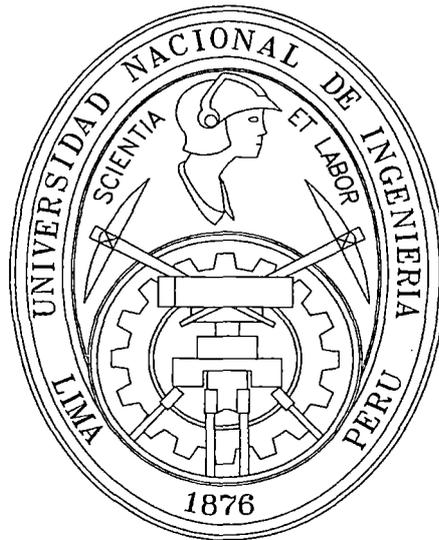


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA
DEL LITORAL PERUANO”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

GIANCARLO VALVERDE PADILLA

PROMOCIÓN 2007-II

LIMA-PERÚ

2009

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

Agradezco eternamente
a mis padres Rigoberto y Carmen,
a quienes dedico mis logros,
por ser el motivo de mi inspiración.

Al Ing. Arturo Baselli
por sus consejos y enseñanzas
para llegar a ser un ingeniero
de excelencia y calidad.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
<i>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</i>	
1.1 Objetivo	3
1.2 Condiciones iniciales	5
<i>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</i>	
2.1 Generalidades	10
2.2 WBS del Proyecto	11
2.3 Estudios, Permisos y Licencias referentes al Proyecto	12
2.4 Normas Aplicables	15
2.5 Metodología Utilizada	17
2.6 Materiales Principales y Especificaciones Técnicas	18

CAPÍTULO III: DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

3.1 Sistema de Tuberías HDPE	26
3.1.1 Cálculo de Diámetros aproximados de las Tuberías	27
3.1.2 Cálculo del Sistema de Tuberías HDPE para Efluentes Aceitosos	29
3.1.3 Cálculo del Sistema de Tuberías HDPE para Efluentes Químicos	42
3.2 Diseño Hidráulico de Tuberías por Gravedad, según la fórmula de Hazen-Williams	50
3.2.1 Tuberías por Gravedad para Efluentes Aceitosos	50
3.2.2 Tuberías por Gravedad para Efluentes Químicos	53
3.3 Selección de Equipos de Bombeo	54
3.3.1 Selección de Bombas para Efluentes Aceitosos	54
3.3.1.1 Datos Eléctricos de los Motores	60
3.3.1.2 Especificaciones Técnicas	61
3.3.2 Selección de Bombas para Efluentes Químicos	62
3.3.2.1 Datos Eléctricos de los Motores	66
3.3.2.2 Especificaciones Técnicas	67
3.4 Diseño de Estaciones de Bombeo para Efluentes	69
3.4.1 Cálculo del Diámetro de las Cámaras de Bombeo	69
3.4.2 Cálculo del Volumen de las Cámaras de Bombeo	71
3.4.2.1 Análisis de Curva de Funcionamiento - Efluentes Aceitosos	72
3.4.2.2 Dimensiones Cámara de Bombeo – Efluentes Aceitosos	74

3.4.2.3	Análisis de Curva de Funcionamiento – Efluentes Químicos	75
3.4.2.4	Dimensiones Cámara de Bombeo – Efluentes Químicos	77
3.4.3	Especificaciones Técnicas	78
3.5	Diseño del Sistema de Líneas Submarinas	79
3.5.1	Diseño de los Difusores y Detalles del Emisor Submarino	79
3.5.2	Diseño de Lastres de Fijación de las Tuberías de HDPE a la base marina	81
3.6	Diseño de Arquetas	94
3.6.1	Arquetas para Alojamiento de Estación de Bombeo	94
3.6.2	Arquetas de pase	94
3.7	Diseño de Sistema Eléctrico	96
3.7.1	Alcance del Sistema Eléctrico del Proyecto	96
3.7.2	Diseño de Cables de Alimentación Eléctrica	97
3.7.3	Sistema de Protección Eléctrica	103
3.7.4	Selección de Equipos de Arranque y Control de Motores	106
3.7.5	Selección del Sistema de Puesta a Tierra (SPAT)	112

CAPÍTULO IV: PLANEAMIENTO DE LA EJECUCION PROYECTO

4.1	Plan y Organigrama del Proyecto	119
4.2	Cronograma para la Ejecución del Proyecto	126
4.3	Procedimiento de Soldadura de Tuberías HDPE por Termofusión	127
4.4	Procedimiento para el Lanzamiento de Líneas Submarinas	137
4.5	Pruebas y Puesta en Servicio	149

CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.1 METRADOS Y COSTOS UNITARIOS	150
5.1.1 De Equipos Electromecánicos	150
5.1.2 De Materiales HDPE	151
5.1.3 De Obras Civiles	152
5.1.4 De Servicios Varios	153
5.1.5 De Gastos Generales	154
5.2 PRESUPUESTO	155
5.2.1 Estimado de Inversión	155

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**BIBLIOGRAFÍA****PLANOS****ANEXOS**

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I:

Tabla 1.1	Caudales de Producción de Aguas Tratadas	6
------------------	--	---

CAPÍTULO II:

Tabla 2.1	Características Técnicas del HDPE (Materia Prima)	19
------------------	---	----

CAPÍTULO III:

Tabla 3.1	Caudales de Producción de Aguas Tratadas	27
Tabla 3.2	Caudales de Diámetros Internos de Tuberías	29
Tabla 3.3	Características Técnicas de la Tubería HDPE	32
Tabla 3.4	Pérdidas Continuas según el Método de Darcy-Weisbach	32
Tabla 3.5	Pérdidas Continuas según el Método de Hazen-William	34
Tabla 3.6	Cálculo de la Longitud Total por accesorio (L_{Total})	36
Tabla 3.7	Cálculo de Pérdidas Locales (h_{Loc})	37

Tabla 3.8	Pérdida Total del Sistema y Altura del Sistema	38
Tabla 3.9	Características Técnicas de la Tubería HDPE	42
Tabla 3.10	Pérdidas Continuas según el Método de Darcy-Weisbach	43
Tabla 3.11	Pérdidas Continuas según el Método de Hazen-William	44
Tabla 3.12	Cálculo de la Longitud Total por accesorio (L_{Total})	45
Tabla 3.13	Cálculo de Perdidas Locales (h_{Loc})	45
Tabla 3.14	Pérdida Total del Sistema y Altura del Sistema	46
Tabla 3.15	Caudales de Producción de Aguas Tratadas	50
Tabla 3.16	Especificaciones Técnicas de Electrobombas Sumergibles	61
Tabla 3.17	Especificaciones Técnicas de Electrobombas Sumergibles	67
Tabla 3.18	Diámetro de cada Cámara de Bombeo	70
Tabla 3.19	Cuadro de puntos de Operación de Bomba	73
Tabla 3.20	Cuadro de puntos de Operación de Bomba	76
Tabla 3.21	Cuadro de Especificaciones Técnicas de Cámaras de Bombeo	78
Tabla 3.22	Diámetros y cantidad de orificios difusores	80
Tabla 3.23	Valores para el Factor de Hundimiento (K)	82
Tabla 3.24	Resumen del Diseño de Lastres de Fijación para las líneas submarinas	93
Tabla 3.25	Cuadro de Cargas Eléctricas del Proyecto	97
Tabla 3.26	Variación de resistividad por dosis de THOR-Gel	16
Tabla 3.27	Reducción de resistencia del terreno por dosis de THOR-Gel	117

CAPÍTULO IV:

Tabla 4.1	Valor de separación para alineamiento de extremos de tuberías	132
Tabla 4.2	Tiempo Estándar de acuerdo al Espesor de la Tubería	133
Tabla 4.3	Fuerza Inicial de Calentamiento y Soldadura	134

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I:

Figura 1.1	Planta de Vertimiento de Aguas	4
Figura 1.2	Duración de Caudales por año	6
Figura 1.3	Esquema del Sistema de la Planta de Vertimiento	7
Figura 1.4	Esquema de Ubicación y tendido de las Líneas Submarinas	8

CAPÍTULO II:

Figura 2.1	WBS - Estructura de Desglose de Trabajo	11
Figura 2.2	Partes de Bomba Eléctrica Sumergible	21
Figura 2.3	Componentes de la Bomba Sumergible	22
Figura 2.4	Modelo de Cable NYY	24
Figura 2.5	Hoja de Datos de los Tableros eléctricos	25

CAPÍTULO III:

Figura 3.1	Esquema del Sistema de la Planta de Vertimiento	27
Figura 3.2	Curva del Sistema - Efluentes Aceitosos	39
Figura 3.3	Análisis en FLYPS con Caudal Máximo de 77.7 L/s	40
Figura 3.4	Análisis en FLYPS con Caudal Promedio de 51.11 L/s	41
Figura 3.5	Análisis en FLYPS con Caudal Mínimo de 20.8 L/s	41
Figura 3.6	Curva del Sistema - Efluentes Químicos	47
Figura 3.7	Análisis en FLYPS con Caudal Máximo de 33.33 L/s	48
Figura 3.8	Análisis en FLYPS con Caudal Promedio de 16.6 L/s	49
Figura 3.9	Análisis en FLYPS con Caudal Mínimo de 15.12 L/s	49
Figura 3.10	Sección mojada de tubería	50
Figura 3.11	Presencia de una Bomba	54
Figura 3.12	Esquema Modelo de una Poza para Aguas Negras	57
Figura 3.13	Curva de Funcionamiento de Bomba Sumergible NP3153.181MT	58
Figura 3.14	Dimensiones de Bomba NP3153 MT – Montaje a Presión	59
Figura 3.15	Datos Eléctricos del Motor – Efluentes Aceitosos	60
Figura 3.16	Curva de Funcionamiento de Bomba Sumergible NP3127.181MT	64
Figura 3.17	Dimensiones de Bomba NP3127 MT – Montaje con Bridas	65
Figura 3.18	Datos Eléctricos del Motor – Efluentes Químicos	66
Figura 3.19	Diámetro de Cámara de Bombeo	59
Figura 3.20	Esquema Modelo de una Estación de Bombeo para	

	Aguas Negras.	70
Figura 3.21	Análisis de Curva de Bomba NP3153.181MT	72
Figura 3.22	Dimensiones de Cámara de Bombeo E.A.	74
Figura 3.23	Análisis de Curva de Bomba NP3127.181MT	75
Figura 3.24	Dimensiones de Cámara de Bombeo E.Q.	77
Figura 3.25	Dimensiones y ubicación de Orificios Difusores	80
Figura 3.26	Esquema de recorrido de Línea Submarina	83
Figura 3.27	Dimensiones de Lastres para Tub. Ø200- Ø280	88
Figura 3.28	Dimensiones de Lastres para Tub. Ø280	89
Figura 3.29	Modelo de Arquetas para Cámara de Bombeo y de Pase.	95
Figura 3.30	Selección del Cable alimentador TEQ-01 a TD-01	99
Figura 3.31	Selección del Cable alimentador TEA-01 a TD-01	101
Figura 3.32	Selección del Cable alimentador TD-01 a SE-TA01	102
Figura 3.33	Esquema de Fuerza y Control para Arranque Estrella-Triángulo	107
Figura 3.34	Esquema de Fuerza y Control para Arranque Directo.	110
Figura 3.35	Comportamiento de THOR GEL ante productos similares	115
Figura 3.36	Esquema para Construcción de Puesta a Tierra	118

CAPÍTULO IV:

Figura 4.1	Organigrama para la Ejecución del Proyecto.	121
Figura 4.2	Máquina de Soldar con accionamiento mecánico	127
Figura 4.3	Ubicación de disco giratorio para refrentado	128

Figura 4.4	Máquina de Soldadura por Termofusión - Accionamiento hidráulico	129
Figura 4.5	Disco refrentador o biselador para extremos paralelos de tuberías	131
Figura 4.6	Elemento de fijación – Mecanismo de unión a presión	132
Figura 4.7	Termo elemento – Plato calefactor	133
Figura 4.8	Alineamiento y Termofusión de Tuberías HDPE	135
Figura 4.9	Diagrama guía para la Termofusión de Tuberías HDPE	135
Figura 4.10	Ubicación de pre-fabricados de Tuberías HDPE	138
Figura 4.11	Área de Rampa de Lanzamiento	139
Figura 4.12	Ubicación de Líneas de HDPE en la Rampa de Lanzamiento	140
Figura 4.13	Instalación del Sistema de Tiro	142
Figura 4.14	Maniobras durante el Lanzamiento (01)	145
Figura 4.15	Maniobras durante el Lanzamiento (02)	146
Figura 4.16	Maniobras durante el Lanzamiento (03)	146
Figura 4.17	Maniobra de tiro del sistema para ubicación final del Sistema de Líneas Submarinas	147

PRÓLOGO

La presente Tesis de Ingeniería tiene como propósito mostrar los procedimientos de diseño, las normas técnicas y los componentes básicos y necesarios para el funcionamiento de una Planta de Vertimiento de Aguas Residuales al mar.

La información tomada como base para la elaboración del proyecto es de una Planta de Tratamiento de Aguas de una Refinería del litoral peruano, que produce aguas tratadas para su posterior vertimiento al mar.

La presente esta agrupada en 5 capítulos que describen las condiciones iniciales a considerar en el diseño y cálculo de los componentes mecánicos y electromecánicos, exponen los principales procedimientos a emplearse en la construcción de nuestra Planta de Vertimiento de Aguas Residuales y finalizara con la relación de costos unitarios y el costo estimado total del proyecto.

En el Capítulo I, se presenta los objetivos principales del proyecto, así como las condiciones iniciales a emplear para el desarrollo de la presente tesis.

En el Capítulo II, se presenta la estructura de desarrollo del proyecto, estudios solicitados y autorización de permisos por parte de las respectivas entidades del Estado Peruano, en este capítulo se indica las normas técnicas aplicables relacionadas al proyecto, y los principales materiales con sus especificaciones que se emplearan como base para el presente diseño.

En el Capítulo III, se presenta el diseño, cálculos y selección de componentes mecánicos como tuberías HDPE y accesorios, el diseño y selección de los equipos electromecánicos Bombas, Motores Eléctricos, el diseño del lanzamiento de líneas submarinas al mar, selección y diseño de equipos eléctricos de protección, entre otros.

En el Capítulo IV, se define planeamiento del proyecto y los principales procedimientos a emplearse en la ejecución de las obras del proyecto.

El Capítulo V, se presenta los costos y presupuesto del proyecto, aquí se indica el metrado general de materiales, obras civiles, equipos electromecánicos, servicios afines, entre otros y el cálculo del estimado de inversión en USD – Dólares Americanos.

A la presente, se adjuntan los planos de construcción del proyecto clasificados en: Planos de Obras Mecánicas, Planos de Obras Civiles, Planos de Conexiones Eléctricas y Planos de lanzamiento y tendido de líneas submarinas.

Agradezco al Ing. Salvador Onofre Chávez por su tiempo y esfuerzo en asesorar esta Tesis.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO

Diseñar una Planta de Vertimiento de Aguas Residuales al mar, de una Refinería del litoral peruano, mediante la instalación de líneas submarinas y emisores submarinos según lo dispuesto en las Leyes Peruanas, logrando que el vertimiento de las aguas producto del tratamiento de aguas de procedencia aceitosa y química de una refinería sean dispuestos lejos de la orilla de la playa, evitando el impacto ambiental que pudo ocasionar si la zona de dilución afectara la flora y la fauna marina, garantizando con ello la preservación del Medio Ambiente.

Objetivos Específicos

- Dar información básica y específica para el diseño de Planta de Vertimiento de Aguas o similares.
- Establecer procedimientos y criterios básicos en el diseño de sistemas Hidráulicos.

- Diseñar el Sistema Hidráulico de Tuberías HDPE por bombeo y por gravedad con factores de seguridad de 50% para Efluentes Aceitosos y 100% para Efluentes Químico, respecto a sus caudales promedios.
- Diseñar el Sistema Eléctrico de fuerza y control, y los Sistemas de Protección de los equipos eléctricos, en base Normas Eléctricas.
- Emplear Software de Ingeniería que verifiquen y precisen el cálculo de los valores obtenidos de nuestros cálculos matemáticos.

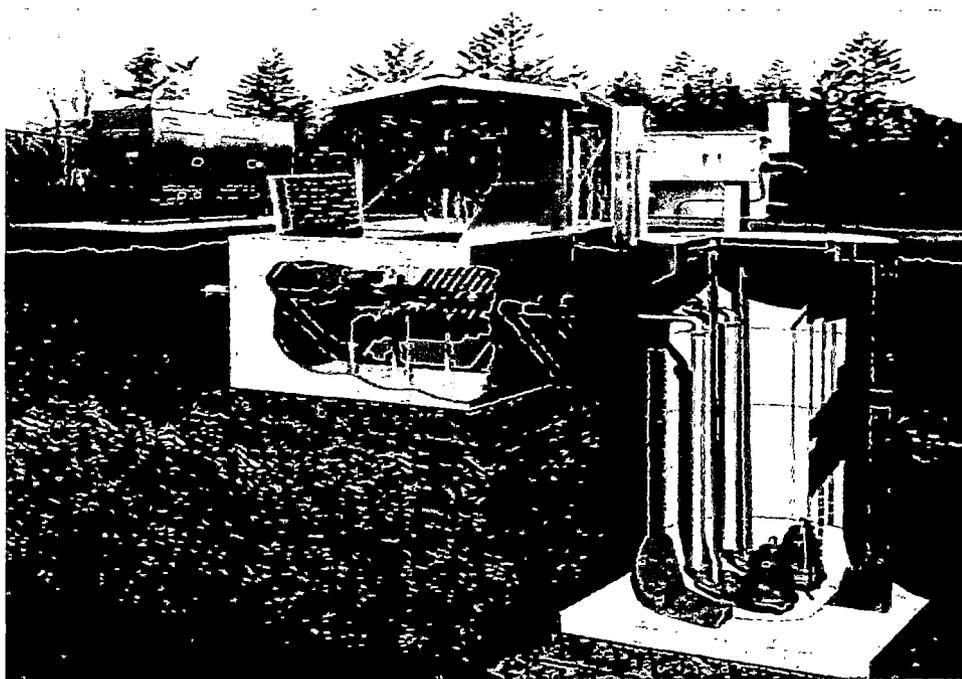


Figura 1.1 Planta de Vertimiento de Aguas

1.2 CONDICIONES INICIALES

El proyecto contempla el vertimiento de aguas residuales tratadas al mar, de procedencia aceitosa y de procedencia química, desde una refinería del litoral, para el diseño partiremos de condiciones iniciales en el Lado Tierra donde se ubicaran las Instalaciones de la Planta y en el Lado Mar donde se ubicaran las líneas submarinas que descargarán las aguas tratadas.

a) ALCANCES - LADO TIERRA

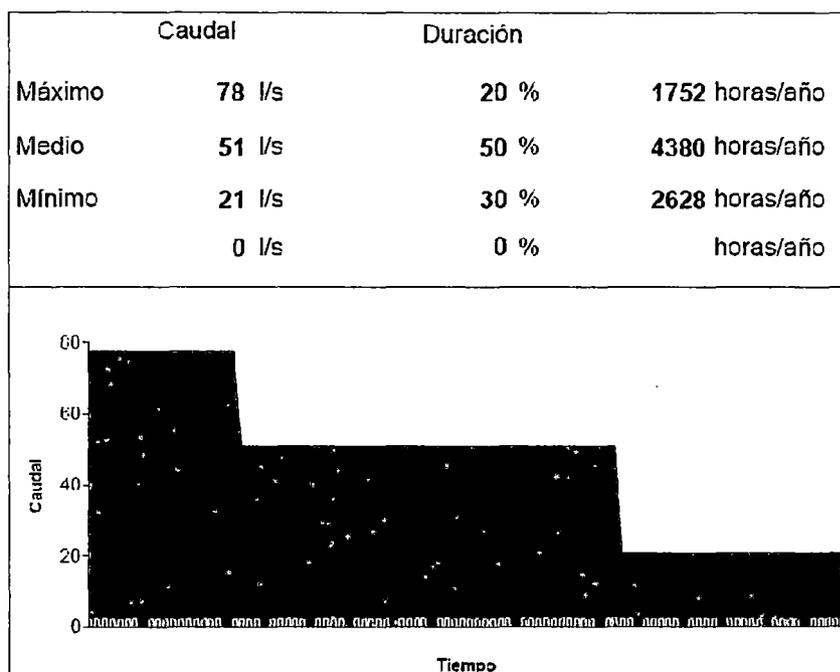
El Proyecto comprende el diseño de una Planta de Vertimiento de Aguas Residuales al mar, la cual mediante un sistema de tuberías, bombas, tuberías submarinas de acuerdo a ley descargará las aguas residuales al mar, estas aguas son productos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales propia de la Refinería la cual produce Efluentes Aceitosos y Efluentes Químicos.

Para nuestro diseño la Planta de Tratamiento de Aguas de la Refinería del Litoral de nuestro País se ubica a 1500 m aprox. de la línea de alta marea a un nivel de 8 msnm como se observa en la topografía que se muestra en el plano adjunto 1002CH1, desde este punto se bombeará los Efluentes Aceitosos y Químicos hacia el mar.

Para el diseño emplearemos los caudales de producción de aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de una Refinería, la cual registra los caudales indicados en la siguiente tabla.

Tabla 1.1 Caudales de Producción de Aguas Tratadas

Efluente Líquidos	Caudal Mínimo		Más frecuente (Promedio)		Caudal Máximo	
	(m ³ /h)	(L/s)	(m ³ /h)	(L/s)	(m ³ /h)	(L/s)
Aceitoso	75	20,83	184	51,11	280	77,78
Químico	54.5	15,14	60	16,67	120	33,33

**Figura 1.2 Duración de Caudales por año**

La Planta de Tratamiento de Aguas cuenta con una Sub-Estación Eléctrica que suministra energía a sus equipos y bombas en operación, la Sub-Estación Eléctrica suministra tensiones trifásicas en 220V, 440V a 60Hz.

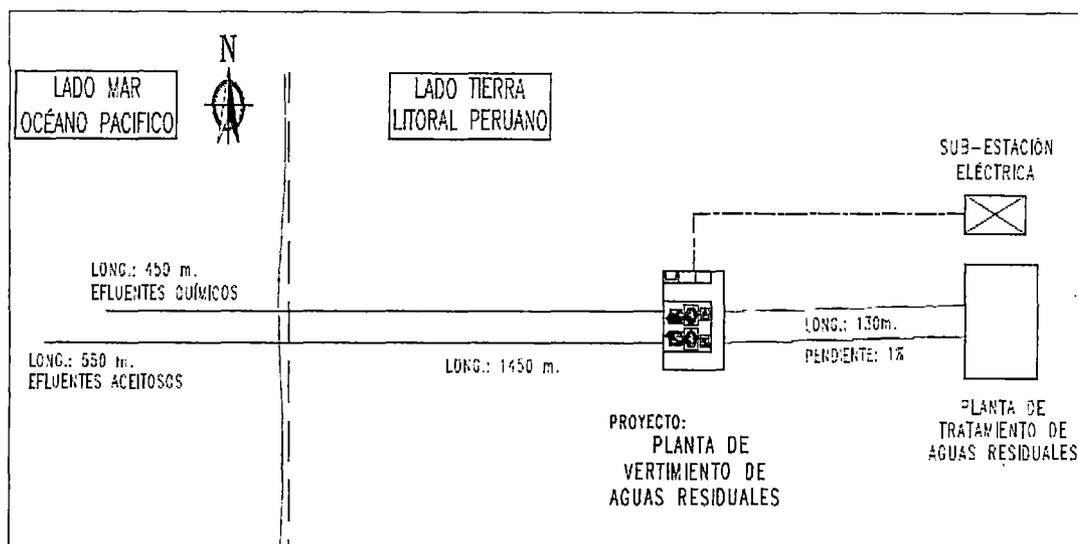


Figura 1.3 Esquema del Sistema de la Planta de Vertimiento

b) ALCANCES – LADO MAR

El tendido de las líneas submarinas y la ubicación final de los emisores submarinos según ley lo determinan los siguientes estudios: el Estudio Hidro-Oceanográfico de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) sobre el Medio Marino, y el Estudio de Dispersión en el Medio marino.

De acuerdo a los estudios y según las velocidades, batimetría y direcciones de corrientes submarinas se evalúan alternativas para la ubicación final de los Emisores Submarinos y el tendido de las Líneas Submarinas, siendo para nuestro proyecto los Emisores de 50m de longitud ubicados al final de las Líneas Submarinas para Efluentes Químicos a 400 m. y para Efluentes

Aceitosos a 500m de la línea de costa, en esta alternativa las plumas de dilución no tienen ninguna interferencia en su desplazamiento hacia el norte.

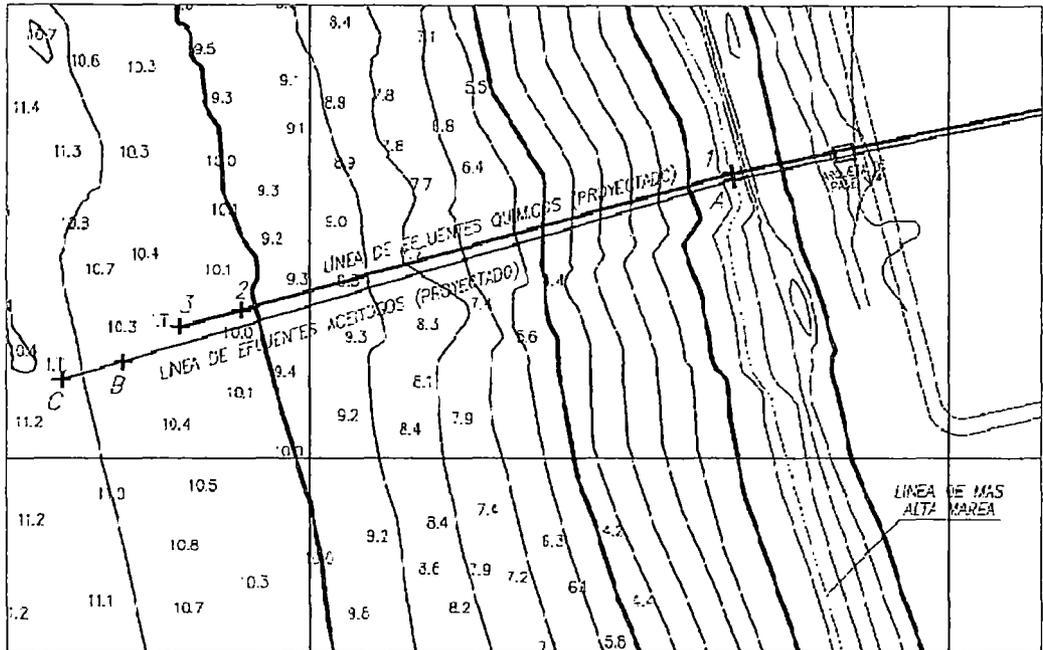


Figura 1.4 Esquema de Ubicación y tendido de las Líneas Submarinas

Los estudios dan las alternativas de diseño de los difusores evaluando: longitud, cantidad de agujeros, diámetro de los agujeros, separación entre agujeros.

