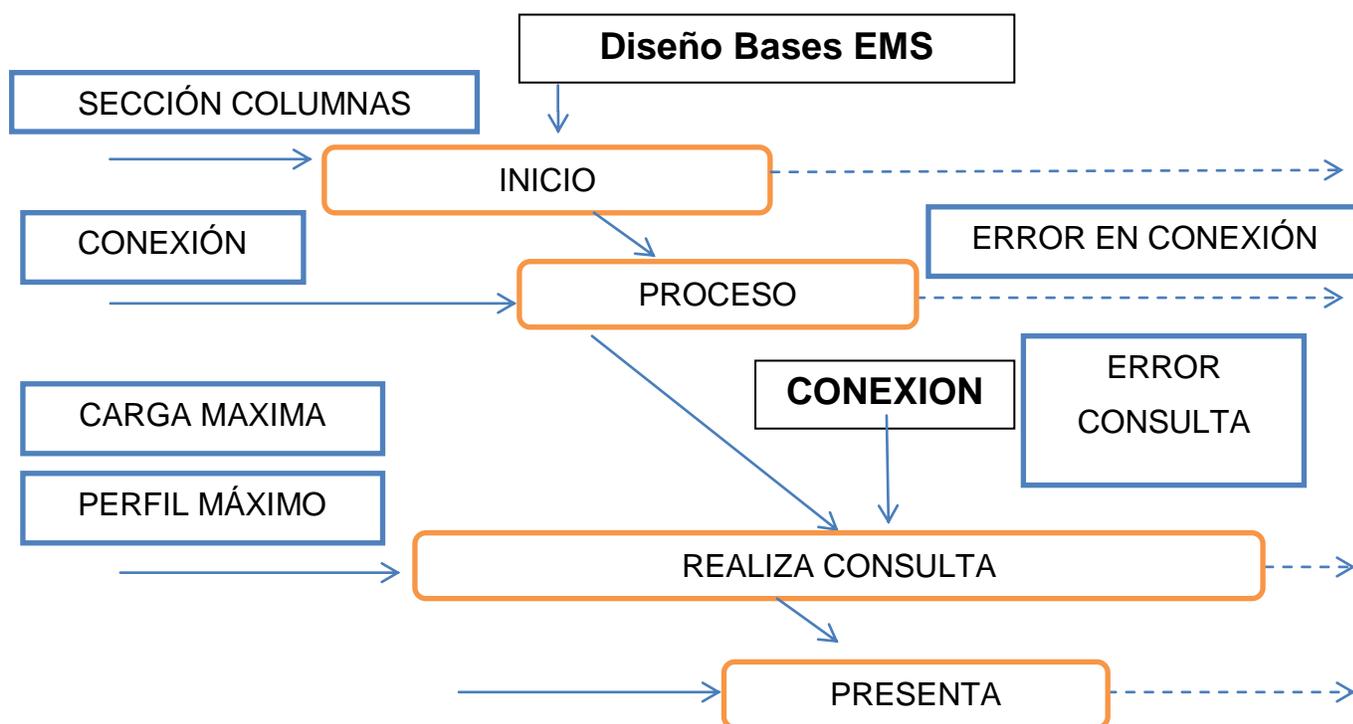


Figura 3.95Diagrama de flujo de datos para Cálculo de espesores.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para EspesorCartelaEMS.

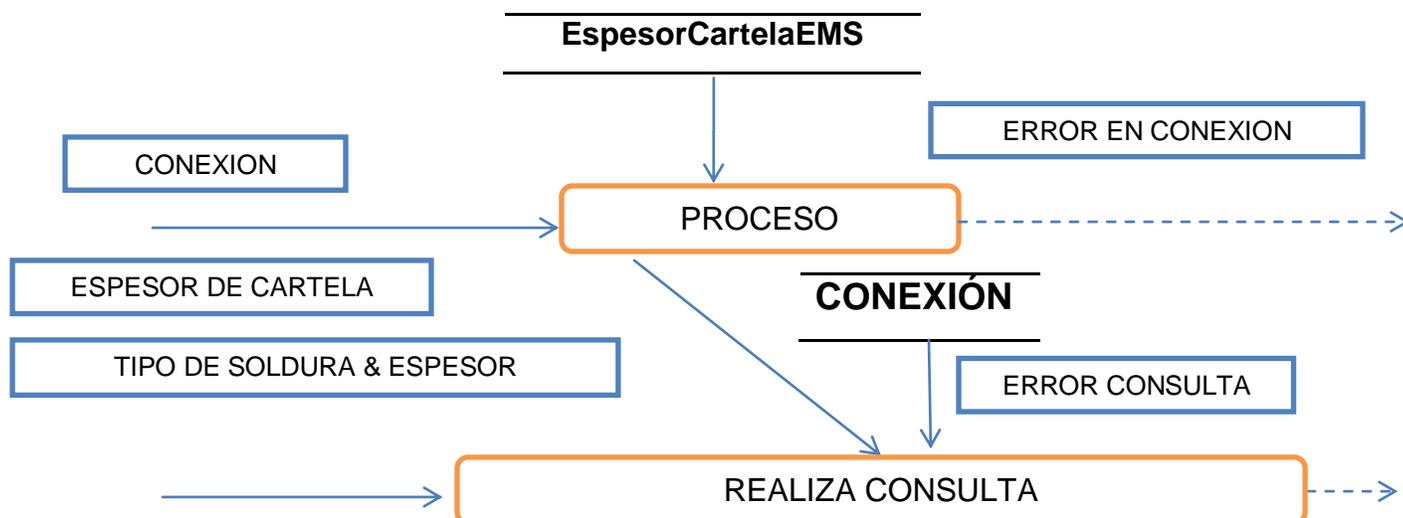


Figura 3.96 Diagrama de flujo de datos para EspesorCartelaEMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura**, se puede apreciar el diagrama de flujo de datos para Espesor de Disco Columna Central.

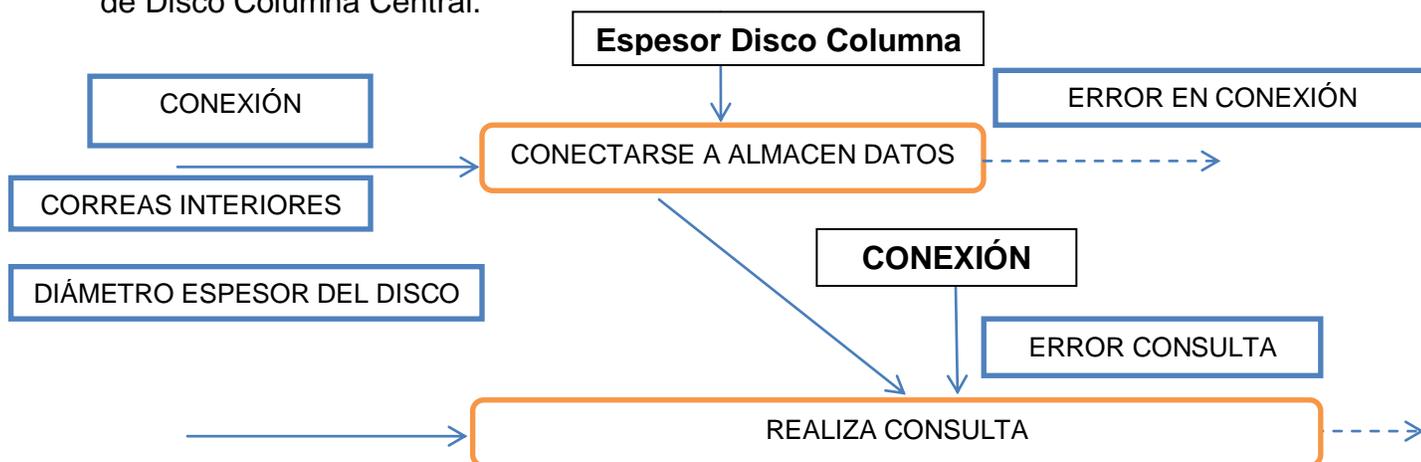


Figura 3.85 Diagrama de flujo de datos para Espesor Disco Columna Central.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ **Restricciones: Diseño Bases EMS, Espesor De Cartela EMS, Espesor Del Disco Columna Central.**

-Un usuario, no puede modificar la información mostrada, para Diseño de Bases (Estructura Metálica Soportante), EspesorCartelaEMS, Espesor Disco de Columna Central.

-Un usuario, no puede alterar los datos de la altura (h), por norma API.

-Un usuario, no puede alterar el tipo de columna central, por norma API.

▪ **Interfaz**

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Selección Diseño Bases EMS.

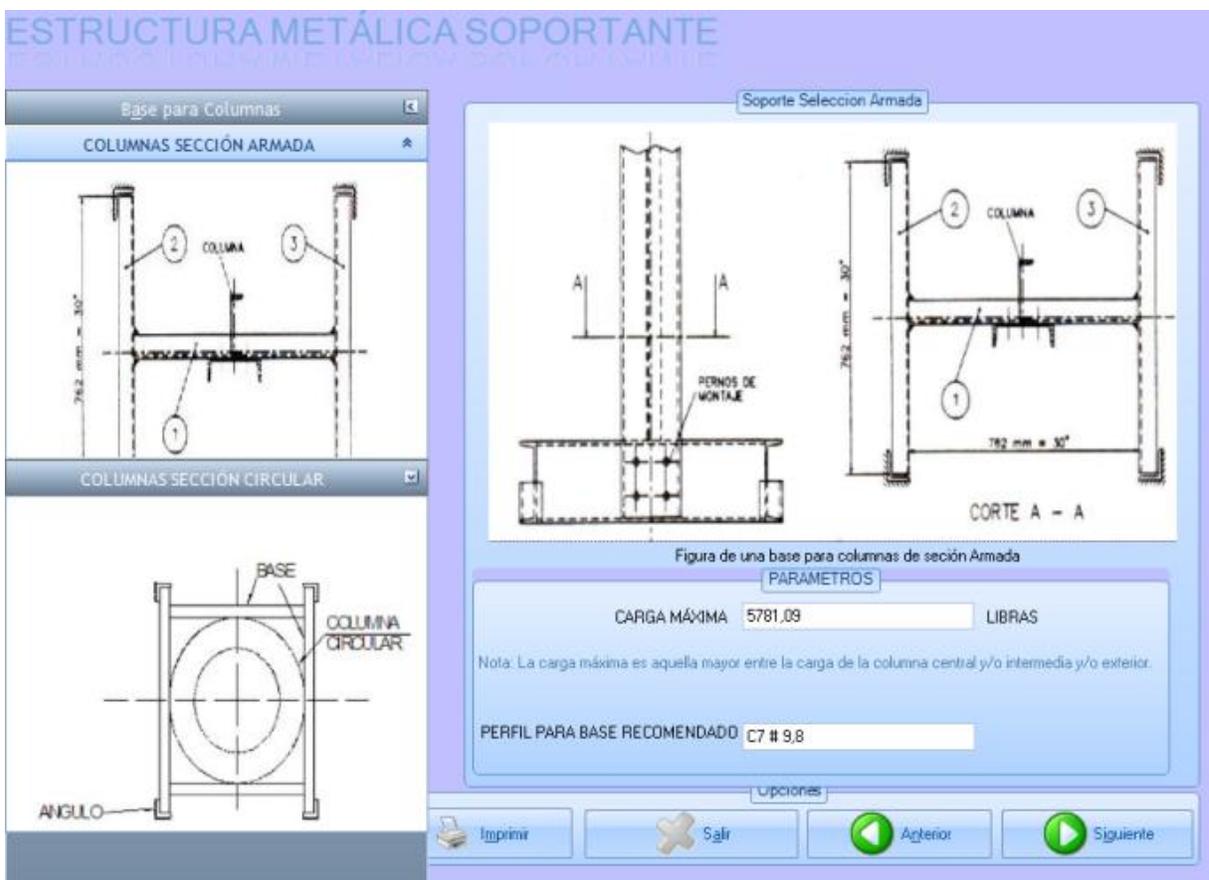


Figura 3.97 Interfaz Selección Diseño Bases EMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Selección Espesor Cartela EMS.

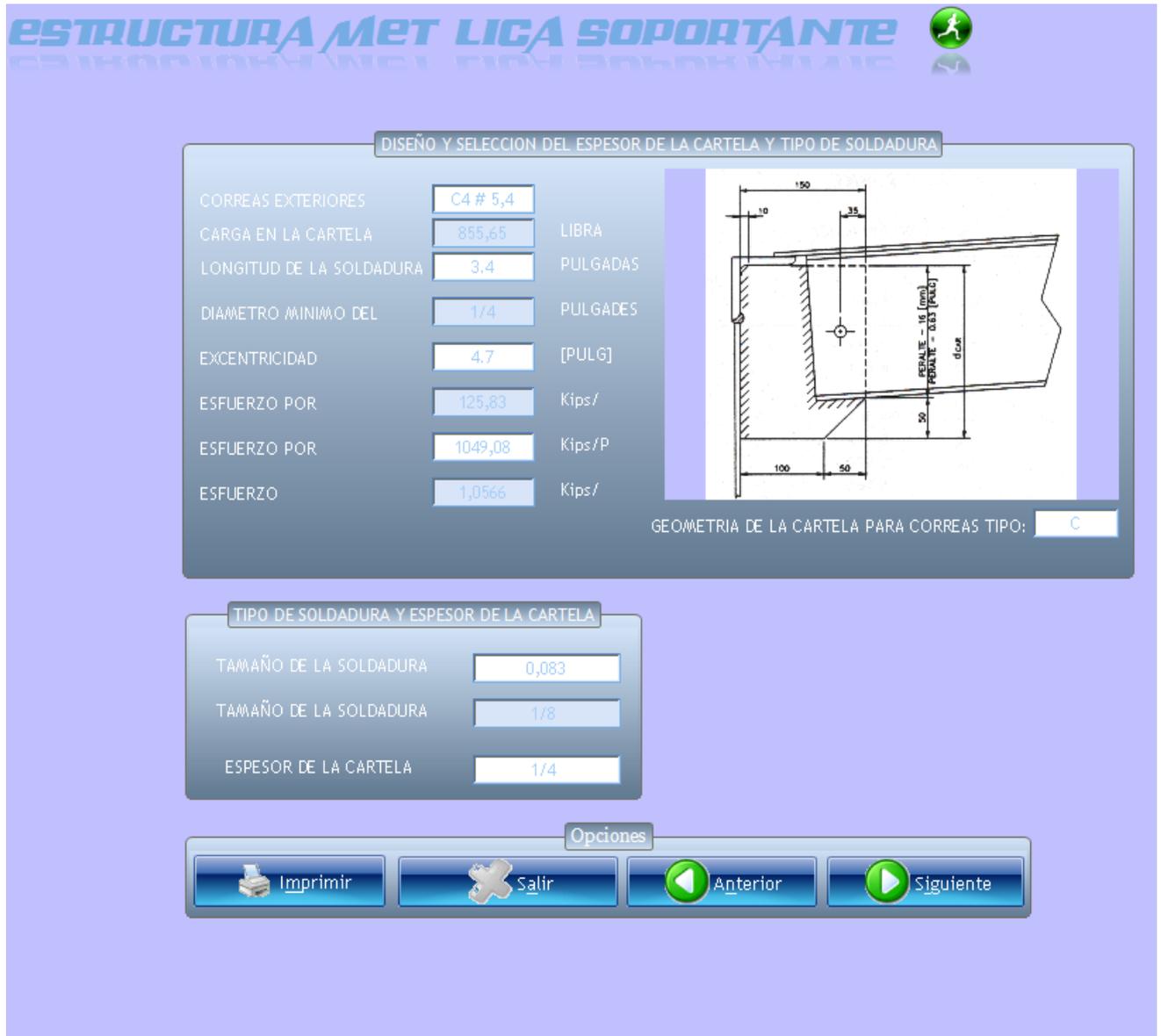


Figura 3.98 Interfaz Selección Espesor Cartela EMS.
Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

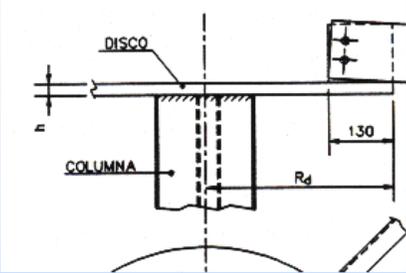
En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz para Selección Espesor de Disco columna central.

ESTRUCTURA MET LIGA SOPORTANTE

DISEÑO DEL DIAMETRO Y ESPESOR DEL DISCO UBICADO EN LA COLUMNA CENTRAL

DATOS CORREAS INTERIORES

TIPO	C4 # 5,4
CANTIDAD	13
CARGA COLUMNA	5781,09
ANCHO DEL PATIN	1,584
ESFUERZO PERMISIBLE	21,6



DISPOSICION DEL DISCO DE LA COLUMNA CENTRAL

DIAMETRO Y ESPESOR DEL DISCO

COLUMNA ARMADA	RADIO INTERNO	<input type="text"/>
CANAL VERTICAL	RADIO EXTERNO	<input type="text"/>
CANAL HORIZONTAL	Rd/rd	<input type="text" value="Rd/rd"/>
COLUMNA CIRCULAR	K	<input type="text"/>
TUBO ϕ	K'	<input type="text"/>
SCH	ESPESOR DEL DISCO (hd)	<input type="text"/>

Opciones

Imprimir Salir Anterior Siguiente

Figura 3.99 Interfaz Selección Espesor de Disco columna central.

Fuente: Autores de la Tesis.

Todos los detalles e información de manejo de la interfaz en el Anexo 4, Manual de usuario.

CAPITULO 4. EVALUACIONES DE SOFTWARE

En este capítulo abordaremos el tema de las evaluaciones ó pruebas de software, en donde se explica el tipo de pruebas escogidas para las actividades de evaluación, además de como se realizaron y los resultados obtenidos al final de las mismas.

Para el presente proyecto de titulación, se ha optado por las siguientes pruebas de software:

- Pruebas de aceptación (alfa y beta),
- Pruebas de usabilidad,
- Por último se examinan las desventajas que posee nuestro sistema.

➤ JUSTIFICACIÓN

Se adopta a las pruebas de usabilidad, para poder evaluar de forma relativa la originalidad, claridad y elegancia con que se presenta el sistema en el momento de interacción con el usuario final.

Se prefiere a las pruebas de aceptación alfa & beta, para poder evaluar desde un ambiente controlado y no controlado, la interacción del usuario con la aplicación informática.

4.1 AMBIENTE DE PRUEBAS

La evaluación se llevó a cabo en un lapso de dos días, 31 de julio del 2010 y 1 de agosto del 2010.

En la siguiente tabla se puede apreciar los lugares en donde se realizaron las pruebas de software los actores y el tipo de prueba realizada.

Tipo De Prueba	Ubicación	Actores
Prueba de Usabilidad	Sur de Quito, Instalaciones de desarrollo de software, sistema ATMOS TANK. Urbanización Santa Anita Manzana 30 casa 6 pasaje oe5Q.	Danilo Cabezas Usuario 1 Usuario 2
Prueba Alfa	Rumiloma Sangolqui valle de los chillos, Instalaciones de desarrollo de software, sistema ATMOS TANK.	David Ramos
Prueba Beta	Campamento Calpiloma provincia de Chimborazo en el km. 3 vía Riobamba-Guaranda, lugar en el cual se está construyendo tanques de techo cónico y techo flotante.	Ingeniero Luis Bustamante.

Tabla 4.1 Lugares en donde se realizaron las pruebas de software los actores y el tipo de prueba realizada.

Fuente: Autores de la Tesis.

Debido a la disponibilidad de tiempo de los participantes. Las pruebas se realizaron en los siguientes horarios de 16:00 PM a 17:00 PM Respectivamente.

Cada prueba se realizó empleando una computadora portátil que cumplía todos los requerimientos establecidos para el correcto funcionamiento de la aplicación informática, mas información en el Capítulo 5 Requerimientos de Hardware &

Software.

4.2 PLAN DE PRUEBAS

Etapa: Pruebas de usabilidad

Actividades: Para esta etapa se capacitó al usuario, con una breve introducción de las funciones básicas del programa, y a continuación a través de observaciones, se obtuvo las conclusiones de los posibles errores expresados en el transcurso del tiempo.

Se seleccionó dos casos de uso, en donde se puede medir la interacción del usuario con el sistema, analizando las facilidades que presenta el mismo para cada actividad elegida.

Al final de la actividad se entregó una encuesta, en donde se planteó algunas preguntas que tienen que ver con el sistema y su facilidad de uso. La información recolectada en las encuestas y lista de participantes se pueden observar en el Anexo 1, Usabilidad.

Escenarios

- Registró de usuarios⁵⁹
- Creación de un nuevo⁶⁰

Etapa: Pruebas Alfa

Actividades: Se debe primero crear un ambiente con las mismas circunstancias que se encontrarán en las instalaciones del cliente.

Para realizar esta actividad se preparó un ambiente de trabajo de similares condiciones, semejante al que manejan los ingenieros mecánicos, usuarios primordiales del sistema informático ATMOS TANK, en el instante de realizar sus actividades de cálculos, utilizaron computadores personales, las mismas que

⁵⁹ Registro de usuarios: para más detalles del caso de uso, Capítulo 3, Escenario: de Autenticación o identificación.

⁶⁰ Creación de un nuevo: proyecto para más detalles del caso de uso, Capítulo 3, Escenario: Nuevo Proyecto

presentan una facilidad de movilización por todo el campamento, en donde se construye el proyecto.

Etapa: Pruebas Beta

Actividades: el programa es instalado en el lugar de trabajo del cliente bajo la supervisión del mismo, guiado en algunos tramos por el manual de usuario, si fuese el caso.

Para realizar esta actividad se tomó en cuenta el escenario Diseño Cuerpo Tanque⁶¹, a partir de este punto se evaluó la facilidad de uso y funcionalidad que presenta el sistema informático, en un ambiente de trabajo común.

Los escenarios representaban tareas específicas que cada usuario debería realizar en iteración con el sistema y sobre las cuales se evaluarón los siguientes factores:

- Tiempo necesario para completar la tarea,
- Número de errores,
- Número de preguntas hechas para solucionar un error o duda,
- Si el usuario consultó la ayuda o el tutorial.

4.2.1 RESULTADOS EVALUACIONES

Para más detalles revisar el ANEXO 7.

4.3 CONCLUSIONES PARA PRUEBAS DE SOFTWARE

Las pruebas de software arrojaron como resultado, Recomendaciones para el cambio de la interfaz:

- Interfaz Registro,
- Interfaz Ingreso de nuevo proyecto,
- Interfaz Selección de datos de generales.

⁶¹ Escenario: Diseño Cuerpo Tanque; para más detalles, Capítulo 3.

Para más detalles de los resultados de las pruebas de evaluación para el sistema ATOS TANK revisar el Anexo 6.

RESULTADOS

El sistema es intuitivo, al inicio la interacción con los usuarios fue sencilla, a medida que se avanzó en el desarrollo de la prueba se pudo identificar las falencias informativas del sistema.

El sistema presenta un funcionamiento adecuado en las máquinas de prueba, dada la dificultad del programa no se recomienda ejecutar este programa en equipos de bajo desempeño.

Se recomienda leer brevemente el manual de usuario para tener una idea rápida del funcionamiento del sistema.

CAPITULO 5. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

En este capítulo se va a tratar acerca de los requerimientos de hardware y software para el sistema informático ATMOS TANK. Se dará a conocer las especificaciones necesarias para un óptimo funcionamiento, así como también las exigencias mínimas del mismo.

REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

A continuación en la siguiente tabla se especifican, los requerimientos de Hardware para el correcto funcionamiento de la aplicación informática, y también las exigencias mínimas.

Requisitos	Recomendación	Recomendación Mínima
➤ Hardware Interno Del Computador		
Procesador	AMD Athlon x2 7850 o equivalente	Amd Athlon x2 3800+ O equivalente
Memoria RAM	2 GHz. ó Superior	Mínimo 1 Gb.
Disco duro	Para La Aplicación 250 Mb, Para La Base De Datos 150 Mb.	Para La Aplicación 250 Mb, Para La Base De Datos 350 Mb.
Tarjeta de red	10/100	10/100
➤ Hardware Externo Del Computador		
Monitor	Resolución De 1280 X 800.	Resolución De 1024 X 768 o Superior.
Mouse	Óptico	-----
Teclado	Normal	-----
Impresora	Impresora a color ó B/N	impresora a B/N

Matricial, laser, Multifunción. Matricial.
--

Tabla 5.1. Requerimientos De Hardware
Fuente: Los Autores

5.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

A continuación en la siguiente tabla se especifican los requerimientos de Software para el correcto funcionamiento de la aplicación informática, así como también las exigencias mínimas.

Requisitos	Recomendación	Recomendación Mínima
Sistema Operativo	Windows 2000 Professional Sp4 Microsoft Windows Xp, Microsoft Window Seven,	Windows Xp Service Pack 2
. Net Framework	VERSION 2.0	VERSION 2.0
Microsoft SQL Server	Enterprise edition 2005	Enterprise edition 2005
Adobe Reader	Versión 8.0 ó Superior	Versión 8.0
Microsoft Office Excel	Versión 2007	Versión 2007
Adobe Flash Player 10.1	Versión 10.1	Versión 10.0

Tabla 5.2 Requerimientos De Software
Fuente: Los Autores

5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo ha sido arduo, y en el transcurso se han recogido muchos conocimientos, experiencias, anécdotas de gran valía, han pasado muchos días y noches pero al final los conocimientos adquiridos más el esfuerzo y voluntad en cada una de nuestras actividades arrojan como resultado un sistema robusto, que crea un reflejo, de nuestras ideas, las mismas que afloraron como soluciones. Además que el presente trabajo de titulación sirva de incentivo para las futuras generaciones que deseen incursionar en automatización de procesos mecánicos, y es así como la ingeniería de sistemas se abre campo más y más en nuestro país El Ecuador.

- **CONCLUSIONES**

1. Para desarrollar los proyectos de ingeniería mecánica se necesita de un tiempo considerable, aquí intervienen cada una de las actividades de edificación, cálculo, etc. Para el diseño de tanques atmosféricos de techo cónico según la norma API estándar 650, toma alrededor de 8 días realizar los correspondientes cálculos, selección de materiales entre otros, comprobación de que se está siguiendo la norma API, todos estos pertenecientes a la primera etapa de construcción para tanques atmosféricos.

2. El sistema informático realiza los cálculos de un tanque atmosférico en un lapso tiempo mínimo exactamente de 15 a 30 minutos, ahorrando 7 días, 23 horas y 30 minutos. (El tiempo es un estimado, que varía de acuerdo al proyecto y las posibles actividades que realice el usuario), presentando como resultado un robusto informe que contiene cada uno de los parámetros, cálculos, selección de materiales, accesorios de limpieza, etc.

3. El tema de construcción de tanques petroleros es muy extenso, es un trabajo arduo, que necesita de tiempo para entender los requerimientos funcionales del programa.

4. Los problemas que aparecen y las posibles soluciones automáticas a aplicar, se hacen presentes en este proceso, adoptando una metodología adecuada que permita comprender de mejor manera las especificaciones del usuario final, y con los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana especialidad de Informática para la Gestión, alcanzamos nuestra meta, un sistema informático capaz de Diseñar Tanques Atmosféricos de Techo Cónico según la norma API estándar 650.

5. Para que un sistema informático cumpla con las metas y especificaciones del usuario, necesita ser evaluado antes de ponerse en ejecución total del mismo.

6. Los resultados de las evaluaciones nos permitieron aseverar que el sistema informático maneja un grado aceptable de usabilidad, es decir el sistema presenta facilidad de uso al momento de realizar una acción determinada.

7. En el campo petrolero, no existen suficientes soluciones informáticas, que brindan las facilidades para el cálculo y diseño de tanques atmosféricos.

8. El presente proyecto de titulación cumple con las especificaciones que exige la norma API estándar 650, para el diseño de los mismos. Siendo pioneros en conformar indirectamente esa pequeña comunidad que promueve la explotación de esta área de automatización de diseño de tanques.

- **RECOMENDACIONES**

1. Para el diseño de tanques atmosféricos se necesita de personal capacitado en el área, el presente proyecto de titulación se enfoca hacia los usuarios que como profesión tienen la ingeniería mecánica, a estudiantes que se encuentran cursando los últimos niveles de la misma, al personal capacitado, ó que, por lo menos se tenga un grado de conocimiento significativo del tema.

2. Para la correcta ejecución del programa se recomienda seguir las indicaciones del manual de instalación ó a su vez observar el contenido visual del video de instalación, para evitar problemas al instalar la aplicación informática.
3. Cumplir con los requerimientos mínimos del programa, para evitar problemas ejecución. Para más información revisar los requerimientos de hardware y software, que se encuentran en el capítulo 4.
4. A parte del programa ejecutándose, no tener más de 1 a 2 aplicaciones independientes de sistema de diseño de tanques, abiertas simultáneamente, a menos de tener procesadores Quad Core y superar los 3Gb de memoria RAM.
5. Al instante de calcular el espesor de los anillos o el cuerpo del tanque atmosférico, se debe, de tomar muy en cuenta el tipo método a utilizar (método de punto fijo y punto variable), para evitar desperdicio de material. Par esto se recomienda aceptar las recomendaciones dadas por el sistema al momento de realizar el cálculo.

En sistema informático, en la parte de seguridad define, para poder usar sillas de anclaje, hay que tener en cuenta, el cálculo sísmico. Que determina si es necesario el uso de la misma en el proyecto. Y de esta manera hacer un ahorro de materiales.

6. Se recomienda para futuros temas de titulación de sistemas el mantenimiento de tanques atmosféricos siguiendo la norma API 653(mantenimiento de tanques atmosféricos),
7. Para la actualización de la base de datos con la última versión de la norma API 650, se recomienda, designar a un ingeniero mecánico capacitado y con experiencia en el área, para precautelar la integridad de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

API STANDARD 650. Tanques de acero soldados para el almacenamiento de petróleo, **decima** edición, Idioma: español “**Autor:** API” [PDF]. En: Estados Unidos, Washington DC, 2005.

[Consulta: 10 FEBRERO 2010]

API STANDARD 650. Tanques de acero soldados para el almacenamiento de petróleo, **onceava** edición, Idioma: Ingles “**Autor:** API” [PDF]. En: Estados Unidos, Washington DC, Junio 2007.

[Consulta: 15 FEBRERO 2010]

Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento, Idioma: español. “**Autor:** Isaac Eduardo” [PDF]. En: México, Marzo 2005.

[Consulta: 15 FEBRERO 2010]

Programando en Visual Studio Express 2005 pasó a paso, **Autores:** Erika Alarcón Herrera; Christian Crovetto Huerta, **Editorial:** Megabyte, Lima-Perú, año de publicación 2005.

Estandarización de la Estructura para Tanques de Almacenamiento de Techo Cónico, **Autores:** Batallas/Barrera, Tesis. Ingeniería Mecánica. E.P.N. Quito, Año de publicación 1994.

Principios y Control de Soldadura. **Autor:** Villacres Miguel, Departamento de Materiales y Fabricación. Ingeniería Mecánica. EPN. Quito, 2004.

Diseño en Ingeniería Mecánica, Sexta edición, **Autores:** Shigley/Mischke, **Editorial:** McGraw Hill, México 2002.

API STANDARD 650. Tanques de acero soldados para el almacenamiento de petróleo, **decima** edición, Idioma: español “**Autor:** API” [PDF]. En: Estados Unidos, Washington DC, 2005. Disponible en Web: <http://mexico.ihs.com/collections/api/>

[Consulta: FEBRERO 2010]

AISC. Instituto Americano del acero para la construcción, **decima** edición, Idioma: español “**Autor:** AISC” [PDF]. En: Estados Unidos.

[Consulta: FEBRERO 2010]

Sitio web, Monografias.com, Metodología OMT, **Autores:** Víctor Manuel Chávez Gaona, Juan Carlos Olivares Rojas, [En línea]. Disponible en Web: <http://www.monografias.com/trabajos13/metomt/metomt.shtml>,

[Consulta: MARZO 2010]

Metodología OMT (RUMBAUGH), **Autores:** Víctor Manuel Chávez Gaona, Juan Carlos Olivares Rojas, [PDF]. México, Morelia, año de publicación 2002 Disponible en Web: <http://antares.itmorelia.edu.mx/~jcolivar/documents/omt.pdf> [Consulta: MARZO 2010]

Sitio web, Blogspot, Modelo incremental - evolutivo, Autor: anónimo [En línea]. Año de publicación agosto de 2009, Disponible en Web: <http://modelos-phnoche.blogspot.com/> [Consulta: MARZO 2010]

Sitio web, El guille, System Data ODBC, **Autor:** Guillermo [en línea], España, Disponible en Web: <http://www.elguille.info/NET/library/System.Data.Odbc.aspx> [Consulta: ABRIL 2010]

Sitio web, El guille, System Data ODBC, **Autor:** Guillermo [en línea], España, Disponible en Web: http://www.elguille.info/NET/ADONET/cadena_de_conexion_para_conectar_a_una_base_de_sql_server.htm [Consulta: ABRIL 2010]

Sitio web, DevComponents, dotnetbar, **Autor:** [en línea], España, año de publicación 2008, Disponible en Web: <http://www.devcomponents.com/dotnetbar/movies.aspx> [Consulta: MAYO 2010]

Sitio web, ITEXT, ItextPDF, **Autor:** Bruno Lowagie, Copyright 2004 by Kazuya Ujihara [en línea], Disponible en Web: <http://itextpdf.com/> [Consulta: MAYO 2010]

Sitio web, MSDN, librerías, **Autor:** Microsoft [en línea], Disponible en Web: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/88fx1xy0%28VS.80%29.aspx> [Consulta: JUNIO 2010]

Sitio web, Más que accesibilidad, 10 reglas heurísticas de usabilidad **Autor:** Jakob Nielsen, [en línea], Disponible en Web: <http://www.mgaccesibilidad.com/2007/02/10-reglas-heurísticas-de-usabilidad.html> [Consulta: JUNIO 2010]

Pruebas de software, **Autor:** Rodríguez Víctor, [PDF]. México, Disponible en Web: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/rodriguez_v_a/capitulo5.pdf [Consulta: JULIO 2010]

ANEXOS

ANEXO 1
MEMORIA DE CÁLCULO DE DISEÑO DE TANQUES
ATMÓSFERICOS.

MEMORIA DE CÁLCULO DE DISEÑO DE TANQUES ATMÓSFERICOS DE TECHO CÓNICO MEDIANTE EL ESTÁNDAR API 650. Y MANUAL AISC. DESDE 20 PIES HASTA 160 PIES DE DIÁMETRO.

El presente anexo, muestra la estrategia de diseño utilizada en el Capítulo II, Diseño del Cuerpo - Accesorios y Diseño de la Estructura Soportante del Techo, del proyecto de titulación respectivamente, se realiza el ejemplo de cálculo para un Tanque de 160 Pies de diámetro, con dos castillos centrales y utilizando canales como correas, realizando así el diseño más complicado que abarca el proyecto.

1. DATOS GENERALES DEL DISEÑO Y CONDICIONES.

- El cuerpo del tanque está formado por filas circulares de acero a las que se llama anillos.
- Un anillo es una circunferencia completa, formada por placas roladas de acero.
- La altura para un anillo será igual para las restantes.
- Los anillos se enumeran desde abajo hacia arriba.
- Altura del Tanque $H = 24$ pies, Diámetro $D = 160$ pies, Capacidad $C = 74600$ barriles.
- Método de Diseño para espesores del Cuerpo será Punto Variable.
- Ancho de placa a utilizar será de 6 pies o 72 pulgadas
- Número de anillos: $\text{Altura del Tanque} / \text{Ancho Placa}$, entonces $24 / 6 = 4$ anillos.
- Presión de diseño: Atmosférica equivalente a 14.6 PSI o 101.352 Kpa o 1 atm.
- Gravedad específica del líquido a almacenarse $G = 1$
- Velocidad del viento aproximada en Ciudad de la Libertad $V = 160$ Km/h
- Estructura Metálica Soportada por perfiles, canales, correas se utiliza canales.
- Para Vigas se utilizará perfiles WF de ala ancha o I.
- Columnas Armadas o Circulares, se usará armadas.
- Angulo de rigidez calculado o seleccionado de la Tablas de la API 650
- Temperatura máxima de operación 90°C
- Corrosión admisible puede ser de hasta $1/16$ de pulgada o cero, se utilizará el segundo valor.

- Material para placas será A283 M Grado C.

2. CÁLCULO DEL ESPESOR DE ANILLOS DEL TANQUE PUNTO VARIABLE.

- Para el primer anillo (desde fondo del tanque).

Para el cálculo de espesores por este método se empieza calculando los espesores por el método de punto fijo para lo cual utilizamos las ecuaciones expuestas en el capítulo 2 Cabe notar que API 650. Utiliza la nomenclatura de t_d y t_t para espesor a prueba de diseño y prueba hidrostática, para el método de punto fijo mientras que para variable cambia a t_{pd} t_{pt} respectivamente

El Material para placas será A283 M Grado C.

$$t_{pd} = \frac{2.6 * D * (H - 1)G}{S_d * E} + CA \rightarrow t_{pd} = \frac{2.6 * 160 * (24 - 1) * 1}{22000 * 1} + 0.0 = 0.435 \checkmark$$

$$t_{pt} = \frac{2.6 * D * (H - 1)}{S_t * E} \rightarrow t_{pt} = \frac{2.6 * 160 * (24 - 1)}{22500 * 1} = 0.425 \quad \checkmark$$

Se obtiene t_{pd} y t_{pt} , se escoge el de mayor valor, por lo tanto $t_{pd} = 0.435$ espesor del primer anillo por método de punto fijo.

Luego se corrobora si se puede utilizar el método del punto variable mediante la siguiente ecuación

$$\frac{L}{H} \leq 2 \rightarrow \frac{20.435}{24} \leq 2 \quad \text{Por lo tanto } 0.851 < 2, \text{ Si se puede utilizar. } \checkmark$$

$$L = (6 D t)^{0.5} = (6 * 160 * 0.435)^{0.5} = 20.435 \text{ en in.}$$

H = altura máxima del líquido, se asume la altura nominal del tanque para aumentar la seguridad.

