

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIVIL**



**“DISEÑO DE UNA FOSA PARA LA SEPARACIÓN DE LAS AGUAS
ACEITOSAS DRENADAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
CRUDO EN LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ”**

**Realizado Por:
Br. Joelis Daniela Castañeda Marcano**

**Trabajo de Grado Presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
parcial para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Barcelona, Abril 2010

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIVIL**



**“DISEÑO DE UNA FOSA PARA LA SEPARACIÓN DE LAS AGUAS
ACEITOSAS DRENADAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
CRUDO EN LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ”**

ASESOR ACADÉMICO

Prof. Yasser Saab

Barcelona, Abril 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA



**“DISEÑO DE UNA FOSA PARA LA SEPARACIÓN DE LAS AGUAS
ACEITOSAS DRENADAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
CRUDO EN LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ”**

JURADO

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

APROBADO

Prof. Yasser Saab
Asesor Académico

Prof. Hilda Morales
Jurado Principal

Prof. Luigi Cotellesa
Jurado Principal

Barcelona, Abril 2010

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el artículo 41 del reglamento de trabajo de grado:

“Los trabajos de grado son propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participará al consejo universitario”

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen del Valle primeramente; quienes me dieron la fortaleza necesaria para lograr todas mis metas.

A mis padres, que con su esfuerzo y dedicación sembraron en mí una educación digna de merecer, luego de darme el regalo más maravilloso como lo es nacer y vivir junto a ellos.

A mi hermana que siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas. Hermana si se puede.

A mi abuela Gloria Galantón, se que desde el cielo estas súper orgullosa de mi y me estarás dando tu bendición.

A mi abuela Rosario Ortiz por estar a mi lado siempre. Te quiero abuela.

A mi ángel de la guarda que nunca me ha dejado sola.

A mis tíos Arquímedes Marcano y Raúl Ortiz que aunque no estén físicamente conmigo se que desde el cielo me están dando su bendición.

A mis tíos; quienes en todo momento pude contar con ellos no solo por ese compromiso familiar, sino como amigos y consejeros, siempre con una palabra de aliento.

A mis tías Iraida Marcano y Anargisa Marcano, por estar día a día preocupándose por mí.

A mis amigas, Yoliet Alí, Evelyn Medina, Iris Oquero, Lanebry Rigual y Anell Pichardi, por regalarme en mi carrera universitaria momentos únicos e inolvidables, gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, a la Virgen del Valle y San Miguel Arcángel, por cuidarme y por haberme dado esta oportunidad, acompañándome siempre y guiándome por los caminos correctos.

A mis padres, por amarme y ofrecerme todo el amor y la confianza necesaria para creer en mí misma y hacerme entender hasta donde soy capaz de llegar y lo que puedo lograr.

A mi hermana, mil gracias por tu apoyo te quiero muchísimo hermana.

A mis tíos Mirna Castañeda y Jesús Enrique Silva, por el apoyo y dedicación que me dieron, mil gracias.

A mi Abuela Gloria Galantón, mi abuelo Cruz Miguel Castañeda y mis tíos Arquímedes Marcano y Raúl Ortiz por mostrarme el camino que debía seguir y regalarme esa luz en el camino los quiero muchísimo.

A mi familia, por creer en mí, darme la confianza para salir adelante y apoyarme en aquellos momentos difíciles de alguna u otra forma.

A mi prima Virginia Tineo, por estar conmigo siempre en esos momentos difíciles diciéndome tu si puedes y lo vas a lograr, gracias por creer en mí siempre.

A la familia Tineo Subero, por apoyarme y creer en mí.

A mi amiga, Evelyn Medina gracias por todo lo que me enseñaste y nunca olvidare.

A mi primo, José Guillermo Cequea por brindarme su apoyo.

A mi asesor académico, por su gran colaboración y ayuda en este proyecto.

A todas esa personas que me ofrecieron su confianza y que, gracias a dios no los defraude y espero nunca hacerlo.

GRACIAS DIOS MIO, GRACIAS VIRGENCITA DEL VALLE, GRACIAS SAN MIGUEL ARCANGEL.

RESUMEN

El siguiente estudio se efectuó en las instalaciones de la Refinería de Puerto la Cruz, específicamente en el patio de almacenamiento de crudo, el cual está constituido por 26 tanques de crudo. Estos tanques se encuentran interconectados unos con otros a través de canales y tuberías de drenajes.

Debido a una problemática de índole ambiental, como es el caso del desbordamiento de la fosa de aguas aceitosas existentes, lo cual trae como consecuencia la contaminación, erosión y filtración de los terrenos que rodean a dicha fosa, surgió la necesidad de ampliar el sistema de recolección de estas aguas aceitosas para obtener una mejor separación y almacenaje del crudo.

Para el diseño de la nueva fosa, se considero las recomendaciones emitidas por la empresa PDVSA y sus normativas vigentes, en cuanto a la capacidad de la fosa (614,4 m³) y ubicación, especificaciones de las bomba centrifugas verticales sumergidas, tuberías de impulsión y para la estimación de los volúmenes de aguas aceitosas la utilización del la herramienta electrónica CENTINELA.

Se propuso un diseño estructural basado en la aplicación del método expuesto por la autora María Graciela Fratelli, para el cálculo de las paredes, losas de fundación y losa de techo.

Es importante indicar que el diseño propuesto representa una solución a corto plazo. Es un proyecto que cumple con los requerimientos de la empresa PDVSA, en costo y tiempo, sin embargo se recomienda hacer un estudio general del sistema de drenaje de aguas aceitosas de toda la refinería de Puerto la Cruz, de manera que a largo plazo se realice un proyecto de infraestructura mayor que solucione realmente la problemática existente de almacenamiento de crudo, drenajes de aguas aceitosas, separación y recuperación de crudo para garantizar un sistema de almacenamiento de crudo de mayor capacidad en el patio de tanques de la Refinería de Puerto La Cruz, aumentando la eficiencia del mismo.

CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
CAPITULO I.....	17
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	17
1.2 REFINERÍA PUERTO LA CRUZ	19
1.3 GERENCIA DE MOVIMIENTO DE CRUDOS Y PRODUCTOS (MCYP).....	21
1.3.1. Estructura Organizativa (Organigrama Movimiento de Crudos y Productos)	22
1.3.2. Objetivo de la Organización	23
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.5. OBJETIVOS	25
1.5.1. Objetivo General.....	25
1.5.2 Objetivos Específicos	25
CAPITULO II	26
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
2.2. DEFINICIÓN DE FLUIDO.....	27
2.3 RECOLECCIÓN DE AGUAS CON HIDROCARBUROS.....	27
2.3.1 Un sistema de desechos consiste esencialmente de:.....	28

2.3.2 Los sistemas de agua de desecho, manejan:	28
2.4 SISTEMAS DE DRENAJES	28
2.4.1 Tipos de Drenajes en Refinerías Petroleras	28
2.4.2 Sistema de drenaje de aguas no contaminadas con hidrocarburos:	29
2.4.3 Sistema de drenaje de Aguas contaminadas con Hidrocarburos	29
2.4.4 Componentes Básicos de los Sistemas de Drenaje.....	30
2.4.4.1 Sumidero.....	31
2.4.4.2 Tuberías Sub-lateral de Drenaje	31
2.4.4.3 Tubería Lateral de Drenaje	31
2.4.4.4 Tubería Principal de Drenaje	31
2.4.4.5 Canal Abierto.....	31
2.4.4.6 Fosas	32
2.4.4.7 Sello Hidráulico	32
2.4.4.8 Tuberías de Ventilación.....	32
2.4.4.9 Trampa de Aceite.....	32
2.4.4.10 Separador	32
2.4.4.11 Slop	32
2.5 DISEÑO DE FOSAS	33
2.6 TANQUES DE ALMACENAMIENTO	34
2.6.1 Según su diseño.	34
2.6.2 Según su Forma.	34
2.6.3 Según su Uso.	35
2.7 BOMBAS.....	35

2.7.1 Clasificación de las bombas:	36
2.7.1.1 Bombas Roto dinámica.....	36
2.7.1.2 Bombas de Desplazamiento Positivo	36
2.8. BOMBAS CENTRIFUGAS	36
2.8.1. Capacidad Normal	38
2.8.2. Características de Diseño de las Bombas Centrífugas.....	39
2.8.3. Diseño de Conversión de Presión: Espirales, Difusores.....	39
2.8.4. Tipos de Impulsores.....	40
2.8.5. Arreglos de anillos de desgaste	41
2.8.6 Localización y Orientación de las Boquillas	41
2.8.7 Costos	42
2.8.8 Presión de Succión.....	42
2.8.8.1 Nivel de Referencia de la Bomba	42
2.8.8.2 Control de flujo de la bomba	43
2.8.8.3 Cavitación.....	44
2.8.8.4 Velocidad específica de succión.....	44
2.8.8.5 Efecto de viscosidad	45
2.8.8.6 Razones Para Arreglo en Paralelo	45
2.8.8.7 Características de Diseño de Instalación para Bombas Normalmente en Operación en Paralelo	46
2.9 TUBERIAS	47
2.9.1 Presión de diseño en tuberías.....	48
2.9.2 Tuberías y accesorios mecánicos.....	49

2.10 SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL DE LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ.....	52
2.10.1 Bombas - Fosa de aguas aceitosas.....	52
2.11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE PROCESO (STEP) ...	53
2.12 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS DE LLUVIAS.....	53
2.12.1 Descripción del sistema.....	53
2.12.2 Consideraciones básicas.....	54
2.12.3 Áreas tributarias.....	55
2.12.4 Caudal.....	56
2.12.5 Coeficiente de Escorrentía.....	56
2.12.6 Duración de la lluvia.....	56
2.12.7 Intensidad de Lluvia.....	56
2.12.8 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).....	56
2.12.9 Métodos de Estimación de Gastos Máximos.....	57
2.13 MÉTODO RACIONAL.....	57
2.13.1 Determinación de intensidades máximas.....	59
2.13.2 Tiempo de Concentración.....	59
2.13.3 Período de Retorno.....	59
2.13.4 Determinación del Coeficiente De Escorrentía.....	60
2.14. CENTINELA.....	61
2.14.1 Objetivo:.....	62
2.14.2 Beneficios:.....	63
2.15 DEPÓSITOS DE AGUA, TANQUES Y CISTERNAS:.....	63

2.15.1 Diseño de depósitos rectangulares.....	64
2.16 CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	72
2.16.1 Recomendación para la elaboración de cálculos:.....	73
2.16.2 Pasos a seguir cuando se elaboran cálculos métricos.....	73
2.17 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU).....	75
2.17.1 Análisis de precios unitarios.....	75
2.17.2 Evaluación de las variables en los costos unitarios	76
2.17.2.1 Parámetros para determinar un análisis de precios.....	76
2.17.2.2 Parámetros para elaborar un APU:	77
CAPITULO III.....	78
DESARROLLO DEL PROYECTO	78
3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	78
3.2. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE LLUVIA.....	78
3.2.1 Determinación de las Áreas de drenaje	79
3.2.2 Cálculo del tiempo de concentración.....	79
3.2.3. Selección del Período de Retorno (Tr)	81
3.2.4. Coeficiente de escorrentía (Cp.)	81
3.2.5. Intensidad de lluvia (I).....	82
3.2.6. Cálculo del Gasto de Diseño (Q).....	82
3.3. ESTIMACIÓN DE LOS VOLÚMENES AGUAS ACEITOSAS.....	83
3.3.1. Procedimiento de drenaje de tanques.	85
3.5. DISEÑO DE LA CAPACIDAD Y ESTRUCTURA DE LA FOSA:	91

3.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA Y LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE LA FOSA.....	104
3.6.1 Selección de las bombas.....	107
3.6.1.1 Cálculo de Pérdidas en la Succión de las Bombas.....	107
3.6.1.2 Cálculo de las pérdidas de cargas por accesorios:.....	110
3.6.2 Cálculo de pérdidas en la descarga de las bombas:.....	110
3.6.2.1 Cálculo de pérdidas de cargas por fricción en tubería recta.....	110
3.6.2.2 Cálculo de Pérdida de Carga en Accesorios.....	112
3.6.2.3 Cálculos de Bombas Centrífugas.....	114
3.6.2.4 Número de Bombas y Caudal de Bombeo.....	114
3.6.2.5 Cálculo de Altura de Bombeo.....	114
3.6.2.6 Potencia Requerida por las Bombas.....	115
3.6.3 Ubicación de Equipos.....	117
3.6.4 Selección de las tuberías de impulsión.....	117
3.6.4.1 El ruteo de la tubería deberá cumplir con:.....	118
3.6.4.2 Arreglo de Tuberías.....	118
3.6.4.3 Corrosión.....	119
3.6.4.4 Accesorios de Tuberías.....	119
3.6.4.5 Bridas.....	119
3.6.4.6 Válvulas.....	119
3.6.4.7 Revestimiento y pintura.....	120
3.7 ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS UTILIZANDO AUTOCAD.....	120
3.7.1 Levantamiento topográfico.....	120

3.7.2 Elaboración de los planos de planta del área	122
3.8 COMPUTOS METRICOS, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO	122
3.8.1 Cómputos métricos:	122
3.8.2 Análisis de precios unitarios:	123
3.8.3 Presupuesto del proyecto:	124
CAPITULO IV	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
4.1 CONCLUSIONES	125
4.2 RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFIA CITADA	128
ANEXOS	131

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción de un sistema de drenaje urbano.....	55
Tabla 2.2 Coeficientes de Escorrentías.....	60
Tabla 2.3 Coeficientes de Escorrentías.....	61
Tabla 3.1 Tiempos de concentración.....	79
Tabla 3.2 Parámetros para obtener el caudal.....	82
Tabla 3.3 Tipos de crudo.....	88
Tabla 3.4 Resumen de drenajes de Tanques- Período 31/12/2007 al 31/12/2008...89	
Tabla 3.5 Especificaciones de Diseño para el Cálculo de Pérdidas a la Succión de la Bomba.....	107
Tabla 3.6 Valores de Pérdidas de Presión a la Succión de la Bomba con la aplicación de la Ecuación de Darcy.....	109
Tabla 3.7 Especificaciones de Diseño para el Cálculo de Pérdidas en Tuberías Rectas.....	110
Tabla 3.8 Tipos de Accesorios.....	112
Tabla 3.9 Valores de Pérdidas de Presión a la Descarga de la Bomba con la aplicación de la Ecuación de Darcy.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica de la Refinería Puerto La Cruz.....	19
Figura 2: Refinería Puerto La Cruz.....	20
Fig 3: Organigrama de la Gerencia de MCyP.....	21
Fig 4: Bomba centrífuga vertical sumergible.....	37
Fig. 5. Sistema de almacenamiento de crudos.....	83
Fig. 6: Gallera que rodea a los tanques.....	84
Fig. 7. Comienzo del proceso de drenaje "agua blanca espumosa".....	85
Fig. 8. Proceso de drenaje "agua marrón".....	86
Fig. 9. Proceso de drenaje "agua con hidrocarburo".....	86
Fig. 10. Presencia de hidrocarburos, Proceso de drenaje culminado.....	87
Fig. 11. Conexión existente.....	104
Fig. 12. Bombas existentes.....	104
Fig. 13. Ficha técnica de las bombas existentes.....	115
Fig. 14. Punto jk-1.....	120
Fig.15. Punto jk-2.....	121

CAPITULO I

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

El 1° de enero de 1976, exactamente al primer segundo después de la noche, nació Petróleos de Venezuela, S.A. como la empresa encargada de asumir las funciones de planificar, coordinar y supervisar de la industria petrolera nacional al concluir el proceso de reversión de las concesiones de hidrocarburos a las compañías extranjeras que operan en el territorio venezolano. La partida de nacimiento de la principal industria del país quedó plasmada en el decreto presidencial número 1.123 de 30 de agosto de 1975. Su primer presidente fue el general Rafael Alfonzo Ravard.

Así, la actividad petrolera en el país quedó bajo la responsabilidad de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), como casa matriz, y sus 14 filiales, pero en realidad quedó en manos de los mismos que habían dominado el negocio petrolero antes de esta "nacionalización". En 1977 se produjo la primera reorganización, reduciendo las filiales operativas de 14 a 7 al absorber las más grandes a las pequeñas. Más tarde ese mismo año se redujeron las filiales a cinco (5). En 1978, a cuatro (4) y en 1986, a tres (3): Lagoven, Maraven y Corpoven.

Luego de cinco años, de puesta en marcha del decreto que creó a Petróleo de Venezuela. PDVSA y sus filiales logran avanzar en un proceso de consolidación en lo que respecta al manejo del negocio petrolero. Así de esta manera, “se consolidó satisfactoriamente la transición y adaptación de las actividades petroleras privadas de las concesionarias, a la tutela del Estado Venezolano”. LAGOVEN se encarga de las operaciones en el occidente y el sur del país; Corpoven despliega su área de

influencia en el centro de nación, mientras que MARAVEN se sitúa en la región oriental.

El petróleo pesado es la base para la producción de Orimulsión, combustible destinado principalmente a las plantas generadoras de electricidad, como en sustituto del carbón por sus características de baja contaminación ambiental. PDVSA logra ser considerada, gracias a su calidad y responsabilidad, como una empresa confiable en los suministros de grandes volúmenes de nivel mundial. En esta fase, Petróleo de Venezuela se consolida como una de las principales compañías petroleras multinacionales.

En julio de 1997 se aprobó una nueva reestructuración que eliminó esas filiales y creó tres grandes empresas funcionales de negocios que integraran la corporación PDVSA Petróleo y Gas: PDVSA Exploración y Producción; PDVSA Manufactura y Mercadeo y PDVSA Servicios, responsables de ejecutar la actividad operativa. Cada una de estas divisiones a su vez está integrada por diversas empresas y unidades del negocio, ubicadas tanto en Venezuela como en el exterior.

El 1 de Enero de 1998, CORPOVEN S.A., LAGOVEN S.A. Y MARAVEN S.A. pasan a llamarse PDVSA (Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima), bajo una reestructuración que consiste en la integración de todas sus empresas filiales. Se establecía de esta manera una empresa con un perfil corporativo unificado, dirigidos a generar altos estándares de calidad y beneficios en lo que respecta a los procesos que están presentes dentro de la industria de los hidrocarburos.

PDVSA. Explotación y Producción, se encargan de desarrollar las actividades de búsqueda de reservas y explotación de petróleo y gas natural, los convenios operativos para la reactivación de los campos petroleros, la participación de la

industria en los contratos de exportación a riesgo y producción en áreas nuevas bajo el esquema de ganancias compartidas y en las asociaciones estratégicas.

PDVSA Servicios, su misión específica es la de sustentar y apoyar el desarrollo económico y social del país utilizando al máximo todos los recursos. Esto implica tener responsabilidad de prever la cuota respectiva de los hidrocarburos que requiere el país, tanto para el consumo interno como para satisfacer las necesidades de exportación, cumplir con las correspondientes responsabilidades comerciales, sociales comunitarias y conservacionistas, contribuir a fomentar la eficiencia y profesionalismo de la industria, asegurar la disponibilidad, el desarrollo y óptima utilización de los recursos requeridos.

1.2 REFINERÍA PUERTO LA CRUZ

La historia de la refinería Puerto la Cruz se transporta al año 1948, cuando aún la población de la época convivía en una creciente aldea de pescadores y no se vislumbraba el desarrollo acelerado de la zona. En ese instante la empresa Venezuela Gulf Refining Co. (Vengref), inicia la construcción de esta instalación refinadora, entrando en operación dos años más tarde, en 1950. La refinería Puerto La Cruz es uno de los centros de procesamientos de crudo más importantes de PDVSA e integra un circuito de manufactura del Petróleo Proveniente de los Campos de los Estados Monagas; Travieso (PTT) y Anzoátegui; Oficina (PTO) y Anaco (PTA), como se muestra en la figura 1.

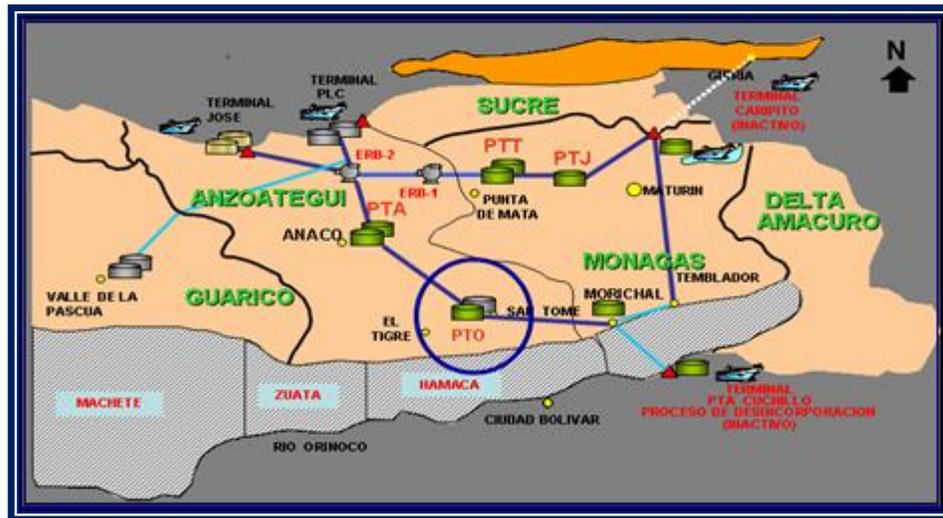


Figura 1: Ubicación Geográfica de la Refinería Puerto La Cruz.

Fuente: PDVSA-División Oriente, 2004.

La Refinería Puerto la Cruz está ubicada en la Costa Nor-Oriental del país al este de la ciudad de Puerto La Cruz en el estado Anzoátegui; tiene facilidades de acceso desde el Mar Caribe y está conectada por Oleoductos con los campos de producción de Oriente, como se muestra a continuación en la figura 2.

Actualmente la refinería la conforman las instalaciones de Puerto La Cruz, El Chaure y San Roque, ubicada esta última a 40 Km de Anaco, vecina a la población de Santa Ana, estado Anzoátegui, mientras que la refinería el Chaure está ubicada a orillas de la bahía Bergantín a 5 Km de Puerto La Cruz.



Figura 2: Refinería Puerto La Cruz.

Fuente: PDVSA-División Oriente, 2004

Por su ubicación estratégica, la Refinería Puerto La Cruz cumple tres roles principales:

- ◆ Suplir la demanda del Mercado Interno de la Región Sur-Oriental del país.
- ◆ Colocación de los productos excedentes en el Mercado de Exportación.
- ◆ Manejo y distribución de la producción de crudos del Oriente del país

1.3 GERENCIA DE MOVIMIENTO DE CRUDOS Y PRODUCTOS (MCYP)

Entre las gerencias que conforma la estructura organizativa de la Refinería de Puerto La Cruz se encuentra la Gerencia de Movimiento de Crudo Y Productos MCyP, encargada del Movimiento de Hidrocarburos, recepción, almacenamiento y despacho de Crudo y Productos. MCyP tiene como función almacenar, manejar y mezclar componente y suministro de Crudos y Productos, a fin de realizar la entrega al mercado Local e Internacional. Además de las unidades de proceso, la Refinería cuenta con facilidades de acceso al mar, como lo es un terminal marino de aguas profundas conocido como el Terminal Marino Guaraguao; asimismo, la refinería se

encuentra interconectada con oleoductos provenientes de los campos de producción de Petróleo del Oriente de Venezuela.

1.3.1. Estructura Organizativa (Organigrama Movimiento de Crudos y Productos)

La estructura organizativa general de la Gerencia de MCyP está conformada por cuatro (5) Superintendencias y una Unidad, como se muestra en la Fig 3.



Fig 3: Organigrama de la Gerencia de MCyP.

Fuente: PDVSA-División Oriente, 2009.

1.3.2. Objetivo de la Organización

- ◆ Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores y clientes.
- ◆ Actuar oportunamente ante los cambios del entorno, siempre guiados por nuestra Visión, Misión y Valores de la Organización.
- ◆ Cumplir con los compromisos establecidos con los clientes, en términos de calidad, cantidad y entrega oportuna de crudos, manteniendo las operaciones en todas las etapas de proceso.
- ◆ Mejorar continuamente los procesos, incorporando tecnología apropiada y capacitando al personal con el objetivo de aumentar la eficiencia operacional.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Refinería de Puerto La Cruz está ubicada en la costa Nor-Oriental del país, al este de la ciudad de Puerto La Cruz en el Estado Anzoátegui; tiene facilidades de acceso desde el Mar Caribe y está conectada por oleoductos con los campos de producción de Oriente. Está conformada por las instalaciones de Puerto La Cruz, El Chaure y San Roque (a 40 Km de Anaco, vecina a la población de Santa Ana, Edo. Anzoátegui). Entre las gerencias que conforman la estructura organizativa de la Refinería Puerto La Cruz, se encuentra la Gerencia de Movimiento de Crudos y Productos (MCyP), encargada de la recepción, almacenamiento, transferencia y despacho de crudos y productos. MCyP tiene como función almacenar, manejar y mezclar componentes y suministros de crudos y productos, a fin de realizar la entrega al mercado local e internacional. El crudo extraído de los pozos de producción es almacenado en los Patios de Tanques Travieso (PTT), Oficina (PTO) y Anaco (PTA), posteriormente, el crudo es bombeado a través de seis líneas troncales a los múltiples distribuidores ubicados en el área de la Refinería Puerto La Cruz, y almacenado en los distintos tanques destinados para ello.

El crudo recibido en Refinería Puerto La Cruz, contiene un porcentaje mínimo de agua que generalmente está presente en todos los tanques de almacenaje, y combinado con diferentes productos oleosos se convierten en aguas aceitosas que si son bombeados a planta o comercializados generarían condiciones de inseguridad, contaminación u otras consecuencias adversas que la industria petrolera venezolana no está dispuesta a tolerar.

Las aguas oleosas que se drenan de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería Puerto La Cruz fluyen a través de una red de drenajes hasta unas fosas, aquí por decantación el agua se asienta en el fondo, mientras que las trazas de hidrocarburo permanecen en la superficie, y estas a través de una estructura hidráulica denominada vertedero es recuperada en una fosa recolectora auxiliar para luego ser bombeada hacia los tanques 97x3 y 97x4, ó para planta STEP (Sistema de Tratamiento de Efluentes de Proceso).

Actualmente la filosofía operacional de diseño de las fosas para recolección de aguas aceitosas no se está cumpliendo, ya que en ambas se están descargando simultáneamente aguas oleosas, por ende el efecto vertedero no está ejerciendo su función, esto trae como consecuencia que planta STEP (Sistema de Tratamiento de Efluentes de Proceso) restrinja en muchas ocasiones recibir las aguas oleosas bombeadas desde la fosa ya existente por la gran cantidad de trazas de hidrocarburos presentes en esta.

En el trabajo de grado se realizará una estimación de los volúmenes de aguas aceitosa que se drenan de los tanques de almacenamiento de crudo y de la fosa ya existente obteniendo así un estimado de la cantidad de fluido que entrara a la fosa, se diseñara su capacidad y estructura bajo lo establecido en las normativas de la empresa, luego se seleccionará la bomba y las tuberías de impulsión para realizar la actualización de los planos de la fosa en diseño y sus tuberías por medio del Autocad,

se realizaran cálculos métricos, análisis de precios unitarios para obtener el presupuesto del proyecto.

La importancia de este proyecto para la Superintendencia de Movimiento de Crudo y Productos es que cada uno de los vertidos reciba el tratamiento acorde con el fin de que lleguen a su destino sin causar ningún impacto ambiental y de esta forma obtener beneficios tales como flexibilizar el sistema de recolección y drenaje de la fosa de almacenaje de aguas aceitosas, minimizar el riesgo de colapso, manejar grandes volúmenes de SLOP de diferentes características y propiedades, mayor recuperación de hidrocarburos, minimizar el impacto ambiental de las operaciones del patio de tanque de almacenaje de crudo de la refinería.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Diseñar una fosa para la separación de las aguas aceitosas drenadas de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto La Cruz.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Estimar los volúmenes de aguas aceitosas que son drenadas de los tanques de almacenamiento de crudo y de la fosa ya existente.
2. Diseñar la capacidad y la estructura de la fosa.
3. Seleccionar la bomba y las tuberías de impulsión de la fosa.
4. Actualizar los planos de la fosa y de las tuberías utilizando el Autocad.
5. Realizar cálculos métricos, análisis de precios unitarios y presupuesto del proyecto.

CAPITULO II

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización de esta investigación se han utilizado como marco referencial algunos trabajos de grado desarrollados en el Departamento de Proyectos de PDVSA y en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, entre los que se pueden citar:

Evaluación del sistema de bombeo y tuberías para el transporte de lodos petrolizados (slop) desde el Terminal Marino de Guaraguao Refinería Puerto la Cruz trabajo de grado realizado por Palomo J. en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente aquí se verificó las condiciones en las que se encontraban las bombas y si estas estaban funcionando de manera adecuada, comparándola con la filosofía de diseño, además se elaboraron planos de plantas e isométricos del sistema ya que este no contaba con ninguna información digital ni en papel. También se realizó una inspección visual para determinar en qué condiciones se encontraban los soportes de las líneas de tuberías. (2006) ^[1]

Diseño de un sistema de drenajes de slop provenientes de los tanques de crudo en el patio de carga del terminal marino de la refinería de Puerto la Cruz trabajo de grado realizado por Rodríguez M. en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, aquí se propuso un diseño hidráulico basado en la aplicación del Teorema de Bernoulli, para los cálculos de caudales, y la aplicación de la fórmula de Manning, para el dimensionamiento de las tuberías, que resultó viable y económico, y que conllevó a cumplir con cabalidad los requerimientos de seguridad exigidos por la empresa y el saneamiento ambiental. (2005) ^[2]

2.2. DEFINICIÓN DE FLUIDO

Los fluidos son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contiene. Cuando están en equilibrio, los fluidos no pueden soportar fuerzas tangenciales o cortantes. Todos los fluidos son comprensibles en cierto grado y ofrecen poca resistencia a los cambios de forma.