De acuerdo a la dirección de las corrientes, se determina la posición más recomendada de los difusores de ambos emisores submarinos para obtener la máxima dilución, será en posición perpendicular a las corrientes, se recomienda que la posición de las toberas de salida del difusor esté orientada en dirección sur- norte, ya que la corriente marina va de sur a norte.

Para las tuberías se han seleccionado de material el Polietileno de alta densidad HDPE clase 10, considerando las ventajas de resistencia a la corrosión, flexibilidad, menores pérdidas de fricción, bajo costo de suministro e instalación y por tener alta resistencia a los rayos UV.

En la Figura 1.4 se puede observar el recorrido de las tuberías submarinas – Lado Mar: Océano Pacífico, ver plano adjunto 4001DH1 Recorrido de Línea Submarina.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

En el desarrollo de proyectos es necesario conocer y fijar los pasos fundamentales a seguir en la Gestión del Proyecto, esto permite identificar los requisitos básicos y necesarios, así como las Entidades del Estado que autorizan estos y las condiciones iniciales que nos permiten comenzar con el desarrollo del diseño de una Planta de Vertimiento de Aguas Residuales al mar.

En el desarrollo del proyecto entenderemos los siguientes términos como:

Efluentes líquidos: son residuos líquidos simples o mezclados con sólidos, desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de los diversos usos que se pueden dar en una Refinería, tales como: Sanitarios, de Refrigeración, Mantenimiento de Equipos, de Sistema Contra incendios, Procesos Químicos, entre otros.

Efluentes Aceitosos: son producto del Tratamiento de las Aguas utilizadas en Procesos Aceitosos, de Lastres, y Sanitarios de una Refinería.

Efluentes Químicos: son producto del Tratamiento de las Aguas utilizadas en Procesos Químicos de una Refinería.

Tratamiento de Efluentes Líquidos: Es el conjunto de los procesos destinados a alterar las propiedades o la composición física, química o biológica de los efluentes líquidos, de manera que se transformen en vertidos inocuos más seguros para su transporte, capaces de recuperación y almacenaje, o más reducidos en volumen.

2.2 WBS DEL PROYECTO

Work Breakdown Structure (WBS) - Estructura de Desglose de Trabajo

El esquema adjunto es la Estructura de Desglose de Trabajo que nos muestra los pasos a seguir en el desarrollo de la Gestión de un Proyecto en general, ver Figura 2.1.

Según nuestro WBS la presente Tesis se centra en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle y las pautas generales para la Construcción del proyecto.

En el WBS observamos que para ejecución del proyecto, es necesario contar con permisos y licencia aprobadas por Entidades del Estado Peruano como DICAPI, DGAAE-MEN, DIGESA, entre otros.

Se debe contar con estudios previos que son base del diseño de Plantas de Vertimiento de aguas residuales al mar o de similares a la que se expondrá en la presente Tesis.

2.3 ESTUDIOS, PERMISOS Y LICENCIAS REFERENTES AL PROYECTO

Para el desarrollo del diseño de Líneas Submarinas y la ejecución de las obras de construcción de Plantas de Vertimiento de Aguas Residuales al Mar o Proyectos similares, se debe contar con los siguientes estudios los cuales deberán ser aprobados y autorizados por entidades del Estado, los cuales se describen a continuación.

a) Estudio Hidro-Oceanográfico de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI)

Descripción:

El Estudio Hidro-Oceanográfico permite conocer las características de la zona marina y del medio ambiente donde se instalarán las Líneas Submarinas, lo que ayudará a determinar los requerimientos básicos para la ejecución de las obras en el medio marino.

Criterios de aceptación:

Stakeholder que acepta:

1. Dirección de Hidrografía y Navegación - Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú (DICAPI)
2. Dirección del Medio Ambiente - DICAPI

Requisitos que deben cumplirse: Solicitar presentación de documento final de acuerdo a los lineamientos establecidos en el TUPAM 15001 por la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú para dichos estudios.

Forma en que se aceptará: Expedición de oficio interno de aprobación del Estudio por la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú.

Expedición de la Resolución Suprema que autoriza el uso del área acuática – DICAPI.

b) Estudio de Dispersión en el Medio marino.

Descripción:

El Estudio de Dispersión nos garantiza la dilución requerida de los efluentes para el cumplimiento de la Ley de Aguas (Decreto Ley N° 17752).

La zona de mezcla no debe afectar áreas sensibles tales como playas, zonas de uso turístico, zonas de pesca, etc.

La zona debe ser compatible con el mar Clase IV de la Ley de Aguas (Zona de preservación de fauna acuática y Pesca recreativa comercial)

Cumplimiento del Artículo 7° del Decreto Supremo N°030-96-EM/DGAA, el cual indica que los responsables de las actividades de hidrocarburos deberán demostrar técnicamente ante el requerimiento de la Dirección general de Hidrocarburos (DGH) que su vertimiento al cuerpo receptor no ocasionará efectos negativos a la salud humana y al ambiente.

Cumplir con los siguientes requerimientos mínimos para la longitud de las tuberías de vertimiento: a) Efluentes aceitosos, sanitarios y deslastre: Mínimo 400 metros de distancia entre la línea de costa en bajamar viva equinoccial y la boquilla de descarga más próxima a ésta, b) Efluentes químicos: Mínimo 200

metros de distancia entre la línea de costa en bajamar viva equinoccial y el punto de vertido con una profundidad mayor a 2 metros.

Criterios de Aceptación:

Stakeholder que acepta:

- Dirección de Hidrografía y Navegación - DICAPI
- Dirección del Medio Ambiente - DICAPI

Requisitos que deben cumplirse: Solicitar presentación de documento final de acuerdo a los lineamientos establecidos en el TUPAM 15001 por la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú para dichos estudios.

Forma en que se aceptará: Expedición de oficio interno de aprobación del Estudio por la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú.

Expedición de la Resolución Suprema que autoriza el uso del área acuática – DICAPI

c) Estudio de Impacto Ambiental (EIA) sobre el Medio Marino

Descripción:

El EIA debe determinar los diferentes efectos ambientales en las etapas de acondicionamiento, instalación y operación de los emisores submarinos e identificar los diferentes impactos Ambientales a través de la evaluación de los efectos ambientales previstos.

Establece un programa correctivo para reducir o eliminar estos efectos e impactos ambientales.

Establece un programa de gestión ambiental consistente en desarrollar:

- Vigilancia permanente de los diferentes factores ambientales involucrados en el proyecto (Programa de monitoreo).
- Desarrollo de investigación tecnológica a fin de reducir los principales efectos e impactos ambientales en el caso que no se cuente con la tecnología disponible en la actualidad.
- Adecuación sistemática a las diferentes Normas Ambientales Nacionales e Internacionales.
- Desarrollo de planes preventivo y de emergencia frente a siniestros que provoquen impactos al medio ambiente.

Criterios de Aceptación:

Stakeholder que acepta:

- Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Energía y Minas (MEM).

Requisitos que deben cumplirse: Ingreso formal por trámite documentario de la DGAAE a la Carta adjuntando la copia del EIA.

Forma en que se aceptará: La conformidad de la DGAAE podrá ser formal mediante Carta de respuesta simple o mediante comunicación verbal manifestada por el Director de la institución.

2.4 NORMAS APLICABLES

Las Normas Aplicables para el diseño de los componentes mecánicos, civiles, eléctricos y de tendido submarino que integran una Planta de Vertimiento de

Aguas Residuales, son las siguientes:

- Ley General de Aguas (Decreto Ley 17752, sus Reglamentos y modificaciones D.S. 007-83-SA)
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Decreto Legislativo N°613).
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314)
- Reglamento de Capitanías (Decreto Supremo N°002-87-MA)
- Ley de Control y Vigilancia de Actividades Marítimas (Ley N° 26620)
- Guías para el Desarrollo de EIA relacionados a la Evacuación de Desechos por Tuberías (Resolución Directoral N° 0052-96/DCG)
- TUPAM 15001 de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú
- Normas Internacionales de Refinerías - Redes de Drenaje Enterradas
- Norma NTP ISO4427 - Sistema de Tuberías Plásticas. Tubos de Polietileno (PE) y conexiones para el abastecimiento de agua.
- RNE - Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Código Nacional de Electricidad.
- Especificaciones de Diseño y Construcciones Eléctricas de Normas Internacionales de Refinerías.
- Norma NTP 370.255-1 – Conductores Eléctricos
- Entre otros.

2.5 METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología usada en el cálculo y diseño de los componentes de la Planta de Vertimiento se describirá en el capítulo 3, siendo resaltante los siguientes métodos empleados.

Para nuestros cálculos de diseño consideramos las dimensiones y características de algunos materiales, tales como, Tuberías HDPE, Cables Eléctricos NYY, entre otros, que se expondrán en el acápite 2.5 Materiales principales.

En el diseño de las tuberías de funcionamiento por bombeo, para el cálculo de perdidas hidráulicas continuas y locales se empleara las ecuaciones de Darcy-Weisbash y Ecuación Hazen-Williams, el factor de fricción se calculara con la ecuación de Colebrook.

Para el cálculo de Altura del Sistema y Pérdidas Totales se empleara las ecuaciones de Energía y Ecuación de Continuidad.

El diseño hidráulico de tuberías de funcionamiento por gravedad se realizara mediante el uso de la formula de Hazen-Williams.

La selección de Bombas Sumergibles y sus Motores Eléctricos se realizaran en base a los resultados del cálculo hidráulico, a catálogos técnicos y a curvas de funcionamiento de bombas y motores eléctricos comerciales.

El diseño y dimensiones de los lastres de fijación de las Tuberías a la base marina se calculara en base al cálculo de empuje de la tubería y al cálculo del peso de concreto necesario para la fijación, considerando 1.4 de factor de hundimiento adecuado para aguas de fondo inestable como el mar del litoral peruano.

El Sistema Eléctrico y Sistemas de Protección se diseñaran de acuerdo a lo estipulado en el Código Nacional Electricidad-Utilización y según lo estipulado en las Normas Internas de la Refinería.

En el desarrollo de los diseños mencionados emplearemos Software de Ingeniería empleados en la industria peruana los cuales nos permitirán comprobar los cálculos realizados, facilitando y garantizando un mejor diseño.

2.6 MATERIALES PRINCIPALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Serán señalados con sus especificaciones de acuerdo al desarrollo del presente proyecto y estarán listados en los metrados de materiales del Capítulo 5 con sus respectivos costos unitarios, a continuación detallamos los materiales y equipos que emplearemos como base para el desarrollo del proyecto:

a) **TUBERIAS HDPE (Polietileno de Alta Densidad)**

Ventajas:

- a) Ligera y fácil de instalar.
- b) La unión de termo-fusión garantiza continuidad a lo largo de la línea.
- c) Es flexible, se adapta a superficies sinuosas.
- d) El polietileno es inmune a los efectos corrosivos del agua marina y los ataques de los organismos marinos es atóxica.
- e) Bajo coeficiente de fricción ($n_{\text{Maninng}}=0.009$).
- f) Posee alta resistencia a la abrasión.
- g) Producto Ecológico, no produce contaminación al medio ambiente.
- h) Posee alta resistencia a los Rayos UV.
- i) Bajo costo.

Usos y Aplicaciones:

- a) Tuberías de descarga de pescado.
- b) Tuberías de succión de agua de mar a Planta de Agua de Cola.
- c) Tuberías para emisores submarinos.
- d) Tuberías para agua potable.
- e) Tuberías para combustible.
- f) Tuberías para procesos industriales diversos.

**Tabla 2.1 Características Técnicas del HDPE (Materia Prima)
Para Tuberías Fabricadas Bajo Norma NTP ISO4427**

Designacion de la Materia Prima	Mpa ¹ (PSI)		Esfuerzo de ensayo según NTP ISO 4427 Mpa ¹ (PSI)			
	MRR a 50 años y 20° C	Máximo esfuerzo permisible de diseño hidrostático (σ_e) ²	100 horas a 20° C	165 horas a 80° C	1000 horas a 80° C	1 hora a 20° C
PE 100	10.0 (1,450)	8.0 (1,160)	12.4 (1,798)	5.5 (797)	5.0 (725)	14.0 (2,030)
PE 80	8.0 (1,160)	8.0 (930)	9.0 (1,305)	4.6 (667)	4.0 (580)	11.3 (1,638)

¹Mpa=10bares

² $\sigma_e = (\text{MRR})/C$, donde C es un coeficiente de diseño que varía de acuerdo a las condiciones operativas, ambientales y temperatura. En este caso para agua a 20° se ha tomado el valor de 1,25. Para otras condiciones operativas σ_e puede variar significativamente por lo cual consultar a nuestro departamento técnico.

Las Características Técnicas, diámetros externos nominales, espesores, pesos de las Tubería HDPE según la Norma ISO4427 las encontraremos en el Anexo 02.

b) **BOMBA SUMERGIBLE**

Es una bomba que tiene un motor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

Características y funcionamiento

Un sistema de sellos mecánicos se utiliza para prevenir que el líquido que se bombea entre en el motor y cause un cortocircuito. La bomba se puede conectar con un tubo, manguera flexible o bajar abajo de los carriles o de los alambres de guía de modo que la bomba sienta en "un acoplador del pie de los platos", de tal forma conectándola con la tubería de salida.

Aplicaciones

Las bombas sumergibles encuentran muchas utilidades, las bombas de etapa simple se utilizan para el drenaje, el bombeo de aguas residuales, el bombeo industrial general y el bombeo de la mezcla. Las bombas sumergibles se colocan habitualmente en la parte inferior de los depósitos de combustible y también se utilizan para la extracción de agua de pozos de agua.

La energía para hacer girar la bomba proviene de una red eléctrica de alta tensión que acciona un motor especialmente diseñado para trabajar a temperaturas de hasta 150 °C.

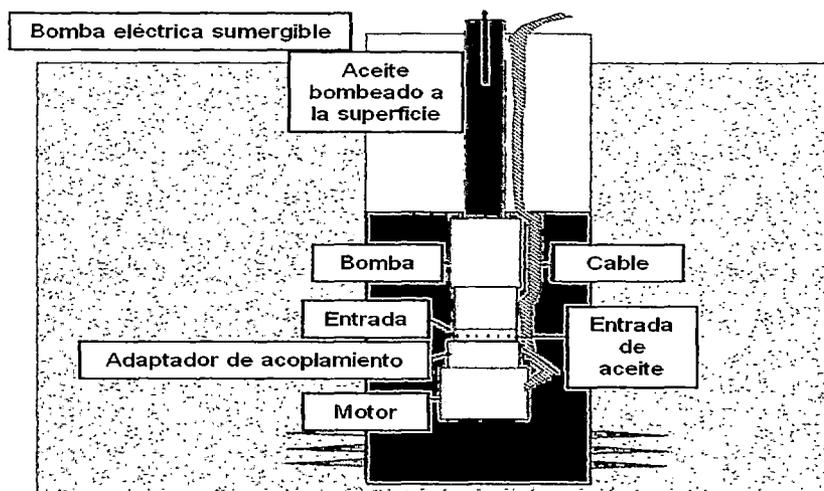


Figura 2.2 Partes de Bomba Eléctrica Sumergible

Se requiere atención especial al tipo de bomba sumergible utilizado cuando se usan ciertos tipos de líquidos. 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. Sin embargo, para funcionar tienen que estar cebadas, esto es, con agua, de forma que la columna de agua comunique la bomba con el depósito. La tubería de aspiración no puede ser excesivamente alta para que no disminuya excesivamente la presión en la bomba y evitar la cavitación en la bomba. El líquido bombeado, al circular alrededor del motor, también refrigera a éste. Para que los propósitos se

refresquen. Además, si la bomba está situada fuera del depósito, existe la posibilidad de que se produzcan fugas de gasolina y pueda causar un incendio. Algunos tipos de bomba no están preparados para ciertas aplicaciones, como el bombeo de agua caliente o líquidos inflamables.

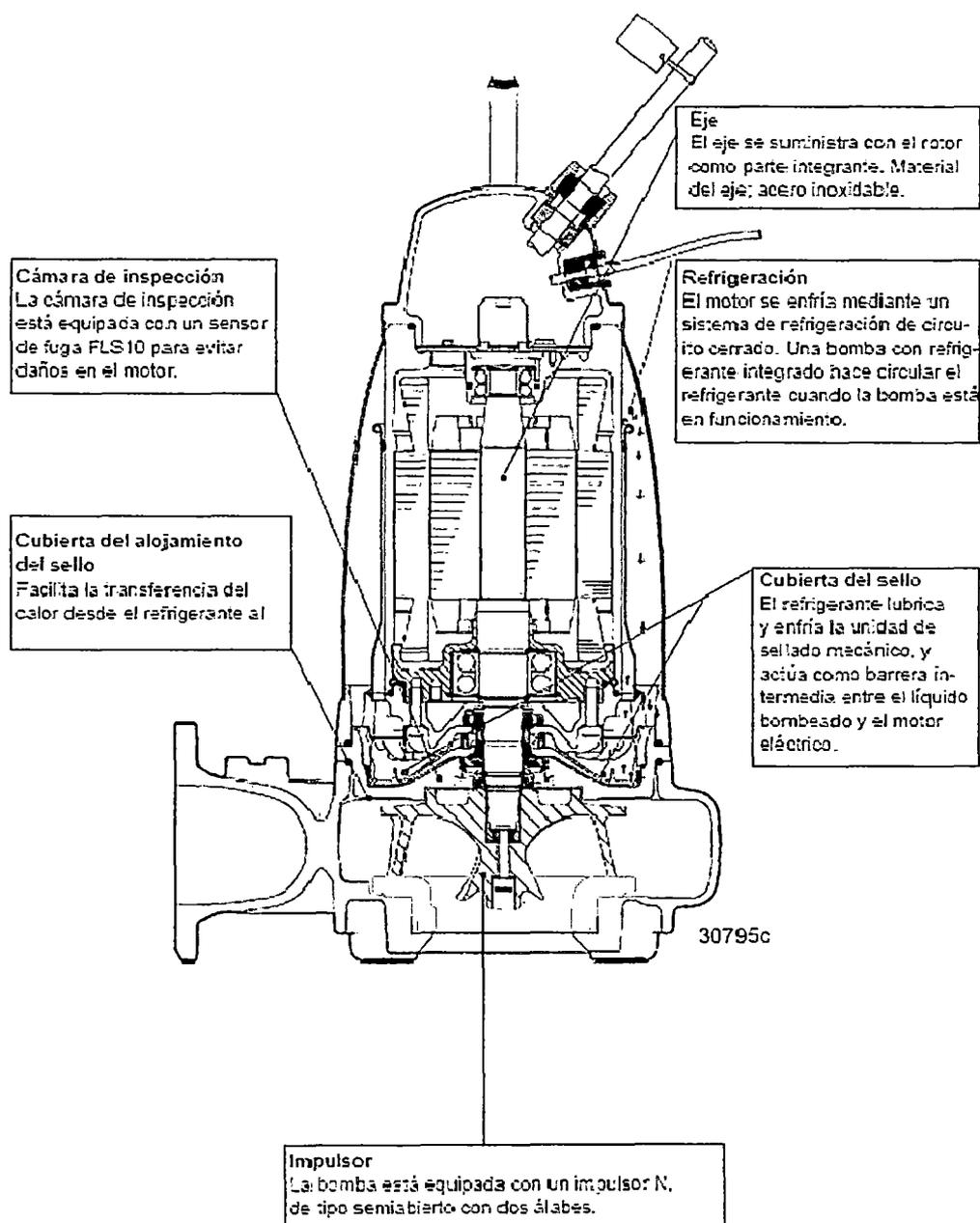


Figura 2.3 Componentes de la Bomba Sumergible

c) **CABLES ELÉCTRICOS NYY**

Normas de Fabricación: N.T.P. 370.255-1

Tensión de Servicio: 1 kV

Temperatura de operación: 80°C

Descripción: Uno, dos, tres, o cuatro conductores de cobre recocido, sólido o cableado: concéntrico, comprimido, compactado o sectorial. Aislamiento de PVC y cubierta exterior de PVC color negro.

Usos:

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores, a la intemperie en ductos subterráneos o directamente enterrados. Pueden ser instalados en lugares secos y húmedos.

Características:

Magníficas propiedades eléctricas y mecánicas. Resistencia a ácidos, grasa, aceites y a la abrasión. Facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones. No propaga la llama.

Colores de Aislamiento:

Unipolar: Blanco

Bipolar: Blanco, negro

Tripolares: Blanco, negro, rojo

Tetrapolares: Blanco, negro, rojo y amarillo

Calibres: 2,5 - 500 mm²

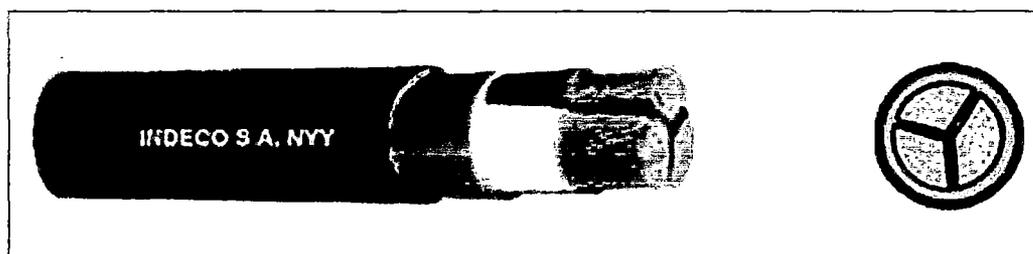


Figura 2.4 Modelo de Cable NYY

Tablas de dimensiones de cables, adjunto en el Anexo IE-8 ó en las páginas

web: www.indeco.com.pe y/o www.ceper.com.pe

d) TABLEROS ELÉCTRICOS

Serán diseñados de acuerdo a lo indicado en las Normas Internas de la Refinería, como se muestra en la siguiente hoja de datos técnicos.

HOJA DE DATOS DE LOS TABLEROS ELECTRICOS					
SIGLA: TD-01 / TEA-01 / TEQ-01			CANTIDAD: 3	FABRICANTE:	SUMINISTRADOR:
DATOS GENERALES					
NORMA:	IEC/UNE	ESPECIFIC. REFER.:	CLIMA:	MARTIMO	
TIPO DE CUADRO:	PANEL		TEMP. AMBIENTE MAX/MIN:	40/0°C	
TIPO CONSTRUCTIVO:	VER NOTA 4.		HUMEDAD:	90%	
TIPO MONTAJE:	AUTOSOPORTADO		ALTITUD:	<1000m	
PRUEBAS:	CONTINUIDAD / AISLAMIENTO		TEMP. MEDIA:	25° C	
EJECUCION:	AUTOSOP	GRADO DE PROTECCION:	IP-65	AMBIENTE:	CORROSIVO
DATOS NOMINALES					
CIRCUITO DE POTENCIA			CIRCUITOS AUXILIARES		
TENSION MAXIMA DE AISLAMIENTO:	1000V		CIRCUITO CONTROL	TENSION:	220Vca
TENSION NOMINAL DE SERVICIO:	440V			CORRIENTE NOMINAL:	
FRECUENCIA:	60Hz			TIPO / SECCION CABLES THW /	1,5mm2
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS PRINCIPALES:	100A		CALEFACCION CUBICULO	TENSION:	
SECCION BARRAS PRINCIPALES:	60mm2			CORRIENTE NOMINAL:	
SITUACION ALIMENTACION (ARRIBA/ABAJO):	ABAJO			TIPO / SECCION CABLES	
- CABLES O CONDUCTOS DE BARRAS:	CABLES NYY				
- SECCION CABLES O CONDUCTO DE BARRAS:	3x50 mm2		CALEFACCION MOTORES	TENSION:	
INTENSIDAD NOMINAL CABLES DE DERIVACION:	30A			CORRIENTE NOMINAL:	
SECCION CABLES DE DERIVACION:	3x10 mm2			TIPO / SECCION CABLES	
DISPOSICION FASES (DE FRENTE Y A LA IZQUIERDA):					
DISPOSICION FASES (DE FRENTE Y HACIA ATRAS):					
INTENSIDAD DE CC TRIFASICA SIMETRICA (1s):	30 kA				
INTENSIDAD DE CC TRIFASICA ASIMETRICA:	50 kA				
DATOS MECANICOS					
NUMERO DE PANELES:			SUBDIVISION PARA EL TRANSPORTE:		
DIMENSIONES (VER NOTA 2)	LONGITUD:	800 mm	PESOS (VER NOTA 2)	PESO TOTAL:	
	ALTURA:	2000 mm		PANEL MAS PESO:	
	FONDO:	600 mm		PESO MAXIMO GRUA:	
PINTURA	TIPO:			COLOR:	RAL 7032
ACCESORIOS	RESIST. CALEF.:	- PERFILES DE APOYO:	CONDICION	EMBALAJE	SI
	PINTURA PARA TANQUES		Kg	SUMINISTRO	TIPO DE EMBALAJE
	LUBRICANTE CONTACTOS		Kg	TRANSPORTE:	CIF MONTAJE: ASIST. TECN.
NOTAS:					
1.- EL PANEL TENDRA ESPACIO DE RESERVA PARA UN BREAKER MAS DE IGUAL CAPACIDAD Y TRANSFORMADOR DE 5 KVA (VER NOTA 3).					
2.- LAS DIMENSIONES Y EL PESO SERAN DEFINIDAS POR EL FABRICANTE DEL PANEL.					
3.- SE ADJUNTA DIAGRAMA UNIFILAR N° 3002DH1 CONSIDERAR UN TRANSFORMADOR DE 5 KVA EN EL DISEÑO.					
4.- EL PANEL SERA HERMETICO DE MATERIAL POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO O SIMILAR TECNICO.					