Comprobado el punto anterior, reemplazamos t_d por t_{1d} y t_t por t_{1t} , y calculamos sus valores

Para prueba de diseño:

$$t_{1d} = \left(1.06 - \frac{0.463 * D}{H} \sqrt{\frac{H * G}{S_d}} \right) \left(\frac{2.6 * H * D * G}{S_d} \right) + CA$$

$$t_{1d} = \left(1.06 - \frac{0.463 * 160}{24} \sqrt{\frac{24 * 1}{22000}} \right) \left(\frac{2.6 * 24 * 160 * 1}{22000} \right) + 0.0$$

$$t_{1d} = (1.06 - 0.086) * 0.033 * 0.4538 + 0.0 = 0.434 \checkmark$$

Para prueba hidrostática:

$$t_{1t} = \left(1.06 - \frac{0.463D}{H} \sqrt{\frac{H}{S_t}} \right) * \left(\frac{2.6 * H * D}{S_t} \right)$$

$$t_{1t} = \left(1.06 - \frac{0.463 * 160}{24} \sqrt{\frac{24}{22500}} \right) * \left(\frac{2.6 * 24 * 160}{22500} \right)$$

$$t_{1t} = (1.06 - 0.086) * 0.03265 * 0.4437 = 0.4256$$

Se obtiene t_{1d} y t_{1t} , se escoge el de mayor valor, por lo tanto $t_{1d} = 0.434$ espesor del primer anillo por método de punto variable, cabe notar que es ligeramente menor que el calculado por el método anterior.

- **Para el Segundo Anillo**

Primera Interacción del Segundo Anillo.

El valor de la nueva altura a utilizarse: $H_u = H_{\text{tanque}} - h_1 = 24 - 6 = 18$ pies.

$$K = \frac{t_L}{t_u}$$

$$t_u = \frac{2.6 * 160 * (18 - 1) * 1}{22000 * 1} + 0.0 = 0.321 \text{ in}$$

El valor de $t_L = 0.434$, es el espesor de la plancha que conforma el primer anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.434}{0.321} = 1.35$$

Luego se calcula el factor C

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)^{-1}}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{1.35^{0.5} (1.35 - 1)^{-1}}{1 + (1.35)^{1.5}} = 0.1583$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable.

$$x_1 = 0.61 (t_u)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 (60 * 0.321)^{0.5} + 3.84 * (0.1583) * (18) = 21.65$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.1583) * (18) = 34.1928$$

$$x_3 = 1.22 * (t_u)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * (60 * 0.321)^{0.5} = 21.42$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_3 = 21.42$, lo remplazamos, en las ecuaciones respectivas. Para obtener el espesor de la primera interacción:

$$x/12 \rightarrow 21.42 / 12 = 1.785$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * \left(8 - 1.785 \right)}{22000} + 0.0 = 0.3066$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * \left(8 - 1.785 \right)}{22500} = 0.299$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.3066$, como el valor de la primera interacción para el segundo anillo.

Segunda Interacción del Segundo Anillo.

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es remplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{tx}), en este caso se escoge $t_{dx} = 0.3066 = t_u$.

El valor de $t_L = 0.434$, es el espesor de la plancha que conforma el primer anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.434}{0.3066} = 1.42$$

Luego se calcula el factor C .

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)^{-1}}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{1.42^{0.5} (1.42 - 1)^{-1}}{1 + (1.42)^{1.5}} = 0.186$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 \left(t_u \right)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 \left(60 * 0.3066 \right)^{0.5} + 3.84 * (0.186) * (18) = 23.32$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.186) * (18) = 40.176$$

$$x_3 = 1.22 * \left(t_u \right)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * \left(60 * 0.3066 \right)^{0.5} = 20.930$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_3 = 20.930$ lo reemplazamos. Para obtener el espesor de la segunda interacción:

$$x/12 \rightarrow 20.930 / 12 = 1.744$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * \left(8 - 1.744 \right)}{22000} + 0.0 = 0.307$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * \left(8 - 1.744 \right)}{22500} = 0.300$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.307$, como el valor de la segunda interacción para el segundo anillo.

Tercera Interacción del Segundo Anillo.

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es reemplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{tx}), en este caso se escoge $t_{dx} = 0.307 = t_u$.

El valor de $t_L = 0.434$, es el espesor de la plancha que conforma el primer anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.434}{0.307} = 1.41$$

Luego se calcula el factor C

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{1.41^{0.5} (1.41 - 1)}{1 + (1.41)^{1.5}} = 0.1835$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 (t_u)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 (60 * 0.307)^{0.5} + 3.84 * (0.1835) * (18) = 23.154$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.1835) * (18) = 39.63$$

$$x_3 = 1.22 * (t_u)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * (60 * 0.307)^{0.5} = 20.94$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_3 = 20.930$ lo remplazamos, en las siguientes ecuaciones. Para obtener el espesor de la tercera interacción:

$$x/12 \rightarrow 20.930 / 12 = 1.745$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * \left(8 - 1.744 \right)}{22000} + 0.0 = 0.307$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * \left(8 - 1.744 \right)}{22500} = 0.301$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.307$, como el valor de la tercera interacción para el segundo anillo y este es el valor de t_{2a} , es decir el espesor del segundo anillo.

- Para el Tercer Anillo

Primera Interacción del Tercer Anillo.

El valor de la nueva altura a utilizarse: $H_u = H_{anterior} - h_1 = 18 - 6 = 12$ pies.

$$K = \frac{t_L}{t_u}$$

$$t_u = \frac{2.6 * 160 * (12 - 1) * 1}{22000 * 1} + 0.0 = 0.227 \text{ in}$$

El valor de $t_L = 0.307$, es el espesor de la plancha que conforma el segundo anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.307}{0.227} = 1.353$$

Luego se calcula el factor C

$$C = \frac{K^{0.5} \left(K - 1 \right)}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{1.353^{0.5} \left(1.353 - 1 \right)}{1 + (1.353)^{1.5}} = 0.1595$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 \left(t_u \right)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 \left(60 * 0.227 \right)^{0.5} + 3.84 * (0.1595) * (12) = 16.354$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.1595) * (12) = 22.97$$

$$x_3 = 1.22 * \left(t_u \right)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * \left(60 * 0.227 \right)^{0.5} = 18.01$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_1 = 16.354$ lo remplazamos, en las ecuaciones ya mencionadas. Para obtener el espesor de la primera interacción:

$$x/12 \rightarrow 16.354 / 12 = 1.3628$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * \left(2 - 1.3628 \right)}{22000} + 0.0 = 0.2011$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * \left(2 - 1.3628 \right)}{22500} = 0.197$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.2011$, como el valor de la primera interacción para el Tercer anillo.

Segunda Interacción del Tercer Anillo.

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es remplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{tx}) , en este caso se escoge $t_{dx} = 0.2011 = t_u$.

El valor de $t_L = 0.307$, es el espesor de la plancha que conforma el segundo anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.307}{0.2011} = 1.527$$

Luego se calcula el factor C

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{1.527^{0.5} (1.527 - 1)}{1 + (1.527)^{1.5}} = 0.225$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 \left(t_u \right)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 \left(60 * 0.2011 \right)^{0.5} + 3.84 * (0.225) * (12) = 18.864$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.225) * (12) = 32.46$$

$$x_3 = 1.22 * \left(t_u \right)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * \left(60 * 0.2011 \right)^{0.5} = 16.95$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge x_3 , = 16.95 lo remplazamos, en las ecuaciones respectivas. Para obtener el espesor de la segunda interacción:

$$x/12 \rightarrow 16.95 / 12 = 1.4126$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * \left(2 - 1.4126 \right)}{22000} + 0.0 = 0.2$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * \left(2 - 1.4126 \right)}{22500} = 0.196$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.2$, como el valor de la segunda interacción para el Tercer anillo.

Tercera Interacción del Tercer Anillo.

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es remplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{tx}) , en este caso se escoge $t_{dx} = 0.2 = t_u$.

El valor de $t_L = 0.307$, es el espesor de la plancha que conforma el segundo anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.307}{0.2} = 1.52$$

Luego se calcula el factor C

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)^{-1}}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{1.52^{0.5} (1.52 - 1)^{-1}}{1 + (1.52)^{1.5}} = 0.225$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 (t_u)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 (60 * 0.20)^{0.5} + 3.84 * (0.2) * (12) = 18.864$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.2) * (12) = 32.46$$

$$x_3 = 1.22 * (t_u)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * (60 * 0.20)^{0.5} = 16.95$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_3 = 16.95$, lo remplazamos, en las ecuaciones ya mencionadas. Para obtener el espesor de la tercera interacción:

$$x/12 \rightarrow 16.95 / 12 = 1.4126$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * (2 - 1.4126)}{22000} + 0.0 = 0.2$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * (2 - 1.4126)}{22500} = 0.196$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.2$, como el valor de la tercera interacción para el segundo anillo y este es el valor de t_{3a} , es decir el espesor del tercer anillo.

- Para el Cuarto Anillo (último Anillo en el tope).

Primera Interacción del Cuarto Anillo.

El valor de la nueva altura a utilizarse: $H_u = H_{\text{anterior}} - h_1 = 12 - 6 = 6$ pies.

$$K = \frac{t_L}{t_u}$$

$$t_u = \frac{2.6 * 160 * (6-1) * 1}{22000 * 1} + 0.0 = 0.095 \text{ in}$$

El valor de $t_L = 0.2$, es el espesor de la plancha que conforma el tercer anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.2}{0.095} = 2.105$$

Luego se calcula el factor C

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)^{-1}}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{2.105^{0.5} (2.105 - 1)^{-1}}{1 + (2.105)^{1.5}} = 0.396$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 (t_u)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 (60 * 0.095)^{0.5} + 3.84 * (0.396) * (6) = 14.94$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.396) * (6) = 28.48$$

$$x_3 = 1.22 * (t_u)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * (60 * 0.095)^{0.5} = 11.65$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_1 = 11.65$ lo remplazamos, en las ecuaciones ya mencionadas. Para obtener el espesor de la primera interacción:

$$x/12 \rightarrow 11.65 / 12 = 0.971$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * (6 - 0.971)}{22000} + 0.0 = 0.0951$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * (6 - 0.971)}{22500} = 0.093$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.0951$, como el valor de la primera interacción para el Cuarto anillo.

Segunda Interacción del Cuarto Anillo.

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es remplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{tx}), en este caso se escoge $t_{dx}=0.0951 = t_u$.

El valor de $t_L=0.2$, es el espesor de la plancha que conforma el tercer anillo ya calculado

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.2}{0.0951} = 2.103$$

Luego se calcula el factor C.

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{2.103^{0.5} (2.103 - 1)}{1 + (2.103)^{1.5}} = 0.395$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable.

$$x_1 = 0.61 (t_u)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 (60 * 0.0951)^{0.5} + 3.84 * (0.395) * (6) = 14.93$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.395) * (6) = 28.44$$

$$x_3 = 1.22 * (t_u)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * (60 * 0.0951)^{0.5} = 11.66$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_1 = 11.66$ lo remplazamos, en las ecuaciones respectivas. Para obtener el espesor de la primera interacción:

$$x/12 \rightarrow 11.66 / 12 = 0.971$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * (6 - 0.971) \cdot 1}{22000} + 0.0 = 0.0951$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \rightarrow t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * (6 - 0.971)}{22500} = 0.093$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.0951$, como el valor de la segunda interacción para el Cuarto anillo.

Tercera Interacción del Cuarto Anillo.

Se vuelve a calcular el factor K en donde el valor de (t_u) es remplazado por el valor de (t_{dx}) o (t_{ix}), en este caso se escoge $t_{dx} = 0.0951 = t_u$.

El valor de $t_L = 0.2$, es el espesor de la plancha que conforma el tercer anillo ya calculado.

$$K = \frac{t_L}{t_u} \rightarrow K = \frac{0.2}{0.0951} = 2.103$$

Luego se calcula el factor C.

$$C = \frac{K^{0.5} (K - 1)}{1 + K^{1.5}} \rightarrow C = \frac{2.103^{0.5} (2.103 - 1)}{1 + (2.103)^{1.5}} = 0.395$$

Calculados estos dos factores, procedemos a calcular las distancias x del punto de diseño variable

$$x_1 = 0.61 (t_u)^{0.5} + 3.84 * C * H \rightarrow x_1 = 0.61 (60 * 0.0951)^{0.5} + 3.84 * (0.395) * (6) = 14.93$$

$$x_2 = 12 * C * H \rightarrow x_2 = 12 * (0.395) * (6) = 28.44$$

$$x_3 = 1.22 * (t_u)^{0.5} \rightarrow x_3 = 1.22 * (60 * 0.0951)^{0.5} = 11.66$$

Se escoge el menor valor de entre x_1 , x_2 , x_3 , por lo tanto se escoge $x_1 = 11.66$ lo remplazamos, en las ecuaciones ya dadas. Para obtener el espesor de la primera interacción:

$$x/12 \rightarrow 11.66 / 12 = 0.971$$

$$t_{dx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right) G}{S_d} + CA \rightarrow t_{dx} = \frac{2.6 * 160 * (6 - 0.971) G}{22000} + 0.0 = 0.0951$$

$$t_{tx} = \frac{2.6 * D * \left(H - \frac{x}{12} \right)}{S_t} \quad \rightarrow \quad t_{tx} = \frac{2.6 * 160 * \left(24 - 0.971 \right)}{22500} = 0.093$$

Por lo tanto se escoge $t_{dx} = 0.0951$, como el valor de la tercera interacción para el cuarto anillo y este es el valor de t_{4a} , es decir el espesor del cuarto anillo (último anillo o tope)

Resumen de los valores de espesores calculados por método de Punto Variable, para tanque de 160 pies de diámetro, una altura de $H = 24$ pies, de 4 anillos y cada anillo de 6 pies de ancho.

ANILLO	ESPESOR calculado IN	ESPESOR seleccionado IN
Primer Anillo (desde el fondo)	0.434	0.434
Segundo Anillo	0.307	5/16
Tercer Anillo	0.2	5/16
Cuarto Anillo (último anillo o tope)	0.0951	5/16

TABLA A Resumen de los valores de espesores calculados por método de Punto Variable.
Fuente: Api 650.

DISEÑO DEL FONDO DEL TANQUE Y ANILLO ANULAR

Todas las láminas del fondo deben tener un espesor nominal de **6 mm (1/4 in)** libre del espesor de corrosión.

El ancho nominal de las láminas debe ser de **1800 mm (72 in)**. Por lo general el material para el fondo será el mismo que el utilizado para el primer anillo, el primer anillo del cuerpo del tanque debe proyectarse a 25.4 mm (1 in) como mínimo desde el filo del fondo del tanque.

Diseño de la placa anular.

El tanque a diseñar tiene un diámetro de 160 pies, por lo tanto necesita una placa anular donde descansará el primer anillo, se recomienda para tanques con diámetros mayores a 80 pies.

Este anillo se proyecta sobre el ancho radial, **24 pulg**, hacia el interior y **2 pulg**, hacia el exterior del cuerpo como mínimo. Este ancho radial se calcula con la siguiente ecuación

$$Wb = \frac{390 * t_b}{(H * G)^{0.5}} \quad Wb = \frac{390 * 1/4}{(24 * 1)^{0.5}} = 19.94 \text{ pulgadas}$$

De la tabla 5-1 de la API 650 página 5-10, Selección de espesor de plancha para anillo anular, se determina que $t_b = 1/4$ pulgadas,

SELECCIÓN DE ACCESORIOS DEL TANQUE.

Los principales accesorios para una función óptima del tanque se los puede clasificar en los siguientes:

- **MANHOLE del Cuerpo.**- para inspección y acceso del personal.
- **MANHOLE del Techo.**- para inspección y acceso del personal.
- **Boquillas de Entrada.**- accesorio por donde ingresa el líquido a almacenarse.
- **Boquillas de Salida.**- accesorio por donde sale el líquido a refinarse o a venderse como un derivado de petróleo.
- **Puertas de limpieza a nivel (lápidas).**- accesorio por donde se realiza la extracción de sustancias residuales (residuo de petróleo sólido), y cualquier suciedad, escoria, o basura.
- **Sumidero o Tina de lodos** - Accesorio por donde se vaciará, los residuos de agua y/o el residuo de petróleo que no puede ser desalojado. Se encuentra abajo el nivel del fondo del tanque.
- **Plataformas, pasadizo, escalinatas.**- accesorios que permiten subir hasta el techo del tanque para realizar inspección.

MANHOLE para el cuerpo.

Para la selección de MANHOLE para el cuerpo se utiliza la figura mencionada en el capítulo 2, además se utilizará un MANHOLE de diámetro de 24 pulgadas recomendado por API 650., se utilizará un solo MANHOLE del cuerpo por tanque, o

lo que el cliente disponga, pero se recomienda que para tanques mayores a 200 pies se monte al menos 2 MANHOLE,

Selección para MANHOLE del cuerpo de 24 pulgadas.

- Se usará 28 pernos de 3/4 de pulgada de diámetro y para agujeros una perforación de 7/8 de pulgada de diámetro.
- MANHOLE de 24" de diámetro, Empaque de: 29 3/8" OD X 24" ID X 1/8" espesor.
- Mínima altura desde base tanque hasta centro agujero de MANHOLE será 30 pulgadas
- Con los datos de la tabla 5-3 página 5-19 Ingresar con la máxima altura de nivel de liquido $H=24$ (altura del tanque por seguridad), Se escoge en la columna 1, $H= 21$ y se interseca con las columnas que contengan MANHOLE 24 in. Obteniéndose Espesor de la tapa $t_c= 3/8$ in. y brida $t_f= 1/4$ in.
- Con los datos de la tabla 5-4 página 5-19 Ingresar con el espesor del primer anillo calculado en la columna 1; $t=0.434$ in (7/16 in), se interseca con las columnas que contengan MANHOLE 24 in. Y Se obtiene el espesor del cuello del MANHOLE del cuerpo $t_n= 1/4$ in.
- Con los datos de la tabla 5-5 página 5-20 Ingresar a la columna1, con el diámetro del MANHOLE para este caso 24 in de la columna 2 se selecciona Diámetro de eje del circulo de agujeros $D_b = 30 1/4$ in y de la columna 3 se selecciona Diámetro de la tapa de MANHOLE $D_c =32 3/4$ in.
- Con los datos de la tabla 5-6 página 5-24 Se ingresa con el diámetro del MANHOLE = 24 in, y se selecciona: Diámetro exterior del tubo $D_p = 24$ in. Espesor Nominal de la pared del tubo de la boquilla t_n (no se selecciona porque es MANHOLE, recordar que hay que obviar este dato). Diámetro de la Placa de Refuerzo $D_R=24 1/8$ in. Longitud del lado de placa refuerzo o diámetro $L=D_o=49 1/8$ in Ancho de la Placa de refuerzo $W=60$ in. Mínima distancia desde el cuerpo a la cara de la boquilla $J=12$ in. Mínima distancia del fondo del tanque al centro de la boquilla. la misma que puede ser regular $H_N=28$ in o Tipo Baja C o Roscada. $=24 3/4$ in

- Con los datos de la tabla 5-7 página 5-25. Se ingresa con el espesor del primer anillo calculado en la columna 1; $t=0.434$ in (7/16 in) y se interseca con las columnas obteniéndose: Mínimo espesor tubo de la boquilla t_n (no se selecciona porque es MANHOLE, recordar que hay que obviar este dato). Valor añadido al diámetro de boquilla para obtener Máximo diámetro de la placa del cuerpo $D_p=5/8$ in. Tamaño del filete de soldadura $B=7/16$ in. Tamaño de filete soldadura A para Boquillas de más 2 pulgadas de diámetro= $1/4$ in.

Manhole para el Techo

Para la selección de MANHOLE para el techo se utiliza la figura mostrada en el capítulo 2, Similarmente que el MANHOLE del cuerpo se utilizará un MANHOLE de techo de diámetro de 24 pulgadas recomendado por API 650. Se utilizará un solo MANHOLE del cuerpo por tanque, o lo que el cliente disponga, pero se recomienda que para tanques mayores a 200 pies se monte al menos 2 MANHOLE,

Selección para MANHOLE del techo de 24 pulgadas.

- Se usará 20 pernos de 3/4 de pulgada de diámetro y para agujeros una perforación de 7/8 de pulgada de diámetro.
- Con los datos de la tabla 5-13 página 5-46 Ingresar a la columna 1, con el diámetro del MANHOLE para este caso 24 in de la columna 1 se selecciona: Diámetro del cuello $ID=24$ in; Diámetro de la placa de cubierta $D_c = 30$ in; Diámetro de eje del círculo de agujeros de pernos $D_b = 27 \frac{1}{2}$ in; Número de Pernos: 20; MANHOLE de 24" de diámetro, Empaque de: 30 OD X 24" ID X 1/8" espesor. Diámetro exterior de la placa de refuerzo $D_R=46$ in

Boquillas y bridas para cuerpo del Tanque.

Para la selección de boquillas-bridas se utiliza las figuras mencionadas en el capítulo 2 referente al tema basadas en la API 650, se recomienda que para boquillas de entrada se utilice un diámetro de 8 pulgadas, mientras que para boquillas de salida se usará un diámetro de 6 pulgadas, o lo que se acorde a la necesidad del cliente.

Selección para boquillas-bridas de entrada de 8 pulgadas.

- Ingresar con el diámetro de 8 pulgadas se selecciona: Diámetro exterior del tubo $D_P = 8 \frac{5}{8}$ in. Espesor Nominal de la pared del tubo de la boquilla $t_n = 0.5$ in, Diámetro de la Placa de Refuerzo $D_R = 8 \frac{3}{4}$ in. Longitud del lado de placa refuerzo o diámetro $L = D_o = 19$ in Ancho de la Placa de refuerzo $W = 23 \frac{1}{4}$ in. Mínima distancia desde el cuerpo a la cara de la boquilla $J = 8$ in. Mínima distancia del fondo del tanque al centro de la boquilla. la misma que puede ser regular $H_N = 13$ in o Tipo Baja C o Roscada. $= 9 \frac{1}{2}$ in
- De la Tabla 5-7 de la API 650 página 5-25. Se ingresa con el espesor del primer anillo calculado en la columna 1; $t = 0.434$ in ($7/16$ in) y se interseca con las columnas obteniéndose: Mínimo espesor tubo de la boquilla $t_n = 0.5$ in o $1/2$ in. Valor añadido al diámetro de boquilla para obtener Máximo diámetro de la placa del cuerpo $D_p = 5/8$ in. Tamaño del filete de soldadura $B = 7/16$ in. Tamaño de filete soldadura A para Boquillas de mas 2 pulgadas de diámetro $= 1/4$ in.
- De la Tabla 5-8 de la página 5-26 ingresar con el diámetro de 8 pulgadas en la columna 1, se selecciona: Mínimo espesor del borde $Q = 1 \frac{1}{8}$ in, Diámetro exterior del borde $A = 13 \frac{1}{2}$ in, Diámetro de la cara superior $D = 10 \frac{5}{8}$ in, Diámetro del circulo de pernos $C = 11 \frac{3}{4}$; Número de agujeros $= 8$, Diámetro de los Agujeros $= 7/8$, Diámetro de los pernos: $3/4$ in, Diámetro taladrado Tipo Slip $B = 0.1$ in, o Diámetro taladrado Tipo Neck $B_1 = a$, Mínimo diámetro de punto cúbico de soldadura Tipo Slip $E = b$, o Mínimo diámetro de punto cúbico de soldadura Tipo Neck $E_1 = c$.
- $a = 8$ in. $b = 8 \frac{5}{8} + 2(1/2) = 10 \frac{9}{8}$ in y $c = 8 \frac{5}{8}$ in.

Selección para boquillas-bridas de salida de 6 pulgadas.

- Con los datos de la tabla 5-6 página 5-24 ingresar con el diámetro de 8 pulgadas se selecciona: Diámetro exterior del tubo $D_P = 6 \frac{5}{8}$ in. Espesor Nominal de la pared del tubo de la boquilla $t_n = 0.432$ in, Diámetro de la Placa de Refuerzo $D_R = 6 \frac{3}{4}$ in. Longitud del lado de placa refuerzo o diámetro $L = D_o = 15$

3/4 in. Ancho de la Placa de refuerzo $W=19 \frac{1}{2}$ in. Mínima distancia desde el cuerpo a la cara de la boquilla $J=8$ in. Mínima distancia del fondo del tanque al centro de la boquilla. la misma que puede ser regular $H_N=11$ in o Tipo Baja C o Roscada= $7 \frac{7}{8}$ in.

- De la Tabla 5-7 de la API 650 página 5-25, Se ingresa con el espesor del primer anillo calculado en la columna 1; $t=0.434$ in ($\frac{7}{16}$ in) y se interseca con las columnas obteniéndose: Mínimo espesor tubo de la boquilla $t_n=0.5$ in o $\frac{1}{2}$ in. Valor añadido al diámetro de boquilla para obtener Máximo diámetro de la placa del cuerpo $D_p=\frac{5}{8}$ in. Tamaño del filete de soldadura $B=\frac{7}{16}$ in. Tamaño de filete soldadura A para Boquillas de más 2 pulgadas de diámetro= $\frac{1}{4}$ in.
- De la Tabla 5-8 de la página 5-26 ingresar con el diámetro de 6 pulgadas en la columna1, se selecciona: Mínimo espesor del borde $Q=1$ in, Diámetro exterior del borde $A=11$ in, Diámetro de la cara superior $D=8 \frac{1}{2}$ in, Diámetro del círculo de pernos $C=9 \frac{1}{2}$; Número de agujeros= 8 , Diámetro de los Agujeros= $\frac{7}{8}$, Diámetro de los pernos: $\frac{3}{4}$ in, Diámetro taladrado Tipo Slip $B=0.1$ in, o Diámetro taladrado Tipo Neck $B_1=a$, Mínimo diámetro de punto cúbico de soldadura Tipo Slip $E=b$, o Mínimo diámetro de punto cúbico de soldadura Tipo Neck $E_1=c$.
- $a = 6$ in. $b=6 \frac{5}{8} + 2(0.432) \rightarrow 6 \frac{5}{8} + \frac{7}{8} = 7 \frac{3}{8}$ in y $c=6 \frac{5}{8}$ in.

Boquillas y bridas para Techo del Tanque.

Para la selección de boquillas-bridas se utiliza la figura y la Tabla API 650. Página. 5-24. Tabla 5.6, API 650., recomienda que para boquillas del techo se utilice un diámetro de 8 pulgadas, o lo que se acorde a la necesidad del cliente, no se diferencia de boquillas de entrada o boquillas de salida, porque su función es ventilar, para evitar, la auto inflamación, aquí se colchan los cuellos de ganso, bocas de aforo, etc.

Selección para boquillas-bridas del Techo de 8 pulgadas.

- Para boquillas regulares del techo. Tabla API 650. Página. 5-24. Tabla 5.6, Ingresar con el diámetro de 8 pulgadas (Diámetro de Boquilla) se selecciona:

Diámetro exterior del cuello = 8 7/8 in. Diámetro del agujero en la placa de refuerzo del Techo

$D_p = 6$ in. Mínima altura de Boquilla $H_R = 18$ in. Diámetro Exterior de la Placa de Refuerzo $D_R = 8$ in.

- Para boquillas roscadas del techo. Tabla API 650. Página. 5-24. Tabla 5.6, Ingresando con el diámetro de 8 pulgadas (Diámetro de Boquilla) se selecciona: Boquilla NPS = 4 in. Acople = 5 11/32 in. Diámetro del agujero en la placa de refuerzo del Techo $D_p = 11$ in. Diámetro Exterior de la Placa de Refuerzo $D_R = 4$ in.

Accesorio de Limpieza o Caja de Sedimentos o Puerta de Nivel. Tipo Lápida

El procedimiento para la selección de las dimensiones empieza primero determinando el ancho y el alto del acceso de limpieza que se requiere para las diferentes necesidades, Tabla API 650. Página. 5-27. Tabla 5.9, otro dato de entrada es la altura máxima del nivel del líquido, Tabla API 650. Página. 5-28. Tabla 5.12 se procede a la selección. Se recomienda utilizar una abertura de 24X24 in² (Área o Claro).

.Selección para Accesorio de 24X24 in² (Área o Claro).

- Tabla API 650. Página. 5-27. Tabla 5.9 Ingresar a la columna 1 y 2, con el dato de la altura y base seleccionada para este caso 24x24, se selecciona en el resto de columnas: Arco del Ancho del cuerpo de reforzamiento de la placa $W = 72$ in, Radio superior de abertura $r_1 = 12$ in, radio superior de la placa de reforzamiento del cuerpo $r_2 = 29$ in, Distancia de los pernos $e = 1 \frac{1}{2}$ in. Ancho de la brida (excepto el fondo) $f_3 = 4$ in, Ancho del fondo de la brida $f_2 = 3 \frac{3}{4}$, Espaciamiento de pernos especiales $g = 3 \frac{1}{2}$ in, Número de pernos = 36, Diámetro de los pernos 3/4 in.
- Tabla API 650. Página. 5-28. Tabla 5.12 Ingresar con la altura nominal del tanque para este caso sería 20 pies porque la altura del tanque es 24 pies, e intersecando con la columna 2 se obtiene: Presión Equivalente 8.7 PSI, con la

columna 5 Mínimo espesor de pernos y placa de cubierta $t_c = 3/8$ in y con la columna 6 Mínimo espesor de la placa de refuerzo $t_b = 1/2$ in. (24x24 in).

- Tabla API 650. Página. 5-27. Tabla 5.11 Altura de la placa de refuerzo del tanque $L = 36$ in.

Sumidero para extracción de agua o tina de lodos

Para la selección del sumidero para extracción de agua o tina de lodos se utiliza la figura correspondiente a la API650 en y la Tabla 5-16 de la página 5-51, se escoge el Diámetro del sumidero. El tamaño nominal del tubo a utilizar queda a criterio del diseñador o a la necesidad del cliente, se realizará el ejemplo selección para un diámetro de 4 pulgadas.

Selección para Sumidero o Tina de Lodos 4 in de diámetro de tubo.

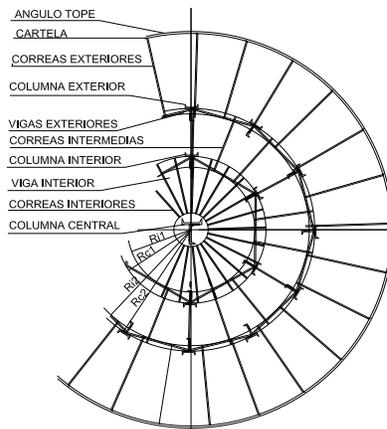
- Con la Tabla 5-16 de la página 5-51, Ingresando, a la columna Tamaño nominal del tubo con el valor de 4 in, se selecciona del resto de columnas: Diámetro del sumidero $A = 48$ in, Profundidad del sumidero $B = 24$ in, Distancia desde el centro al cuerpo $C = 6 \frac{3}{4}$ pies, Espesor de la placa del sumidero $t = 3/8$ in. Mínimo espesor del tubo = 0.25 in, Mínimo espesor del cuello de la boquilla=0.337 in.

Selección para Escaleras Circulares

- Fabricadas con Acero A36.
- Mínima Longitud de los escalones o contrahuella es de 24 pulgadas.
- Mínimo ancho del escalón o huella es $r = 8$ pulgadas.
- La huella debe ser tipo reja o de material no deslizante (rugoso), El ángulo máximo de elevación es 50° .
- La altura del pasamanos debe estar entre 30 a 34 pulgadas, colocando varillas o soporte cada dos escalones.
- La protección del techo o baranda de seguridad tendrá una altura de 42 pulgadas de alto, las varillas deben estar separadas a una distancia máxima de 96 pulgadas.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA SOPORTANTE PARA TANQUE DE TECHO CÓNICO, CON ALTURA NOMINAL H= DE 24 PIES, CAPACIDAD C= 74600 BARRILES, DIÁMETRO D=160 PIES. ALTERNATIVA I 13.C.

El diseño de la estructura se puede realizar por dos alternativas I-22 C, con correas de ala ancha o perfil I y con un castillo interior o con la alternativa I 13.C, con canales como correas y dos castillos interiores, se utilizará este último por ser más complejo ya que cubre todos los diseños que puedan existir.



**Figura A1.1.Vista Superior Alternativa I-13 (C).
Fuente: Norma API**

**Determinación de los ángulos α , β ; Radio Inscrito 1: R_{i1} ; Radio Inscrito 2: R_{i2} ;
Radio Circunscrito 1: R_{C1} Radio Circunscrito 2: R_{C2}**

- Castillo Interior: Polígono de 6 lados, Castillo Medio: Polígono de 12 Lados.
 $N_{p1}=6$ ✓ y $N_{p2}=12$; ✓
- $\alpha = 360/12 = 30^\circ$ y $\beta = 360/24 = 15^\circ$. ✓
- Radio del Tanque $R = 80$ pies. ✓

- Utilizando la ecuación siguiente calculamos Radio Circunscrito 2 R_{c2} :

$$R_{c2} = \frac{R * (\cos \alpha + 1)}{(\cos \alpha + \cos \beta + \cos \alpha * \cos \beta)} \rightarrow R_{c2} = \frac{R * (\cos 30^\circ + 1)}{(\cos 30^\circ + \cos 15^\circ + \cos 30^\circ * \cos 15^\circ)} = \boxed{55.94 \text{ pies.}} \checkmark$$

- Utilizando la ecuación siguiente calculamos Radio Inscrito 2 R_{i2} :

$$R_{i2} = R_{c2} * \cos \beta \rightarrow R_{i2} = 55.94 * \cos 15^\circ = \boxed{54.04 \text{ pies.}} \checkmark$$

- Calculamos Radio Circunscrito 1 R_{c1} :

$$R_{c1} = \frac{R_{c2}}{(\cos \alpha + 1)} \rightarrow R_{c1} = \frac{55.94}{(\cos 30^\circ + 1)} = \boxed{29.98 \text{ pies.}} \checkmark$$

- Calculamos Radio Inscrito 1 R_{i1} :

$$R_{i1} = R_{c1} * \cos \alpha \rightarrow R_{i1} = 29.98 * \cos 30^\circ = \boxed{25.96 \text{ pies.}} \checkmark$$

Dimensionamiento, Selección y Cantidad de Correas.

PARA CORREAS INTERIORES.

- Se selecciona el número de correas interiores. $N_{p1}=6$.

$$n_{\min} = \frac{24 * N_p * R_{c1}}{I_c} * \text{sen} \left(\frac{360}{2 * N_p} \right)$$

$$n_{\min} = \frac{24 * 6 * 29.98}{66} * \text{sen} \left(\frac{360}{2 * 6} \right) = 32.7 \approx \boxed{33 \text{ correas interiores}} \checkmark$$

- Para el diseño y selección del tipo de correa a utilizar se calcula primero la superficie considerada S_c , que es el área que va a soportar cada correa interior, Notar, que D_{c1} reemplaza el valor de D de la ecuación dada. $D_{c1} = 2 * R_{c1} = 2 * 29.98 = 59.96$ pies

$$S_c = \frac{\pi D_{c1}^2}{4N} \rightarrow S_c = \frac{\pi 59.96^2}{4 * 33} = 85.54 \text{ pie}^2 \quad \checkmark$$

- Se calcula la carga triangular, C_t , que varía debido a la forma en que se ha seleccionado el área de cálculo es igual a:

$$C_t = (C_v + C_m) * S_c \rightarrow C_t = (25lb / pie^2 + 7.65lb / pie^2) * 85.54 pie^2 = 2792.98 lb \checkmark$$

- La carga uniforme C_u que soportará la correa será igual, para el cálculo se asume $P_c = 20 lb/pie^2$.

$$C_u = P_c * \frac{D}{2} \rightarrow C_u = 20 * \frac{59.96}{2} = 599.52 lb. \checkmark$$

- Se determina el momento máximo, $M_{m\acute{a}x}$, suponiendo las cargas triangular y uniforme.

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1283 * C_t * D) + (0,125 C_u * D)] * 6$$

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1283 * 2792.98 * 59.96) + (0,125 * 599.52 * 59.96)] * 6 = 155855.78 lb-pulg \checkmark$$

- Se calcula el módulo de la sección, según API 650. $F_{m\acute{a}x} = 20000 lb/pulg^2$

$$S = \frac{M_{m\acute{a}x}}{F_{m\acute{a}x}} \rightarrow S = \frac{155855.78}{20000} = 7.793 pulg^3.$$

- Con el valor calculado del módulo de sección mínimo requerido, de la fórmula anterior se lo compara con los módulos de sección especificados por los fabricantes de perfiles laminados en caliente y se encuentra el inmediato superior, en el presente caso se trabaja con las tablas proporcionadas por el manual de AISC, en el cual indica el peso por unidad de longitud real, P_{cr} , determinándose además las dimensiones y características generales del perfil.

Según AISC, para $S_{xx} = 7.793 pulg^3 \approx S_{xx} = 8.14 pulg^3$, que corresponde a un canal **C8X11.5**, con un peso/unidad de longitud real $P_{cr} = 11.5 lb/pie$.

- Con el verdadero valor de $P_{cr} = 11.5 lb/pie$, se calcula nuevamente C_u ,

$$C_u = P_c * \frac{D}{2} \rightarrow C_u = 11.5 * \frac{59.96}{2} = 344.72 lb. \text{ o } C_u \text{ real} \checkmark$$

- Para verificación del momento se lo vuelve a calcular con el Cu real

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1283 * C_t * D) + (0,125 C_u * D)] * 6$$

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1283 * 2792.98 * 59.96) + (0,125 * 344.72 * 59.96)] * 6 = 144398.95 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Se re calcula el módulo de la sección verdadero que tiene que ser necesariamente menor que el del canal C8X11.5.

$$S = \frac{M_{m\acute{a}x}}{F_{m\acute{a}x}} \rightarrow S = \frac{144398.95}{20000} = 7.22 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

Por lo tanto $S < S_{xx}$; $7.22 \text{ pulg}^3 < 8.14 \text{ pulg}^3$, se selecciona este canal ✓

Por lo tanto: CORREAS INTERIORES → CANAL: C8X11.5 → NÚMERO DE CORREAS: 33

- Se determina las reacciones en las correas R1 (hacia el interior) y R2 (hacia el exterior)

$$R_1 = \frac{C_u}{2} + \frac{C_t}{3} \rightarrow R_1 = \frac{344.72}{2} + \frac{2792.98}{3} = \boxed{1103.35 \text{ lb.}} \checkmark$$

$$R_2 = \frac{C_u}{2} + \frac{2 * C_t}{3} \rightarrow R_2 = \frac{344.72}{2} + \frac{2 * 2792.98}{3} = \boxed{2034.35 \text{ lb.}} \checkmark$$

- El peso neto de las correas se calcula con la siguiente ecuación

$$P_n = C_u * N \rightarrow P_n = 344.72 * 33 = 11375.76 \text{ lbs.}$$

- Se determina carga en la columna central P_{cc} que es el elemento más crítico del diseño

$$P_{cc} = R_1 * N \rightarrow P_{cc} = 1103.35 \text{ lb} * 33 = \boxed{36410.55 \text{ lbs.}} \checkmark$$

Por lo tanto: $R_1=1103.35\text{lb}$, $R_2=2034.35\text{lb}$, Carga Columna Central $P_{cc}=36410.55\text{lb}$. CORREAS INTERIORES.