Los fluidos pueden dividirse en líquidos y gases. Las diferencias esenciales entre estos son:

- a. Los líquidos son prácticamente incompresibles y los gases son compresibles.
- b. Los líquidos ocupan un volumen definido y tienen superficies libres, mientras que una masa dada de gas se expande hasta ocupar todas las partes del recipiente que lo contenga.^[3]

2.3 RECOLECCIÓN DE AGUAS CON HIDROCARBUROS

El sistema de recolección de aguas aceitosas y lodos petrolizados de una refinería es parte esencial de sus instalaciones.^[4]

Un sistema de control de desechos debe ser diseñado de tal forma, que se adapte a las descargas realizadas en esta área y a las sobrecargas que resultan de las condiciones de emergencia. Como consecuencia, no son sistemas estáticos y su operación diaria no puede permanecer constante.^[4]

Se llaman lodos petrolizados a las mezclas de hidrocarburos con residuos sólidos diversos que se depositan en los fondos de los tanques y en los sistemas de tratamiento de las aguas de proceso de la refinería. ^[4]

2.3.1 Un sistema de desechos consiste esencialmente de:

- Sistemas de alcantarillado.
- Unidades de tratamientos para remover aceites y sedimentos.
- Unidades de tratamientos para manejar soluciones químicas segregadas, y para controlar los efectos de los contaminantes que tengan propiedades tóxicas y causen malos olores y sabores.
- Algunas formas de tratamientos adicionales en el caso que sea necesario.
- Sistema de bombeo y tuberías.

2.3.2 Los sistemas de agua de desecho, manejan:

- Agua libre de aceite.
- Agua con aceite.
- Hidrocarburos.

2.4 SISTEMAS DE DRENAJES

Los sistemas de drenajes son conjunto de tuberías y obras destinadas a la recolección, alojamiento, acondicionamiento y disposición final de las aguas residuales o de lluvia.

2.4.1 Tipos de Drenajes en Refinerías Petroleras

El proceso de tratamiento de los efluentes líquidos de una instalación petrolera, requiere generalmente la segregación de estos desde su fuente de origen. A tal fin, las corrientes líquidas deberán separarse en diferentes sistemas de drenaje, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Sistema de drenaje de aguas no contaminadas con hidrocarburos
- Sistema de drenaje de aguas contaminadas con hidrocarburos
- Sistema de drenaje de aguas contaminadas con productos químicos
- Sistema de drenaje de aguas negras

2.4.2 Sistema de drenaje de aguas no contaminadas con hidrocarburos:

Se considerarán dentro de esta clasificación, las aguas de lluvia y el agua contra incendios aplicados sobre áreas tales como:

- ✓ Áreas baldías no desarrolladas
- ✓ Vías de circulación perimetrales
- ✓ Estacionamiento de vehículos
- ✓ Techos de edificios
- ✓ Áreas externas a los muros
- ✓ Otras áreas donde no sea previsible la presencia de derrames de hidrocarburos.

Los drenajes de aguas no contaminadas con hidrocarburos, se llevarán a cabo mediante canales abiertos que descarguen en sumideros. ^[5]

2.4.3 Sistema de drenaje de Aguas contaminadas con Hidrocarburos

A este sistema irán las aguas de lluvia y contra incendio proveniente de áreas normalmente contaminadas con hidrocarburos, así como los derrames producidos en

áreas donde se manejen este de productos. Algunas de estas áreas donde se manejan este tipo de productos. Algunas de estas áreas son:

- ✓ Estaciones de servicio
- ✓ Áreas de proceso
- ✓ Llenaderos de camiones
- ✓ Muelles
- ✓ Otras áreas con equipos que manejen hidrocarburos
- ✓ Áreas internas a los muros de contención de tanques de almacenamiento

El drenaje de estos efluentes se efectuará a través de tuberías subterráneas, en red diseñada para que el flujo se realice por gravedad. Esta red consiste en una tubería principal de drenaje, comunicada con sumideros ubicados en las áreas servidas, a través de tuberías laterales y sub-laterales. La tubería principal de drenaje de un área en particular, deberá ser tendida en los límites de esta última, para que los efluentes no pasen a través de otras áreas y la misma deberá estar conectada a un separador. En este caso, los efluentes serán descargados de éste separador hacia el conducto principal de la instalación. ^[5]

2.4.4 Componentes Básicos de los Sistemas de Drenaje

Los componentes básicos de estos sistemas son:

- ✓ Sumideros
- ✓ Tuberías sub-laterales de drenaje
- ✓ Tuberías laterales de drenaje
- ✓ Tuberías principales de drenaje
- ✓ Canales abiertos
- ✓ Fosas
- ✓ Sellos hidráulicos

- ✓ Tuberías de ventilación
- ✓ Trampas de aceite
- ✓ Separadores

2.4.4.1 Sumidero

Es un recolector de los líquidos que puedan existir sobre la superficie del terreno y de los efluentes de los equipos de proceso. También permite retener los sedimentos, evitando obstrucciones en el sistema de drenaje. [5]

2.4.4.2 Tuberías Sub-lateral de Drenaje

Es la tubería a la cual se conectan los sumideros, y la cual descarga a una tubería lateral de drenaje.

2.4.4.3 Tubería Lateral de Drenaje

Es aquella tubería que recolecta los efluentes provenientes de dos o más tuberías sub-laterales y los descarga en una tubería principal de drenaje.

2.4.4.4 Tubería Principal de Drenaje

Es la tubería que recolecta los efluentes de las tuberías laterales de drenaje y los transporta hacia un separador o hacia una planta de tratamiento de efluentes.

2.4.4.5 Canal Abierto

Es un conducto continuo, abierto en su parte superior, que descarga a un sumidero, o directamente a un separador, o a una planta de tratamiento de efluentes.

2.4.4.6 Fosas

Es una estructura de concreto que se utiliza como punto de unión entre tuberías subterráneas y como trampa de sedimentos. También sirve para proveer acceso para labores de inspección y mantenimiento de las tuberías que a ellas descargan. [5]

2.4.4.7 Sello Hidráulico

Es un dispositivo diseñado para aislar las diversas partes de un sistema de drenaje de aguas contaminadas con hidrocarburos, con el fin de evitar el movimiento de vapores inflamables y la eventual propagación de un incendio y/o explosión. [5]

2.4.4.8 Tuberías de Ventilación

Es un dispositivo utilizado sobre la tapa de la fosa para mantener en contacto con la atmósfera el interior de la misma y prevenir que su sello se pierda por un incremento de presión. [5]

2.4.4.9 Trampa de Aceite

Es un dispositivo diseñado para retener solamente el aceite flotante. En principio, no se diseña para la segregación de aceite en emulsión.

2.4.4.10 Separador

Es un dispositivo diseñado para eliminar pequeños glóbulos de aceite que se encuentren en suspensión. Esta separación generalmente se realiza por gravedad, limitando la velocidad de flujo y la tasa de rebosamiento.

2.4.4.11 Slop

Es una mezcla de hidrocarburos con un porcentaje de agua. [5]

2.5 DISEÑO DE FOSAS

El diseño de las fosas deberá cumplir con los siguientes aspectos:

1. Su dimensionamiento deberá permitir la entrada de personal para labores de mantenimiento.
2. Se construirán de concreto armado.
3. Su losa superior deberá diseñarse de tal forma que pueda ser removida para permitir las labores de mantenimiento. Esta losa deberá colocarse a nivel del piso en áreas pavimentadas y como mínimo a 5 centímetros de altura por encima del nivel del terreno en áreas sin pavimentar.
4. El punto de descarga de la fosa deberá estar a un nivel inferior a la tubería más baja que conduzca efluentes en ella.
5. Las alcantarillas se deben dimensionar de acuerdo con las normas publicadas en gaceta oficial #5.318 del MARNR/MINDUR. [5]

Las fosas se ubicarán de acuerdo a los criterios siguientes:

1. En el extremo ciego de una tubería principal de drenaje.
2. A intervalos no mayores de 90 metros, para tuberías principales de drenaje de diámetro menor que 600 milímetros, o a intervalos no mayores de 150 metros, para tuberías principales de drenaje de diámetro igual o mayor que 600 mm.
3. En la unión de la tubería principal de drenaje de un área, con las tuberías principales provenientes de otras áreas.
4. En tuberías principales donde existan cambio de dirección mayor de 45 °.
5. En plantas integradas, los sistemas de drenaje de cada proceso, deberán conectarse a la tubería principal de drenaje, a través de fosas provistas de sello hidráulico.

6. A efectos de drenar unidades grandes de proceso, se subdividirán áreas individuales de superficies no mayor de 5000 m² separándose los sistemas por medio de fosas provistas de sello.
7. Donde el alineamiento “en elevación” sufra un cambio de más de 10°. [5]

2.6 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Es un dispositivo metálico destinado a almacenar líquido o gases, a la vez que los preserva de las influencias de la naturaleza.^[1]

Para un almacenaje óptimo es necesario conocer los diferentes tipos de almacenamiento y su rango de aplicabilidad. Se analizaran y clasificaran los tanques según su: diseño, forma y uso.

2.6.1 Según su diseño.

Los tanques se pueden clasificar según su diseño, los cuales dependen principalmente de la operación de ellos. Por lo tanto, basándose en este criterio los podemos clasificar en los siguientes tipos:^[1]

- Atmosféricos.
- Adaptados a presiones bajas.
- Adaptados a presiones medianas.
- Adaptados a presiones altas.

2.6.2 Según su Forma.

La clasificación de los tanques según sus formas se asocia fundamentalmente con su forma geométrica, pero en algunos casos también incluyen las dimensiones del

tanque. Basándose en estos criterios, los tanques se pueden clasificar de la manera siguiente:^[1]

- Tanques cilíndricos verticales.
- Tanques esféricos.
- Cilindros presurizados.
- Cilindros combinados.
- Cilindros esbeltos.

2.6.3 Según su Uso.

La clasificación de los tanques según su uso, se basa fundamentalmente en el tipo de aplicación dado al tanque.^[1]

- Tanques adaptados para el almacenamiento.
- Tanques adaptados para los procesos (tanques presurizados).

2.7 BOMBAS

La mayoría de los procesos en la industria de procesos químicos incluyen la conducción de líquidos o transferencia de un valor de presión estática o de energía estática a otro. Las bombas es el medio mecánico para obtener esta conducción o transferencia y por ello es parte esencial de todos los procesos.^[7]

Una bomba es una máquina que absorbe energía mecánica y restituye al líquido que la atraviesa energía hidráulica. Las bombas se emplean para impulsar toda clase de líquido (agua, aceites de lubricación, combustibles, ácidos; líquidos alimenticios: cerveza, leche, etc. estas últimas constituyen el grupo importante de las bombas sanitarias). También se emplean las bombas para bombear líquidos espesos

con sólidos en suspensión, como pastas de papel, melazas, fangos, desperdicios, etc.
[6]

2.7.1 Clasificación de las bombas:

Las bombas se clasifican en:

2.7.1.1 Bombas Roto dinámica

Estas son siempre rotativas, su funcionamiento se basa en la ecuación de Euler; y su órgano transmisor de energía se llama rodete. Se llama roto dinámicas porque su movimiento es rotativo y la dinámica de la corriente juega un papel esencial en la transmisión de la energía. [6]

2.7.1.2 Bombas de Desplazamiento Positivo

A este grupo pertenecen no solo las bombas alternativas, sino las rotativas llamadas rotoestáticas porque son rotativas, pero en ellas la dinámica de la corriente no juega un papel esencial en la transmisión de energía. Su funcionamiento se basa en el principio de desplazamiento positivo. [6]

2.8. BOMBAS CENTRIFUGAS

Las bombas centrífugas comprenden una clase muy amplia de bombas en las que la generación de presión se logra con la conversión del cabezal de velocidad en cabezal estático. El movimiento rotativo de uno o más impulsores comunica energía al fluido en la forma de un incremento de velocidad que se convierte en cabezal estático útil en la sección de difusión del cuerpo. No hay válvulas en las bombas de tipo centrífugo; el flujo es uniforme y libre de pulsaciones de baja frecuencia.

Como este tipo de bomba opera convirtiendo el cabezal de velocidad en cabezal estático, una bomba que opera a velocidad fija desarrollará el mismo cabezal teórico en metros (pies) de fluido bombeado, independientemente de su densidad. Sin embargo, la presión en kPa (psi) (correspondiente al cabezal desarrollado) depende de la densidad del fluido. El cabezal máximo (en m (pie) de fluido) que una bomba centrífuga puede desarrollar se determina principalmente por la velocidad de la bomba (rps (rpm)), el diámetro del impulsor, y el número de impulsores en serie. Refinaciones en el diseño del impulsor y el ángulo de hoja principalmente afectan la pendiente y la forma de la curva cabezal–capacidad y tiene un efecto menor sobre el cabezal desarrollado.

Las bombas centrífugas sumergibles se emplean para diferentes aplicaciones, las bombas de etapa simple se usan para el drenaje o agotamiento de aguas residuales, el bombeo industrial general y el bombeo de la mezcla. Estas bombas se colocan habitualmente en la parte inferior de los depósitos de combustible y también se utilizan para la extracción de agua de pozos y para fuentes ornamentales. Requiere especial atención el tipo de bomba sumergible a emplear según el líquido donde se ha de sumergir. En la mayoría de las aplicaciones se utilizan motores asíncronos de corriente alterna que accionan una bomba centrífuga radial, que puede ser de varias etapas conectadas en serie. Las bombas sumergibles pueden trabajar también con tubería de aspiración, colocando la bomba por encima del nivel del depósito. En la figura N° 4 se puede apreciar la estructura de una bomba sumergible.



Fig 4: Bomba centrífuga vertical sumergible

Fuente: www.watercraft.com.mx/Sumergibles.aspx

No obstante, para que funcionen tienen que estar cebadas con agua, a fin de que la columna de agua comunique la bomba con el depósito. La tubería de aspiración no debe ser muy alta para no mermar la presión en la bomba. ^[9]

Aquí se presentan los procedimientos generales para diseñar y especificar servicios de bombeo para plantas de proceso con especial énfasis en aquellos servicios donde normalmente se recurre a las bombas centrífugas. En este documento se cubren solamente los aspectos más rutinarios. Los detalles adicionales sobre la tecnología de aplicación de bombas y sobre los servicios de bombeo que presentan dificultades especiales.

2.8.1. Capacidad Normal

En el anexo A-5 se muestra el rango de capacidad normal para varios tipos de bombas centrífugas a dos rangos de velocidades diferentes: 60 rps y 50 rps (3550 rpm y 2950

rpm). Estos valores corresponden a las máximas velocidades disponibles con corriente de 60 y 50 Hz, respectivamente. La mayoría de las aplicaciones de refinería usan estos rangos de velocidad. Velocidades menores se usan cuando hay requerimientos bajos o medianos de cabezal y altos de flujo, y para suspensiones especiales abrasivas o líquidos corrosivos. Las aplicaciones de bombas centrífugas de baja capacidad pueden requerir circuitos de recirculación especiales en el sistema de proceso para mantener un flujo mínimo a través de la bomba. Por consideraciones prácticas en la construcción de impulsores, el tipo de bomba centrífuga más pequeña disponible tiene su punto de mayor eficiencia (PME) en alrededor de 3 dm³/s (50 gpm).^[9]

2.8.2. Características de Diseño de las Bombas Centrífugas

Una amplia variedad de características de diseño están disponibles y se aplican a muchos de los tipos básicos de construcción. El siguiente sumario desea familiarizar al diseñador del servicio con la naturaleza y la terminología de las características más significativas de diseño mecánico disponibles.

Clasificación de Carga al Cuerpo – La clasificación de presión–temperatura de los modelos de bomba suministra un índice para la clasificación de carga del servicio. El tipo Construcción para servicio “liviano” o “general” está disponible comúnmente, para servicios industriales domésticos e intermitentes, pero sus características no están bien normalizadas ni claramente definidas. El servicio “medianamente pesado” corresponde a rangos entre –29 y 150°C (–20 y 300°F), a 2100 kPa man. (300 psig), 32 dm³/s (500 gpm), y 60 rev/s (3600 rpm). El tipo de construcción para servicio “pesado”, se refiere a rangos fuera de estos límites.^[9]

2.8.3. Diseño de Conversión de Presión: Espirales, Difusores.

Muchas bombas comerciales tienen canales divergentes llamados espirales colocados en la sección de descarga del cuerpo. El flujo a través de la espiral causa una

disminución en la velocidad desde la velocidad de boca (típicamente 60 m/s (200 pie/s)) a la velocidad de la línea de descarga (típicamente 5 m/s (15 pie/s)), lo cual a su vez causa un incremento de la presión. Los pasajes de las espirales individuales se usan en la mayoría de los diseños de bombas ya que son simples y eficientes. Sin embargo, el diseño de las espirales individuales impone una carga radial no balanceada en el impulsor, debido a la variación en presión alrededor de la periferia.

Pocas bombas de proceso usan difusores con álabes para conversión de presión en vez de espirales. Estas incluyen algunas bombas en línea, algunas bombas de flujo axial, y algunas bombas diseñadas para cabezal alto, y rango de bajo flujo.

Las ventajas de los difusores con álabes son las fuerzas radiales balanceadas, el tamaño compacto, y la eficiencia pico a cabezales altos y flujos bajos. Las desventajas son que estas resultan más complicadas de construir y reparar que las bombas con espirales, y las curvas de funcionamiento tienden a caer, con caídas severas en las eficiencia debajo del 50% del PME.

2.8.4. Tipos de Impulsores

La mayoría de los impulsores usados en las bombas de refinería están encerrados con todos los discos y las cubiertas y se denominan “cerrados”. Los impulsores semi-abiertos son usados ocasionalmente, y tienen un disco de apoyo completo, pero sin cubierta. Los impulsores completamente abiertos, que tienen álabes pero poco o ningún material de disco, son ocasionalmente usados en cabezales bajos, en servicios de manejo de sólidos.

La mayoría de los impulsores usados en las bombas de refinería tienen arreglos para succión de un solo lado y se denominan diseño de “una sola succión”. Los modelos de bomba de flujo alto usan impulsores que aceptan succión de ambos lados y se denominan de “succión doble”.

2.8.5. Arreglos de anillos de desgaste

La mayoría de las bombas de refinería se diseñan con espacios estrechos de corrida por el lado de la succión para separar la zona de presión de descarga de la bomba, de las zonas de la presión de succión y minimizar el retroflujo o “deslizamiento”. Los anillos de desgaste se acomodan en el espacio estrecho del cuerpo de la bomba y usualmente en una posición opuesta sobre el impulsor para permitir un recobro fácil del espacio libre de diseño. Estos dos anillos se denominan anillos de desgaste del “cuerpo” y del “impulsor”, respectivamente.

2.8.6 Localización y Orientación de las Boquillas

La mayoría de las bombas horizontales de proceso en refinerías están provistas de boquillas de succión y descarga en el tope del cuerpo. Este arreglo es conveniente para arreglos de grupos de bombas en filas y sus bancos de tuberías y para diseñar las tuberías para fuerzas y momentos mínimos contra las bridas de las bombas.

Las boquillas de succión pueden también ser ubicadas en los extremos de las bombas horizontales de proceso, coaxialmente a la línea central del eje. Las bombas para temperaturas moderadas y las bombas de transferencia de productos frecuentemente se seleccionan con succión en los extremos. Las bombas diseñadas para limpieza de anillos de desgaste, con frecuencia, solamente están disponibles con arreglos de succión en el extremo, debido a los requerimientos de configuración del cuerpo.

Las conexiones de succión lateral usualmente se utilizan en bombas horizontales divididas horizontalmente, para permitir la colocación de la boquilla en la mitad del fondo del cuerpo, a fin de que esta mitad no requiera ser removida cuando se realiza mantenimiento en los internos de la bomba. Las conexiones de descarga lateral se usan frecuentemente en bombas horizontales divididas

horizontalmente, y con poca frecuencia en las bombas horizontales divididas verticalmente.

2.8.7 Costos

Los costos de las bombas centrífugas, se pueden estimar usando los paquetes comerciales de estimación de costo. Las bombas en línea, donde se pueden aplicar, son con frecuencia las más económicas. Con ellas se ahorra en disposición, fundaciones, tubería y válvulas, mantenimiento, y pueden reducir la necesidad de repuestos. ^[9]

2.8.8 Presión de Succión

2.8.8.1 Nivel de Referencia de la Bomba

La presión de succión normal se calcula y se especifica para un nivel de referencia arbitrario de 600 mm (2 pie) sobre el nivel de referencia del piso. Este nivel es típico de la línea central del impulsor en los tipos de bombas comúnmente utilizados – bombas de proceso horizontales de una etapa y de capacidad media (15 a 65 dm³/s (200 a 1000 gpm)). La elevación de la línea central de la bomba seleccionada realmente para el servicio normalmente diferirá algo de los 600 mm (2 pie) arbitrarios, dependiendo de la altura de la base de la bomba escogida, tipo de bomba, tamaño y orientación. La diferencia entre el nivel de referencia arbitrario y el nivel de referencia real es muy pequeña para tener algún significado en la determinación de los requerimientos de cabezal en la mayoría de los servicios, pero es un factor de suma importancia en el establecimiento del NPSH de que se dispone realmente para la bomba instalada, y debe verificarse por consiguiente cuando se seleccione la bomba y se realice el diseño de la base.

El nivel de referencia convencional de 600 mm (2 pie) debería ser usado también para bombas de proceso verticales de múltiples etapas, aunque el impulsor de la primera etapa está localizado por debajo de este nivel y el NPSHD a dicho nivel será mayor que al nivel de 600 m (2 pie). El suplidor de la bomba puede hacer la conversión necesaria, utilizando la localización real de la brida de succión de la bomba y de la longitud de la bomba seleccionada.

La Especificación de Diseño debería establecer a que nivel de referencia de la bomba han sido calculados tanto la presión de succión especificada como el NPSH disponible, normalmente 600 mm (2 pie) sobre el piso. ^[12]

2.8.8.2 Control de flujo de la bomba

El caudal de flujo de la gran mayoría de las bombas centrífugas se controla con una válvula de control en la línea de descarga. El caudal de flujo de muchas bombas de desplazamiento positivo se controla reciclando una porción del flujo de descarga a la succión de la bomba, con una válvula de control en la línea de reciclo.

Para bombas centrífugas, la válvula de control impone una cantidad variable de caída de presión sobre los requerimientos naturales de presión del sistema. Un aumento de la cantidad de caída de presión a través de la válvula de control incrementa la presión de descarga de la bomba, su generación de cabezal y reduce el caudal de flujo. Una disminución en la caída de presión a través de la Válvula de control tiene el efecto opuesto. Cuando la Válvula de control está completamente abierta, el flujo no está bajo control, sino que está determinado por la interacción natural de la característica de funcionamiento de la bomba con la resistencia característica del sistema. ^[11]

2.8.8.3 Cavitación

La cavitación es un término estrechamente relacionado y casi sinónimo de ebullición. El término “ebullición” normalmente describe la formación de burbujas de vapor que ocurre cuando la presión de vapor de un líquido aumenta (con un incremento de temperatura) hasta un punto en el que iguala o excede la presión estática a la cual el líquido está expuesto. La “Cavitación” ocurre cuando la presión estática del líquido cae hasta o por debajo de la presión de vapor en un sistema de líquido en movimiento. Las burbujas de vapor formadas en la cavitación son subsecuentemente implantadas con el incremento de presión estática. La cavitación comúnmente ocurre en y alrededor del impulsor de una bomba centrífuga y la propela de un barco. El término “cavitación” se aplica muy específicamente a la formación y subsecuente implosión de las burbujas de vapor, pero también es usado para referirse a alguna de las manifestaciones de actividad de burbujas, tales como:

1. Picadura y erosión de la superficie del metal.
2. La capacidad del cabezal se reduce debido a turbulencia y bloqueo del pasaje del flujo.
3. Limitación de flujo debido al bloqueo del pasaje del flujo.
4. Ruido de crepitación o golpeteo, como si la bomba estuviese llena de sólidos, causados por la implosión de las burbujas.

La fuerza tendiente a eliminar la cavitación es el margen por el que la presión estática local del líquido excede la presión de vapor del líquido a la temperatura en cuestión. Cuando es convertido en términos de cabezal de líquido, este margen de presión es definido como el cabezal neto de succión positiva, comúnmente denominado NPSH. ^[10]

2.8.8.4 Velocidad específica de succión

Una bomba con velocidad específica de succión alta tiene baja tendencia a cavitarse, aún a velocidades altas, y se requiere un diseño detallado del pasaje de flujo para

lograr esta calidad. Una bomba con velocidad específica de succión baja tiende a requerir más NPSH para evitar la cavitación, pero probablemente es más barata y resulta más fácil de conseguir en el mercado comercial.

Los diseñadores de proceso pueden hacer uso de este parámetro en el cálculo de una nueva aplicación para bombas existentes y en el establecimiento de la funcionalidad y precisión de las propuestas de selección de la bomba. ^[10]

2.8.8.5 Efecto de viscosidad

La alta viscosidad tiene un efecto negativo en el funcionamiento de una bomba centrífuga. Cuando la viscosidad aumenta, la capacidad de cabezal y la eficiencia disminuyen. En el caso de servicios para los cuales se requerirán bombas nuevas, el suplidor de la bomba debe tomar en cuenta el cambio de viscosidad para el diseño de la bomba; el diseñador de servicio necesita sólo especificar el rango de viscosidad anticipado. ^[12]

2.8.8.6 Razones Para Arreglo en Paralelo

Las bombas pueden ser diseñadas para operación en paralelo por cualquiera de las siguientes razones típicas:

1. Se requiere un aumento de capacidad de un servicio de bombeo existente, y se agrega una nueva bomba en paralelo a una o más bombas existentes. Sin embargo, debido a la característica del sistema de descarga existente, el flujo del sistema no incrementará necesariamente en proporción al número de bombas agregadas.

2. Se requiere una confiabilidad muy alta del servicio de bombeo sin confianza total en el funcionamiento de un mecanismo de auto arranque. La parada de una bomba de un grupo que opera en paralelo no causa falla total repentina del servicio.

3. La capacidad del servicio requerido puede exceder la capacidad de cualquier bomba disponible, y aceptable o cualquier modelo de accionador.

4. La capacidad de servicio requerida puede exceder el suministro de energía de servicio disponible para un sólo accionador o un tipo de accionador. El deseo de flexibilidad de operación en la fuente o el tipo de energía puede llevar a unidades paralelas múltiples con diferentes tipos de accionadores.

5. El uso de bombas múltiples puede permitir ahorros de inversión, por ejemplo, para servicios de capacidad alta, tres bombas dimensionadas al 50% pueden requerir menor inversión total que dos bombas dimensionadas al 100%.

6. Para cumplir con un requerimiento de mayor capacidad de flujo que el normal en una operación poco común, puede ser preferible tener una bomba de servicio y su repuesto operar en paralelo, en vez de diseñar cada una para un caudal de flujo mayor de lo normal.

7. Los requerimientos de códigos nacionales o locales pueden ordenar que las bombas múltiples normalmente operen en paralelo para incrementar la seguridad y/o la confiabilidad de la planta.

2.8.8.7 Características de Diseño de Instalación para Bombas Normalmente en Operación en Paralelo

1. El tamaño del accionador se debería seleccionar para no permitir sobrecarga en cualquier punto a través de toda la curva de la bomba (“no-sobrecarga”), en el caso de que una bomba asuma una carga mayor que la de igual repartición de la carga debido a una combinación pobre de las características de la bomba o cuando una bomba se para, ocasionando que la bomba remanente se mueva fuera de su curva.

2. Se debería prever posiciones para orificios de prueba de flujo en la línea de descarga de cada bomba para permitir la verificación que el flujo está propiamente repartido entre las bombas. Los amperímetros para accionadores de motor y medidores de flujo de vapor para accionadores de turbina suministran una indicación indirecta de repartición de carga y son a veces de ayuda para este propósito, aunque no tan conclusivas como los medidores de flujo.

3. Las tuberías de distribución de la succión se debería arreglar tan simétricas como sea posible de manera tal que todas las bombas tengan el mismo NPSH.

4. Cuando se requiera de instrumentación para arranque automático, se debería arreglar para permitir que cualquiera o todas las bombas en paralelo sean seleccionadas por el operador como la bomba auxiliar para arranque automático.

5. Las turbinas o máquinas que accionan las bombas que trabajan en paralelo con bombas accionadas con motor, deberían tener un gobernador capaz de retener la velocidad a una variación máxima de 0.5% de la velocidad del motor (NEMA Clase B o mejor) para asegurar una buena distribución de carga de las bombas).

6. Donde dos o más bombas operan normalmente en paralelo pero donde el caudal de flujo puede caer a una tasa lo suficientemente baja para permitir apagar una bomba, coloque una alarma de flujo bajo para señalar al operador que él puede apagar una.

2.9 TUBERIAS

Los requerimientos de diseño de tubería para bomba se presentan en PDVSA H-251-R “Requerimiento de tuberías de proceso y servicio”. Se requiere atención

especial en seleccionar las clasificaciones para las tuberías de succión y válvulas para bombas con tuberías distribuidas para flexibilidad de repuestos comunes.

El sistema de tubería debe ser diseñado mecánicamente para limitar las fuerzas y los momentos impuestos en las bridas de la bomba, aquellas permitidas por el diseño de la bomba. Las tuberías de succión para bombas con terminal de succión convencional requieren atención especial en diseño mecánico debido a que las corridas cerca de la bomba tienden a tener menor flexibilidad que las corridas superiores a las bombas que succionan por el tope.

La tubería de succión de bombas centrífugas se dimensiona para una caída de presión de 1.7 a 2.8 kPa (0.25 a 0.4 psi) por cada 30 m (100 pie) de tubería, resultando en velocidades típicas de flujo de 1.5 a 3 m/s (5 a 9 pie/s); el dimensionamiento de tuberías de descarga resulta en aproximadamente el doble de esta velocidad.

Las tuberías de succión de una bomba reciprocante se dimensionan para velocidades menores, debido al efecto del cabezal de aceleración sobre el NPSHD. [12]

2.9.1 Presión de diseño en tuberías

Las líneas de procesos deberán proporcionar seguridad y confiabilidad en el manejo del gas y crudo. Estas deberán diseñarse para las condiciones más severas de presión y temperatura que coincidan en un momento dado, según la norma PDVSA MDP-01-DP-01 “Temperatura y Presión de Diseño”, obtenida sobre la base de las siguientes consideraciones:

- a. La presión de diseño del equipo al cual es conectado.
- b. El ajuste de presión de las válvulas de seguridad las cuales protegen el sistema.