Figura 2.5 Hoja de Datos de los Tableros eléctricos

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DE DETALLE
DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

3.1 SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE

Según lo indicado en los capítulos I y II, realizaremos el cálculo del diseño de las líneas de impulsión, la línea de Efluentes Aceitosos tendrán un recorrido de 2000m y la línea de Efluentes Químicos tendrán un recorrido de y 1900m.

La carga de fluidos se realizara en las Estaciones de bombeo a una cota de 6.5 m.s.n.m. y la descarga de los Efluentes será mar adentro, cota de nivel de mar 0.0 m.s.n.m. y profundidad aproximada de 10m, la línea submarina de Efluentes Aceitosos será de 550m y de Efluentes Químicos de 450 m a partir de línea de alta marea, ver plano 1001CH1 (Planta de Vertimiento Modelo) y 1002CH1 (Recorrido De Tuberías)

Se adopta la trayectoria modelo para el proceso de cálculo de las pérdidas de fricción que permiten determinar la altura dinámica total del sistema.

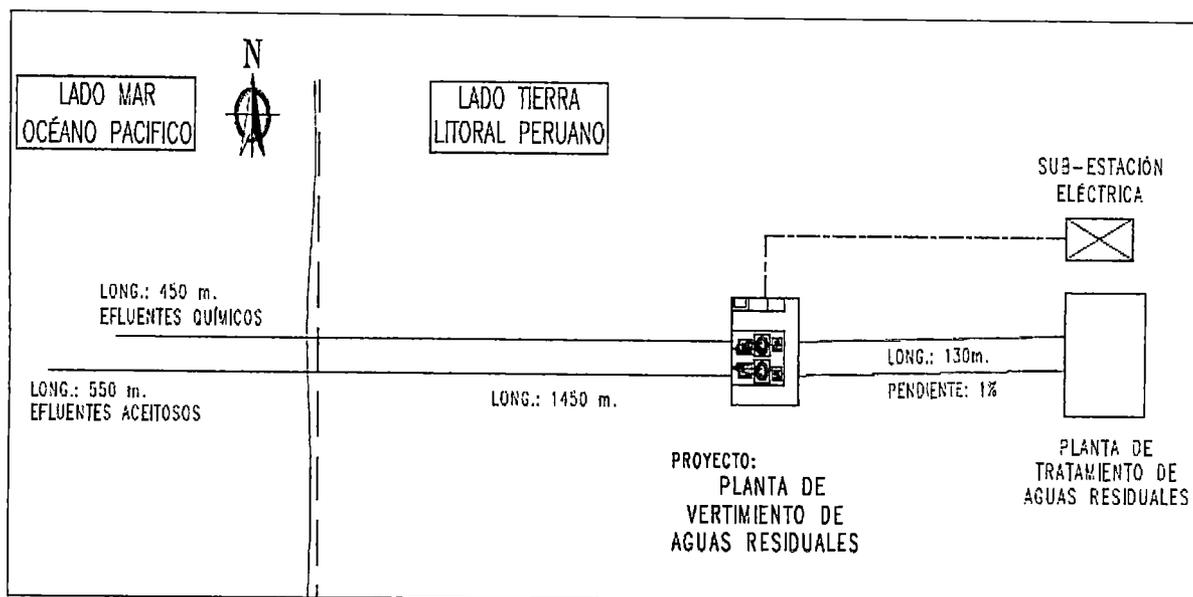


Figura 3.1 Esquema del Sistema de la Planta de Vertimiento

Consideramos los caudales de la Planta de Tratamiento de Aguas de acuerdo a la siguiente Tabla:

Tabla 3.1 Caudales de Producción de Aguas Tratadas

Efluente Líquidos	Caudal Mínimo		Más frecuente (Promedio)		Caudal Máximo	
	(m ³ /h)	(L/s)	(m ³ /h)	(L/s)	(m ³ /h)	(L/s)
Aceitoso	75	20,83	184	51,11	280	77,78
Químico	54.5	15,14	60	16,67	120	33,33

3.1.1 Cálculo de Diámetros aproximados de las Tuberías

Existen diversos métodos, desde el punto de vista de la Mecánica de los Fluidos, para el cálculo teórico del diámetro de una tubería según el fluido que transporta.

En un caso real se introduce una condición adicional: la Velocidad Media del fluido en la tubería, no basta que los valores de la rugosidad relativa y el número de Reynolds sean compatibles con el coeficiente de Darcy.

Requerimos que la velocidad esté comprendida entre ciertos valores, máximos y mínimos, que garantizarán un comportamiento hidráulico mejor; posteriormente se evalúan problema de costo y de diámetro más económico.

La Velocidad Media para el diseño económico de Tuberías tiene valores estándar especificados en las Normas Internacionales de diversas Refinerías, podemos encontrar tablas con valores recomendados de acuerdo al flujo que transportan. (Ver Anexo 1)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Q : Caudal (m³/s)

D : Diámetro Interno aproximado de Tubería (m)

V : Velocidad media recomendada (m/s)

En Líneas de tuberías de desagüe: 1.2 - 2.1 m/s

Conociendo los caudales máximos, obtenemos el diámetro interior aproximado de nuestras tuberías.

Tabla 3.2 Caudales de Diámetros Internos de Tuberías

Efluente Líquidos	Caudal Máximo		Velocidad media (m/s)	Diámetro Interno Ø _I	
	(m ³ /h)	(L/s)		(m)	(in)
Aceitoso	280	77,78	1.80	0,234	9,23"
Químico	120	33,33	1.65	0,160	6,31"

3.1.2 Cálculo del Sistema de Tuberías HDPE para Efluentes Aceitosos

Evaluamos las pérdidas de carga y las alturas dinámicas totales de los efluentes en la tubería, para los caudales; máximo, más frecuente y mínimo.

Para el cálculo de las alturas dinámicas totales existe como referencia la altura estática de 6.5 m sobre el nivel del mar.

Planteamos la Ecuación de Energía para calcular la Altura del Sistema:

$$H_B = \left(\frac{P_C - P_D}{\gamma} \right) + (Z_C - Z_D) + \left(\frac{V_C^2 - V_D^2}{2 \cdot g} \right) + \Delta h_{D-C}$$

Donde:

$$P_C = P_D = P_{ATM}$$

$$Z_C - Z_D = - 6.5 \text{ m}$$

Las velocidades en la superficie de carga y descarga son despreciables,

$$V_C = 0 \text{ y } V_D = 0$$

Por lo tanto:

$$H_B = (Z_C - Z_D) + \Delta h_{D-c}$$

Donde:

$$\Delta h_{D-c} = \sum \text{Perdidas Continuas} + \sum \text{Perdidas Locales}$$

$$\Delta h_{D-c} = \left(\sum_1^n f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \right) + \left(\sum_1^m \lambda \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \right)$$

a) Cálculo de Pérdidas Continuas ó Perdidas Primarias

Se deben a la fricción y se calculan por medio de diferentes métodos como Darcy-Weisbach o Hazen-William, calcularemos las pérdidas empleando ambos métodos.

a.1) Método de Darcy-Weisbach.

Las Pérdidas Continuas se calculan empleando la siguiente fórmula:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

En donde:

- h_f : pérdida de carga o de energía (m)
- f: coeficiente de fricción (adimensional)
- L: longitud de la tubería (m)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- v: velocidad media (m/s)

- g: aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

El coeficiente de fricción “f” es función del número de Reynolds (Re) y del

Coefficiente de Rugosidad o rugosidad relativa de las paredes de la tubería (ϵ_r):

$$Re = \frac{D \cdot V \cdot \rho}{\mu} \qquad \epsilon_r = \frac{e}{D}$$

En donde:

- ρ : densidad del agua (kg/m³). Consultar Anexo 4
- μ : viscosidad del agua (N·s/m²). Consultar Anexo 4
- e: rugosidad absoluta de la tubería (m) Consultar Anexo 5

Para el cálculo de "f" existen múltiples ecuaciones, a continuación se exponen las más importantes para el cálculo de tuberías:

- Ecuación de Colebrook

$$f^{-0.5} = -2 \cdot \text{Log} \left[\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} + \frac{\epsilon}{3.71} \right]$$

- Ecuación de P.K. Swamee y A.K. Jain

$$f = \frac{0.25}{\left[\text{Log} \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} + \frac{\epsilon}{3.71} \right) \right]^2}$$

Para nuestro cálculo consideramos:

- Diámetro interno, $D = 238.8\text{mm}$ Consultar Anexo 2. Tuberías HDPE

Tabla 3.3 Características Técnicas De La Tubería HDPE

Diámetro Exterior Nominal		Espesor	D_{INT}	
(mm)	(in)	(mm)	(mm)	kg/m
250	10	18,4	213,2	13,68
280	11	20,6	238,8	17,08
315	12	23,2	268,6	21,73

- Longitud de la Tubería, $L = 2000\text{ m}$
- Viscosidad del agua, $\mu = 1.31 \times 10^{-6}\text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ Consultar Anexo 4
- Rugosidad Absoluta, $e = 1.5 \times 10^{-3}\text{ mm}$ Consultar Anexo 5

Obtendremos los valores siguientes:

Tabla 3.4 Perdidas Continuas según el Método de Darcy-Weisbach

Efluente	Caudal (Q)		Re	ε_r	f	h_f
	(m^3/h)	(L/s)				
Máximo	280	77,78	317532,5	6,28E-06	0,014299	18,426
Más frecuente	184	51,11	208664,20	6,28E-06	0,015464	8,605
Mínimo	75	20,83	85053,34	6,28E-06	0,018518	1,712

a.2) El método de Hazen-William

Es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el Coeficiente de Rugosidad "C" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Se usa ampliamente en tuberías de Abastecimiento de agua, para tuberías de diámetro mayor a 2" y velocidades que no excedan de 3m/s. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales:

$$h_f = 10.674 \cdot \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.871}} \cdot L \right]$$

En donde:

- h_f : pérdida de carga o de energía (m)
- Q : caudal (m³/s)
- C : Coeficiente de Rugosidad (adimensional) Consultar Anexo 6
- D : diámetro interno de la tubería (mm)
- L : longitud de la tubería (m)

Para nuestro cálculo consideramos:

- Diámetro interno, D= 268.6mm Consultar Anexo 2. Tuberías HDPE
- Longitud de la Tubería, L=1700 m
- Coeficiente de Rugosidad, C = 150 Consultar Anexo 6

Obtendremos los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3.5 Pérdidas Continuas según el Método de Hazen-William

Efluente	Caudal (Q)		C	h_f (m)
	(m ³ /h)	(L/s)		
Aceitoso				
Máximo	120	33,33	150	18,823
Más frecuente	60	16,67	150	8,650
Mínimo	54.5	15,14	150	1,641

Observamos que los resultados obtenidos mediante los métodos aplicados son aproximados, se concluye que el porcentaje de variación entre el uso de los métodos de Hazen-William y Darcy - Weisbac, está entre 1% - 3%.

b) Cálculo de Pérdidas Locales ó Perdidas Secundarias

Se originan en puntos singulares del recorrido de las tuberías, como: Válvulas, Cambios de dirección, Codos, Tee, Reducción, Juntas, etc. y se deben a fenómenos de turbulencia.

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico (K):

$$h_{loc} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- K: coeficiente empírico (adimensional) Consultar Anexo 7 y 8
- v: velocidad media del flujo (m/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s²)

Otro método de cálculo es mediante el uso de las Longitudes Equivalentes (Leq) las cuales dependen del diámetro interno de las válvulas, accesorios, etc. dentro de un sistema de tuberías. (Consultar Anexo 7).

Las pérdidas se obtienen aplicando las Longitudes Equivalentes (Leq) en los métodos de método de Hazen-William o el método de Darcy-Weisbac.

Para nuestro sistema se consideran las siguientes Válvulas y accesorios:

$$L_{Total} = (L/D) * D_{Int} * Cant.$$

En donde:

- (L/D): Longitud equivalente (m/m)
- D_{int} : Diámetro interno de la tubería
- Cant.: Cantidad de accesorios

Tabla 3.6 Cálculo de la Longitud Total por accesorio (L_{Total})

FITTING	Long. Equivalente	D_{int}	Cant.	L_{total}
	L/D	(mm)		(m)
Codo de 90°	0,030	238,8	4	28,66
Válvula de Compuerta Convencional (Abierta Completamente)	0,015	238,8	1	3,58
Válvula Check Convencional (Abierta Completamente)	0,100	238,8	1	23,88
Boca Borda	0,030	238,8	2	14,33

La Longitud Equivalente total es: $L_{Eq.Total} = 70,446 \text{ m}$

Calculamos las Pérdidas Locales, empleando las ecuaciones de:

- Método de Hazen-William

$$h_f = 10.674 \cdot \left[\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot (L_{Eq. Total}) \right]$$

- Método de Darcy-Weisbach

$$h_f = f \cdot \frac{(L_{Eq. Total})}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Obtendremos los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3.7 Cálculo de Pérdidas Locales (h_{Loc})

Efluente	Caudal (Q)		h_{Loc} Hazen	h_{Loc} Darcy
	(m ³ /h)	(L/s)		
Máximo	280	77,78	0,6630	0,6490
Más frecuente	184	51,11	0,3047	0,3031
Mínimo	75	20,83	0,0578	0,0603

c) Cálculo de la Pérdida Total del Sistema y de la Altura del Sistema (H_B)

Conociendo las Pérdidas Continuas y Locales del sistema, procedemos al cálculo del Δh_{D-c} y H_B , aplicando la siguiente fórmula:

$$\Delta h_{D-c} = \sum \text{Perdidas Continuas} + \sum \text{Perdidas Locales}$$

$$\Delta h_{D-c} = \left(\sum_1^n f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \right) + \left(\sum_1^m \lambda \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$H_B = (Z_S - Z_I) + \Delta h_{D-c}$$

La altura geodésica entre los niveles de carga y descarga es:

$$Z_S - Z_I = - 6.5 \text{ m}$$

Para nuestro sistema obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 3.8 Pérdida Total del Sistema y Altura del Sistema

Efluente	Caudal (Q)		Hazen		Darcy	
	(m ³ /h)	(L/s)	ΔH_p (m)	H_B (m)	ΔH_p (m)	H_B (m)
Máximo	280	77,78	19,49	12,99	19,08	12,58
Más frecuente	184	51,11	8,95	2,45	8,91	2,41
Mínimo	75	20,83	1,70	-4,80	1,77	-4,73

Para efecto de cálculos asumiremos los mayores H_B , obtenidos mediante la Ecuación de Hazen-William.

d) Curva del Sistema de Tuberías HDPE para Efluentes Aceitosos

Empleando la Ecuación de Hazen-William, construimos la Ecuación de la Curva del Sistema.

$$H_B = 10,674 \cdot \left[\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot (L_{Tub} + L_{Eq. Total}) \right] + (Z_S - Z_I)$$

$$H_B = B \cdot Q^{1,852} + h_{Geodesica}$$

$$H_B = 0.0061357 \cdot Q^{1,852} - 6.5$$

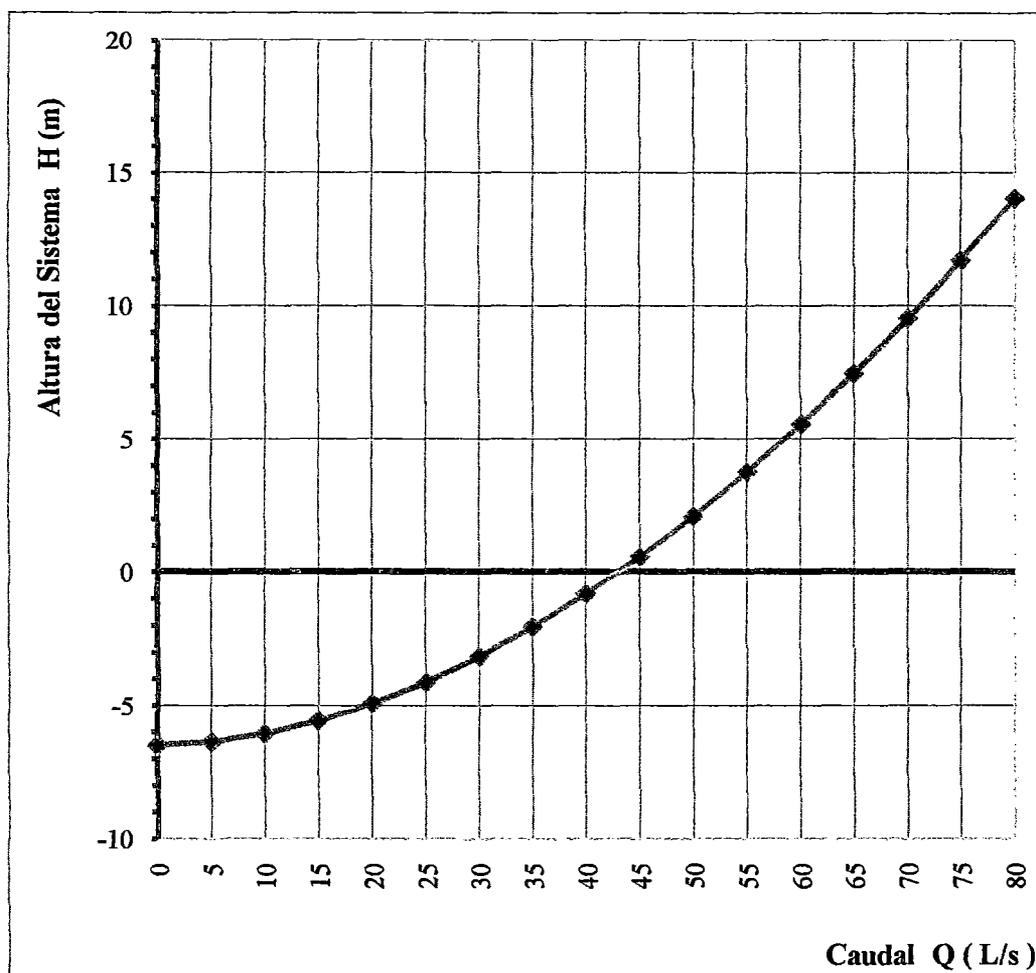


Figura 3.2 Curva del Sistema - Efluentes Aceitosos

e) **Comprobación del análisis de Pérdida Total del Sistema y de la Altura del Sistema mediante Software de Ingeniería.**

Empleando los datos del sistema utilizaremos el “Software FLYPS” v.3, cuyos cálculos son basados en la formula de Hazen-Williams

Figura 3.3 Análisis en FLYPS con Caudal Máximo de 77.7 L/s

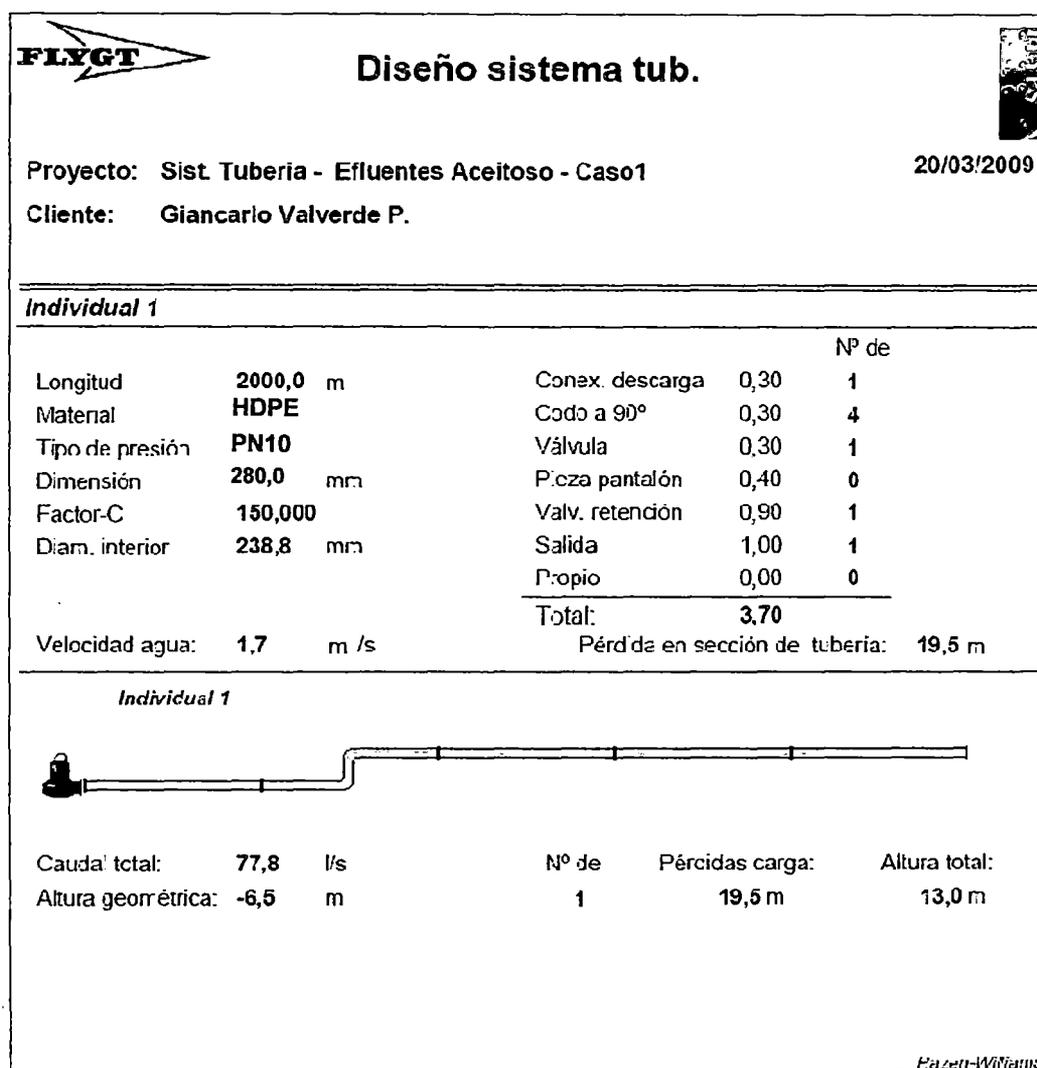
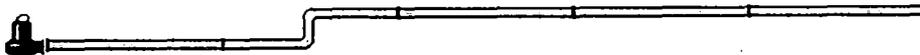


Figura 3.4 Análisis en FLYPS con Caudal Promedio de 51.11 L/s

Proyecto: Sist. Tubería - Efluentes Aceitoso - Caso2		20/03/2009			
Cliente: Giancarlo Valverde P.					
Individual 1					
Longitud	2000,0 m	Conex. descarga	0,30	Nº de	1
Material	HDPE	Codo a 90°	0,30		4
Tipo de presión	PN10	Válvula	0,30		1
Dimensión	280,8 mm	Pieza pantalón	0,40		0
Factor-C	150,000	Valv. retención	0,90		1
Diam. interior	238,8 mm	Salida	1,00		1
		Propio	0,00		0
		Total:	3,70		
Velocidad agua:	1,1 m /s	Pérdida en sección de tubería:		8,9 m	
Individual 1					
					
Caudal total:	51,1 l/s	Nº de	Pérdidas carga:	Altura total:	
Altura geométrica:	-6,5 m	1	8,9 m	2,4 m	
<i>Hazen-Williams</i>					

Figura 3.5 Análisis en FLYPS con Caudal Mínimo de 20.8 L/s

Proyecto: Sist. Tubería - Efluentes Aceitoso - Caso3		20/03/2009			
Cliente: Giancarlo Valverde P.					
Individual 1					
Longitud	2000,0 m	Conex. descarga	0,30	Nº de	1
Material	HDPE	Codo a 90°	0,30		4
Tipo de presión	PN10	Válvula	0,30		1
Dimensión	280,0 mm	Pieza pantalón	0,40		0
Factor-C	150,000	Valv. retención	0,90		1
Diam. interior	238,8 mm	Salida	1,00		1
		Propio	0,00		0
		Total:	3,70		
Velocidad agua:	0,5 m /s	Pérdida en sección de tubería:		1,7 m	
Individual 1					
					
Caudal total:	20,8 l/s	Nº de	Pérdidas carga:	Altura total:	
Altura geométrica:	-6,5 m	1	1,7 m	-4,8 m	
<i>Hazen-Williams</i>					

3.1.3 Cálculo del Sistema de Tuberías HDPE para Efluentes Químicos

Evaluamos las pérdidas de carga y las alturas dinámicas totales de los efluentes en la tubería, para los caudales; máximo, más frecuente y mínimo.

Para el cálculo de las aturas dinámicas totales existe como referencia la altura estática de 6.4 m sobre el nivel del mar.

Se procederá de acuerdo a las ecuaciones utilizadas en el cálculo de Tuberías HDPE para Líquidos Aceitosos.

a) Cálculo de Pérdidas Continuas ó Pérdidas Primarias

a.1) Método de Darcy-Weisbach

Siguiendo el procedimiento indicado en el acápite 3.1.1 a):

Para nuestro cálculo consideramos:

- Diámetro interno, $D = 170,6$ mm Consultar Anexo 2. Tuberías HDPE

Tabla 3.9 Características Técnicas De La Tubería HDPE

Diámetro Exterior Nominal		Espesor	D_{INT}	
(mm)	(in)	(mm)	(mm)	kg/m
180	7	13,3	153,4	7,09
200	8	14,7	170,6	8,741
225	9	16,6	191,8	11,06
250	10	18,4	213,2	13,68

- Longitud de la Tubería, $L = 1900$ m

- Viscosidad del agua, $\mu = 1.31 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ Consultar Anexo 4
- Rugosidad Absoluta, $e = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$ Consultar Anexo 5

Obtendremos los valores siguientes:

Tabla 3.10 Perdidas Continuas según el Método de Darcy-Weisbach

Efluente Químicos	Caudal (Q)		Re	ε_r	f	h_f (m)
	(m ³ /h)	(L/s)				
Máximo	120	33,33	190487,58	8,79E-06	0,01576	19,042
Más frecuente	60	16,67	95243,79	8,79E-06	0,01810	5,467
Mínimo	54.5	15,14	86513,11	8,79E-06	0,01847	4,602

a.2) Método de Hazen-William

Según la ecuación:

$$h_f = 10.674 \cdot \left[\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot L \right]$$

Para nuestro cálculo consideramos:

- Diámetro interno, $D = 170.6 \text{ mm}$ Consultar Anexo 2. Tuberías HDPE
- Longitud de la Tubería, $L = 1900$
- Coeficiente de Rugosidad, $C = 150$ Consultar Anexo 6

Obtendremos los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3.11 Perdidas Continuas según el Método de Hazen-William

Efluente Quimicos	Caudal (Q)		C	h _f (m)
	(m ³ /h)	(L/s)		
Máximo	120	33,33	150	19,158
Más frecuente	60	16,67	150	5,307
Mínimo	54,5	15,14	150	4,441

Observamos que los resultados son similares por lo que se concluye que el porcentaje de variación entre el uso del método de Hazen-William y el método de Darcy - Weisbac, está entre 1% - 3%.

b) Cálculo de Pérdidas Locales ó Perdidas Secundarias

Siguiendo el procedimiento indicado en el acápite 3.1.1 b):

Para nuestro sistema se consideran las siguientes Válvulas y accesorios:

$$L_{\text{Total}} = (L/D) * D_{\text{Int}} * \text{Cant.}$$

En donde:

- (L/D): Longitud equivalente (m/m)
- D_{int} : Diámetro interno de la tubería
- Cant.: Cantidad de accesorios

Tabla 3.12 Cálculo de la Longitud Total por accesorio (L_{Total})

FITTING	Long. Equivalente	D_{int}	Cant.	L_{total} (m)
	L/D	(mm)		
Codo de 90°	0,03	170,6	4	20,472
Válvula de Compuerta Convencional (Abierta Completamente)	0,015	170,6	1	2,559
Válvula Check Convencional (Abierta Completamente)	0,1	170,6	1	17,06
Boca Borda	0,03	170,6	2	10,236

La Longitud Equivalente Total es: $L_{Eq.Total} = 50,327 \text{ m}$

Calculamos las Perdidas Locales, empleando las ecuaciones del Método de Hazen-William y Método de Darcy-Weisbach.