❖ **PARA CORREAS INTERMEDIAS.**

- Utilizando la ecuación mencionada a continuación se selecciona el número de correas intermedias. Número del polígono $N_{p2}=12$.

$$n_{\min} = \frac{24 * N_p * R_{c2}}{I_c} * \text{sen} \left(\frac{360}{2 * N_p} \right)$$

$$n_{\min} = \frac{24 * 12 * 55.94}{66} * \text{sen} \left(\frac{360}{2 * 12} \right) = 63 \approx \boxed{65 \text{ correas intermedias}} \checkmark$$

- Para el diseño y selección del tipo de correa a utilizar se calcula primero la superficie considerada S_{c1} (intermedia), que es el área que va a soportar cada correa interior, Notar, que D_c es el valor del diámetro circunscrito 2 es decir el del segundo castillo; $D_{c2} = 2 * R_{c2} = 2 * 55.94 = 111.88$ pies. Mientras que D_i es el valor del diámetro inscrito 1 es decir el del primer castillo; $D_{i1} = 2 * R_{i1} = 2 * 25.96 = 51.92$ pies.

$$S_{c1} = \left(\frac{\frac{\pi * D_i}{n_1} + \frac{\pi * D_c}{n_1}}{2} \right) * \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right)$$

$$S_{c1} = \left(\frac{\frac{\pi * 51.92}{65} + \frac{\pi * D_c}{65}}{2} \right) * \left(\frac{111.88 - 51.92}{2} \right) = 118.68 \text{ pie}^2. \checkmark$$

- Se determina la superficie uniforme, S_u , que produce una carga uniforme sobre la correa, es igual a:

$$S_u = \frac{\pi * D_{i1}}{n_1} * \left(\frac{D_{c2} - D_{i1}}{2} \right) \rightarrow$$

$$S_u = \frac{\pi * 51.92}{65} * \left(\frac{111.88 - 51.92}{2} \right) = 75.24 \text{ pie}^2. \checkmark$$

- Se calcula la superficie variable S_v que produce la carga triangular sobre la correa igual a:

$$S_v = S_{c1} - S_u \rightarrow S_v = 118.68 - 75.24 = 43.44 \text{ pie}^2. \checkmark$$

- Se calcula la carga triangular, C_{t1} , que varía debido a la forma en que se ha seleccionado el área de cálculo es igual a:

$$C_{t1} = S_v * C_{tot} \rightarrow C_{t1} = 43.44 * (25 \text{ lb} / \text{pie}^2 + 7.65 \text{ lb} / \text{pie}^2) = 1418.44 \text{ lb}. \checkmark$$

- La carga uniforme C_{u1} que soportará la correa, será igual a la siguiente ecuación, para el cálculo se asume $P_c = 20 \text{ lb} / \text{pie}^2$.

$$C_{u1} = S_u * C_{tot} + P_c * \left(\frac{D_{c2} - D_{i1}}{2} \right) \rightarrow$$

$$C_{u1} = 5.24 * 32.65 + 20 * \left(\frac{111.88 - 51.92}{2} \right) = 3048.39 \text{ lb} \checkmark$$

- Se determina el momento máximo, $M_{máx1}$, suponiendo las cargas triangular y uniforme.

$$M_{máx} = [(0,1250 * C_{u1}) + (0,1283 C_{t1})] * 6 \left(\frac{D_{c2} - D_{i1}}{2} \right)$$

$$M_{máx} = [(0,1250 * 3048.39) + (0,1283 * 1418.44)] * 6 \left(\frac{111.88 - 51.92}{2} \right) = 202570.84 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Según API 650. $F_{máx} = 20000 \text{ lb} / \text{pulg}^2$

$$S = \frac{M_{máx}}{F_{máx}} \rightarrow$$

$$S = \frac{202570.84}{20000} = 10.13 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

- Con el valor calculado del módulo de sección mínimo requerido, de la fórmula anterior se lo compara con los módulos de sección especificados por los fabricantes de perfiles laminados en caliente y se encuentra el inmediato superior, en el presente caso se trabaja con las tablas proporcionadas por el manual de AISC, en el cual indica el peso por unidad de longitud real, P_{cr} , determinándose además las dimensiones y características generales del perfil.

Según AISC, para $S_{xx}=10.13 \text{ pulg}^3 \approx S_{xx} = 11.3 \text{ pulg}^3$, que corresponde a un canal **C9X15**, con un peso/unidad de longitud real $P_{cr}= 15 \text{ lb/pie}$.

- Con el verdadero valor de $P_{cr}=15 \text{ lb/pie}$, se calcula nuevamente C_u

$$C_{u1} = \left(5.24 * 32.65 \right) + 15 * \left(\frac{111.88 - 51.92}{2} \right) = 2898.48 \text{ lb} \checkmark$$

- Para verificación del momento se lo vuelve a calcular con el C_u real.

$$M_{m\acute{a}x} = [(0,1250 * 2898.48) + (0,1283 * 1418.44)] * 6 \left(11.88 - 51.92 \right) = 195828.94 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Se re calcula el módulo de la sección verdadero que tiene que ser necesariamente menor que el del canal C9X15.

$$S = \frac{M_{m\acute{a}x}}{F_{m\acute{a}x}} \rightarrow S = \frac{195828.94}{20000} = 9.79 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

Por lo tanto $S < S_{xx}$; $9.79 \text{ pulg}^3 < 11.3 \text{ pulg}^3$, se selecciona este canal \checkmark

Por lo tanto: CORREAS INTERMEDIAS → CANAL: C9X15 → NÚMERO DE CORREAS: 65

- Se determina las reacciones en las correas R_{11} (hacia el interior) y R_{21} (hacia el exterior).

$$R_{11} = \frac{C_u}{2} + \frac{C_t}{3} \rightarrow R_1 = \frac{2898.48}{2} + \frac{1418.44}{3} = \boxed{1922.05 \text{ lb.}} \checkmark$$

$$R_{21} = \frac{C_u}{2} + \frac{2 * C_t}{3} \rightarrow R_2 = \frac{2898.48}{2} + \frac{2 * 1418.44}{3} = \boxed{2394.86 \text{ lb.}} \checkmark$$

- El peso neto de las correas se calcula con la ecuación 2.59

$$P_{n1} = P_{cr1} * \left(\frac{D_c - D_i}{2} \right) * N \rightarrow P_{n1} = 15 * \left(\frac{111.8 - 51.92}{2} \right) * 65 = 29191.5 \text{ lb.}$$

Por lo tanto: $R_{11}=1922.05 \text{ LB}$, $R_{21}=2394.86 \text{ LB}$. CORREAS INTERMEDIAS

❖ PARA CORREAS EXTERIORES.

- Utilizando la siguiente ecuación se selecciona el número de correas exteriores.

$$N_{\min} = \frac{\pi D}{2\pi} = \frac{D}{2} \rightarrow N_{\min} = \frac{160}{2} = 80 \approx \boxed{85 \text{ correas exteriores}} \checkmark$$

- Para el diseño y selección del tipo de correa a utilizar se calcula primero la superficie considerada S_{c2} (exterior), que es el área que va a soportar cada correa interior, Notar, que D es el valor del diámetro del tanque; D =160 pies. Mientras que D_{i2} es el valor del diámetro inscrito2 es decir el del segundo castillo; $D_{i2}=2* R_{i2}= 2*54.04=108.08$ pies.

$$S_{c2} = \left(\frac{\frac{\pi * D_{i2}}{n_1} + \frac{\pi * D}{n_1}}{2} \right) * \left(\frac{D - D_{i2}}{2} \right)$$

$$S_{c2} = \left(\frac{\frac{\pi * 108.08}{85} + \frac{\pi * 160}{85}}{2} \right) * \left(\frac{160 - 108.08}{2} \right) = 128.62 \text{ pie}^2. \checkmark$$

- Se determina la superficie uniforme, S_u , que produce una carga uniforme sobre la correa, es igual a:

$$S_u = \frac{\pi * D_{i2}}{n_1} * \left(\frac{D - D_{i2}}{2} \right) \rightarrow$$

$$S_u = \frac{\pi * 108.08}{85} * \left(\frac{160 - 108.08}{2} \right) = 103.708 \text{ pie}^2. \checkmark$$

- Calcula la superficie variable S_v que produce la carga triangular sobre la correa igual a:

$$S_v = S_{c2} - S_u \rightarrow S_v = 128.62 - 103.708 = 24.91 \text{ pie}^2. \checkmark$$

- Se calcula la carga triangular, C_{t2} , que varía debido a la forma en que se ha seleccionado el área de cálculo es igual a:

$$C_{t2} = S_v * C_{tot} \rightarrow C_{t1} = 24.91 * (25 \text{ lb} / \text{pie}^2 + 7.65 \text{ lb} / \text{pie}^2) = 813.32 \text{ lb}. \checkmark$$

- La carga uniforme C_{u2} que soportará la correa, será igual a la siguiente ecuación, para el cálculo se asume $P_c = 20 \text{ lb/pie}^2$.

$$C_{u2} = (C_u * C_{tot}) + P_c * \left(\frac{D - D_{i2}}{2} \right) \rightarrow$$

$$C_{u2} = (0.3708 * 32.65) + 20 * \left(\frac{160 - 108.08}{2} \right) = 3905.35 \text{ lb} \checkmark$$

- Se determina el momento máximo, $M_{máx1}$, suponiendo las cargas triangular.

$$M_{máx} = [(0,1250 * C_{u2}) + (0,1283 C_{t2})] * 6 * \left(\frac{D - D_{i2}}{2} \right)$$

$$M_{máx} = [(0,1250 * 3390.35) + (0,1283 * 813.32)] * 6 * \left(\frac{160 - 108.08}{2} \right) = 184609.55 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Se calcula el módulo, según API 650. $F_{máx} = 20000 \text{ lb/pulg}^2$

$$S = \frac{M_{máx}}{F_{máx}} \rightarrow S = \frac{184609.55}{20000} = 9.23 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

- Con el valor calculado del módulo de sección mínimo requerido, de la fórmula anterior se lo compara con los módulos de sección especificados por los fabricantes de perfiles laminados en caliente y se encuentra el inmediato superior, en el presente caso se trabaja con las tablas proporcionadas por el manual de AISC, en el cual indica el peso por unidad de longitud real, P_{cr} , determinándose además las dimensiones y características generales del perfil.

Según AISC, para $S_{xx} = 9.23 \text{ pulg}^3 \approx S_{xx} = 10.6 \text{ pulg}^3$, que corresponde a un canal **C9X13.4**, con un peso/unidad de longitud real $P_{cr} = 13.4 \text{ lb/pie}$.

- Con el verdadero valor de $P_{cr} = 13.4 \text{ lb/pie}$, se calcula nuevamente C_u .

$$C_{u2} = (0.3708 * 32.65) + 13.4 * \left(\frac{160 - 108.08}{2} \right) = 3733.98 \text{ lb} \checkmark$$

Por lo tanto: CORREAS EXTERIORES → CANAL: C9X13.4 → NÚMERO DE CORREAS: 85

- Se determina las reacciones en las correas R_{12} (hacia el interior) y R_{22} (hacia el exterior), con las siguientes ecuaciones

$$R_{12} = \frac{C_u}{2} + \frac{C_t}{3} \rightarrow R_1 = \frac{3733.98}{2} + \frac{813.32}{3} = \boxed{2138.1 \text{ lb.}} \checkmark$$

$$R_{22} = \frac{C_u}{2} + \frac{2 * C_t}{3} \rightarrow R_2 = \frac{3733.98}{2} + \frac{2 * 813.32}{3} = \boxed{2409.21 \text{ lb.}} \checkmark$$

- El peso neto de las correas se calcula con la ecuación siguiente:

$$P_{n2} = P_{cr2} * \left(\frac{D - D_{i2}}{2} \right) * N \rightarrow P_{n1} = 13.4 * \left(\frac{160 - 108.08}{2} \right) * 85 = 29568.44 \text{ lb.} \checkmark$$

Por lo tanto: $R_{12}=2138.1\text{LB}$, $R_{22}=2409.21\text{LB}$ (CARGA EN CARTELA). CORREAS EXTERIORES

Dimensionamiento, Selección y Cantidad de Vigas.

❖ **PARA VIGAS INTERIORES.**

- Para dos castillos (correas interiores, intermedias, exteriores), viga del castillo interior, calculamos la carga actuante sobre la viga.

$$C_{vg1} = \frac{N * R_2}{N_p} + \frac{N_1 * R_{11}}{N_p} \rightarrow C_{vg1} = \frac{33 * 2034.35}{6} + \frac{65 * 1922.05}{6} = 32011.14 \text{ lb.} \checkmark$$

- En la sección de longitudes de vigas del capítulo 2 se definió, la siguientes ecuaciones

$$L_{vg1} = 2 * R_{c1} * \text{sen} \alpha \rightarrow L_{vg1} = 2 * 29.98 * \text{sen} 30^\circ = 29.98 \text{ pies} \checkmark$$

- Conocidos C_{vg} y L_{vg} , y suponiendo un peso por unidad de longitud de la viga P_{vg} [lb/pie] el momento máximo, $M_{\text{máx}}$, actuante sobre la viga será calculado. Para el cálculo se asume $P_{vg} = 60$ [lb/pie]

$$M_{\text{máx2}} = \frac{3*(C_{\text{vg}} + P_{\text{vg}} * L_{\text{vg}}) * L_{\text{vg}}}{2} \rightarrow M_{\text{máx2}} = \frac{3*(32011.14 + 60 * 29.98) * 29.98}{2} = 1520433.0 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Se calcula el módulo de la sección, según API 650. $F_{\text{máx}}=20000 \text{ lb/pulg}^2$

$$S = \frac{M_{\text{máx}}}{F_{\text{máx}}} \rightarrow S = \frac{1520433}{20000} = 76.02 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

- Se consulta en el manual del AISC, el módulo de sección óptimo o superior al obtenido, definida la sección, el valor de P_{vg} ya no es supuesto por lo que se verifica el momento máximo y se verifica la sección, procedimiento que se lo realiza tantas veces sea necesario.

Según AISC, para $S_{\text{xx}}=76.02 \text{ pulg}^3 \approx S_{\text{xx}} = 78.8 \text{ pulg}^3$, que corresponde a un perfil ala ancha I W 18X46, con un peso/unidad de longitud real $P_{\text{vg}}= 46 \text{ lb/pie}$.

- Para verificación del momento se lo vuelve a calcular con el valor real de $P_{\text{vg}}= 46 \text{ lb/pie}$.

$$M_{\text{máx2}} = \frac{3*(C_{\text{vg}} + P_{\text{vg}} * L_{\text{vg}}) * L_{\text{vg}}}{2} \rightarrow M_{\text{máx2}} = \frac{3*(32011.14 + 46 * 29.98) * 29.98}{2} = 1440230.51 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Se re calcula el módulo de la sección verdadero que tiene que ser necesariamente menor que el del perfil W18X46.

$$S = \frac{M_{\text{máx}}}{F_{\text{máx}}} \rightarrow S = \frac{1440230.51}{20000} = 72.01 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

Por lo tanto $S < S_{\text{xx}}$; $72.01 \text{ pulg}^3 < 78.8 \text{ pulg}^3$, se selecciona este perfil \checkmark

- Realizando la sumatoria de fuerzas, se determinan las reacciones en los apoyos de la viga, R31y R32.

$$R_{31} = R_{32} = \frac{C_{\text{vg}} + P_{\text{vg}} * L_{\text{vg}}}{2} \rightarrow R_{31} = \frac{32011.14 + 46 * 29.98}{2} = 16695.11 \text{ lb.} \checkmark$$

- Este valor R_{31} , es la carga que soporta cada viga en uno de sus extremo, por lo tanto, la carga que soportará la columna interior del primer castillo será este valor multiplicado por dos, ya que hay dos reacciones de viga en un punto se

calcula a continuación:

CARGA COLUMNA INTERIOR; $P_{ci} = R_{31} * 2 = 16695.11 * 2 = 33390.22 \text{ lb. } \checkmark$

- Si se compara el valor anterior $P_{ci} = 33390.22 \text{ lb.}$, con el valor de la Carga en la columna Central (más crítico) $P_{cc} = 36410.55 \text{ lb.}$, se aprecia que el segundo es mayor por lo cual el diseño de columnas se hace en base al elemento más crítico, en este caso a la Columna Central.

Por lo tanto: VIGAS INTERIORES → PERFIL: W18X46 → NÚMERO DE VIGAS: 6

→ $R_{31} = 16695.11 \text{ LB}$; $P_{ci} = 33390.22 \text{ LB}$.

❖ PARA VIGAS EXTERIORES.

- Para dos castillos (correas interiores, intermedias, exteriores), viga del castillo medio o exterior, calculamos la carga actuante sobre la viga.

$$C_{vg2} = \frac{N * R_{21}}{N_p} + \frac{N_1 * R_{12}}{N_p} \rightarrow C_{vg2} = \frac{65 * 2394.86}{12} + \frac{85 * 2138.1}{12} = 28117.03 \text{ lb. } \checkmark$$

- En la sección de longitudes de vigas se definió $L_{vg2} = 2 * R_{c2} * \text{sen} \beta \rightarrow$

$$L_{vg2} = 2 * 55.94 * \text{sen} 15^\circ = 28.96 \text{ pies} \checkmark$$

- Conocidos C_{vg} y L_{vg} , y suponiendo un peso por unidad de longitud de la viga P_{vg} [lb/pie] el momento máximo, $M_{\text{máx}}$, actuante sobre la viga será calculado. Para el cálculo se asume $P_{vg} = 60$ [lb/pie]

$$M_{\text{máx}2} = \frac{3 * (C_{vg} + P_{vg} * L_{vg}) * L_{vg}}{2} \rightarrow M_{\text{máx}2} = \frac{3 * (28117.03 + 60 * 28.96) * 28.96}{2} = 1296885.13 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

pulg \checkmark

- Se calcula el módulo de la sección, según API 650. $F_{\text{máx}} = 20000 \text{ lb/pulg}^2$

$$S = \frac{M_{\text{máx}}}{F_{\text{máx}}} \rightarrow S = \frac{1296885.13}{20000} = 64.84 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

- Se consulta en el manual del AISC, el módulo de sección óptimo o superior al obtenido, definida la sección, el valor de P_{vg} ya no es supuesto por lo que se

verifica el momento máximo y se verifica la sección, procedimiento que se lo realiza tantas veces sea necesario.

Según AISC, para $S_{xx}=64.84 \text{ pulg}^3 \approx S_{xx} = 68.4 \text{ pulg}^3$, que corresponde a un perfil ala ancha I **W 18X40**, con un peso/unidad de longitud real $P_{vg}= 40 \text{ lb/pie}$.

- Para verificación del momento se lo vuelve a calcular con el valor real de $P_{vg}= 46 \text{ lb/pie}$.

$$M_{máx2} = \frac{3*(C_{vg} + P_{vg} * L_{vg}) * L_{vg}}{2} \rightarrow M_{máx2} = \frac{3*(28117.03 + 40*28.96) * 28.96}{2} = 1271724.68 \text{ lb-pulg} \checkmark$$

- Se re calcula el módulo de la sección verdadero que tiene que ser necesariamente menor que el del perfil W18X40.

$$S = \frac{M_{máx}}{F_{máx}} \rightarrow S = \frac{1271724.68}{20000} = 63.58 \text{ pulg}^3 \checkmark$$

Por lo tanto $S < S_{xx}$; $63.58 \text{ pulg}^3 < 68.4 \text{ pulg}^3$, se selecciona este perfil \checkmark

- Realizando la sumatoria de fuerzas, se determinan las reacciones en los apoyos de la viga, R31y R32.

$$R_{31} = R_{32} = \frac{C_{vg} + P_{vg} * L_{vg}}{2} \rightarrow R_{32} = \frac{28117.03 + 40 * 28.96}{2} = 14637.715 \text{ lb} \checkmark.$$

- Este valor R_{32} , es la carga que soporta cada viga en uno de sus extremo, por lo tanto, la carga que soportará la columna exterior del segundo castillo será este valor multiplicado por dos, ya que hay dos reacciones de viga en un punto se calcula a continuación:

$$\text{CARGA COLUMNA EXTERIOR; } P_{ce} = R_{32} * 2 = 14637.715 * 2 = 29275.43 \text{ lb.} \checkmark$$

- Si se compara el valor anterior $P_{ce}=29275.43 \text{ lb}$, con el valor de la Carga en la columna Central (más crítico) $P_{cc}= 36410.55 \text{ lb}$, se aprecia que el segundo es mayor por lo cual el diseño de columnas se hace en base al elemento más crítico, en este caso a la Columna Central.

Por lo tanto: VIGAS EXTERIORES → PERFIL: W18X40 → NÚMERO DE VIGAS: 12 → $R_{32}=14637.72 \text{ LB}$; $P_{ce}=29275.43 \text{ LB}$.

Dimensionamiento y Selección de Columnas

❖ PARA COLUMNAS ARMADAS (COMPUESTAS POR DOS CANALES).

❖ TABLA A.1. COLUMNAS ARMADAS. H PIES, Pcc EN LIBRAS.

CANAL VERTICAL	CANAL HORIZONTAL	H=12	H=14	H=16	H=18	H=20	H=22	H=24
C 3 # 4.1	C 4 # 5.4	27939	23333,4	20.023,40	18004,8	0	0	0
C 4 # 5.4	C 4 # 5.4	30096,9	24899,3	21.621,80	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 5 # 6.7	44318,9	37934,1	32.497,40	27995,6	24958,7	22945,6	0
C 5 # 6.7	C 5 # 6.7	47516,2	39925,8	34.187,30	29676,8	26678,3	0	0
C 5 # 6.7	C 6 # 8.2	61617,6	55616,2	49.095,90	42613,3	37576,8	33484,5	30531,9
C 5 # 6.7	C 7 # 9.8	72397	66897,7	60.956,90	54566,2	47849,3	43021,3	38567,3
C 6 # 8.2	C 5 # 6.7	51105,4	42705,5	36.373,70	31781,6	28802,7	0	0
C 6 # 8.2	C 6 # 8.2	66282,7	59242	51.574,10	45004,9	39355	35278,6	32396,5
C 6 # 8.2	C 7 # 9.8	79870,3	74088,2	67.847,60	61142,5	53954	48551,7	43380,5
C 6 # 8.2	C 8 # 11.5	92521,7	87451,8	82.004,20	76183,9	69988,4	63407,5	56857,9
C 6 # 8.2	C 9 # 13.4	100502,2	94823,2	88.718,40	82192,6	75241,7	67852,2	61112
C 6 # 8.2	C 10 # 15.3	109162,4	102797,2	95.951,80	88630,2	80826	72522,3	65596,6
C 7 # 9.8	C 6 # 8.2	72661,1	64942,8	56.536,90	49335,5	43141,8	38673,1	35513,6
C 7 # 9.8	C 7 # 9.8	85591	78959,7	71.793,20	64080,1	56310,4	50423	45256,4
C 7 # 9.8	C 8 # 11.5	99103,7	93415,7	87.299,90	80760,5	73792,6	66382	59916,6
C 7 # 9.8	C 9 # 13.4	112275,4	107316,4	102.002,80	96343,8	90343,2	83999,7	77306,2
C 7 # 9.8	C 10 # 15.3	122166,2	116838,9	111.131,60	105054,2	98611,2	91801,6	84618,4
C 8 # 11.5	C 6 # 8.2	76302,1	66885	57.015,50	49666	43783,9	39704,1	0
C 8 # 11.5	C 7 # 9.8	91712,4	84078,7	75.816,40	66906,2	59189,7	52473,6	47311,5
C 8 # 11.5	C 8 # 11.5	106133,6	99689,8	92.755,70	85333,5	77414,8	68978,9	62703,4
C 8 # 11.5	C 9 # 13.4	119702	114094	108.080,7	101671,4	94868,7	87669	80061,4
C 8 # 11.5	C 12 # 20.7	160420,7	154529,5	148.230,70	141537,3	134457,7	126995,9	119150,9
C 9 # 13.4	C 7 # 9.8	97980,2	89277,5	79.844,20	69651,1	61894,9	54761,7	49592,7
C 9 # 13.4	C 8 # 11.5	113209,1	105919	98.066,80	89652,2	80661,2	71663,9	64895,4
C 9 # 13.4	C 9 # 13.4	127345,4	121043	114.280,60	107067	99403,5	91283,3	82690,8
C 9 # 13.4	C 10 # 15.3	141557	135990,9	130.035,10	123701,1	116995,9	109921,4	102474,7
C 9 # 13.4	C 12 # 20.7	173736	168583,9	163.088,70	157262,7	151115,3	144653,1	137879,8

C 10 # 15.3	C 8 # 11.5	120752	112481,6	103.564,30	93995,5	83753,9	74957,4	67202,1
C 10 # 15.3	C 9 # 13.4	135720,3	128659,7	121.078,60	112985,7	104380,1	95251	85577
C 10 # 15.3	C 10 # 15.3	150268,1	144033,5	137.358,10	130254,3	122728,6	114781,5	106407,4
C 10 # 15.3	C12# 20.7	184862,4	179650,6	174.095,00	168208	161999,5	155476,5	148643,5
C 10 # 15.3	C 15 # 33.9	252998,2	245865,6	238.262,50	230205,9	221709,2	212782,2	203430,9
C 12 # 20.7	C 9 # 13.4	157389,1	148063,4	138.031,70	127299	115854,8	103672,3	93963,4
C 12 # 20.7	C 10 # 15.3	173541	165465	156.806,10	147577,6	137784	127420,1	116471
C 12 # 20.7	C 12 # 20.7	210127,4	203591,5	196.616,60	189218,1	181407,6	173192,7	164577,1
C 12 # 20.7	C 15 # 33.9	289099,6	283321,8	277.189,30	270714,6	263908,9	256781,4	249340,1
C 15 # 33.9	C 10 # 15.3	228668,5	215335,1	200.995,70	185658,7	169311,1	151916,7	137409,4
C 15 # 33.9	C 12 # 20.7	270975,3	260683,2	249.674,60	237972	225589	212531	198794,4
C 15 # 33.9	C 15 # 33.9	355392,7	347246,8	338.585,40	329427,1	319787,9	309680,7	299115,5
C 15 # 33,9	C 18 # 42.7	411493	404667	397.440,90	389828	381840,7	373489,7	364784,4
C 18 # 42.7	C 12 # 20.7	311125,1	298216,5	284.395,20	269686,8	254105	237650,8	220312,3
C 18 # 42.7	C 15 # 33.9	399069,2	389213,1	378.723,40	367623,3	355931,9	343664,4	330832
C 18 # 42.7	C 18 # 42.7	456722,9	448578,3	439.947,20	430846,4	421290,9	411293,8	400866,5

❖ Nota: El valor de 0 corresponde a relaciones de esbeltez $L/r > 180$.

❖ **TABLA A.1. COLUMNAS ARMADAS. H PIES, Pcc EN LIBRAS.**

CANAL VERTICAL	CANAL HORIZONTAL	H=26	H=28	H=16	H=30	H=32	H=34	H=36
C 3 # 4.1	C 4 # 5.4	0	0	0	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 4 # 5.4	0	0	0	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 6 # 8.2	28447,3	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 7 # 9.8	35223,6	32732,1	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0,0	0	0
C 6 # 8.2	C 7 # 9.8	39492,3	36561,9	34395,1	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 8 # 11.5	51980,1	47281,3	43586,9	40686,8	38.436,30	0	0
C 6 # 8.2	C 9 # 13.4	55523,2	50587,6	46721,8	43705,7	41.388,80	0	0
C 6 # 8.2	C 10 # 15.3	59321,4	54144	50107	46979,8	44.606,70	0	0

C 7 # 9.8	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 7 # 9.8	41389,8	38523,9	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 8 # 11.5	54299,6	49515,9	45777,3	42870,4	40.650,30	0	0
C 7 # 9.8	C 9 # 13.4	70250,1	64564,1	59254,8	54618,9	50.868,80	47840,4	45415,9
C 7 # 9.8	C 10 # 15.3	77048,6	70658,3	64979,9	59858,6	55.709,70	52352,3	49655,3
C 8 # 11.5	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11.5	C 7 # 9.8	43498,4	40738,9	0	0	0	0	0
C 8 # 11.5	C 8 # 11.5	56520,9	51710,5	47984,3	45129,3	0	0	0
C 8 # 11.5	C 9 # 13.4	72196,6	66826,9	61034,9	56433,5	52.740,20	49792,7	47476,4
C 8 # 11.5	C 10 # 15.3	91256	83896,2	76967,2	71768,4	66.225,30	61726,4	58014,6
C 8 # 11.5	C 12 # 20.7	110916,9	102282,7	93421,4	87471,6	80.782,00	75212,8	70605,7
C 9 # 13.4	C 7 # 9.8	45832,8	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13.4	C 8 # 11.5	58659,7	53864,4	50193,4	47436,8	0	0	0
C 9 # 13.4	C 9 # 13,4	75234,7	68757,7	63024,2	58453,1	54817,6	51957,8	0
C 9 # 13.4	C 10 # 15.3	94647,3	86425,2	79986,7	73819,2	68.340,80	63846,3	60161,5
C 9 # 13.4	C 12 # 20.7	130796,2	123400	115685,9	107645,1	99.265,60	93705,1	87450,6
C 10 # 15.3	C 8 # 11.5	60966,1	56215,9	52637,2	0	0	0	0
C 10 # 15.3	C 9 # 13.4	78440,9	71265,4	65499,8	60934,2	57.341,30	54563,4	0
C 10 # 15.3	C 10 # 15.3	97594	88708,6	82526,7	75795,6	70.356,80	65923,1	62321,9
C 10 # 15.3	C 12 # 20.7	141502,4	134052	126288,6	118205,2	109.791,80	102449,6	96593,1
C 10 # 15.3	C 15 # 33.9	193657,9	183461,7	172837	161774,4	150.260,20	140212,1	132197,1
C 12 # 20.7	C 9 # 13.4	84832,3	77499,6	71796,1	67396	64.080,30	0	0
C 12 # 20.7	C 10 # 15.3	104911,1	97237,8	88823,9	82098,2	76.694,30	72375,3	68972,9
C 12 # 20.7	C 12 # 20.7	155560,4	146138,3	136301,7	126037	117.262,00	110005,9	102336,6
C 12 # 20.7	C 15 # 33.9	241591	233538,8	225186,2	216534,5	207.583,10	198329,6	188769,9
C 15 # 33.9	C 10 # 15.3	124264,4	113419,1	104962,5	98411,9	93.440,90	0	0
C 15 # 33.9	C 12 # 20.7	184366,5	169225,1	155591	144529,9	133.589,70	124583,9	117164,3
C 15 # 33.9	C 15 # 33.9	288099,6	276637,1	264729,1	252373,6	239.565,50	226296,2	212553,8
C 15 # 33.9	C 18 # 42.7	355732,9	346342	336616,9	326561,5	316.178,30	305468,4	294431,3
C 18 # 42.7	C 12 # 20.7	202064,3	183667,3	170867,8	156931,1	145.670,20	136490,1	129034
C 18 # 42.7	C 15 # 33.9	317441,7	303496,7	288995,5	273932,8	258.298,20	242077,1	225249,6
C 18 # 42.7	C 18 # 42.7	390018,2	378756,5	367087,1	355013,7	342.537,90	329659,7	316376,6

❖ Nota: El valor de 0 corresponde a relaciones de esbeltez $L/r > 180$.

❖ **TABLA A.1. COLUMNAS ARMADAS. H PIES, Pcc EN LIBRAS.**

CANAL VERTICAL	CANAL HORIZONTAL	H=40	H=42	H=44	H=46	H=48	H=50	H=52
C 3 # 4.1	C 4 # 5.4	0	0	0	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 4 # 5.4	0	0	0	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 9 # 13.4	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 10 # 15.3	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0,00	0	0
C 7 # 9.8	C 9 # 13.4	43511,2	0	0	0	0,00	0	0
C 7 # 9.8	C 10 # 15.3	47525,4	0	0	0	0,0	0	0
C 8 # 11.5	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11.5	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11.5	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11.5	C 9 # 13.4	0	0	0	0	0,00	0	0
C 8 # 11.5	C 10 # 15.3	54961	52470,1	50472,3	0	0,00	0	0
C 8 # 11.5	C 12 # 20.7	66801	63679,7	61154,2	0	0,00	0	0
C 9 # 13.4	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13.4	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13.4	C 9 # 13.4	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13.4	C 10 # 15.3	57158,3	54743	0	0	0,00	0	0
C 9 # 13.4	C 12 # 20.7	81874,7	77153,6	73154,9	69776,3	66.938,90	64582,3	0

C 10 # 15.3	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 10 # 15.3	C 9 # 13.4	0	0	0	0	0,00	0	0
C 10 # 15.3	C 10 # 15.3	59428,1	0	0	0	0,00	0	0
C 10 # 15.3	C 12 # 20.7	90192,5	84806,3	80219,9	76316,4	73.004,60	70213,7	67889,3
C 10 # 15.3	C 15 # 33.9	123437,7	116066,4	109789,7	104447,6	99.915,30	96095,9	92915
C 12 # 20.7	C 9 # 13.4	0	0	0	0	0,00	0	0
C 12 # 20.7	C 10 # 15.3	0	0	0	0	0,00	0	0
C 12 # 20.7	C 12 # 20.7	96008,5	90675	86186,3	82427,2	79.310,00	0	0
C 12 # 20.7	C 15 # 33.9	178897,9	168705,6	158182,7	151517,9	144.096,70	136289,7	129626,9
C 15 # 33.9	C 10 # 15.3	0	0	0	0	0,00	0	0
C 15 # 33.9	C 12 # 20.7	111073,4	106120,6	0	0	0,00	0	0
C 15 # 33.9	C 15 # 33.9	198322,5	188729,8	178315	168177,8	159.379,70	151734,3	145092
C 15 # 33.9	C 18 # 42.7	283065,1	271366,4	259330	246949,3	234.215,90	221390,3	213130,3
C 18 # 42.7	C 12 # 20.7	123042,3	0	0	0	0,00	0	0
C 18 # 42.7	C 15 # 33.9	213559,7	201198,9	189292,6	179030,9	170.176,00	162539,4	155971
C 18 # 42.7	C 18 # 42.7	302684,4	288576,6	274044,4	259076,7	245.234,80	235345	224047,8

❖ Nota: El valor de 0 corresponde a relaciones de esbeltez $L/r > 180$.

❖ **TABLA A.1. COLUMNAS ARMADAS. H PIES, P_{cc} EN LIBRAS.**

CANAL VERTICAL	CANAL HORIZONTAL	H=54	H=56	H=58	H=46	H=60	H=64	H=66
C 3# 4.1	C 4# 5.4	0	0	0	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 4 # 5.4	0	0	0	0	0	0	0
C 4 # 5.4	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 5 # 6.7	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 5 # 6.7	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 5 # 6,7	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 9 # 13,4	0	0	0	0	0	0	0
C 6 # 8.2	C 10 # 15,3	0	0	0	0	0	0	0

C 7 # 9.8	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 9 # 13,4	0	0	0	0	0	0	0
C 7 # 9.8	C 10 # 15.3	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11,5	C 6 # 8.2	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11,5	C 7 # 9.8	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11,5	C 8 # 11,5	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11,5	C 9 # 13,4	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11,5	C 10 # 15,3	0	0	0	0	0	0	0
C 8 # 11,5	C 12 # 20,7	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13,4	C 7 # 9,8	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13,4	C 8 # 11,5	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13,4	C 9 # 13,4	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13,4	C 10 # 15,3	0	0	0	0	0	0	0
C 9 # 13,4	C 12 # 20,7	0	0	0	0	0	0	0
C 10 # 15,3	C 8 # 11.5	0	0	0	0	0	0	0
C 10 # 15,3	C 9 # 13.4	0	0	0	0	0	0	0
C 10 # 15,3	C 10 # 15,3	0	0	0	0	0	0	0
C 10 # 15,3	C 12 # 20,7,	0	0	0	0	0	0	0
C 10 # 15,3	C 15 # 33,9	0	0	0	0	0	0	0
C 12 # 20,7	C 9 # 13,4	0	0	0	0	0	0	0
C 12 # 20,7	C 10 # 15,3	0	0	0	0	0	0	0
C 12 # 20,7	C 12 # 20,7	0	0	0	0	0	0	0
C 12 # 20,7	C 15 # 33,9	123766,1	118609,7	114077,5	110104	106635,9	103629,8	101051,2
C 15 # 33,9	C 10 # 15,3	0	0	0	0	0	0	0
C 15 # 33,9	C 12 # 20,7	0	0	0	0	0	0	0
C 15 # 33,9	C 15 # 33,9	139332,4	134359,2	130095,4	126480,3	0	0	0
C 15 # 33,9	C 18 # 42,7	204050,8	194133,2	185459,9	177714,8	170794,4	164611,7	159093,9
C 18 # 42,7	C 12 # 20,7	0	0	0	0	0	0	0
C 18 # 42,7	C 15 # 33,9	150351,9	145588,5	0	0	0	0	0
C 18 # 42,7	C 18 # 42,7	213096,8	203382,4	194755	187090,7	180286,4	174256,5	168929,7

❖ Nota: El valor de 0 corresponde a relaciones de esbeltez $L/r > 180$.

En la Tabla A1 se presenta los valores de Carga máxima que pueden soportar las columnas armadas, después de haber realizado la combinación de varios canales, entre los cuales se escogió los de menor peso, cada combinación presenta la carga máxima a soportar el pandeo como esbeltez queda a criterio del diseñador seleccionar la combinación el proceso de cálculo fue el siguiente:

Por ejemplo se escogerá la combinación:

- Canal Vertical: C 7 X 9.8. Área manual AISC $A = 2.87 \text{ in}^2$. ✓
- Horizontal C 9 X 13.4. Área manual AISC $A = 3.94 \text{ in}^2$. ✓
- Área Total $A_t = 2.87 + 3.94 = 6.81 \text{ in}^2$. ✓
- Peso por unidad de longitud de la sección $P_c = 9.8 + 13.4 = 23.2 \text{ lb/pie}$ ✓
- Manual AISC. Página.1-82 $r_{x-x} = 2.4 \text{ pulg.}$ ✓
- Conocidos los valores y conocida la longitud (L_{cc} , se considera la altura nominal del tanque para este caso $L_{cc} = 24 \text{ pies}$ y se le transforma a pulgadas multiplicando por 12), se está en capacidad de diseñar la columna. Se considera, para efectos de diseño, que la columna está simplemente apoyada ($K=1$), por lo que la longitud efectiva.

$$L_e = \frac{K * L_{cc}}{r_m} = \frac{24 * 12}{2.4} = 120 \rightarrow L_e \leq 120 \checkmark$$

- El valor de L_{cc} es igual a 120 por lo tanto para el gradiente de esfuerzo C_{ma} .

$$C_{ma} = \left(1 - \frac{L_e^2}{34.700}\right) * \left(\frac{33.000}{F.S.}\right) \rightarrow C_{ma} = \left(1 - \frac{120^2}{34.700}\right) * \left(\frac{33.000}{1.92}\right) = 10054.94 \quad \text{PSI}$$

- Antes de calcular el gradiente de esfuerzo debe calcularse su factor de seguridad.