- c. La presión de diseño se aplicará desde la fuente hasta la última válvula antes de entrar a un equipo con una presión más baja.
- d. La presión de diseño será la presión máxima de operación más 10%, o la presión máxima de operación más de 25 psig, cual sea mayor; para tubería sometida a presión de operación por debajo de 300 psig.

Esta presión se refiere a la presión de operación del Sistema, para la cual se van a calcular los espesores de las tuberías y equipos estáticos. Sin embargo la presión de diseño del equipo y tuberías, (aplicando la Máxima Presión Permisible de Trabajo, MAWP).^[12]

2.9.2 Tuberías y accesorios mecánicos

El diseño de las tuberías de producción, se realizará según su disposición en planta y presiones de operación. Las tuberías de procesos de cada uno de los sistemas contemplados se calcularán considerando las caídas de presión permisibles, de acuerdo a la Norma PDVSA L-STP-031 “Estudios de Flujo en Tuberías y Análisis Hidráulico”. El diseño del sistema de tuberías será realizado de acuerdo con la Norma PDVSA L-STP-032 “Criterio para el Diseño de Tuberías de Línea en Tierra”.

No obstante se aplicarán los siguientes lineamientos:

El diseño de tuberías se realizará según su disposición y presión en el proyecto.

El diseño de tuberías, fabricación e instalación, requerimientos mínimos para inspección y prueba estarán conforme a la Norma ASME B31.3 “Process Piping”.

Las especificaciones de materiales de tuberías están categorizadas en clases, de acuerdo con la aplicabilidad del material para el servicio, rating de las bridas y válvulas (150#). La presión y temperatura de diseño del material de las tuberías se determinará de acuerdo a lo indicado en la Norma ASME B31.3 “Process Piping”.

En general, los sistemas de tuberías se diseñarán para las condiciones de presión y temperatura más severas que coincidan en un momento dado.

Las especificaciones de materiales y accesorios para tuberías, se establecerán según criterios basados en la norma PDVSA H-221 “Materiales de Tuberías” y selección de H-201 “Piping Line Class Designator System” PNSM0001” ya que para los sistemas de Crudo y Gas contemplados en este proyecto, se requiere considerar características y parámetros de proceso que incluyen el uso de ambas especificaciones.

- La presión y temperatura de diseño se refiere a la presión y temperatura para la cual se van a calcular los espesores de las tuberías y equipos estáticos, sin embargo la presión de diseño del equipo y las tuberías, será calculada por el fabricante del equipo o el ingeniero de tuberías, después de seleccionar el espesor de pared del mismo, mientras que la temperatura de diseño del equipo y/o tubería, viene dada por la temperatura a la cual se selecciona el esfuerzo de diseño de los materiales.
- La presión y temperatura de diseño, conjuntamente con el servicio determinará para cada línea la especificación o clase de material de tubería aplicable, de acuerdo a la norma PDVSA HA-221 “Materiales para Tuberías”, ASME B 16.5 “Steel Pipe Flanged Fittings NPS ½ Through NPS 24 Metric / Inch Standard”.
- Todos los Codos de 90° serán de Radio Largo, a menos que lo impida el espacio para instalación.

- Las empacaduras a ser usadas deben ser de un material que no afecte la naturaleza del fluido y capaces de soportar las presiones y temperaturas del fluido.
- A menos que sea requerido por el proceso, espacio o por razones de flujo, todas las conexiones de ramales deberán ser de ángulo recto a la tubería principal.
- Siempre que sea posible, las tuberías serán dispuestas de forma que sigan la trayectoria más simple posible.
- Deberán dejarse espacios de accesos para grúas y otras maquinarias alrededor para el momento en éstas se vayan a desmantelar.
- El diseño de las tuberías debe ser tal que permita el desmontaje y aislamiento de cada una de las bombas a instalarse en el proyecto.
- Para las tuberías de alta presión se inspeccionará el 100% de las juntas soldadas. En tuberías de baja presión se inspeccionará 10% de las juntas realizadas. El porcentaje de rechazo no deberá exceder el 10% para su aceptación, si se excede éste deberá inspeccionarse un nuevo lote de soldaduras (10%), el cual no deberá exceder más del 10% de rechazo para la aceptación de ambos lotes. Si ambos porcentajes de inspección no cumplen se tomará Gammagrafía al 100% de las soldaduras efectuadas.
- La presión de la prueba hidrostática que se aplicará al sistema de tuberías será de 1,5 veces la presión de diseño del sistema, corregida por temperatura y carga hidrostática según ASME B31.3.

- Toda línea de tubería diseñada, ya sea a campo traviesa, dentro del área de los equipos y especialmente aquellas que conectan directamente con éstos, deben ser verificadas mediante un Análisis de Flexibilidad, para garantizar su integridad mecánica y evitar posibles colapsos y roturas a nivel de tuberías y equipos.
- El diseño de las rutas de tuberías se regirá estrictamente por lo indicado en los D.T.I. (Diagramas de Tuberías e Instrumentación).
- Se dará preferencia a espesores de pared comerciales como Sch 40, STD, XS y 80 para los materiales de acero al carbono.
- Se colocarán conexiones de diámetro de $\frac{3}{4}$ pulg en los sistemas de venteo y drenaje, en los puntos altos y bajos de líneas.

Cualquier cambio que se requiera por alguna necesidad de optimización, o de imposibilidad de diseño, no debe nunca alterar el proceso, por lo que se hace obligante su evaluación y aprobación por el grupo de la Disciplina Procesos. ^[12]

2.10 SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL DE LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ.

2.10.1 Bombas - Fosa de aguas aceitosas

Está compuesta por tres bombas instaladas en la Fosa de Aguas Aceitosas, cuyo punto de referencia se puede ubicar en la entrada de la Estación de Bombas de Transferencia. Potencia = 250 HP. ^[8]

2.11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE PROCESO (STEP)

La planta de tratamiento está diseñada para tratar los efluentes generados en los procesos de refinación, agua de drenaje de los tanques de la Refinería, aguas de lluvia de las áreas de proceso y diques. La capacidad de procesamiento de la planta es de 1285 GPM, y opera a una capacidad máxima de diseño de la planta de 7.000 m³/día.
[8]

En general el proceso está formado por las siguientes etapas:

- Separación agua/aceite.
- Tratamiento Primario.
- Tratamiento Físico – Químico.
- Tratamiento Biológico.
- Filtración.
- Cloración.
- Desinfección.
- Tratamiento de lodos Biológicos y Aceitosos

2.12 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS DE LLUVIAS

2.12.1 Descripción del sistema

Un sistema de recolección de aguas de lluvias, conocido comúnmente con el nombre de drenaje, es el conjunto de estructuras hidráulicas, naturales o artificiales, cuya función principal es recolectar, conducir y disponer las aguas provenientes de la escorrentía superficial para evitar daños (objetivo básico) y molestias (objetivo complementario) a un área determinada. La tabla 2.1 resume la función de cada uno de los componentes de tales sistemas. [13]

2.12.2 Consideraciones básicas

Antes de comenzar a realizar el diseño se debe tener una serie de información preliminar la cual sirve de apoyo para la correcta elaboración del proyecto, esta información comprende como mínimo:

- Topografía del área de estudio
- Desarrollo urbano
- Geotecnia y suelos
- Ubicación de los servicios públicos existentes y de construcción futura
- Estudios hidrológicos y Curvas de intensidad- Duración – Frecuencia
- Delimitación de las aéreas tributaria. ^[13]

Tabla 2.1 Descripción de un sistema de drenaje urbano

OBJETIVOS			
BASICO		COMPLEMENTARIO	
Reducir daños a personas y propiedades		Reducir molestias al tráfico de personas y vehículos	
ACCIONES			
PREVENTIVAS	CORRECTIVAS		
	DRENAJE PRIMARIO	DRENAJE SECUNDARIO	DRENAJE SUPERFICIAL
Conservación y protección de áreas tributarias. Regulación del uso de la tierra. Manejo de planicies inundables. Regulación de edificaciones. Adquisición de áreas inundables. Pronostico de inundaciones. Educación ambiental.	Cauces naturales (rectificación, protección, desvío y dragado). Diques marginados y canalizaciones. Embalses y lagunas. Obras de descarga (mares, lagos, etc.). Colectores. Estructuras especiales (disipadores de energía, caídas). Obras similares. Eliminación de obstáculos.	Colectores Sumideros y estructuras especiales. Obras de almacenamiento (lagunas, estanques, retenciones, bombeo etc.) Obras de control de sedimento y basuras (sedimentadores, trampas, etc.) Obras de pequeños cauces naturales. Obras de protección, similares y conexas.	Canaletas, cunetas y similares. Calles y vías en general incluyendo modificación de pendientes y secciones. Superficies en general (techos, jardines, parques, áreas pavimentadas y naturales, etc.) Almacenamiento superficial (áreas verdes, estacionamientos, etc.).
FUNCIONES BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS	FUNCIÓN BÁSICA	FUNCIÓN COMPLEMENTARIA	FUNCIÓN COMPLEMENTARIA

Fuente: Fundamentos para el cálculo de alcantarillado. Ana Ghanem Rivero [13]

2.12.3 Áreas tributarias

El primer paso a seguir es la delimitación de las áreas tributarias que forman el sistema de drenaje. El área tributaria es aquella que concentra todo el escurrimiento superficial de un sector, en un punto determinado.

Con la ayuda del plano topográfico se debe establecer el sentido del escurrimiento superficial, el cual queda definido por las cotas de terreno que dan origen al sentido de las pendientes y a la delimitación de las áreas tributarias.^[13]

2.12.4 Caudal.

El caudal o gasto de proyecto sirve como guía para la determinación de una obra de drenaje bajo consideraciones y que está ligado a la probabilidad de ocurrencia. Es indispensable recurrir a la deducción indirecta de los caudales mediante lluvias. ^[13]

2.12.5 Coeficiente de Escorrentía.

Es la relación entre, la lámina escurrida y la lámina precipitada, en una cuenca específica durante un intervalo de tiempo determinado, es decir, es el porcentaje de lluvia que escurre. Este coeficiente se puede definir como relativo a una lluvia aislada o a un intervalo de tiempo en donde ocurren varias lluvias. ^[13]

2.12.6 Duración de la lluvia.

La duración de la lluvia es el tiempo comprendido entre el comienzo y final de la lluvia, este final puede ser del total o del momento hasta donde es apreciable la lluvia para efectos prácticos. Generalmente la duración se expresa en minutos o en horas. ^[14]

2.12.7 Intensidad de Lluvia.

La intensidad de una lluvia se define como el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo. La intensidad de la lluvia depende de la duración de esta, existiendo generalmente una relación inversa entre ellas. ^[14]

2.12.8 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).

Son una representación gráfica de la intensidad máxima de precipitación, expresada en mm/h ó l/sHa, correspondiente a una duración y período de retorno determinado. Para una tormenta de cualquier duración se tendrá mayor intensidad a mayor período de retorno y su intensidad disminuirá a medida que transcurre su duración.

Las curvas IDF son de utilidad inmediata tanto en el diseño de sistemas de drenaje de tormentas como en el análisis de flujo de crecientes. ^[14]

2.12.9 Métodos de Estimación de Gastos Máximos

Para el cálculo de caudales de diseño existen varios métodos, entre ellos se encuentran:

- Método directo
- Método racional
- Método del área efectiva
- Método del escurrimiento superficial modificado
- Métodos que utilizan Hidrogramas Unitarios

Métodos que utilizan Hidrogramas Sintéticos: Hidrograma de Zinder, Método de Clark-Miller, Método de Dalrymple y método C.O Clark.

Unos de los métodos más usados en Venezuela son: El Racional, El Hidrograma Triangular y el de Clark, debido al reconocimiento y aprobación por las autoridades competentes. ^[14]

2.13 MÉTODO RACIONAL

El método racional tiene como concepto básico que el caudal máximo Q (caudal de proyecto) para una pequeña cuenca de drenaje ocurre cuando toda la cuenca está contribuyendo. El gasto de proyecto se calcula mediante la expresión:

$$Q = C \times I \times A \quad (\text{Ec 2.10})$$

Donde:

Q = Gasto máximo expresados en litros por segundo (l/seg)

C = Coeficiente de escorrentía (Adimensional)

I = Intensidad de la precipitación en litros por segundo por hectárea (l/seg/Ha)

A = Área tributaria de la cuenca expresada en hectáreas (Ha)

El método adolece de una serie de limitaciones, mencionadas a continuación:

- ◆ Este método supone que si sobre un área determinada cayera una precipitación de intensidad uniforme en el tiempo y en el espacio, llegará el momento en que la cantidad de agua que cae, equivale a la que sale del área, siempre y cuando el suelo sea impermeable.

- ◆ Se considera la intensidad de lluvias, para una duración igual al tiempo de concentración (T_c).

- ◆ El caudal obtenido se refiere exclusivamente a caudales de escorrentía superficial, no considerándose la aportación subterránea de agua, la cual puede despreciarse en la mayoría de los casos por su escasa cuantía respecto de la superficial.

- ◆ No es aplicable a cuencas en las que se dejen sentir los efectos de la laminación en lagos y embalses o bien en grandes planas de inundación.

- ◆ El producto $I \cdot A$ es el caudal de entrada a la cuenca.

- ◆ Coeficiente de escorrentía C , es la proporción del caudal de salida al de entrada. ^[14]

2.13.1 Determinación de intensidades máximas.

La intensidad de una lluvia se define como el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo. La intensidad de la lluvia depende de la duración de esta, existiendo generalmente una relación inversa entre ellas. ^[14]

2.13.2 Tiempo de Concentración.

Es el tiempo que transcurre desde que la lluvia cae en el punto más distante de la corriente de agua de una hoya hasta llegar a una sección determinada de dicha corriente. ^[14]

En el caso de cuencas naturales, recomienda la ecuación de Kirpich:

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385} \quad (Ec 2.11)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud en metros (m)

H = Diferencia de cotas (m/m)

2.13.3 Período de Retorno.

La frecuencia de las precipitaciones es el tiempo en años en que una lluvia de cierta intensidad y duración se repite con las mismas características. Siendo la frecuencia un factor determinante de la capacidad de los drenajes pluvial en su relación con la prevención de inundaciones, en vías, áreas urbanas y plazas y por tanto de riesgos y daños con la propiedad, daños personales y al tráfico vehicular.

El período de retorno para lo cual se debe dimensionar una obra varía en función de la importancia de la obra (interés económico, socio-económico, estratégico, turístico), de la existencia de otras vías alternativas capaces de

reemplazarla y de los daños que implicaría su ruptura: pérdida de vidas humanas, costo y duración de la reconstrucción, costo del no funcionamiento de la obra, etc. ^[14]

2.13.4 Determinación del Coeficiente De Escorrentía.

Generalmente las cuencas hidrográficas presentan una gran variedad de suelos, coberturas vegetales y pendientes. El procedimiento recomendado para determinar el coeficiente de escorrentía, consiste en obtener un promedio ponderado de los coeficientes parciales de cada una de las zonas. ^[14]

$$C_p = \frac{\sum C_i \times A_i}{A_t} \quad (\text{Ec 2.12})$$

Donde:

C_i = Coeficiente de escurrimiento superficial de cada sector (a dimensional).

A_i = Área de cada sector (Ha).

A_t = Área total de la cuenca de drenaje (Ha).

En las Tablas 2.2 y 2.3 se dan algunas guías para la selección del coeficiente de escorrentías.

Tabla 2.2 Coeficientes de Escorrentías.

COBERTURA VEGETAL	COEFICIENTE DE ESCORRENTIAS
Áreas pavimentadas de asfalto o concreto	1,00
Caminos Mancaminados	0,70
Superficies de arcillas u otras no pavimentadas	0,50
Piedras Sueltas	0,40

Fuente: PDVSA. *Sistemas de Drenajes*. 1993. [5]

Tabla 2.3 Coeficientes de Escorrentías.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento de Concreto	0,70 a 0,95
Pavimento de Asfalto	0,70 a 0,95
Pavimento de Ladrillos	0,70 a 0,95
Tejados y Azoteas	0,75 a 0,95
Patios Pavimentados	0,85
Caminos de Grava	0,30
Jardines y Zonas Verdes	0,30
Praderas	0,20

Fuente: Gaceta oficial N° 5.318 capítulo III. Art n° 3. [17]

2.14. CENTINELA

Es una herramienta automatizada que sirve de apoyo al personal de mediciones, transporte y fiscalización de crudo para facilitar la información de los balances volumétricos del crudo y de los productos tratados en la empresa, asegurando la facilidad de respuesta para llevar a cabo el cálculo de la producción diaria, los movimientos internos, inventarios, las ventas y las mermas del crudo y de los productos; también proporciona de manera automática el manejo de la información referente a los embarques/desembarques de hidrocarburos que se llevan a cabo en los terminales de embarques; utilizando para ello una tecnología de información avanzada.

La información que maneja este módulo es, entre otras, la siguiente:

- Mediciones de los tanques, mediciones de líneas de distribución, descripción de las características y propiedades de los tanques, muestras de las condiciones del tanque y crudo, manejo de asociaciones Tanque-Fluido-Segregación, movimientos operacionales del crudo, aforamiento e impresión de boletas de embarque.

- Objetivos de embarque, nominaciones de los Cliente-Buques para la distribución del crudo, planificación de los embarques, descripción de las embarcaciones, tiempos de embarque, inspección y muestreo de las embarcaciones, impresión de certificados de entrega, tiempos de embarque e inspección y muestreo de las embarcaciones, impresión de certificados de entrega, tiempos de embarque de las embarcaciones.
- Manejo de casos excepcionales, mermas en líneas e instalaciones, planificación de los objetivos de bombeo entre instalaciones, actualizar y consultar la planificación de la producción extraída y fiscalizada, generación de recibos de bombeo entre líneas e instalaciones.
- Manejo de toda la información contable de las instalaciones, tipos de fluidos, segregaciones, volúmenes de fluidos producidos, inyectados y acumulados, identificar los tipos de movimientos.
- Manejo de toda la información contable de las instalaciones, tipos de fluidos, segregaciones, volúmenes de fluidos producidos, inyectados y acumulados, identificar los tipos de movimientos.
- Control estadístico de los tratamientos químicos realizados al crudo, procesos de clarificación y deshidratación, información de los productos químicos, puntos de medición y características de los tanques.

2.14.1 Objetivo:

Mantiene la contabilidad volumétrica de los fluidos (crudo, productos, aguas efluentes y químicos) manejados en las instalaciones de producción con el fin de generar balances contables y operacionales, apoyar el proceso de embarques y controlar el movimiento de lotes de crudos a través de los distintos oleoductos.

2.14.2 Beneficios:

- Obtención de los indicadores de gestión de la operación de mediciones, transporte y fiscalización de hidrocarburos.
- Información detallada de mediciones (muestras) a hidrocarburos para la toma de decisiones rápidas y oportunas.
- Seguimiento en línea, de los niveles en los tanques y de los procesos de embarque.
- Impresión de las boletas e informes oficiales para la fiscalización y transporte de los crudos.
- Medidas operacionales de los tanques, líneas y patios de tanques de las instalaciones asociadas a los procesos de producción de crudo, así como de los productos químicos utilizados para la separación de los mecanismos de separación secundaria.
- Estadísticas confiables de pronósticos de porcentaje de agua y sedimento proveniente de la producción extraída.
- Control operacional de los diluentes utilizados, productos químicos para la separación del agua al crudo.^[9]

2.15 DEPÓSITOS DE AGUA, TANQUES Y CISTERNAS:

En cisternas o tanques enterrados, se debe tomar en cuenta además del empuje lateral del suelo sobre las paredes del tanque. El espesor de las paredes se diseñara para el caso más desfavorable de presión interna del agua o presión exterior del suelo, con el depósito vacío.

La superposición de estos empujes no se toma en cuenta, pues sus efectos se contrarrestan. En suelos donde el nivel freático ascienda próximo a la superficie del terreno, se debe tener la precaución de ubicar la cisterna como se muestra en la fig. 8

b) con su tope por encima del nivel freático, para evitar la contaminación del agua del depósito. En ciertos casos, se recurrirá al bombeo continuo del agua subterránea, para mantener su nivel en la profundidad deseada.

El concreto a usar en los depósitos de agua en general debe ser de buena calidad y adecuada dosificación, con una resistencia mínima a la compresión de $f_c' = 200 \text{ Kg/cm}^2$ y una relación máxima de agua en peso (con agregados de pesos normal) de:

$$\frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \begin{cases} 0.5 & \text{para espesores de paredes} \geq 20\text{cm} \\ 0.45 & \text{para espesores de paredes} < 20\text{cm} \end{cases}$$

Para evitar una excesiva fisuración, el concreto debe compactarse y someterlo a un esmerado curado. Para ello, luego de fraguado, se debe aflojar el encofrado de las paredes de modo que un flujo continuo de agua humedezca abundantemente la superficie fresca del concreto durante los siete primeros días y luego se puede continuar con un curado por membranas. ^[15]

2.15.1 Diseño de depósitos rectangulares

Generalmente en torres de agua con depósitos de limitado volumen se prefiere el uso de estanques cilíndricos de concreto prefabricado o de acero, por ser más económicos, ya que resultan de menores espesores y limitada cuantía de acero de refuerzo.

Pero cuando el volumen de agua se incrementa, como por ejemplo en los tanques de agua de reserva sobre elevados o subterráneos de grandes edificios, se emplea la forma rectangular. El caso más sencillo de depósito es el rectangular simple, con cuatro paredes verticales, una losa de fondo y otra de tapa, como el que muestra la fig. 9, con su tope a nivel de la superficie del terreno.

Los empujes internos son debidos al agua contenida, como se indica en el esquema b) de la figura, según una distribución interna triangular, con un máximo en la base de $1000 \times H$ (en Kg/m^2) y resultante del empuje:

$$E = \frac{1000 \cdot h^2}{2} \quad (\text{Ec. 2.13})$$

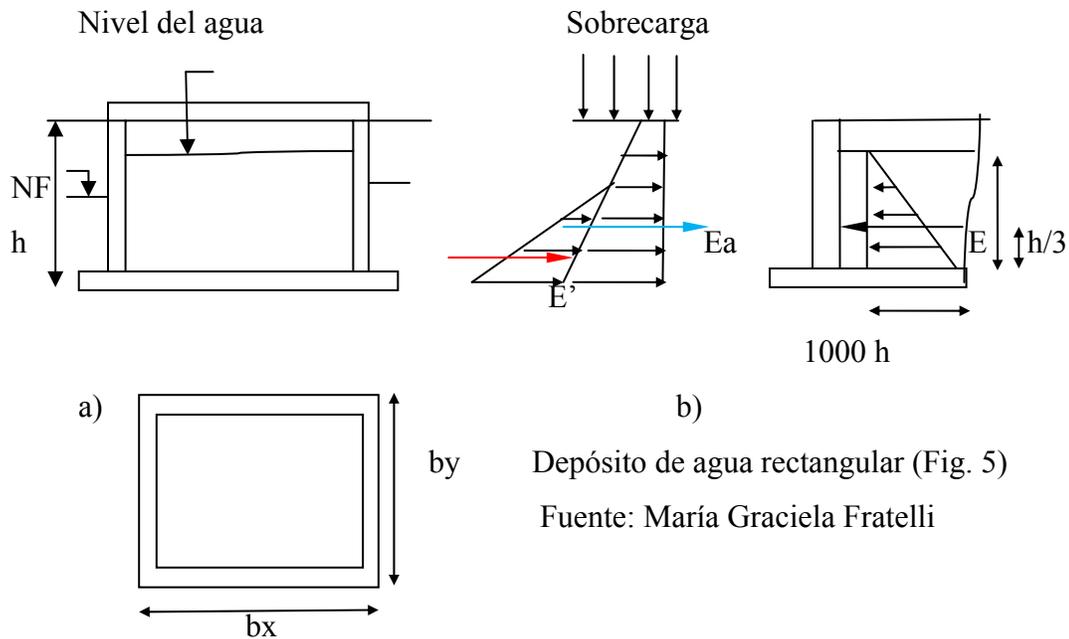
Donde:

E = Empuje interno debido al agua contenida (Kg/m^2).

h = Altura del líquido (m).

Ubicada a la distancia $h/3$ del fondo. Los empujes exteriores son debidos al activo del suelo, de resultante E_a , cuya magnitud depende de las características del terreno, de la presión exterior del agua subterránea, cuando su nivel supera la cota inferior del depósito. El diseño de las paredes del tanque o cisterna se realiza para la combinación más desfavorable de las sollicitaciones en los siguientes casos:

1. Actúa solamente el empuje interno del agua. Es el caso del depósito lleno y el suelo removido, o bien del depósito superficial o sobre elevado.
2. Actúa solamente el empuje exterior del suelo, y el del agua subterránea hasta el nivel previsto es el caso de la cisterna vacía.
3. Actúan simultáneamente el empuje interior del agua del depósito y el empuje exterior del suelo y del agua subterránea. Es el caso del depósito enterrado, llenos de agua. Esta simultaneidad no se toma en cuenta en el diseño pues no origina el estado de esfuerzos más desfavorable. Ver figura 5.



a) by Depósito de agua rectangular (Fig. 5)
Fuente: María Graciela Fratelli

Donde:

NF = Nivel Freático.

h = Altura del estanque (m).

E = Empuje interno debido al agua contenida (Kg/m^2).

E_a y E' = Empujes activo producido por el suelo sobre la pared (Kg/m^2).

Las paredes de los depósitos de agua se analizan según las diferentes configuraciones de sus apoyos perimetrales, y sus dimensiones. [15]

Las paredes se suponen empotradas en la base inferior y en las paredes laterales, con su borde superior libre, como se ve en la Fig. 6, y soportando el empuje del agua o del suelo.

Donde:

NF = Nivel Freático.

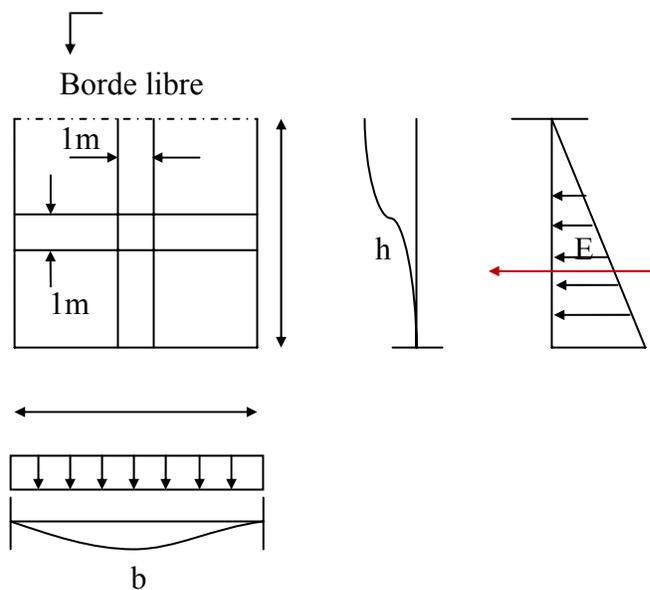
h = Altura del estanque (m).

E = Empuje interno debido al agua contenida (Kg/m^2).

Ea y E' = Empujes activo producido por el suelo sobre la pared (Kg/m^2).

Las paredes de los depósitos de agua se analizan según las diferentes configuraciones de sus apoyos perimetrales, y sus dimensiones. ^[15]

Las paredes se suponen empotradas en la base inferior y en las paredes laterales, con su borde superior libre, como se ve en la Fig. 6, y soportando el empuje del agua o del suelo.



Caso a) $0.5 \leq h/b \leq 2$ (Fig. 6)

Donde:

h = Altura del estanque (m).

b = Ancho del estanque (m).

En la generalidad de los casos, las compresiones verticales y horizontales resultan de limitada magnitud y se las puede despreciar, con excepción de los

depósitos de paredes muy esbeltas, con $H > 4,8$ m y una fuerte sobrecarga aplicada sobre la tapa. En esos casos, se deben diseñar las paredes a flexo compresión y verificar la posibilidad de pandeo. [15]

Para soportar las solicitaciones axiales de tracción horizontal en las paredes, se distribuirá un acero horizontal:

$$A_s = \frac{Mu}{0.9^2 * f_y * d} \quad (Ec\ 2.14)$$

Donde:

A_s = Área de acero (cm^2).

M_u = Momento último (Kg.cm).

f_y = Resistencia del acero (Kg/cm^2).

d = Altura útil (cm).

El acero principal es el que se distribuye verticalmente junto al borde traccionado para el mayor empuje lateral de agua o suelo. El acero en el caso de la Fig. 6; debe colocarse siempre en el borde traccionado de acuerdo al diagrama de momentos flectores correspondiente, o a la elástica de deformación que se ha dibujado en la figura antes expuesta. Igual razonamiento se aplica cuando actúa el empuje exterior debido al suelo que rodea el depósito y al nivel freático y colocando para este caso la armadura resistente junto al borde opuesto. Se debe recordar siempre la relación:

$$A_{s\text{mín}} = 0.0018 * b * d \quad (Ec. 2.15)$$

Donde:

b =ancho de la losa (cm).

d = Altura útil (cm).

Con respecto a la placa de fondo, su forma de apoyo determina el estado de sollicitación a que está sometida. Cuando el depósito descansa directamente sobre suelo resistente, la placa de fondo actúa simultáneamente como la fundación del estanque, y se diseña para soportar todas las reacciones del suelo debidas al propio peso del depósito y las sobrecargas aplicadas sobre él, pero sin tomar en cuenta el peso de la losa de fondo ni el agua contenida dentro del depósito, ya que estas cargas mencionadas son resistidas directamente por el suelo bajo fundación, sin provocar corte ni flexión en la placa de fondo.