Obtendremos los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3.13 Cálculo de Pérdidas Locales (h_{Loc})

Efluente Químico	Caudal (Q)		h_{Loc}	h_{Loc}
	(m^3/h)	(L/s)	Hazen	Darcy
Máximo	120	33,33	0,507	0,504
Más frecuente	60	16,67	0,141	0,145
Mínimo	54,5	15,14	0,118	0,122

c) Cálculo de la Pérdida Total del Sistema y de la Altura del Sistema (H_B)

Conociendo las Pérdidas Continuas y Locales del Sistema, procedemos al cálculo del Δh_{D-C} y H_B , aplicando la siguiente fórmula:

$$\Delta h_{D-C} = \sum \text{Perdidas Continuas} + \sum \text{Perdidas Locales}$$

$$\Delta h_{D-C} = \left(\sum_1^n f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \right) + \left(\sum_1^m \lambda \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$H_B = (Z_S - Z_I) + \Delta h_{D-C}$$

La altura geodésica entre los niveles de carga y descarga es:

$$Z_S - Z_I = -6.5 \text{ m}$$

Para nuestro Sistema obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 3.14 Pérdida Total del Sistema y Altura del Sistema

Efluentes Químicos	Caudal (Q)		Hazen		Darcy	
	(m ³ /h)	(L/s)	ΔH_p (m)	H_B (m)	ΔH_p (m)	H_B (m)
Máximo	120	33,33	19,666	13,166	19,546	13,046
Más frecuente	60	16,67	5,448	-1,052	5,612	-0,888
Mínimo	54,5	15,14	4,559	-1,941	4,724	-1,776

Para efecto de cálculos asumiremos los mayores H_B , obtenidos mediante la Ecuación de Hazen-William.

d) Curva del Sistema de Tuberías HDPE para Efluentes Químicos

Empleando la Ecuación de Hazen-William, construimos la Ecuación de la curva del Sistema

$$H_B = 10,674 \cdot \left[\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot (L_{Tub} + L_{Eq. Total}) \right] + (Z_S - Z_I)$$

$$H_B = B \cdot Q^{1,852} + h_{Geodesica}$$

$$H_B = 0.02974 \cdot Q^{1,852} - 6.5$$

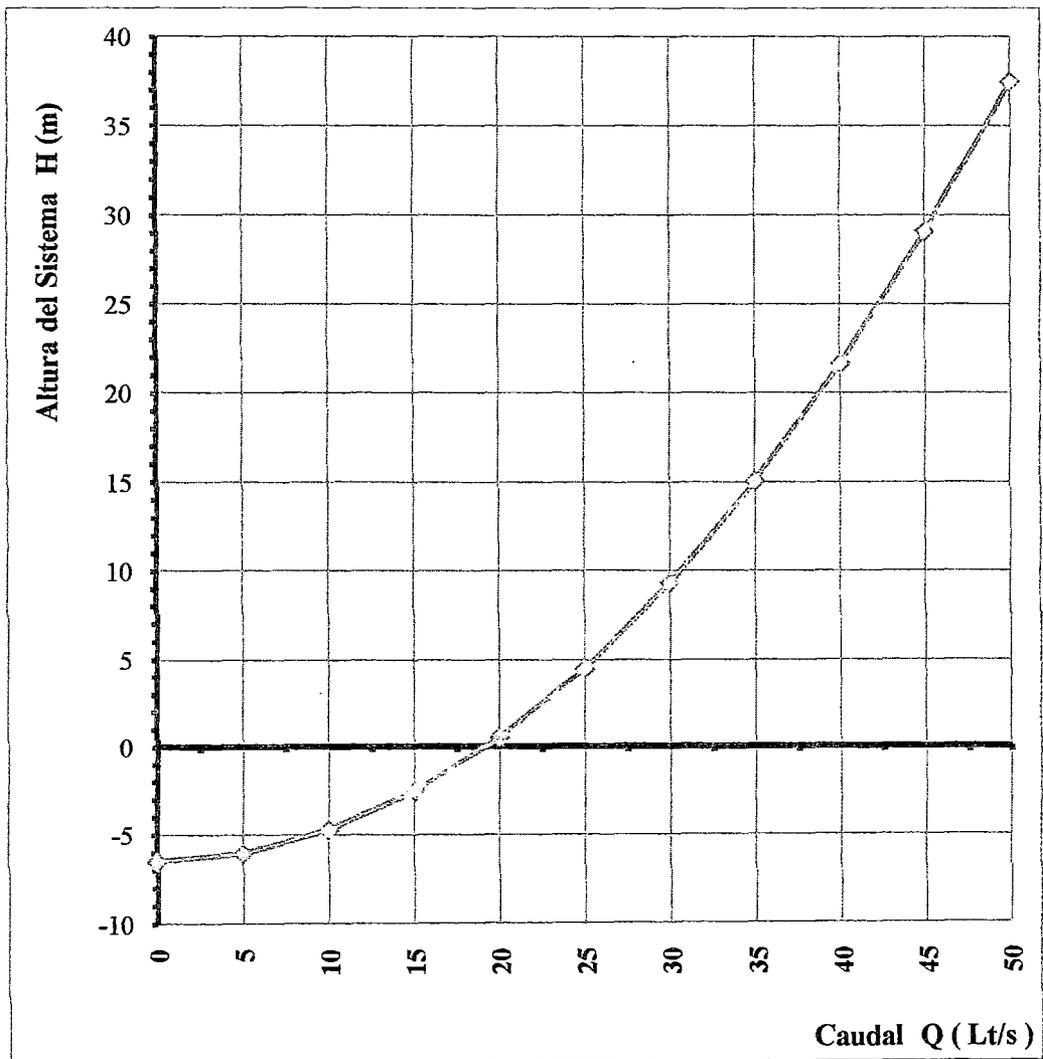


Figura 3.6 Curva del Sistema - Efluentes Químicos

e) **Comprobación del análisis de Pérdida Total del Sistema y de la Altura del Sistema mediante Software de Ingeniería.**

Empleando los datos del sistema utilizaremos el “Software FLYPS” v.3, cuyos cálculos son basados en la fórmula de Hazen-Williams

Figura 3.7 Análisis en FLYPS con Caudal Máximo de 33.33 L/s

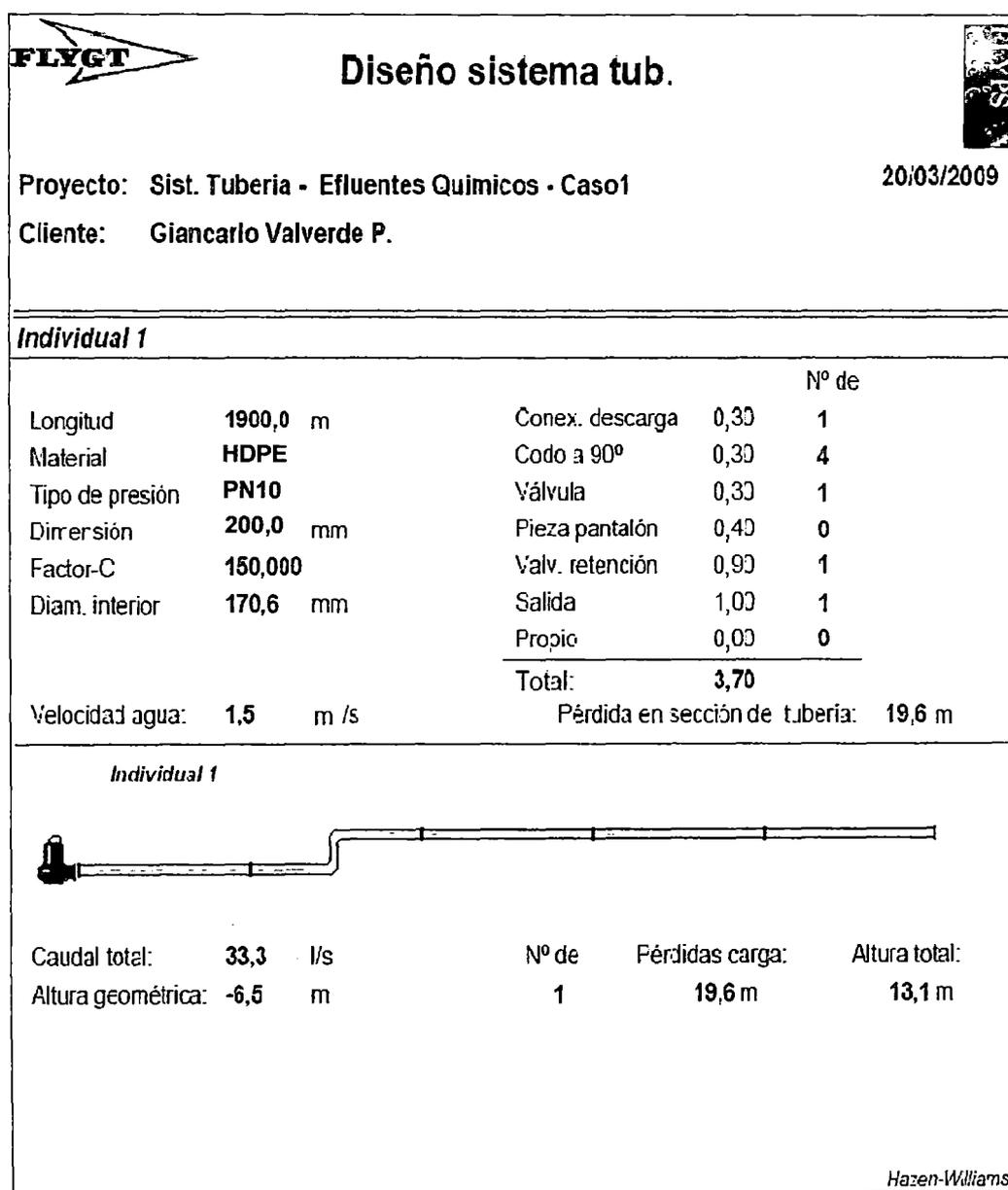


Figura 3.8 Análisis en FLYPS con Caudal Promedio de 16.6 L/s

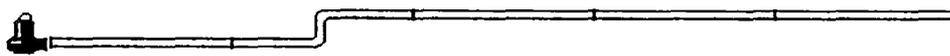
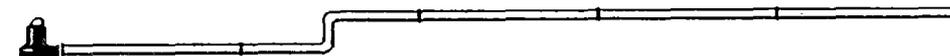
Proyecto: Sist. Tubería - Efluentes Químicos - Caso2		20/03/2009			
Cliente: Giancarlo Valverde P.					
Individual 1					
Longitud	1900.0 m	Conex. descarga	0,30	Nº de	1
Material	HDPE	Codo a 90°	0,30		4
Tipo de presión	PN10	Válvula	0,30		1
Dimensión	200,0 mm	Pieza pantalón	0,40		0
Factor-C	150,000	Valv. retención	0,90		1
Diam. interior	170,6 mm	Salida	1,00		1
		Propio	0,00		0
		Total:	3,70		
Velocidad agua:	0,7 m /s	Pérdida en sección de tubería:		5,4 m	
Individual 1					
					
Caudal total:	16,6 l/s	Nº de	Pérdidas carga:	Altura total:	
Altura geométrica:	-6,5 m	1	5,4 m	-1,1 m	
<i>Hazen-Williams</i>					

Figura 3.9 Análisis en FLYPS con Caudal Mínimo de 15.12 L/s

Proyecto: Sist. Tubería - Efluentes Químicos - Caso2		20/03/2009			
Cliente: Giancarlo Valverde P.					
Individual 1					
Longitud	1900.0 m	Conex. descarga	0,30	Nº de	1
Material	HDPE	Codo a 90°	0,30		4
Tipo de presión	PN10	Válvula	0,30		1
Dimensión	200,0 mm	Pieza pantalón	0,40		0
Factor-C	150,000	Valv. retención	0,90		1
Diam. interior	170,6 mm	Salida	1,00		1
		Propio	0,00		0
		Total:	3,70		
Velocidad agua:	0,7 m /s	Pérdida en sección de tubería:		4,5 m	
Individual 1					
					
Caudal total:	15,1 l/s	Nº de	Pérdidas carga:	Altura total:	
Altura geométrica:	-6,5 m	1	0,0 m	-6,5 m	
<i>Hazen-Williams</i>					

3.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS POR GRAVEDAD, SEGÚN LA FÓRMULA DE HAZEN-WILLIAMS

La ubicación entre las Estaciones de Bombeo y la Planta de Tratamiento de Aguas es aproximadamente 130 metros lineales, este tramo de alimentación será por gravedad para lo cual se considera 1% de pendiente, además conocemos:

Tabla 3.15 Caudales de Producción de Aguas Tratadas

Efluente Líquidos	Caudal Mínimo		Más frecuente (Promedio)		Caudal Máximo	
	(m ³ /h)	(L/s)	(m ³ /h)	(L/s)	(m ³ /h)	(L/s)
Aceitoso	75	20,83	184	51,11	280	77,78
Químico	54.5	15,14	60	16,67	120	33,33

3.2.1 Tuberías por Gravedad para Efluentes Aceitosos

Según las Normas Internacionales de Refinerías - Redes de Drenaje, las tuberías por gravedad, parcialmente llenas se diseñarán usando la siguiente fórmula de HAZEN-WILLIAMS:

$$Q = A * V \quad V = 0,85 * C * R^{0,63} * I^{0,54}$$

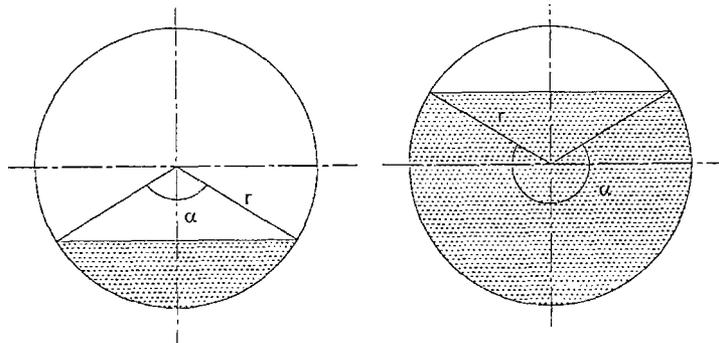


Figura 3.10 Sección mojada de tubería

Donde:

- Q = Caudal de diseño [m³/s]
- A = Sección mojada de tubería [m²]
- C = Coeficiente de rugosidad del material de la tubería (HDPE)
 $C = 150 \text{ m}^{0,37}/\text{s}$ (Consultar Anexo 4)
- R = Radio hidráulico de la tubería, $R = A/P$
- A = Área de la sección mojada y P = perímetro mojado [m]
- $R = r \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha) / 2\alpha$ (α en radianes)
- I = Pendiente de la tubería (m/m)
- V = Velocidad del Flujo [m/s]

Se deberá tener en cuenta las siguientes condiciones:

1. La tubería de drenaje se dimensionará para ocupar el 75% de la altura interna de la tubería o el 90% si se considera el agua contra incendios con la descarga de proceso. El sistema de drenaje doméstico se diseñará para el 50 % de la altura interna de la tubería.
2. La pendiente de las tuberías será entre el 2.0% y el 0.2%. En el sistema de drenaje sanitario/doméstico, la pendiente de las tuberías será del 1.0 % como mínimo.
3. La velocidad del fluido, basado en el caudal de diseño, será de 2.0 m/s como máximo y 0.5 m/s como mínimo. Para el sistema de drenaje sanitario/doméstico, la velocidad mínima será de 1.0 m/s.

Datos del sistema diseñado:

Diámetro de Tubería HDPE de Descarga mediante Bombas = 280 mm.

Diámetro de Tubería HDPE de carga por gravedad = 315 mm.

Desnivel entre punto de carga y llegada a Estación de bombeo = 1,00 m

Recorrido de Línea de Carga de Efluentes Aceitosos = 130,00 m

Drenaje de Efluentes Aceitosos:

$D_{INT} = 0,268 \text{ m}$

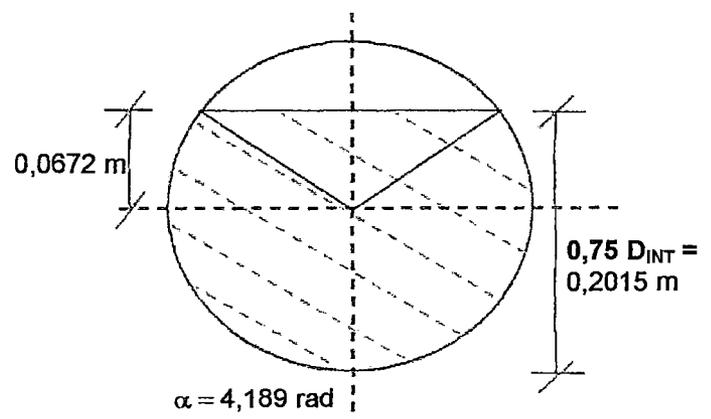
$r = 0,1343 \text{ m}$

$I = 0,007692$

A sección mojada = 0,0456

Perímetro mojado = 0,5626

$R = 0,0810$



$V = 1,8899 \text{ m/s}$ (Cumple con la condición 3)

Calculamos el máximo caudal admisible de la línea seleccionada:

$$Q = 0,0862 \text{ m}^3/\text{s} = 310,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal obtenido indica que la Tubería de HDPE Ø315 mm soportara el máximo caudal estimado ($Q_{MAX} = 280 \text{ m}^3/\text{h}$), por tanto este sistema tiene un factor de seguridad de 1.7 respecto al caudal más frecuente ($Q_{MF} = 184 \text{ m}^3/\text{h}$).

3.2.2 Tuberías por Gravedad para Efluentes Químicos

Datos del sistema diseñado:

Diámetro de Tubería HDPE de Descarga mediante Bombas = 200 mm.

Diámetro de Tubería HDPE de carga por gravedad = 250 mm.

Desnivel entre punto de carga y llegada a Estación de bombeo = 1,00 m

Recorrido de Línea de Carga de Efluentes Químicos = 130,00 m

Drenaje de Efluentes Químicos:

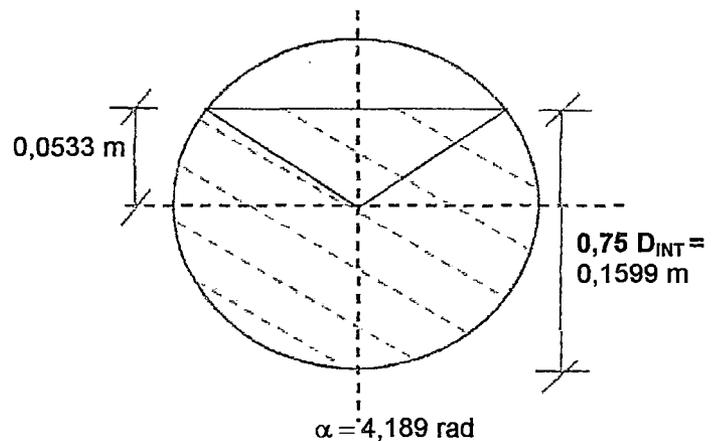
$D_{INT} = 0,213 \text{ m} - r = 0,1066 \text{ m}$

$I = 0,011628$

A sección mojada = 0,0287

Perímetro mojado = 0,4465

$R = 0,0643$



$V = 1,6339 \text{ m/s}$ (Cumple con la condición 3)

Calculamos el máximo caudal admisible de la línea seleccionada:

$$Q = 0,0469 \text{ m}^3/\text{s} = 168,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal obtenido indica que la Tubería de HDPE $\varnothing 250 \text{ mm}$, podrá soportar el máximo caudal estimado ($Q_{MAX} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$), por tanto se tiene un factor de seguridad de 2.5 respecto al caudal más frecuente ($Q_{MF} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$).

3.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

3.3.1 Selección de Bombas para Efluentes Aceitosos

Las Bombas aportan Energía Mecánica al Sistema y son accionadas mediante un motor eléctrico o de combustión según sea el caso, la presencia de una Bomba significa una elevación de la línea de energía.

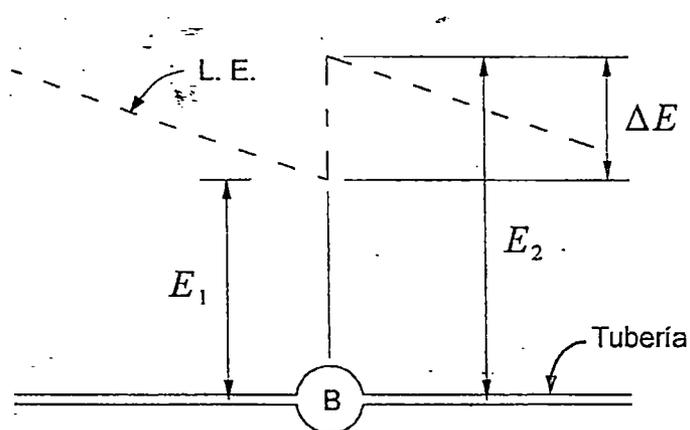


Figura 3.11 Presencia de una Bomba

El aumento ΔE en la energía de corriente depende del gasto, del peso específico de fluido y de la potencia. E_1 es la energía inmediatamente antes de la bomba y E_2 es la energía inmediatamente después.

ΔE es la energía que debe suministrar la bomba por lo que $\Delta E = H_B$.

$$\Delta E = \frac{P_B}{\gamma \cdot Q} = H_B$$

La variación de energía total en un punto cualquiera por encima de un plano horizontal arbitrario, fijado como referencia, es igual a la suma de variaciones

de la altura geométrica (Energía Potencial), la altura debida a la presión (Energía de Presión), la altura debida a la velocidad (Energía Cinética) y considerando las perdidas del sistema.

Por lo tanto, la **Potencia Teórica de la Bomba** será:

$$P_B = \gamma \cdot Q \cdot H_B \quad (\text{Watts})$$

Otras formulas son:

$$P_E = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_B}{102} \quad (\text{kW})$$

$$P_E = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_B}{76} \quad (\text{HP})$$

Donde:

- Gravedad especifica: $\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$
- Caudal: $Q = 0,07777 \text{ m}^3/\text{s}$
- Altura del Sistema: $H_B = 12,896 \text{ m}$
- Densidad de fluido: ρ

$$P_B = 9800 \times 0,07777 \times 12,896 \text{ W}$$

$$P_B = 9,89 \text{ Kw} = 17,96 \text{ Hp}$$

Potencia Eléctrica o Potencia al Eje o Potencia Real

$$P_E = \frac{P_B}{\eta_B}$$

$$P_E = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_B}{\eta_B}$$

Donde:

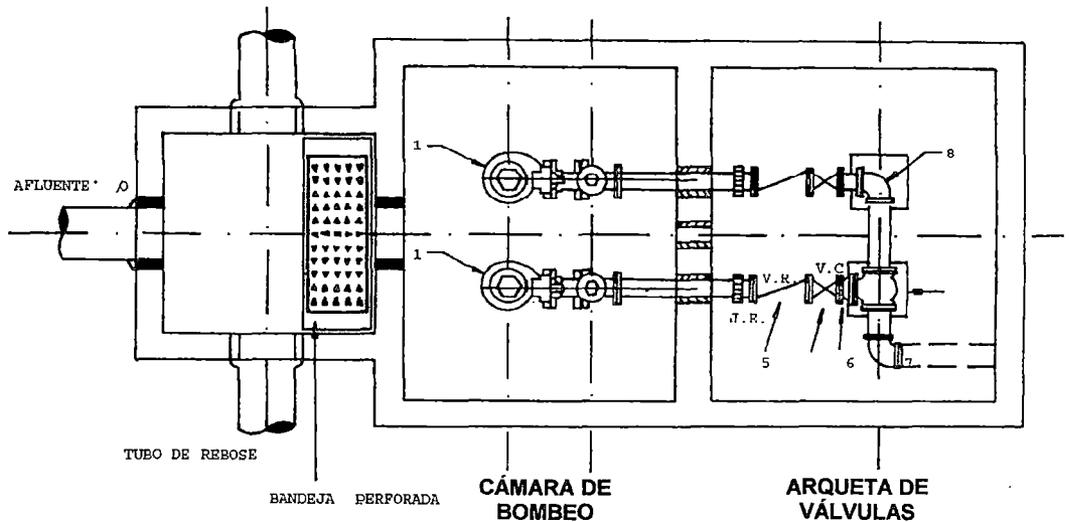
- Eficiencia de la Bomba, $\eta_B = 60\% - 80\%$

$$P_E = \frac{9800 \times 0,07777 \times 12,986}{75\%}$$

$$P_E = 13,20 \text{ Kw} = 17,72 \text{ Hp}$$

Nuestro diseño considera por Recomendaciones Técnicas, producto de experiencias de firmas especialistas en el rubro, el uso de dos bombas como se aprecia en la figura 3.12.

La finalidad de esto es que los equipos trabajen intercaladamente evitando la sobrecarga que puede tener un solo equipo funcionando, en tema de mantenimiento de equipos no necesitamos tener una parada de planta programada ya que se contaría con una bomba de reserva, en caso de sobre caudales en el sistema producto de la producción en la Planta de Tratamiento de Aguas el sistema puede bombear en paralelo alcanzando mayores caudales en consecuencia un menor tiempo de descarga.