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{L_e}{350} - \frac{\left(\frac{L_e}{20}\right)^3}{18.300.00} \rightarrow F.S. = \frac{5}{3} + \frac{120}{350} - \frac{\left(\frac{120}{20}\right)^3}{18.300.000} = 1.92$$

- Se determina la carga máxima que soporta la columna central P_{ccm} .

$$P_{ccm} = (C_{ma} * A_t) - (L_{cc} * P_c) \rightarrow P_{ccm} = (10054.94 * 6.81) - (24 * 23.2) = 67917.31 \text{ lb} \checkmark$$

Por lo tanto: Una Combinación Canal Vertical: C 7 X 9.8 - Canal Horizontal C 9 X 13.4, podrá soportar para una altura máxima de H= 24 pies una carga de 67917.31 lb.

- Si se compara el valor anterior $P_{ccm}=67917.31 \text{ lb}$, con el valor de la Carga en la columna Central (más crítico) $P_{cc}= 36410.55\text{lb}$, se aprecia que el primer valor es mayor (casi el doble), por lo cual el diseño de columna, para este problema es seguro.

Selección de Bases para Columnas

La columna seleccionada fue la de tipo armada, debe conocerse el valor de carga máxima central se $P_{\text{Columna Central}}=36410.55\text{lb}$, por lo tanto para el valor de esta carga máxima el perfil recomendado para la base de columna es un canal **C10 X15**✓ el mismo que tendrá un ancho y largo de 30 pulgadas. Los ángulos serán los que se acoplen a la forma de la pata del perfil, se recomienda utilizar ángulos L 5*5*7/8✓

Diseño y Selección de Cartelas (unión estructura-pared).

Para la cartela, se considera únicamente las propiedades de las correas exteriores, de la cuales se cálculo:

- CORREAS EXTERIORES, Canal C9X13.4, Número de correas 65, Carga en la cartela $=R_{22}$ o $P_{car}=2409.21\text{lb}$.
- Excentricidad, donde se realizará la perforación de la cartela se obtiene restando el ancho de la cartela de $150\text{mm} - 30 \text{ mm} = 120\text{mm}$, por lo tanto **$e_{car}= 120\text{mm}$ o 4.7 pulgadas**✓
- Valores de d_{car} y ϕ para correas Tipo Canal, se selecciona para un canal C9X13.4, se obtiene que el ancho de cartela o Longitud de soldadura es igual a $d_{car} = 10.3$ pulgadas y una perforación de 3/8 de pulgada.

- De este modo, el esfuerzo cortante uniforme por pulgada de longitud debida a la carga aplicada.

$$f_1 = \frac{P_{car}}{2 * d_{car}} \rightarrow f_1 = \frac{2409.21}{2 * 10.3} = 116.95 \text{ lb/pulg} \checkmark$$

- El cortante máximo por pulgada de longitud debido al momento calculado con la siguiente fórmula:

$$f_m = \frac{3 * P_{car} * e_{car}}{d_{car}^2} \rightarrow f_m = \frac{3 * 2409.21 * 4.7}{10.3^2} = 320.2 \text{ lb/pulg} \checkmark$$

- Se calcula el esfuerzo resultante con la siguiente ecuación

$$f_R = \sqrt{(f_1)^2 + (f_m)^2} \rightarrow f_R = \sqrt{(116.95)^2 + (320.2)^2} = 340.88 \text{ lb/pulg} = 0.34088 \text{ Kips/pulg.}$$

✓

- El valor real del tamaño de la soldadura (separación de junta) será $D_R = D/16$ $D_R = 0.43/16 = 0.027$ pulgadas o 0.692 mm. ✓
- El tamaño mínimo o tamaño de soldadura del electrodo a utilizarse será 1/8 pulgadas=3.2 mm. ✓
- De la siguiente tabla escoger los datos del Espesor mínimo t en pulgadas de material, para balancear la carga de tensión y cortante inducida por soldaduras de filete de penetración normal, para un acero A-36 y con el dato anterior de 1/8 pulgadas se busca la Columna que contiene este dato y se escoge el de mayor valor que es 0,25 0 1/4 de pulgada, espesor de cartela ✓

TIPO DE ELECTRODO		GRADO 60, $F_v=18\text{KSI}$									
M A T E R I A L U N I O N	Tamaño Soldadura (in.)	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	1
	Tensión: $F_t = 20.0$	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.80	0.96	1.27
	Cortante: $F_v = 13.0$	0.25	0.37	0.49	0.61	0.74	0.86	0.98	1.23	1.47	1.96
	Tensión: $F_t = 22.0$	0.15	0.22	0.29	0.36	0.43	0.51	0.58	0.72	0.87	1.16
	Cortante: $F_v = 14.5$	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88	1.10	1.32	1.76
	Tensión: $F_t = 25.2$	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.63	0.76	1.01
	Cortante: $F_v = 17.0$	0.19	0.28	0.38	0.47	0.56	0.66	0.75	0.94	1.12	1.50
	Tensión: $F_t = 27.0$	0.12	0.18	0.24	0.30	0.35	0.41	0.47	0.59	0.71	0.94
	Cortante: $F_v = 18.0$	0.18	0.27	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.88	1.06	1.42
	Tensión: $F_t = 30.0$	0.11	0.16	0.21	0.27	0.32	0.37	0.43	0.53	0.64	0.85
	Cortante: $F_v = 20.0$	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.8	0.96	1.27

Tabla A.2. Espesor mínimo t en pulgadas de material, para balancear la carga de tensión y cortante inducida por soldaduras de filete de penetración normal⁶²

Por lo tanto: La cartela adecuada para este tanque tendrá un espesor de 1/4 de pulgada y se soldará con un electrodo E60XX, y tendrá un tamaño de soldadura de 1/8 de pulgada.

Diseño del Disco Central.

El diseño del disco central, se necesita los datos calculados de correas interiores, estas descansan sobre el disco.

- CORREAS INTERIORES: Canal C8X11.5
- Número de correas: 33
- Carga en la columna Central $P_{\text{Columna Central}} = 36410.55 \text{ LB} = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">16550.25 \text{ KG.}$
- Columna Central: Canal Vertical: C 7 X 9.8 - Canal Horizontal C 9 X 13.4,

⁶² AISC, Structural Steel Detailing, Anexo 6, Pág 6-A5.

- Utilizando la Tabla A.3 escoger el valor del ancho del patín de correas Tipo canal C, se obtiene que para un canal C8X11.5 (correa exterior) que $b_f = 2.26$ pulgadas = 5.74 cm.

.ANCHO PATIN C.		
Tipo Correa Interior	b_f [pulg]	b_f [cm]
C 3 # 4.1	1,41	3,5814
C 4 # 5.4	1,584	4,02336
C 5 # 6.7	1,75	4,445
C 6 # 8.2	1,92	4,8768
C 7 # 9.8	2,09	5,386
C 8 # 11.5	2,26	5,7404
C 9 # 13.4	2,433	6,17982
C 10 # 15.3	2,6	6,604
C 12 # 20.7	2,942	7,47268

Tabla A.3 Valor del ancho del patín de correas Tipo Canal C.

Fuente: Los autores de la tesis

- Utilizando la Tabla A.4 Valor del ancho del patín de correas Tipo canal C, se obtiene

Determinación del radio exterior de la placa R_d .

- El radio del disco se lo determina:

$$R_d = \frac{N * (b_f + 1,2)}{2\pi} + 13 \rightarrow R_d = \frac{33 * (5.74 + 1,2)}{2\pi} + 13 = 36.45 \text{ cm} = 14.36 \text{ pulgadas} \checkmark$$

$$D_d = 2 * R_d = 2 * 14.36 = 28.72 \text{ pulgadas.} \checkmark$$

Determinación del radio interior de la placa r_d .

- Determinación del radio interior (r_d) del disco, para columnas armadas., se escoge para una combinación de columna Canal Vertical: C 7 X 9.8 - Canal Horizontal C 9 X 13.4, el radio interior de la placa $r_d = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">14.91 cm}$ = 5.87 pulgadas. \checkmark

CANAL VERTICAL	CANAL HORIZONTAL	RADIO INTERIOR	
		[cm]	[pulg]
C 3 # 4.1	C 4 # 5.4	6.63	2,61
C 4 # 5.4	C 4 # 5.4	8.20	3,23
C 4 # 5.4	C 5 # 6.7	8.59	3,38
C 5 # 6.7	C 5 # 6.7	10.13	3,99
C 5 # 6.7	C 6 # 8.2	10.57	4,16
C 5 # 6.7	C 7 # 9.8	10.95	4,31

C 6 # 8.2	C 5 # 6.7	11.61	4,57
C 6 # 8.2	C 6 # 8.2	12.10	4,76
C 6 # 8.2	C 7 # 9.8	12.52	4,93
C 6 # 8.2	C 8 # 11.5	12.93	5,09
C 6 # 8.2	C 9 # 13.4	13.31	5,24
C 6 # 8.2	C 10 # 15.3	13.64	5,37
C 7 # 9.8	C 6 # 8.2	13.54	5,33
C 7 # 9.8	C 7 # 9.8	14.02	5,52
C 7 # 9.8	C 8 # 11.5	14.50	5,71
C 7 # 9,8	C 9 # 13.4	14.91	5,87
C 7 # 9,8	C 10 # 15.3	15.32	6,03
C 8 # 11.5	C 6 # 8.2	14.94	5,88
C 8 # 11.5	C 7 # 9.8	15.47	6,09
C 8 # 11.5	C 8 # 11.5	15.98	6,29
C 8 # 11.5	C 9 # 13.4	16.43	6,47
C 8 # 11.5	C 10 # 15.3	16.89	6,65
C 8 # 11.5	C 12 # 20.7	17.83	7,02
C 9 # 13.4	C 7 # 9.8	16.87	6,64
C 9 # 13.4	C 8 # 11.5	17.40	6,85
C 9 # 13.4	C 9 # 13.4	17.93	7,06
C 9 # 13.4	C 10 # 15.3	18.42	7,25
C 9 # 13.4	C 12 # 20.7	19.46	7,66
C 10 # 15.3	C 8 # 11.5	18.80	7,4
C 10 # 15.3	C 9 # 13.4	19.33	7,61
C 10 # 15.3	C 10 # 15.3	19.87	7,82
C 10 # 15.3	C 12# 20.7	21.01	8,27
C 10 # 15.3	C 15 # 33.9	22.83	8,99
C 12 # 20.7	C 9 # 13.4	21.82	8,59
C 12 # 20.7	C 10 # 15.3	22.43	8,83
C 12 # 20.7	C 12 # 20.7	23.75	9,35
C 12 # 20.7	C 15 # 33.9	25.96	10,22
C 15 # 33.9	C 10 # 15.3	25.48	10,03
C 15 # 33.9	C 12 # 20.7	26.92	10,6
C 15 # 33.9	C 15 # 33.9	29.57	11,64
C 15 # 33,9	C 18 # 42.7	30.94	12,18

C 18 # 42.7	C 12 # 20.7	30.89	12,16
C 18 # 42.7	C 15 # 33.9	33.86	13,33
C 18 # 42.7	C 18 # 42.7	35.43	13,95

Tabla A.4 DETERMINACIÓN DEL RADIO INTERIOR (r_d) DEL DISCO PARA COLUMNAS ARMADAS.

Fuente: Los autores de la Tesis

Determinación del espesor de la placa h

- El valor del radio exterior de la placa se obtuvo $R_d=36.45$ cm, por lo tanto se acopla a la primera condición de diseño para el disco $R_d < 381$ mm = 38.1cm, por lo tanto el espesor del disco se calcula con la ecuación: 2.95.

$$h = \sqrt{1.5 * \frac{K * P_{cc} * R_d^2}{\sigma_{perm} * A_c}}$$

- Antes de calcular el espesor del disco se encuentra el factor K, y se calcula la relación $R_d/r_d=36.45/14.91= 2.44$, con este valor se busca el inmediato superior, para este ejemplo es $R_d/r_d=3.0$ y por lo tanto le corresponde un valor de $K=2.15$ ✓

R_d/r_d	1.25	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
K	0.135	0.4	1.04	2.15	2.99	3.69

Tabla A.5 Cálculo de relación R_d/r_d , para $R_d < 381$ mm

Fuente: Los autores de la Tesis

- Debe también calcularse el área de la corona circular del disco, indispensable para el cálculo.

$$A_c = \pi * (R_d^2 - r_d^2) = \pi * (36.45^2 - 14.91^2) = 3475.53 \text{ cm}^2 \checkmark$$

- Utilizando un acero A-36, para la placa del disco se calcula el esfuerzo permisible.

$$F_y = 36 \text{ KSI} = 36 \text{ Klb/in}^2 \rightarrow \sigma_{perm} = 0.6 * 36 = 21.6 \text{ Klb/in}^2 \rightarrow \sigma_{perm} = 1521.82 \text{ Kg/cm}^2$$

- Finalmente se calcula el espesor h.

$$h = \sqrt{1.5 * \frac{2.15 * 16550 * 36.45^2}{1521.82 * 3475.53}} = 3.66 \text{ cm} = \boxed{1.44 \text{ pulgadas}} \checkmark$$

Por lo tanto: El diámetro del disco es $D_d = 28.72$ pulgadas y tendrá un espesor $h = 1.44$ pulgadas, fabricado con un acero A-36.

Anillo o viga de rigidez.

Ángulos recomendados con respecto al diámetro para tanques con techo cónico soportado, recordar que todo el diseño está establecido en base a la norma API 650 y Manual AISC, lo que garantiza, el uso de ángulos especificados en la Tabla a continuación.

DIÁMETRO DEL TANQUE (PIES)	ÁNGULO RECOMENDADO (IN)	COLUMNA CENTRAL (IN)²
$D \leq 35$	$2 \times 2 \times 3/16$	0.751
$35 < D \leq 60$	$2 \times 2 \times 1/4$	0.938
$D > 60$	$3 \times 3 \times 3/8$	2.11

Tabla A.6 Ángulos
Fuente: API 650.

El tanque tiene un diámetro de 160 pies, por lo tanto el ángulo recomendado para viga de rigidez es $3 \times 3 \times 3/8$

ANEXO 2
NOMENCLATURA

NOMENCLATURA.

BOQUILLA.- Orificio practicado en un tanque para la entrada y/o salida de un fluido o la instalación de un instrumento de medición, generalmente son bridas o roscadas.

BRIDA.- Accesorio para acoplamiento de tuberías, que facilita el armado y desarmado de las mismas.

CARGA HIDROSTÁTICA.- La presión ejercida por un líquido en reposo.

CARGA MUERTA.- La fuerza debida al peso propio de los elementos a considerar.

CARGA VIVA.- La fuerza ejercida por cuerpos externos, tales como: nieve, lluvia, viento, personas y/o objetos en tránsito, etc.

CÓDIGO.- Conjunto de mandatos dictados por una autoridad competente.

CORROSIÓN.- Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.

EFICIENCIA DE JUNTAS SOLDADAS.- Valor numérico dado por el Código o Estándar correspondiente (Grado de Confiabilidad).

ESTÁNDAR.- Sugerencias para la fabricación y diseño, originadas por la experiencia.

NORMA.- Conjunto de reglas para el dimensionamiento y cálculo de accesorios.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA.- Es la producida por el peso del aire y su valor depende de la altura del sitio indicado sobre el nivel del mar.

PRESIÓN DE DISEÑO.- Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.

PRESIÓN DE OPERACIÓN.- Presión manométrica a la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.

PRESIÓN DE PRUEBA.- Valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.

RECIPIENTE.- Depósito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica Diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.

TANQUE.- Depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión internas relativamente bajas.

1. DISEÑO DEL CUERPO TANQUE

A. Espesores Método Punto Fijo- Punto Variable.

- **CA** Corrosión admisible, en in., especificada por el comprador
- **D** Diámetro nominal del tanque, en ft,
- **E** Factor de eficiencia de la junta soldada.
- **G** Gravedad específica de diseño del líquido a ser almacenado.
- **H_{máx}** Nivel de líquido de diseño, en ft.
- **h₁** Altura del anillo, en in,
- **L** $(6 D t)^{0.5}$, en in. Factor de comprobación. punto variable
- **R** Radio nominal del tanque, en in.
- **S_d** Esfuerzo admisible para la condición de diseño, en psi.
- **S_t** Esfuerzo admisible para la condición de prueba hidrostática, en psi.
- **t_d** Espesor de cuerpo en prueba diseño en in,
- **t_t** Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en in,
- **t** Espesor del anillo del fondo, calculado por el método de punto fijo en in.
- **t₁** Espesor de la plancha que conforma el primer anillo ya calculado, en in.
- **t₂** Espesor de la plancha que conforma el segundo anillo, en in.
- **t_{2a}** Espesor de plancha que conforma anillos superiores en interacciones, en in.

B. Diseño por sismo, placa anular y ángulo de rigidez.

- **A** Distancia desde el filo del anillo hasta el eje neutral del ángulo.
- **A_c** Área considerada del Cuerpo
- **A_t** Área considerada del Techo
- **A_{tc}** Área de compresión techo-cuerpo.
- **Ar** Área de compresión real

- **A** Área de la sección transversal mínima de la unión cuerpo-Ángulo –techo (in²).
- **Aa** Área de compresión del ángulo
- **B** Distancia desde el filo del anillo hasta el tope de la lámina del techo.
- **C₁** Coeficiente sísmico para fuerzas laterales
- **C₂** Coeficiente sísmico para fuerzas laterales
- **D** Diámetro nominal del tanque. (ft.)
- **D** Diámetro del anclaje (ft).
- **Fb_y** Resistencia mínima a la fluencia especificada, (lbf/pulg²),
- **H_{tc}** Altura transformada del cuerpo.
- **Ht** Altura total del cuerpo, en ft.
- **H1** Altura entre la viga tope del tanque y la viga intermedia (ft)
- **I** Factor de importancia
- **M** Momento de carga de viento
- **M** Momento de volteo ejercida por la presión del viento, en (ft-lbf),
- **M** Momento de volteo aplicado al fondo del cuerpo del tanque en ft-lbf.
- **N** Número de anclajes
- **P** Presión interna de diseño (in).
- **P_{máx}** Máxima presión de diseño (in).
- **R_c** Radio interior del tanque
- **R₂**. Distancia perpendicular al techo hasta el eje neutral.
- **S** Coeficiente del sitio.
- **t_b** Diseño de la carga de tensión para cada anclaje (lbf),
- **tb** Espesor de la placa anular, en in
- **tb** Espesor de la placa abajo del cuerpo en in.
- **t_h** Espesor de las placas del techo
- **t_s** Espesor del último anillo + placa de refuerzo
- **t_h** Espesor nominal de las placas del techo.(in)

- **t** Espesor del último anillo en el tope del tanque
- **t_{uniform}** Espesor del anillo del tope, en in.
- **t_{actual}** Espesor del anillo cuyo ancho transpuesto, en in.
- **W_b** Ancho radial, en pulgadas,
- **W_c** Máximo longitud considerada del cuerpo.
- **W_h** Máximo longitud considerada del techo
- **W** Peso total del cuerpo del tanque y cualquier armazón soportado por el cuerpo y techo, no se incluye el peso de las láminas del techo. (Lbf)
- **W_{tr}** Ancho transpuesto de cada anillo, en in.
- **W** Ancho actual de cada anillo, en in.
- **W** Peso del cuerpo disponible para resistir el levantamiento, sin considerar la corrosión, más el peso muerto soportado por el cuerpo, menos el levantamiento simultáneo, proveniente de las condiciones de operación como la presión interna en el techo, en lbf.
- **W** Peso del cuerpo del tanque mas el techo y la estructura
- **W_s** Peso total del cuerpo, en lbf,
- **W_r** Peso total del techo fijo más una porción de carga por nieve
- **W₁** Peso de la masa efectiva, contenido del tanque que se mueve al unísono con la carcasa,
- **W_t** Peso total del contenido del tanque
- **w_L** Peso máximo del contenido del tanque que pueden ser usado para resistir el momento de volteo, en lbf./ft, (distribuido en la circunferencia del cuerpo).
- **X_s** Altura desde el fondo del tanque hasta su centro de gravedad, en ft.
- **Z** Módulo de la sección mínima (in³)
- **Z** Factor de zona sísmica
- **θ** Pendiente del techo. (Placa última techo-horizontal del último

anillo).

2. DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTANTE

C. Esfuerzos Permisibles.

- **A** Área total del alma, en in.
- **A_e** Área efectiva
- **A_f** Área del cordón comprimido, en in.
- **C_{m/α}** Factor de amplificación
- **C_{ma}** Compresión permisible básica, (PSI)
- **E** Módulo de elasticidad
- **F** Esfuerzo básico de diseño permisible, (KSI)
- **FS** Factor de seguridad
- **F_a** Esfuerzo axial permisible, (KSI)
- **F_b** Esfuerzo permisible de flexión, (KSI)
- **F_e** Mínimo esfuerzo elástico para pandeo por flexión
- **F_y** Esfuerzo de fluencia del acero, (KSI)
- **I_b** Momento de inercia de la sección transversal completa
- **K** Factor de longitud efectiva
- **K_b** Factor de longitud efectiva
- **L** Largo sin apoyo lateral de la columna, en in.
- **L** Longitud sin soportes del miembro
- **L_b** Longitud real sin apoyos
- **M** Momento calculado
- **M** Menor momento en el plano de flexión
- **M₁** Mayor momento en el plano de flexión
- **M₂** Momento permisible
- **M_a** Menor momento nominal del esfuerzo de fluencia
- **P** Carga axial calculada
- **P_a** Carga axial permisible

- P_{cf} Carga crítica de pandeo elástico
- P_n Carga nominal
- R' Radio exterior de la sección tubular, en in.
- S_e Módulo seccional elástico de la sección efectiva
- V Cortante lateral, (lb)
- D Altura de la sección, en in.
- f_b Esfuerzo axial calculado, (KSI)
- f Esfuerzo de flexión calculado (KSI)
- h Distancia libre entre los patines del alma, en in.
- L Longitud sin apoyo del cordón comprimido, en in.
- R Radio de giro
- T Espesor de la sección tubular, en in.
- T Espesor del alma, en in.
- x,y Ejes de flexión sobre los que se calcula el esfuerzo

D. Correas y Vigas.

- C_m Carga muerta, (Lb/pie²), (Kg/m²)
- C_t Carga triangular, (Lb), (Kg)
- C_{tot} Carga total actuante sobre las correas, (PSI), (Kg/m²)
- C_u Carga uniforme, (Lb), (Kg)
- C_v Carga viva, (Lb/pie²), (Kg/m²)
- C_{vg} Carga distribuida sobre la viga, (Lb), (Kg)
- D Diámetro nominal del tanque, (pies), (mm)
- D_c Diámetro circunscrito de las correas o polígono exterior, (pies), (mm)
- D_i Diámetro inscrito de las correas o polígono interior, (pies), (mm)
- E Módulo de elasticidad, (PSI), (Kg/mm²)
- $F_{m\acute{a}x}$ Esfuerzo máximo admisible, (PSI), (Kg/cm²)
- I Momento de inercia, (pulg⁴), (mm⁴)
- L_{vg} Longitud de la viga, (pies), (m)

- $M_{m\acute{a}x}$ Momento máximo, (Lb-pulg), (Kg-mm)
- N Número de correas seleccionadas
- N_{min} Número mínimo de correas
- N_p Número de lados del polígono
- P_{cc} Carga aplicada sobre la columna central, (Lb), (Kg)
- P_{cr} Peso por unidad de longitud real de la correa, (Lb/pie), (Kg/m)
- P_e Peso por unidad de longitud, (Lb/pie), (Kg/m)
- P_n Peso neto, (Lb), (Kg)
- P_{vg} Peso por unidad de longitud de la viga, (Lb/pie), (Kg/m)
- R_1, R_2 Reacciones en los puntos de apoyo de la correa, (Lb), (Kg)
- R_{31}, R_{32} Reacciones en los apoyos de la viga, (Lb), (Kg)
- R_c Radio del circulo circunscrito del polígono, (pies), (mm)
- S Módulo de la sección, (pulg')
- S_c Superficie considerada, (pie²), (m²)
- S_u Superficie uniforme, (pies²), (m²)
- S_v Superficie variable, (pies²), (m²)
- E Espesor del techo, (in), (mm)
- l_c Espacio máximo entre correas interiores
- n_1 Número de correas intermedias seleccionadas
- $\blacktriangle y$ Deflexión, (in), (mm)
- $\blacktriangle y_{max}$ Desplazamiento máximo permitido, (in), (mm)

E. Columnas Lminadas en Caliente.

- F_c Esfuerzo de compresión que soporta la columna, (PSI)
- K Factor de apoyo de las columnas
- L_{cc} Longitud de la columna, (pies), (m)
- L_e Longitud efectiva
- P_{ccm} Carga máxima que soporta la columna, (Lb), (Kg)
- r_m Menor radio de giro, (in), (mm)

F. Bases Lminadas en Caliente

- L_{c1}, L_{c2} Longitud lateral sin soporte del patín de compresión, (in)
- b_f Ancho del patín del perfil, (in), (mm)
- d Altura del alma del canal o perfil I, (in), (mm)
- t_f Espesor del patín del perfil, (in)
- t_w Espesor del alma del canal o perfil, (in)

G. Cartelas.

- D Tamaño de la soldadura por 1/16, (in)
- F_t Esfuerzo de tensión de la soldadura, (KSI)
- F_v Esfuerzo cortante permisible de la soldadura, (KSI)
- I Momento de inercia
- M_{car} Momento debido a la carga excéntrica
- P_{car} Carga en cartela, (lb), (Kg)
- C Distancia al centro de gravedad
- d_{car} Longitud de la soldadura, (in), (mm)
- e_{car} Brazo de excentricidad, (in), (mm)
- f_1 Esfuerzo cortante, (Kips/pulg lineal)
- f_m Esfuerzo máximo cortante, (Kips/pulg lineal)
- f_r Esfuerzo resultante, (Kips/pulg lineal)
- ϕ Diámetro mínimo del agujero de montaje, (in), (mm)

H. Disco Central.

- A_c Área calculada, (cm²)
- K, K' Constante determinada en base a la relación R_d/r_d
- R_d Radio exterior de la placa, (cm)
- B_f Ancho del patín a utilizarse, (cm)
- H Espesor del disco, (cm)
- r_d Radio interior de la placa, (cm)
- $\sigma_{m\acute{a}x.}$ Esfuerzo máximo, (Kg/cm)
- σ_{perm} Esfuerzo permisible, (Kg/cm)

ANEXO 3
ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN BASE DE DATOS
DICCIONARIO DE DATOS

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN BASE DE DATOS

Para diseño de la base de datos, que se acoplará al sistema informático para el diseño de tanques atmosféricos de techo cónico según la norma api estándar 650, tomamos en cuenta varios parámetros generales y básicos, de diseño de TA (Tanque Atmosféricos).

Entre los parámetros básicos y generales más importantes podemos destacar al Diámetro, altura del tanque, capacidad, tipo de fluido, Número de anillos del tanque entre otros, esta información fue adquirida de la norma API-650 y de las entrevistas de campo que se realizaron al Ingeniero Mecánico Luis Bustamante, asesor para el presente proyecto de titulación.

Para la elaboración de la base de datos, se utilizará como herramienta de desarrollo SQL Server 2005, herramienta robusta que cumple con las expectativas de diseño, y que presenta una interfaz amigable para el desarrollo de la base de datos del sistema informático.

El nombre que se ha seleccionado para nuestra base de datos es ATM que significa ATMOSFÉRICO, el mismo nombre crea una elación directa con el proyecto.

A continuación se presenta cada una de las tablas que contiene la base de datos ATM⁶³.

➤ Diccionario de datos

▪ Base de Datos: ATM

Descripción del contenido de la tabla “**USUARIOS**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla Usuarios, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
NomUsuario	Contiene los nombres completos del usuario.
Password	Contiene la clave de acceso al sistema.
Vkey	Valor utilizado para guardar información

⁶³ ATM: ATMOSFÉRICO

	del proceso de encriptación.
NombreUser	Contiene el nombre de usuario, en el sistema informático.
Localizacion	Contiene la localización geográfica
FechaRegistro	Contiene la fecha en que se realizo el registro del usuario.
Empresa	Contiene el nombre de la empresa u organización que está construyendo el tanque atmosférico.
iv	Se utiliza en proceso de encriptación y des encriptación.
idUser	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.

Tabla 3.1 Campos y Descripción de la Tabla Usuarios.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla Usuarios.

Usuarios			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
<input type="checkbox"/>	NomUsuario	varchar(100)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Password	nvarchar(MAX)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vkey	varchar(100)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	NombreUser	varchar(100)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Localizacion	varchar(100)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	FechaRegistro	varchar(100)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Empresa	varchar(100)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	iv	nvarchar(MAX)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	IdUser	int	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>

Figura 3.1 Contenido de la tabla Usuarios.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: IdUser, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

- Descripción del contenido de la tabla “**NOMPROYECTO**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla Proyecto, con su correspondiente descripción:

Campo	Descripción
idProy	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
NomProy	Contiene el nombre del proyecto.
IdUser	Contiene el valor de la clave foránea
ubiProy	Contiene la información acerca de la ubicación geográfica del tanque atmosférico.
Notas	Contiene los detalles del tanque atmosférico.

Tabla 3.2 Campos y Descripción de la Tabla Proyecto.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar el contenido de la tabla Proyecto.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
idProy	int	<input type="checkbox"/>
NomProy	varchar(MAX)	<input type="checkbox"/>
IdUser	int	<input type="checkbox"/>
ubiProy	varchar(MAX)	<input type="checkbox"/>
notas	nvarchar(MAX)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.2 Contenido de la tabla Proyecto.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: idProy, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: IdUser, lista de campos de la clave foránea, correspondientes a la tabla Usuarios.

- Descripción del contenido de la tabla “**NOMTANQUE**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla Tanque, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Idproy	Contiene la clave foránea
nomTan	Contiene el nombre del tanque atmosférico.
Idtan	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.

Tabla 3.3 Campos y Descripción de la Tabla Tanque.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla Proyecto.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
idproy	int	<input type="checkbox"/>
nomTan	nvarchar(MAX)	<input type="checkbox"/>
 idtan	int	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.3 Contenido de la tabla Proyecto.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: idtan, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: idproy, lista de campos de la clave foránea, correspondientes a la tabla Proyecto.

Descripción del contenido de la tabla “**SeleccionGeneral**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla SeleccionGeneral, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
nomProy	Contiene nombre del proyecto
nomTan	Contiene nombre del tanque
Soportado	Especifica si es columna soportada.
Fluido	Contiene el fluido a almacenarse.
Capacidad	Contiene la capacidad de fluido del tanque atmosférico.
Altura	Contiene la altura del tanque
Anillos	Contiene el número de anillos, con los que está conformado el tanque.
Diámetro	Contiene el diámetro de la placa o lámina de acero.
anchoPlaca	Contiene el ancho de la placa o lámina de acero.
alturaPlaca	Contiene la altura de la placa o lámina de acero.

Tabla 3.4 Campos y Descripción de la Tabla SeleccionGeneral.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla SeleccionGeneral, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

SeleccionGeneral		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
idProy	int	✓
idtan	int	✓
soportado	varchar(MAX)	✓
fluido	varchar(MAX)	✓
capacidad	varchar(MAX)	✓
altura	varchar(MAX)	✓
anillos	varchar(2)	✓
diametro	varchar(MAX)	✓
anchoPlaca	varchar(5)	✓
alturaPlaca	varchar(5)	✓
		✓

Figura 3.4 Contenido de la tabla SeleccionGeneral.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: idtan, lista de campos de la clave primaria, identificador de tanque.

Clave foránea: idproy, clase foránea, identificador del proyecto

Descripción del contenido de la tabla “**ÁNGULOS**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla Ángulos, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Código	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirve para relacionar las tablas.
Ángulo	Contiene la descripción de los ángulos

Tabla 3.5 Campos y Descripción de la Tabla Ángulos.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla Ángulos, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

angulos		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
 codigo	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
angulo	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.5 Contenido de la tabla Ángulos.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: código, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**ÁnguloTope**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla ÁnguloTope, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
TipoPerfil	Contiene el tipo de perfil utilizado para el diseño de tanques atmosféricos.
areaSeccion	Contiene el área o sección utilizado para el diseño de tanques atmosféricos.
pesoEspecifico	Contiene el peso específico utilizado para el diseño de tanques atmosféricos.

Tabla 3.6 Campos y Descripción de la Tabla ÁnguloTope.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla Ángulo Tope, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

ÁnguloTope			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	TipoPerfil	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	areaSeccion	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	pesoEspecifico	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.6 Contenido de la tabla ÁnguloTope.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**agujerocartelasc**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla agujerocartelasc, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
TIPODECORREA	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas y asemejar el tipo de correa.
AGUJEROMONTAJE	Contiene la información para el agujero de montaje usado en el diseño de tanques atmosféricos.

Tabla 3.7 Campos y Descripción de la Tabla agujerocartelasc.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla agujerocartelasc, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

agujerocartelasc		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
TIPODECORREA	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
AGUJEROMONTAJE	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.7 Contenido de la tabla agujerocartelasc.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: TIPODECORREA, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**agujerocartelasi**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla agujerocartelasi, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
TIPODECORREA	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas y asemejar el tipo de correa.
AGUJEROMONTAJE	Contiene información para el agujero de montaje usado en el diseño de tanques atmosféricos.

Tabla 3.8 Campos y Descripción de la Tabla agujerocartelasi.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla agujerocartelasi, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

agujerocartelasi		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
TIPODECORREAS	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
AGUJEROMONTAJE	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.8 Contenido de la tabla agujerocartelasi.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: TIPODECORREA, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “bfc”

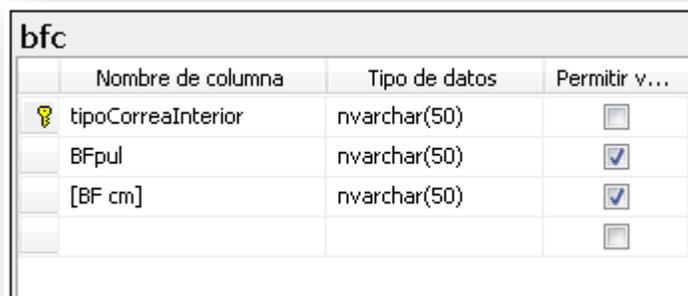
En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla bfc, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
tipoCorreaInterior	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas. Además del tipo de correa interior
BFpul	Contiene información acerca del patín del perfil.(pulgadas)
[BF cm]	Contiene información acerca del patín del perfil.(centímetros)

Tabla 3.9 Campos y Descripción de la Tabla bfc.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla bfc, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.



Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
tipoCorreaInterior	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
BFpul	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[BF cm]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.9 Contenido de la tabla bfc.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: tipoCorreaInterior, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “bfi”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla bfi, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
TipoCorreaExterior	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas. Además del tipo de correa interior
[BF pul]	Contiene información acerca del patín del perfil.(pulgadas)
[BF cm]	Contiene información acerca del patín del perfil.(centímetros)

Tabla 3.10 Campos y Descripción de la Tabla bfi.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar el contenido de la tabla bfi, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
TipoCorreaExterior	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[BF pul]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[BF cm]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.10 Contenido de la tabla bfi.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: TipoCorreaExterior, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**cartelasi**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla cartelasi, con su correspondiente descripción.

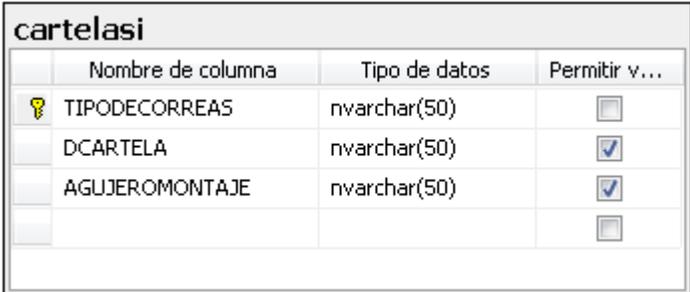
Campo	Descripción
-------	-------------

TIPODECORREAS	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirve para relacionar las tablas. Además del tipo de correa.
DCARTELA	Contiene información del diámetro de la cartela.
AGUJEROMONTAJE	Contiene información del agujero de montaje usado en el diseño de tanques atmosféricos.

Tabla 3.11 Campos y Descripción de la Tabla cartelas.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla cartelas, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.



	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
🔑	TIPODECORREAS	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
	DCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	AGUJEROMONTAJE	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.11 Contenido de la tabla cartelas.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: TIPODECORREAS, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**Cartelasc**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla Cartelasc, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las

	tablas.
TIPODECORREA	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirve para relacionar las tablas. Además del tipo de correa.
DCARTELA	Contiene información del diámetro de la cartela.
AGUJEROMONTAJE	Contiene información del agujero de montaje usado en el diseño de tanques atmosféricos.

Tabla 3.12 Campos y Descripción de la Tabla Cartelasc.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla Cartelasc, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	TIPODECORREA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	AGUJEROMONTAJE	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.12 Contenido de la tabla Cartelasc.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**cartelascanalc**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla cartelascanalc, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
agujeroMontaje	Contiene información para el agujero de montaje usado en el diseño de tanques atmosféricos.
Diámetro	Contiene la información del diámetro
Correatipocanal	Contiene la información de la correa
Dcar	Contiene la información Dcar
Cargacartela	Contiene la información de la carga que soporta la cartela.
f1	Contiene la información acerca del esfuerzo cortante.
Fm	Contiene la información acerca del esfuerzo máximo.
Fr	Contiene la información acerca del esfuerzo resultante.
D	Contiene información acerca del diámetro no minal del tanque.
Tamsoldadura	Contiene información acerca del tamaño de la soldadura.
Espesorcartela	Contiene información acerca del espesor de la cartela.
Idcanalc	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.

Tabla 3.13 Campos y Descripción de la Tabla cartelascanalc.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla cartelascanalc, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

cartelascanalc *		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
agujeroMontaje	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
diámetro	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
correatipocanal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
Dcar	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
cargacartela	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
f1	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
fm	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
fr	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
D	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
tamsoldadura	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
espesorcartela	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
 idcanalc	int	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.13 Contenido de la tabla cartelascanalc.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: idcanalc, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**catelascanali**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla catelascanali, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
agujeroMontaje	Contiene información para el agujero de montaje usado en el diseño de tanques atmosféricos.
Diámetro	Contiene la información del diámetro
Correatipocanal	Contiene la información de la correa
Dcar	Contiene la información Dcar
Cargacartela	Contiene la información de la carga que soporta la cartela.
f1	Contiene la información acerca del esfuerzo cortante.

Fm	Contiene la información acerca del esfuerzo máximo.
Fr	Contiene la información acerca del esfuerzo resultante.
D	Contiene información acerca del diámetro nominal del tanque.
Tamsoldadura	Contiene información acerca del tamaño de la soldadura.
Espesorcartela	Contiene información acerca del espesor de la cartela.
Idcanalc	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.