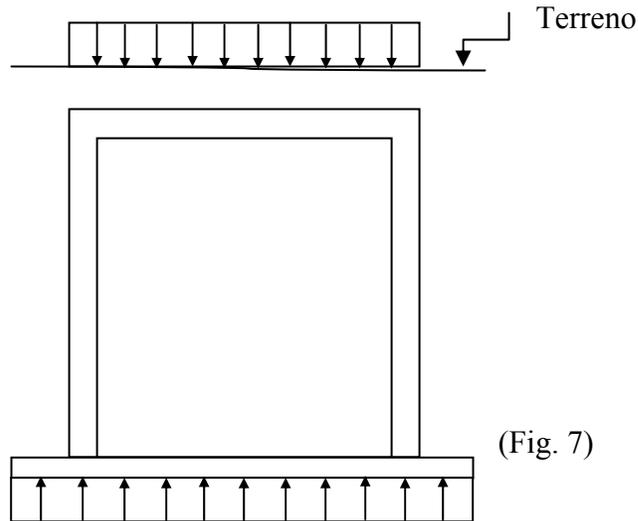
La distribución de las presiones en el terreno bajo el depósito depende de la rigidez de la placa de base, si bien para simplificar el problema, se acepta una distribución uniforme como muestra en las figuras. [15]

Caso a) Para diseño de la placa de fondo (No se toma en cuenta el peso propio de la losa de fondo ni el peso del agua)

Las combinaciones de cargas para el diseño de la losa de fondo de los tanques de agua apoyados directamente sobre el suelo, son las siguientes:

- a) Tanque vacío. Se calculan las cargas debidas a las paredes del depósito y la tapa, más las sobrecargas de tierra de relleno sobre la tapa y las accidentales. Llamando P a la carga total resultante, el esfuerzo en el suelo bajo la fundación se obtiene:

Sobrecarga



$$\sigma = \frac{P}{B_x \cdot B_y} \quad (\text{Ec 2.16})$$

(Fig. 7)

Donde:

σ = Esfuerzo que soporta el suelo (Kg/cm^2)

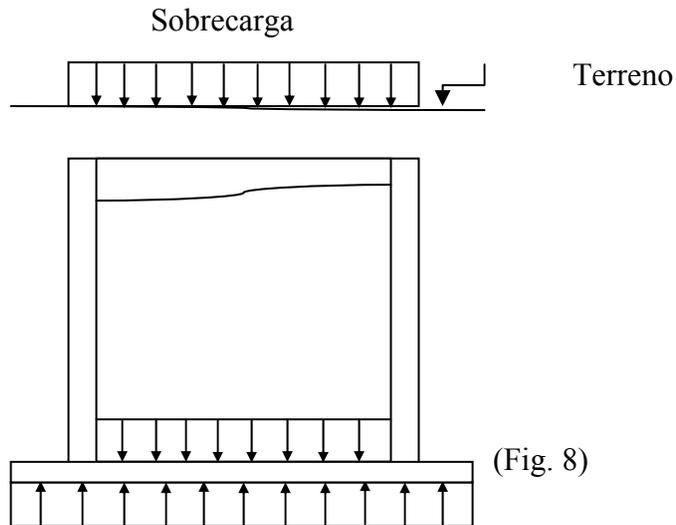
P = Carga distribuida ejercida sobre en suelo (Kg).

B_x = Base del estanque (cm).

B_y = Altura del estanque (cm).

Para el diseño de la losa de fondo se deben mayorar los esfuerzos. Para ello, en lugar de tomar la carga P de servicio, se considera la carga P_u correspondiente a las cargas mayoradas. [15]

- b) Tanque lleno: a la carga P obtenida anteriormente se le debe sumar el peso propio de la losa de fondo y la carga total del depósito. A esta carga de servicio se la designa por P' . El esfuerzo en el suelo de fundación se obtiene:



$$\sigma_{max} = \frac{P'}{Bx * By} \leq \sigma_{adm} \quad (Ec 2.17)$$

Donde:

σ = Esfuerzo que soporta el suelo (Kg/cm^2)

P' = Carga distribuida ejercida sobre en suelo (Kg).

Bx = Base del estanque (cm).

By = Altura del estanque (cm).

σ_{adm} = Esfuerzo admisible que tiene el suelo (Kg/cm^2)

De no cumplirse la ecuación se deben aumentar las dimensiones en planta de la base.

Se deduce en consecuencia que de la combinación a) se obtienen las presiones de σ_u que corresponden a las reacciones ficticias del suelo que permiten diseñar la losa de fondo, y de la combinación b) se verifican los esfuerzos en el suelo de fundación, de modo que no superen los admisibles según el tipo de terreno.

Los diferentes tipos de suelos y sus presiones admisibles promedios se dan en el Anexo A tabla A-3.

La losa de la tapa se diseña como simplemente apoyada en todo su contorno, sobre las paredes perimetrales. Esta losa soporta su propio peso y las cargas permanentes y accidentales aplicadas sobre ella. En depósitos enterrados, asimismo, debe considerarse la posibilidad de que camiones u otros equipos pesados puedan desplazarse en el lugar.

Por último, en los grandes depósitos de planta rectangular, se disponen tabiques o paredes intermedias de concreto armado. Con ello la cisterna queda subdividida en recintos multicelulares conectados entre sí mediante las correspondientes llaves esclusas.

Estas paredes se diseñan para la presión interna del agua, dependiendo del criterio operacional del depósito y sirve de apoyo a la losa de tapa. ^[15]

2.16 CÓMPUTOS MÉTRICOS

Cantidades de obra correspondientes al proyecto base del Presupuesto, medidas según la unidad correspondiente, reflejadas por cada partida a ejecutar. Las especificaciones de las partidas son Referidas a la Norma COVENIN. Generalmente el proyecto viene

acompañado de sus cálculos métricos. Estos son fundamentales en las obras a licitar o contratar. No deberían existir presupuestos de obras sin proyectos.

Los cálculos métricos son la base de todo presupuesto de obra. La realización de los mismos depende de una buena interpretación de las especificaciones y de las normas fijadas para su medición, es por esta razón que la persona encargada de esta actividad deberá conocer los métodos constructivos cabalmente, poseer una sólida experiencia de campo, sólidos conocimientos de detalles constructivos, además de tener suficiente información actualizada sobre materiales, equipos, mano de obra, normas y especificaciones. ^[16]

2.16.1 Recomendación para la elaboración de cálculos:

- a) Ejecutar las obras basados en un proyecto y en cálculos métricos elaborados por el propio ente contratante.
- b) Es bueno destacar que en este levantamiento de cálculos se debe tener cuidado en la inclusión de las partidas sin codificación, ya que al no estar referidas a las normas COVENIN, carecen de especificaciones y pueden traer problemas de interpretación a la hora de su ejecución entre el inspector y el residente de la obra, si no se aclara previamente el alcance de estas partidas. También se puede vigilar que no sea eliminada la codificación, simplemente con la intención de evadir el cumplimiento de las referidas Normas. Las partidas no codificadas deben de tener una buena memoria explicativa o especificaciones técnicas.

2.16.2 Pasos a seguir cuando se elaboran cálculos métricos

Cuando se selecciona a una persona para realizar los cálculos métricos de un proyecto en particular, deberá tener ciertas condiciones básicas indispensables que le permitan llevar a cabo dicha actividad y de esta manera producir resultados confiables de los cálculos métricos obtenidos, dicha persona deberá:

1. Estudiar la documentación suministrada con la finalidad de obtener una visión de conjunto para poder planificar adecuadamente.
2. Respetar la documentación facilitada, solo debe limitarse a poner de relieve los errores u emisiones detectadas.
3. Respetar las normas de acuerdo a lo establecido.
4. Medir con exactitud, utilizando límites de tolerancia razonable y teniendo cuidado con aquellas partidas de mayor significación económica, (para algunos estas partidas se conocen como las de mayor peso específico)
5. Verificar los cálculos y mediciones efectuadas, esto permitirá reducir al mínimo el número de operaciones y mediciones.
6. Ajustarse en lo posible las partidas a las codificaciones COVENIN.
7. Los cómputos deben ser elaborados por el personal del contratante (proyectista o por la inspección). No es aconsejable delegarle esta actividad al contratista.
8. No menos preciar ningún detalle por muy pequeño que parezca, ya que el mismo puede ser de gran importancia en el proceso.
9. Respetar los cómputos, que por sus características deban ser calculados por un especialista en la materia, (instalaciones especiales, equipos de refrigeración y/o suministros especiales)
10. Realizar las mediciones con el mayor cuidado posible, para hacer las verificaciones necesarias, que minimicen los posibles errores por omisión de datos, partidas, transcripción de datos, etc.
11. El contratista debe revisar cuidadosamente los cómputos suministrados por el contratante y contrastarlos con los planos y proyecto, a efectos de detectar rápidamente si se ha reflejado adecuadamente toda la obra a ejecutar. De esta revisión se puede detectar el surgimiento de Obras Adicionales, Aumento o Disminuciones de obra.

2.17 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

Sin duda alguna, una de las principales interrogantes que se le presentan al contratista, al contratante o al profesional analista de costos, es: ¿Cuál precio establecer por unidad de obra a ejecutar? Representando este precio un valor que arroje dividendos adecuados que permitan a la empresa en forma técnica y competitiva, ganar lo justo y al contratante pagar un precio de acuerdo a la realidad del mercado, con márgenes rentables de utilidad en la relación de costo /beneficio. El contratista deberá entonces, ofertar precios competitivos si desea perdurar en el mercado de trabajo y de esta manera, obtener la asignación de contratos, o mejor aun ganar licitaciones, de ser el caso. ^[16]

2.17.1 Análisis de precios unitarios

Son cálculo del precio para una partida específica, por unidad de obra a ejecutar, plasmado en un formato normalizado que contiene las condiciones en la ejecución de cada partida, de acuerdo a los insumos empleados con sus precios (materiales, equipos y mano de obra), la metodología constructiva y las condiciones generales (prestaciones, Gastos de administración, utilidad, IVA), para obtener el precio de la partida en función de las condiciones ofertadas, tales como rendimientos, calidad, ganancias esperadas etc.

El APU está conformado por una estructura que contempla, entre otros factores, los costos directos involucrados, es decir materiales, equipos y mano de obra, los cuales sumados y efectuados por el rendimiento (equipos y Mano de obra), arrojan el denominado “costo directo” del análisis o “sub-total A”. Este subtotal es afectado por otros componentes denominados “costos indirectos” como son: la utilidad (ganancia esperada), Gastos administrativos, Costos de financiamiento e impuesto al valor

agregado (IVA). Toda esta consideración arroja el precio final que será adoptado en cada partida del presupuesto. ^[16]

2.17.2 Evaluación de las variables en los costos unitarios

En la elaboración de un presupuesto el análisis de los precios unitarios resume una política de trabajo, organización, capacidad técnica y administrativa del constructor. Por otra parte, además de constituirse como instrumento importante de control, define el grado de confiabilidad ante el cliente, a medida que dicho análisis se hace congruente con la realidad del mercado, define los intereses de las partes que intervienen e incorpora los derechos del trabajador, en la retribución de su esfuerzo. El análisis de precio Unitario depende de muchas variables. Entre ellas cabe destacar:

- a. El sistema constructivo.
- b. La época del año de ejecución de la obra.
- c. El tipo de fundación y superestructura.
- d. El tipo de material utilizado.
- e. El tipo de albañilería y acabados.
- f. Las condiciones del sitio de la obra.
- g. El procedimiento constructivo.
- h. El grado de complejidad de la obra.
- i. La ubicación de la obra, accesos y desplazamientos.
- j. La topografía, microclima y época del año.
- k. El tipo, experiencia y disponibilidad de la mano de obra.
- l. El rendimiento previsto y el real.
- m. La capacidad técnica de la empresa.

2.17.2.1 Parámetros para determinar un análisis de precios

Información básica:

- a) Código de la partida.

- b) Unidad de Medición.
- c) Descripción de la partida.
- d) Rendimiento diario de la actividad.

2.17.2.2 Parámetros para elaborar un APU:

Costo de los materiales a usar en cada partida (incluye desperdicios)

1. Cantidad de materiales a usar por unidad.
2. Equipo disponible para la ejecución de la obra.
3. Costos de posesión y utilización del equipo (COP), alquiler o depreciación.
4. Eficiencia del equipo a usar.
5. Tabulador de salarios a utilizar.
6. Calculo del % de prestaciones sociales (beneficios laborales).
7. Calculo del % de administración y gastos generales de la obra (específicos por obra).
8. Rendimiento de equipos y mano de obra que intervienen en la partida.^[16]

CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Fue la etapa inicial del proyecto, se basó en la búsqueda y recopilación de información relacionada con el área en estudio, es decir, almacenamiento de las aguas aceitosas drenadas de los tanques de crudos ubicados en la refinería de Puerto la Cruz. Los fundamentos teóricos, se investigaron en tesis de grado, textos, trabajos, manuales técnicos de PDVSA, Normas COVENIN y artículos de internet. Además se contó con el apoyo técnico del Supervisor Custodio del Terminal Marino, con el equipo de trabajo de Movimiento de Crudos y Productos (MCyP), en el Edificio del Terminal Marino y el grupo de trabajo de la Sala de Dibujo Técnico, ubicados en el Edificio Estrella de la Refinería, Puerto la Cruz.

3.2. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE LLUVIA

Durante el estudio se observó que el sistema de drenaje de las aguas aceitosas está afectado por el sistema de drenaje de aguas de lluvias, debido a que las llamadas galleras, sitio por donde circulan las aguas aceitosas alrededor de los tanques hacia las tuberías de drenajes, se encuentran descubiertas y cuando hay presencia de lluvia aumenta el caudal de agua que va a las fosas existentes. Esta situación conlleva al colapso de las mismas cuyos derrames de éstas aguas contaminadas representan un peligro hacia el medio ambiente.

3.2.1 Determinación de las Áreas de drenaje

De acuerdo a los planos existentes y haciendo uso de la herramienta Autocad, se delimitó el área de los tanques de almacenamiento que drenan hacia las gallerías, obteniéndose de esa forma, veintiséis (26) cuencas en su totalidad, denominadas Áreas tributarias, proporcional a la cantidad de tanques.

3.2.2 Cálculo del tiempo de concentración.

La topografía del área estudiada es muy variable, se observó que algunas de las áreas circundantes a los tanques de almacenamiento están pavimentadas con concreto, otras están rodeadas de suelo arenoso y rocoso.

Para la determinación del tiempo de concentración, se dibujaron varias trayectorias sobre el plano, en donde el agua de lluvia escurría desde el punto más alto hacia el punto más bajo, tomándose el tiempo de concentración mayor. En tabla 3.1 se pueden apreciar los diferentes tiempos de concentración:

$$T_c = 0,0195 \left[\frac{L^3}{H} \right]^{0,385} \quad (Ec.2.11)$$

Tabla 3.1 Tiempos de concentración.

TK (Tanques)	LONGITUD (l) (mts)	ALTURA (h) (mts)	TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc) (min)
97X01	50	49	0,53
97X02	170	6,8	3,51
97X03	200	5,2	4,69
97X04	255	5,9	5,93
97X05	355	9,75	7,16
97X06	359	10,97	6,93
97X07	510	12,19	9,90

TK (tanques)	LONGITUD (l) (mts)	ALTURA (h) (mts)	TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc) (min)
97X08	310	7,92	6,63
97X09	330	8,84	6,83
97X10	460	9,75	9,66
97X11	410	10,67	8,17
97X12	525	11,89	10,42
97X13	570	12,5	11,24
97X14	670	14,02	12,96
97X15	640	9,45	14,03
97X16	610	11,28	12,65
97X17	620	12,5	12,39
97X18	615	14,02	11,70
97X19	735	14,94	14,08
97X20	830	16,46	15,60
250X07	825	17,20	15,24
250X08	930	17,90	17,23
250X09	865	15,50	16,75
250X10	910	15,90	17,59
250X11	990	16,40	19,15
250X12	1055	16,80	20,42

Fuente: propia

Esta ecuación es muy reconocida en nuestro país por su simplicidad y sencillez, siendo los valores necesarios para su aplicación: La longitud (l) y la diferencia entre la cota máxima y la mínima (H) del tanque más alejado. Estos valores fueron extraídos de la tabla 3.1 y sustituidos en la ecuación de Kirpich; (Ec 2.11) resultando un valor de:

$$T_c = 20,42 \text{ min}$$

3.2.3. Selección del Período de Retorno (Tr)

El período de retorno representa el grado de riesgo que se tiene en el proyecto. De allí, la selección de los períodos de retornos de una precipitación está en función de la importancia relativa de la zona y el área que se está drenando.

En la gaceta oficial N° 5318, se indican algunos valores, entre ellos, establece períodos de retornos de 5 a 15 años, para zonas comerciales y de elevado valor, considerando un período de retorno promedio de 10 años y este a su vez cumple con el exigido en el Manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA en las Normas Sistemas de Drenaje (N° HE-251-PRT).

$$Tr = 10 \text{ años}$$

3.2.4. Coeficiente de escorrentía (Cp.)

A consecuencia de la variedad de vegetación, tipo de suelo y demás factores de los cuales depende el coeficiente de escorrentía, se determinó un coeficiente de escorrentía ponderado. Para la selección de los coeficientes de escorrentías se siguieron las recomendaciones dadas en publicación en la norma de PDVSA HE-251-prt por ser los más desfavorables; donde se indica, los siguientes valores para los coeficientes:

Tabla 2.2 Coeficientes de Escorrentías.

COBERTURA VEGETAL	COEFICIENTE DE ESCORRENTIAS
Áreas pavimentadas de asfalto o concreto	1,00
Caminos Mancaminados	0,70
Superficies de arcillas u otras no pavimentadas	0,50
Piedras Sueltas	0,40

Fuente: PDVSA. Sistemas de Drenajes. 1993. [5]

Para obtener el coeficiente ponderado del área en estudio, se dividió en dos zonas, superficie pavimentada y la no pavimentada.

Para cada patio de almacenamiento de crudo (26 patios en su totalidad) se calculo un coeficiente de escorrentía ponderado a través de la Ec. 2.12.

$$C_p = \frac{\sum C_i \times A_i}{A_t} \quad (\text{Ec. 2.12})$$

$$C_p = 0,634$$

3.2.5. Intensidad de lluvia (I)

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se utilizó las curvas de intensidad-duración-Frecuencia de la estación de puerto la cruz, realizada en una tesis de grado de la Ing. Gerlys Velásquez, (ver anexo A-1), para un tiempo de concentración de 20,42 min y un período de retorno de 10 años, obteniendo como resultado:

$$I = 40 \text{ l/s} \times H_a$$

3.2.6. Cálculo del Gasto de Diseño (Q)

Teniendo los valores de todos los parámetros: Tiempo de concentración, Período de retorno, Intensidad, coeficiente de escorrentía y el área de drenaje de los tanques, se procedió a calcular el valor del caudal aplicando el método racional, mediante la resolución de la ecuación.

$$Q = C * I * A \quad \text{Ec 2.10}$$

En la tabla 3.2, se muestran los parámetros para el cálculo del caudal de las 26 cuencas.

Tabla 3.2 Parámetros para obtener el caudal.

Tiempo de Concentración (min)	20,42
Periodo de Retorno (años)	10
Intensidad (l/sHa)	40
Coefficiente de Escorrentía (adimensional)	0,634
Areas (Ha)	23,7

Fuente: Propia

Sustituyendo estos valores en la ecuación 2.10 se obtiene el caudal que aportan las cuencas.

$$Q = 0,634 \times 40 \times 23,7$$

$$Q = 593,42 \text{ lt/s}$$

3.3. ESTIMACIÓN DE LOS VOLÚMENES AGUAS ACEITOSAS

Para realizar este estudio se realizaron visitas al Patio de almacenamiento de Crudo junto al custodio de área.

Es importante resaltar que en la refinería de Puerto la Cruz (PDVSA), los Tanque de almacenamiento tienen una nomenclatura que los identifica tal como MB X N°; Ej. “Tanque 97 x 04”, está referida del siguiente modo.

97= Capacidad del tanque en miles de barriles (MB).

04= Numero del tanque (N°).

De igual forma se denotan los demás tanques de almacenamiento (ver Fig. 9).

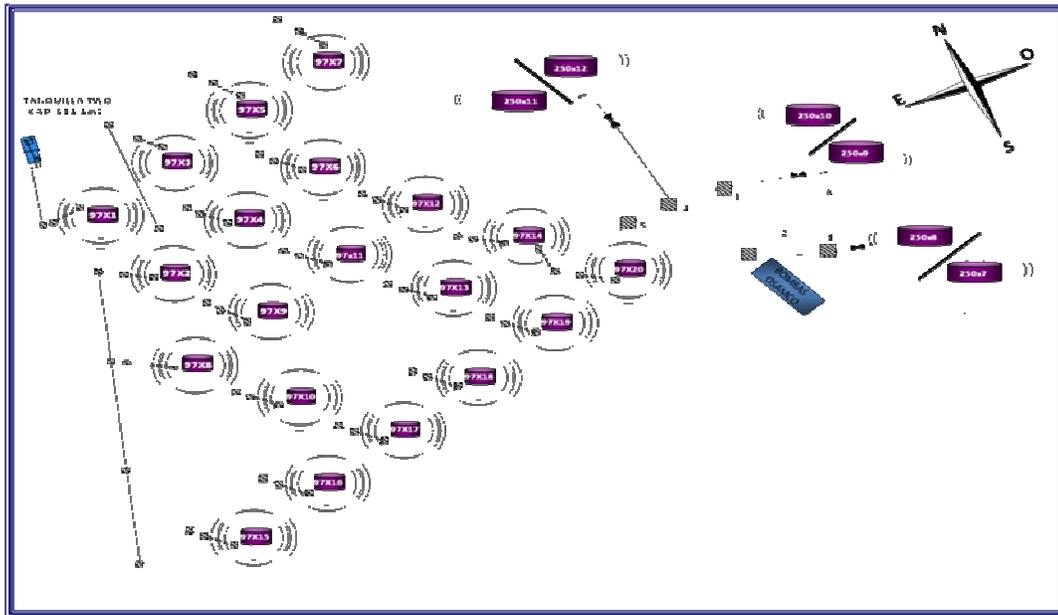


Fig. 5. Sistema de almacenamiento de crudos

El área en estudio está conformada por 26 tanques de almacenamiento de crudo que están rodeados por un canal de concreto llamado gallera (ver Fig. 10) por donde circulan las aguas aceitosas proveniente de los tanques hasta llegar a las líneas que la transportan hasta la fosa donde se inicia el proceso de separación y recuperación de las aguas aceitosas. La fosa existente es de forma rectangular y de concreto armado como se muestra en la fig. 9. Actualmente estas aguas aceitosas son canalizadas hacia los tanques 97X3 y 97X4 sin pasar por el proceso de separación y recuperación debido a que la planta STEP “Sistema de Tratamiento de Efluentes y Productos” está colapsada. Por esta razón se han dispuesto de dos (2) tanques para almacenar estas aguas. El principal problema del patio de almacenamiento de crudo, especialmente en épocas de lluvias, es la gran cantidad de caudal que se produce y que va directamente a la fosa existente colapsándola y contaminando totalmente las áreas cercanas.



Fig. 6: Gallera que rodea a los tanques

Fuente: Propia.

3.3.1. Procedimiento de drenaje de tanques.

Por información suministrada por el custodio de la zona y visitas al área de estudio, se pudo certificar directamente el procedimiento de drenaje de tanques. Es importante resaltar que una vez recibido el producto de los diferentes patios de tanques tales como, travieso (PTT), oficina (PTO) y Anaco (PTA), el crudo es bombeado a través de seis líneas troncales a los múltiples distribuidores ubicados en el área de la refinería de Puerto la Cruz y almacenado en los distintos tanques destinados para ello. Una vez el crudo en los tanques se deja en reposo por un tiempo aproximado de 4 a 6 horas para estabilizarlo y posteriormente se procede a la purga del tanque. El procedimiento para el drenaje del tanque se describe a continuación:

Se abren las válvulas de drenaje y se van graduando a medida que el color del líquido varia, al principio es de color blanco espumoso (ver fig. 11), luego va cambiando a marrón (ver fig. 12) hasta llegar a negro que es indicativo de presencia

de crudo, otra señal es el olor, el espesor y el sonido se van tornando diferentes (ver fig13 y fig14), luego se cierra las válvulas se va a la siguiente tanque y se realiza el mismo procedimiento así sucesivamente hasta drenar todos el tanques de almacenamiento.



Fig. 7. Comienzo del proceso de drenaje "agua blanca espumosa"
Fuente: Propia

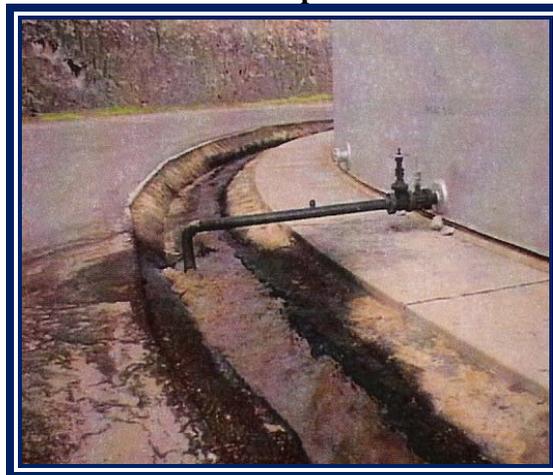


Fig. 8. Proceso de drenaje "agua marrón"
Fuente: propia



Fig. 9. Proceso de drenaje "agua con hidrocarburo"
Fuente: Propia

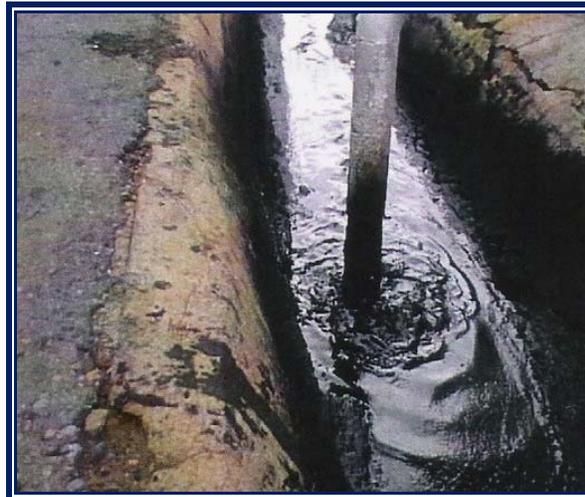


Fig. 1. Presencia de hidrocarburos, Proceso de drenaje culminado
Fuente: Propia

Para determinar volumen de agua aceitosa (Slop) que se drena; antes de comenzar la purgar del tanque, el operador encargado monitorea en la sala de control (Despacho de Petróleo) la altura del producto contenido en el tanque, cuyas unidades vienen dadas en pies, pulgadas y fracciones de pulgadas, luego se procede a drenar el tanque y una vez culminado dicho procedimiento, el operador vuelve a monitorear en la sala de control y verifica la altura a la que llegó el producto, por diferencia de alturas se obtiene un valor que de acuerdo al diámetro del tanque son llevadas a barriles, dando como resultado el volumen drenado.

Luego de obtener el resultado del proceso de drenado, los datos suministrados se asientan en la boleta de aforadores y esta a su vez es cargada en el programa centinela, sistema de control interno de la empresa PDVSA, que se encarga de llevar el registro de los volúmenes drenados de slop (ver anexo A-2).

Una vez obtenido el registro del programa centinela se procedió a la estimación de los volúmenes que llegan a la fosa existente diariamente de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Actualmente las aguas aceitosas se almacenan en una fosa cuya capacidad es de 640 m³ (4025 Barriles), lo que significa realizar una planificación con la información emitida por el centinela, considerando las condiciones del tiempo, para controlar que la fosa de almacenamiento y separación no se reboce.

Los crudos recibidos en el patio de tanques de almacenamiento son;

Tabla 3.3 Tipos de crudo.

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD DE TK
MESA 30	MA	7
MEREY DE SALADO	MD	3

MEREY	ME	1
MEREY-MESA30-MESA OFICINA	ME-MA-MO	1
MESA OFICINA	MO	1
PARAFINOSO	PA	4
SANTA BARBARA	SB	5
SLOP	SP	2
TOTAL		24

Fuente: propia

Para el análisis de los datos emitidos por el sistema centinela (ver anexo A-2), se consideraron los días con mayor volumen de drenaje de aguas aceitosas, observando que existen crudos que generan mayor cantidad de agua en los tanques de almacenamiento una vez que el crudo se estabiliza.

El período de estudio considerado fue de un año (31/12/2007 al 31/12/2008), en la tabla 3.5, se muestra los días donde la cantidad drenada de los tanque se aproxima a la capacidad de almacenamiento de la fosa existente y que por cualquier descuido del operador en enviar estas aguas a los tanque destinado para recibirlas (97X3 y 97X4) podría ocasionar derrames, contaminando las áreas aledañas.

El crudo que presenta mayor contenido de aguas aceitosas es Mesa 30 (MA), el cual se drena continuamente, aproximadamente 3242 barriles, y en ocasiones se combina con el drenaje de otros tipos de crudo tales como Merey de Salado (MD), Merey (ME), Santa Bárbara (SB) y Parafinoso (PA), ya que estos disponen de un porcentaje bajo de agua y así se evita el colapso de la fosa, de esta forma tan inoperante es como se controla actualmente el sistema de drenaje de la fosa.

El promedio total que actualmente se esta drenando de las aguas con trazas de crudo es de 3712 barriles (ver Tabla 3.4), lo que demuestra que la fosa esta a su capacidad máxima de almacenamiento.

Debido a la necesidad de drenar otros tanques para desalojar las aguas aceitosas y optimizar el sistema de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto La Cruz se requiere diseñar una nueva fosa para solventar el problema a corto plazo del sistema de drenaje.