- 1 BOMBA SUMERGIBLE TIPO TSURUMI
- 2 CONEXION DE DESCARGA
- 3 TUBO DE ENTRADA / O
- 4 DUCTO DE VENTILACION / O
- 5 VALVULA DE RETENCION
- 6 LLAVE DE COMPUERTA
- 7 CONO REDUCTOR
- 8 CODO / O
- 9 TEE / O
- 10 BLOQUE PARA ANCLAJE DE BOMBA
- 11 REBOSE / O
- 12 TAPA DE ACCESO
- 13 JUNTA ELASTICA

NOTA:

LAS TUBERIAS AFLUENTE, REBOSE E IMPULSION
 PUEDEN SER UBICADAS INDISTINTAMENTE
 DE ACUERDO AL PROYECTO

Figura 3.12 Esquema Modelo de una Poza para Aguas Negras

De acuerdo a las altura dinámica total calculada, a su caudal correspondientes y a la referencia de la Potencia Real, de Catálogos Técnicos de bombas podemos seleccionar diversos tipos de bombas que cumplan con nuestro requerimiento, para nuestro caso seleccionamos la Bomba Sumergible modelo NP3153.181 MT, con potencia de 14.9kw, observamos en el grafico adjunto las características de funcionamiento de la bomba seleccionada.

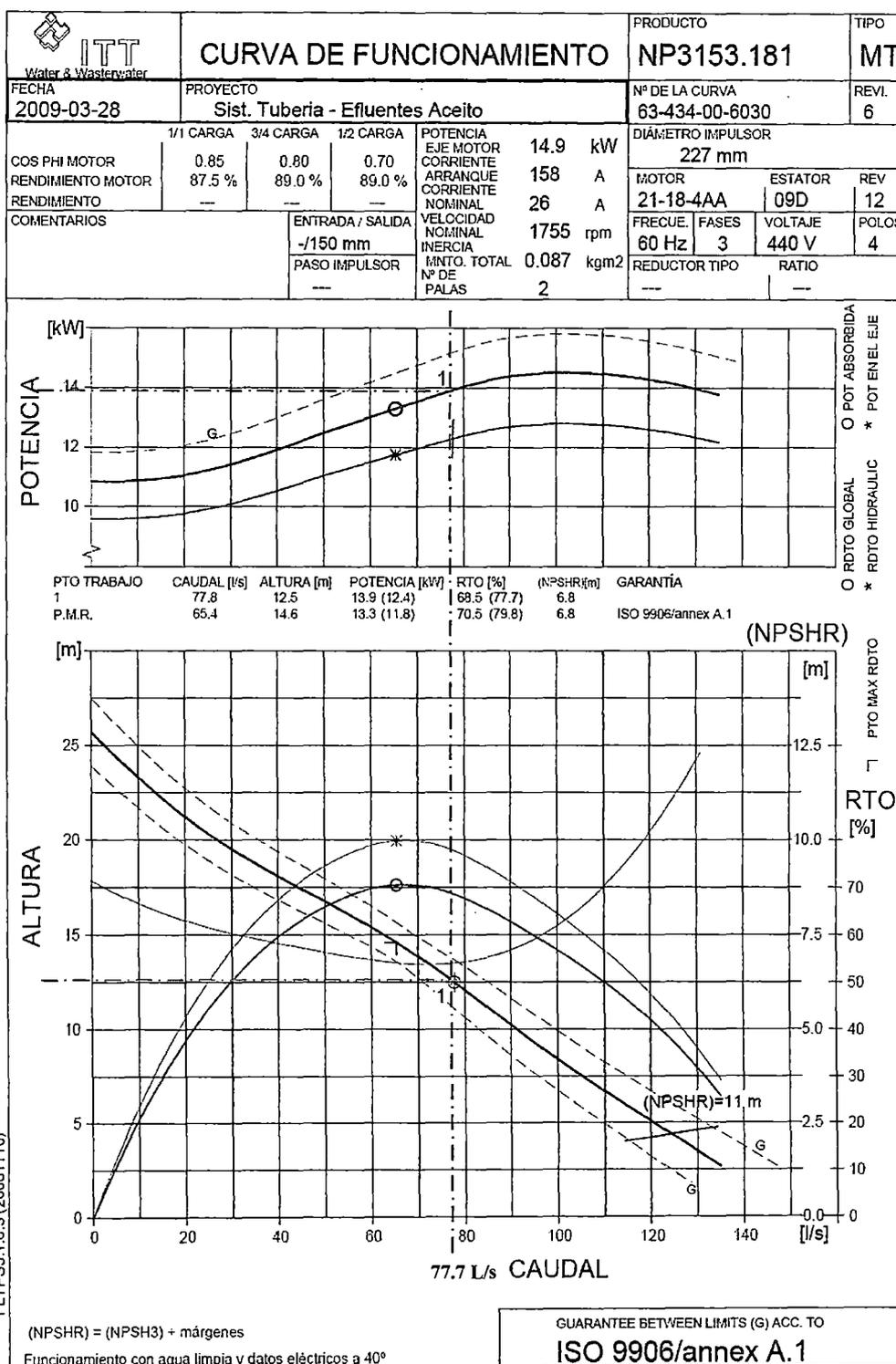


Figura 3.13 Curva de Funcionamiento de Bomba Sumergible NP3153.181MT

La bomba seleccionada tendrá las siguientes dimensiones:

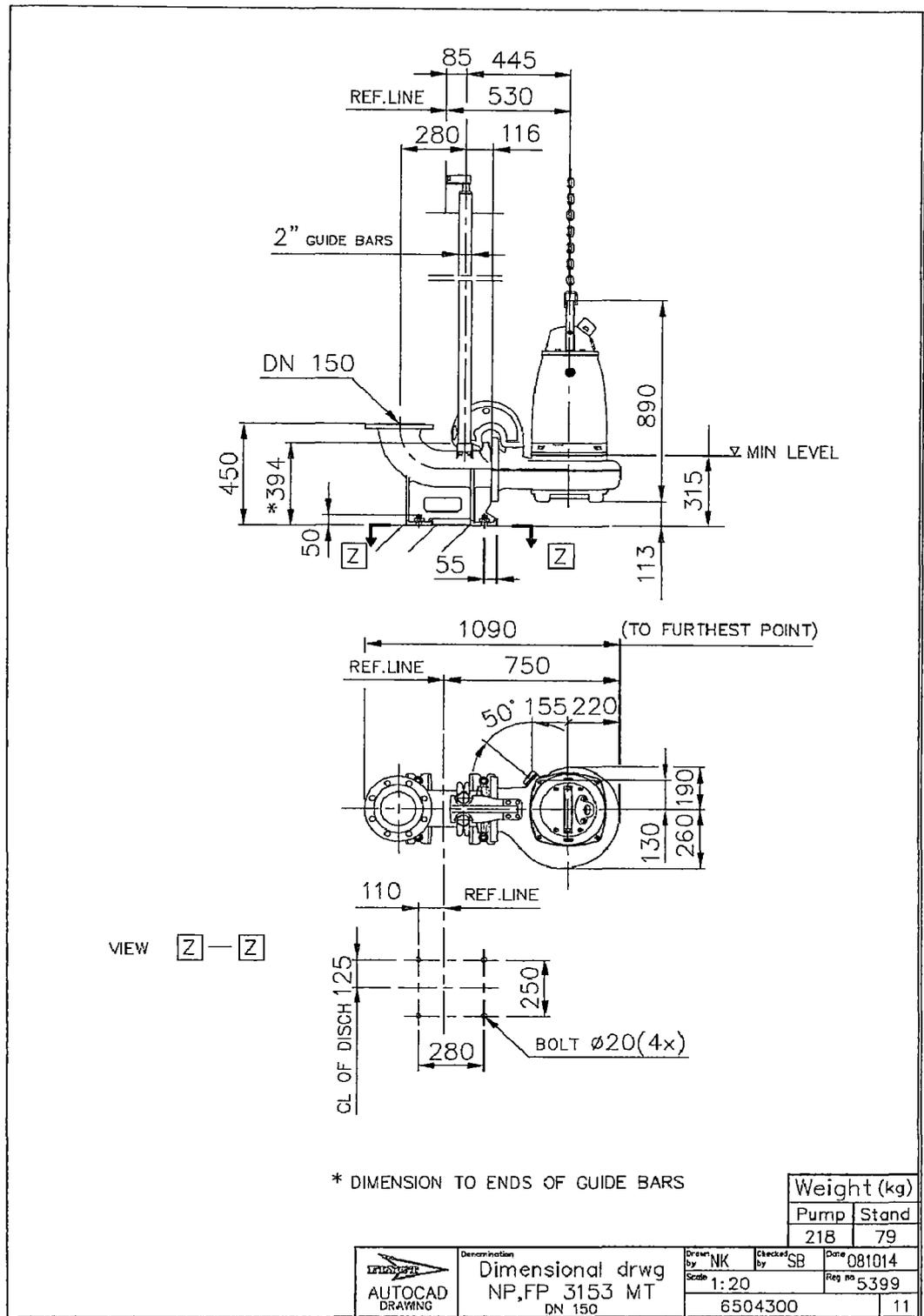


Figura 3.14 Dimensiones de Bomba NP 3153 MT – Montaje a Presión

3.3.1.1 Datos Eléctricos de los Motores

Según lo indicado en los capítulos I y II, la tensión suministrada por la Sub-Estación Eléctrica de la Planta de Tratamiento es de 440V - 3Ø - 60hz, y de la Curvas de Funcionamiento de la Bomba Sumergible seleccionada modelo NP3153.181 MT, se requiere un Motor Eléctrico trifásico de potencia 14,9 Kw.

Por lo expuesto de Catálogos Técnicos de Motores para este tipo de Bomba, seleccionamos:

Dtos.elec.					
Frecuencia	60Hz	Producto	3153 . 181	Revisión	2
Fases	3	Motor	21-18-4AA	Arranque máximo	30
Polos	4	Potencia cons.	14,9 kw	Fecha de sustitución	
Versión		Instalaciones	PSTZ	Válido desde	04/11/2008
Refrigeración	N	Tipo de trabajo	S1	Estatus	APPR
Temperatura máxima 40 ° C / 104 ° F					
		<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>		
Voltaje		440 V	V	Variante del estator	09
Conexión		D		Velocidad	1755 r/min
Corriente		26,0 A	A	Nº de módulo	168
Arranque		158,0 A	A	Revisión motor	12
Factor de potencia		0,85			
Cod. rotor bloqueado		G			
<i>Datos de líquido caliente</i> Aviso: Rango de potencia cons. reducido					
Temperatura máxima		70 ° C / 158 ° F		° C /	° F
Corriente (1)		23,0 A		A	
Corriente (2)		A		A	
Máx. potencia absorbida		14,3 kW		kW	

Figura 3.15 Datos Eléctricos del Motor – Efluentes Aceitosos

3.3.1.2 Especificaciones Técnicas

Tabla 3.16 Especificaciones Técnicas de Electrobombas Sumergibles

Ítem	Descripción	Cant.
01	Electrobombas Sumergibles Marca ITT Modelo NP3153.181 MT	02
	Características técnicas: Caudal : 77,8 Lps ADT : 12,5 metros Eficiencia : 77,7%	
	Motor eléctrico: 14,9 Kw, trifásico, 440 Voltios, Fdp 0,85, 60 Hz, 1800 rpm, uso sumergible de acuerdo a la norma IEC 60034-1-1996, Aislamiento Clase H (180 °C) y Rise B (80 °C), a prueba de explosión, con termistores para protección por sobrecalentamiento en el estator, el encapsulado del motor será de acuerdo a la norma IEC529:1989, Protección IP68 permitiendo una inmersión máxima de 20 metros, su diseño permite el acoplamiento de una válvula de limpieza(Flush Valve).	
	Cable sumergible tendrá la aprobación de las normas IEC245. Con un sistema de sellado en la junta de los cables y un sistema contra los tirones	
	Partes y Materiales de Bomba: Carcaza : Hierro fundido ASTM A48 N 35B Impulsor Inatascable : Hierro fundido ASTM A48 N 35B Eje : Acero Inoxidable 431 Sistema de sellado, tipo cartuch plug-in, con partes de acero inoxidable y elastómeros de viton, sello interior y exterior carburo de tungsteno / carburo de tungsteno.	
	Sistemas de monitoreo y protección, incluye:	

	(03) Termistores para protección de sobrecalentamiento del estator, sensor (01) de ingreso de líquido en cámara de estator.	
	Accesorios para montaje en la estación de Bombeo; codo de descarga -codo de desacople rápido - DN150 (01), sistema guía superior de tubos (02), grillete de acero galvanizado (02), cadena corta de izaje (02), tubos guías (02)	

3.3.2 Selección de Bombas para Efluentes Químicos

Calculamos la Potencia Teórica de la Bomba, de acuerdo a:

$$P_B = \gamma \cdot Q \cdot H_B \quad (\text{Watts})$$

Donde:

- Gravedad específica: $\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$
- Caudal, $Q = 0,03333 \text{ m}^3/\text{s}$
- Altura del Sistema: $H_B = 13,166 \text{ m}$

$$P_B = 9800 \times 0,03333 \times 13,166 \text{ W}$$

$$P_B = 4,30 \text{ Kw} = 5,77 \text{ Hp}$$

Potencia Eléctrica o Potencia al Eje

$$P_E = \frac{P_B}{\eta_B}$$

Donde:

- Eficiencia de la Bomba, $\eta_B = 60\% - 80\%$

$$P_E = \frac{9800 \times 0,03333 \times 13,166}{70\%} \text{ W}$$

$$P_E = 6,14 \text{ Kw} = 8,22 \text{ HP}$$

Nuestro diseño considera por recomendaciones técnicas, producto de experiencias de firmas especialistas en el rubro, el uso de dos bombas como se aprecia en la figura 3.12.

La finalidad de esto es que los equipos trabajen intercaladamente evitando la sobrecarga que puede tener un solo equipo funcionando, en tema de mantenimiento de equipos no necesitamos tener una parada de planta programada ya que se contaría con una bomba de reserva, en caso de sobre caudales en el sistema producto de la producción en la Planta de Tratamiento de Aguas el sistema puede bombear en paralelo alcanzando mayores caudales en consecuencia un menor tiempo de descarga.

De acuerdo a las altura dinámicas total calculada, a su caudal correspondientes y a la referencia de la Potencia Real, de Catálogos Técnicos de bombas podemos seleccionar diversos tipos de bombas que cumplan con nuestro requerimiento, para nuestro caso seleccionamos la Bomba Sumergible modelo NP3127.181 MT, con potencia de 7,5 kw, observamos en el grafico adjunto las características de funcionamiento de la bomba seleccionada.

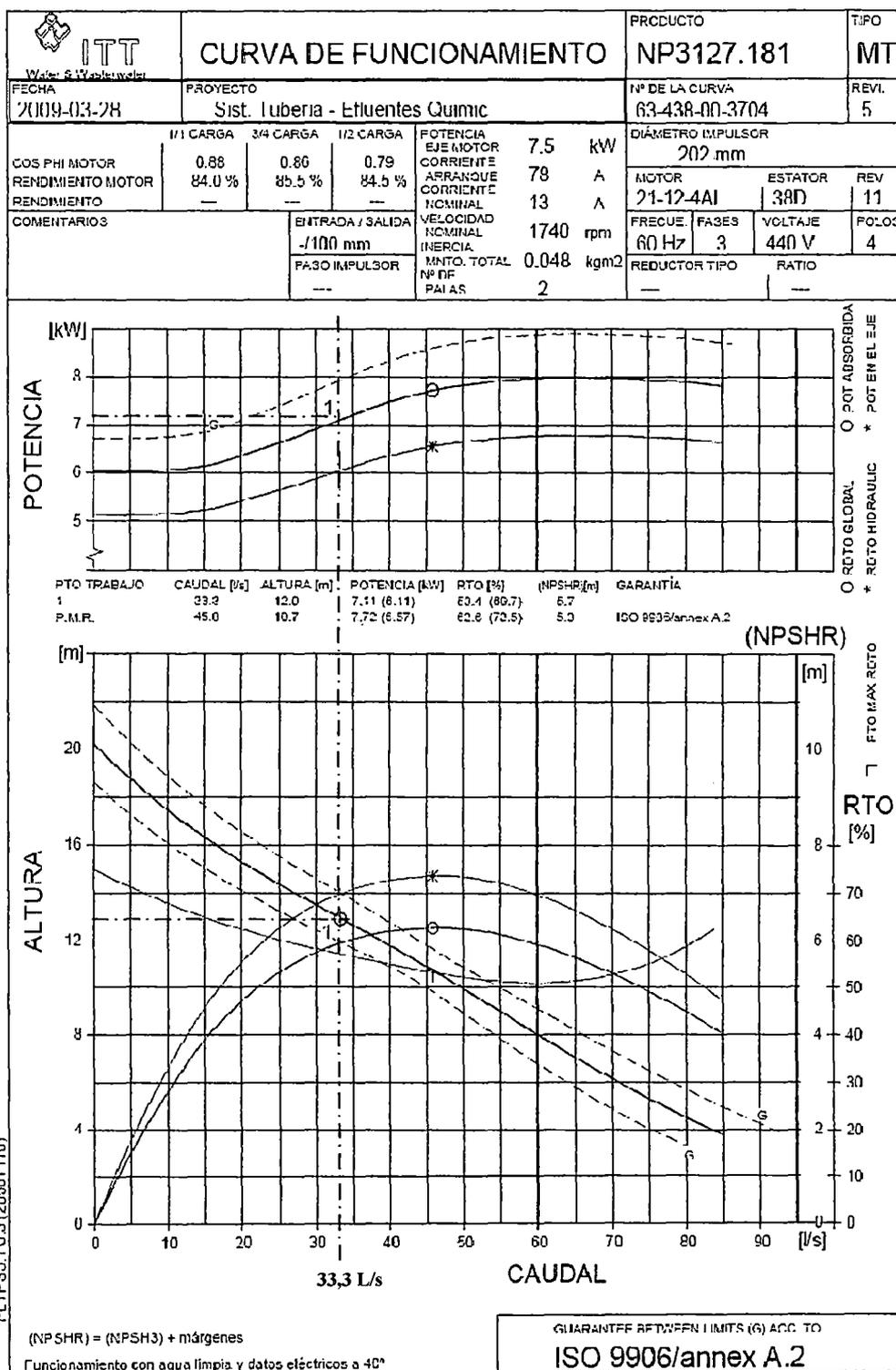


Figura 3.16 Curva de Funcionamiento de Bomba Sumergible NP3127.181MT

La bomba seleccionada tendrá las siguientes dimensiones:

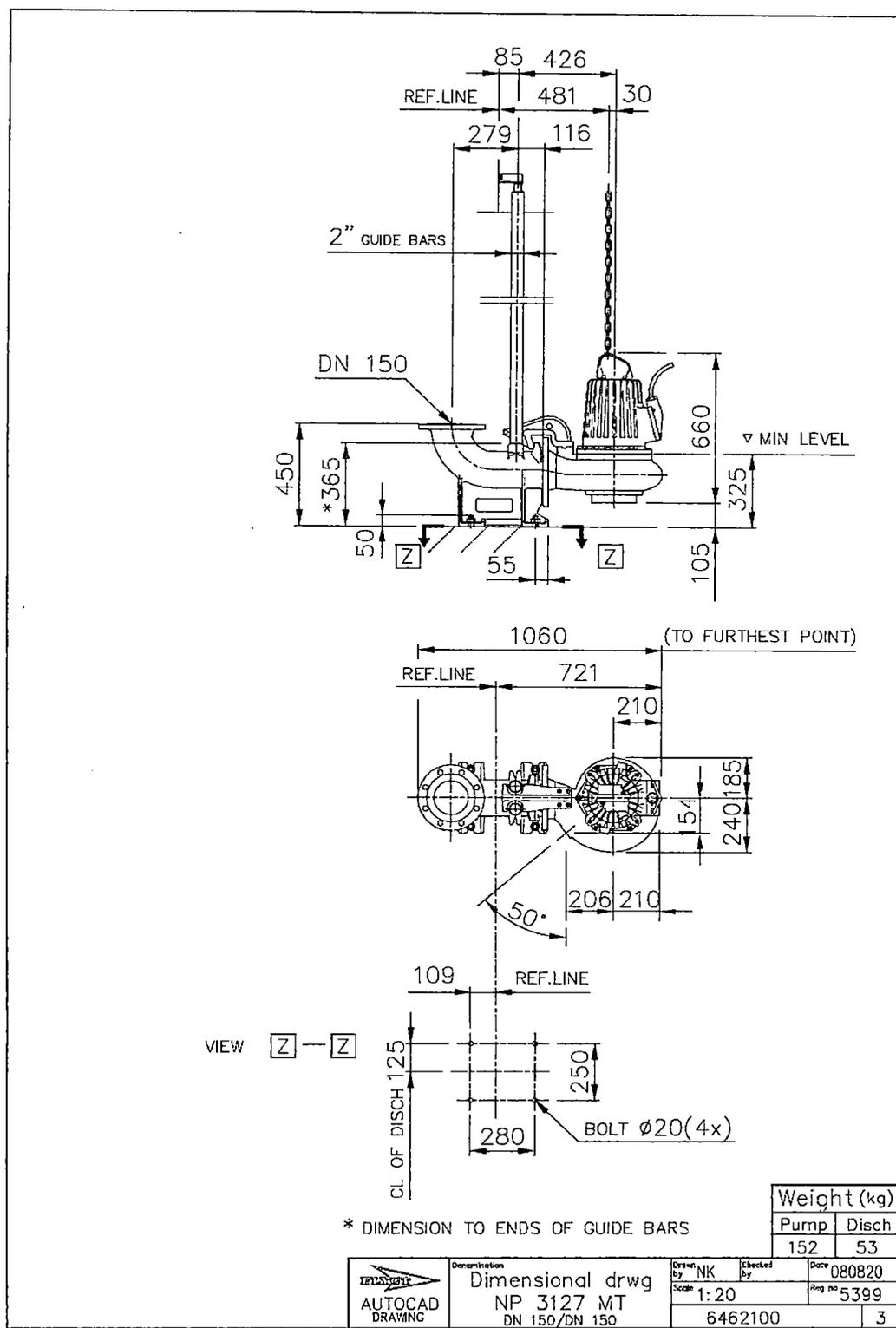


Figura 3.17 Dimensiones de Bomba NP 3127 MT – Montaje con Bridas

3.3.2.1 Datos Eléctricos de los Motores

Según lo indicado en los capítulos I y II, la tensión suministrada por la Sub-Estación Eléctrica de la Planta de Tratamiento es de 440V - 3Ø - 60hz, y de la Curvas de Funcionamiento de la Bomba Sumergible seleccionada modelo NP3127.181 MT, se requiere un Motor Eléctrico trifásico de potencia 7,5 Kw.

Por lo expuesto de Catálogos Técnicos de Motores para este tipo de Bomba, seleccionamos:

Dtos.elec.					
Frecuencia	60Hz	Producto	3127 . 181	Revisión	1
Fases	3	Motor	21-12-4AL	Arranque máximo	30
Polos	4	Potencia cons.	7,5 kw	Fecha de sustitución	
Versión		Instalaciones	JLPS	Válido desde	02/12/2004
Refrigeración	N	Tipo de trabajo	S1	Estatus	APPR
Temperatura máxima		40 ° C / 104 ° F			
		Alternativa 1	Alternativa 2		
Voltaje		440 V	V	Variante del estator	38
Conexión		D		Velocidad	1740 r/min
Corriente		13,0 A	A	Nº de módulo	137
Arranque		78,0 A	A	Revisión motor	11
Factor de potencia		0,88			
Cod. rotor bloqueado		G			
<i>Datos de líquido caliente</i>		Aviso: Rango de potencia cons. reducido			
Temperatura máxima		70 ° C / 158 ° F	° C / ° F		
Corriente (1)		11,0 A	A		
Corriente (2)		A	A		
Máx. potencia absorbida		6,9 kW			

Figura 3.18 Datos Eléctricos del Motor – Efluentes Aceitosos

3.3.2.2 Especificaciones Técnicas

Tabla 3.17 Especificaciones Técnicas de Electrobombas Sumergibles

Ítem	Descripción	Cant.
02	Electrobombas Sumergibles Marca ITT – Modelo NP3127.181 MT	2
	Características técnicas: Caudal : 33,3 Lps ADT : 12,9 metros Eficiencia : 69,7%	
	Motor eléctrico: 7,5 Kw, trifásico, 440 Voltios, Fdp 0,88, 60 Hz, 1800 rpm, uso sumergible de acuerdo a la norma IEC 60034-1-1996, Aislamiento Clase H (180 °C) y Rise B (80 °C), a prueba de explosión, con termistores para protección por sobrecalentamiento en el estator, el encapsulado del motor será de acuerdo a la norma IEC529:1989, Protección IP68 permitiendo una inmersión máxima de 20 metros, su diseño permite el acoplamiento de una válvula de limpieza (Flush Valve).	
	Cable sumergible tendrá la aprobación de las normas IEC245. Con un sistema de sellado en la junta de los cables y un sistema contra los tirones	
	Materiales: Carcaza : Hierro fundido ASTM A48 N 35B Impulsor inatascable : Hierro fundido ASTM A48 N 35B Eje : Acero Inoxidable 431 Sistema de sellado, tipo cartucho, plug-in, con partes de acero inoxidable y elastómeros de viton, sello interior y exterior carburo de tungsteno / carburo de tungsteno.	
	Sistemas de monitoreo y protección, incluye:	

	(03) Termistores para protección de sobrecalentamiento del estator, sensor (01) de ingreso de líquido en cámara de estator	
	Accesorios para montaje en la estación de Bombeo; codo de descarga -codo de desacople rápido- DN150 (01), sistema guía superior de tubos (02), grillete de acero galvanizado (02), cadena corta de izaje (02), tubos guías (02)	

3.4 DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO PARA EFLUENTES

3.4.1 Cálculo del Diámetro de las Cámaras de Bombeo.

Cada Estación de Bombeo contará con una Cámara de Bombeo de material polímero reforzada con fibra de vidrio.

El diámetro de las Cámaras de Bombeo dependerá del espacio que ocuparan las dos bombas sumergibles que estarán en su interior, como se muestra en la figura 3.19.