Tabla 3.14 Campos y Descripción de la Tabla catelascanali.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla catelascanali, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

catelascanali *			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	agujeroMontaje	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	diametro	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	correatipocanal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dcar	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	cargacartela	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	f1	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	fm	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	fr	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	D	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	tamañosoldadura	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	espesorcartela	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	 idcanali	int	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.14 Contenido de la tabla catelascanali.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: idcanali, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**ca1224**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla ca1224, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
canalvertical	Contiene la clave de acceso al sistema. (columna soportante)
canalhorizontal	Valor utilizado para guardar información del proceso de encriptación. (columna soportante)
h12	Contiene el fluido a almacenarse.
h14	Contiene la capacidad de fluido del tanque atmosférico.
h16	Contiene la altura del tanque
h18	Contiene el número de anillos, con los que está conformado el tanque.
h20	Contiene el diámetro de la placa o lámina de acero.
h22	Contiene el ancho de la placa o lámina de acero.
h24	Contiene la altura de la placa o lámina de acero.

Tabla 3.15 Campos y Descripción de la Tabla ca1224.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla ca1224, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

ca1224			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	canalvertical	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	canalhorizontal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h12	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h14	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h16	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h18	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h20	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h22	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h24	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.15 Contenido de la tabla ca1224.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**ca2638**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla ca2638, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
Canalvertical	Contiene datos acerca del canal vertical. (columna soportante)
Canalhorizontal	Contiene datos acerca del canal horizontal. (columna soportante)
h26	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h28	Contiene información acerca de la altura del anillo.

h30	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h32	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h34	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h36	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h38	Contiene información acerca de la altura del anillo.

Tabla 3.16 Campos y Descripción de la Tabla ca2638.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla ca2638, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	canalvertical	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	canalhorizontal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h26	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h28	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h30	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h32	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h34	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
	h36	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h38	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.16 Contenido de la tabla ca2638.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “ca4052”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla ca4052, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
canalvertical	Contiene datos acerca del canal vertical. (columna soportante)
canalhorizontal	Contiene datos acerca del canal horizontal. (columna soportante)
h40	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h42	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h44	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h46	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h48	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h50	Contiene información acerca de la altura del anillo.
h52	Contiene información acerca de la altura del anillo.

Tabla 3.17 Campos y Descripción de la Tabla ca4052.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla ca4052, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

ca4052			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	canalvertical	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	canalhorizontal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h40	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h42	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h44	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h46	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h48	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h50	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h52	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.17 Contenido de la tabla ca4052.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**ca5466**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla ca5466, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
canalvertical	Contiene datos acerca del canal vertical (columna soportante)
canalhorizontal	Contiene datos acerca del canal horizontal. (columna soportante)
H54	Contiene información acerca de la altura del anillo.

H56	Contiene información acerca de la altura del anillo.
H58	Contiene información acerca de la altura del anillo.
H60	Contiene información acerca de la altura del anillo.
H62	Contiene información acerca de la altura del anillo.
H64	Contiene información acerca de la altura del anillo.
H62	Contiene información acerca de la altura del anillo.

Tabla 3.18 Campos y Descripción de la Tabla ca5466.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla ca5466, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

ca5466			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	canalvertical	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	canalhorizontal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h54	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h56	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h58	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h60	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h62	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h64	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h66	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.18 Contenido de la tabla ca5466.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**codcircular**”

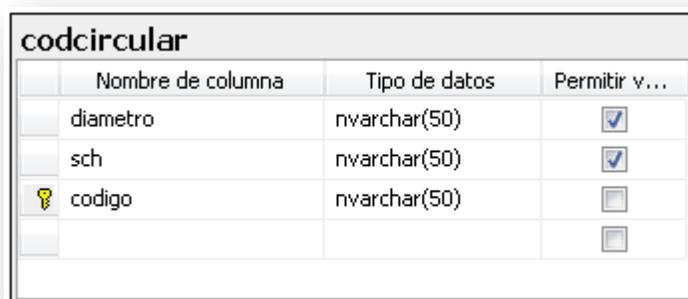
En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla codcircular, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Diámetro	Contiene información del diámetro.
Sch	Contiene información de la columna central.
Código	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, y código de acuerdo a la norma API.

Tabla 3.19 Campos y Descripción de la Tabla codcircular.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla codcircular, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.



Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
diámetro	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
sch	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
 codigo	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.19 Contenido de la tabla codcircular.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: código, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**codmat**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla codmat, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
-------	-------------

Tipo	Contiene el tipo de material para construcción de techos cónicos.
Código	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, y código de acuerdo a la norma API.

Tabla 3.20 Campos y Descripción de la Tabla codmat.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar el contenido de la tabla codmat, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

codmat		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
tipo	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
codigo	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.20 Contenido de la tabla codmat.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: código, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**diamEspTubManhole**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla diamEspTubManhole, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Código	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, y código de acuerdo a la norma API.
Diámetro	Contiene información del diámetro para espesor tubería MANHOLE.
Espesor	Contiene información del espesor.

Tabla 3.21 Campos y Descripción de la Tabla diamEspTubManhole.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla diamEspTubManhole, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

diamEspTubManhole			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	codigo	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
	diametro	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	espesor	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.21 Contenido de la tabla diamEspTubManhole.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: código, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DatosParaBridasDeManholeT35Graf34A**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DatosParaBridasDeManholeT35Graf34A, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Cod	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
DMH	Contiene el diámetro MANHOLE
Dd	Contiene información del diámetro
Dc	Contiene información acerca del Diámetro circunscrito de las correas o polígono exterior, (pies), (mm)
Nh	Contiene información de número de agujeros.
Dh	Contiene información de diámetro de agujeros.
Db	Contiene información de diámetro de

	pernos.
ID	Contiene información del identificador.
OD	Contiene información de Diámetro exterior de la brida.
E	Contiene información de Espesor del techo, (in), (mm).
C	Contiene información de diámetro de ejes.

Tabla 3.22 Campos y Descripción de la Tabla DatosParaBridasDeManholeT35Graf34A.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DatosParaBridasDeManholeT35Graf34A, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
cod	int	<input type="checkbox"/>
DMH	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Db	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
Dc	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
Nh	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Dh	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
dbs	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
ID	int	<input checked="" type="checkbox"/>
OD	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
e	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
C	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.22 Contenido de la tabla DatosParaBridasDeManholeT35Graf34A.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: cod, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DimensionesAccesoriosDeLimpieza**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla. DimensionesAccesoriosDeLimpieza, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Cod	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
hxb	Contiene información de alto por ancho.
w	Contiene información de Peso del cuerpo del tanque mas el techo y la estructura.
r1	Contiene información de reacciones en los puntos de apoyo de la correa, (Lb), (Kg)
r2	Contiene información de reacciones en los puntos de apoyo de la correa, (Lb), (Kg)
e	Contiene información de Espesor del techo, (in), (mm).
f3	Contiene información de ancho base brida.
f2	Contiene información de ancho base brida.
g	Contiene información de gravedad
Nh	Contiene información de número de agujeros.
Dh	Contiene información de diámetro de agujeros.
L	Contiene información del Factor de comprobación. punto variable
h	Contiene información de la altura.
b	Contiene información de accesorios de limpieza.

Tabla 3.23 Campos y Descripción de la Tabla DimensionesAccesoriosDeLimpieza.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionesAccesoriosDeLimpieza, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

DimensionesAccesoriosDeLimpieza			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	cod	int	<input type="checkbox"/>
	hxb	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	w	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	r1	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	r2	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	e	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	f3	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	f2	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	g	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nh	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dh	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	L	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	h	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	b	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.23 Contenido de la tabla DimensionesAccesoriosDeLimpieza.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: cod, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DimensionesBoquillasTechoT314**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DimensionesBoquillasTechoT314, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
NPS	Contiene información de diámetro

	boquilla.
Dp	Contiene información de abertura.
Hr	Contiene información de mínima altura de Boquilla de techo
Dr	Contiene información de placa de refuerzo
De	Contiene información de Diámetro exterior del tubo

Tabla 3.24 Campos y Descripción de la Tabla DimensionesBoquillasTechoT314.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionesBoquillasTechoT314, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	NPS	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dp	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Hr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	De	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 4.1 Contenido de la tabla DimensionesBoquillasTechoT314.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción de la Tabla “**DimensionesBoquillasRoscaasTechosT315**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DimensionesBoquillasRoscaasTechosT315, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave

	de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
NPS	Contiene información de diámetro boquilla.
DP	Contiene información de diámetro abertura.
DR	Contiene información de diámetro placa refuerzo.

Tabla 3.25 Campos y Descripción de la Tabla DimensionesBoquillasRoscaDasTechosT315.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionesBoquillasRoscaDasTechosT315, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	NPS	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DP	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DR	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.25 Contenido de la tabla DimensionesBoquillasRoscaDasTechosT315.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DimensionesBoquillasT36**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DimensionesBoquillasT36, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las

	tablas.
NPS	Contiene información de diámetro boquilla.
Dp	Contiene información de diámetro de abertura.
tn	Contiene información de espesor nominal del tubo de la boquilla
DR	Contiene información de diámetro placa de refuerzo.
[L=Do]	Contiene información de lado o diámetro del refuerzo de la boquilla
W	Contiene información de Peso del cuerpo del tanque más el techo y la estructura.
J	Contiene información de diseño.
HN	Contiene información de número de agujeros.
C	Contiene información de ejes.

Tabla 3.26 Campos y Descripción de la Tabla DimensionesBoquillasT36.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionesBoquillasT36, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

DimensionesBoquillasT36			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	NPS	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dp	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	tn	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DR	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[L=Do]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	W	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	J	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	HN	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	C	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.26 Contenido de la tabla DimensionesBoquillasT36.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**dimensionesBridasBoquillasT38**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla dimensionesBridasBoquillasT38, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
NPS	Contiene información de diámetro boquilla.
Q	Contiene información de espesor brida.

A	Contiene información de distancia desde el filo del anillo hasta el eje neutral del ángulo.
D	Contiene información de diámetro nominal.
C	Contiene información de ejes.
Nh	Contiene información de número de agujeros.
Dh	Contiene información de diámetro de agujeros.
db	Contiene información de diámetro de pernos.
B	Contiene información de Bidas y Boquillas.

Tabla 3.27 Campos y Descripción de la Tabla dimensionesBridasBoquillasT38.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla dimensionesBridasBoquillasT38, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

dimensionesBridasBoquillasT38			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	NPS	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Q	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	A	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	D	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	C	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nh	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dh	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	dbS	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	B	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.27 Contenido de la tabla dimensionesBridasBoquillasT38.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DimensionesManholeTechosT313**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DimensionesManholeTechosT313, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
cod	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
DMHT	Contiene información de DIÁMETRO MAHOLE TECHO
ID	Contiene información del identificador
DC	Contiene información de Diámetro circunscrito de las correas o polígono exterior, (pies), (mm)
DB	Contiene información de diámetro de ejes
Nh	Contiene información de número de agujeros.
Diemp	Contiene información del diámetro interior del agujero al ser el corte en el tanque

Deemp	Contiene información del diámetro exterior del agujero al ser el corte en el tanque
Dp	Contiene información de abertura
Dr	Contiene información de placa refuerzo

Tabla 3.28 Campos y Descripción de la Tabla DimensionesManholeTechosT313.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionesManholeTechosT313, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

DimensionesManholeTechosT313			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	cod	int	<input type="checkbox"/>
	DMHT	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	ID	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	DC	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	DB	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nh	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Diemp	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Deemp	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dp	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dr	int	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.28 Contenido de la tabla DimensionesManholeTechosT313.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: cod, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DimensionSumidero**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DimensionSumidero, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
-------	-------------

Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
NPS	Contiene información de diámetro boquillas
[DIAM SUMIDERO]	Contiene información de diámetro sumidero.
[PROF SUMIDERO]	Contiene información de sumidero.
[DISTANCIA AL CUARPO]	Contiene información de distancia al Cuerpo.
[ESP PLANCHAS SUMID]	Contiene información de espesor placas sumidero.
[MIN ESP TUB INTERNA]	Contiene información de espesor tubería interna.
[MIN ESP CUELLO BOQUILLA]	Contiene información de espesor cuello boquilla.

Tabla 3.29 Campos y Descripción de la Tabla DimensionSumidero.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionSumidero, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
🔑	id	int	<input type="checkbox"/>
	NPS	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[DIAM SUMIDERO]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PROF SUMIDERO]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[DISTANCIA AL CUAR...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ESP PLANCHAS SUMID]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MIN ESP TUB INTERNA]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MIN ESP CUELLO BO...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.29 Contenido de la tabla DimensionSumidero.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**DimensionesTanqueDesagueT316**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla DimensionesTanqueDesagueT316, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
NPS	Contiene información de diámetro boquilla.
A	Contiene dimensiones de la tubería
B	Contiene dimensiones de la tubería
C	Contiene información de ejes
T	Contiene información de Espesor del último anillo en el tope del tanque.
MINESPTUBINTER	Contiene información de mínimo espesor tubería interna.
MINESPBOQUILLA	Contiene información de mínimo espesor boquilla.

Tabla 3.30 Campos y Descripción de la Tabla DimensionesTanqueDesagueT316.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla DimensionesTanqueDesagueT316, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
🔑	id	int	<input type="checkbox"/>
	NPS	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	A	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	B	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	C	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	t	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	MINESPTUBINTER	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	MINESPBOQUILLA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.31 Contenido de la tabla DimensionesTanqueDesagueT316.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**dimEspesoresSoldaduraT37**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla dimEspesoresSoldaduraT37, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirve para relacionar las tablas.
T	contiene información de espesor del refuerzo de la boquilla
B	contiene información de espesor de la soldadura
A1	Contiene información de espesor del

	filete de la soldadura-boquilla regular, boquilla soldada.
A2	Contiene información de espesor del filete de la soldadura-boquilla roscada.

Tabla 3.32 Campos y Descripción de la Tabla dimEspesoresSoldaduraT37.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla dimEspesoresSoldaduraT37, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	T	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	B	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	A1	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	A2	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 4.32 Contenido de la tabla dimEspesoresSoldaduraT37.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**EspesorCuelloManholeT34**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla EspesorCuelloManholeT34, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
T	Contiene información de espesor de refuerzo de MANHOLE
DMH	Contiene información de Diámetro del

	MANHOLE
tn	Contiene información de Espesor nominal de las placas del techo.(in)

Tabla 3.33 Campos y Descripción de la Tabla EspesorCuelloManholeT34.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla EspesorCuelloManholeT34, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	T	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DMH	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	tn	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.33 Contenido de la tabla EspesorCuelloManholeT34.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla **“EspesorTapaBridaManholeT33”**

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla EspesorTapaBridaManholeT33, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
cod	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirve para relacionar las tablas.
H	Contiene información de altura.
P	Contiene información de Presión interna de diseño (in).

DMH	Contiene información de diámetro de la tapa de la brida del Manhole
Tc	Contiene información de espesor de la tapa MANHOLE
Tf	Contiene información de Espesor de la brida.

Tabla 3.34 Campos y Descripción de la Tabla EspesorTapaBridaManholeT33.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla EspesorTapaBridaManholeT33, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	cod	int	<input type="checkbox"/>
	H	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	P	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DMH	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	tc	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	tf	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.35 Contenido de la tabla EspesorTapaBridaManholeT33.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: cod, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla:

“EspesoresMinimosBridaTapaPlacaFondoT310”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla EspesoresMinimosBridaTapaPlacaFondoT310, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirva para relacionar las tablas.
H	Contiene información de altura
P	Contiene información de Presión interna de diseño (in).
tc	Contiene información de espesor de la brida y tapa
tb	Contiene información de espesor de la placa
Hxb	Contiene información de alto por ancho.

Tabla 3.36 Campos y Descripción de la Tabla EspesoresMinimosBridaTapaPlacaFondoT310.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla EspesoresMinimosBridaTapaPlacaFondoT310, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

EspesoresMinimosBridaTapaPlacaFondoT310			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	id	int	<input type="checkbox"/>
	H	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	P	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	tc	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	tb	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	hxb	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.36 Contenido de la tabla EspesoresMinimosBridaTapaPlacaFondoT310.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**espPlanchaAcero**”

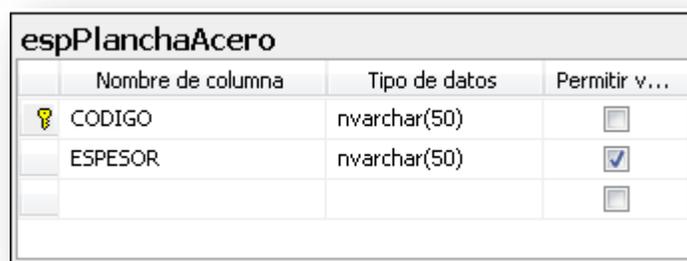
En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla espPlanchaAcero, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
CODIGO	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
ESPESOR	Contiene información del espesor de la lámina de acero.

Tabla 3.37 Campos y Descripción de la Tabla espPlanchaAcero.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla espPlanchaAcero, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.



espPlanchaAcero			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	CODIGO	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
	ESPESOR	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.37 Contenido de la tabla espPlanchaAcero.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: CODIGO, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**EstandarizacionBases**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla EstandarizacionBases, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.

PERFILDELABASE	Contiene información de perfil de la base.
CARGAMAXIMA	Contiene información acerca de la carga máxima, soportada.

Tabla 4.1 Campos y Descripción de la Tabla EstandarizacionBases.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla EstandarizacionBases, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

EstandarizacionBases			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	PERFILDELABASE	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGAMAXIMA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.38 Contenido de la tabla EstandarizacionBases.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**Tabla72**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla “Tabla72”, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
ID	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
diámetro	Contiene información de diámetro nominal del tanque.
capacidad	Contiene información de capacidad del tanque atmosférico.
altura	Contiene información de altura del tanque.

anillos	Contiene información del número de anillos.
Anchoplaca	Contiene información de ancho de la placa.

Tabla 3.39 Campos y Descripción de la Tabla “Tabla72”.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla “Tabla72”, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
ID	int	<input type="checkbox"/>
diámetro	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
capacidad	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
altura	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
anillos	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
anchoPlaca	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 3.39 Contenido de la tabla “Tabla72”.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: ID, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**Tabla96**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla “Tabla96”, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
ID	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
Diámetro	Contiene información de diámetro nominal del tanque.
Capacidad	Contiene información de capacidad del tanque atmosférico.
Altura	Contiene información de altura del tanque.

Anillos	Contiene información de número de anillos.
Anchoplaca	Contiene información de ancho de la placa.

Tabla 3.40 Campos y Descripción de la Tabla Tabla96.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla “Tabla96”, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
ID	int	<input type="checkbox"/>
diametro	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
capacidad	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
altura	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
anillos	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
anchoPlaca	nvarchar(255)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.40 Contenido de la tabla “Tabla96”.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: ID, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**resistenciadeelectrodo**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla resistenciadeelectrodo, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
Resisteciadeelectrodo	Contiene información correspondiente a la resistencia del electrodo.

Fv	Contiene información de Esfuerzo cortante permisible de la soldadura, (KSI)
Fr	Contiene información de la fuerza resultante

Tabla 3.41 Campos y Descripción de la Tabla resistenciadeelectrodo.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla resistenciadeelectrodo, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	resistenciadeelectrodo	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	fv	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	fr	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 4.41 Contenido de la tabla.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: , lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**radiocolumnaarmada**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla radiocolumnaarmada, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
canalvertical	Contiene información del canal vertical.
canalhorizontal	Contiene información de canal horizontal.

Radiointerior	Contiene información del radio interior.
----------------------	--

Tabla 3.42 Campos y Descripción de la Tabla .

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla radiocolumnaarmada, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	canalvertical	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	canalhorizontal	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	radiointerior	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.42 Contenido de la tabla radiocolumnaarmada.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: , lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**RdMen381**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla RdMen381, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Rdrd	Contiene la relación que existe entre el radio externo y el radio interno del disco central de la columna central para Rd<381
K	Factor de diseño de la relación Rdrd anteriormente mencionada

Tabla 3.43 Campos y Descripción de la Tabla RdMen381.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla RdMen381, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

RdMen381		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
Rdrd	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
k	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.43 Contenido de la tabla RdMen381.

Fuente: Autores de la Tesis.

Descripción del contenido de la tabla “**RdMay381**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla RdMay381, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Rdrd	Contiene la relación que existe entre el radio externo y el radio interno del disco central de a columna central para Rd>381
K	Factor de diseño de la relación Rdrd anteriormente mencionada

Tabla 3.44 Campos y Descripción de la Tabla RdMay381.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla RdMay381, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

RdMay381		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
Rdrd	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
kp	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.44 Contenido de la tabla RdMay381.

Fuente: Autores de la Tesis.

Descripción del contenido de la tabla “I11”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I11, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Diámetro	Contiene información acerca del diámetro.
[tipo de correas cant]	Contiene información de cantidad de correas
[tipo de correas tipo]	Contiene información de tipo de correas.
[long total correas]	Contiene información de long. Total correas.
[peso total correas]	Contiene información del peso Total correas.
[carga columna]	Contiene información de la carga columna.
[carga en cartela]	Contiene información de la carga en cartela.
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.

Tabla 3.45 Campos y Descripción de la Tabla I11.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I11, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I11 *		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
diametro	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[tipo de correas cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[tipo de correas tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[long total correas]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[peso total correas]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga en cartela]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
 id	int	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.45 Contenido de la tabla I11.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: ID, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “I12”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I12, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
DIÁMETRO	Contiene información de diámetro.
CORREASCANTIDAD	Contiene información de cantidad de correas.
CORREASTIPO	Contiene información de tipo de correas.
PESOTOTALCORREAS	Contiene información de peso total de correas.
CARGACOLUMNACENTRAL	Contiene información de carga columna central.
CARGAENCARTELA	Contiene información de carga en cartela.

Tabla 3.46 Campos y Descripción de la Tabla I12.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I12, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I12		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
Id	int	<input type="checkbox"/>
DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
CORREASCANTIDAD	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
CORREASTIPO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
PESOTOTALCORREAS	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
CARGACOLUMNACEN...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
CARGAENCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.46 Contenido de la tabla I12.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**I13A**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I13A, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
DIÁMETRO	Contiene información de diámetro
[radio ri1]	Contiene información de radio
[radio rc1]	Contiene información de radio
[radio ri2]	Contiene información de radio
[radio rc2]	Contiene información de radio
[correas interiores cant]	Contiene información de cantidad correas interiores

[correas interiores tipo]	Contiene información de tipo correas interiores
[correas intermedias cant]	Contiene información de cantidad de correas intermedias
[correas intermedias tipo]	Contiene información de tipo correas intermedias
[correas exteriores cant]	Contiene información de cantidad correas exteriores
[correas exteriores tipo]	Contiene información de tipo correas exteriores
[vigas interiores cant]	Contiene información de cantidad vigas interiores
[vigas interiores tipo]	Contiene información de tipo vigas interiores
[vigas exteriores cant]	Contiene información de cantidad vigas exteriores
[vigas exteriores tipo]	Contiene información de tipo vigas exteriores
[peso de la estructura]	Contiene información del peso de la estructura
[carga columna central]	Contiene información de la carga columna central
[carga columna interior]	Contiene información de carga columna interior
[carga columna exterior]	Contiene información de carga columna exterior
[carga cartela]	Contiene información de carga cartela
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.

Tabla 3.47 Campos y Descripción de la Tabla I13.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I13A, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I13A *		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio ri1]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio rc1]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio ri2]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio rc2]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correas interiores cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correas interiores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correas intermedias c...]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correas intermedias ti...]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correas exteriores cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correas exteriores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[vigas interiores cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[vigas interiores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[vigas exteriores cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[vigas exteriores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[peso de la estructura]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna central]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna interior]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna exterior]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga cartela]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
 id	int	<input type="checkbox"/>

Figura 3.48 Contenido de la tabla I13A.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**I13B**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I13B, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
DIÁMETRO	Contiene información de diámetro
[radio ri1]	Contiene información de radio
[radio rc1]	Contiene información de radio

[radio ri2]	Contiene información de radio
[radio rc2]	Contiene información de radio
[correas interiores cant]	Contiene información de cantidad correas interiores
[correas interiores tipo]	Contiene información de tipo correas interiores
[correas intermedias cant]	Contiene información de cantidad de correas intermedias
[correas intermedias tipo]	Contiene información de tipo correas intermedias
[correas exteriores cant]	Contiene información de cantidad correas exteriores
[correas exteriores tipo]	Contiene información de tipo correas exteriores
[vigas interiores cant]	Contiene información de cantidad vigas interiores
[vigas interiores tipo]	Contiene información de tipo vigas interiores
[vigas exteriores cant]	Contiene información de cantidad vigas exteriores
[vigas exteriores tipo]	Contiene información de tipo vigas exteriores
[peso de la estructura]	Contiene información del peso de la estructura
[carga columna central]	Contiene información de la carga columna central
[carga columna interior]	Contiene información de carga columna interior
[carga columna exterior]	Contiene información de carga columna exterior

[carga cartela]	Contiene información de carga cartela
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.

Tabla 3.49 Campos y Descripción de la Tabla .

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I13B, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I13B *			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[radio ri1]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[radio rc1]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[radio ri2]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[radio rc2]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[correas interiores can...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[correas interiores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[correas intermedias ...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[correas intermedias t...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[correas exteriores ca...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[correas exteriores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[vigas interiores canti...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[vigas interiores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[vigas exteriores canti...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[vigas exteriores tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[peso de la estructura]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[carga de columna cen...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[carga columna interior]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[carga columna exterior]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[carga en cartela]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	 id	int	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.49 Contenido de la tabla I13B.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla **“I21B”**

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I21B, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla, sirve para relacionar las tablas.
DIÁMETRO	Contiene información del diámetro
RADIOCIRCUNSCRITO	Contiene información de radio circunscrito
RADIOINSCRITO	Contiene información de radio inscrito
CORREASINTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS INTERIORES CANTIDAD
CORREASINTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS INTERIORES TIPO
CORREASEXTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS EXTERIORES CANTIDAD
CORREASEXTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS EXTERIORES TIPO
VIGACANTIDAD	Contiene información de VIGA CANTIDAD
VIGATIPO	Contiene información de VIGA TIPO
PESODELAESTRUCTURA	Contiene información de PESO DE LA

ESTRUCTURA	
CARGACOLUMNACENTRAL	Contiene información de CARGA COLUMNA CENTRAL
CARGACOLUMNAEXTERIOR	Contiene información de CARGA COLUMNA EXTERIOR
CARGAENCARTELA	Contiene información de CARGA EN CARTELA

Tabla 3.50 Campos y Descripción de la Tabla I21B.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I21B , en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I21B *			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOCIRCUNSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOINSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGACANTIDAD	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGATIPO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	PESODELAESTRUCTURA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNACEN...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNAEXTE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGAENCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.50 Contenido de la tabla I21B.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla **"I13C"**

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I13C, con su correspondiente descripción.

DIÁMETRO	Contiene información de diámetro
[radio ri1]	Contiene información de radio
[radio rc1]	Contiene información de radio
[radio ri2]	Contiene información de radio
[radio rc2]	Contiene información de radio
[correas interiores cant]	Contiene información de cantidad correas interiores
[correas interiores tipo]	Contiene información de tipo correas interiores
[correas intermedias cant]	Contiene información de cantidad de correas intermedias
[correas intermedias tipo]	Contiene información de tipo correas intermedias
[correas exteriores cant]	Contiene información de cantidad correas exteriores
[correas exteriores tipo]	Contiene información de tipo correas exteriores
[vigas interiores cant]	Contiene información de cantidad vigas interiores
[vigas interiores tipo]	Contiene información de tipo vigas interiores

[vigas exteriores cant]	Contiene información de cantidad vigas exteriores
[vigas exteriores tipo]	Contiene información de tipo vigas exteriores
[peso de la estructura]	Contiene información del peso de la estructura
[carga columna central]	Contiene información de la carga columna central
[carga columna interior]	Contiene información de carga columna interior
[carga columna exterior]	Contiene información de carga columna exterior
[carga cartela]	Contiene información de carga cartela
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.

Tabla 3.51 Campos y Descripción de la Tabla I13C.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I13C, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I13C *		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio ri1]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio rc1]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio ri2]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[radio rc2]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correa interior cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correa interior tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correa intermedia cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correa intermedia tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correa exterior cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[correa exterior tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[viga exterior cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[viga exterior tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[viga interior cant]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[viga interior tipo]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[peso de la estructura]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna central]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna interior]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga columna exterior]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[carga de la cartela]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
 id	int	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.51 Contenido de la tabla I13C.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**I21A**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I21A, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
DIÁMETRO	Contiene información del diámetro
[RADIO CIRCUNSCRITO]	Contiene información de radio circunscrito

[RADIO INSCRITO]	Contiene información de radio inscrito
[CORREAS INTERIORES CANTIDAD]	Contiene información de CORREAS INTERIORES CANTIDAD
[CORREAS INTERIORES TIPO]	Contiene información de CORREAS INTERIORES TIPO
[CORREAS EXTERIORES CANTIDAD]	Contiene información de CORREAS EXTERIORES CANTIDAD
[CORREAS EXTERIORES TIPO]	Contiene información de CORREAS EXTERIORES TIPO
[VIGAS CANTIDAD]	Contiene información de VIGA CANTIDAD
[VIGAS TIPO]	Contiene información de VIGA TIPO
[PESO DE LA ESTRUCTURA]	Contiene información de PESO DE LA ESTRUCTURA
[CARGA COLUMNA CENTRAL]	Contiene información de CARGA COLUMNA CENTRAL
[CARGA COLUMNA EXTERIOR]	Contiene información de CARGA COLUMNA EXTERIOR
[CARGA EN LA CARTELA]	Contiene información de CARGA EN CARTELA
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.

Tabla 3.52 Campos y Descripción de la Tabla I21A.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I21A , en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I21A *		
Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[RADIO CIRCUNSCRI...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[RADIO INSCRITO]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CORREAS INTERIOR...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CORREAS INTERIOR...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CORREAS EXTERIOR...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CORREAS EXTERIOR...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[VIGAS CANTIDAD]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[VIGAS TIPO]	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[PESO DE LA ESTRUC...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CARGA COLUMNA CE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CARGA COLUMNA EX...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
[CARGA EN LA CARTE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
 id	int	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 3.52 Contenido de la tabla I21A.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id , lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “**I21C**”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I21C, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
DIÁMETRO	Contiene información del diámetro
RADIOCIRCUNSCRITO	Contiene información de radio circunscrito
RADIOINSCRITO	Contiene información de radio inscrito

CORREASINTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS INTERIORES CANTIDAD
CORREASINTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS INTERIORES TIPO
CORREASEXTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS EXTERIORES CANTIDAD
CORREASEXTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS EXTERIORES TIPO
VIGACANTIDAD	Contiene información de VIGA CANTIDAD
VIGATIPO	Contiene información de VIGA TIPO
PESODELAESTRUCTURA	Contiene información de PESO DE LA ESTRUCTURA
CARGACOLUMNACENTRAL	Contiene información de CARGA COLUMNA CENTRAL
CARGACOLUMNAEXTERIOR	Contiene información de CARGA COLUMNA EXTERIOR
CARGAENCARTELA	Contiene información de CARGA EN CARTELA

Tabla 3.53 Campos y Descripción de la Tabla I21C.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I21C, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I21C *			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOCIRCUNSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOINSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGACANTIDAD	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGATIPO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	PESODELAESTRUCTURA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNACEN...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNAEXTE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGAENCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.53 Contenido de la tabla I21C.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “I22A”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I22A, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
DIÁMETRO	Contiene información del diámetro
RADIOCIRCUNSCRITO	Contiene información de radio circunscrito

RADIOINSCRITO	Contiene información de radio inscrito
CORREASINTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS INTERIORES CANTIDAD
CORREASINTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS INTERIORES TIPO
CORREASEXTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS EXTERIORES CANTIDAD
CORREASEXTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS EXTERIORES TIPO
VIGACANTIDAD	Contiene información de VIGA CANTIDAD
VIGATIPO	Contiene información de VIGA TIPO
PESODELAESTRUCTURA	Contiene información de PESO DE LA ESTRUCTURA
CARGACOLUMNACENTRAL	Contiene información de CARGA COLUMNA CENTRAL
CARGACOLUMNAEXTERIOR	Contiene información de CARGA COLUMNA EXTERIOR
CARGAENCARTELA	Contiene información de CARGA EN CARTELA

Tabla 3.54 Campos y Descripción de la Tabla I22A.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I22A, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I22A			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOCIRCUNSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOINSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGASCANTIDAD	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGASTIPO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	PESODELAESTRUCTURA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNACEN...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNAEXTE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGAENCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.54 Contenido de la tabla I22A.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “I22B”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I22B, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
DIÁMETRO	Contiene información del diámetro
RADIOCIRCUNSCRITO	Contiene información de radio circunscrito

RADIOINSCRITO	Contiene información de radio inscrito
CORREASINTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS INTERIORES CANTIDAD
CORREASINTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS INTERIORES TIPO
CORREASEXTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS EXTERIORES CANTIDAD
CORREASEXTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS EXTERIORES TIPO
VIGACANTIDAD	Contiene información de VIGA CANTIDAD
VIGATIPO	Contiene información de VIGA TIPO
PESODELAESTRUCTURA	Contiene información de PESO DE LA ESTRUCTURA
CARGACOLUMNACENTRAL	Contiene información de CARGA COLUMNA CENTRAL
CARGACOLUMNAEXTERIOR	Contiene información de CARGA COLUMNA EXTERIOR
CARGAENCARTELA	Contiene información de CARGA EN CARTELA

Tabla 3.55 Campos y Descripción de la Tabla I22B.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I22B, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I22B			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOCIRCUNSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOINSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXREIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGASCANTIDAD	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGASTIPO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	PESODELAESTRUCTURA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNACEN...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNAEXTE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGAENCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Figura 3.55 Contenido de la tabla I22B.

Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

Descripción del contenido de la tabla “I22C”

En la siguiente tabla se puede apreciar los campos de la tabla I22C, con su correspondiente descripción.

Campo	Descripción
Id	Contiene el identificador interno o la clave de la tabla.
DIÁMETRO	Contiene información del diámetro
RADIOCIRCUNSCRITO	Contiene información de radio circunscrito

RADIOINSCRITO	Contiene información de radio inscrito
CORREASINTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS INTERIORES CANTIDAD
CORREASINTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS INTERIORES TIPO
CORREASEXTERIORESCANTIDAD	Contiene información de CORREAS EXTERIORES CANTIDAD
CORREASEXTERIORESTIPO	Contiene información de CORREAS EXTERIORES TIPO
VIGACANTIDAD	Contiene información de VIGA CANTIDAD
VIGATIPO	Contiene información de VIGA TIPO
PESODELAESTRUCTURA	Contiene información de PESO DE LA ESTRUCTURA
CARGACOLUMNACENTRAL	Contiene información de CARGA COLUMNA CENTRAL
CARGACOLUMNAEXTERIOR	Contiene información de CARGA COLUMNA EXTERIOR
CARGAENCARTELA	Contiene información de CARGA EN CARTELA

Tabla 3.56 Campos y Descripción de la Tabla I22C .

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el contenido de la tabla I22C, en donde aparecen nombre de columna, tipo de datos y consentir valores nulos.

I22C			
	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
	Id	int	<input type="checkbox"/>
	DIAMETRO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOCIRCUNSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	RADIOINSCRITO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASINTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTRIORES...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CORREASEXTERIORE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGASCANTIDADES	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	VIGASTIPO	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	PESODELAESTRUCTURA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNACEN...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGACOLUMNAEXTE...	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CARGAENCARTELA	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

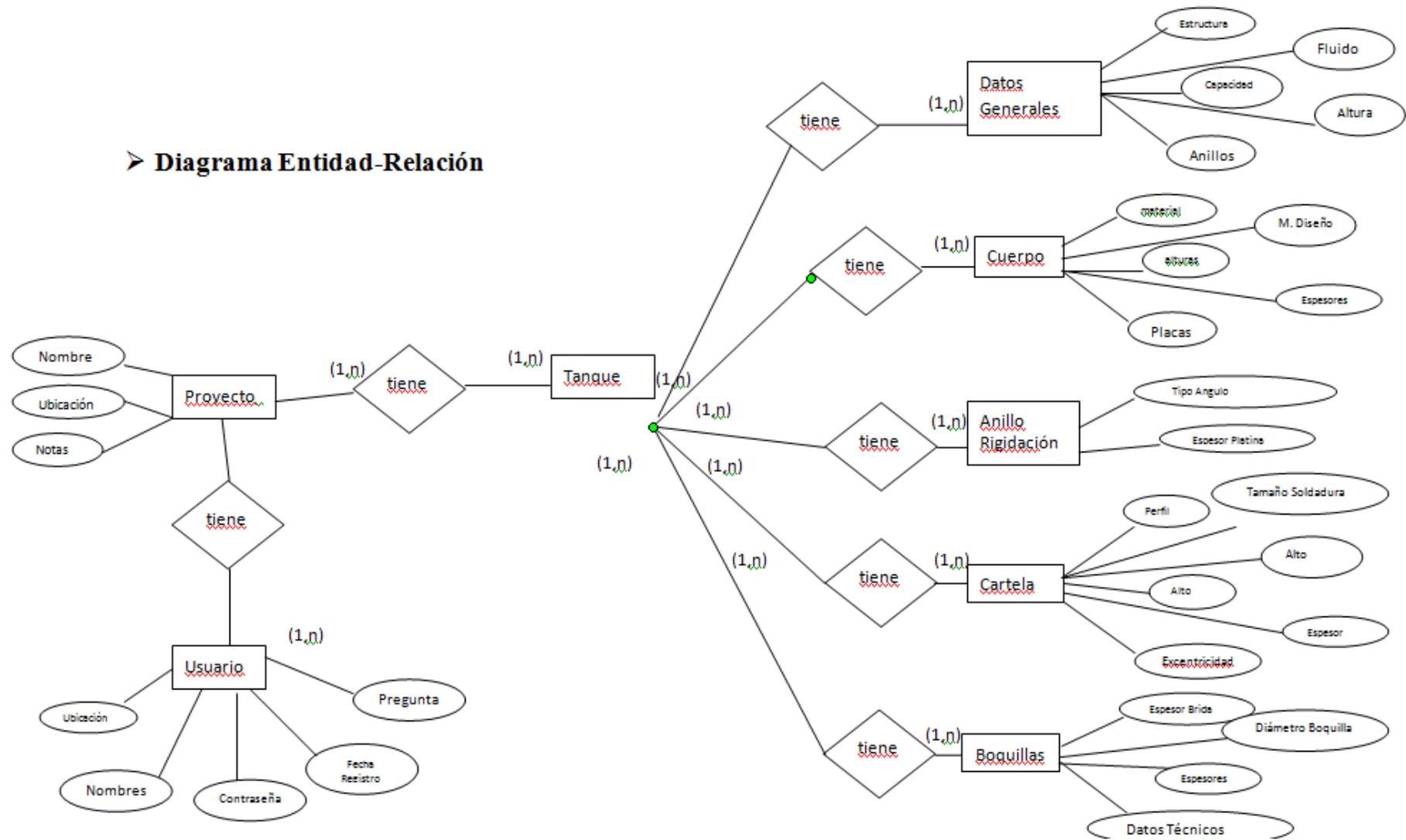
Figura 3.56 Contenido de la tabla I22C.