Tabla 3.4 Resumen de drenajes de Tanques- Período del 31/12/2007 al 31/12/2008

FECHA CRITICA	VOLUMEN BLS	TIPOS DE CRUDOS
21/01/2008	5,139	MA
03/07/2008	5,226	PA-MA
27/09/2008	4,569	MA
18/05/2008	4,316	MA
21/06/2008	4,340	MA-PA-MD
31/01/2008	5,192	PA-MA
09/09/2008	3,816	MA
13/06/2008	3,812	MA-SB
30/11/2008	3,126	MA
26/02/2008	3,512	MA
02/09/2008	4,523	MA
FECHA CRITICA	VOLUMEN BLS	TIPOS DE CRUDOS
13/11/2008	3,450	PA
01/10/2008	2,950	MA
07/02/2008	3,002	MA
03/11/2008	2,762	MA
17/09/2008	2,790	MA-ME
28/08/2008	2,670	MA-ME
29/04/2008	2,680	MA
02/02/2008	2,554	MA
12/10/2008	2,638	MA-MD
10/11/2008	2,512	MA
11/02/2008	2,524	MA-ME
20/11/2008	2,438	MA
04/10/2008	3,349	MA-PA
05/09/2008	4,799	MA-ME
14/04/2008	2,333	PA
26/09/2008	2,075	MA
21/09/2008	2,011	MA
12/11/2008	3,206	MD-PA

Fuente: propia

Luego de estimar el caudal aportado por las aguas de lluvias drenadas de las galleras de los tanques de almacenamiento de crudo y los volúmenes de las aguas aceitosas aportadas por los mismos estimadas a través de la herramienta CENTINELA se suman y se obtiene la capacidad de la fosa a calcular.

La capacidad de la fosa a calcular es muy grande debido a la gran cantidad de caudal que aportan las aguas de lluvias que caen en las galleras, por esta razón y por las limitaciones de espacio la empresa PDVSA requiere de una fosa de 614,4 m³, para así aumentar la capacidad de almacenamiento en 3865 barriles, cumpliendo con las Normativas Vigentes y Manuales Técnicos de la Empresa PDVSA.

3.5. DISEÑO DE LA CAPACIDAD Y ESTRUCTURA DE LA FOSA:

Las aguas aceitosas provenientes de los tanques de almacenamiento de crudo de la refinería de puerto la cruz se recolectan mediante tuberías, éstas descargan en una fosa separadora.

La fosa en diseño será de dos cámaras o compartimientos divididos por un vertedero que no es más que una estructura hidráulica de tres (3) metros de largo y un (1) metro de altura, que permitirá la separación por gravedad del aceite, la decantación de las aguas aceitosas y los sólidos suspendidos que estas presentan.

Para el diseño de la fosa de almacenaje y separación de las aguas aceitosas provenientes de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto la Cruz, con una capacidad de 614.4 m³ se considero el estudio Geotécnico del área de la refinería suministrado por la empresa PDVSA utilizando la perforación P 12 (ver anexo B-1), arrojando valores de resistencia de $\tau=2,0$ kg/cm² obtenidos de la tabla 4.1 (ver anexo A-3), peso unitario $\gamma= 2.00$ ton/m³, ángulo de cohesión $\phi = 30^\circ$ y un

número de golpes= 64, un tipo de suelo de clasificación CL-ML arcilla limosa con una plasticidad del estrato media y la consistencia es compacta.

La fosa separadora se ubicará en las coordenadas (N 10°13'30.50'') y (O 64°37'40.99'') en la Refinería de Puerto la Cruz, Municipio Antonio José Sotillo de la zona sísmica 6 según la norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismoresistente”.

Se tomó para el diseño estructural como punto de partida un $f_c' = 250 \text{ Kg/cm}^2$, acero de alta resistencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, peso específico del concreto $\gamma = 2500 \text{ kg/cm}^3$, recubrimiento de 7 cm según las normas ACI 314 (ver anexo A-4) debido a la cercanía del mar y que este se encuentra subterráneo, sobre la placa de la misma se colocaran 2 bombas verticales centrifugas de marca, FAIRBANKS MORSE, modelo 13-H-7000F y peso 2313 Kg, cada una incluyendo el peso del motor, estas se encargaran de impulsar las aguas aceitosas a los tanques destinados para el almacenamiento de ellas. La fosa contara con una boca de visita de 70 x 70 cm para facilitar el trasegado de efluentes y de respiradores de dos (2) pulgadas; que permitan ventilar los gases volátiles que esta genera.

Se realizó una hoja de cálculo sencilla utilizando el método de María Graciela Fratelli para mostrar los resultados del diseño.

MEMORIA DE CÁLCULO DE FOSA SEPARADORA DE AGUAS ACEITOSAS

La capacidad del Separador es de 614,4 m³

1. DATOS:

Esfuerzo Admisible del Suelo (σ):	2,0	kg/cm ²
Peso Unitario del Suelo (γ):	2000	kg/m ³
Resistencia del Concreto ($f'c$):	250	kg/cm ²
Peso Unitario del Concreto(γc):	2500	kg/m ³
Acero de Refuerzo (f_y):	4200	kg/cm ²
Peso Unitario del Agua (γ):	1000	kg/m ³

2. CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO (K_a):

$\Phi = 30^\circ$ Ángulo de fricción

Para el calculo del empuje del suelo K_a se utilizo el angulo de cohesión Φ que depende del estudio geotécnico del sitio en estudio.

$$k_a = \tan^2 x \left(45^\circ - \frac{\Phi}{2} \right) = 0,33 \quad (\text{Ec. 2.17})$$

3. GEOMETRÍA DEL TANQUE Y SOLICITACIONES PRESENTES

Capacidad del Separador: **614,4 m³**

Solicitaciones presentes en la estructura:

Sobre carga del suelo (w)= 2000 Kg/m²

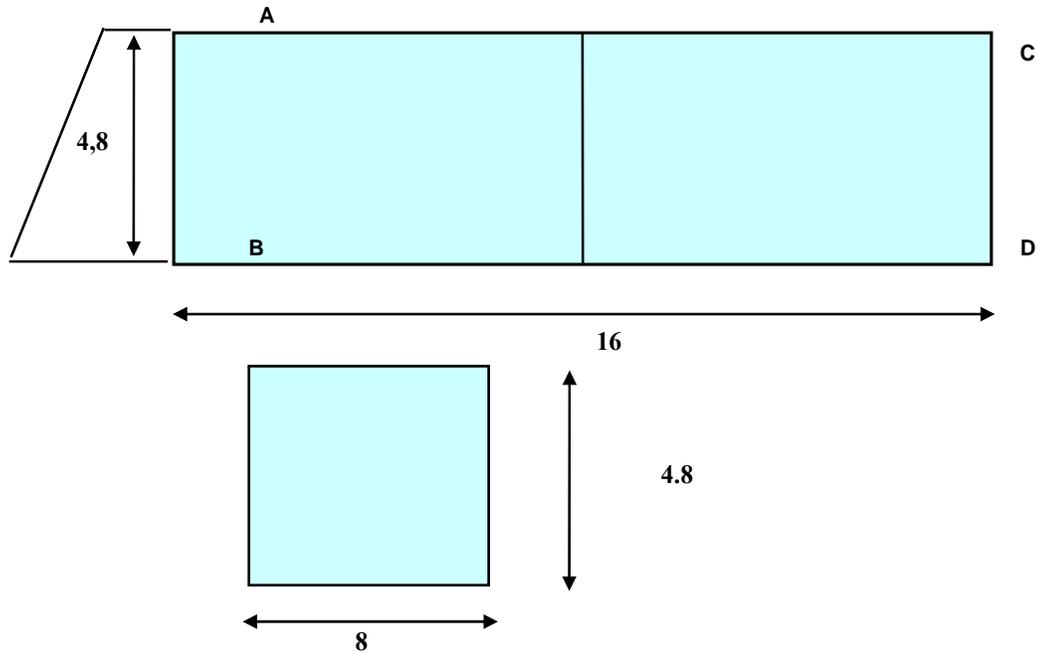
carga distribuida en la tapa del tanque (q)= 2031,34 kg/m²

Los esfuerzos q_1 y q_2 se obtuvieron de la suma de la carga distribuida sobre la tapa de la fosa y la sobre carga del suelo multiplicado por el coeficiente de empuje del suelo como se indica en la Ec. 2.18 y 2.19

$$q_1 = (q+w) \times k_a \quad 670,34 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 2.18})$$

$$q_2 = (q_1 + w \times \gamma \times h) \times k_a \quad 3838,34 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

4. DISEÑO DE LAS PAREDES



SE TOMA LA PARED AB COMO EL CASO MAS DESFAVORABLE

Caso A) Solo actua el empuje interior del agua, que forma una carga distribuida igual a un triangulo

Se tomó el peso especifico multiplicado por la altura de la fosa

$$E = \frac{\rho_{AGUA} * H^2}{2} = 11520 \text{ Kg} \quad (\text{Ec. 2.13})$$

Para obtener el momento máximo se multiplicó el cortante ultimo E entre tres veces la profundidad;

ya que en ese punto es donde se aplica la mayor fuerza

$$M_{\max} = \frac{E * H}{3} = 18.432,0 \text{ Kg*m} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

Caso B) Actua el empuje del suelo; el cual forma una carga distribuida igual a un rectangulo

Para una altura de 4,8 m:

Se suman los esfuerzos q_1 y q_2 formando un trapecio (ver fig 7), multiplicados por la profundidad efectiva de la fosa y así obtendremos:

una fuerza cortante activa o cortante último de diseño (E_a).

$$E_a = \frac{(q_1 + q_2) * H}{2} = 10820,84 \text{ Kg} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

Para el cálculo del momento activo se toma la altura donde la fuerza actuante es mayor; en este caso sería 1,6 mts.

$$M_a = 10820,8 * 1,6 = 17313,35 \text{ Kg*m} \quad (\text{Ec. 2.22})$$

El momento M_a controla el diseño de la pared

Para el cálculo del momento último (M_u) se multiplica el momento activo por el factor de mayoración igual a 1,7

$$M_u = 17313,35 * 1,7 = 29432,69 \text{ Kg*m} \quad (\text{Ec. 2.23})$$

Para el cálculo de la altura útil se utilizó la siguiente ecuación, donde utilizamos el momento último antes calculado

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\phi * \rho * f_y * b * \left(1 - \frac{0,59 * f_y * \rho}{f_c'}\right)}} = 16,24 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

A la altura útil se le sumará el recubrimiento mínimo igual a 7 cm; debido a que la fosa se encuentra subterránea y así obtendremos el espesor de diseño (h):

$$h = 16,24 + 7 = 23,24 \text{ cm}$$

Se adopta $h = 30 \text{ cm}$ para no superar los esfuerzos máximos por corte.

$h = 0,3 \text{ m}$

Verificando el corte tenemos:

$$Vu = \frac{Mu * 1,7}{\phi * d * b} \quad (\text{Ec. 2.25})$$

$$Vu = 7,21 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vc = 8,38 \text{ kg/cm}^2$$

7,21 kg/cm²	>	8,38 kg/cm²	OK
-------------------------------	-------------	-------------------------------	-----------

Diseño del Acero de Refuerzo:

Para el calculo del acero de la pared se utilizó el momento último (Mu) , Fy= 4200Kg/cm²,y la altura efectiva de la pared, este a su vez debe ser mayor o igual que el acero mínimo (As min); de no ser asi se tomara el As min.

$$A_s = \frac{Mu}{0,9^2 * f_y * d} = 37,61558418 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 2.14})$$

$$A_{s, \min} = 0,0018 * b * d = 4,14 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Para hallar el número de cabillas, se toma el área de acero calculada en este caso 37,61 cm², se divide entre el área de la barra del acero que en este caso es de 5/8" cuya área es igual a 1,98 cm².

$$\text{N}^\circ \text{ de Cab} = \text{Area de acero} / \text{de la barra} \quad (\text{Ec. 2.26})$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Cab} = \frac{37,61 \text{ cm}^2}{1,98 \text{ cm}^2}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Cab} = 19$$

Para calcular la separación a la cual deben estar colocadas estas cabillas se divide 100 cm² entre el N° de cabillas,

y este a su vez debe ser multiplicado por dos debido a que se colocara en dos direcciones; se presenta a continuación el calculo realizado.

$$\text{Sep} = 100 / \text{N}^\circ \text{ de barras} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

$$\text{Sep} = 100 / 19 = 5,26 \text{ cm}$$

$$\text{Sep} = 5,26 \times 2 = 10,56 \text{ cm}$$

Esto indica que la separación mínima requerida es de 10,56 cm

Se colocara acero de 5/8" cada 10 cm en doble capa

Usar Ø 5/8" c/ 10 cm

5. DISEÑO DE LA PLACA BASE, PARA $\gamma_c=2500 \text{ Kg/m}^3$ Y $\gamma_s=2000 \text{ Kg/m}^3$

Para obtener la carga total se suman los pesos de las cargas que actúan sobre ella

Peso de las Paredes Laterales=	201,6 ton
Peso de la Tapa del Deposito=	80 ton
Peso de las bombas=	4,626 ton
Peso de los soportes de las tuberías=	0,46 ton
Carga Total=	286,688 ton

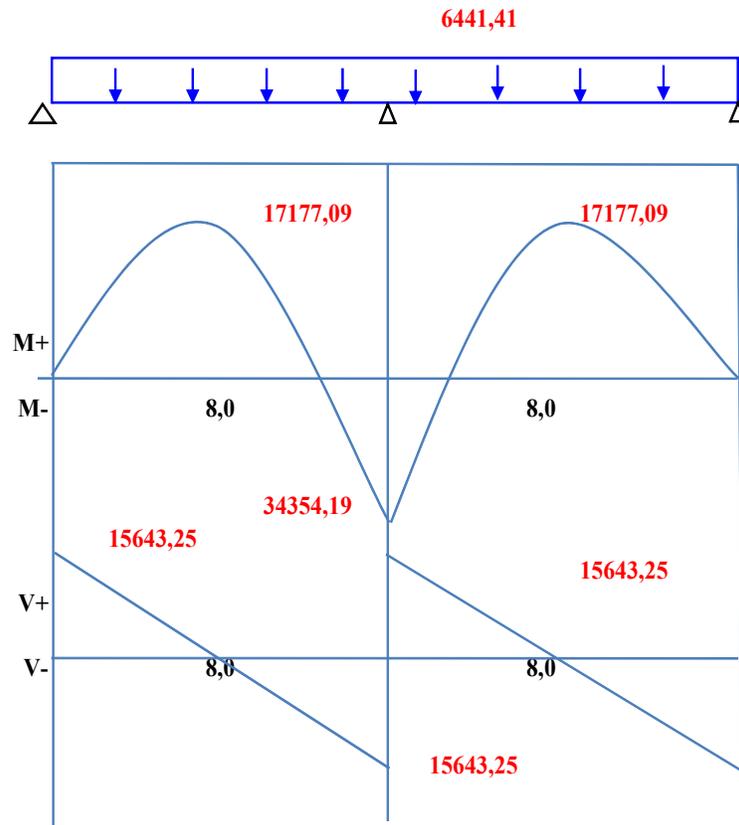
$$\Sigma P_u = 412,246 \text{ ton}$$

Obtenida ya la carga mayorada se divide entre el área total donde es aplicada para obtener la carga distribuida

y así construir los diagramas de corte y momento.

$$Q_u = 6441,34 \text{ kg/m}^2$$

Análisis Diseño de Losa maciza Techo: h= 30 cm con tres apoyos simple por estar libre en sus bordes



Momento Ultimo= 34354,19 ton*m

De los diagramas antes expuestos se obtiene el momento último para el calculo de la altura útil utilizando la Ec. 2.24

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\phi * \rho * f_y * b * \left(1 - \frac{0.59 * f_y * \rho}{f_c'}\right)}} = 17,55 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

A la altura útil se le sumara el recubrimiento mínimo igual a 7 cm; debido a que la fosa se encuentra subterránea y así obtendremos el espesor de diseño (h).

$$h = 17.455 + 7 = 24,45 \text{ cm}$$

h= 0,3 m

Se adopta h= 30 cm para no superar los esfuerzos máximos por corte.

Verificando el corte tenemos

Con el cortante ultimo obtenido del diagrama de corte verificamos si falla por corte.

$$V_u = 15643,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{f_c'} * b * d = 16382,97 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 2.28})$$

15643,25	kg/cm²	>	16382,97	kg/cm²	OK
-----------------	--------------------------	-------------	-----------------	--------------------------	-----------

Diseño de Acero de Refuerzo:

Para el calculo del acero de la placa base se utilizó el momento último (Mu) obtenido del diagrama de momento,

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, y la altura efectiva de la placa base.

Este a su vez debe ser mayor o igual que el acero mínimo ($A_{s \text{ min}}$); de no ser asi se tomara el $A_{s \text{ min}}$.

$$A_s = \frac{M_u}{0.9^2 * f_y * d} = 43,91 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018 * b * d = 4,14 \text{ cm}^2$$

Para hallar el número de cabillas, se toma el área de acero calculada en este caso $43,91 \text{ cm}^2$, se divide

entre el área de la barra del acero que en este caso es de $5/8"$, cuya área es igual a $1,98 \text{ cm}^2$.

N° de Cab = Area de acero / de la barra

$$\text{N° de Cab} = \frac{43,91 \text{ cm}^2}{1,98 \text{ cm}^2}$$

$$\text{N° de Cab} = 22$$

Para calcular la separación a la cual deben estar colocadas estas cabillas se divide 100 cm^2 entre el N° de cabillas,

y este a su vez debe ser multiplicado por dos debido a que se colocara en dos direcciones; se presenta a continuación

el calculo realizado.

$$\text{Sep} = 100 / \text{N° de barras}$$

$$\text{Sep} = 100 / 22 = 4,54 \text{ cm}$$

$$\text{Sep} = 4,54 * 2 = 9,09 \text{ cm}$$

Esto indica que la separación mínima requerida es de 9,09 cm

Se colocara acero de 5/8" cada 10 cm

Usar Ø 5/8" c/ 10cm

TECHO DE LA FOSA

Para obtener la carga total se suman los pesos de las cargas que actúan sobre ella

Peso de la Tapa del Depósito= 80,00 ton

Peso de las bombas= 4,626 ton

Peso de las tuberías= 0,46 ton

Peso Total= 85,09 ton

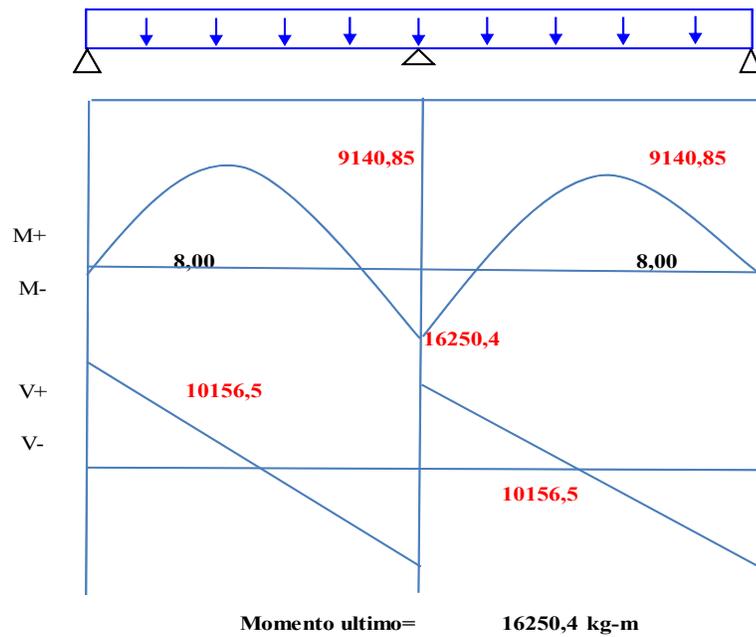
$\Sigma Pu=$ 130,003 ton

Obtenida ya la carga mayorada se divide entre el área total donde es aplicada para obtener la carga distribuida

y así construir los diagramas de corte y momento.

Qu= 2031,30 ton

Análisis Diseño de Losa maciza Techo: h= 25 cm
2031,3



De los diagramas antes expuestos se obtiene el momento último para el calculo de la altura útil

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * \rho * fy * b * \left(1 - \frac{0.59 * fy * \rho}{fc'}\right)}} = 12,07 \text{ cm}$$

A la altura útil se le sumara el recubrimiento mínimo igual a 7 cm; debido a que la fosa se encuentra subteranea y asi obtendremos el espesor de diseño (h).

$$h = 12,07 + 7 = 19,07 \text{ cm}$$

Se adopta $h = 25 \text{ cm}$ para no superar los esfuerzos máximos por corte.

$h = 0,25 \text{ m}$

Verificando el corte tenemos:

Con el cortante ultimo obtenido del diagrama de corte verificamos si falla por corte.

$$Vu = 8125,36 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{fc'} * b * d = 12821,45 \text{ kg/cm}^2$$

$8125,36$	kg/cm^2	$<$	$12821,45$	kg/cm^2	OK
-----------	------------------	-----	------------	------------------	-----------

Diseño de Acero de Refuerzo:

Para el calculo del acero de la placa base se utilizó el momento último (Mu) obtenido del diagrama de momento,

$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$, y la altura efectiva de la losa del techo.

Este a su vez debe ser mayor o igual que el acero mínimo (As_{min}); de no ser asi se tomara el As_{min} .

$$A_s = \frac{Mu}{0.9^2 * f_y * d} = \quad \mathbf{26,54} \quad \mathbf{cm^2}$$

$$A_{s, \min} = 0,0018 * b * d = \quad \mathbf{13} \quad \mathbf{cm^2}$$

Para hallar el número de cabillas, se toma el área de acero calculada en este caso $26,54 \text{ cm}^2$, se divide entre el área de la barra del acero que en este caso es de $5/8''$ cuya área es igual a $1,98 \text{ cm}^2$.

N° de Cab= Área de acero/ de la barra

$$\mathbf{N^\circ \text{ de Cab}} = \frac{26,54 \text{ cm}^2}{1,98 \text{ cm}^2}$$

$$\mathbf{N^\circ \text{ de Cab}} = 14$$

Para calcular la separación a la cual deben estar colocadas estas cabillas se divide 100 cm^2 entre el N° de cabillas, y este a su vez debe ser multiplicado por dos debido a que se colocara en dos direcciones; se presenta a continuación el calculo realizado.

$$\mathbf{Sep} = 100 / \mathbf{N^\circ \text{ de barras}}$$

$$\mathbf{Sep} = 100 / 14 = 7,14 \text{ cm}$$

$$\mathbf{Sep} = 7,14 \times 2 = 14,29 \text{ cm}$$

Esto indica que la separación mínima requerida es de $14,29 \text{ cm}$

Se colocara acero de $5/8''$ cada 15 cm

Usar $\text{Ø}5/8''$ c/ 15 cm
--

7. VERIFICACIÓN DE LOS ESFUERZOS DE LA FUNDACIÓN

A la carga obtenida previamente para el diseño de la base,

se debe adicionar el peso del agua contenida y el peso propio de la placa base y obtenemos la carga total (P).

Esta carga P se divide entre el área total de diseño

$$\Sigma P = 1091090 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{P}{Bx \cdot By} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

$$\sigma = \boxed{0,75 \text{ kg/cm}^2 < 2,0 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}}$$

Los detalles de la colocación del acero se pueden apreciar en el Anexo C, donde se especifican los planos de detalles y despiece del acero de la fosa en diseño.

3.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA Y LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE LA FOSA.

Para la selección de las bombas se aplicaron las siguientes bases de diseño, para las instalaciones mecánicas involucradas:

- La selección de los equipos de procesos se hicieron tomando en cuenta la tecnología utilizada en los equipos existentes y en operación de la refinería de Puerto La Cruz.

Para la realización de los trabajos de interconexión ó empalmes (Tie-In) con las líneas existentes, se trato en lo posible evitar el número de paros del proceso, y considerar conexiones bridadas (Ver Fig.15).



Fig. 11. Conexión existente.
Fuente: propia

- El aspecto de seguridad estuvo acorde con lo indicado en la norma PDVSA N° 90622.1.001 “Guía de Seguridad en Diseño”.
- Los equipos rotativos (bombas) serán del tipo vertical sumergibles, empleando la tecnología de equipos existentes (ver Fig.16).



Fig. 12. Bombas existentes.
Fuente: Propia

- Se tomaron datos de longitudes y elevaciones del levantamiento topográfico y del levantamiento de información en campo para las líneas y equipos de procesos a instalar.
- El presente objetivo se desarrollo de acuerdo a la última versión de los Manuales de Diseño de Procesos, las Especificaciones de Ingeniería de PDVSA y las Normas Nacionales, Estatales, Regionales e Internacionales aplicables.

El diseño detallado de las bombas, incluyendo los motores eléctricos, acoples, boquillas, especificaciones y arreglos de los sistemas auxiliares, niveles de operación y facilidades de mantenimiento se definirá en futuras investigaciones relacionados con la disciplina mecánica.

Las unidades de bombeo deben ser suministradas completas con bomba, motor eléctrico, acoples y guarniciones, montados en una base o skid común, con todos los auxiliares.

Las bombas, motores eléctricos y auxiliares deben cumplir con la especificación de ingeniería PDVSA SN-252 “Equipment Noise Control”.

Las bombas, equipos motrices y auxiliares deben ser adecuadas para la instalación exterior y para la puesta en marcha y operación en las temperaturas del ambiente máximas y mínimas especificadas.

Las almohadillas del tren impulsor en el bastidor deben ser maquinadas para permitir la instalación de paquetes de láminas de acero inoxidable de diferentes espesores, hasta alcanzar un espesor mínimo de 3 mm (1/8 pulg.) debajo del tren.

La bomba debe ser suministrada por la empresa (PDVSA) con todas las herramientas especiales requeridas para el ensamblaje y desensamblaje.

3.6.1 Selección de las bombas

Para la determinación de los requerimientos de diseño de los servicios de bombeo que deben poseer las bombas a ser instaladas, se deben realizar los siguientes pasos antes mencionados, de acuerdo a la norma PDVSA MDP-02-P-02 “Principios Básicos”; con la finalidad de garantizar la efectividad del equipo y así cumplir con los requerimientos de la empresa.

La aducción del sistema proviene de una fosa subterránea de concreto vaciado, de capacidad 614,4 m³, el cual a su vez se llena automáticamente con aguas aceitosas provenientes del drenado de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto la Cruz.

Acá se trataron las pérdidas de energía que sufre un fluido, en su trayectoria dentro de la tubería debido a la fricción de este con las paredes de la misma, así como también, las pérdidas causadas por los cambios de dirección, contracciones y expansiones a todo lo largo de una red de distribución.

Para el cálculo de las pérdidas se tomo como referencia el tramo nuevo del sistema.

3.6.1.1 Cálculo de Pérdidas en la Succión de las Bombas

Ecuación de Darcy para tramos rectos

$$\Delta P = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g} \quad \text{Ec. 2.29}$$

Para el cálculo de las pérdidas por accesorios se utilizara la ecuación que se presenta a continuación:

$$h_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \text{Ec. 2.30}$$

Donde:

h_f : Pérdidas en Accesorios.

g : Aceleración de la Gravedad: $9,8 \text{ m/s}^2$

Δp : Pérdidas en Tramos Rectos.

L : Longitud de la Tubería.

f : Factor de Fricción.

V : Velocidad del Fluido.

D : Diámetro de la Tubería.

Tabla 3.6 Especificaciones de Diseño para el Cálculo de Pérdidas a la Succión de la Bomba.

ESPECIFICACIONES DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA	
Caudal (Q): $0,512 \text{ m}^3/\text{s}$	Área Sección del Tubo: $0,049 \text{ m}^2$
Factor de Fricción (f): $0,015$. De acuerdo al Diagrama de Moody.	
Velocidad del Fluido (V): $1,2 \text{ m/s}$	Longitud de la Tubería (L): $4,47 \text{ m}$
Viscosidad Cinemática μ : $1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Diámetro de Tubería (D): $10 \text{ pulg} = 0,25 \text{ m}$

Con los datos de la tabla 3.6 se obtiene:

Número de Reynolds:

$$\text{Re} = \frac{V \cdot D}{\mu} \quad \text{Ec. 2.31}$$

Sustituyendo nos queda:

$$\text{Re} = \frac{1,2m/s \cdot 0,25m}{1,007 \cdot 10^{-6} m^2/s}$$

$$\text{Re} = 2,98 \times 10^5$$

Valor de rugosidad absoluta ε para tubos de acero:

$$\varepsilon = 0,00024cm$$

Cálculo de la Rugosidad Relativa ε/D :

$$\varepsilon/D = \frac{0,00024cm}{25,4cm}$$

$$\varepsilon/D = 0,00024$$

Con el número de Reynolds y la rugosidad relativa nos vamos al diagrama de Moody (ver anexo A-5), obteniendo el factor de fricción:

$$f = 0,015$$

Sustituyendo en $\Delta P = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g}$ nos queda:

$$\Delta P = 0,015 \frac{4,47m \cdot (1,2m/s)^2}{0,25m \cdot 2 \cdot 9,81m/s^2}$$

$$\Delta P = 0,0197m.c.a$$

3.6.1.2 Cálculo de las pérdidas de cargas por accesorios:

En la tubería de de succión de la bomba no se encuentran accesorios, esto quiere decir que las pérdidas de presión por accesorios es nula.

Tabla 3.6 Valores de Pérdidas de Presión a la Succión de la Bomba con la aplicación de la Ecuación de Darcy.

PARÁMETRO	VALOR
Pérdidas de Presión por Tramo Recto	0,0197m.c.a
Pérdidas de Presión Por Accesorios	0 m.c.a

Con estos valores se puede obtener por simple suma las pérdidas totales de presión, esto da como resultado 0,0197 m.c.a.

3.6.2 Cálculo de pérdidas en la descarga de las bombas:

3.6.2.1 Cálculo de pérdidas de cargas por fricción en tubería recta

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tomado como base la fórmula de Darcy para tuberías de hierro de uso común. A continuación se presenta la fórmula utilizada para la estimación de la misma:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \text{Ec. 2.29}$$

Donde:

f : Factor de Fricción

L : Longitud de Tubería

g : Aceleración de la Gravedad: 9,8 m/s²

D : Diámetro de Tubería

V : Velocidad del Fluido

Tabla 3.7 Especificaciones de Diseño para el Cálculo de Pérdidas en Tuberías Rectas

ESPECIFICACIONES DE LA RED DE SUMINISTRO	
Velocidad del Fluido (V): 1,2 m/s	Longitud de la Tubería (L): 1609,74 m
Viscosidad Cinemática μ : $1,007 \cdot 10^{-6}$ m ² /s	Diámetro de Tubería (D): 8 pulg = 0,203 m

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\mu} \quad \text{Ec. 2.31}$$

Sustituyendo nos queda:

$$Re = \frac{1,2 \text{ m/s} \cdot 0,203 \text{ m}}{1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 2.42 \times 10^5$$

Valor de rugosidad absoluta ε para tubos de acero:

$$\varepsilon = 0,00024 \text{ cm}$$

Cálculo de la Rugosidad Relativa ε/D :

$$\varepsilon / D = \frac{0,00024 \text{ cm}}{20.32 \text{ cm}}$$

$$\varepsilon / D = 0,00024$$

Con el número de Reynolds y la rugosidad relativa nos vamos al diagrama de Moody (ver anexo A-5), obteniendo el factor de fricción:

$$f = 0,018$$

Sustituyendo en $\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$ nos queda:

$$\Delta P = 0,018 \frac{1609,74m}{0,203m} \frac{(1,2m/s)^2}{2 \cdot 9,81m/s^2}$$

$$\Delta P = 10.48m.c.a$$

3.6.2.2 Cálculo de Pérdida de Carga en Accesorios

Cuando un fluido se desplaza uniformemente por una tubería recta, larga y de diámetro constante, la configuración del flujo indicada por la distribución de la velocidad sobre el diámetro de la tubería adopta una forma característica.