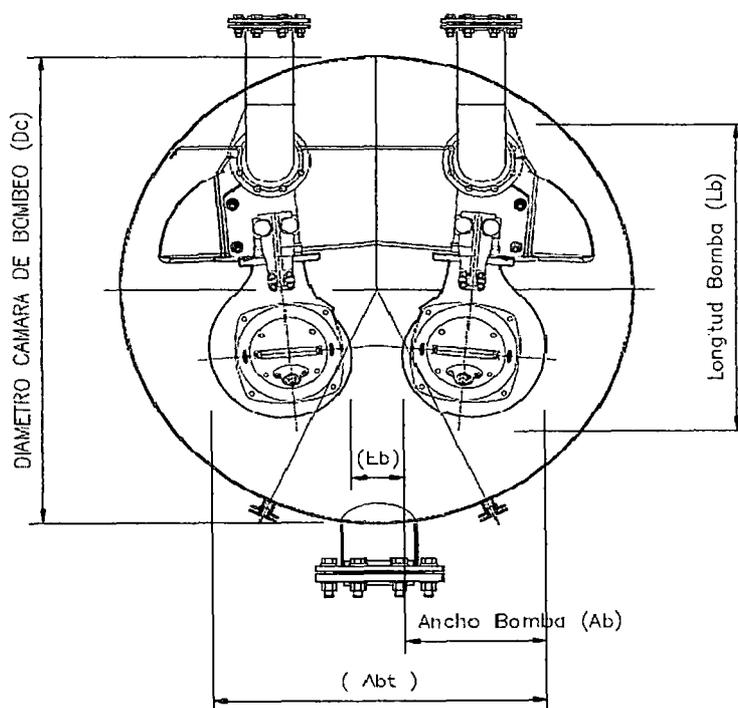


Figura 3.19 Diámetro de Cámara de Bombeo

Donde:

Lb: Longitud de la Bomba, (obtenida de la figura 3.14 y figura 3.17)

Ab: Ancho de la Bomba, (obtenida de la figura 3.14 y figura 3.17)

Eb: Espacio entre equipos de bombeo

$$Abt = 2x Ab + Eb$$

$$\text{Diagonal} = \sqrt{Lb^2 + Ab^2}$$

Dc: Diámetro de la cámara de Bombeo

$$Dc = 1.15 * \text{Diagonal (mm)}$$

Tabla 3.18 Diámetro de cada Cámara de Bombeo

	Efluentes Aceitosos	Efluentes Químicos
BOMBA	NP 3153 MT	NP 3127 MT
Lb	1090 mm	1060 mm
Ab	450 mm	425 mm
Eb	200 mm	200 mm
Abt	1100 mm	1050 mm
Diagonal	1549 mm	1492 mm
Dc	1781 mm	1716 mm

Seleccionamos el diámetro de 1800 mm para ambas cámaras de bombeo.

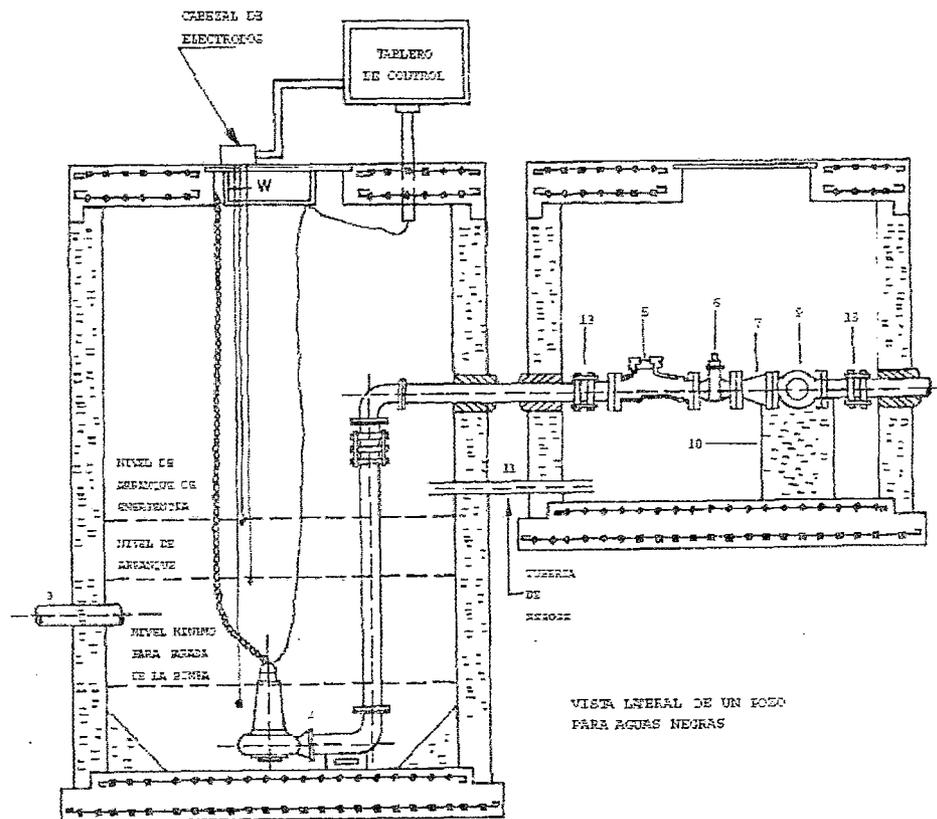


Figura 3.20 Esquema Modelo de una Estación de Bombeo para Aguas Negras.

3.4.2 Cálculo del Volumen de las Cámaras de Bombeo

Consideramos que las cámaras de bombeo sean cargadas con el máximo caudal constantemente según lo indicado en el Capítulo I y en el acápite 3.1.

Según lo calculado el acápite 3.1, y conociendo que la altura geodésica del sistema es 6,5 m.s.n.m., de las curva de funcionamiento de la bomba seleccionamos el Punto de Operación del Sistema - P1, en ese punto se dará el Arranque de la bomba.

A medida que la Bomba succiona el volumen acumulado en las Cámaras de Bombeo la altura geodésica disminuirá, lo cual ocasiona un desplazamiento positivo (en el Eje de Altura) de la Curva del Sistema, obteniendo un nuevo Punto de Operación – P2 con menor caudal, lo que ocasiona menores pérdidas y aumento de la Altura del Sistema debido a la disminución de la altura geodésica, como se aprecia en el siguiente análisis de curva.

El Punto de Operación - P2 debe garantizar que el caudal no disminuya de manera considerable, en este punto se realizara la parada de la Bomba, hasta que el llenado de la cámara de bombeo alcance el P1.

Analizaremos las Curvas de Funcionamiento de cada sistema diseñado.

3.4.2.1 Análisis de Curva de Funcionamiento - Efluentes Aceitosos

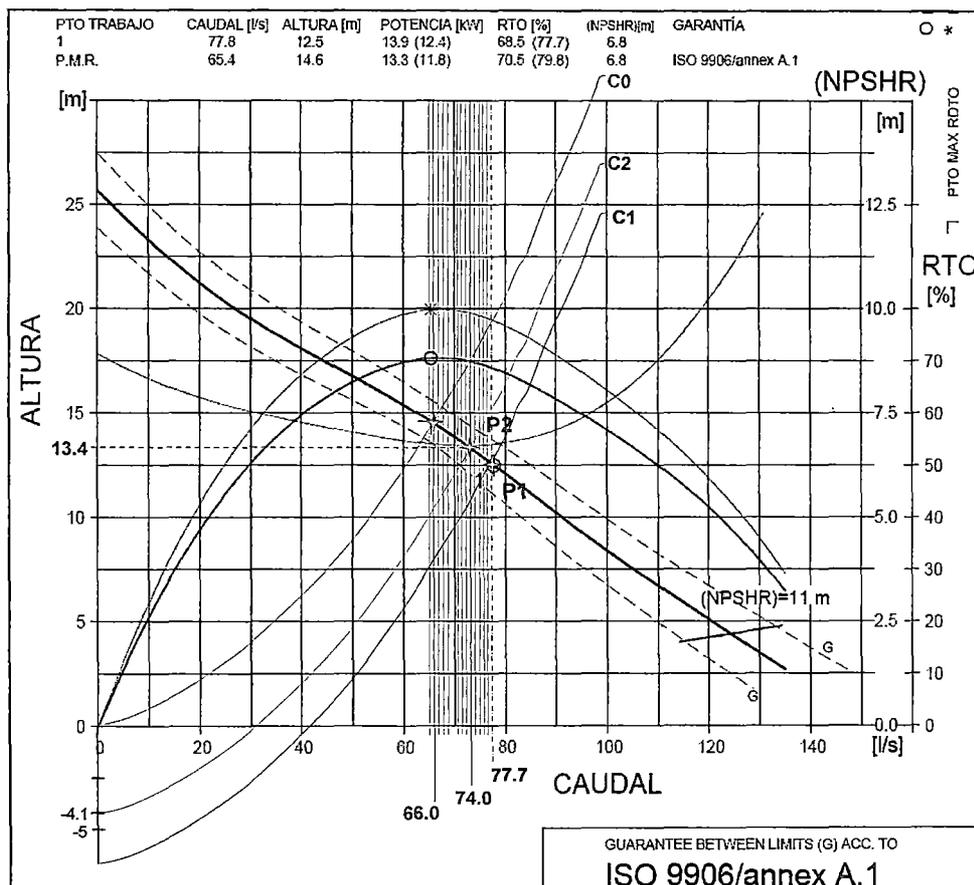


Figura 3.21 Análisis de Curva de Bomba NP3153.181MT

Donde:

— C0 : Curva de Sistema, con 0.0m de altura geodésica.

$$H_B = 0.0061357 * Q^{1,852} - 0.0 \quad (\text{En base a Hazen-William})$$

— C1 : Curva de Sistema, con -6.5m de altura geodésica.

$$H_B = 0.0061357 * Q^{1,852} - 6.5$$

— C2 : Curva de Sistema, con -4.1m de altura geodésica.

Tabla 3.19 Cuadro de puntos de Operación de Bomba

Curva de Sistema		Punto de Operación			Operación De Bomba
Ítem	H _{Geodésica} (m)	Q (m ³ /s)	H (m)		
C0	0,00	66,00	14,37		
C1	-6,50	77,80	12,50	P1	Arranque
C2	-4,10	74,00	13,40	P2	Parada

El desnivel de alturas geodésicas de las curvas C1 y C2, nos indica la altura del volumen acumulado en la Cámara de Bombeo.

Altura : 2,40 m

Diámetro : 1,80 m

V_{Acumulado} : 6,11 m³

Tiempo de Descarga (T_D)

Para Caudal de Operación Promedio entre P1- P2 : 0,076 m³/s

$$T_D = \frac{V_{Acumulado}}{Q_{Op,Prom}} = 80,46 \text{ seg} = 1,34 \text{ min}$$

Tiempo de Carga (T_C)

Para Caudal (Q_{Max}): 0,077 m³/s

$$T_C = \frac{V_{Acumulado}}{Q_{Max}} = 1,31 \text{ min}$$

Para Caudal (Q_{Min}): 0,021 m³/s

$$T_C = \frac{V_{Acumulado}}{Q_{Min}} = 4,89 \text{ min}$$

Tiempo Total (T_T)

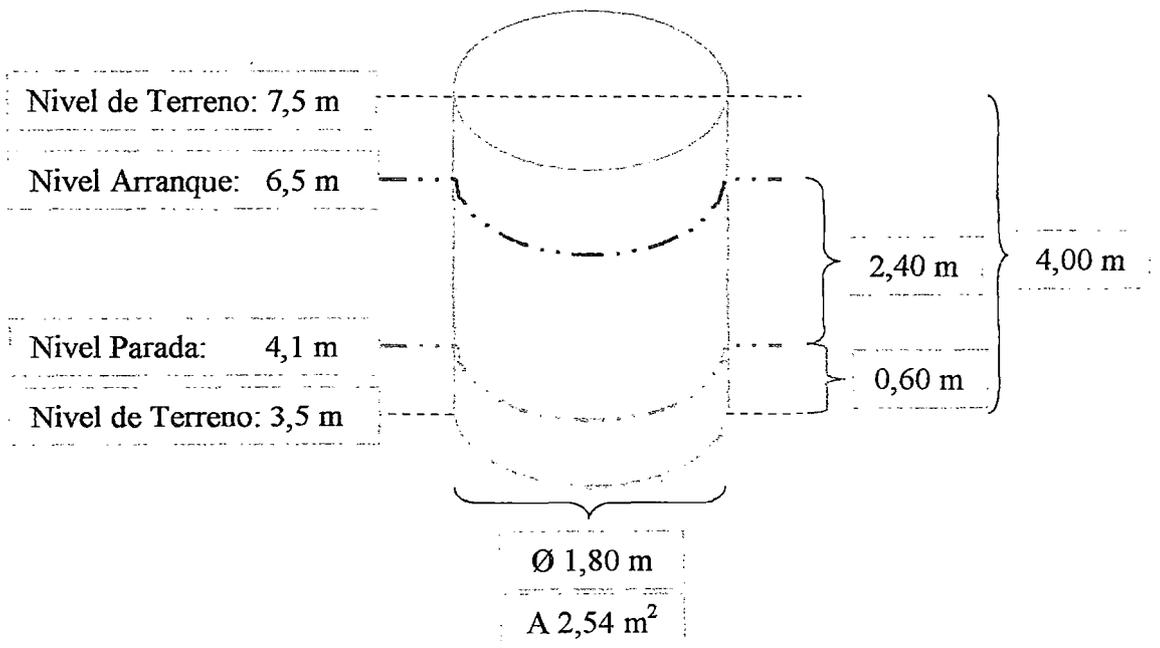
$$T_{T,max} = T_D + T_C = 1,34 + 1,31 = 2,65 \text{ min}$$

$$T_{T,min} = T_D + T_C = 1,34 + 4,89 = 6,23 \text{ min}$$

Número aproximado de veces de Arranque del motor:

$$N_{\text{Arraque.Max}} = \frac{60 \text{ min}}{T_{T,max}} = 22 \text{ Arraque/Hora}$$

$$N_{\text{Arraque.Min}} = \frac{60 \text{ min}}{T_{T,min}} = 9 \text{ Arraque/Hora}$$

3.4.2.2 Dimensiones Cámara de Bombeo – Efluentes Aceitosos**Figura 3.22 Dimensiones de Cámara de Bombeo E.A.**

Ver Plano 1005EH1 (Cámara de Bombeo - Efluentes Aceitosos).

3.4.2.3 Análisis de Curva de Funcionamiento – Efluentes Químicos

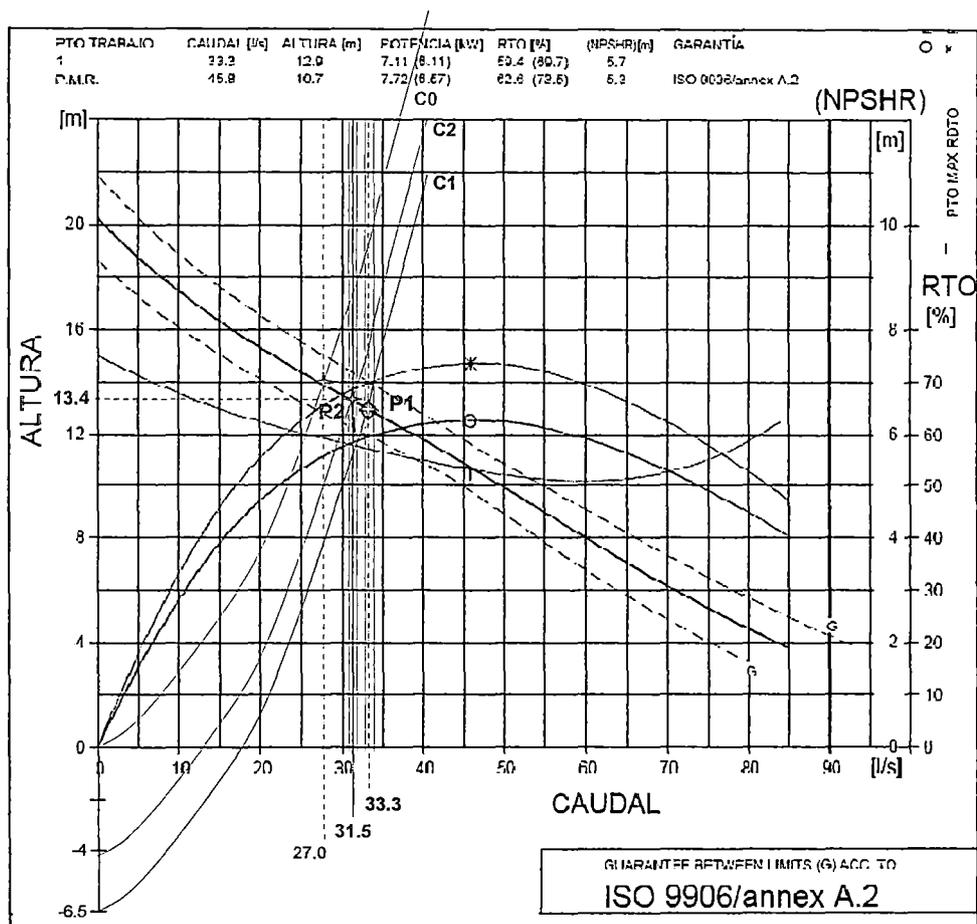


Figura 3.23 Análisis de Curva de Bomba NP3127.181MT

Donde:

— C0 : Curva de Sistema, con 0.0m de altura geodésica.

$$H_B = 0.02974 * Q^{1.852} - 0.0 \quad (\text{En base a Hazen-William})$$

— C1 : Curva de Sistema, con -6.5m de altura geodésica.

$$H_B = 0.02974 * Q^{1.852} - 6.5$$

— C2 : Curva de Sistema, con -4.3m de altura geodésica.

Tabla 3.20 Cuadro de puntos de Operación de Bomba

Curva de Sistema		Punto de Operación			Operación De Bomba
Ítem	H _{Geodésica} (m)	Q (m ³ /s)	H (m)		
C0	0,00	27,50	14,00		
C1	-6,50	33,30	12,50	P1	Arranque
C2	-4,30	31,50	13,40	P2	Parada

El desnivel de alturas geodésicas de las curvas C1 y C2, nos indica la altura del volumen acumulado en la Cámara de Bombeo.

Altura : 2,20 m

Diámetro : 1,80 m

V_{Acumulado} : 5,60 m³

Tiempo de Descarga (T_D)

Para Caudal de Operación Promedio entre P1- P2 : 0,032 m³/s

$$T_D = \frac{V_{Acumulado}}{Q_{Max}} = 172,79 \text{ seg} = 2,88 \text{ min}$$

Tiempo de Carga (T_C)

Para Caudal (Q_{Max}): 0,033 m³/s

$$T_C = \frac{V_{Acumulado}}{Q_{Max}} = 2,80 \text{ min}$$

Para Caudal (Q_{Min}): 0,015 m³/s

$$T_C = \frac{V_{Acumulado}}{Q_{Min}} = 6,18 \text{ min}$$

Tiempo Total (T_T)

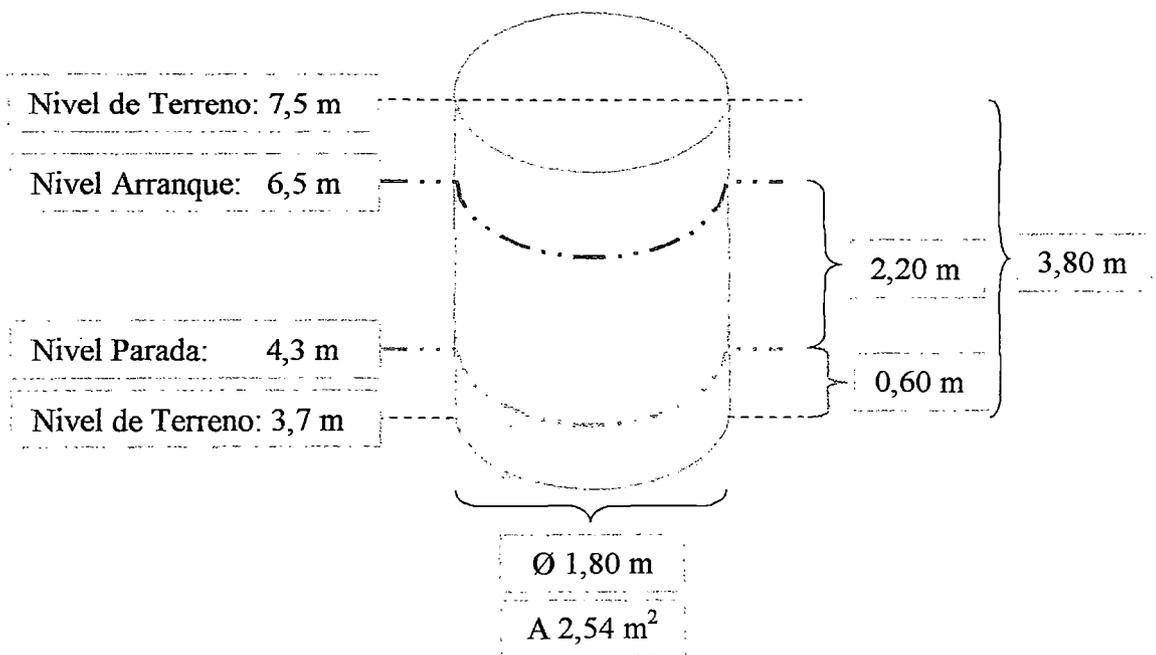
$$T_{T,max} = T_D + T_C = 2,88 + 2,80 = 5,68 \text{ min}$$

$$T_{T,min} = T_D + T_C = 2,88 + 6,18 = 9,06 \text{ min}$$

Número aproximado de veces de Arranque del motor:

$$N_{Arraque.Max} = \frac{60 \text{ min}}{T_{T,max}} = 10 \text{ Arraque/Hora}$$

$$N_{Arraque.Min} = \frac{60 \text{ min}}{T_{T,min}} = 6 \text{ Arraque/Hora}$$

3.4.2.4 Dimensiones Cámara de bombeo – Efluentes Químicos**Figura 3.24 Dimensiones de Cámara de Bombeo E.Q.**

Ver Plano 1005EH2 (Cámara de Bombeo - Efluentes Químicos).

3.4.3 Especificaciones Técnicas

Tabla 3.21 Cuadro de Especificaciones Técnicas de Cámaras de Bombeo

Ítem	Descripción	Cant.
01	Cámara de Bombeo – Efluentes Aceitosos	1
	<p>Cámara de Bombeo para aguas residuales de efluentes aceitosos, Material polímero reforzada con fibra de vidrio,</p> <p>El material de fibra de vidrio de cumplir las normas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Torcido de la fibra de vidrio ISO 2797 - Manta de filamentos cortados ISO 2559 - Filamentos torcidos tejidos ISO 2113 <p>Dimensiones de Cámara: Ø1800 x 4000 mm.</p> <p>(02) Ductos de descarga ubicados a 1000 mm debajo del nivel superior,</p> <p>(01) Ducto de Carga ubicado 1000 mm debajo del nivel superior, que se conectara a la Tubería HDPE de Ø_{Nom.Ext.}315mm</p>	
	El suministro incluye: Certificado de calidad y fabricación de las cámaras en material polímero reforzada con fibra de vidrio.	
02	Cámara de Bombeo – Efluentes Químicos	1
	<p>Cámara de Bombeo para aguas residuales de Efluentes Químicos, Material polímero reforzada con fibra de vidrio, de Dimensiones Ø1800 x 3800 mm.</p> <p>(02) Ductos de descarga ubicados a 1000 mm debajo del nivel superior, (01) Ducto de Carga ubicado 1000 mm debajo del nivel superior, que se conectara a la Tubería HDPE de Ø_{Nom.Ext.}250mm</p>	
	El suministro incluye: Certificado de calidad y fabricación de las cámaras en material polímero reforzada con fibra de vidrio.	

Las dimensiones de las cámaras de bombeo se observan en los planos adjuntos 1005EH1 y 1005EH2.

3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE LÍNEAS SUBMARINAS

3.5.1 Diseño de los Difusores y Detalles del Emisor Submarino

El diseño establece sus dimensiones: longitud, diámetro, ubicación y profundidad de descarga, según lo expuesto en el acápite 1.2 Condiciones iniciales, Alcance - Lado mar.

De experiencias prácticas para vertimiento de efluentes se utiliza como mínimo agujeros de hasta Ø2", asegurando que la suma de áreas de los orificios difusores sea menor al área interna de la tubería aguas abajo de cualquier sección del difusor, para tener una velocidad de salida mayor y garantizar que todos los orificios trabajen a su máxima capacidad.

Para la Tubería de Efluentes Aceitosos de Ø280 mm, Clase PN10, SDR 13.6, se tiene que el área interna de la sección transversal de la tubería es:

$$A_I = \frac{\pi \cdot (23.90 \text{ cm})^2}{4} \quad A_I = 448.63 \text{ cm}^2$$

Para la Tubería de Efluentes Aceitosos de Ø200 mm, Clase PN10, SDR 13.6, se tiene que el área interna de la sección transversal de la tubería es:

$$A_I = \frac{\pi \cdot (17.10 \text{ cm})^2}{4} \quad A_I = 229.66 \text{ cm}^2$$

Para los difusores consideramos Tuberías HDPE Ø63mm, Clase PN10, SDR 13.6, con diámetro interior de Ø53.6 mm, y obtenemos las siguientes áreas:

Tabla 3.22 Diámetros y cantidad de orificios difusores

Diámetro Nominal Tubería (mm)	Área Interior (cm ²)	Diámetro Orificios (mm)	Cantidad Orificios	Área Unit. (cm ²)	Área Total (cm ²)
200	229,66	53,6	10	22,56	225,64
280	448,63	53,6	19	22,56	428.72

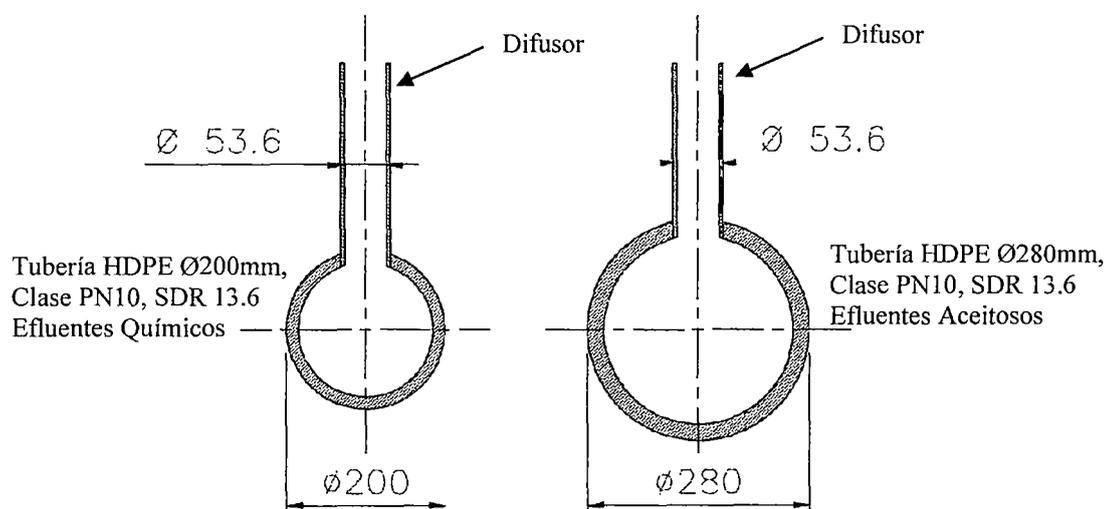


Figura 3.25 Dimensiones y ubicación de Orificios Difusores

Cada Emisor Submarino será de 50m de largos, las distancias entre los difusores será de 5m en el Emisor de Efluentes Químicos y 2.6m en el Emisor de Efluentes Aceitosos.