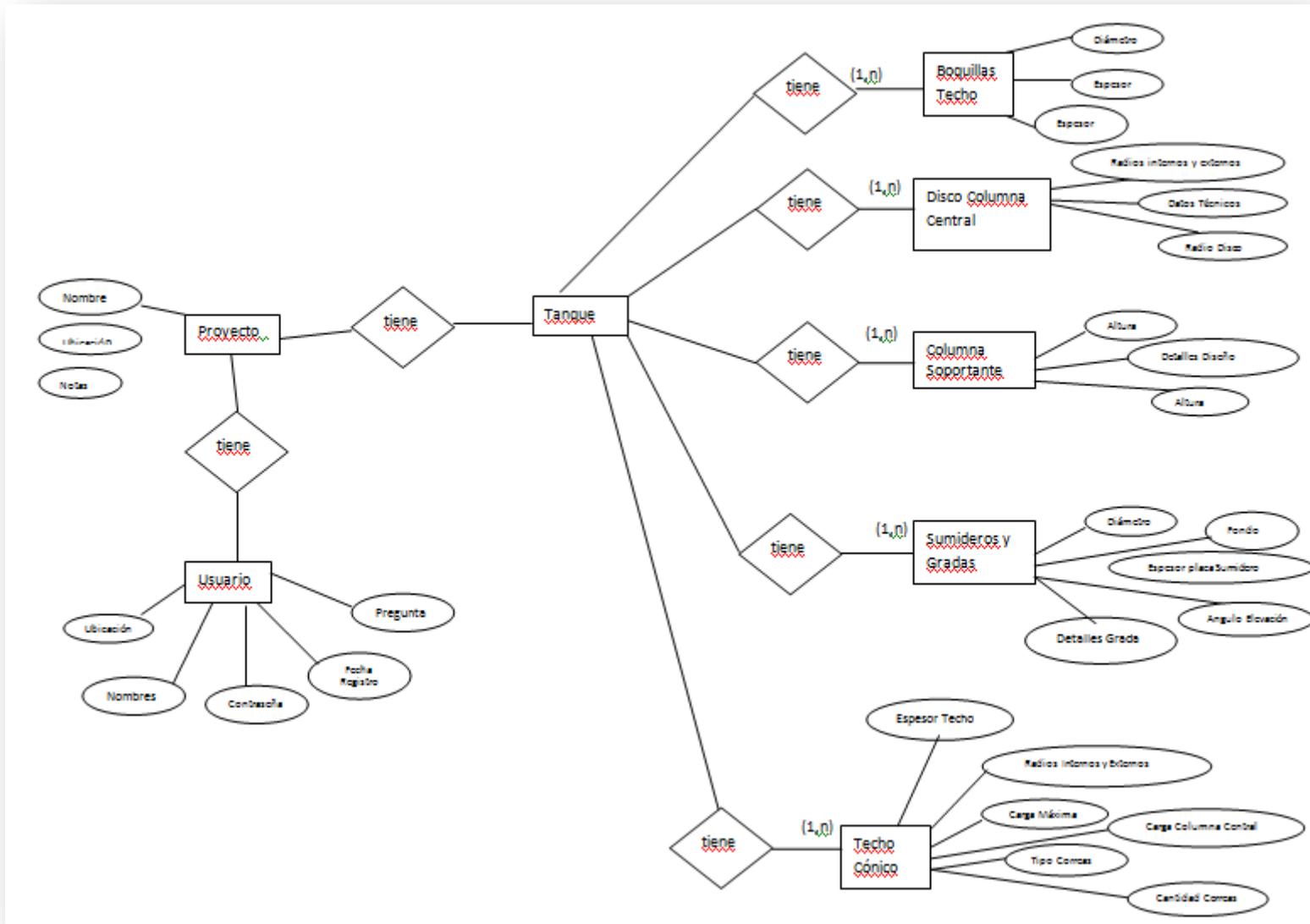
Fuente: Autores de la Tesis.

Clave primaria: Id, lista de campos de la clave primaria.

Clave foránea: Ninguna.

➤ Diagrama Entidad-Relación





ANEXO 4
MANUAL DE USUARIO
SISTEMA INFORMATICO
ATMOS TANK

MANUAL DE USUARIO

ACERCA DE ATMOS TANK

Es una herramienta de software sólida, que permite el diseño de tanques atmosféricos de techo cónico según la API 650., el sistema de software permite realizar la selección de materiales, cálculos mecánicos, elección de piezas entre otros.

El tiempo de vida del sistema informático está establecido de acuerdo a la norma API 650., la norma aparece cada cuatro años. El presente proyecto de titulación utiliza la norma API estándar 650 edición 11.

INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ATMOS TANK VERSION

Instrucciones para usuarios de Windows XP, VISTA®

1. Inicie el PC y espere a que se cargue Windows®.

NOTA: Si ya está abierto Windows®, cierre todas las aplicaciones antes de continuar.

2. Introduzca el CD del software ATMOS TANK (con la etiqueta hacia arriba) en la unidad de CD-ROM.

3. Si el programa de instalación del software ATMOS TANK no se inicia automáticamente, realice los pasos siguientes:

- Abra **Mi PC** o el **Explorador de Windows**.
- Haga doble clic en la letra de la unidad de CD (normalmente D:, E:)
- Haga doble clic en **Setup**.

4. Siga las instrucciones de instalación del software que aparecen en pantalla.

5. Para la base de datos es necesario tener instalado SQL SERVER 2005 y restaurar el archivo ATM incluido en el CD, en una base de datos de nombre ATM, se recomienda consultar con su administrador de Sistemas para más información.

6. Es necesario crear un orígenes de datos ODBC en panel de control , herramientas administrativas con nombre ATM y con controlador de SQL SERVER.

7. El necesario que coloque el nombre de usuario “manager” y la clave “manager”, para poder ingresar al sistema, si el caso lo amerita es necesario crear un usuario con nombre manager en el SQL SERVER 2005 , para más información comuníquese con su administrador de base de datos

🚩 **DESINSTALACIÓN DEL SOFTWARE ATMOS TANK VERSION**

Para desinstalar totalmente el software de ATMOS TANK VERSION 1.0, debe eliminar un elementos:

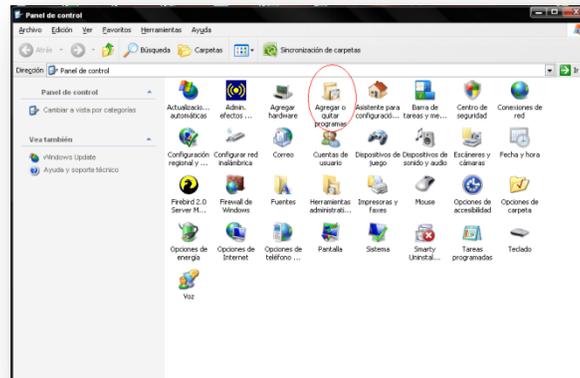
- Atmos Tank Versión 1.0.

Siga estos pasos para desinstalar el software.

1. Haga clic en el botón Inicio, apunte a Configuración y seleccione Panel de control.



WINDOWS VISTA

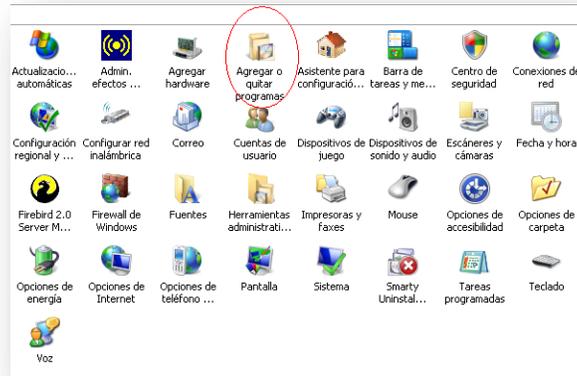


WINDOWS XP

2. Haga doble clic en el icono **Agregar o quitar programas**.

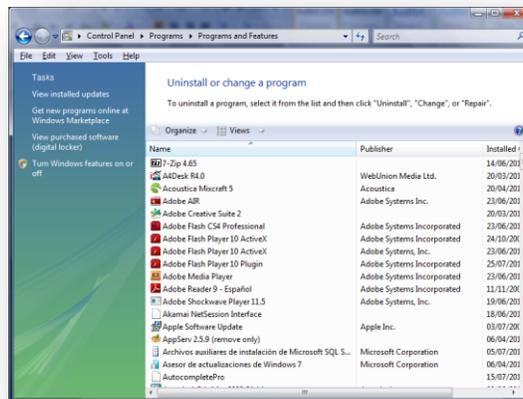


WINDOWS VISTA

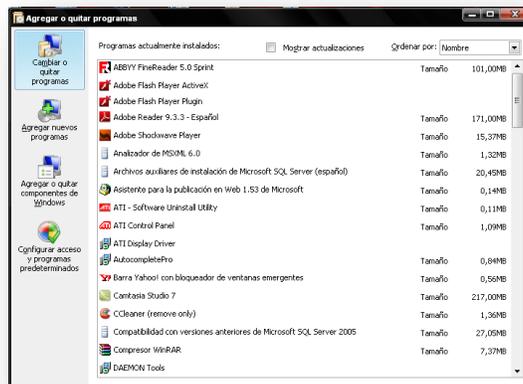


WINDOWS XP

3. Desplácese por la lista y seleccione ATMOS TANK VERSION 1.0

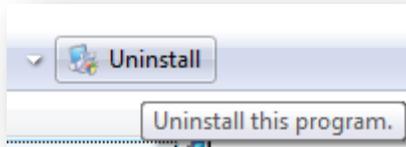


WINDOWS VISTA

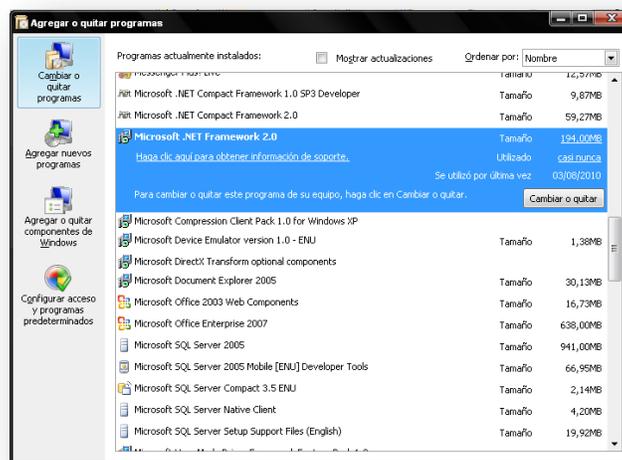


WINDOWS XP

4. Haga clic en el botón **Agregar o quitar**.



WINDOWS VISTA



WINDOWS XP

5. Una vez realizada la desinstalación del software, haga clic en **Aceptar**.
6. Una vez desinstalado el programa, haga clic en el botón **Aceptar** para finalizar.

USO DEL SOFTWARE ATMOS TANK

Temas:

- Panel Opciones,
- Registro de usuarios,
- Recuperar clave de acceso al sistema,
- Crear un nuevo proyecto,
- Eliminar un proyecto,
- Imprimir un reporte,
- Exportar los datos a Excel,

- Expandir imágenes,
- Cambiar apariencia del sistema,
- Como Mirar videos de ayuda,
- Solución de problemas.
- Diseño De Tanques Atmosféricos.

✚ VARIOS

Conexiones con el servidor de base de datos, SQL server 2005.

❖ PANEL DE OPCIONES BASICAS

En la siguiente Tabla se puede apreciar las opciones Imprimir, salir, anterior, siguiente.

Opción	Interfaz	Descripción
Imprimir		Imprime en un archivo Pdf, con información del formulario actual.
Salir		Cancela toda operación y sale del formulario.
Anterior		Regresa al formulario anterior, y cierra al formulario actual.
Siguiente		Avanza al siguiente formulario y cierra al formulario actual.

Tabla 4.1 Panel Opciones, descripción de las opciones.

Fuente: Autores de la Tesis.

Si la información necesita ser impresa o almacenada en un medio físico, solamente se da clic en la opción de imprimir, y vamos a obtener un archivo en formato PDF el mismo que guarse da en la ubicación deseada.

❖ OPCION INICIO

En la siguiente Tabla se puede apreciar las opciones Nuevo, abrir, exportar y cerrar.

Opción	Interfaz	Descripción
--------	----------	-------------

Nuevo		Da clic aquí para iniciar un Nuevo proyecto.
Abrir		Da clic aquí para abrir un archivo PDF.
Exportar		Da clic aquí para exportar tus datos a un archivo PDF ó Excel.
Cerrar		Da clic aquí para cerrar toda la aplicación.

Tabla 4.2 Panel Opciones, descripción de las opciones.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar las opciones Nuevo, abrir, exportar y cerrar del botón inicio.

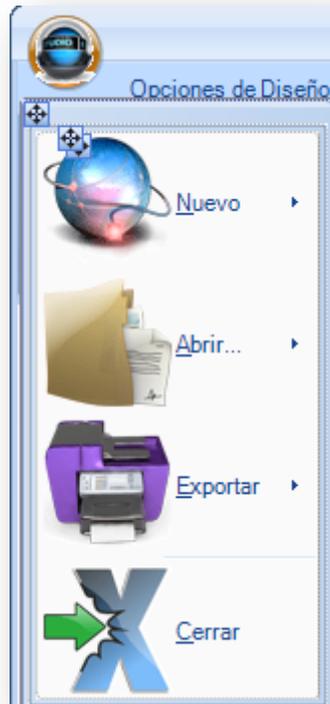


Figura 4.1 Opciones, botón inicio.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ MENÚ OPCIÓN DISEÑO

Dentro de esta barra tenemos la opción diseño, aquí se encontrara los siguientes botones, Nuevo proyecto, Editar proyecto, eliminar proyecto, continuar diseño así como también la opción de exportación e impresión exportar informe a PDF y a Excel.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar la barra de menú, opción de diseño.



Figura 4.2 Opciones de diseño.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Tabla** se puede apreciar las opciones Imprimir, salir, anterior, siguiente.

Opción	Interfaz	Descripción
Nuevo proyecto		Da clic en esta opción para poder crear un nuevo proyecto.
Edición De Proyectos		Da clic en esta opción para poder editar a los proyectos, desde el formulario de edición.
Eliminar proyecto		. Da clic en esta opción para poder eliminar un proyecto, desde un formulario de supresión.
Continuar diseñando		Da clic en esta opción para continuar un diseño que tengas pendiente.
Exportar informe a PDF		Da clic en esta opción para poder exportar tus datos de diseño a un archivo PDF.
Exportar datos a Excel		Da clic en esta opción para poder exportar tus datos de diseño a un archivo de Excel.

Tabla 4.3 Descripción de las opciones.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ MENÚ OPCIÓN RECOMENDACIONES

En la siguiente **Tabla** se puede apreciar las opciones Imprimir, salir, anterior, siguiente.

Opción	Interfaz	Descripción
API estándar 650		Da clic aquí para revisar la norma API, desde un archivo PDF.

Tabla 4.4 Panel Opciones, descripción de las opciones.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ MENÚ OPCIÓN ACTUALIZACIÓN

En la siguiente **Tabla** se puede apreciar la opción actualizar.

Opción	Interfaz	Descripción
Actualizar		Da clic aquí para actualizar los datos del sistema, utilizando la norma API estándar 650.

Tabla 4.5 Panel Opciones, descripción de las opciones.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ MENÚ OPCIÓN DISEÑO ACERCA DE...

En la siguiente **Tabla** se puede apreciar la opción Atmos Tank.

Opción	Interfaz	Descripción
Atmos Tank		Da clic en este botón y entérate un poco más de los diseñadores y autores del sistema.

Tabla 4.6 Panel Opciones, descripción de las opciones.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ MENÚ OPCIÓN AYUDA

En la siguiente Tabla se puede apreciar las opciones Eliminar proyecto, crear Nuevo Proyecto.

Opción	Interfaz	Descripción
Video Eliminar proyecto,		Este vínculo te permite representar la ayuda visual. Para eliminación de proyectos.
Video Crear Nuevo Proyecto.		Este vínculo te permite representar la ayuda visual. Creación de nuevos proyectos.

Tabla 4.7 Panel Opciones, descripción de las opciones.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ REGISTRO DE USUARIOS.

Para registrarse en la aplicación informática solamente basta con llenar de datos el siguiente formulario REGISTRO DE USUARIOS, a este formulario se lo puede encontrar en el formulario de acreditación, en la opción registro. En la siguiente Figura se puede apreciar el Formulario de Acreditación de Usuarios.



Figura 4.3 Formulario Acreditación de Usuarios.
Fuente: Los autores

Una vez en él la aplicación de registro, tenemos una pantalla similar a esta:

En la siguiente Figura se puede apreciar el Formulario de Registro de Usuarios.

Figura 4.4 Formulario Registro de Usuarios.

Fuente: Autores de la Tesis.

En este lugar, se ingresa los datos personales Nombres y apellidos, un nombre de usuario, se elige una localización o ubicación geográfica, fecha de registro, empresa u organización a la que se pertenezca, una contraseña que sirve para ingresar en el programa en conjunto con el nombre de usuario, y finalmente una pregunta personal, la cual es única y se pregunta si se extravía la clave de acceso al sistema.

Si se necesita más información de este proceso se puede ayudar leyendo los cuadros de ayuda que aparecen en el formulario, solamente pasando el mouse sobre las cajas de texto.

Llenados estos datos, se da clic en el botón INGRESAR, el mismo que se encuentra localizado en la parte inferior derecha del formulario de registro de usuarios, aparecerá un mensaje de bienvenida, tal como muestra la siguiente imagen.

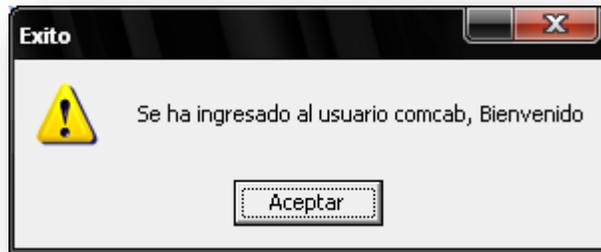


Figura 4.5 Formulario Registro de Usuarios, Mensaje de Bienvenida.
Fuente: Autores de la Tesis.

Se da clic en aceptar y se puede empezar a usar el sistema ATMOS TANK, caso contrario, si algún dato está mal ingresado, se recomienda empezar de nuevo dando clic en el botón de limpiar formulario.

En la siguiente Figura se puede apreciar el Sistema informático ATMOS TANK.

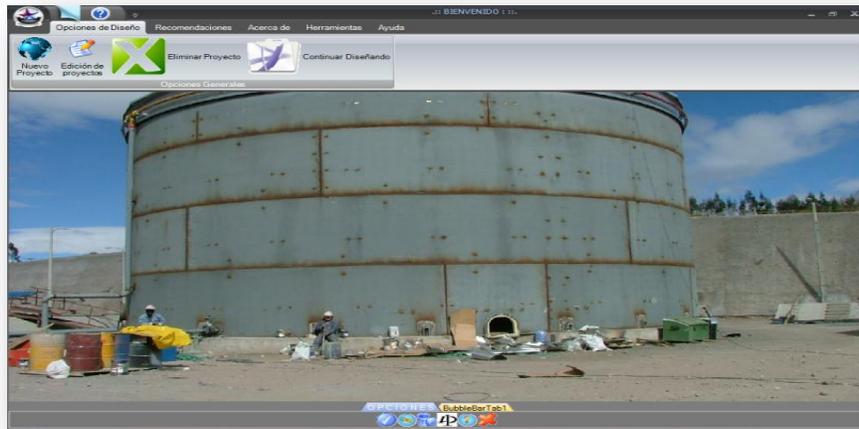


Figura 4.6 Sistema informático ATMOS TANK.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ **RECUPERAR CLAVE DE ACCESO AL SISTEMA.**

Si se tiene problemas al ingresar tu clave personal, el formulario de acreditación de usuarios, le facilita la una opción para recuperar su clave de acceso, esta se encuentra en el mismo formulario de acreditación debajo de la caja de texto Password, si desea recuperar sus datos de acceso solamente de clic en esta opción

de Ha olvidado su clave?, En la siguiente figura se puede apreciar el formulario de acreditación de usuarios y señalado aparece la opción de recuperación de datos de acceso.



Figura 4.7 Formulario Verifica.

Fuente: Autores de la Tesis.

Se da clic en esta opción para continuar. Seguidamente te mostrara esta pantalla.

En la siguiente figura se puede apreciar el formulario VERIFICA.



Figura 4.8 Formulario Ha olvidado su clave?

Fuente: Autores de la Tesis.

Desde esta opción se puede buscar sus datos de acceso al sistema, solamente ingresando su nombre de usuario y contestando la pregunta de registro, de estar todo correcto le aparecerá un mensaje, el mismo que va acorde a su respuesta, de

correcto o incorrecto, si su respuesta es correcta, podrá apreciar sus datos de acceso, de lo contrario recibirá un mensaje de respuesta incorrecta.

Si existe algún error se puede empezar de nuevo dando clic en el botón limpiar, el mismo que tiene la función de limpiar los datos del formulario VERIFICA.

En la siguiente figura se puede apreciar el mensaje de respuesta, mismo que nace del formulario Verifica.

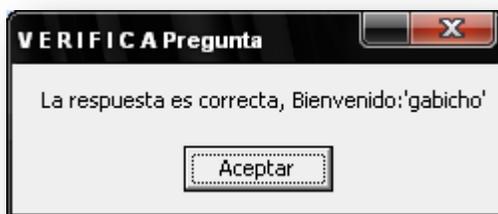


Figura 4.9 Mensaje de respuesta correcta, formulario Verifica.

Fuente: Autores de la Tesis.

De clic en aceptar y le aparecerán sus datos de acceso al sistema, verifícalos, y de clic en continuar, para poder ingresar al sistema.

❖ **CREAR UN NUEVO PROYECTO.**

Para comenzar con la creación de un nuevo proyecto, se debe ubicar sobre el menú de opciones, luego se elige las opciones de diseño tal como se muestra en la siguiente figura.

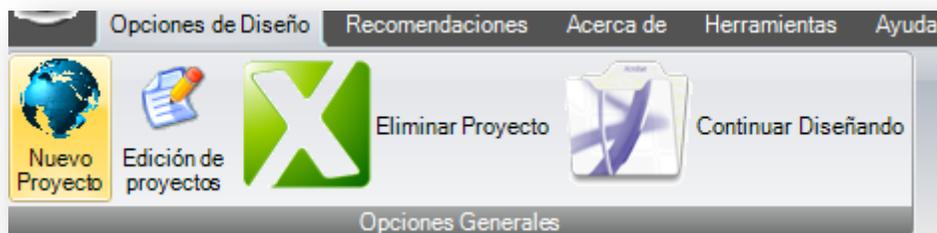


Figura 4.10 Opciones de diseño, Opciones generales, Nuevo Proyecto.

Fuente: Autores de la Tesis.

Se Da clic en nuevo proyecto, En la siguiente figura se puede apreciar el formulario Nuevo Proyecto.

The screenshot shows a web form titled 'Datos del Proyecto'. The form contains several input fields with the following data: 'Identificador Usuario' with the value '8', 'Proyecto Numero' with '10', 'Nombre del Proyecto' with 'TRONCAL', 'Ubicación' with 'GUAYAS - BASTION SUR', 'Nombre Tanque' with 'GENERACION X', and 'Notas...' with 'TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE FLUIDO LIQUIDO'. To the right of the form is an 'Opciones' menu with three buttons: 'Guardar Datos' (highlighted in yellow with a blue checkmark), 'Siguiete' (disabled with a grey play button), and 'Atras' (disabled with a grey X button). A tooltip over the 'Siguiete' button reads 'Guarda tús datos del Nuevo Proyecto'.

Figura 4.11 Opciones de diseño, Opciones generales, Nuevo Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

Se llena la información que se solicita en nuevo proyecto. Y se da clic en guardar datos, Si todo está ingresado correctamente, se da clic en aceptar, en el mensaje de éxito que genera la aplicación. En la siguiente figura se puede apreciar el mensaje de éxito al ingresar correctamente los datos en el formulario, Nuevo Proyecto.



Figura 4.12 Opciones de diseño, Opciones generales, Nuevo Proyecto.
Fuente: Autores de la Tesis.

Se habilita el botón siguiente, y se continúa con el diseño. En la siguiente figura se puede apreciar la habilitación del botón siguiente, después de ingresar los datos del nuevo proyecto, dentro del formulario Nuevo Proyecto.



Figura 4.13 Opciones de diseño, Opciones generales, Nuevo Proyecto.

Fuente: Autores de la Tesis.

❖ SELECCIÓN DATOS GENERALES

Desde aquí se define los datos generales del nuevo tanque, estos datos son:

Diámetro del tanque, tipo de fluido, capacidad según el ancho de la placa, la altura del tanque, el número de anillos de los cuales está conformado el cuerpo del tanque.

En la siguiente figura se puede apreciar el formulario selección general.

DATOS GENERALES

Seleccione Los datos Generales de su Nuevo Tanque

Diámetro Tanque (Pies) Escoja Capacidad
Tipo de Fluido a Almacenar Escoja Fluido
Altura Tanque (Pies)
Ancho de la Placa (Pulgadas)
Numero de Anillos

Calcule Nueva Capacidad

Capacidad Seleccionada Barriles

Opciones

Selecciona la Capacidad según el Ancho de la Placa

Placas 72 pulgadas Placas 96 Pulgadas

Figura 4.14 Formulario selección general.

Fuente: Autores de la Tesis.

Para empezar se selecciona la capacidad y tipo de fluido. Una vez elegidos, se puede escoger entre dos opciones de acuerdo al ancho de la placa, 72 y 96 pulgadas, (ubicadas en la parte derecha de la pantalla), estas aparecen de acuerdo a la elección de capacidad y tipo de fluido seleccionados anteriormente en este paso.

Seleccionado el ancho de la placa, se continúa dando clic en siguiente. En la siguiente **Figura** se puede apreciar el botón para cálculo de una nueva capacidad.

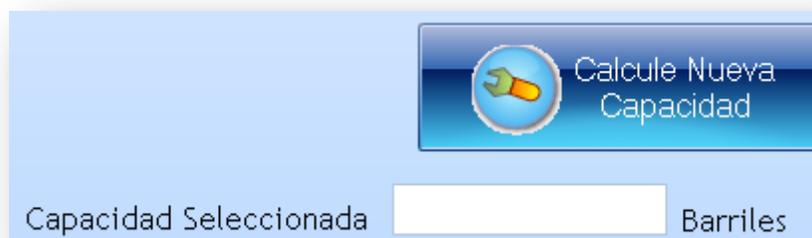


Figura 4.15 Formulario selección general, cálculo de una nueva capacidad.
Fuente: Autores de la Tesis.

Adicional a estos pasos básicos, se puede calcular la capacidad del tanque, cambiando los datos de ancho de placa, altura y número de anillos. En la siguiente figura se puede apreciar el conjunto de opciones que maneja tipo de fluido.

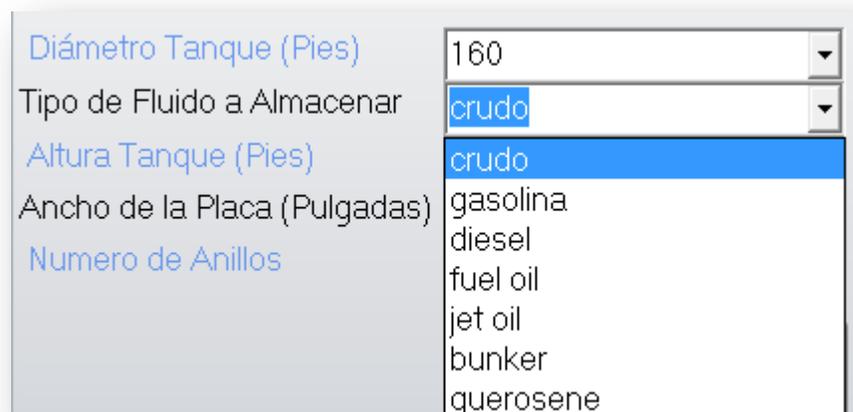


Figura 4.16 Formulario selección general, opciones tipo de fluido
Fuente: Autores de la Tesis.

De tener todo en orden, se da clic en siguiente, aquí se presenta un mensaje de éxito, el mismo que anuncia que los datos se han procesado sin ningún inconveniente.

❖ REVIZAR DATOS DE LA NORMA API

Para revisar los datos de la norma API650, se debe dirigir a la opción de Recomendaciones, ubicada en el menú de opciones del sistema ATMOS TANK, allí se encontrará opciones de recomendaciones, se puede ver el archivo PDF dando clic en la opción API 650.

Una particularidad es que el sistema informático permite abrir archivos de extensión PDF, dentro de la misma aplicación.

En la siguiente figura se puede apreciar el menú de opciones del sistema ATMOS TANK, ubicado sobre la opción Recomendaciones.

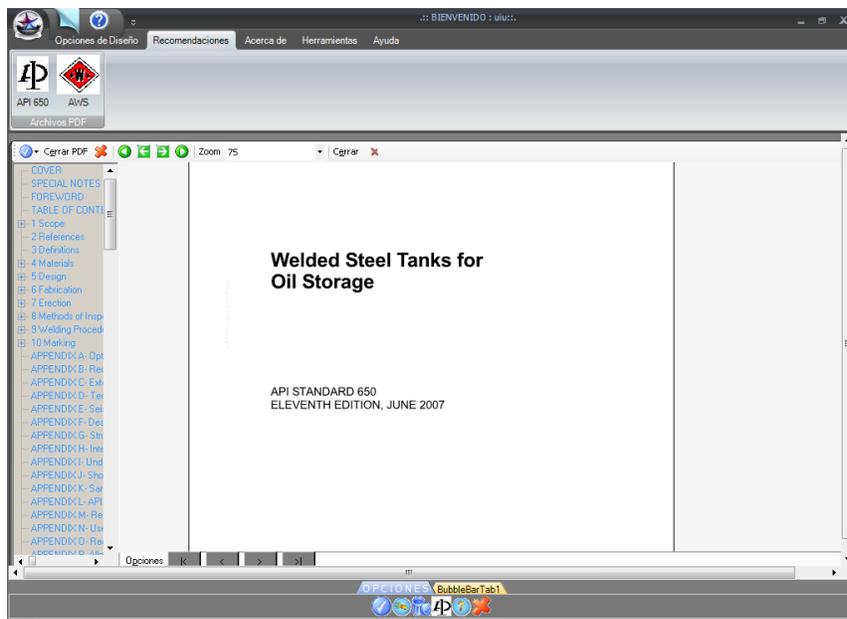


Figura 4.17 Recomendaciones.

Fuente: Autores de la Tesis.

Para abrir un archivo PDF solo se tiene que ubicar la opción abrir que se encuentra en la parte superior del formulario PDF, en la siguiente figura se puede apreciar el botón opciones PDF.



Figura 4.18 Opciones PDF.
Fuente: Autores de la Tesis.

Desde aquí se puede abrir el documento PDF que se necesite revisar. También se puede encontrar en la parte izquierda, un menú con el contenido del documento, botones de desplazamiento, en las partes superior e inferior, así como también una opción de zoom, en donde puedes ampliar el tamaño del documento PDF.

❖ ELIMINAR, CREAR Y CONTINUAR DISEÑANDO UN PROYECTO.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar el formulario Opciones generales.



Figura 4.19 Opciones Generales.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente tabla se puede apreciar las opciones borrar, crear nuevo proyecto, cancelar.

Opción	Interfaz	Descripción
Borrar		Elimina un proyecto.
Crear nuevo proyecto		Abre el formulario Nuevo Proyecto y permite crear un nuevo proyecto.
Cancelar		Cancela todas las opciones y cierra el formulario actual.

Tabla 4.10 Opciones Generales.

Fuente: Autores de la Tesis.

Pasos para eliminar un proyecto

1. Seleccionar el proyecto,
2. Se selecciona el tanque, abajo aparece los valores correspondientes a la selección.
3. Se da clic en el botón eliminar.
4. Se genera un mensaje de confirmación, aceptamos.
5. El proyecto ha sido eliminado.

❖ OPCIONES BUBBLEBAR (Barra de Acceso Rápido)

En la siguiente figura se puede apreciar Las opciones Nuevo proyecto, modificar proyecto, eliminar proyecto, recomendaciones, ayuda y cerrar sesión de BubbleBar.

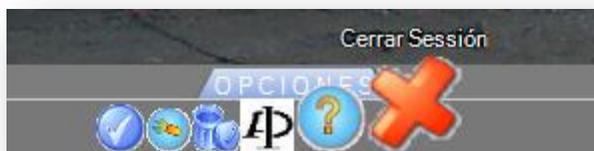


Figura 4.20 Opciones BubbleBar.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Tabla** se puede apreciar las opciones borrar, crear nuevo proyecto, cancelar.

Opción	Interfaz	Descripción
Nuevo proyecto		Presenta otra alternativa a la hora de crear un nuevo proyecto.
Modificar Proyecto		De clic aquí para abrir el formulario para continuar diseñando un proyecto que este incompleto.
Eliminar Proyecto		De clic aquí para abrir el formulario de eliminación de proyectos.
Recomendaciones		De clic aquí para abrir el formulario PDF, en donde puedes abrir archivos.
Ayuda		De clic aquí para abrir el formulario de ayuda.
Cerrar Sesión		De clic aquí para cerrar sesión del usuario actual.

Tabla 4.11 Opciones Generales.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ EXPORTAR LOS DATOS A EXCEL.

Para poder realizar esta actividad, se debe de tener terminado en su totalidad el diseño del tanque atmosférico.

Si se cumple con este requisito se puede comenzar a exportar tus datos a una plantilla o documento de Microsoft Office Excel. Para ejecutar esta actividad se debe de situar en Opciones de diseño, Imprimir reportes, aquí se da clic sobre el botón exportar a Excel, y a continuación aparecerá una ventana similar a la siguiente.

En la siguiente figura se puede apreciar el momento en el que el usuario interactúa con la opción de exportación de datos a Excel.

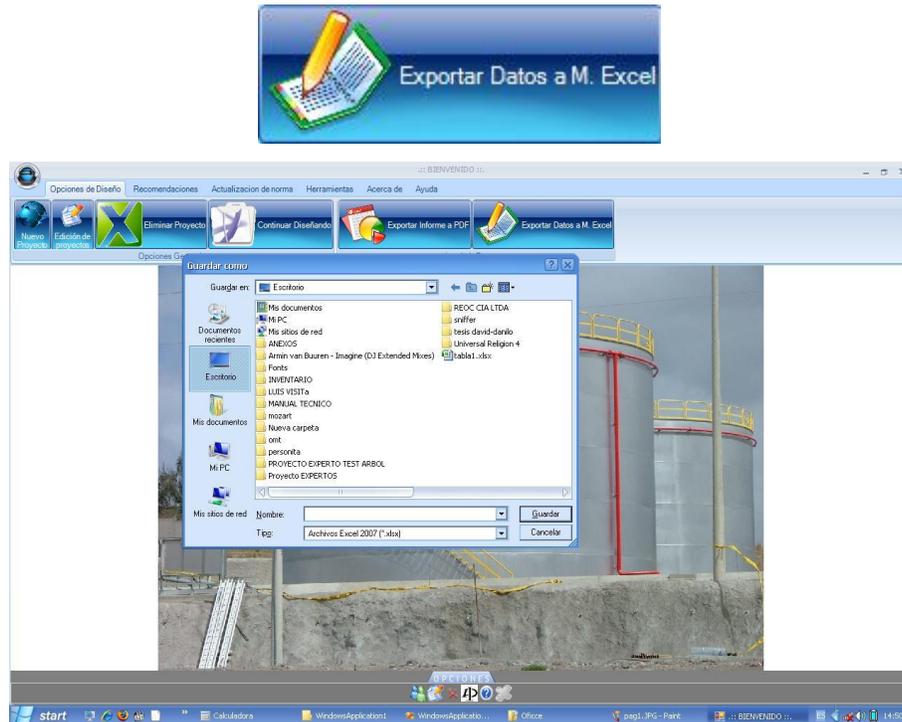


Figura 4.21 Exportación de datos a Excel.
Fuente: Autores de la Tesis.

Desde aquí se da un nombre al documento de Excel y también se define el lugar en donde se desea que se guarde la información.

En la siguiente figura se puede apreciar el momento en el que el usuario interactúa con la opción de exportación de datos a Excel y encuentra un error.

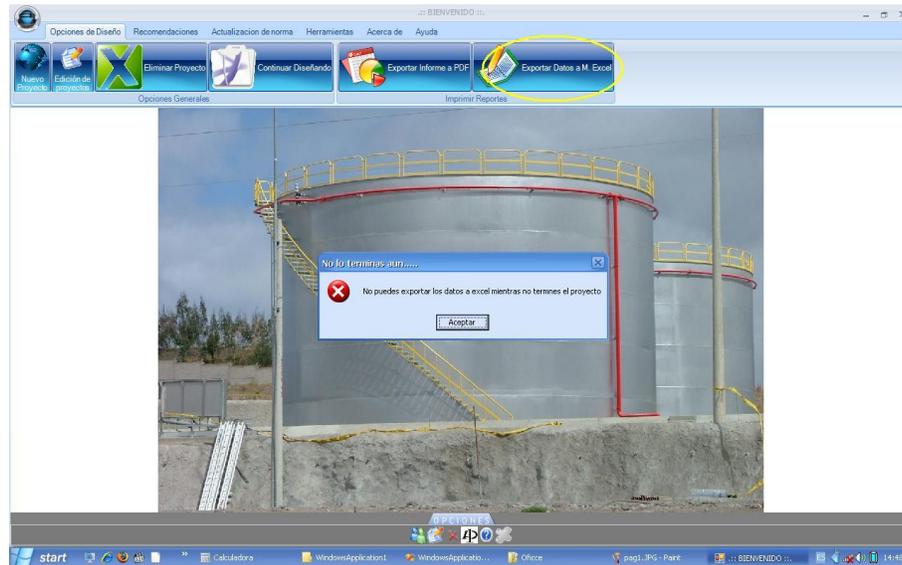


Figura 4.22 Error en Exportación de datos a Excel.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ EXPANDIR IMÁGENES.