Cualquier obstáculo en la tubería cambia la dirección de la corriente en forma total o parcial, altera la configuración característica de flujo y ocasiona turbulencia, causando una pérdida de energía mayor de la que normalmente se produce en un flujo por una tubería recta.

Las válvulas y accesorios en una línea de tubería alteran la configuración de flujo, producen una pérdida de presión adicional la cual se puede determinar por:

$$h_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

h_f : Caída de presión (m.c.a)

k : Coeficiente de resistencia según el tipo específico de válvula o conexión.

Aplicando la ecuación de Darcy:

$$h_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Para obtener las K de cada uno de los accesorios se utilizo el anexo A-6

Tabla 3.8 Tipos de Accesorios

Accesorio	Cantidad	Coficiente de Resistencia (K)	Coficiente de Resistencia Total (K _T)
Codo 45°	13	0,42	5,46
Codo de 90°	10	0,8	8
TEE	10	1,6	16
Válvula de Compuerta	10	0,2	2
Válvulas CHE	2	2,5	5,0
Total K _T			36,46

Sustituyendo en $h_f = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$ nos queda:

$$h_f = 36,46 \frac{(1,2m/s)^2}{2 \cdot 9,81m/s^2}$$

$$h_f = 2,68m.c.a$$

Tabla 3.9 Valores de Pérdidas de Presión a la Descarga de la Bomba con la aplicación de la Ecuación de Darcy.

PARÁMETRO	VALOR
Pérdidas de Presión por Tramo Recto	10,48m.c.a
Pérdidas de Presión Por Accesorios	2,68m.c.a

Con estos valores se puede obtener por simple suma las pérdidas totales de presión, esto da como resultado 13,16m.c.a.

3.6.2.3 Cálculos de Bombas Centrifugas

La primera consideración en la selección del tamaño de las bombas, es el hecho de que deben ser capaces por si solas de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (s) otra (s) y para cubrir entre todas, por lo menos el 140 % de la demanda máxima probable.

3.6.2.4 Número de Bombas y Caudal de Bombeo

Según la Norma Sanitaria para Proyecto, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones (N° 4.044), Se debe dejar una unidad de bombeo de reserva para la alternancia y para confrontar caudales de demanda súper-pico, se deberá usar el siguiente criterio:

La suma total de los caudales de las unidades de bombeo utilizados no será nunca menor del 140 % del caudal máximo probable calculado en la red.

3.6.2.5 Cálculo de Altura de Bombeo

Para determinar la Altura de Bombeo se deben sumar los valores de las pérdidas totales en la succión de la bomba (0.0197m.c.a), y pérdidas totales en la tubería de suministro (1.021m.c.a). Con estos valores da una pérdida máxima de:

$$\sum hf = \text{pérdidas total succión bomba} + \text{pérdidas totales descarga bomba}$$

$$\sum hf = 0,0197 \text{ m.c.a} + 13,16 \text{ m.c.a}$$

$$\sum hf = 13,18 \text{ m.c.a}$$

$$Hb = h + \sum hf + \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ec. 2.35}$$

Donde:

H_b: Altura de bombeo

h: Altura geométrica entre el nivel inferior y el nivel superior.

$\sum hf$ = *sumatoria de todas las pérdidas (tanto tubería recta como accesorios)*

$\frac{v^2}{2g}$ = *energía cinética o presión dinámica*

$$H_b = 3m.c.a + 13,18m.c.a + \frac{(1,2 m/s)^2}{2 * 9,81m/s^2}$$

$$H_b = 16,23 m.c.a$$

3.6.2.6 Potencia Requerida por las Bombas

La potencia de la bomba para un sistema hidroneumático podrá calcularse por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q_{bombeo} \cdot H_B (m.c.a)}{76 \cdot \eta(\%) / 100} \quad Ec. 2.32$$

Donde:

Q_{bombeo}: Caudal de bombeo.

H_B: Altura de bombeo en metros.

η: Rendimiento de la Bomba, que a los efectos del Cálculo Teórico se estima en 60%.

$$P = \frac{\frac{512 \text{ lts}}{s} * 16,23(m.c.a)}{76 * \frac{60}{100}} = 182,23 \text{ HP}$$

Calculado los HP de la bomba se pudo notar que los HP de las bombas requeridas por la empresa son aptos para impulsar el caudal de diseño de la nueva fosa.

De acuerdo a los requerimientos de procesos de la empresa (PDVSA) se implementaran dos (2) bombas centrifugas vertical sumergibles, marca FAIRBANKS MORSE modelo 13H-7000F la cual trabaja con una velocidad de 1770 (RPM), y con un motor eléctrico de 250 Hp y frecuencia de 60 Hz; en la Fig. 20, se puede apreciar la ficha técnica emitida por la empresa PDVSA, donde se expone el tipo de bomba requerida. Se dispondrán de estas bombas, debido a que las existentes poseen estas mismas características y tienen una alta eficiencia con el tipo de fluido que estas impulsan en el Anexo A-6; podemos observar las curvas de eficiencia.

 PDVSA		GERENCIA DE MOVIMIENTO DE CRUDOS Y PRODUCTOS	
		MOVIMIENTO DE CRUDOS	
		FICHAS TÉCNICAS: SISTEMA DE BOMBEO	
TAG DEL EQUIPO	SERVICIO	UBICACION	
B-2	SLOP	FOSA DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA	
DATOS DE LA BOMBA		No. DE ETAPAS	4
		CABEZAL (Ft):	253
MARCA:	FAIRBANKS MORSE	CAPACIDAD (GPM):	1500
TIPO:	CENTRIFUGA VERTICAL	VELOCIDAD (RPM):	1770
TAMAÑO:	10 X 8	NPSH Requerido (Ft):	0-20
MODELO:	13H-7000F	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°F):	90
DIAM. IMPELER (IN)		GRAVEDAD ESPECIFICA: @ 60	1
DATOS DEL MOTOR		POTENCIA (HP):	250
MARCA:		VELOCIDAD (RPM):	1800
TIPO:	ELECTRICO	VOLTAJE (VOLTIOS)	2300
SERIAL:		AMPERAJE (AMPER)	44
MODELO:		FRECUENCIA (Hz):	60
FRAME:		FASES:	3

Fig. 13. Ficha técnica de las bombas existentes.
Fuente: PDVSA-División Oriente, 2004.

3.6.3 Ubicación de Equipos

Para la ubicación de los equipos se tomó en cuenta el sentido de flujo del proceso, la dirección predominante del viento y la afectación a terceros, garantizando la seguridad, y facilidad para realizar los trabajos de mantenimiento. El espaciamiento entre equipos, estará conforme con la norma PDVSA N° IR-M-01 “Separación entre Equipos e Instalaciones”, esto ayudara a disminuir los eventuales daños que, debido a incendio y/o explosiones producidas por un determinado equipo y/o instalación, puedan producir sobre los equipos adyacentes y a permitir accesos adecuados y seguros para el mantenimiento, operación y control de emergencias.

La ubicación de los equipos se realizó, de forma que se facilite el acceso para operación y mantenimiento y a la vez cumpliendo con los retiros de seguridad mínimos conforme a las Normas PDVSA.

El arreglo general de tuberías, se seleccionó de tal manera de ofrecer un recorrido ordenado y lo más directo posible hacia las interconexiones entre accesorios (válvulas) y/o equipos.

3.6.4 Selección de las tuberías de impulsión

De forma ordenada y lo más directa posible se realizó la selección de las tuberías de impulsión de aguas aceitosas de la fosa ya diseñada. Para cumplir con este objetivo se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Siempre que se pueda las tuberías serán dispuestas de forma que sigan la trayectoria más simple y expedita, pero que, al mismo tiempo cumpla con las conexiones necesarias.
- ✓ Las tuberías deben mantener una dirección Norte – Sur y Este – Oeste de acuerdo a la cuadrícula de construcción, cuidando de cambiar de elevación, al cambiar de orientación, siempre que se pueda.

- ✓ Se evitaren ángulos compuestos en las tuberías, a menos que esto sea absolutamente necesario.
- ✓ Las tuberías aéreas deberán estar debidamente colocadas en soportes metálicos, adecuados para su peso y según las cargas específicas de dichas tuberías.
- ✓ La longitud de los nipples de tuberías no deberá ser menor de dos (02) veces su respectivo diámetro, debido a la facilidad para su manejo.
- ✓ La deflexión máxima permisibles de las tuberías entre soportes serán de 25 milímetros (1”). Según la norma PDVSA H – 251, aparte 2.1.14.

3.6.4.1 El ruteo de la tubería deberá cumplir con:

- ✓ Rutear lo más corto posible siguiendo las buenas prácticas de Ingeniería.
- ✓ Menor cantidad de accesorios.
- ✓ No obstruir vías de acceso.
- ✓ No interferir con las áreas requeridas para mantenimiento.
- ✓ Debe evitarse excesivos esfuerzos sobre el sistema de tubería por efectos de expansión o contracción.
- ✓ Todas las líneas deben tener una separación mínimas entre ellas y otros elementos para permitir acceso y remoción. La separación mínima entre brida de mayor diámetro y la cara externa de la otra tubería deberá ser de una pulgada (25.4 mm).
- ✓ Las tuberías deben tener una separación mínima de 3 pulgadas (76mm) desde el borde de la brida u otro elemento y la superficie del piso.

Siguiendo a cabalidad cada una de estas consideraciones se realizó el ruteo de la tubería de impulsión. (ver anexo C plano N° 3)

3.6.4.2 Arreglo de Tuberías

El arreglo de tuberías se realizó siguiendo la de norma PDVSA H-251 “Process and Utility Piping Design Requirements”, donde se debió garantizar primeramente la

interconexión, sin cambios bruscos en su trayectoria, respetando las vías de acceso y el menor impacto sobre la infraestructura existente, se utilizaron tuberías de 8", se instalaron bridas ciegas en la línea de proceso y donde sea requerido para facilitar las pruebas, inspecciones o mantenimiento de equipo.

3.6.4.3 Corrosión

Por el alto grado, de corrosión del servicio al que estarán sometidas las instalaciones, se establece un sobre espesor por corrosión prevista para todos los sistemas de acero al carbono no menor de 1/16" pulgadas (0,0625 pulgadas).

3.6.4.4 Accesorios de Tuberías

Las dimensiones de los accesorios bridados y los espárragos para juntas bridadas se seleccionaron de acuerdo al ASME B16.5. "Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard".

Las empaaduras a ser usadas deben ser devanadas en espiral de 8", flexitallic CG o equivalente, libre de asbesto, espesor 1/16", de modo que no afecte la naturaleza del fluido y sea capaz de soportar las presiones y temperaturas del fluido, esto según lo establece la Norma PDVSA H-221 "Materiales de Tuberías".

3.6.4.5 Bridas

Para servicio de proceso, se utilizaron bridas de cuello soldable y cara saliente (Welding Neck, Raised Face: WN, RF) de 8"; de acuerdo a la especificación de la línea según la norma PDVSA H-221 "Materiales para Tuberías".

3.6.4.6 Válvulas

Las válvulas de proceso, instrumentos y otros accesorios que requieran ser atendidos, deben ser localizadas para facilitar su acceso, operación, remoción y reparación.

La selección de las válvulas de proceso están acuerdo al código ASME 16.34 “Valves - Flanged, Threaded, and Welding End” o bajo el estándar API 6D “Pipeline Valves”. Las dimensiones cara a cara de las válvulas están de acuerdo con las normas ASME B16.5 “Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS ½ Through NPS 24 Metric/Inch Standard”.

La prueba hidrostática para válvulas deben cumplir con lo exigido en las normas de PDVSA, pero en ningún caso la exigencia debe ser menor a la establecida en la norma especificación ASME B16.5 “Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard”.

3.6.4.7 Revestimiento y pintura.

El revestimiento y pintura para equipos y tuberías debe estar conforme con la norma PDVSA O-201 “Materiales de Pintura y Requerimientos de Aplicación” (Ambiente Marino e Industrial).

3.7 ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANOS UTILIZANDO AUTOCAD

Este trabajo se realizó mediante visitas a las áreas donde se encuentra ubicado el sistema de almacenamiento y separación actual, ya que los datos y planos encontrados del sitio fueron elaborados en el año 1999, es decir se tuvo que hacer una actualización de los planos a través de un levantamiento topográfico realizada al área de estudio.

3.7.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico del área se realizó con la ayuda de un topógrafo calificado de la empresa PDVSA. Para esto se utilizaron equipos, instrumentos y

procedimientos adecuados para realizar un levantamiento topográfico acorde con la Norma PDVSA N° SD-253-POT.

Los equipos utilizados fueron: Teodolito marca LEICA (WILD) modelo TC-307 cuya desviación angular es de 7" e incertidumbre de +/- 5%; Prism Constant marca LEICA GEOSYSTEMS AG modelo GM P11 y apreciación +/- 17,5 mm; y un bastón o estaca de madera.

Se realizó el levantamiento topográfico tanto altimétrico como planimétrico de 2 puntos en la fosa de aguas aceitosas existente colocando estaca llamados JK-1 y JK-2 (ver fig 18 y 19) con coordenadas canoa: Norte (1130812.726), Este (321665.491), y Norte (1130774.738) , Este (321652.150); como monumentos de referencias permanentes en las distintas estaciones para la rápida ubicación de los puntos visitados ubicados en el patio de tanques de almacenamiento de la Refinería de Puerto la Cruz Edo Anzoátegui y el levantamiento manual de cinco puntos utilizando cinta métrica para obtener resultados más precisos. Esta fosa cuenta con coordenadas canoa: Norte ($10^{\circ}13'30.50''$) y O ($64^{\circ}37'40.99''$).



Fig. 14. Punto jk-1
Fuente: Propia



Fig.15. Punto jk-2.

Fuente: Propia

3.7.2 Elaboración de los planos de planta del área

Los datos obtenidos en el levantamiento topográfico permitió la obtención de la elevación, ubicación y descripción de las características topográficas del sitio necesarias para la elaboración de los planos topográficos definitivos.

Los planos fueron elaborados con el uso de la herramienta Autocad. Los mismos están enlazados a un sistema de coordenadas (U.T.M) utilizado en el área, y las cotas o elevaciones están vinculadas a una referencia topográfica ya existente (ver Anexo C).

3.8 COMPUTOS METRICOS, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

3.8.1 Cómputos métricos:

Las mediciones constituyen uno de los documentos básicos del Proyecto, consisten en determinar, con la mayor precisión posible, las cantidades a realizar, en cada unidad de obra.

En cada partida debe detallarse: el lugar en que las unidades de obra han de ejecutarse y la cantidad.

Las mediciones se obtienen a partir de los planos suministrados, que tiene especificadas todas las cotas necesarias, además de detalles técnicos que se requieran para calcular las cantidades específicas.

Las diferentes partidas de mediciones llevarán una numeración correlativa o codificación dentro del capítulo dentro del cual están incluidas, tales como el capítulo E3 que está referido a Estructuras, E9 Transporte y E1 Obras preliminares.

Para el cálculo de los cómputos métricos se utilizaron los planos N° 01 y 02 de detalles de la fosa, cumpliendo con la norma COVENIN 2000-92 “Mediciones y Codificación de Partidas para estudios, proyectos y construcción Parte II-A Edificaciones”

A continuación en el Anexo D-1, se presentan los cálculos de los cómputos métricos del proyecto de “Diseño de una Fosa para la separación de aguas aceitosas drenadas de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto La Cruz”.

3.8.2 Análisis de precios unitarios:

Es el instrumento más confiable para la determinación del Costo de Reposición. El análisis consiste en desglosar en tres (3) grandes grupos, materiales, equipos y mano de obra, además de agregar los Costos Administrativos y la Utilidad Empresarial.

Lo más importante de un Análisis de Precios Unitarios es fijar el rendimiento de la obra, o sea la cantidad de obra que se ejecutará en un día o por la unidad de medida. Este parámetro es el más importante ya que todos los términos gravitarán en

torno a este concepto, ya que se define como unidad para cada partida el costo dividido entre el rendimiento.

En el Anexo D-2; se encuentran los análisis de precios unitarios correspondientes a la construcción del proyecto de una fosa para la separación de las aguas aceitosas drenadas de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto la Cruz” los cuales se obtuvieron utilizando la herramienta IP-3 versión 10, la cual es conocida en el mercado empresarial.

3.8.3 Presupuesto del proyecto:

Un presupuesto es un documento que traduce los planes de gasto: dinero que necesita gastarse para ejecutar las actividades planificadas (gasto) y obtener los beneficios estimados del proyecto.

Se realizó una estimación hecha con fundamento sobre las necesidades en términos monetarios del proyecto para la construcción del mismo.

En el Anexo D-3; se encuentra el presupuesto correspondiente a la construcción del proyecto de una fosa para la separación de las aguas aceitosas drenadas de los tanques de almacenamiento de crudo de la Refinería de Puerto la Cruz”.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El estudio permitió comprobar la necesidad de construir un sistema de almacenamiento de aguas aceitosas debido a la gran cantidad de volumen de aguas aceitosas producida en los diferentes tanques de almacenamiento de crudo, lo cual si no se toman las precauciones, el sistema actual colapsa ocurriendo derrames que contaminan el medio ambiente. Con esta nueva fosa se evitará la acumulación de aguas aceitosas en los terrenos adyacentes, así como su erosión y por consiguiente la formación de lagunas, producto del colapso de los canales que transportan las aguas. Además, se busca disminuir en gran parte la problemática ambiental que actualmente existe en el patio tanque de almacenamiento de la Refinería de Puerto la Cruz.
- Se diseño una fosa de almacenamiento de aguas aceitosas, según requerimientos de la empresa PDVSA, para solventar la situación existente a corto plazo.
- La selección de las tuberías de impulsión y bomba de succión se realizaron de acuerdo a las especificaciones técnica y de operación indicadas por la empresa.
- Se utilizó una velocidad de 1,2 m/s para el cálculo de las pérdidas por fricción y por accesorios.

- La potencia de la bomba requerida por la empresa es suficiente para satisfacer con el caudal de diseño.
- Para el diseño de la fosa se utilizó la herramienta de dibujo Autocad. Se realizó un plano de planta de la fosa nueva con detalles de construcción, ubicación y ruteo de las nuevas tuberías de impulsión.
- El presupuesto del proyecto a realizar es de 1.744.829,05 lo que es rentable dado al tiempo de ejecución (45 días) y a los materiales nacionales utilizados.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un proyecto de infraestructura que resuelva a largo plazo el problema de tratamiento de las aguas aceitosas dentro de la refinería de Puerto La Cruz.
- Para evitar el aumento del volumen de aguas aceitosas se debe construir un sistema de drenaje cerrado en las gallerías de los tanques, este sistema disminuiría la exposición directa a la atmósfera y además impide el contacto directo de los operadores con esas aguas contaminadas, evitando enfermedades profesionales.
- Realizar un levantamiento topográfico de todo el sistema de drenaje de almacenamiento de aguas aceitosas, donde se especifiquen las tuberías, canalizaciones, entre otras.
- Sanear los diques y terrenos erosionados donde se acumulan las aguas aceitosas.
- Realizar mantenimiento preventivo al sistema de almacenamiento de aguas aceitosas, de manera de evitar la acumulación excesiva de sedimentos.

- Colocar soportes entre la válvula CHE y la boquilla de la bomba para minimizar los esfuerzos permisibles en la boquilla de la bomba.
- Construir la nueva fosa de almacenamiento y separación de aguas aceitosa la cual aumenta la capacidad al sistema en 614,4 m³ (3865 barriles), solución a corto plazo.

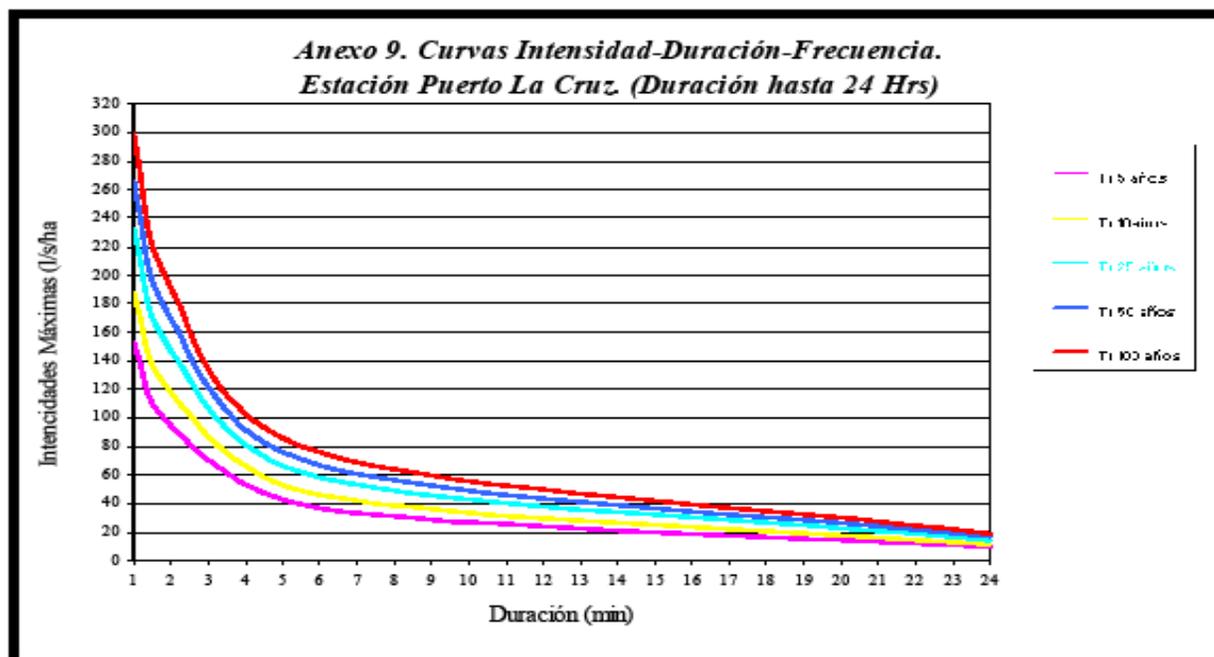
BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Palomo J. **Evaluación del sistema de bombeo y tuberías para el transporte de lodos petrolizados (slop) desde el Terminal Marino de Guaraguao Refinería de Puerto La Cruz.** Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui (2006).
2. Rodríguez M. **Diseño de un sistema de drenaje de slop provenientes de los tanques de crudos ubicados en el patio de carga del Terminal de Carga de la Refinería de Puerto La Cruz, Edo Anzoátegui.** Tesis de grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui (2005).
3. Rojas M. **Optimización del sistema de recepción de lastre de barcos, sobrantes de líneas de carga, drenajes de tanques de crudo u aguas con o sin aceite del área de Patio de Tanque y muelles en el Terminal Marino de Guaraguao.** Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui (2004).
4. Salazar S, **“Estudio de Aguas Residuales Aceitosas en la Refinería S.A Meneven de Puerto La Cruz”.** Tesis de Grado, Escuela De Ingeniería de Petróleo, UDO, Barcelona. (1978).
5. PDVSA. (1993). **“Sistemas de Drenaje”.** Norma HE - 251-PRT. Volumen 18-1.

6. Mataix C, **“Mecánica de los fluidos y máquinas hidráulicas”**, Segunda Edición, Editorial Harla, S.A, España (1982).
7. Mcnauhtan K, **“Bombas, Selección, Uso y Mantenimiento”**, Primera Edición, Editorial Mc Graw – Hill, México (1992).
8. PDVSA, **Libro de Refinería Puerto La Cruz. Gerencia General de Refinación.** Mayo 2006.
9. PDVSA, **“Tipos de Bombas”. Manual MDP-02-P-05.** Noviembre (1997).
10. PDVSA, **“NPSH”. Manual MDP-02-P-04.** Noviembre (1997).
11. PDVSA, **“Principios Básicos”. Manual MDP-02-P-02.** Noviembre (1997).
12. PDVSA, **“Características de comportamiento de las bombas centrifugas”. Manual MDP -02-P-07.** Noviembre (1997).
13. Ghanem A. **Fundamentos para el Cálculo de Alcantarillado.** Edición Ana Ghanem y Guillermo Emery. Venezuela 2003.
14. Velásquez G. **Evaluación de la capacidad hidráulica del dren c para el proyecto conversión profunda de la refinería de puerto la cruz, estado Anzoátegui.** Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui (2008).
15. Fratelli M. **Suelo Fundaciones y Muros.**

16. Manual para cursos DataLaing **“Sistematización de Análisis de precios y Presupuesto para obras”**.
17. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN) y del Desarrollo Urbano (MINDUR). (1999). **“Normas Generales para el Proyecto de Alcantarillado”**. Gaceta Oficial N° 5318. Caracas.

ANEXOS



Anexo 9. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de la Estación Puerto LaCruz (Duración hasta 24 Horas)

31/12/2007															-238.690	171.6
31/12/2008		BOLETAS CENTINELA PLC														
FE	MOVIMI	C	CO	LI	C	TE	TE	TE	GV	TE	PC	VO	BI	GV	VO	
01/01/2008 10:00	MD	DR00	250X11	42	6	0	111,1	111,1	111,1	16,50	75,0	0,56	-249,0	15,7		
01/01/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	9	12	98	98	98,0	30,30	60,0	0,85	-42,0	30,3		
01/01/2008 18:00	MD	DR00	250X12	42	2	2	111,2	111,2	111,2	16,70	77,0	0,60	-5,0	15,8		
01/01/2008 22:00	MD	DR00	250X10	42	1	4	115	115	115,0	16,70	81,0	0,42	-103,0	15,6		
03/01/2008 12:30	PA	DR00	97X13	42	1	14	85,3	85,3	85,3	48,40	73,0	0,10	-358,0	47,2		
03/01/2008 12:45	PA	DR00	97X12	42	2	12	85,9	85,9	85,9	46,80	72,0	0,13	-105,0	45,7		
05/01/2008 17:00	MA	DR00	250X8	42	11	2	94	94	94,0	31,50	77,0	0,56	-125,0	30,3		
05/01/2008 17:00	MA	DR00	250X7	42	4	0	92,8	92,8	92,8	31,50	77,0	0,52	-3.002,0	30,3		
06/01/2008 15:00	MD	DR00	250X3	16	3	2	135	135	135,0	13,90	60,0	0,48	-1.391,0	13,9		
07/01/2008 13:00	ME	DR00	97X10	41	10	2	96	96	96,0	16,50	79,0	0,96	-42,0	15,5		
10/01/2008 07:00	MA	DR00	97X18	42	6	2	97,7	97,7	97,7	31,50	75,0	0,68	-150,0	30,4		
10/01/2008 12:15	MD	DR00	250X10	42	3	10	115,4	115,4	115,4	17,00	77,0	0,56	-41,0	16,1		
13/01/2008 14:00	MD	DR00	250X10	42	4	12	115,4	115,4	115,4	17,70	83,0	0,52	-113,0	16,5		
19/01/2008 06:00	PA	DR00	97X11	42	3	14	84,6	84,6	84,6	46,60	70,0	0,05	-358,0	45,7		
19/01/2008 07:10	PA	DR00	97X13	41	9	10	85,3	85,3	85,3	46,70	71,0	0,05	-630,0	45,7		
19/01/2008 12:15	MD	DR00	250X10	42	8	10	111,4	111,4	111,4	17,00	79,0	0,62	-41,0	16		
19/01/2008 12:45	MD	DR00	250X12	42	5	12	111,9	111,9	111,9	16,70	76,0	0,62	-5,0	15,9		
20/01/2008 13:00	MA	DR00	97X18	42	0	0	98,9	98,9	98,9	31,10	74,0	0,84	-252,0	30,1		
21/01/2008 13:00	MA	DR00	97X15	41	11	8	94,5	94,5	94,5	31,80	79,0	0,68	-123,0	30,4		
21/01/2008 18:00	MA	DR00	250X7	42	1	0	91	91	91,0	31,80	77,0	0,02	-4.950,0	30,6		
21/01/2008 19:00	MA	DR00	97X20	42	4	12	94,3	94,3	94,3	31,60	73,0	0,75	-66,0	30,7		
22/01/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	11	8	95,6	95,6	95,6	31,10	74,0	0,74	-81,0	30,1		
23/01/2008 07:00	MD	DR00	250X12	42	3	14	115,1	115,1	115,1	16,60	75,0	0,67	-68,0	15,8		
23/01/2008 21:00	PA	DR00	97X13	16	8	4	132,6	132,6	132,6	45,70	80,0	0,29	-84,0	43,9		