Los modelos respectivos de Emisores submarinos con sus detalles se aprecian en el plano adjunto 4003DH1.

3.5.2 Diseño de Lastres de Fijación de las Tuberías de HDPE a la base marina

a) Espaciamiento entre Lastres

El diseño limita la deflexión a menos de 5% o la deformación a menos de 1%, en función del espaciamiento máximo entre los lastres, para diversas dimensiones estándar de tubería de HDPE.

Se debe notar que para SDR más pequeñas (Ver Anexo 2), aunque el espacio entre lastres puede ser mayor, usualmente no debe exceder de 4 - 5 metros por razones prácticas de construcción.

También, es recomendable para una mejor distribución uniforme de carga contar con lastres livianos con menor espaciamiento, en lugar de lastres pesados con mayor espaciamiento.

b) Estimación del peso del Lastre

K = Factor de Hundimiento

W = Peso (Kg/m)

$$K = \frac{W_{Tubería+Contenido} + W_{Lastre\ de\ concreto\ en\ el\ aire}}{W_{Agua\ remplazada\ por\ Tubería} + W_{Agua\ remplazada\ por\ Lastres}} \dots (1)$$

Asignando la siguiente simbología:

W_T : Peso de la tubería (Kg/m)

W_P : Peso del producto contenido por la tubería (kg/m)

W_C : Peso del concreto(Kg/m)

- D_w : Densidad del agua (Kg/m³)
- V_o : Volumen Exterior de la tubería (m³/m)
- D_c : Densidad del concreto Kg/m³

$$K = \frac{W_T + W_P + W_C}{(D_w * V_o) + \left(\frac{W_C}{D_c} * D_w\right)} \quad \dots (2)$$

Reordenando y despejando W_c :

$$W_c = \frac{K * D_w * V_o - (W_T + W_P)}{1 - \left(K * \frac{D_w}{D_c}\right)} \quad \dots (3)$$

Para garantizar el hundimiento de la tubería, $K > 1$

La tabla siguiente nos recomienda algunos valores para el Factor de Hundimiento:

Tabla 3.23 Valores para el Factor de Hundimiento (K)

K	Zona de Instalación
1	Flotación Neutra
1.2	Condiciones Nominales Pequeñas y presas aguas de bajo oleaje y fondo medianamente estable como lagunas.
1.4	Velocidad de corriente de 2.4 mps Aguas de fondo inestable, como mares y lagos de gran extensión.
1.5	Velocidad de corriente mayores a 2.4 mps Aguas de alto oleaje , fondo inestable y altas corrientes como

Extraída del Manual de Diseño e Ingeniería POLYPIPE

En este proyecto como se aprecia en los planos adjuntos, la Línea Submarina de los Efluentes Aceitosos tiene una longitud de 550m y la Línea Submarina de los Efluentes Químicos tiene una longitud de 450m.

Las líneas tendrán un recorrido paralelo, por lo cual podemos apreciar dos tramos: el Primer Tramo compuesto por Tuberías de $\text{Ø}200\text{mm}$ y $\text{Ø}280\text{mm}$ paralelas de 450m de longitud y el Segundo Tramo compuesto por una Tubería de $\text{Ø} 280 \text{ m}$ de 100m de longitud.

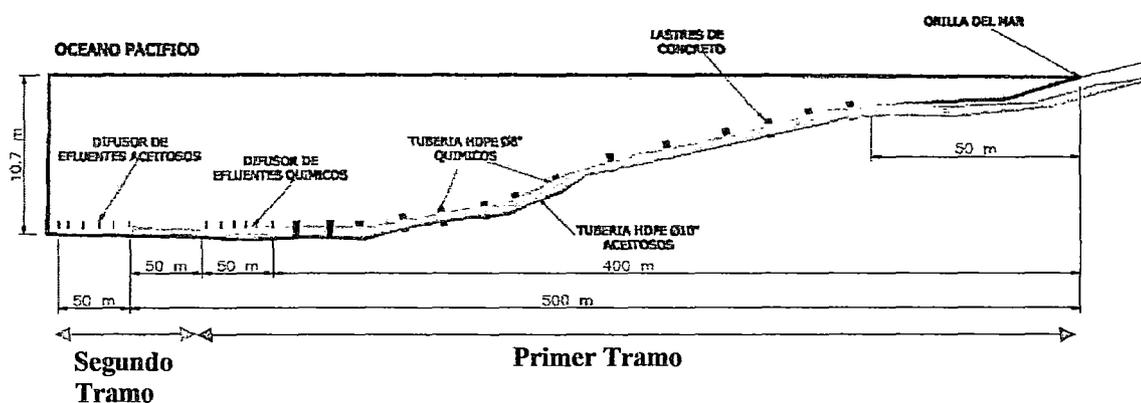


Figura 3.26 Esquema de recorrido de Línea Submarina

Primer Tramo compuesto por Tuberías de $\text{Ø}200\text{mm}$ y $\text{Ø}280\text{mm}$

paralelas, de 450m – Peso de Lastres

Tubería Aceitosos:

D. Exterior (mm):	280
D. Interior (mm) :	239
W (Kg/m):	17,08
Long. Total (m):	550
Long. Paralela a Tub. $\text{Ø}200\text{(m)}$:	450
Long. Tubería Única(m):	100

Tubería Químicos:

D. Exterior (mm):	200
D. Interior (mm) :	171
W (Kg/m):	8,74
Long. Total (m):	450
<i>Long. Paralela a Tub. Ø280(m):</i>	<i>450</i>

– Peso Total de las Tuberías (Wt):

Wt(Ø200) : 8,74 Kg/m (Ver Anexo 2)

Wt(Ø280) : 17,08 Kg/m

Wt : 25,82 Kg/m

– Densidad del Agua (Dw):

Consideramos: Dw : 1.030,00 Kg/m³ (Ver Anexo 4)

– Peso Total del Producto (Wp):

$$W_P = \frac{\pi * (D_{INT})^2}{4} * D_W \quad \left[\frac{Kg}{m} \right]$$

Wp(Ø200) : 23,65 Kg/m

Wp(Ø280) : 46,21 Kg/m

Wp : 69,86 Kg/m

– Volumen desplazado por las tuberías (Vo):

$$V_O = \frac{\pi * (D_{EXT})^2}{4} \quad \left[\frac{m^3}{m} \right]$$

Vo(Ø200) : 0,0314 m³/m

$V_o(\text{Ø}280) : 0,0616 \text{ m}^3/\text{m}$

$V_o : 0,0930 \text{ m}^3/\text{m}$

– **Densidad del Concreto (D_c):**

$D_c : 2400 \text{ Kg}/\text{m}^3$

– **Estimación peso de Lastres (W_c):**

$$W_c = \frac{K * D_w * V_o - (W_T + W_P)}{1 - \left(K * \frac{D_w}{D_c}\right)} \quad \dots \dots (3)$$

Asumimos:

Factor de Hundimiento (k): 1.4 (Ver Tabla 3.23)

$$W_c = \frac{1,4 * 1030 * 0,903 - (25,82 + 69,86)}{1 - \left(1,4 * \frac{1030}{2400}\right)}$$

$$W_c = 96,23 \text{ kg}/\text{m}$$

Para una Longitud de 450m, tenemos:

Peso total de Concreto:

$$W_{CT} = 43305,21 \text{ kg} = 43,3 \text{ Tn.}$$

Consideramos espaciamiento entre Lastres 4.5 m

Por lo tanto el Peso del Lastre será de:

$$W_{\text{Lastres}} = L_{ESP} * W_c$$

$$W_{\text{Lastres}} = 433,01 \text{ Kg}$$

Segundo Tramo compuesto por una Tuberías de Ø280mm de 100m -**Peso de Lastres****Tubería Aceitosos:**

D. Exterior (mm):	280
D. Interior (mm) :	239
W (Kg/m):	17,08
Long. Total (m):	550
Long. Tubería Única (m):	100

- Peso Total de la Tubería (Wt):

Wt : 17,08 Kg/m (Ver Anexo 2)

- Densidad del Agua (Dw):

Consideramos: Dw : 1.030,00 Kg/m³

- Peso Total del Producto (Wp):

Wp(Ø280) : 46,21 Kg/m

- Volumen desplazado por las tuberías (Vo):

Vo(Ø280) : 0,0616 m³/m

- Densidad del Concreto (Dc):

Dc : 2400 Kg/m³

– **Estimación peso de Lastres (W_c):**

Asumimos: Factor de Hundimiento (k): 1.4 (Ver Tabla 3.23)

Según la ecuación N° 3.

$$W_c = \frac{1,4 * 1030 * 0,903 - (17,08 + 46,21)}{1 - \left(1,4 * \frac{1030}{2400}\right)}$$

$$W_c = 63,89 \text{ kg/m}$$

Para una Longitud de 100m, tenemos:

Peso total de Concreto:

$$W_{CT} = 6389,02 \text{ kg} = 6,38 \text{ Tn.}$$

Consideramos espaciamento entre Lastres 4.5 m

Por lo tanto el Peso del Lastre será de:

$$W_{Latres} = L_{ESP} * W_c$$

$$W_{Latres} = 287,50 \text{ Kg}$$

c) Cantidad de Lastres y sus Dimensiones

Tratándose de una playa con corrientes fuertes, consideraremos un factor de hundimiento a tubo lleno que permitirá la fijación de la Tubería a lecho marino y un factor de Hundimiento a tubo vacío que permita fácil montaje.

Se procede al cálculo según los tramos indicados anteriormente, obtendremos la cantidad y dimensiones de Lastres que sujetaran a las Tuberías de Ø200 y Ø280 y Lastres que solo sujetar a la Tubería de Ø280.

Primer Tramo compuesto por Tuberías de Ø200mm y Ø280mm paralelas

Longitud: 450 mt

$$N_{\text{Lastres}} = \frac{W_{CT}}{W_{\text{Lastres}}}$$

$$N_{\text{Lastres}} = \frac{43301,25 \text{ kg}}{433,01 \text{ Kg}} = 100 \text{ Lastres}$$

Asumimos las siguientes dimensiones del Lastres

L(m) :	1,070 m
H(m) :	0,600 m
A(m) :	0,400 m
Volumen(m ³) :	0,182

Por lo tanto el Peso del Lastres será:

$$W'_{\text{Lastres}} = D_C * V_{\text{Lastres}} = 2400 * 0,182$$

$$W'_{\text{Lastres}} = 437,78 \text{ Kg}$$

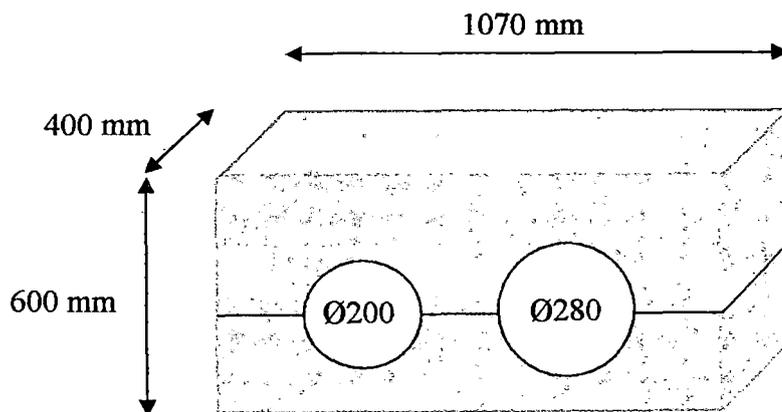


Figura 3.27 Dimensiones de Lastres para Tub. Ø200- Ø280

Para el Segundo Tramo compuesto por una Tuberías de Ø280mm

Longitud: 100 mt

$$N_{\text{Lastres}} = \frac{W_{CT}}{W_{\text{Lastres}}}$$

$$N_{\text{Lastres}} = \frac{6389,02 \text{ kg}}{287,50 \text{ Kg}} = 22 \text{ Lastres}$$

Asumimos las siguientes dimensiones del Lastres

L(m) :	0,710 m
H(m) :	0,600 m
A(m) :	0,400 m
Volumen(m3):	0,121

Por lo tanto el Peso del Lastres será:

$$W'_{\text{Lastres}} = D_C * V_{\text{Lastres}} = 2400 * 0,121$$

$$W'_{\text{Lastres}} = 290,74 \text{ Kg}$$

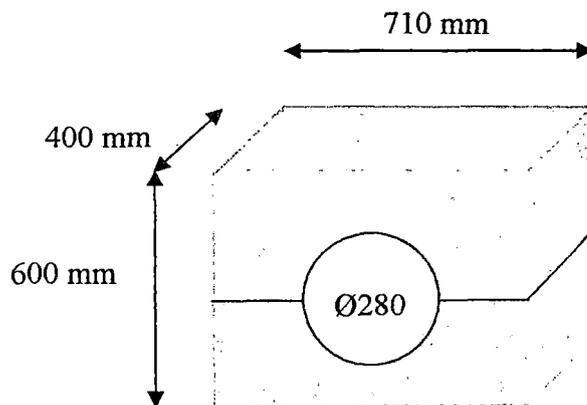


Figura 3.28 Dimensiones de Lastres para Tub. Ø280

VERIFICACION DE VALORES:**Factor y Fuerza Resultante De Empuje Para Tubería Vacía**

Este caso se dará durante el Lanzamiento de las Líneas, las que flotarán en el mar hasta la ubicación en la cual desenredan para su fijación y descanso en el lecho marino.

1) Para el Primer Tramo:

$$K_{V1} = \frac{W_T + W'_P + W'_C}{(D_W * V_O) + \left(\frac{W'_C}{D_C} * D_W\right)}$$

W'_P : 0 Kg/m (Por estar la tubería sin fluidos)

W'_C : Peso del concreto (Kg/m), de acuerdo a las dimensiones y cantidad de Lastres seleccionado

$$W'_C = \frac{N_{\text{Lastres}} * W'_{\text{Lastres}}}{L_{\text{Linea}}}$$

$$W'_C = \frac{100 * 437,78}{450} = 97,28$$

Reemplazamos valores en la fórmula y obtenemos factor de empuje:

$$K_{V1} = \frac{(25,82 + 0,00 + 97,28)}{(1030 * 0,0930) + \left(\frac{97,28}{2400} * 1030\right)}$$

$$K_V = 0,90$$

Fuerza Resultante de Empuje:

$$R_{V1} = (W_T + W_P + W'_C) - \left[(D_W * V_O) + \left(\frac{W'_C}{D_C} * D_W \right) \right]$$

$$R_{V1} = -14,43 \text{ Kg/m}$$

2) Para el Segundo Tramo

W'_P : 0 Kg/m (Por estar la tubería sin fluidos)

W'_C : Peso del concreto (Kg/m), de acuerdo a las dimensiones y cantidad de Lastres seleccionado

$$W'_C = \frac{N_{\text{Lastres}} * W'_{\text{Lastres}}}{L_{\text{Linea}}}$$

$$W'_C = \frac{22 * 290,74}{100} = 63,96$$

Reemplazamos valores en la formula y obtenemos el Factor de Empuje:

$$K_{V2} = \frac{(17,08 + 0,00 + 63,96)}{(1030 * 0,0616) + \left(\frac{63,96}{2400} * 1030 \right)}$$

$$K_V = 0,8898$$

Fuerza Resultante de Empuje:

$$R_{V2} = -9,83 \text{ Kg/m}$$

Factor y Fuerza Resultante De Empuje Para Tubería Llena

Este caso se la dará permanente y garantizara la fijación y descanso de las líneas en el lecho marino durante el tiempo de su funcionamiento.

1) Para el Primer Tramo

$$K_{u1} = \frac{W_T + W'_P + W'_C}{(D_W * V_O) + \left(\frac{W'_C}{D_C} * D_W\right)}$$

$$W'_C: 96,28 \text{ Kg/m}$$

$$W'_P: 69,86 \text{ Kg/m}$$

Reemplazamos valores en la formula y obtenemos factor de empuje:

$$K_{u1} = \frac{(25,82 + 69,86 + 96,28)}{(1030 * 0,0930) + \left(\frac{96,28}{2400} * 1030\right)}$$

$$K_{u1} = 1,40$$

Fuerza Resultante de Empuje:

$$R_{u1} = (W_T + W_P + W'_C) - \left[(D_W * V_O) + \left(\frac{W'_C}{D_C} * D_W \right) \right]$$

$$R_{u1} = 54,44 \text{ Kg/m}$$

2) Para el Segundo Tramo

$$W'_C: 63,66 \text{ Kg/m}$$

$$W'_P: 46,21 \text{ Kg/m}$$

Reemplazamos valores en la formula y obtenemos el Factor de Empuje:

$$K_{v2} = \frac{(17,08 + 46,21 + 63,66)}{(1030 * 0,0616) + \left(\frac{63,66}{2400} * 1030\right)}$$

$$K_{v2} = 1,40$$

Fuerza Resultante de Empuje:

$$R_V = 36,38 \text{ Kg/m}$$

Tabla 3.24 Resumen del Diseño de Lastres de Fijación para las líneas submarinas

Tramo	Descripción	Tubería HDPE	Zona
01	Descarga 1	Ø200 y Ø280	Rompiente- Profunda
02	Descarga 2	Ø280	Rompiente- Profunda

Tramo	Longitud de tubería L (m)	Nº lastres	Peso de cada Lastre (Kg)	Distancia entre lastres D (m)
01	450,00	100,00	437,78	4,50
02	100,00	22,00	290,74	4,50
Total	550,00	122,00		

Tramo	Factor de Empuje a Tubería Vacía K_V	Factor de Empuje a Tubería Llena K_{II}	Carga de empuje a Tubería Vacía R_V (Kg/m)	Carga de empuje a Tubería Llena R_{II} (Kg/m)
01	0,90	1,40	-14,43	55,44
02	0,89	1,40	-9,83	36,38

3.6 DISEÑO DE ARQUETAS

3.6.1 Arquetas para Alojamiento de Cámaras de Bombeo.

El diseño se efectuará en concordancia con un estudio de Mecánica de Suelos en lo concerniente al Perfil Estratigráfico, asentamientos, presión admisible y otros parámetros, ver plano 2002DH1.

Se considera una cimentación circular exterior de $\varnothing 2700$ mm aprox. y un espesor de muro de 200 mm; la máxima profundidad de cimentación será de 4500 mm.

Se empleará acero de construcción de $f_y = 4200$ kg/cm². Las barras longitudinales y transversales tendrán un diámetro de $\varnothing 3/8'' @ 150$ mm para las paredes y un diámetro de $\varnothing 1/2'' @ 150$ mm para la base de las arquetas.

La resistencia a la compresión del concreto será de $f_c = 250$ Kg/cm² con el empleo de Cemento Portland ASTM C-150 tipo V.

Se construirán de acuerdo a diseños y planos estándares especificados en las Normas Internacionales de cada Refinería.

3.6.2 Arquetas de pase.

Estas Arquetas alojaran en su interior a válvulas compuerta y de retención, así como a instrumentos de medición.

Se considera una cimentación de sección cuadrada con un espesor de muro 150 mm y una profundidad de cimentación de alrededor de 1800 mm dependiendo de la ubicación de las arquetas, ver planos 2001D H1-4.

Se empleará acero de construcción de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. Las barras longitudinales y transversales tendrán un diámetro de $\text{Ø}3/8'' @ 150 \text{ mm}$.

La resistencia a la compresión del concreto será de $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ con el empleo de Cemento Pórtland ASTM C-150 tipo V.

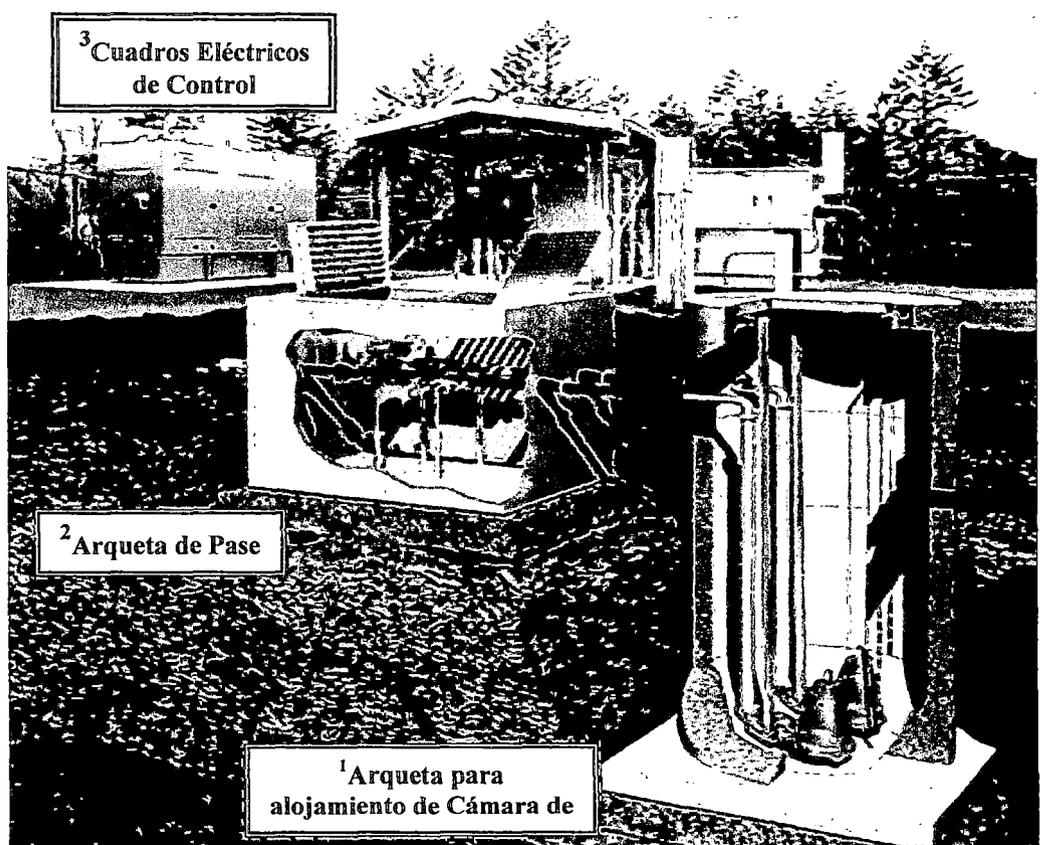


Figura 3.29 Modelo de Arquetas para Cámara de Bombeo y de Pase.

3.7 DISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO.

3.7.1 Alcance del Sistema Eléctrico del Proyecto

Cada Estación de Bombeo contara con dos Bombas Sumergibles y sus respectivos Motores Eléctricos, ambas Estaciones serán energizadas mediante un Tablero de Distribución (TD-01) ubicado en situ, que será energizado mediante el tendido de un cable eléctrico desde la Sub-Estación de Eléctrica de la Planta de Tratamiento de Aguas (SE-TA01) a un nivel de tensión de 0.44 KV, Sistema trifásico de 3 hilos - 60 HZ, ver plano 3001DH1 (Planimetría de Fuerza).

El recorrido del cable será enterrado en zanja y de ser el caso mediante canaletas metálicas al aire libre, el cable será del tipo NYY y de ser el caso contara con protección de armadura metálica según Normas Eléctricas.

El Tablero de Distribución alimentara a los Tableros de Fuerza y Control de cada Estación de Bombeo (TEA-01 y TEQ-01), que controlaran el arranque de las bombas ubicadas en las cámaras de Efluentes Aceitosos y de Efluentes Químicos, ver plano 3002DH1 (Diagrama Unifilar).

La zona de las Cámaras de Bombeo contará con el servicio de iluminación en 220 Vac mediante la instalación de un transformador de potencia de 5 KVA, esto será considerado como Servicio Auxiliar, dicho circuito se controlará

desde el Tablero de Distribución, como se puede observar en los planos 3002DH1 (Diagrama Unifilar) y 3003EH1 (Sistema de Alumbrado).

El Sistema de Puesta a Tierra que servirá para la protección contra corrientes de fuga a los equipos y estructuras metálicas de las instalaciones se observa en los planos 3004EH1 Y 3004EH2 (Sistema de Puesta a Tierra).

Tabla 3.25 Cuadro de Cargas Eléctricas del Proyecto

CARGA	Cant.	Tensión (kV)	Potencia (kW) (HP)		f.d.p.	I (A)
Estación de Bombeo para Líquidos Aceitosos	MA-01	0,44	15,0	20,0	0,85	26,0
(Motor para Bomba de Efluentes Aceitosos)	MA-02	0,44	15,0	20,0	0,85	26,0
Estación de Bombeo para Líquidos Químicos	MQ-01	0,44	7,5	10,0	0,88	13,0
(Motor para Bomba de Efluentes Químicos)	MQ-02	0,44	7,5	10,0	0,88	13,0
Servicios Auxiliares Sistema de Alumbrado		0,44/0,22	4,0	5,0	0,85	6/12

3.7.2 Diseño de Cables de Alimentación Eléctrica

Según el Código Nacional de Electricidad, los conductores de un circuito derivado que alimentan a un motor utilizado, deben tener una capacidad de

conducción no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor. (Ver Anexo IE-1)

A) Alimentación TEQ-01 a TD-01

Calcularemos la corriente nominal de los motores, mediante la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{P (w)}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

Para diseño también se puede tomar el I_N de los Datos Técnicos del Motor, este es recomendación del fabricante.