Para visualizar una imagen extendida en la aplicación, solamente se tiene que dar clic sobre la imagen de su agrado, y automáticamente le aparece una ventana que le permitirá ampliar la fotografía seleccionada. Esta ventana se denomina Imágenes. En la siguiente figura se puede apreciar la opción Imágenes.

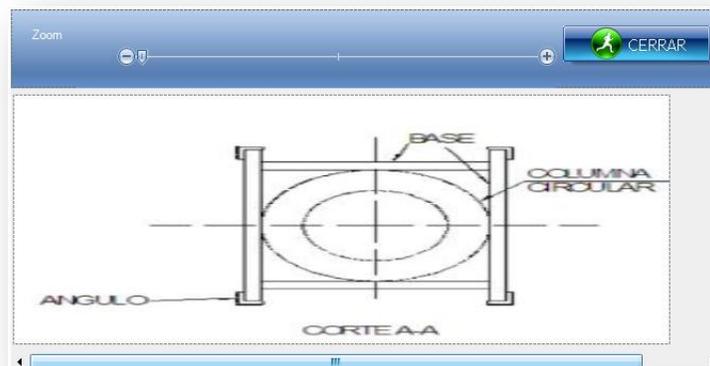


Figura 4.23 Ventana Imágenes.
Fuente: Autores de la Tesis.

❖ CAMBIAR APARIENCIA DEL SISTEMA.

Para cambiar la apariencia de formulario, se da clic en la opción de Herramientas, de la barra de opciones del sistema ATMOS TANK.

La apariencia por defecto es negro oscuro, pero se puede cambiar a plata ó azul.

En la siguiente figura se puede apreciar la opción Herramientas.



Figura 4.24 Apariencia del formulario.

Fuente: Autores de la Tesis.

Desde esta opción se puede elegir el tipo de apariencia que se desea solamente dando clic sobre el estilo de su agrado.

❖ WIZARD (ACTUALIZACION DE DATOS)

Para actualizar datos de la norma API, solo se debe dar clic en la opción "Actualización de norma" ubicada en el menú de la barra principal del programa, luego se le presentara una pantalla similar a esta:

En la siguiente **figura** se puede apreciar el formulario de actualización.

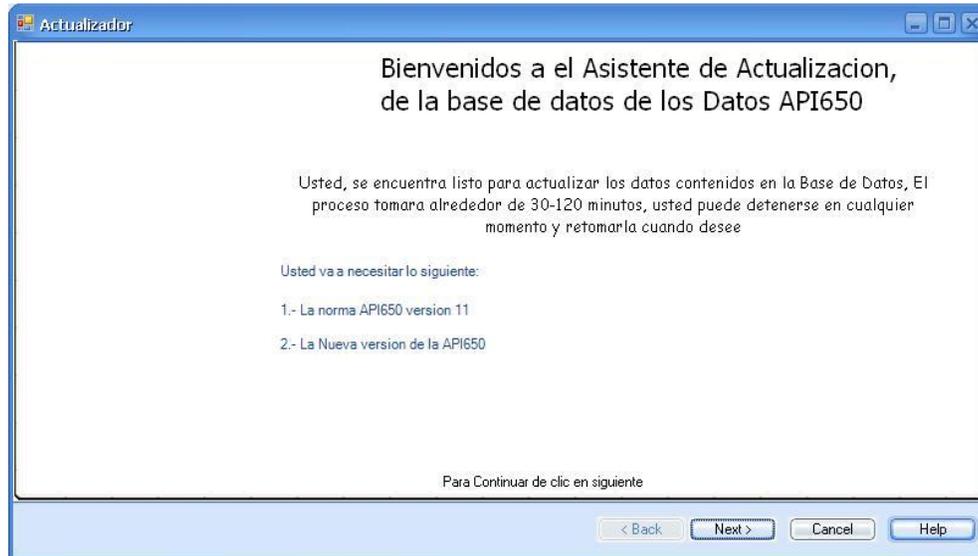


Figura 4.25 Apariencia del formulario.
Fuente: Autores de la Tesis.

Da clic en el botón siguiente, Para poder ingresar datos solo se debe de elegir una de las opciones (crear nueva, Actualizar, Borrar) y una vez concluida, dar clic en siguiente para continuar actualizando datos.

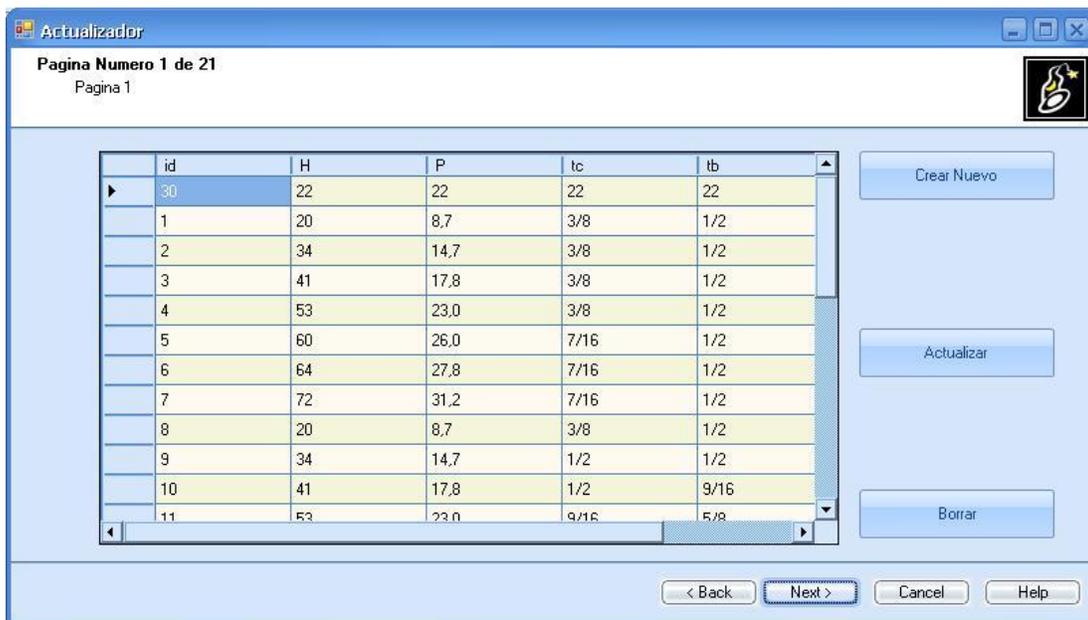


Figura 4.26 Apariencia del formulario.
Fuente: Autores de la Tesis.

Si se desea terminar la etapa de actualización llegado un momento, solamente se da clic en el botón cancelar.

❖ **DISEÑO DE TANQUES ATMOSFÉRICOS.**

Para empezar un diseño de tanque atmosférico de techo cónico según la norma API 650., se debe seguir los siguientes pasos:

○ **SECUENCIA GENERAL DE DISEÑO**

1. Crear un nuevo proyecto⁶⁴,
2. Definir los datos generales del nuevo tanque⁶⁵,
3. Definir los espesores del tanque,
4. Definir Diseño Anillos De Rigidación,
5. Definir Diseño Manhole Del Cuerpo,
6. Definir Selección Boquillas,
7. Definir Diseño Accesorios De Limpieza,
8. Definir Diseño Manhole Techo,
9. Definir Diseño Boquillas Techo,
10. Definir Diseño Gradas Sumideros Y Pasamanos,
11. Definir Selección Estructura Soportante Techos Cónicos,
12. Definir Diseño De Columnas Soportantes,
13. Definir Diseño Bases Estructura Metálica Soportante,
14. Definir Diseño Espesor De Cartela Y Tipo De Soldadura,
15. Definir Diseño Espesor Del Disco Ubicado En La Columna Central.

✓ **CÁLCULO DE ESPESORES O CUERPO ENVOLVENTE DEL TANQUE.**

Para definir los espesores del tanque se debe realizar los siguientes pasos:

1. Elegir materiales,
2. Elegir eficiencia,
3. Elegir espesor de corrosión,
4. Elegir el método de cálculo para el espesor del tanque.

⁶⁴ Crear Nuevo Proyecto: mas detalles en página 20 del manual de usuario.

⁶⁵ Selección de datos generales: mas detalles en página 22 del manual de usuario.

5. Dar clic en el botón “calcular espesor”.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica la interfaz para cálculo de espesores.

The screenshot shows a software interface for calculating tank wall thicknesses. The title is "Placas de los Anillos Para las Paredes". The interface is divided into several sections:

- Datos Iniciales:** Contains input fields for "Diametro del Tanque" (ft), "Capacidad del Tanque" (Barriles), "Altura" (ft), and "Numero de Anillos".
- Materiales:** Contains input fields for "Sd" (Psi), "St" (Psi), "Sy" (Psi), and "Sut" (Psi). It also has a "Materiales" dropdown menu, an "Eficiencia (E)" dropdown menu, and an "Espesor de Corrosion" input field (set to 0).
- Método de Cálculo de Espesores:** Contains radio buttons for "Punto Fijo" and "Punto Variable", and a "Calcular Espesor" button.
- Resultado de Cálculo de Espesores:** A table with two columns: "Espesor Calculado" and "Altura del Anillo" (ft). It lists results for "Primer Anillo" through "Decimo Anillo".
- Resultados de Espesor Fondo y Placa Anular:** Contains input fields for "Espesor Fondo (tb)" (in), "Esp. Placa Anular (tpa)" (in), and "Ancho Radial" (in).

Figura 4.27 Interfaz para cálculo de espesores del tanque atmosférico.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica los datos iniciales del tanque atmosférico.

The screenshot shows the "Datos Iniciales" section of the software interface. It contains four input fields:

- "Diametro del Tanque" (ft)
- "Capacidad del Tanque" (Barriles)
- "Altura" (ft)
- "Numero de Anillos"

Figura 4.28 Datos generales del tanque atmosférico.

Fuente: Autores de la Tesis.

Los datos iniciales son los definidos en el paso 2, de la secuencia general de diseño, en el formulario de selección general.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica los materiales, la eficiencia de la junta, el espesor de corrosión y el botón que contiene el tipo de cálculo de punto fijo o punto variable.

Materiales

Sd [] [Psi] St [] [Psi]

Materiales [] Sy [] [Psi] Sut [] [Psi]

Eficiencia (E) [] []

Espesor de Corrosion [0]

Método de Calculo de Espesores

Punto Fijo Punto Variable

Calcular Espesor

Figura 4.29 Detalles espesores cuerpo envolvente del tanque.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica el resultado de los cálculos por punto fijo o variable, para espesores con sus correspondientes alturas, además de los resultados para fondo y placa anular.

Resultado de Calculo de Espesores

	Espesor Calculado	Altura del Anillo	[ft]
Primer Anillo	[]	[]	[ft]
Segundo Anillo	[]	[]	[ft]
tercer Anillo	[]	[]	[ft]
Cuarto Anillo	[]	[]	[ft]
Quinto Anillo	[]	[]	[ft]
Sexto Anillo	[]	[]	[ft]
Septimo Anillo	[]	[]	[ft]
Octavo Anillo	[]	[]	[ft]
Noveno Anillo	[]	[]	[ft]
Decimo Anillo	[]	[]	[ft]

Resultados de Espesor Fondo y Placa Anular

Espesor Fondo (tb) [] [in]

Esp. Placa Anular (tpa) [] [in]

Ancho Radial [] [in]

Figura 4.30 Resultado de los cálculos por punto fijo o variable.

Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO ANILLOS DE RIGIDACIÓN

Para definir los anillos de Rigidación del tanque debemos realizar los siguientes pasos:

1. Elegir el tipo de ángulo tope,
2. Revisar el uso de viga,
3. Analizar los datos de estabilidad, si fuese el caso.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica el diseño de ángulo tope.

DISEÑO DE ANGULO DE TOPE

TIPO DE UNION CUERPO
TECHO-ANGULO TOPE

TIPO DE PLATINA [in]

TB X I X

TIPO ANGULO TOPE Ts

AREA TRANSVERSAL
UNION CUERPO-TECHO [in2]

JUNTA
EN LA UNION CUERPO-TECHO [in2]

Figura 4.31 Diseño de ángulo tope.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica el cálculo de la altura de columnas, para las vigas internas del tanque. Además de un botón que determina el uso de viga intermedia.

ALTURAS DE COLUMNAS

H1 [ft]

USO DE ANCLAJES

ALTURA DE LA VIGA (Ht) [ft]

ESPESOR DEL ANILLO [ft]

LONGITUD DE LA PLATINA [ft]

Figura 4.32 Cálculo de la altura de columnas.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica los detalles de la estabilidad.

DATOS DE ESTABILIDAD

MOMENTO DE VOLTEO
EJERCIDO POR LA PRESION DEL VIENTO [ft-lbf]

MOMENTO RESISTENTE
EJERCIDO POR LA CARGA MUERTA [ft-lbf]

Figura 4.33 Detalles De La Estabilidad.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO MANHOLE DEL CUERPO

Para diseñar el MANHOLE del cuerpo del tanque debemos realizar los siguientes pasos:

1. Definir una identificación,
2. Seleccionar el diámetro de MANHOLE,
3. Seleccionar el nivel máximo de liquido,
4. Seleccionar el espesor de refuerzo,

Se debe de seguir esta secuencia de lo contrario no se alcanzaría a obtener los resultados deseados.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica detalles del MANHOLE del cuerpo.

DATOS PARA LA SELECCION

IDENTIFICACION

DIAMETRO MANHOLE (Dmh) [in]

MAX. NIVEL LIQUIDO (HL) [ft]

ESPESOR REFUERZO (T) [in] decimal de pulgadas

ESPESOR DEL PRIMER ANILLO

Figura 4.34 Detalles del MANHOLE del cuerpo.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica las características del MANHOLE seleccionado.

Parámetro	Unidad	Valor
ESPESOR DE LA TAPA (tc)	[in]	
ESPESOR DE LA BRIDA (tf)	[in]	
ESPESOR TUBO PARA CUELLO (tn)	[in]	
DIAM. EXTERIOR (Dc)	[in]	
DIAM. EJES AGUJEROS (Db)	[in]	
NUMERO AGUJEROS (Nh)	[in]	
DIAM. AGUJEROS (Dh)	[in]	
DIAM. PERNOS (Dn)	[in]	
MIN. DIST. ENTRE FONDO Y EJE (C)	[in]	

Figura 4.35 Características del MANHOLE
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente **Figura** se puede apreciar el panel que indica detalles del refuerzo de MANHOLE.

Parámetro	Unidad	Valor
DIAM. DEL HOGAR (Dr)	[in]	
LADO O DIAMETRO DEL REFUERZO (L o D)	[in]	
ANCHO (Wr)	[in]	

Figura 4.36 Refuerzo de MANHOLE.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO DE BOQUILLAS

Para diseñar boquillas del tanque debemos realizar los siguientes pasos:

1. seleccionar el tipo de boquilla,
2. Elegir el diámetro para la boquilla,
3. Elegir el espesor del refuerzo para la boquilla seleccionada,
4. Analizar el resultado obtenido
5. Dar clic en guardar y continuar con el diseño.

Se deben de elegir como mínimo 3 boquillas.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica la selección de boquillas.

DATOS PARA LA SELECCIÓN

TIPO DE BOQUILLA

BOQUILLA REGULAR BOQUILLA BAJA BOQUILLA ROSCADA

Guardar 1

CARACTERÍSTICAS BOQUILLA SELECCIONADA

IDENTIFICACIÓN BOQUILLA 1

DIAMETRO (NPS) [in]

ESPESOR REFUERZO (T) EQUIVALENTE [in]

ESPESOR PRIMER ANILLO

DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO (Dp) [in]

ESPESOR NOMINAL DEL TUBO (tn) [in]

MIN. DISTANCIA DESDE LA PLACA. (J) [in]

MIN. DISTANCIA DESDE BASE (Hn o C) [in]

ESPESOR FILETE SOLDADURA (B) [in]

ESPESOR FILETE SOLDADURA (A1 o A2) [in]

DETALLE BOQUILLA

DETALLE DE SOLDADURA

Figura 4.37 Selección de boquillas.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica detalles de brida.

CARACTERÍSTICAS DE BRIDA SELECCIONADA

ESPESOR DE LA BRIDA (Cb) [in]

DIAM. EXTERIOR (A) [in]

DIAM. EJES (Cb) [in]

NUMERO AGUJEROS (Nh) [in]

DIAM. AGUJEROS (Dh) [in]

DIAM. PERNOS (D) [in]

DETALLE DE LA BRIDA

Figura 4.38 Detalles De Brida.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica detalles del refuerzo de la Boquilla.

REFUERZO DE BOQUILLA

DIAM. DEL HOGAR (Dr)	<input type="text"/>	[in]	<input type="radio"/> TIPO CIRCULAR <input type="radio"/> TIPO DIAMANTE
LADO O DIAMETRO DEL REFUERZO (L o D)	<input type="text"/>	[in]	
ANCHO REFUERZO (Wr)	<input type="text"/>	[in]	

Figura 4.39 Refuerzo de la Boquilla.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO ACCESORIOS DE LIMPIEZA

Para diseñar los accesorios de limpieza del tanque debemos realizar los siguientes pasos:

1. Definir o ingresar una identificación,
2. Elegir un ancho y alto para la abertura,
3. Seleccionar el nivel máximo de líquido.
4. Analizar los resultados
5. Continuar con el diseño dando clic en el botón siguiente.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica detalles de los accesorios de limpieza.

DATOS PARA LA SELECCION

IDENTIFICACION	<input type="text"/>	
ALTO x ANCHO ABERTURA	lx	<input type="text"/> [in]
MAX. NIV.	(HL)	<input type="text"/> [ft]

Figura 4.40 Detalles de los accesorios de limpieza.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica las características de los accesorios seleccionados.

CARACTERÍSTICAS DE ACCESORIO SELECCIONADO			
RADIO DE LA ABERTURA	(r1)	<input type="text"/>	[in]
ANCHO PLACA REFUERZO	(w)	<input type="text"/>	[in]
ALTO PLACA REFUERZO	(L)	<input type="text"/>	[in]
RADIO PLACA REFUERZO	(r2)	<input type="text"/>	[in]
ESPESOR PLACA REFUERZO	(td)	<input type="text"/>	[in]
ANCHO LADO DE LA BRIDA	(f3)	<input type="text"/>	[in]
ANCHO BASE DE LA BRIDA	(f2)	<input type="text"/>	[in]
ESPESOR BRIDA Y TAPA	(tc)	<input type="text"/>	[in]
DIST. EJE AGUJEROS Y EXTREMO BRIDA	(e)	<input type="text"/>	[in]
DIST. ESP. ENTRE AGUJEROS	(g)	<input type="text"/>	[in]
NUMERO DE AGUJEROS	(Nh)	<input type="text"/>	[in]
DIAMETRO AGUJEROS	(Dh)	<input type="text"/>	[in]
DIAMETRO DE PERNOS	(Dn)	<input type="text"/>	[in]
ESPESOR PLACA FONDO REFUERZO	(tb)	<input type="text"/>	[in]

Figura 4.41 Características de los Accesorios Limpieza.

Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO MANHOLE TECHO

Para diseñar MANHOLE del techo del tanque debemos realizar los siguientes pasos:

1. Ingresar una identificación,
2. Seleccionar un diámetro para el techo,
3. Analizar los resultados,
4. Dar clic en el botón siguiente para continuar con el diseño.

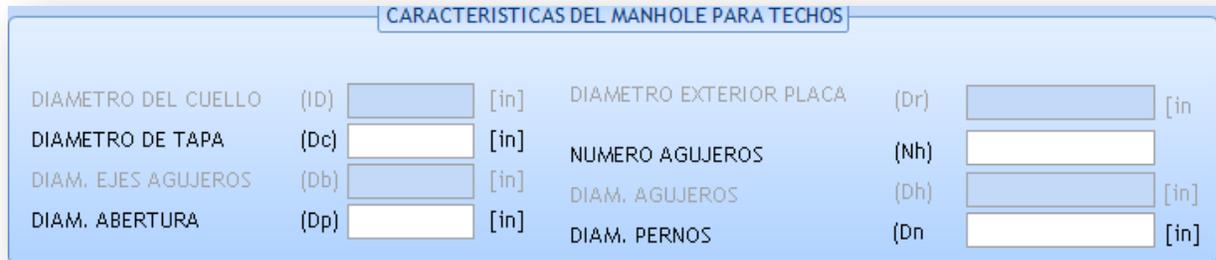
En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica detalles de MANHOLE del techo.

DATOS GENERALES	
IDENTIFICACION	<input type="text"/>
DIAMETRO (Dmh)	<input type="text"/> [in]

Figura 4.42 Detalles de MANHOLE del techo.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica las características del MANHOLE de techo seleccionado.



Panel de características del manhole para techos con los siguientes campos de entrada:

CARACTERÍSTICAS DEL MANHOLE PARA TECHOS	
DIAMETRO DEL CUELLO (ID)	<input type="text"/> [in]
DIAMETRO EXTERIOR PLACA (Dr)	<input type="text"/> [in]
DIAMETRO DE TAPA (Dc)	<input type="text"/> [in]
NUMERO AGUJEROS (Nh)	<input type="text"/>
DIAM. EJES AGUJEROS (Db)	<input type="text"/> [in]
DIAM. AGUJEROS (Dh)	<input type="text"/> [in]
DIAM. ABERTURA (Dp)	<input type="text"/> [in]
DIAM. PERNOS (Dn)	<input type="text"/> [in]

Figura 4.43 Características del MANHOLE de techo seleccionado.

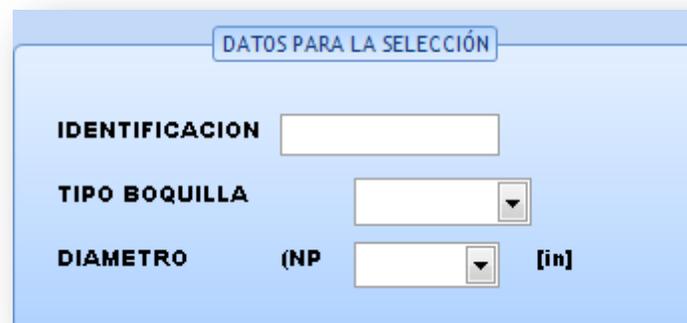
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO BOQUILLAS TECHO

Para diseñar las Boquillas del techo del tanque debemos realizar los siguientes pasos:

1. Se ingresa una identificación,
2. Se selecciona un tipo de boquilla,
3. Se elige un diámetro,
4. Se Analiza resultados,
5. Se da clic en el botón continuar para seguir diseñando.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica detalles de boquilla de techo.



Panel de datos para la selección de boquilla de techo con los siguientes campos de entrada:

DATOS PARA LA SELECCIÓN	
IDENTIFICACION	<input type="text"/>
TIPO BOQUILLA	<input type="text"/> ▼
DIAMETRO (NP)	<input type="text"/> ▼ [in]

Figura 4.44 Detalles de boquilla de techo.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica las características de la Boquilla seleccionada.

CARACTERÍSTICAS BOQUILLA SELECCIONADA			
DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO	(D)	<input type="text"/>	[in]
DIAM. ABERTURA EN EL TECHO	(D)	<input type="text"/>	[in]
MIN. ALTURA DE LA BOQUILLA	(Hr)	<input type="text"/>	[in]
DIAM. PLACA DE REFUERZO	(Dr)	<input type="text"/>	[in]

DETALLE BOQUILLA

Figura 4.45 Características Boquilla.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica las características de la Brida elegida.

CARACTERÍSTICAS DE BRIDA			
ESPESOR DE LA BRIDA	(Qb)	<input type="text"/>	[in]
DIAM. EXTERIOR	(A)	<input type="text"/>	[in]
DIAM. EJES	(Cb)	<input type="text"/>	[in]
NUMERO AGUJEROS	(Nh)	<input type="text"/>	
DIAM. AGUJEROS	(Dh)	<input type="text"/>	[in]
DIAM. PERNOS	(Dn)	<input type="text"/>	[in]

DETALLE DE LA BRIDA

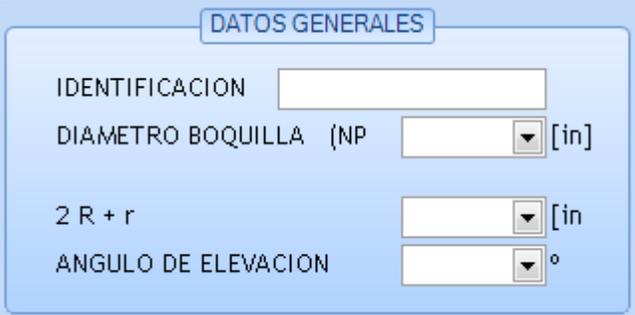
Figura 4.46 Características de la Brida.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO GRADAS SUMIDEROS Y PASAMANOS

Para diseñar gradas sumideros y pasamanos del tanque se debe realizar los siguientes pasos:

1. Definir una identificación de la grada,
2. Seleccionar el Diámetro de boquilla para grada,
3. Selección de alto y ancho de la grada,
4. Selección ángulo de elevación
5. Analizar los resultados en base a las elecciones.
6. Dar clic en el botón siguiente para continuar con el diseño.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica datos generales de la boquilla seleccionada.



Panel de datos generales de la boquilla seleccionada. El panel tiene un título "DATOS GENERALES" y contiene los siguientes campos:

IDENTIFICACION	<input type="text"/>
DIAMETRO BOQUILLA (NP)	<input type="text"/> [in]
2 R + r	<input type="text"/> [in]
ANGULO DE ELEVACION	<input type="text"/> °

Figura 4.47 Datos generales de la boquilla seleccionada.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica Características de los sumideros.

CARACTERÍSTICAS DEL SUMIDEROS

DIAM. DEL	(A)	<input type="text"/>	[in]	
FONDO DEL	(B)	<input type="text"/>	[in]	
DIST. DESDE	(C)	<input type="text"/>	[in]	
ESPESOR PLACAS	(t)	<input type="text"/>	[in]	
MIN. ESP. DE LA		<input type="text"/>	[in]	
MIN. ESP. DEL		<input type="text"/>	[in]	

DETALLE DEL SUMIDERO

Figura 4.48 Características de los sumideros.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica Detalles gradas y pasamanos.

GRADAS Y PASAMANOS

ANCHO DE GRADA	(r)	<input type="text"/>	[in]	LONGITUD DE GRADA	(L)	<input type="text"/>	[in]
ALTURA DE GRADA	(R)	<input type="text"/>	[in]	NUMERO DE GRADAS		<input type="text"/>	
				ALTURA DEL	(l)	<input type="text"/>	[in]

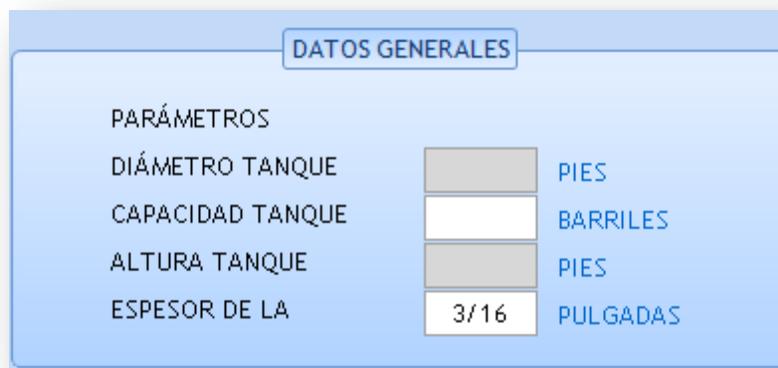
Figura 4.49 Detalles gradas y pasamanos.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ **SELECCIÓN ESTRUCTURA SOPORTANTE TECHOS CÓNICOS**

Para diseñar la estructura soportante del techo cónico del tanque se debe realizar los siguientes pasos:

1. Elegir la alternativa, en base esta aparece el tipo de perfil que maneja,
2. Analizar los resultados de la elección anterior, los mismos que aparece en paneles inferiores.
3. Dar clic en el botón siguiente para continuar con el diseño.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel Datos generales del tanque atmosférico.



El panel muestra un formulario con el título "DATOS GENERALES" en un recuadro superior. Debajo, se listan cuatro parámetros con sus respectivos campos de entrada y unidades:

PARÁMETROS	Valor	Unidad
DIÁMETRO TANQUE	[Campo vacío]	PIES
CAPACIDAD TANQUE	[Campo vacío]	BARRILES
ALTURA TANQUE	[Campo vacío]	PIES
ESPESOR DE LA	3/16	PULGADAS

Figura 4.50 Datos generales del tanque atmosférico.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar de la alternativa Estructura Soportante De Los Techos Cónicos.

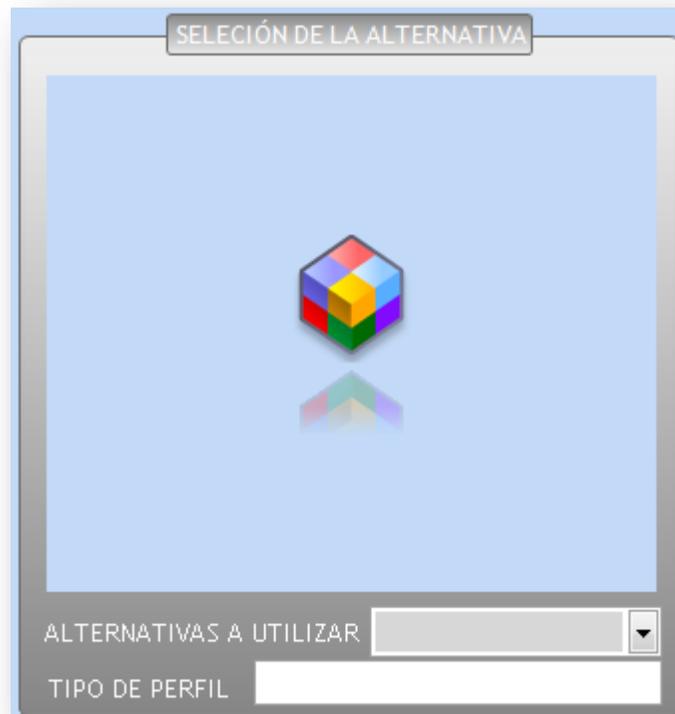


Figura 4.51 Selección de la alternativa Estructura Soportante De Los Techos Cónicos.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar Características de la estructura seleccionada.

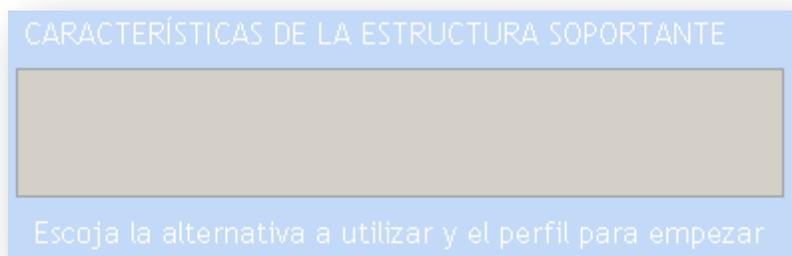


Figura 4.52 Características de la estructura seleccionada.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar Detalles Radio, Correas, vigas.

DISEÑO Y SELECCIÓN DE LAS COLUMNAS SOPORTANTES.

Nota: Escoja el tipo de la sección de la columna y luego de un clic en calcular, escoja un valor permitido de carga máxima.

SECCION COLUMNA

SECCIÓN ARMADA
 SECCIÓN CIRCULAR

Elíje un valor de la lista, para continuar

CARGA MÁXIMA LIBRAS

SECCIÓN ARMADA

	CANAL VERTICAL	CANAL
COLUMNA CENTRAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLUMNA INTERIOR	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLUMNA EXTERIOR	<input type="text"/>	<input type="text"/>

SECCIÓN CIRCULAR

	TUBO	SCH
COLUMNA CENTRAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLUMNA INTERIOR	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLUMNA EXTERIOR	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 4.54 Columnas soportantes.

Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica la Altura de las columnas.

ALTURAS DE COLUMNAS

ALTURA NOMINAL	<input type="text"/>	PIES
COLUMNA CENTRAL	<input type="text"/>	PIES
COLUMNA INTERIOR	<input type="text"/>	PIES
COLUMNA EXTERIOR	<input type="text"/>	PIES

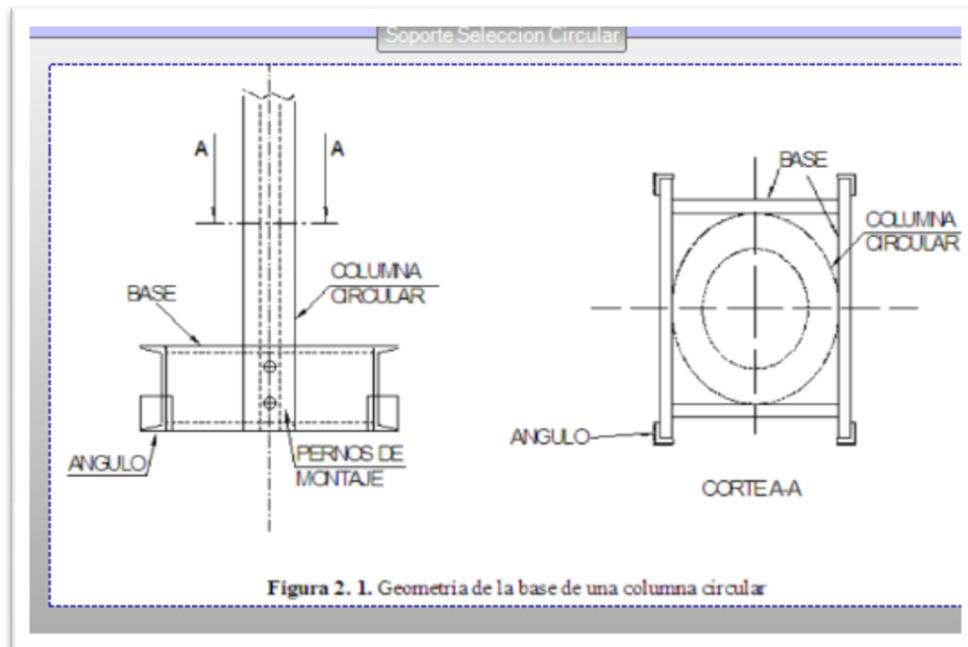
Figura 4.55 Altura de las columnas.

Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO BASES ESTRUCTURA METÁLICA SOPORTANTE

Desde aquí podemos apreciar los detalles de cada columna, puede ser circular o armada. Aquí aparece la recomendación que proporciona la norma API para cada tipo de columna.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica los detalles del tipo de columna.



DETALLES

CARGA MÁXIMA LIBRA

Nota: La carga máxima es aquella mayor entre la carga de la columna central y/o intermedia y/o exterior

PERFIL PARA BASE RECOMENDADO

Figura 4.56 Detalles columna, Estructura Metálica Soportante.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ **DISEÑO ESPESOR DE CARTELA Y TIPO DE SOLDURA**

Desde esta interfaz podemos visualizar el resultado de los cálculos anteriores.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica el Espesor de la cartela.

DISEÑO Y SELECCION DEL ESPESOR DE LA CARTELA Y TIPO DE SOLDADURA

CORREAS EXTERIORES	<input type="text"/>	
CARGA EN LA CARTELA	<input type="text"/>	LIBRA
LONGITUD DE LA SOLDADURA	<input type="text"/>	PULGADAS
DIAMETRO MINIMO DEL	<input type="text"/>	PULGADAS
EXCENTRICIDAD	<input type="text" value="4.7"/>	[PULG]
ESFUERZO POR	<input type="text"/>	Kips/
ESFUERZO POR	<input type="text"/>	Kips/P
ESFUERZO	<input type="text"/>	Kips/

GEOMETRIA DE LA CARTELA PARA CORREAS TIPO:

Figura 4.57 Espesor cartela.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar detalles del Tipo de soldadura y Espesor de la Cartela.

TIPO DE SOLDADURA Y ESPESOR DE LA CARTELA

TAMAÑO DE LA SOLDADURA	<input type="text"/>
TAMAÑO DE LA SOLDADURA	<input type="text"/>
ESPESOR DE LA CARTELA	<input type="text"/>

Figura 4.58 Tipo de Soldadura y Espesor de la Cartela.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ DISEÑO ESPESOR DEL DISCO UBICADO EN LA COLUMNA CENTRAL

Para diseñar el espesor del disco de la columna central del tanque se debe realizar los siguientes pasos:

1. Analizar los resultados obtenidos,
2. Se da clic en el botón siguiente para continuar con el diseño.
3. A partir de este momento, ha finalizado el diseño de tanques atmosféricos,
4. Exportar datos a Excel o imprimir los datos en un archivo plano ó PDF.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica Datos correas interiores.



The image shows a software interface window titled "DATOS CORREAS INTERIORES". The window has a light blue header. On the left side, there are five input fields with labels: "TIPO", "CANTIDAD", "CARGA COLUMNA", "ANCHO DEL PATIN", and "ESFUERZO PERMISIBLE". On the right side, there is a large light blue area containing a 3D cube icon with colored faces (red, yellow, blue, green). Below this area, the text "DISPOSICION DEL DISCO DE LA COLUMNA CENTRAL" is visible.

Figura 4.59 Datos correas interiores.
Fuente: Autores de la Tesis.

En la siguiente figura se puede apreciar el panel que indica el Diámetro y espesor del disco.