31/12/2007															-238.690	171.6
31/12/2008		BOLETAS CENTINELA PLC														
FE	MOVIMI	C	CO I	CO	LI		C	TE	TE I	TE	GV	TE	PC	VO BI	GV	VO N
01/01/2008 10:00	MD	DR00	250X11	42	6	0	111,1	111,1	111,1	16,50	75,0	0,56	-249,0	15,7		
01/01/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	9	12	98	98	98,0	30,30	60,0	0,85	-42,0	30,3		
01/01/2008 18:00	MD	DR00	250X12	42	2	2	111,2	111,2	111,2	16,70	77,0	0,60	-5,0	15,8		
01/01/2008 22:00	MD	DR00	250X10	42	1	4	115	115	115,0	16,70	81,0	0,42	-103,0	15,6		
03/01/2008 12:30	PA	DR00	97X13	42	1	14	85,3	85,3	85,3	48,40	73,0	0,10	-358,0	47,2		
03/01/2008 12:45	PA	DR00	97X12	42	2	12	85,9	85,9	85,9	46,80	72,0	0,13	-105,0	45,7		
05/01/2008 17:00	MA	DR00	250X8	42	11	2	94	94	94,0	31,50	77,0	0,56	-125,0	30,3		
05/01/2008 17:00	MA	DR00	250X7	42	4	0	92,8	92,8	92,8	31,50	77,0	0,52	-3.002,0	30,3		
06/01/2008 15:00	MD	DR00	250X3	16	3	2	135	135	135,0	13,90	60,0	0,48	-1.391,0	13,9		
07/01/2008 13:00	ME	DR00	97X10	41	10	2	96	96	96,0	16,50	79,0	0,96	-42,0	15,5		
10/01/2008 07:00	MA	DR00	97X18	42	6	2	97,7	97,7	97,7	31,50	75,0	0,68	-150,0	30,4		
10/01/2008 12:15	MD	DR00	250X10	42	3	10	115,4	115,4	115,4	17,00	77,0	0,56	-41,0	16,1		
13/01/2008 14:00	MD	DR00	250X10	42	4	12	115,4	115,4	115,4	17,70	83,0	0,52	-113,0	16,5		
19/01/2008 06:00	PA	DR00	97X11	42	3	14	84,6	84,6	84,6	46,60	70,0	0,05	-358,0	45,7		
19/01/2008 07:10	PA	DR00	97X13	41	9	10	85,3	85,3	85,3	46,70	71,0	0,05	-630,0	45,7		
19/01/2008 12:15	MD	DR00	250X10	42	8	10	111,4	111,4	111,4	17,00	79,0	0,62	-41,0	16		
19/01/2008 12:45	MD	DR00	250X12	42	5	12	111,9	111,9	111,9	16,70	76,0	0,62	-5,0	15,9		
20/01/2008 13:00	MA	DR00	97X18	42	0	0	98,9	98,9	98,9	31,10	74,0	0,84	-252,0	30,1		
21/01/2008 13:00	MA	DR00	97X15	41	11	8	94,5	94,5	94,5	31,80	79,0	0,68	-123,0	30,4		
21/01/2008 18:00	MA	DR00	250X7	42	1	0	91	91	91,0	31,80	77,0	0,02	-4.950,0	30,6		
21/01/2008 19:00	MA	DR00	97X20	42	4	12	94,3	94,3	94,3	31,60	73,0	0,75	-66,0	30,7		
22/01/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	11	8	95,6	95,6	95,6	31,10	74,0	0,74	-81,0	30,1		
23/01/2008 07:00	MD	DR00	250X12	42	3	14	115,1	115,1	115,1	16,60	75,0	0,67	-68,0	15,8		
23/01/2008 21:00	PA	DR00	97X13	16	8	4	132,6	132,6	132,6	45,70	80,0	0,29	-84,0	43,9		

16/02/2008 12:30	PA	DR00	97X12	40	8	12	85,7	85,7	85,7	47,60	72,0	0,03	-21,0	46,5
18/02/2008 13:00	MA	DR00	250X7	42	8	4	95,7	95,7	95,7	31,20	75,0	0,51	-3.180,0	30,1
19/02/2008 13:00	ME	DR00	97X10	41	11	14	95,8	95,8	95,8	17,00	77,0	0,79	-22,0	16,1
19/02/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	7	10	96,7	96,7	96,7	29,90	60,0	0,59	-59,0	29,9
24/02/2008 13:00	SB	DR00	97X07	41	7	4	88	88	88,0	41,90	85,0	0,07	-1.240,0	39,8
25/02/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	2	4	116,8	116,8	116,8	17,60	75,0	0,62	-364,0	16,8
25/02/2008 14:00	MD	DR00	250X12	42	1	14	118,7	118,7	118,7	17,80	86,0	0,62	-382,0	16,4
25/02/2008 17:15	MA	DR00	97X18	43	1	6	100,4	100,4	100,4	30,40	60,0	0,50	-21,0	30,4
25/02/2008 19:15	MD	DR00	250X11	42	3	6	116,4	116,4	116,4	17,90	91,0	0,53	-132,0	16,2
26/02/2008 19:00	MA	DR00	250X7	41	5	0	95,6	95,6	95,6	32,00	81,0	0,41	-3.012,0	30,5
26/02/2008 19:00	MA	DR00	250X8	33	7	4	105,1	105,1	105,1	29,70	82,0	0,12	-500,0	28,2
27/02/2008 14:00	PA	DR00	97X11	41	1	0	87	87	87,0	44,90	79,0	0,13	-2.189,0	43,2
27/02/2008 21:00	PA	DR00	97X14	41	3	12	86,9	86,9	86,9	44,90	75,0	0,03	-1.893,0	43,5
27/02/2008 23:00	PA	DR00	97X13	34	0	0	86,6	86,6	86,6	46,00	70,0	0,13	-420,0	45,1
28/02/2008 12:30	PA	DR00	97X12	39	4	2	86,6	86,6	86,6	46,80	74,0	0,05	-1.159,0	45,5
28/02/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	7	0	98,6	98,6	98,6	30,20	60,0	0,80	-42,0	30,2
02/03/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	3	10	116	116	116,0	17,10	78,0	0,52	-541,0	16,1
02/03/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	2	14	113,6	113,6	113,6	17,80	76,0	0,62	-207,0	16,9
06/03/2008 11:00	MD	DR00	250X12	42	6	10	117,2	117,2	117,2	17,60	72,0	0,67	-19,0	16,9
07/03/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	4	10	115,4	115,4	115,4	17,40	80,0	0,45	-7,0	16,3
07/03/2008 22:00	MD	DR00	250X10	42	5	14	113,4	113,4	113,4	17,70	81,0	0,62	-175,0	16,6
08/03/2008 13:00	MA	DR00	97X19	44	1	8	97,7	97,7	97,7	32,30	85,0	0,55	-81,0	30,5
14/03/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	5	12	98,9	98,9	98,9	30,60	60,0	0,77	-442,0	30,6
15/03/2008 09:00	MD	DR00	250X10	42	1	10	113,4	113,4	113,4	17,30	74,0	0,57	-51,0	16,5

15/03/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	3	0	116,6	116,6	116,6	17,60	80,0	0,52	-144,0	16,5
16/03/2008 08:00	ME	DR00	97X10	42	2	10	97	97	97,0	16,00	60,0	0,76	-21,0	16
21/03/2008 19:00	MD	DR00	250X10	42	2	12	121,5	121,5	121,5	17,30	79,0	0,47	-117,0	16,3
22/03/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	5	6	108,2	108,2	108,2	17,70	74,0	0,43	-763,0	16,9
22/03/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	8	12	103,3	103,3	103,3	17,60	74,0	0,47	-456,0	16,8
26/03/2008 13:00	PA	DR00	97X14	42	4	8	87,2	87,2	87,2	46,40	73,0	0,03	-611,0	45,2
26/03/2008 13:00	PA	DR00	97X12	41	4	8	87,4	87,4	87,4	46,20	71,0	0,03	-1.432,0	45,2
26/03/2008 13:00	MD	DR00	250X3	50	5	2	97,6	97,6	97,6	17,70	75,0	0,57	-228,0	16,9
27/03/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	7	6	100,2	100,2	100,2	29,00	60,0	0,70	-103,0	29
28/03/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	5	12	102	102	102,0	18,20	77,0	0,42	-82,0	17,3
01/04/2008 01:00	MA	DR00	250X8	42	4	12	95,2	95,2	95,2	31,00	72,0	0,64	-116,0	30,2
01/04/2008 22:00	SP	DR00	97X03	39	1	0	86	86	86,0	42,00	60,0	0,60	-8.089,0	42
02/04/2008 13:00	SB	DR00	97X07	42	10	0	89,3	89,3	89,3	40,60	75,0	0,19	-104,0	39,3
02/04/2008 17:00	MA	DR00	97X19	42	0	12	99	99	99,0	32,00	80,0	0,54	-46,0	30,6
03/04/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	4	14	116,6	116,6	116,6	17,20	87,0	0,47	-63,0	15,8
03/04/2008 21:00	MD	DR00	250X10	42	4	12	119,7	119,7	119,7	17,50	84,0	0,52	-126,0	16,2
06/04/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	4	2	115,4	115,4	115,4	17,10	78,0	0,62	-125,0	16,1
09/04/2008 13:00	MA	DR00	97X18	42	0	4	99,1	99,1	99,1	31,80	81,0	0,66	-129,0	30,3
11/04/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	5	10	113,8	113,8	113,8	17,90	78,0	0,47	-72,0	16,9
12/04/2008 13:00	ME	DR00	97X09	42	4	6	98,6	98,6	98,6	16,20	60,0	0,77	-21,0	16,2
12/04/2008 13:00	SB	DR00	97X06	42	2	4	89,1	89,1	89,1	39,50	60,0	0,34	-42,0	39,5
13/04/2008 13:00	PA	DR00	97X12	41	7	0	88,2	88,2	88,2	46,60	77,0	0,05	-947,0	45
13/04/2008 18:30	PA	DR00	97X13	41	11	4	89,1	89,1	89,1	47,30	76,0	0,20	-462,0	45,8
13/04/2008 19:30	PA	DR00	97X14	41	7	14	87,6	87,6	87,6	47,50	76,0	0,18	-191,0	46

14/04/2008 20:00	PA	DR00	97X11	27	2	2	86,7	86,7	86,7	46,40	78,0	0,05	-2.333,0	44,7
15/04/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	7	0	101,4	101,4	101,4	30,50	60,0	0,51	-254,0	30,5
16/04/2008 13:00	PA	DR00	97X12	32	6	0	87	87	87,0	47,50	78,0	0,09	-1.177,0	45,8
22/04/2008 09:20	SB	DR00	97X07	26	0	0	88	88	88,0	37,30	60,0	0,30	-672,0	37,3
22/04/2008 18:00	ME	DR00	97X09	42	5	14	95,3	95,3	95,3	17,50	79,0	0,81	-22,0	16,5
23/04/2008 01:00	PA	DR00	97X11	42	0	6	90	90	90,0	46,00	74,0	0,10	-1.220,0	44,7
23/04/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	7	12	101	101	101,0	30,50	60,0	0,10	-44,0	30,5
24/04/2008 13:00	SB	DR00	97X06	35	10	8	90,1	90,1	90,1	39,70	60,0	0,47	-272,0	39,7
24/04/2008 13:00	ME	DR00	97X09	42	3	10	96	96	96,0	16,20	60,0	0,81	-21,0	16,2
24/04/2008 16:30	MA	DR00	97X19	41	10	4	100,8	100,8	100,8	30,00	60,0	0,63	-63,0	30
25/04/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	3	14	127,8	127,8	127,8	17,30	82,0	0,47	-540,0	16,1
25/04/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	6	0	127,3	127,3	127,3	17,00	81,0	0,57	-256,0	15,9
25/04/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	4	12	123,5	123,5	123,5	17,00	79,0	0,45	-500,0	16
26/04/2008 12:45	MA	DR00	97X19	41	9	0	100,3	100,3	100,3	29,90	60,0	0,52	-168,0	29,9
29/04/2008 07:00	MA	DR00	250X7	41	6	14	100,4	100,4	100,4	31,40	74,0	0,65	-2.575,0	30,4
29/04/2008 15:00	MA	DR00	97X20	41	10	6	99,5	99,5	99,5	29,90	60,0	0,52	-105,0	29,9
01/05/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	4	0	120,2	120,2	120,2	17,30	75,0	0,47	-18,0	16,5
01/05/2008 19:40	MD	DR00	250X10	42	4	4	119	119	119,0	17,00	78,0	0,52	-41,0	16
04/05/2008 12:15	MA	DR00	97X20	41	2	8	101,7	101,7	101,7	30,00	60,0	0,67	-252,0	30
05/05/2008 19:00	PA	DR00	97X11	40	11	12	89,4	89,4	89,4	47,50	76,0	0,03	-1.642,0	46
05/05/2008 19:00	PA	DR00	97X12	40	4	4	90,1	90,1	90,1	46,00	74,0	0,05	-1.642,0	44,7
06/05/2008 13:00	PA	DR00	97X13	41	2	4	90,9	90,9	90,9	47,10	81,0	0,04	-1.641,0	45,1
10/05/2008 12:30	MA	DR00	97X20	41	7	12	100,6	100,6	100,6	31,70	73,0	0,70	-378,0	30,8
11/05/2008 12:15	MA	DR00	250X10	42	2	14	117,8	117,8	117,8	30,00	75,0	0,52	-1.303,0	29

13/05/2008 18:00	MD	DR00	250X11	42	5	8	120,2	120,2	120,2	17,30	83,0	0,57	-125,0	16,1
14/05/2008 01:00	ME	DR00	97X09	42	3	4	97,4	97,4	97,4	17,00	79,0	0,86	-21,0	16
14/05/2008 07:00	MD	DR00	250X10	42	4	8	122,8	122,8	122,8	16,80	74,0	0,32	-104,0	16,1
18/05/2008 12:05	MA	DR00	250X7	41	7	6	103,5	103,5	103,5	31,50	79,0	0,26	-4.316,0	30,2
20/05/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	7	12	113,7	113,7	113,7	17,80	77,0	0,64	-113,0	16,9
20/05/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	8	0	102,8	102,8	102,8	31,40	75,0	0,51	-168,0	30,3
21/05/2008 15:00	MD	DR00	250X12	42	5	8	122,9	122,9	122,9	16,90	85,0	0,45	-130,0	15,6
22/05/2008 17:30	SB	DR00	97X07	40	9	2	89,8	89,8	89,8	40,20	80,0	0,42	-83,0	38,5
23/05/2008 02:00	PA	DR00	97X12	41	3	2	90,2	90,2	90,2	44,00	73,0	0,08	-1.326,0	42,8
23/05/2008 02:00	PA	DR00	97X11	41	6	12	90,3	90,3	90,3	45,90	73,0	0,08	-885,0	44,7
23/05/2008 09:00	MA	DR00	97X18	42	7	4	101,1	101,1	101,1	30,80	74,0	0,38	-165,0	29,8
23/05/2008 13:00	PA	DR00	97X13	41	4	12	89,9	89,9	89,9	46,00	77,0	0,03	-1.221,0	44,4
23/05/2008 18:30	PA	DR00	97X14	41	4	6	90	90	90,0	46,60	74,0	0,05	-1.492,0	45,3
26/05/2008 13:00	MA	DR00	250X7	42	2	4	104,6	104,6	104,6	31,50	75,0	0,49	-2.378,0	30,4
28/05/2008 08:00	PA	DR00	97X14	41	8	6	88	88	88,0	46,50	60,0	0,06	-610,0	46,5
29/05/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	10	12	100,6	100,6	100,6	31,50	81,0	0,33	-210,0	30
03/06/2008 15:00	MD	DR00	250X12	42	5	0	123,5	123,5	123,5	17,70	76,0	0,62	-124,0	16,8
04/06/2008 00:10	MD	DR00	250X10	42	4	2	117,7	117,7	117,7	17,20	74,0	0,42	-136,0	16,4
04/06/2008 01:20	PA	DR00	97X13	42	2	2	89,5	89,5	89,5	47,00	73,0	0,02	-1.662,0	45,8
04/06/2008 02:00	PA	DR00	97X14	40	7	2	90,8	90,8	90,8	47,10	72,0	0,03	-3.006,0	46
04/06/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	1	4	102,4	102,4	102,4	32,30	86,0	0,99	-290,0	30,4
04/06/2008 17:00	PA	DR00	97X11	40	11	2	91,1	91,1	91,1	45,80	74,0	0,12	-2.169,0	44,5
04/06/2008 20:00	PA	DR00	97X12	39	6	14	90,6	90,6	90,6	46,20	73,0	0,03	-5.579,0	45
13/06/2008 09:15	SB	DR00	97X06	40	3	14	89,2	89,2	89,2	40,50	74,0	0,03	-22,0	39,3

13/06/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	10	6	100,3	100,3	100,3	31,30	73,0	0,83	-46,0	30,4
13/06/2008 18:30	MA	DR00	250X7	42	4	8	100,2	100,2	100,2	31,40	70,0	0,15	-3.744,0	30,7
14/06/2008 15:00	MA	DR00	250X8	41	10	12	103,1	103,1	103,1	32,30	80,0	0,36	-1.127,0	30,9
15/06/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	4	10	117,3	117,3	117,3	17,20	73,0	0,52	-20,0	16,5
15/06/2008 20:00	MD	DR00	250X12	42	6	2	116,6	116,6	116,6	16,70	74,0	0,56	-256,0	16
19/06/2008 19:00	PA	DR00	97X14	41	10	6	90	90	90,0	46,00	60,0	0,03	-1.451,0	46
19/06/2008 19:00	PA	DR00	97X13	39	5	6	88	88	88,0	46,00	60,0	0,02	-274,0	46
19/06/2008 23:00	PA	DR00	97X11	42	6	0	90,5	90,5	90,5	44,50	75,0	0,03	-168,0	43,2
20/06/2008 21:00	PA	DR00	97X13	42	3	2	90,4	90,4	90,4	46,60	70,0	0,03	-1.662,0	45,7
20/06/2008 21:00	PA	DR00	97X14	42	9	10	89,7	89,7	89,7	46,10	71,0	0,05	-336,0	45,1
21/06/2008 12:30	MD	DR00	250X10	42	4	10	124,3	124,3	124,3	16,00	78,0	0,56	-30,0	15,1
21/06/2008 19:00	PA	DR00	97X12	42	8	14	90,4	90,4	90,4	47,00	72,5	0,05	-422,0	45,8
21/06/2008 20:00	MA	DR00	250X7	41	8	6	103,9	103,9	103,9	31,80	76,0	0,26	-3.888,0	30,7
24/06/2008 13:00	MA	DR00	250X8	42	1	6	98,7	98,7	98,7	32,60	82,0	0,11	-1.823,0	31
27/06/2008 19:00	MA	DR00	97X18	41	7	6	100,7	100,7	100,7	30,20	60,0	0,62	-42,0	30,2
29/06/2008 03:00	PA	DR00	97X12	41	2	8	87,9	87,9	87,9	47,00	74,0	0,03	-1.266,0	45,7
29/06/2008 13:00	PA	DR00	97X13	41	11	14	86,5	86,5	86,5	45,20	74,0	0,05	-925,0	43,9
29/06/2008 13:00	PA	DR00	97X14	41	7	10	87,3	87,3	87,3	46,70	74,0	0,05	-905,0	45,4
29/06/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	6	4	99,5	99,5	99,5	30,40	60,0	0,48	-297,0	30,4
01/07/2008 04:10	MD	DR00	250X10	42	4	2	122,1	122,1	122,1	16,00	76,0	0,57	-29,0	15,2
02/07/2008 11:00	MA	DR00	250X8	41	8	2	100,8	100,8	100,8	30,30	75,0	0,29	-365,0	29,3
03/07/2008 01:00	MA	DR00	250X7	41	5	12	98,3	98,3	98,3	32,00	74,0	0,66	-4.451,0	31
03/07/2008 13:10	PA	DR00	97X11	36	9	8	90	90	90,0	45,00	80,0	0,15	-441,0	43,2
03/07/2008 13:20	PA	DR00	97X12	41	10	0	89,5	89,5	89,5	47,40	80,0	0,15	-334,0	45,5

04/07/2008 18:30	MA	DR00	97X20	30	0	0	100,3	100,3	100,3	30,50	60,0	0,58	-168,0	30,5
06/07/2008 13:00	ME	DR00	97X10	43	4	0	97,8	97,8	97,8	16,70	75,0	0,90	-41,0	15,9
06/07/2008 13:00	MA	DR00	97X20	42	1	4	100,7	100,7	100,7	30,10	60,0	0,55	-21,0	30,1
07/07/2008 12:40	MD	DR00	250X10	42	4	0	123,7	123,7	123,7	16,60	77,0	0,57	-102,0	15,7
09/07/2008 13:00	MA	DR00	97X19	43	4	0	101	101	101,0	30,30	60,0	0,60	-420,0	30,3
10/07/2008 17:00	MA	DR00	250X8	42	1	6	100	100	100,0	31,10	73,0	0,41	-687,0	30,2
11/07/2008 12:30	MD	DR00	250X12	42	11	8	117	117	117,0	16,60	77,0	0,57	-68,0	15,7
12/07/2008 17:00	SB	DR00	97X06	41	5	8	89,4	89,4	89,4	39,20	60,0	0,30	-42,0	39,2
12/07/2008 18:00	ME	DR00	97X08	42	7	2	98,1	98,1	98,1	16,40	60,0	0,83	-42,0	16,4
13/07/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	8	8	100	100	100,0	30,40	60,0	0,75	-87,0	30,4
13/07/2008 17:00	MA	DR00	97X19	41	7	6	101,5	101,5	101,5	30,40	60,0	0,88	-383,0	30,4
16/07/2008 19:40	MA	DR00	250X8	42	2	4	94,8	94,8	94,8	31,30	71,0	0,11	-886,0	30,5
16/07/2008 19:40	MD	DR00	250X10	42	2	6	113,3	113,3	113,3	17,30	73,0	0,52	-426,0	16,6
17/07/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	10	14	100	100	100,0	29,70	60,0	0,55	-14,0	29,7
17/07/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	3	0	115,5	115,5	115,5	16,80	74,0	0,62	-67,0	16,1
19/07/2008 01:00	MA	DR00	250X8	42	9	8	99,9	99,9	99,9	31,60	77,0	0,61	-762,0	30,4
19/07/2008 13:00	ME	DR00	97X09	42	4	2	95,5	95,5	95,5	17,00	78,0	0,83	-21,0	16
19/07/2008 14:00	PA	DR00	97X13	42	2	6	86,9	86,9	86,9	48,20	82,0	0,03	-568,0	46,1
19/07/2008 14:00	PA	DR00	97X11	42	5	0	87	87	87,0	48,30	78,0	0,03	-844,0	46,6
19/07/2008 20:00	PA	DR00	97X12	42	2	2	87,6	87,6	87,6	47,70	70,0	0,20	-484,0	46,7
19/07/2008 20:00	PA	DR00	97X14	35	0	6	87,8	87,8	87,8	47,00	69,0	0,23	-168,0	46,2
20/07/2008 02:00	MD	DR00	250X10	42	2	4	118,2	118,2	118,2	17,20	79,0	0,67	-188,0	16,2
20/07/2008 14:00	MA	DR00	97X20	42	2	10	101,3	101,3	101,3	30,00	60,0	0,50	-63,0	30
21/07/2008 13:00	MA	DR00	250X8	31	3	8	101,1	101,1	101,1	31,50	74,0	0,51	-438,0	30,5

24/07/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	6	6	100,2	100,2	100,2	31,50	75,0	0,67	-213,0	30,4
25/07/2008 13:00	MO	DR00	97X17	41	11	10	88	88	88,0	37,90	77,0	0,29	-225,0	36,5
26/07/2008 13:00	MA	DR00	250X7	41	11	2	100,3	100,3	100,3	31,90	77,0	0,26	-197,0	30,7
26/07/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	7	14	100,7	100,7	100,7	30,20	60,0	0,73	-186,0	30,2
26/07/2008 18:00	MA	DR00	250X8	40	11	2	103	103	103,0	31,70	77,0	0,21	-187,0	30,5
27/07/2008 13:00	MA	DR00	97X18	38	11	10	102	102	102,0	30,30	60,0	0,59	-60,0	30,3
27/07/2008 13:00	MA	DR00	250X7	20	8	10	102,9	102,9	102,9	31,80	78,0	0,51	-250,0	30,5
28/07/2008 11:00	MD	DR00	250X3	45	4	0	118,9	118,9	118,9	15,70	60,0	0,26	-284,0	15,7
29/07/2008 01:00	MD	DR00	250X10	42	3	10	119,4	119,4	119,4	17,10	80,0	0,52	-41,0	16
01/08/2008 21:00	MA	DR00	97X20	41	9	4	100	100	100,0	32,20	80,0	0,47	-126,0	30,8
02/08/2008 12:20	MD	DR00	250X10	42	8	14	114,6	114,6	114,6	16,00	76,0	0,62	-29,0	15,2
02/08/2008 20:00	MA	DR00	250X7	41	2	4	98,3	98,3	98,3	31,60	75,0	0,21	-377,0	30,5
03/08/2008 13:00	PA	DR00	97X13	42	4	8	88,8	88,8	88,8	47,10	82,0	0,03	-253,0	45,1
03/08/2008 15:00	ME	DR00	97X10	41	5	10	94	94	94,0	16,30	60,0	0,77	-64,0	16,3
03/08/2008 16:00	PA	DR00	97X12	41	8	8	88,8	88,8	88,8	48,20	77,0	0,20	-695,0	46,6
05/08/2008 13:00	MA	DR00	97X18	43	7	8	100,9	100,9	100,9	33,20	84,0	0,85	-259,0	31,5
05/08/2008 13:00	MO	DR00	97X15	41	5	6	97	97	97,0	35,60	75,0	0,42	-333,0	34,5
05/08/2008 19:15	MD	DR00	250X12	42	5	14	118,7	118,7	118,7	16,80	79,0	0,72	-63,0	15,8
07/08/2008 20:00	MD	DR00	250X10	42	3	4	124	124	124,0	17,00	82,0	0,82	-199,0	15,8
08/08/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	4	6	121,4	121,4	121,4	17,10	86,0	0,70	-236,0	15,7
09/08/2008 18:00	MA	DR00	97X20	42	3	6	100,4	100,4	100,4	30,90	60,0	0,66	-276,0	30,9
09/08/2008 18:00	MA	DR00	250X8	42	5	0	104,6	104,6	104,6	31,70	79,0	0,34	-364,0	30,3
11/08/2008 13:00	SB	DR00	97X06	42	8	14	89,7	89,7	89,7	41,20	73,0	0,28	-22,0	40,1
12/08/2008 12:10	MA	DR00	250X8	42	2	6	102,5	102,5	102,5	32,10	80,0	0,71	-323,0	30,7

12/08/2008 18:30	MA	DR00	250X7	41	10	4	99,2	99,2	99,2	31,90	77,0	0,34	-386,0	30,7
14/08/2008 00:10	PA	DR00	97X11	42	3	0	87,4	87,4	87,4	48,40	77,0	0,08	-422,0	46,8
14/08/2008 01:10	PA	DR00	97X12	41	6	10	87,7	87,7	87,7	47,40	74,0	0,08	-400,0	46,1
14/08/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	6	4	121,2	121,2	121,2	16,80	80,0	0,72	-196,0	15,7
14/08/2008 18:00	MD	DR00	250X10	42	7	2	127,2	127,2	127,2	16,50	80,0	0,62	-29,0	15,4
14/08/2008 19:00	MA	DR00	97X19	42	3	10	100,1	100,1	100,1	30,00	60,0	0,93	-60,0	30
15/08/2008 01:00	PA	DR00	97X14	42	3	14	88,3	88,3	88,3	48,50	78,0	0,08	-105,0	46,8
16/08/2008 12:15	MA	DR00	97X19	41	5	0	100	100	100,0	32,00	82,0	0,58	-42,0	30,4
16/08/2008 13:00	MA	DR00	250X7	17	8	10	95,9	95,9	95,9	32,30	78,0	0,51	-698,0	31
17/08/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	4	12	118	118	118,0	17,30	82,0	0,67	-126,0	16,1
17/08/2008 20:00	MD	DR00	250X12	42	2	12	120,9	120,9	120,9	16,50	79,0	0,82	-126,0	15,5
17/08/2008 21:00	MA	DR00	97X20	41	8	6	100,1	100,1	100,1	30,10	60,0	0,71	-651,0	30,1
21/08/2008 18:00	MD	DR00	250X10	42	4	10	121,2	121,2	121,2	17,70	79,0	0,57	-51,0	16,7
23/08/2008 15:00	SB	DR00	97X06	41	10	14	89	89	89,0	40,20	60,0	0,14	-21,0	40,2
24/08/2008 07:00	MA	DR00	97X18	41	8	12	99	99	99,0	33,50	75,0	0,84	-966,0	32,4
24/08/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	5	0	121	121	121,0	17,10	80,0	0,52	-40,0	16
26/08/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	7	12	100,3	100,3	100,3	30,40	60,0	0,25	-376,0	30,4
27/08/2008 18:00	MA	DR00	250X8	42	7	14	100,5	100,5	100,5	32,30	82,0	0,49	-573,0	30,7
28/08/2008 13:00	MA	DR00	97X18	42	1	14	102,8	102,8	102,8	30,50	60,0	0,74	-21,0	30,5
28/08/2008 13:00	MA	DR00	250X7	41	9	12	101,9	101,9	101,9	32,90	83,0	0,26	-2.628,0	31,2
28/08/2008 13:00	ME	DR00	97X10	42	8	8	98	98	98,0	18,00	91,0	0,78	-21,0	16,3
29/08/2008 13:00	PA	DR00	97X11	43	7	14	87,6	87,6	87,6	46,20	76,0	0,05	-295,0	44,7
29/08/2008 13:00	PA	DR00	97X12	43	5	14	89,1	89,1	89,1	46,00	75,0	0,05	-295,0	44,6
29/08/2008 18:00	PA	DR00	97X13	43	6	8	87,8	87,8	87,8	46,60	75,0	0,03	-106,0	45,2