The image shows a software interface panel titled "DIAMETRO Y ESPESOR DEL DISCO". It is divided into several sections for data entry:

- COLUMNA ARMADA**: Contains two input fields labeled "CANAL VERTICAL" and "CANAL HORIZONTAL".
- COLUMNA CIRCULAR**: Contains two input fields labeled "TUBO ϕ " and "SCH".
- PARAMETERS**: A list of parameters on the right side, each with an input field:
 - RADIO INTERNO
 - RADIO EXTERNO
 - Rd/rd (with a button labeled "Rd/rd")
 - K
 - K'
 - ESPESOR DEL DISCO (hd)

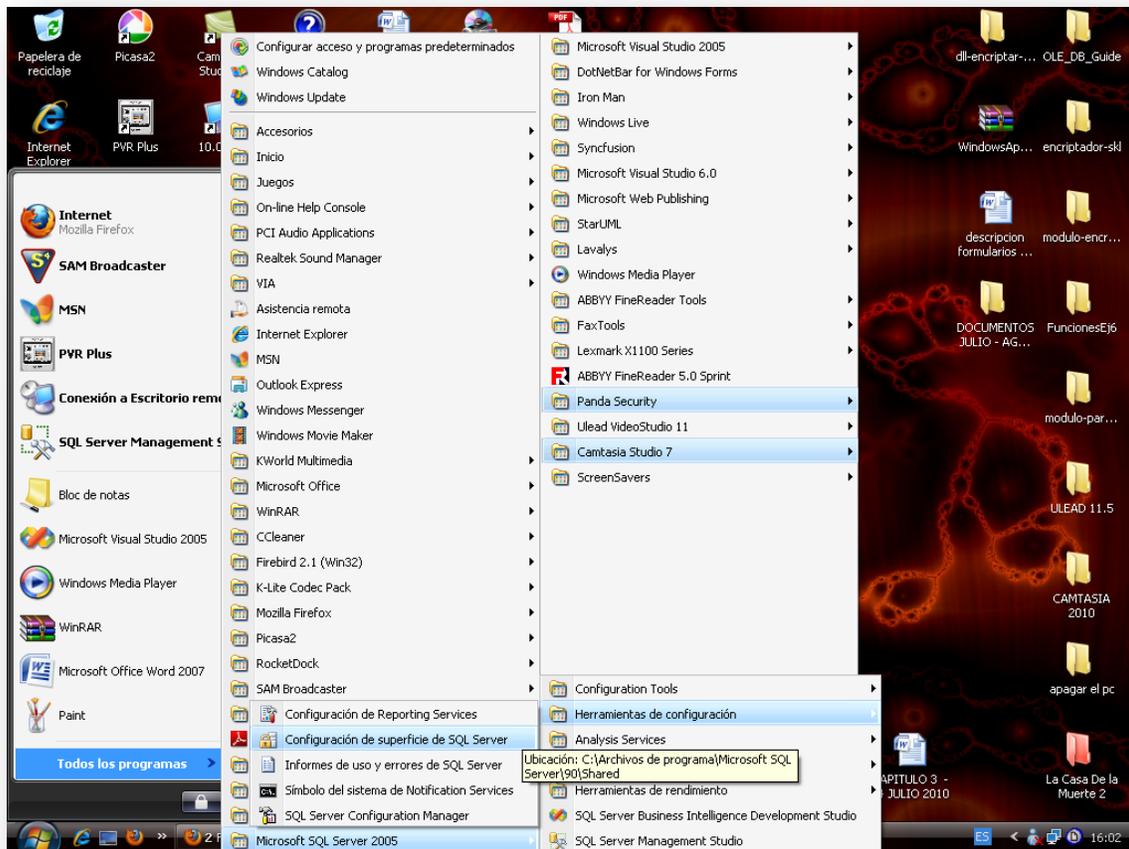
Figura 4.60 Diámetro y espesor del disco.
Fuente: Autores de la Tesis.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

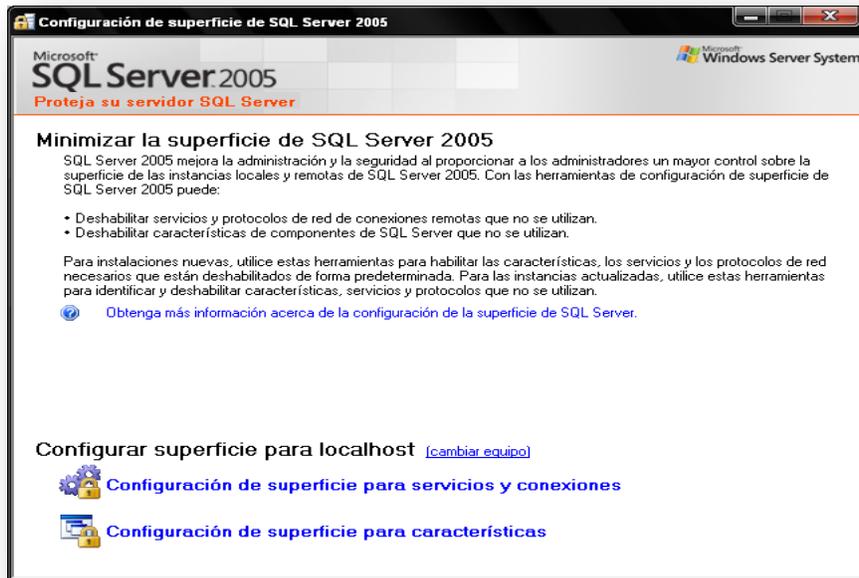
- Conexiones con el servidor de base de datos, SQL server 2005.

Procedimiento: conexión desde un acceso remoto.

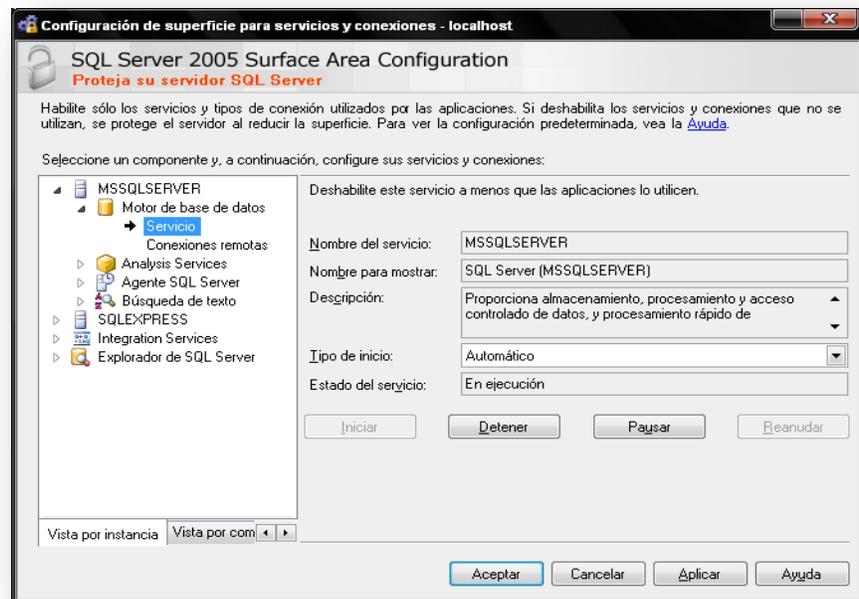
Arquitectura Cliente – Servidor



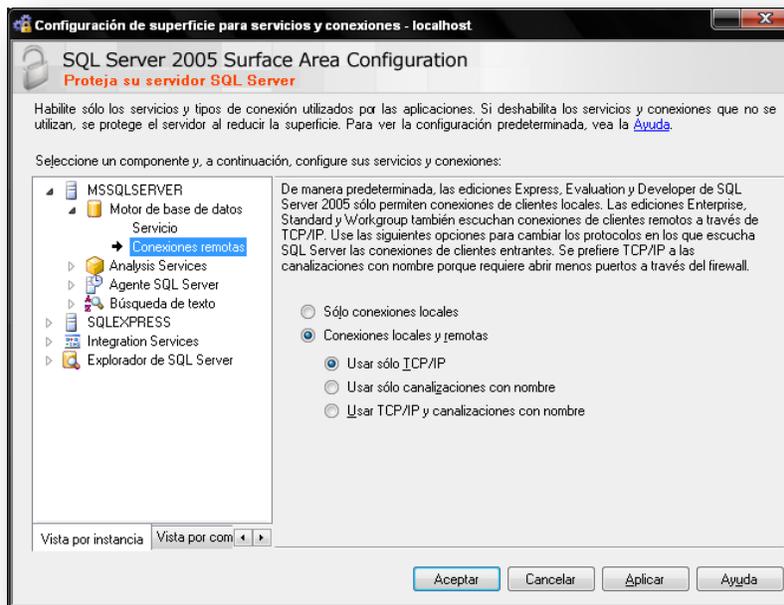
1. Se da clic en inicio,
2. Se da clic en todos los programas,
3. Se da clic en Microsoft SQL Server 2005,
4. Finalmente se da clic configuración de superficie de SQL Server.
5. Aparece una pantalla similar a esta:



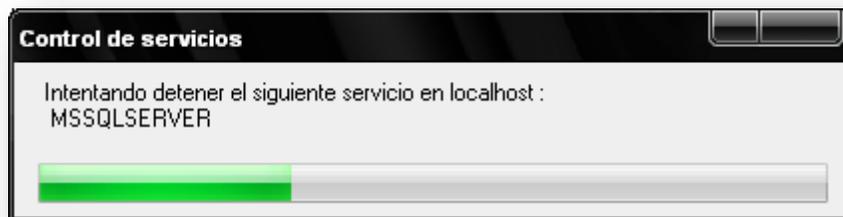
6. Seguidamente se da clic en configuración de superficie para servicios y conexiones. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



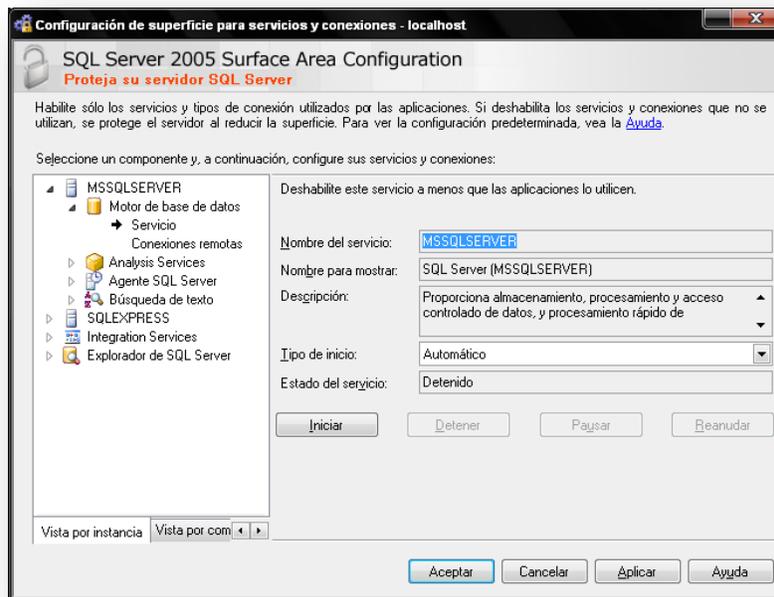
7. Se da clic en conexiones remotas. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



8. Se elige conexiones locales y remotas, verificamos que este elegido usar solo TCP/IP.
9. Se da clic en aplicar.
10. Se vuelve al menú situado a la izquierda de la pantalla, se da clic en servicio
11. Seguidamente se da clic en detener. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



Ahora, detenido el servicio, se da clic en iniciar y esperamos a que se inicie el sistema, con las nuevas configuraciones. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.

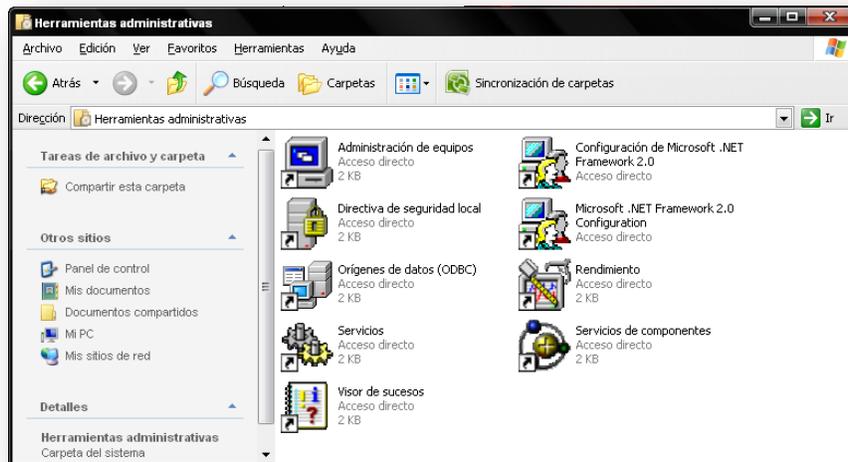


Botón Inicio

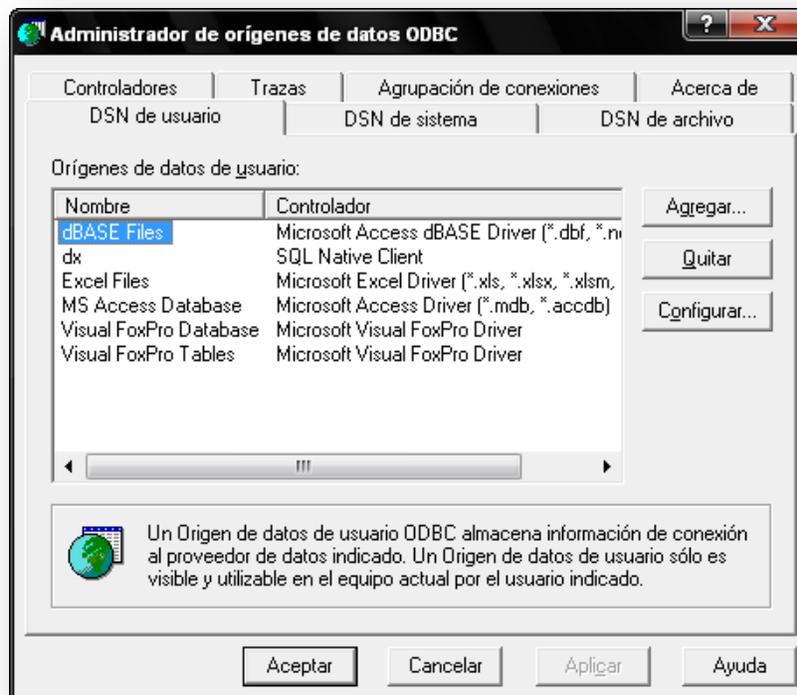


Inicialización del servicio MSSQLSERVER.

12. Ahora se va a configurar en la maquina o PC, que va hacer uso de la información, se da clic en inicio.
13. Se busca panel de control,
14. Elegimos herramientas administrativas, Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.

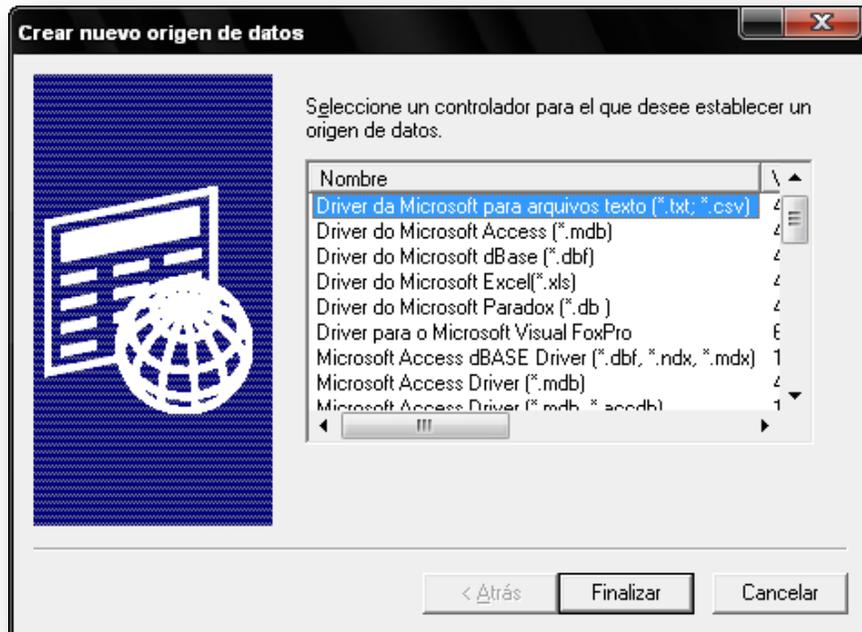


15. Se da clic en DNS de usuario, y se elige agregar...

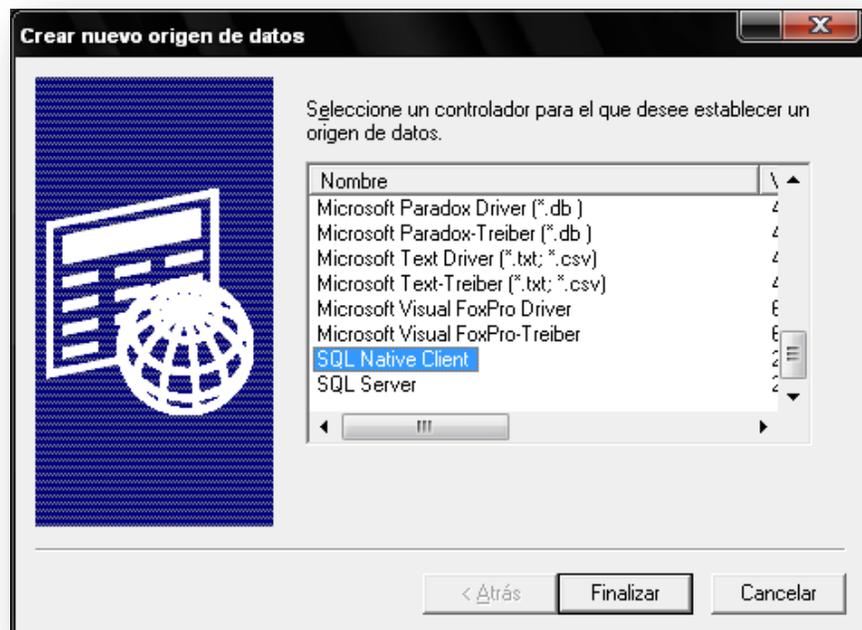


Administración de orígenes de datos ODBC.

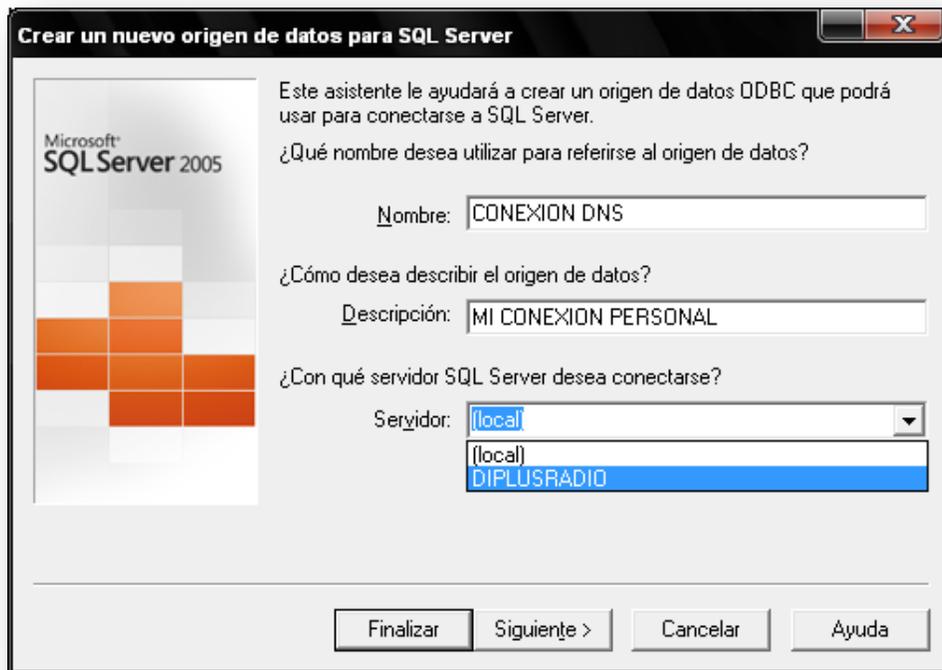
16. Ahora se va a configurar el origen de datos, seleccionando SQL server 2005



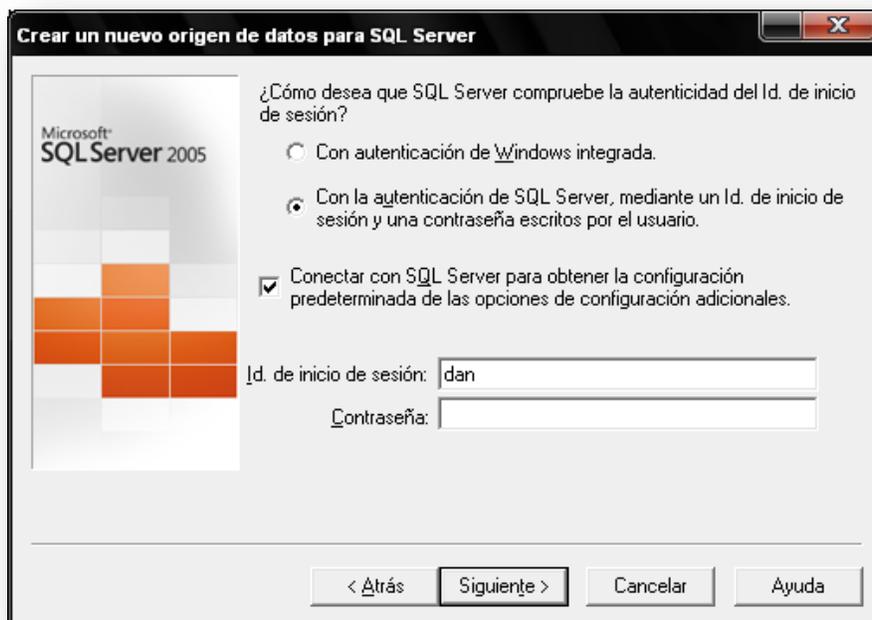
17. En esta pantalla se establece el tipo de origen, para nuestro caso SQL Native Client. Se da clic en siguiente.



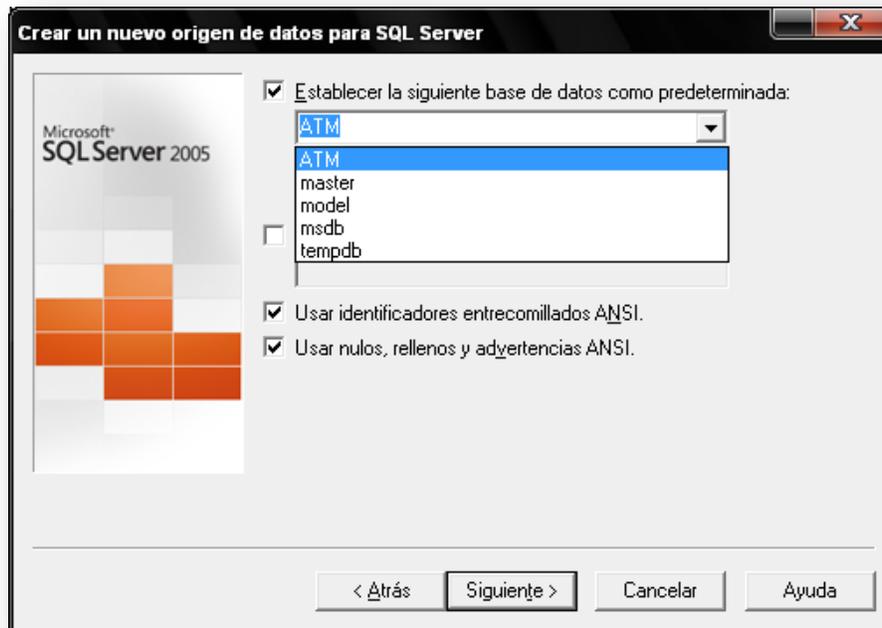
Se da clic en finalizar. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



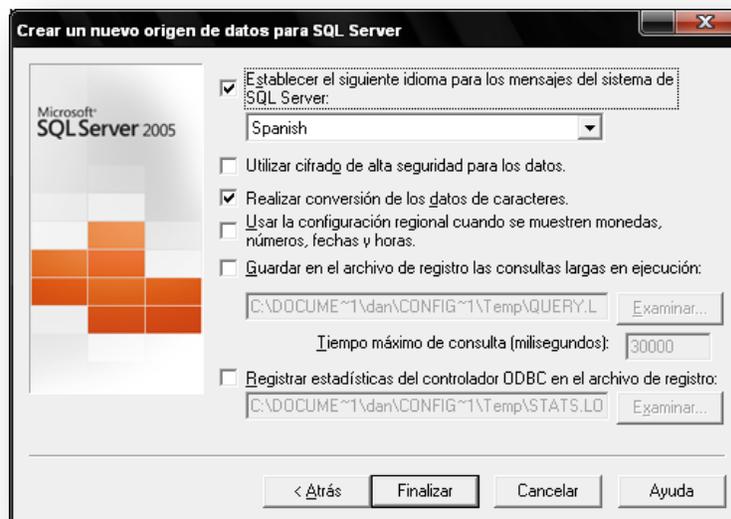
18. Se establece nombre, descripción y servidor para la conexión. Se da clic en siguiente



19. Se selecciona autenticación de SQL Server. Se Ingresa el id de inicio de sección y la contraseña. Se da clic en siguiente. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



20. Se establece nuestra base de datos, como predeterminada, para nuestro caso puede ser ATM.



21. Finalmente Se da clic en finalizar. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



22. Para Verificar Que La Conexión Está En Buenas Condiciones Se da Clic En probar origen de datos. Aparece una pantalla similar a la siguiente figura.



Donde aparece un mensaje que informa, pruebas completadas correctamente, se da clic en aceptar, y esta lista la configuración a un servidor remoto.

ANEXO 5
EVALUACIONES DE SOFTWARE

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la aplicación se siguió un proceso en conjunto con el ingeniero mecánico Luis Bustamante el cual ha ido guiando en los diferentes incrementos los mismos.

Por lo que se ha minimizado una cantidad grande de errores producto del desconocimiento de la materia a profundidad por parte de los desarrolladores.

Al ser el programa de carácter informativa y de soporte en toma de decisiones se ha puesto principal interés en dotar al programa de una interfaz sencilla y de fácil aprendizaje en su manejo sin complicadas verificaciones y con un nivel de seguridad aceptable para precautelar los datos personales de los usuarios, los principales errores que se han presentado son los siguientes:

➤ **Errores en el Desarrollo**

- **Error:** Para dotar al programa de una validación de claves de usuario se ha escogido los métodos de encriptamiento de la arquitectura Microsoft .net, pero hemos detectado una incompatibilidad con el motor de base de datos que no maneja datos del sistema de codificado UTF o UNICODE, únicamente permite utilizar ANSI, lo cual genero que los datos lleguen a la base de datos corruptas y al intentar recuperar la claves únicamente lleguen datos corruptos.

Solución: Utilizar ADODB para comunicarse con la base de datos para precautelar que los datos enviados lleguen de manera correcta en este y en las demás secciones, Generalizar los tipos de datos en la base de datos para que pueda migrar a cualquier motor de base de datos y que la aplicación no sea exclusiva de SQL SERVER 2005.

También utilizar el sistema de codificación ANSI en todo el proyecto.

- **Error:** No se poseía una forma fácil y segura de presentar los informes al usuario.

Solución: Se usaron soluciones gratuitas para crear archivos PDF, con el inconveniente que se debía escribir manualmente línea a línea lo que se quería mostrar, pero el resultado final es bastante sencillo y no afecta en el desempeño final del sistema.

Error: Dado los costos de la licencia SQL SERVER, se precisa prever que la base de datos sea de fácil migración a otros motores de base de datos.

Solución: La base de datos en todas sus tablas se usaron tipos de datos genéricos evitando así pérdida de información en las migraciones, por lo que es muy factible migrar a un motor gratuito en cualquier momento.

Se utilizó orígenes de datos DSN para poder hacer posible que la aplicación no detecte al motor de base de datos, ni que sea dependiente de un determinado motor de base de datos.

➤ **Pruebas Realizadas**

Para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación se siguieron las siguientes pruebas al software terminado como se detalla a continuación:

1. – Pruebas de Integridad de los Datos, con la ayuda del ingeniero mecánico se verificó que los datos obtenidos por cada incremento sea la correcta, ajustando los resultados a los estándares de ingeniería mecánica.
2. Se realizaron encuestas a los 4 usuarios para determinar el nivel de facilidad de uso, formularios que se adjuntan con los resultados. En las partes más complicadas se incluyó ayudas visuales en modo de menús emergentes para facilitar el aprendizaje

3. Se realizaron pruebas para verificar que se cumpla con los principios de heurística o usabilidad.

➤ **Formato de evaluaciones**

“ATMOS TANK - Encuesta al Usuario final”

Objetivo: Determinar el grado de facilidad de uso y entendimiento del “Sistema Informático ATMOS TANK 650 Versión 1.0.

Intervalo de puntuación 5, 4, 3, 2, 1, 0, **nota:** Puntuación calificaciones 5 para la más alta y 0 para la más baja.

1. El nivel de manejo del sistemas es:

Fácil	
Complejo	
Difícil	

2. En general el sistema:

Me agradó	
Me desagradó	

3. La interacción con el sistema es:

Intuitiva	
Confusa	

4. Los mensajes del sistema:

Me guiaron	
Me confundieron	

5. La ayuda proporcionada por el sistema es:

Informativa	
No encontré lo que buscaba	

6. Una vez que el sistema este operando, lo usaría:

Sí Frecuentemente	
No Nunca	

7. Deja Tu Comentario

Gracias Por Su Colaboración!

“ATMOS TANK”

Evaluador: _____

Objetivo: Determinar si el sistema cumple con los principios de usabilidad o heurística.

Heurística

Errores encontrados

1. Dialogo simple y natural	
2. Hablar el idioma del usuario	
3. Minimizarle la carga de memoria al usuario	
4. Consistencia	
5. Retroalimentación	
6. Salidas claramente marcadas	
7. Atajos	
8. Buenos mensajes de error	
9. Prevenir errores	
10. Ayuda y documentación	

USABILIDAD

PARTICIPANTES

APELLIDOS Y NOMBRES	CEDULA IDENTIDAD	FIRMA
SR. Jhohan Muñoz	172234964-2	
SRITA. Yadira Patricia Ramos Murillo	1717191991	

PERSONAL AREA DE INGENIERIA MECÁNICA

APELLIDOS Y NOMBRES	CEDULA IDENTIDAD	FIRMA
INGENIERO LUIS EDUARDO BUSTAMANTE GAONA	110383359-4	

PERSONAL DEL ÁREA DE SISTEMAS

APELLIDOS Y NOMBRES	CEDULA IDENTIDAD	FIRMA
DAVID RAMOS	171719198-3	
DANILO CABEZAS	171841889-8	

Tabla Participantes.
Fuente: Autores de la Tesis.

➤ MÉTODO DE EVALUACIÓN

Las pruebas se realizaron en 2 fases la primera cuando se terminaron los incrementos y la otra un mes después al corregir los fallos que los usuarios detectaron en la primera fase.

Para verificar el grado de usabilidad se uso la siguiente fórmula:

- **Grado De Usabilidad** = $5(\text{Respuesta}) * 4(\text{Participantes}) * 6(\text{Número Preguntas})$
=120.

Por Usuario En Cada Pregunta.

Fórmula 5.1

Fuente: Autores de la Tesis.

- **Promedio GLOBAL** = $((\text{SGU} / \text{P}) * 100) / \text{GUM}$

Fórmula 5.2

Fuente: Autores de la Tesis.

Donde:

SGU= Suma Total del Grado De Usabilidad,

P= Participantes,

GUM= Grado Usabilidad Máximo,

Grado De Usabilidad Máximo= $5(\text{Respuesta más alta}) * 4(\text{Participantes}) * 6(\text{Número Preguntas})$

✓ TABLA DE CALIFICACIONES

FECHA: 12/06/2010

En la siguiente Tabla se puede apreciar en las calificaciones de las evaluaciones de software inicial, se realizo la encuesta a 4 personas al azar, con diferente grado de edad y conocimiento, empezando por colegas y terminando con el ingeniero mecánico.

Resultados obtenidos de las encuestas realizadas en la fase inicial de pruebas

NUMERO	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO
PREGUNTA	1	2	3	4
1	3	3	3	3
2	3	4	4	4
3	1	3	3	3
4	2	3	4	3
5	3	3	3	4
6	4	3	2	1

Tabla Calificaciones Inicial.
Fuente: Autores de la Tesis.

Se aplica la fórmula 5.1 para los valores de cada pregunta y la formula 5.2 para el promedio en la siguiente tabla:

✓ **Promedio Evaluación Inicial**

PREGUNTAS	PERSONAS				PROMEDIO
6	4				
USUARIO 1	USUARIO 2	USUARIO 3	USUARIO 4		
72	72	72	72		60%
72	96	96	96		75%
24	72	72	72		50%
48	72	96	72		60%
72	72	72	96		65%
96	72	48	24		50%

Tabla Promedio evaluaciones Iniciales.
Fuente: Autores de la Tesis.

• **Resultados evaluaciones Etapa Final, Incremento 1, 2,3**

En la siguiente tabla se puede apreciar los porcentajes resultantes, correspondientes a cada pregunta. El grado de usabilidad alcanza el 75% en su punto más alto y en su punto más bajo se encuentra en el 50%.

Con estos resultados podemos ver que en ciertas partes el programa era demasiado confuso y faltaban ayudas.

Con ayuda de los cuadros de sugerencias se pudo conseguir, la falencia del programa para su reparación posterior.

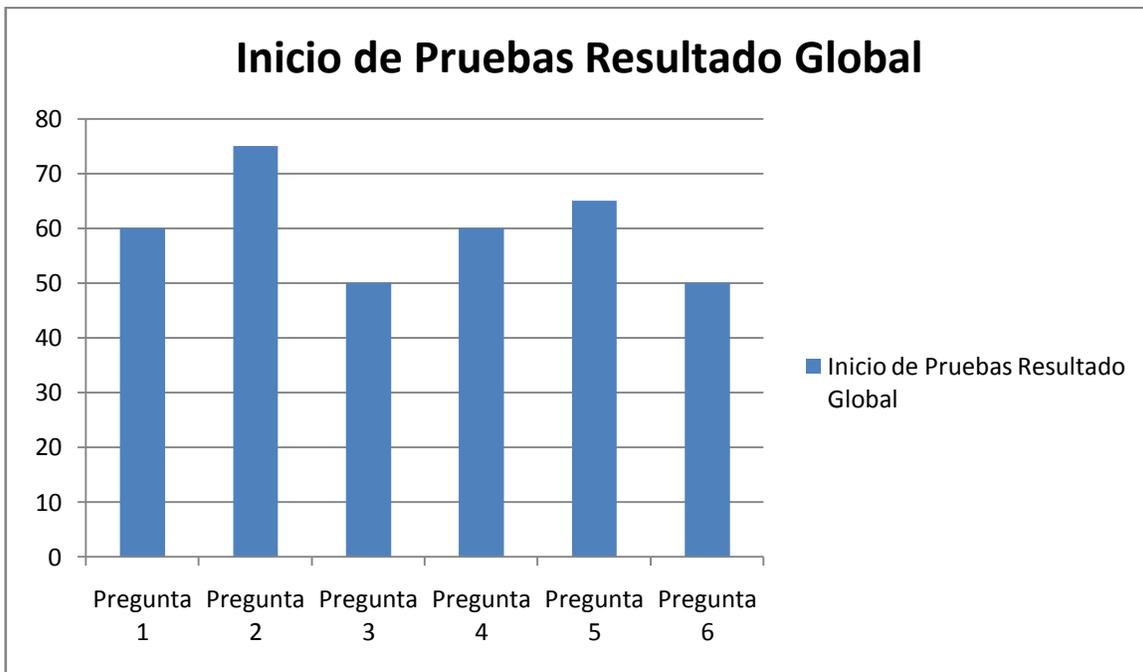


Tabla Promedio evaluaciones Iniciales.
Fuente: Autores de la Tesis.

✓ **TABLA DE CALIFICACIONES EVALUACIÓN FINAL**
FECHA: 09/08/2010

En la siguiente tabla se puede apreciar las calificaciones que dieron los participantes a cada pregunta.

PREGUNTAS	CALIFICACIONES			
1	5	4	5	5
2	5	4	5	5
3	5	4	5	5
4	5	4	5	4
5	5	4	5	4
6	5	4	5	5
	USUARIO 1	USUARIO 2	USUARIO 3	USUARIO 4

Tabla evaluaciones finales
Fuente: Autores de la Tesis.

En donde para obtener el promedio, se utilizo la fórmula 5.1 y formula 5.2 para obtener el resultado global.

USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO	PROMEDIO
1	2	3	4	
120	96	120	120	95%
120	96	120	120	95%
120	96	120	120	95%
120	96	120	96	90%
120	96	120	96	90%
120	96	120	120	95%

Tabla evaluaciones finales

Fuente: Autores de la Tesis.

- ✓ Valores ponderados por cada usuario, son solo referenciales. El promedio denota grado de usabilidad de una escala de 0 a 100, 100 denota un sistema fácil de usar.

➤ **Resultados evaluaciones Etapa Final, Incremento 1,2,3**

En la siguiente tabla se puede apreciar los resultados de las evaluaciones de software, pertenecientes a la fase final, los mismos que arrojan como resultado de un 90% a 95% de facilidad de uso.

Se presentaron algunos inconvenientes principalmente con los participantes noveles por desconocimiento de la materia, pero con el ingeniero mecánico se alcanzo un nivel de 95% de facilidad de uso lo que significa más que aceptable.

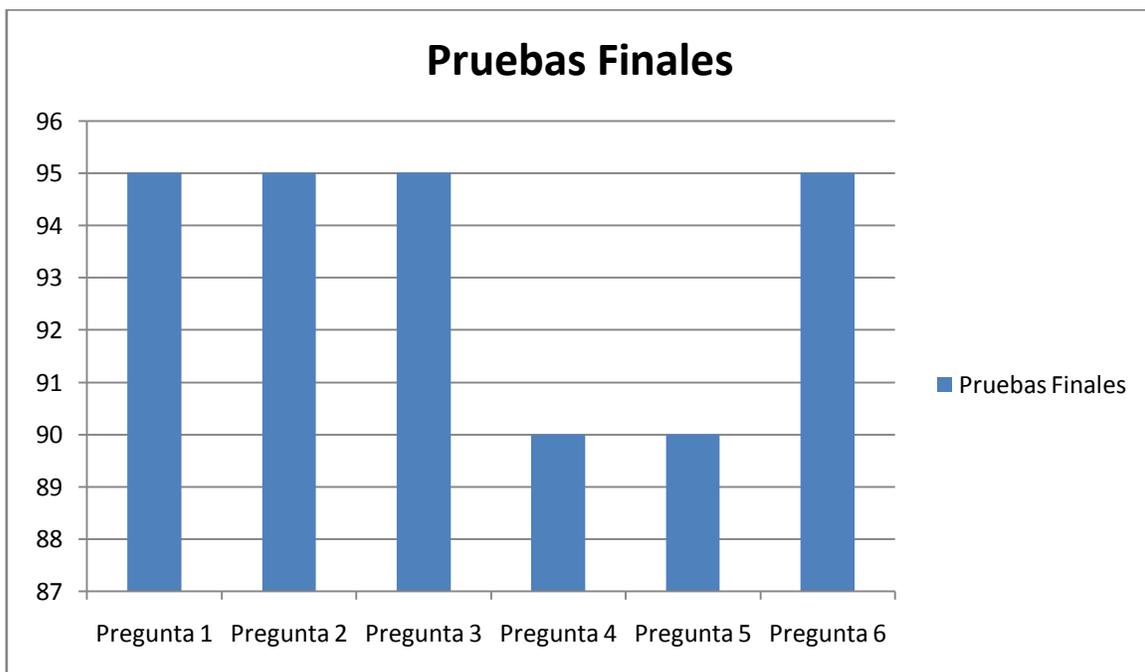


Tabla evaluaciones finales
Fuente: Autores de la Tesis.