30/08/2008 13:00	MA	DR00	97X18	42	1	4	99	99	99,0	30,20	60,0	0,56	-126,0	30,2
31/08/2008 12:15	MD	DR00	250X10	42	3	8	123,7	123,7	123,7	17,20	82,0	0,52	-104,0	16
31/08/2008 12:15	MD	DR00	250X11	42	4	4	121,7	121,7	121,7	16,40	79,0	0,52	-182,0	15,4
31/08/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	5	12	101,3	101,3	101,3	31,60	75,0	0,51	-446,0	30,5
01/09/2008 06:00	MD	DR00	250X12	42	4	10	121,1	121,1	121,1	17,50	82,0	0,47	-380,0	16,3
02/09/2008 01:00	MA	DR00	250X7	42	8	0	100,5	100,5	100,5	31,50	76,0	0,61	-3.012,0	30,4
02/09/2008 12:30	MA	DR00	250X8	42	5	0	99,1	99,1	99,1	31,80	76,0	0,41	-1.511,0	30,7
02/09/2008 20:00	MA	DR00	97X16	42	3	8	94,7	94,7	94,7	23,20	80,0	0,52	-70,0	22
03/09/2008 13:00	ME	DR00	97X15	41	8	12	90,1	90,1	90,1	22,60	74,0	0,32	-280,0	21,8
03/09/2008 22:00	SB	DR00	97X07	41	10	10	87,2	87,2	87,2	41,00	73,0	0,20	-232,0	39,9
04/09/2008 12:30	MD	DR00	250X10	42	2	6	116,2	116,2	116,2	17,70	78,0	0,52	-197,0	16,7
04/09/2008 19:00	ME	DR00	97X09	42	2	8	98	98	98,0	16,50	60,0	1,06	-21,0	16,5
05/09/2008 10:35	MA	DR00	250X7	41	11	4	102,7	102,7	102,7	30,40	60,0	0,61	-2.378,0	30,4
05/09/2008 13:00	ME	DR00	97X10	42	1	12	97,6	97,6	97,6	16,50	60,0	0,97	-43,0	16,5
08/09/2008 13:00	MA	DR00	97X19	42	3	6	100	100	100,0	30,20	60,0	0,64	-106,0	30,2
08/09/2008 18:00	MA	DR00	97X18	41	9	4	101,5	101,5	101,5	30,00	60,0	0,66	-126,0	30
09/09/2008 12:15	MA	DR00	250X7	42	7	6	102,3	102,3	102,3	31,90	80,0	0,39	-3.816,0	30,5
12/09/2008 00:20	MD	DR00	250X3	31	4	8	122,5	122,5	122,5	17,30	83,0	0,37	-142,0	16,1
12/09/2008 21:00	PA	DR00	97X12	42	5	12	89,1	89,1	89,1	47,80	79,0	0,08	-716,0	46
13/09/2008 06:00	PA	DR00	97X14	42	9	8	88,5	88,5	88,5	49,10	78,0	0,08	-589,0	47,4
13/09/2008 06:00	PA	DR00	97X13	42	7	2	88,7	88,7	88,7	49,80	80,0	0,05	-821,0	47,8
14/09/2008 06:00	PA	DR00	97X11	37	3	6	87,6	87,6	87,6	47,90	78,0	0,19	-273,0	46,2
14/09/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	3	12	132,3	132,3	132,3	17,20	84,0	0,59	-1.035,0	15,9
14/09/2008 15:00	MA	DR00	97X20	41	9	4	100,1	100,1	100,1	30,50	60,0	0,48	-129,0	30,5

15/09/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	11	2	101,3	101,3	101,3	30,50	60,0	0,55	-150,0	30,5	
16/09/2008 19:00	MA	DR00	97X19	41	8	14	101,4	101,4	101,4	30,60	60,0	0,76	-193,0	30,6	
17/09/2008 00:20	MA	DR00	250X7	41	6	10	94,3	94,3	94,3	31,40	78,0	0,19	-2.680,0	30,1	
17/09/2008 17:00	MA	DR00	97X18	41	4	8	99,8	99,8	99,8	31,50	60,0	0,79	-88,0	31,5	
17/09/2008 17:00	ME	DR00	97X09	42	3	14	98,2	98,2	98,2	17,40	76,0	0,85	-22,0	16,5	
18/09/2008 09:00	SB	DR00	97X06	41	10	4	88,1	88,1	88,1	39,80	60,0	0,04	-126,0	39,8	
21/09/2008 17:00	MA	DR00	250X7	42	1	0	98,5	98,5	98,5	32,20	80,0	0,49	-2.011,0	30,8	
23/09/2008 15:00	MA	DR00	97X20	41	8	8	99,1	99,1	99,1	30,40	60,0	0,67	-87,0	30,4	
24/09/2008 12:15	PA	DR00	97X11	42	5	8	88,1	88,1	88,1	48,20	78,0	0,05	-1.769,0	46,5	
24/09/2008 12:20	PA	DR00	97X12	43	0	0	88	88	88,0	48,30	78,0	0,03	-168,0	46,6	
26/09/2008 20:00	MA	DR00	250X7	42	7	14	98,4	98,4	98,4	31,70	76,0	0,91	-2.075,0	30,6	
27/09/2008 07:00	MA	DR00	97X18	41	11	6	102,5	102,5	102,5	30,50	60,0	0,53	-189,0	30,5	
27/09/2008 13:00	MA	DR00	250X9	41	5	4	103,6	103,6	103,6	30,80	74,0	0,31	-4.380,0	29,8	
28/09/2008 13:00	MD	DR00	250X11	42	9	12	123,1	123,1	123,1	18,10	82,0	0,42	-626,0	16,9	
29/09/2008 13:00	ME	DR00	97X09	41	8	12	94,7	94,7	94,7	17,40	78,0	0,83	-43,0	16,4	
01/10/2008 21:30	MA	DR00	250X7	42	8	8	101,4	101,4	101,4	32,00	79,0	0,21	-2.950,0	30,6	
02/10/2008 12:10	MA	DR00	250X7	42	8	6	100,8	100,8	100,8	32,00	79,0	0,21	-62,0	30,6	
02/10/2008 18:15	MA	DR00	250X8	42	11	0	102,5	102,5	102,5	31,90	77,0	0,25	-1.490,0	30,7	
02/10/2008 21:00	MA	DR00	97X18	42	11	6	98,3	98,3	98,3	31,90	82,0	0,65	-105,0	30,3	
04/10/2008 12:10	PA	DR00	97X12	43	1	14	88,7	88,7	88,7	47,20	78,0	0,05	-443,0	45,5	
04/10/2008 12:10	MA	DR00	250X7	40	8	4	103,7	103,7	103,7	32,80	82,0	0,66	-2.378,0	31,2	
04/10/2008 13:00	PA	DR00	97X11	43	0	10	90,2	90,2	90,2	49,10	77,0	0,05	-528,0	47,5	
05/10/2008 00:50	PA	DR00	97X14	43	2	8	90,4	90,4	90,4	44,20	74,0	0,13	-188,0	43	
06/10/2008 13:00	ME	DR00	97X10	42	8	12	95,1	95,1	95,1	16,30	60,0	0,80	-21,0	16,3	

06/10/2008 17:00	MD	DR00	250X12	43	0	4	106,4	106,4	106,4	16,30	75,0	0,41	-443,0	15,5
07/10/2008 13:00	MA	DR00	97X19	42	6	12	100	100	100,0	30,30	60,0	0,90	-46,0	30,3
09/10/2008 18:00	ME	DR00	97X10	42	0	0	92,5	92,5	92,5	16,90	78,0	0,65	-41,0	15,9
10/10/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	10	14	119,1	119,1	119,1	17,40	82,0	0,56	-917,0	16,2
12/10/2008 00:30	MA	DR00	250X7	42	10	0	103,8	103,8	103,8	31,40	72,0	0,66	-2.512,0	30,5
12/10/2008 22:30	MD	DR00	250X12	43	1	14	125,6	125,6	125,6	17,30	91,0	0,67	-126,0	15,6
13/10/2008 13:00	ME	DR00	97X10	42	0	12	98,3	98,3	98,3	16,10	60,0	1,00	-62,0	16,1
16/10/2008 13:00	MA	DR00	250X8	43	0	6	96,2	96,2	96,2	31,80	78,0	0,16	-323,0	30,5
16/10/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	4	0	100	100	100,0	29,80	60,0	0,47	-333,0	29,8
19/10/2008 13:00	MD	DR00	250X12	43	3	8	116,8	116,8	116,8	17,10	80,0	0,62	-69,0	16
19/10/2008 13:00	MD	DR00	250X10	43	3	8	117,2	117,2	117,2	17,80	81,0	0,67	-114,0	16,7
22/10/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	7	6	100	100	100,0	30,40	60,0	0,68	-273,0	30,4
22/10/2008 18:00	MA	DR00	250X8	42	10	10	95	95	95,0	31,80	78,0	0,26	-198,0	30,5
24/10/2008 13:00	MA	DR00	97X18	41	3	4	100,3	100,3	100,3	33,00	86,0	0,79	-126,0	31,1
24/10/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	11	14	114	114	114,0	16,00	60,0	0,63	-416,0	16
24/10/2008 17:00	PA	DR00	97X11	43	4	14	88,8	88,8	88,8	48,60	81,0	0,03	-22,0	46,6
25/10/2008 01:00	PA	DR00	97X14	43	0	6	88,7	88,7	88,7	47,40	74,0	0,03	-443,0	46,1
25/10/2008 13:00	PA	DR00	97X13	42	11	8	88,8	88,8	88,0	47,50	78,0	0,05	-589,0	45,8
29/10/2008 11:00	MD	DR00	250X11	43	0	4	117,8	117,8	117,8	17,00	88,0	0,59	-63,0	15,5
29/10/2008 13:00	MD	DR00	250X10	43	0	4	117,5	117,5	117,5	16,40	60,0	0,70	-229,0	16,4
30/10/2008 12:20	MA	DR00	250X8	42	11	6	97,9	97,9	97,9	31,40	77,0	0,16	-313,0	30,2
31/10/2008 20:15	PA	DR00	97X13	41	11	10	87,8	87,8	87,8	46,30	60,0	0,11	-63,0	46,3
01/11/2008 14:30	MD	DR00	250X10	43	0	2	117,6	117,6	117,6	17,30	82,0	0,77	-40,0	16,1
03/11/2008 21:00	MA	DR00	250X7	42	8	4	96,5	96,5	96,5	32,70	83,0	0,49	-2.762,0	31

05/11/2008 13:00	MA	DR00	97X19	42	3	8	101	101	101,0	30,10	60,0	0,48	-169,0	30,1
05/11/2008 13:00	MO	DR00	97X15	41	11	10	90	90	90,0	34,50	82,0	0,45	-504,0	32,9
05/11/2008 13:00	MA	DR00	97X18	42	6	0	100	100	100,0	30,10	60,0	0,46	-168,0	30,1
05/11/2008 13:00	MO	DR00	97X17	41	8	4	86	86	86,0	36,70	60,0	0,10	-963,0	36,7
07/11/2008 13:00	MA	DR00	97X19	41	2	14	100,4	100,4	100,4	30,20	60,0	0,29	-1.198,0	30,2
10/11/2008 13:00	MA	DR00	250X7	41	11	8	98,8	98,8	98,8	32,40	84,0	0,41	-2.512,0	30,7
12/11/2008 13:00	MD	DR00	250X12	42	6	0	116	116	116,0	17,40	83,0	0,47	-1.999,0	16,2
12/11/2008 18:00	MD	DR00	250X10	42	10	4	126,6	126,6	126,6	16,30	79,0	0,52	-553,0	15,3
12/11/2008 21:00	PA	DR00	97X11	42	9	2	88,5	88,5	88,5	48,10	75,0	0,05	-654,0	46,7
13/11/2008 13:00	PA	DR00	97X12	42	10	4	89,3	89,3	89,3	46,50	60,0	0,01	-463,0	46,5
13/11/2008 21:00	PA	DR00	97X13	41	6	4	90,1	90,1	90,1	46,80	75,0	0,10	-2.987,0	45,4
14/11/2008 14:00	MA	DR00	97X18	41	1	10	100,3	100,3	100,3	31,80	80,0	0,50	-66,0	30,4
17/11/2008 13:00	MA	DR00	97X20	41	11	4	102	102	102,0	31,60	79,0	0,67	-45,0	30,3
17/11/2008 15:00	MA	DR00	250X7	42	8	0	98,8	98,8	98,8	32,10	83,0	0,21	-3.136,0	30,5
18/11/2008 14:00	PA	DR00	97X11	42	11	0	86,5	86,5	86,5	46,20	76,0	0,03	-505,0	44,7
18/11/2008 15:00	PA	DR00	97X12	42	3	4	86,9	86,9	86,9	47,30	74,0	0,03	-295,0	46
19/11/2008 13:00	PA	DR00	97X13	43	0	14	89,3	89,3	89,3	48,10	80,0	0,03	-358,0	46,2
19/11/2008 20:00	MA	DR00	250X9	43	0	14	99,2	99,2	99,2	32,00	78,0	0,29	-75,0	30,7
19/11/2008 20:00	MA	DR00	250X8	42	11	14	99,4	99,4	99,4	31,50	78,0	0,45	-1.063,0	30,2
20/11/2008 21:00	MA	DR00	250X7	35	11	2	98,6	98,6	98,6	31,60	75,0	0,15	-2.438,0	30,5
21/11/2008 18:00	MA	DR00	97X20	41	11	8	99,8	99,8	99,8	30,10	60,0	0,46	-84,0	30,1
22/11/2008 13:00	ME	DR00	97X10	42	9	8	95,6	95,6	95,6	16,30	60,0	1,09	-42,0	16,3
24/11/2008 18:20	MA	DR00	250X8	43	0	4	100,5	100,5	100,5	31,80	78,0	0,31	-125,0	30,5
25/11/2008 17:00	MA	DR00	97X18	41	2	6	99,8	99,8	99,8	30,40	60,0	0,81	-276,0	30,4

26/11/2008 06:00	ME	DR00	97X09	41	10	2	98,5	98,5	98,5	17,00	74,0	1,00	-21,0	16,3
29/11/2008 13:00	PA	DR00	97X13	43	0	0	87,4	87,4	87,4	47,50	79,0	0,05	-336,0	45,7
29/11/2008 13:00	PA	DR00	97X11	43	0	2	86,6	86,6	86,6	47,60	76,0	0,03	-315,0	46,1
29/11/2008 21:00	PA	DR00	97X14	42	11	8	87,8	87,8	87,8	41,80	73,0	0,10	-253,0	40,7
30/11/2008 13:00	MA	DR00	250X7	42	7	0	97,1	97,1	97,1	31,90	75,0	0,11	-3.126,0	30,8
01/12/2008 12:50	MD	DR00	250X12	42	2	2	129,2	129,2	129,2	16,60	88,0	0,45	-2.423,0	15,1
03/12/2008 12:30	MO	DR00	97X17	42	1	14	88,9	88,9	88,9	36,80	78,0	0,15	-14,0	35,4
03/12/2008 12:40	MO	DR00	97X15	41	9	10	86,6	86,6	86,6	35,60	75,0	0,15	-348,0	34,5
04/12/2008 13:00	MD	DR00	250X10	42	10	10	117	117	117,0	18,30	80,0	0,32	-52,0	17,2
05/12/2008 06:00	ME	DR00	97X09	42	7	12	98	98	98,0	15,70	60,0	0,80	-21,0	15,7
05/12/2008 13:00	MA	DR00	250X8	42	11	12	97,8	97,8	97,8	31,40	76,0	0,41	-1.106,0	30,3
05/12/2008 13:00	MA	DR00	250X9	41	2	0	96	96	96,0	31,80	75,0	0,21	-302,0	30,7
06/12/2008 02:00	MA	DR00	250X7	42	6	4	94,1	94,1	94,1	31,90	75,0	0,26	-376,0	30,8
08/12/2008 06:50	MD	DR00	250X11	42	11	8	124,9	124,9	124,9	17,20	83,0	0,52	-695,0	16
08/12/2008 13:00	MD	DR00	250X10	43	9	6	113	113	113,0	17,90	85,0	0,52	-177,0	16,5
10/12/2008 08:00	MA	DR00	250X7	42	1	10	98,2	98,2	98,2	32,80	76,0	0,71	-322,0	31,6
12/12/2008 11:55	ME	DR00	97X10	40	5	0	96	96	96,0	15,90	60,0	0,98	-1.542,0	15,9
12/12/2008 12:30	MD	DR00	250X10	43	2	2	120,5	120,5	120,5	16,30	80,0	0,60	-280,0	15,2
13/12/2008 16:00	PA	DR00	97X11	43	1	10	86,1	86,1	86,1	47,30	73,0	0,01	-233,0	46,1
14/12/2008 18:00	PA	DR00	97X13	43	0	4	86,8	86,8	86,8	47,30	75,0	0,01	-294,0	45,9
15/12/2008 00:00	PA	DR00	97X12	43	0	14	86,7	86,7	86,7	47,20	74,0	0,05	-653,0	45,9
15/12/2008 07:00	PA	DR00	97X14	43	6	6	87,1	87,1	87,1	46,30	75,0	0,03	-106,0	44,9
15/12/2008 09:00	ME	DR00	97X08	42	1	8	96	96	96,0	15,90	60,0	0,81	-652,0	15,9
17/12/2008 13:00	ME	DR00	97X08	42	11	8	97,7	97,7	97,7	16,10	60,0	0,92	-85,0	16,1

18/12/2008 20:25	MA	DR00	250X7	42	10	4	97,4	97,4	97,4	31,60	74,0	0,20	-2.858,0	30,6
19/12/2008 00:47	MD	DR00	250X12	42	4	0	120,9	120,9	120,9	17,00	76,0	0,60	-192,0	16,1
19/12/2008 20:30	MD	DR00	250X10	42	6	8	121,1	121,1	121,1	17,30	80,0	0,72	-105,0	16,2
19/12/2008 20:30	MD	DR00	250X11	42	11	12	117,7	117,7	117,7	17,40	81,0	0,57	-189,0	16,3
19/12/2008 21:00	MD	DR00	250X12	42	3	10	119,1	119,1	119,1	17,00	76,0	0,60	-187,0	16,1
21/12/2008 21:00	MA	DR00	250X7	33	8	4	94,4	94,4	94,4	32,00	78,0	0,14	-2.125,0	30,7
24/12/2008 17:00	MA	DR00	250X7	41	5	8	99,3	99,3	99,3	31,50	74,0	0,31	-2.127,0	30,5
25/12/2008 13:00	ME	DR00	97X10	41	11	2	98	98	98,0	16,20	60,0	0,92	-42,0	16,2
26/12/2008 20:30	PA	DR00	97X12	41	9	2	86,5	86,5	86,5	46,90	70,0	0,03	-150,0	46
27/12/2008 01:00	PA	DR00	97X11	41	10	4	73,3	73,3	73,3	46,70	70,5	0,03	-400,0	45,7
27/12/2008 01:00	PA	DR00	97X14	41	3	2	85,9	85,9	85,9	46,30	71,0	0,03	-315,0	45,3
27/12/2008 23:00	PA	DR00	97X13	40	7	14	86,1	86,1	86,1	46,20	74,0	0,03	-21,0	44,9
29/12/2008 19:00	MA	DR00	250X8	42	1	6	94,4	94,4	94,4	31,90	78,0	0,11	-313,0	30,6

Anexo A-3 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

CLASE DE SUELO	PESO ESPECIFICO γ (Kg/m ³)	CAPACIDAD PORTANTE (Kg/m ²)	
		SUELO INUNDADO	SUELO SECO
-Roca dura, estratificada Sana y compacto.	2.800 a 3.000	60 a 100	-
-Roca no estratificada, con algunas fisuras.	2.700	40 a 50	-
-Rocas estratificadas.	2.600	50	-
-Piedra caliza compacta.	2.500	25 a 30	-
-Piedra caliza porosa.	2.000	10 a 20	-
-Esquistos o roca blanda.	1.800 a 2.000	8 a 10	-
-Grava con arena compacta (al menos 1/3 de grava de 70mm).	2.000	5 a 8	2 a 4
-Arena gruesa firme y con algo de humedad.	1.900 a 2.000	4 a 6	2
-Arena gruesa seca.	1.800	3 a 5	-
-Arena fina húmeda.	1.750	2 a 5	1 a 2
-Arena fina seca.	1.700	1 a 2	-
-Arena arcillosa mediana y densa.	1.900	2 a 3	0,5 a 1
-Arena arcillosa seca y suelta.	1.700	1 a 2	-
-Arcilla dura compacta.	1.800	4	-
-Arcilla muy firme.	1.800	2 a 3	-
-Arcilla semidura.	1.750	1 a 2	-
-Arcilla mediana.	1.700	0.5 a 1	-
-Arcilla blanda.	1.700	<0.5	-
-Limos.	1.700	<0.4	-
- Fangos, lodos o turba inorgánica.	900	-	-
-Suelos orgánicos.	1.600	-	-
-Tierra vegetal seca.	1.700	-	-
-Rellenos sin consolidar.	1.700	-	-

Fuente: Maria Fratelli Suelo, Fundaciones y Muros

ANEXO A-4 TABLA 1.

TIPOS DE AMBIENTES QUE PUEDEN RODEAR A LA PIEZA	RECUBRIMIENTO MINIMO EN cm.			
	LOSAS O PLACAS	MUROS	CONCHAS	VIGAS Y COLUMNAS
Protegidos de la intemperie	1.5	2.0	1.5	2.0
No agresivo y no protegido de la intemperie	2.0	2.5	1.5	3.0
Agresivo y no protegido de la intemperie	3.0	3.5	2.0	4.0
En contacto con el terreno	4.0	4.0	--	4.0
En contacto y vaciado contra el terreno	7.0	7.0	--	7.0

Recubrimientos mínimos en ambientes corrosivos

a) Si el ambiente que rodea a la pieza es extremadamente corrosivo, las normas permiten tomar cualquier otra razonable precaución de protección a la pieza, en todo caso queda a juicio de Ingeniero Proyectista o del Ingeniero Responsable de la obra.

b) Para los concretos sometidos a accidentes de cloruros o sulfatos (depósitos, aguas, etc.), las normas exigen como recubrimiento mínimo lo siguiente:

En piezas planas losas y muros)..... 5cm.

En piezas longitudinales (vigas y columnas).....7cm.

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E311110300	Excavación en tierra a mano para asiento de fundaciones, zanjas u otros, hasta profundidades comprendidas entre 1,50 y 3,00	m ³	16,9	8,6	0,1	14,53	14,53	Volumen excavado
E311310000	Excavación en tierra con uso de retroexcavador para asiento de fundaciones, zanjas u otros (incluye reperfilamiento a mano).	m ³	18,9	10,6	4,79	959,6286	959,63	Volumen excavado
E312200000	Excavación en prestamo para relleno de asiento de fundaciones, zanjas u otros, con uso exclusivo de tractores con escarificadores.	m ³				263,41	263,41	Volumen excavado
		m ³					1237,57	

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E313310000	Carga con equipo pesado de material proveniente de las excavaciones para asiento de fundaciones, zanjas, etc.	m ³	16,9	8,6	4,79	696,1786	696,179	Carga/ bote a km de desalojo

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E31600000	Achicamiento de las excavaciones para la preparación del sitio, incluyendo suministro, transporte y operación del equipo de bombeo	hpxhr				250,0	250,0	

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E31700000	Compactación de relleno con apisonadores de percusión, correspondiente a los asientos de fundaciones, zanjas u otros.	m ³				263,41	263,41	Volumen compactado

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E326000125	Concreto de f'c= 250 kg/cm2 a los 28 dias, acabado corriente, para la construcción de losa de fundación, tipo maciza.	m ³	16,9	8,6	0,3	43,60	43,602	losa de fundación
E339000125	Concreto de f'c= 250 kg/cm2 a los 28 dias, acabado corriente, para la construcción de muros y pantallas.	m ³	8,0	0,3	4,8	34,56	34,56	Son 3 muros de 4,80 x 8 x 0,30
		m ³	16,9	0,3	4,8	48,67	48,67	Son 2 muros de 4,80x16,9x0,30
	Total	m ³					83,23	

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E333325125	Losa maciza, E= 25 cm con concreto de f'c= 250 kg/ cm2 a los 28 días, acabado corriente.	m ²	16,9	8,6		145,34	145,34	losa maciza computada en m2

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E341010110	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en cabezales de pilotes, bases y escalones, pedestales, vigas de riostra, tirantes, fundaciones de pared, losas de fundacion y bases de pavimento.	m ²	16,9	0,3		5,07	10,14	2x16,90x0,30= 10,14 Dos caras de la losa de fundación
		m ²	8,6	0,3		2,58	5,16	2x8,60x0,30= 5,16 Dos caras de la losa de fundación
	Total	m ²					15,3	

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES	
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales		
E341010119	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en muros y pantallas.	m ²	16,9	4,8		81,12	162,24	Encofrado externo 2x16,9x4,80= 162,24 son dos (2) muros	
		m ²	8,6	4,8		41,28	82,56	Encofrado externo 2x8,60x4,80= 82,56 son dos (2) muros	
E341010119	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en muros y pantallas.	m ²	8,0	4,8		38,4	307,20	Encofrado interno 8x8,0x4,80=307,2 son dos (2) muros	
								Encofrado total en muros y paredes	
	Totales						552,00		

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNI	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSERVACIONES
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Parciales	Totales	
E342010113	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en losas, incluyendo macizados.	m ²	8,0	8,0		64,0	128	son 2 paños internos 2x8,0x8,0=128
		m ²	51,0	0,25		12,75	12,75	Cierre de la placa de la losa
	Totales	m ²					140,75	
								Encofrado total en las losas

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS GENERALES DE ACERO DE REFUERZO

ELEMENTO	□	N°	L	1/4" (2)	3/8" (3)	1/2"(4)	5/8" (5)	3/4"(6)	7/8" (7)	1" (8)
Acero externo longitudinal de muros, placa y arranque de losa de fundación		86 x 2	11,60				1995,20			
Acero externo longitudinal de losa de fundación y placa		86 x 2	12,00				2064,00			
Acero interno longitudinal de muros, placa y arranque de losa de fundación		82 x 2	11,20				1836,80			
TOTAL							5896,00			
Kg/f				0,249	0,559	0,994	1,554	2,237	3,045	3,978
total Kg/f							9162,384			

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS GENERALES DE ACERO DE REFUERZO

ELEMENTO	□	N°	L	1/4" (2)	3/8" (3)	1/2"(4)	5/8" (5)	3/4"(6)	7/8" (7)	1" (8)
Acero interno longitudinal de empalmes losa de fundación y placa.		82 x 2	11,85				1943,40			
Acero externo de muros, placa y arranque de losa de fundación.		70 x 2	9,30				1302,00			
Acero externo de empalmes de losa de		70 x 2	6,00				840,00			

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS GENERALES DE ACERO DE REFUERZO

ELEMENTO	□	N°	L	1/4" (2)	3/8" (3)	1/2"(4)	5/8" (5)	3/4"(6)	7/8" (7)	1" (8)
Acero interno de muro placa y losa de fundación.		66 x 2	8,80				1161,60			
Acero interno de empalmes de losa de fundación y placa.		66 x 2	5,86				773,52			
Acero horizontal principal del muro intermedio.		85 x 2	6,41				1089,70			
Total							3024,82			
Kg/f				0,249	0,559	0,994	1,554	2,237	3,045	3,978
total Kg/f							4700,57			

Fuente: Propia

PLANILLA DE COMPUTOS GENERALES DE ACERO DE REFUERZO

ELEMENTO	□	N°	L	1/4" (2)	3/8" (3)	1/2"(4)	5/8" (5)	3/4"(6)	7/8" (7)	1" (8)
Acero vertical principal del muro intermedio.		52 x 2	9,66				1004,64			
Acero del brocal o boca de visita		42	0,70		29,40					
Total					29,40		1004,64			
Kg/f				0,249	0,559	0,994	1,554	2,237	3,045	3,978
total Kg/f					16,43		1561,21			
total Kg/f					16,43		15424,16			

Fuente: Propia

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	DISEÑO DE UNA FOSA PARA LA SEPARACIÓN DE LAS AGUAS ACEITOSAS DRENADAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Castañeda Marcano Joelis Daniela	CVLAC: 16.996.021 E MAIL: jdccastaneda@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Fosas _____

Separación _____

Aguas Aceitosas _____

Losas _____

Crudo _____

Drenaje _____

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERÍA CIVIL

RESUMEN (ABSTRACT):

El siguiente estudio se efectuó en las instalaciones de la Refinería de Puerto la Cruz, específicamente en el patio de almacenamiento de crudo, el cual está constituido por 26 tanques. Estos se encuentran interconectados a través de canales y tuberías de drenajes. Debido a una problemática ambiental, como es el caso del desbordamiento de la fosa de aguas aceitosas existentes, lo cual trae como consecuencia la contaminación, erosión y filtración de los terrenos que la rodean, surgió la necesidad de ampliar el sistema de recolección de estas aguas para obtener una mejor separación y almacenaje del crudo. Para el diseño de la nueva fosa, se considero las recomendaciones emitidas por la empresa y sus normativas vigentes, en cuanto a la capacidad y ubicación, especificaciones de las bombas, tuberías de impulsión y para la estimación de los volúmenes de aguas aceitosas la utilización del la herramienta electrónica CENTINELA. Se propuso un diseño estructural basado en la aplicación del método expuesto por María Graciela Fratelli, para el cálculo de paredes, losas de fundación y de techo. El diseño propuesto representa una solución a corto plazo. Se recomienda hacer un estudio general del sistema de drenaje de aguas aceitosas de toda la refinería, de manera que a largo plazo se realice un proyecto de infraestructura que solucione la problemática existente de almacenamiento de crudo, drenajes de aguas aceitosas, separación y recuperación de crudo para garantizar un sistema de almacenamiento de mayor capacidad en el patio de tanques de la Refinería, aumentando la eficiencia del mismo.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Saab Yasser	ROL	CA	AS x	TU	JU
	CVLAC:	12.578.247			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Halak Miguel	ROL	CA	AS	TU x	JU
	CVLAC:	8.269.436			
	E_MAIL	halakm@pdvsa.com			
	E_MAIL				
Morales Hilda	ROL	CA	AS	TU	JU x
	CVLAC:	5.189.811			
	E_MAIL	moraleshc@mail.com			
	E_MAIL				
Cotellesa Luigi	ROL	CA	AS	TU	JU x
	CVLAC:	8.302.817			
	E_MAIL	lcotellesa@hotmail.com			
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	04	16
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Diseño de fosa de aguas aceitosas. Doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K
 L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z. 0 1 2 3
 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: Dpto. MCYP/PDVSA (OPCIONAL)TEMPORAL: _1 año (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo con el artículo 41 del reglamento de trabajo de grado: "Los trabajos de grado son propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participará al consejo universitario"

AUTOR

Joelis D.Castañeda M

Yasser Saab

TUTOR

Hilda Morales

JURADO

Luigi Cotellessa

JURADO

Yasser Saab

POR LA SUBCOMISION DE TESIS