Para el Motor MA-01:

$$I_N = \frac{15 \text{ kw}}{\sqrt{3} * 460 * 0.83} = 22,68 \text{ A}$$

$$I_N = I_{\text{placa}} = 26,00 \text{ A}$$

Se observa que el valor I_N de placa es superior, para efectos de cálculos y seguridad, asumiremos los valores superiores.

De la Tabla de Cargas, se observa que TEQ-01 alimentara a 2 Motores de 15 Kw.

$$I_N = 2 * I_{\text{placa}} = 52,00 \text{ A}$$

Calculamos la Corriente de diseño (ID):

$$I_D = 1,25 * I_N$$

$$I_D = 65,00 \text{ A}$$

De tablas tenemos: 1-3x10 mm² NYY 0,6/1KV con capacidad de conducción de 75A. (Consultar ANEXO IE-8)

Para verificación del cálculo utilizamos el Programa CEPERMATIC de la firma Conductores Eléctricos Peruanos S.A.

Seleccionando la dimensión adecuada del cable partir del tipo de instalación, corriente, potencia, tensión, longitud y fdp.



Figura 3.30 Selección del Cable alimentador TEQ-01 a TD-01

Podemos verificar nuestra opción como la solución 3. Mediante este programa podemos calcular la Caída de Tensión, siendo esta 1,66V (0,38%).

Esto se confirma que la selección fue correcta. Las especificaciones para este conductor serán: **1-3x10 mm² NYY 0,6/1KV**

B) Alimentación TEA-01 a TD-01

De la Tabla de Cargas, se observa que TEA-01 alimentara a los motores MA-01 y MA-02 cada uno con potencia de 5,6 Kw.

$$I_N = 2 * I_{Placa} = 2 * 13,0 \text{ A}$$

$$I_N = 26,6 \text{ A}$$

Calculamos la Corriente de diseño (ID):

$$I_D = 1,25 * I_N$$

$$I_D = 33,25 \text{ A}$$

De tablas tenemos: 1-3x2.5 mm² NYY 0,6/1KV con capacidad de conducción de 26A. (Consultar ANEXO IE-8)

Utilizamos el Programa CEPERMATIC.

Aéreas Baja Tensión	Instalación	Corriente	- Pérdida de energía: 219,48 vatios-hora (0,99%)	
	<input type="radio"/> Aire Libre	<input type="radio"/> Contínua	SOLUCIÓN 2:	
Fijas Baja Tensión	<input checked="" type="radio"/> Enterrado	<input type="radio"/> Monofásica	NYY TRIPLEX 0,6/1 KV 3x4 MM ²	
	<input type="radio"/> Tubos	<input checked="" type="radio"/> Trifásica	- Temperatura ambiente: 20° C	
Fijas Media Tensión	¿ Corriente de proyecto conocida ?		- Caída de Tensión: 2,05 voltios (0,47%)	
	<input checked="" type="radio"/> Si	Amperaje: 33,25	- Pérdida de energía: 131,86 vatios-hora (0,59%)	
Flexibles Baja Tensión	<input type="radio"/> No	Potencia: 22,372 Kw	SOLUCIÓN 3:	
	Tensión de la línea: 440 Volt	Frecuencia: 60 Hz	NYY TRIPOLAR 0,6/1 KV 3x2,5 MM ²	
Porta Electrodos	Longitud de la línea: 8 m	Factor de potencia: 0,88 Cos ϕ	- Temperatura ambiente: 20° C	
	Eficiencia de instalación: 1 dec.	Máxima caída de tensión: 1,5 %	- Caída de Tensión: 3,58 voltios (0,81%)	
	Max. pérdida de energía: 0 %	Valores por defecto	- Pérdida de energía: 232,43 vatios-hora (1,04%)	
		Solucionar	SOLUCIÓN 4:	
			VOLTENAX NYY 0,6/1 KV 3x2,5 MM ²	
			- Temperatura ambiente: 20° C	
			- Caída de Tensión: 3,47 voltios (0,79%)	
			- Pérdida de energía: 225,73 vatios-hora (1,01%)	

Figura 3.31 Selección del Cable alimentador TEA-01 a TD-01

Podemos verificar nuestra opción como la solución 3. Mediante este programa podemos calcular la Caída de Tensión, siendo esta 3,58V (0,81%).

Esto se confirma que la selección fue correcta. Las especificaciones para este conductor serán: **1-3x2.5 mm² NYY 0,6/1KV.**

C) Alimentación TD-01 a Sub-estación SE-TA01

Observamos que todas las Cargas indicadas en la Tabla de Cargas serán suministradas desde la Sub-estación SE-TA01

$$I_N = \sum I_{\text{Placa}} + \sum I_{\text{SA}}$$

$$I_N = 26,0 * 2 + 13,0 * 2 + 6,0 = 84,0 \text{ A}$$

Calculamos la Corriente de diseño (ID):

$$I_D = 1,25 * I_N$$

$$I_D = 105,0 \text{ A}$$

De tablas tenemos: 1-3x25 mm² NYY 0,6/1KV con capacidad de conducción de 99A. (Consultar ANEXO IE-8)

Utilizamos el Programa CEPERMATIC.

Aéreas Baja Tensión	Instalación:	Corriente:	- Pérdida de energía: 1868,85 vatios-hora (2,75%)
	<input type="radio"/> Aire Libre	<input type="radio"/> Continua	
Fijas Baja Tensión	<input checked="" type="radio"/> Enterrado	<input type="radio"/> Monofásica	SOLUCIÓN 2: <u>NYY TRIPLEX 0,6/1 KV 3-50 MM²</u> - Temperatura ambiente: 20° C - Caída de Tensión: 10,53 voltios (2,39%) - Pérdida de energía: 1881,75 vatios-hora (2,77%)
	<input type="radio"/> Tubos	<input checked="" type="radio"/> Trifásica	
Fijas Media Tensión	¿ Corriente de proyecto conocida ?		SOLUCIÓN 3: <u>NYY TRIPOLAR 0,6/1 KV 3-50 MM²</u> - Temperatura ambiente: 20° C - Caída de Tensión: 10,18 voltios (2,31%) - Pérdida de energía: 1906,41 vatios-hora (2,81%)
	<input checked="" type="radio"/> Si	Amperaje: <input type="text" value="105"/>	
Flexibles Baja Tensión	<input type="radio"/> No	Potencia: <input type="text" value="57,60"/> Kw	SOLUCIÓN 4: <u>VOLTENAX NYY 0,6/1 KV 3-50 MM²</u> - Temperatura ambiente: 20° C - Caída de Tensión: 9,95 voltios (2,26%) - Pérdida de energía: 1882,05 vatios-hora (2,77%)
	Tensión de la línea: <input type="text" value="440"/> Volt		
Porta Electrodos	Frecuencia: <input type="text" value="60"/> Hz		
	Longitud de la línea: <input type="text" value="140"/> m		
	Factor de potencia: <input type="text" value="0,85"/> Cos ϕ		
	Eficiencia de instalación: <input type="text" value="1"/> dec.		
	Máxima caída de tensión: <input type="text" value="3"/> %		
	Max. pérdida de energía: <input type="text" value="0"/> %		
	Valores por defecto	Solucionar	

Figura 3.32 Selección del Cable alimentador TD-01 a SE-TA01

Para mantener la caída de tensión menor a 3% en 140m de recorrido de cable, seleccionamos el conductor: **1-3x50 mm² NYY 0,6/1KV.**

Verificamos que la Caída de Tensión de este conductor para una longitud de 140m es de 10,18V equivalente a 2,31%.

3.7.3 Sistema de Protección Eléctrica:

La protección de sobre corriente del circuito derivado para cada motor se determina con la Regla 160-200 del CNE. Para el propósito de los Motores descritos, utilizaremos los valores de la tabla del Anexo IE-6.

En el Anexo IE-1, encontramos el diagrama para selección de los dispositivos de protección y control de motores según el Código Nacional de Electricidad.

A) En el Tablero TEA-01

Según el Esquema Unifilar del plano 3002DH1.

$$I_{IT} = 2.5 * I_N$$

El Tablero controlara 2 Motores, según el cuadro de cargas los motores MA-01 y MA-02, cada uno tiene corriente nominal de 26 A, por lo tanto:

$$I_{IT} = 2.5 * 26 = 65 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x60A, 440V**

El Interruptor General del TEA-01, se calcula según:

$$I_{IT} = 2.5 * I_{N.mayor} + \sum I_N$$

$$I_{IT} = 2.5 * 26 + 26 = 91 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x80/100A, 440V**

B) En el Tablero en TEQ-01

Según el Esquema Unifilar del plano 3002DH1.

$$I_{IT} = 2.5 * I_N$$

El Tablero controlara 2 Motores, según el cuadro de cargas los motores MQ-01 y MQ-02, cada uno tienen corriente nominal de 9,8 A, por lo tanto:

$$I_{IT} = 2.5 * 13 = 32,5 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x32A, 440V**

El Interruptor General del TEQ-01, calculara según:

$$I_{IT} = 2.5 * I_{N.mayor} + \sum I_N$$

$$I_{IT} = 2.5 * 13 + 13 = 45,5 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x40/50A, 440V.**

C) En el Tablero de Distribución TD-01

Según el Esquema Unifilar del plano 3002DH1, nuestro Tablero de Distribución alimentara las cargas solicitadas por los tableros TEA-01 y TEQ-01

$$I_{IT} = 2.5 * I_{N.mayor} + \sum I_N$$

$$I_{IT} = 2.5 * 26 + 26 + 13 + 13 = 117,0 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x100/125A, 440V**

Además el TD-01 contara con dos interruptores de TM 3x80/100A, 440V y TM 3x40/50A, 440V para alimentación a los Tableros TEA-01 y TEQ-01, de capacidades similares a las seleccionados anteriormente.

D) Para los Servicios Auxiliares en TD-01

El Tablero suministrar para el servicio de Servicios auxiliares una potencia de 3KVA, 440V, 3Ø, 60hzm, siendo la corriente nominal de suministro 14A, por lo tanto:

$$I_{IT} = 2 * 6 = 12 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x16A, 440V**

La alimentación a los servicios auxiliares será en 220V, por lo cual se utilizara un Transformador de 440/220V, 3KW

$$I_{IT} = 2 * 12 = 24 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x25A, 220V.**

E) En la Sub-Estación Eléctrica SE-TA01

Según el Esquema Unifilar del plano 3002DH1, en la SE-TA01 contara con un Interruptor que alimentara las toda las cargas Tablero de Distribución, de alimentación a motores y de servicios auxiliares.

$$I_{IT} = 2.5 * I_{N,mayor} + \sum I_N$$

$$I_{IT} = 2.5 * 26 + 26 + 13 + 13 + 6 = 123,0 \text{ A}$$

Empleamos: **TM 3x125A, 440V**

La distribución de los cables e interruptores seleccionados se puede apreciar en el plano adjunto 3002DH1 (Diagrama Unifilar).

3.7.4 Selección de Equipos de Arranque y Control de Motores

El presente proyecto contempla el uso de 2 bombas por cada Estación de Bombeo, las cuales trabajaran por turnos teniendo un factor de servicio de 50%, para su funcionamiento hemos seleccionado los siguientes sistemas de arranque, los Motores de 15kW tendrán accionamiento mediante el arranque Estrella Triangulo y los motores de 5.6KW tendrán accionamiento mediante el Arranque Directo.

En el Anexo IE-5 encontramos los diversos tipos de arranques para motores.

A) Arranque Estrella-Triángulo para Motores 3Ø, 15 kW, 460V

(Estación de Bombeo de Efluentes Aceitosos)

Características del Arranque	:	Estrella-Triángulo
Corriente Inicial	:	1.3 – 2.6 I_N
Duración del Arranque	:	3.0 – 7.0 seg.

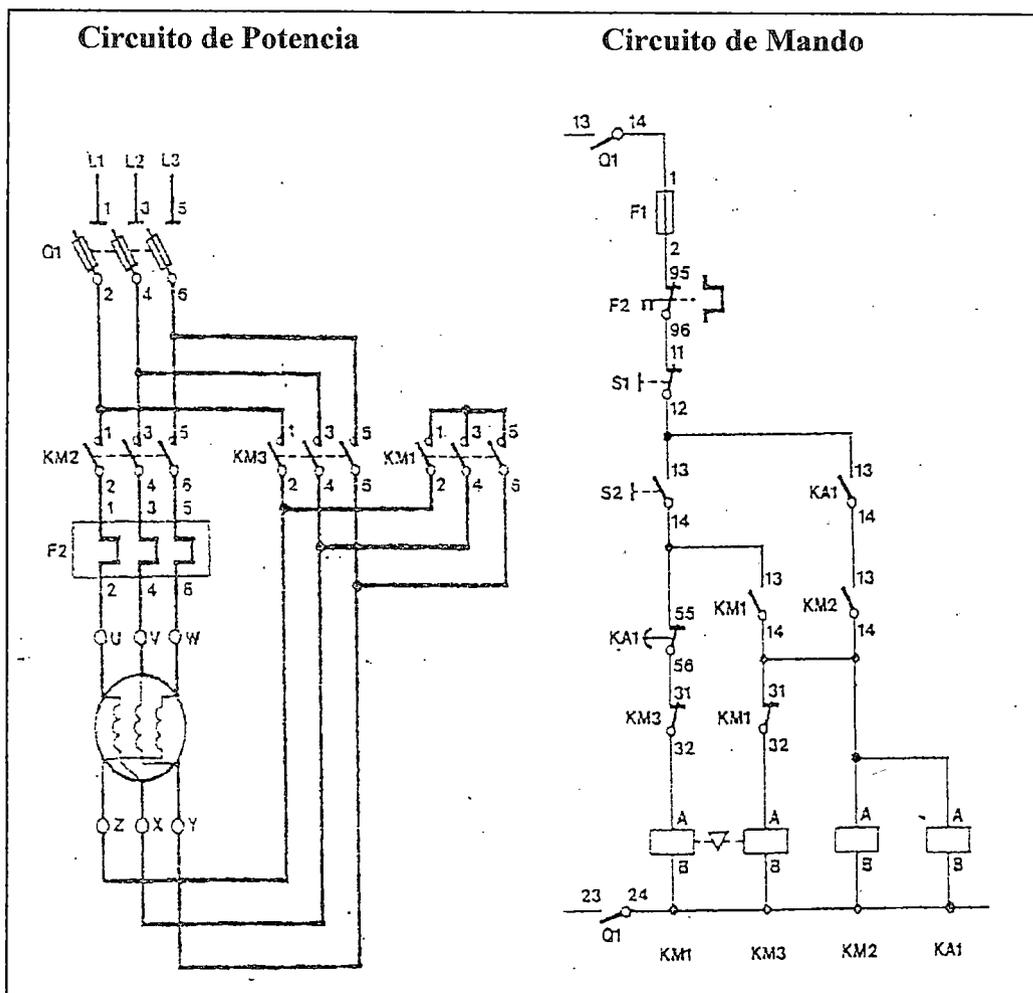


Figura 3.33 Esquema de Fuerza y Control para Arranque Estrella-Triangulo

Funcionamiento del circuito de Potencia:

Cierre manual de Q1.

Cierre de KM1 - acoplamiento estrella.

Cierre de KM2 - alimentación del motor.

Apertura de KM1 - eliminación del acoplamiento estrella.

Cierre de KM3 – acoplamiento triángulo.

Funcionamiento del circuito de Mando:

Impulso sobre S2.

Cierre KM1.

Cierre KM2 y de KA1 por KM1 (13-14)

Auto-alimentación de KM1 – KM2- KA1 por KM2 (13-14) y KA1 (13-14)

Apertura de KM1 por KA1 (55-56)

Cierre de KM3 por KM1(31-32)

Parada: Impulso sobre S1

Calculo del Componentes necesarios:

- **Q1: Seccionador tripolar porta-fusibles**

Selección según calibre In motor

$$I_N = 25,0A$$

Según la tabla del anexo. **Porta fusible de 3x35A**

- **KM1: Contactar 3P + NC + NA.**

Selección según:

$$I_{KM1} = \frac{I_{N.motor\ en\ \Delta}}{3}$$

$$I_{KM1} = 8,33 A$$

- **KM2: Contactar 3P + NA + bloque de contacto temporizados al trabajo.**

Selección según:

$$I_{KM2} = \frac{I_{N.motor\ en\ \Delta}}{\sqrt{3}}$$

$$I_{KM2} = 14,45\ A$$

- **KM3: Contactar 3P + NC**

Con enclavamiento mecánico entre KM1 Y KM3

Selección según:

$$I_{KM3} = \frac{I_{N.motor\ en\ \Delta}}{\sqrt{3}}$$

$$I_{KM2} = 14,45\ A$$

- **KA 1: Relé de automatismo temporizado al trabajo**

(solamente si KM2 en CN1).

Temporización habitual 5 - 15 s.

- **F2: Relé de Protección Térmica,**

En serie con los devanados del motor-

$$I_{KM1} = \frac{I_{N.motor\ en\ \Delta}}{\sqrt{3}}$$

$$I_{KM2} = 14,45\ A$$

- **S 1: Pulsador "parada".**

- **S2: Pulsador "marcha".**

Para selección de Materiales para el sistema de arranque Estrella-Triángulo de motores de diversa potencia, adjunto tablas técnicas en Anexo IE-10 y Anexo IE-11.

B) Arranque Directo para Motores 3Ø, 5.6Kw, 460V

(Estación de Bombeo de Efluentes Químicos)

Características del Arranque : Directo

Corriente Inicial : 4 – 8 I_N

Duración del Arranque : 2 – 3 seg.

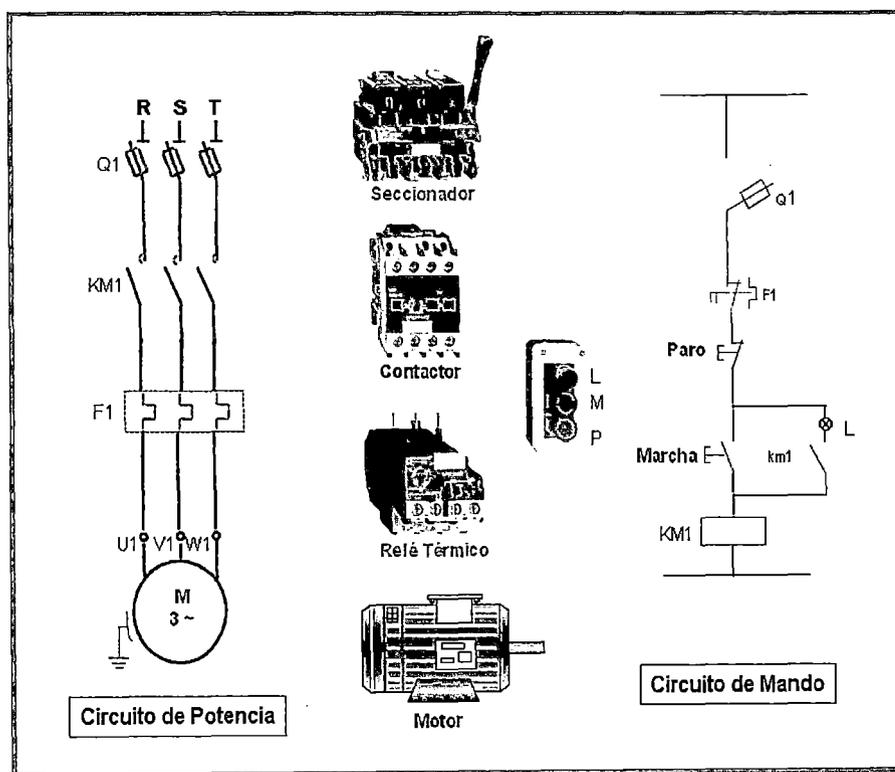


Figura 3.34 Esquema de Fuerza y Control para Arranque Directo

Funcionamiento del circuito de Potencia:

Cierre manual de Q1.

Cierre de KM1 - acoplamiento directo.

Funcionamiento del circuito de Mando:

Impulso sobre S2.

Cierre KM1.

Auto-alimentación de KM1 (13-14).

Parada: Impulso sobre S1

Calculo del Componentes necesarios:

- **Q1: Seccionador Tripolar porta-fusibles**

Selección según calibre In motor

$$I_N = 13A$$

Según la tabla del Anexo IE-7. **Porta fusible de 3x50A**

- **KM1: Contactar 3P + NC + NA.**

Selección según calibre In motor $I_{KM1} = 13,0 A$

- **F2: Relé de Protección Térmica,**

En serie con los devanados del motor. $I_{KM2} = 13,0 A$

- **S 1: Pulsador" parada".**

- **S2: Pulsador "marcha".**

3.7.5 Selección del Sistema de Puesta a Tierra (SPAT)

Los objetivos principales de las puestas a tierra son:

- Obtener una resistencia eléctrica de bajo valor para derivar a tierra Fenómenos Eléctricos Transitorios (FETs.), corrientes de fallas estática y parásita.
- Mantener los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad de modo que las tensiones de paso o de toque no sean peligrosas para los humanos y/o animales.
- Hacer que el equipamiento de protección sea más sensible y permita una rápida derivación de las corrientes defectuosas a tierra.
- Proporcionar un camino de derivación a tierra de sobretensiones internas del sistema.
- Ofrecer en todo momento y por el tiempo de vida útil del SPAT (± 20 años) baja resistencia eléctrica que permita el paso de las corrientes de falla.

Resistencia eléctrica de la Puesta a Tierra

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot l}{d}\right)$$

Donde:

ρ : Resistividad del Terreno (Ω -m) (Consultar Anexo IE-12)

l: Longitud de la Barra de Cobre

d: Diámetro de la barra de cobre, Ø5/8" – Ø 3/4"

Métodos para Reducción de la Resistencia Eléctrica

Existen distintos métodos, aunque todos ellos presentan un punto de saturación que es conveniente conocer para evitar diseños antieconómicos.

Los métodos son los siguientes:

a) El aumento del número de electrodos en paralelo

$$R_{equiv} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}}$$

$$R_{equiv} \ll R_i$$

b) El aumento de la distancia entre ejes de los electrodos

$$L_{e-e} \geq 4 * L_{electrodo}$$

c) El aumento de la longitud de los electrodos.

En el mejor de los casos conseguiremos una Resistencia de $\approx 0.5\rho$ con un electrodo de dimensiones comunes y usuales; en el caso más favorable $\approx 0.1\rho$ aplicando la reducción recomendada

d) El aumento del diámetro de los electrodos

Mejor de los caso $\approx 0.5\rho$; Caso más favorable $\approx 0.1\rho$.

e) El cambio del terreno existente por otro de menor resistividad.

Para lugares de alta resistividad, donde se cambie el terreno de los pozos en forma total, el porcentaje de esta entre 50 a 70 % de reducción de la resistencia eléctrica resultante.

Para terrenos de media resistividad, donde se cambie el terreno de los pozos, el porcentaje de reducción es:

- Cambio parcial: de 20 a 40 % de reducción de la resistencia.

- Cambio total: de 40 a 60 % de reducción de la resistencia.

Para terrenos de baja resistividad, donde se cambiará el terreno de los pozos en forma parcial, el porcentaje de reducción puede estar entre 20 a 40 % de la resistividad natural del terreno.

Resistividad de Terrenos, consultar Anexo IE-12

f) El tratamiento químico electrolítico del terreno.

Existen diversos tipos de tratamiento químico para reducir la resistencia de un Sistema de Puesta a Tierra los más usuales son: Cloruro de Sodio + Carbón vegetal, Bentonita, Thor-Gel.

Estabilidad del THOR GEL vs. Otros Productos

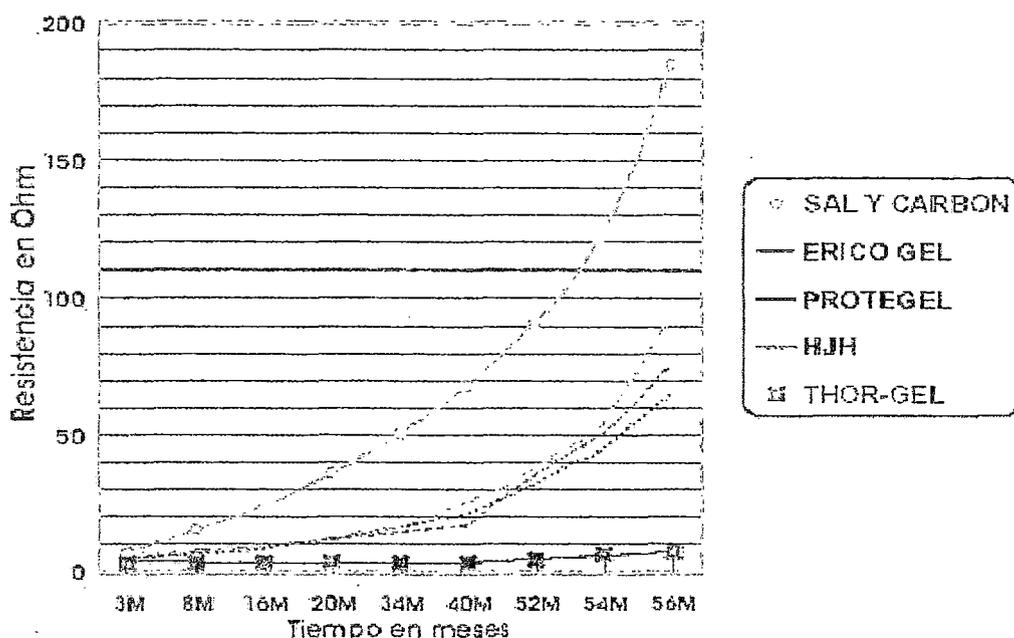


Figura 3.35 Comportamiento de THOR GEL ante productos similares

THOR-GEL (Tratamiento Químico del Suelo)

Es un compuesto químico complejo que se forma cuando se mezclan en el terreno las soluciones acuosas de sus 2 componentes. El compuesto químico resultante tiene naturaleza coloidal, formando una malla tridimensional, que facilita el movimiento de ciertos iones dentro de la malla, de modo que pueden cruzarlo en uno u otro sentido; convirtiéndose en un excelente conductor eléctrico.

Tiene una gran atracción por el agua, de modo que puede aprisionarla manteniendo un equilibrio con el agua superficial que la rodea; esto lo convierte en una especie de reservorio acuífero.

Tiene el PH ligeramente básico y no es corrosivo con el cobre, por lo que la vida media de la puesta a tierra con el producto THOR-GEL será de 20 a 25 años, manteniéndola de vez en cuando si la pérdida de humedad es mayúscula y hay elevación de la resistencia eléctrica

Método de aplicación del THOR-GEL

El tratamiento consiste en incorporar al pozo los electrolitos que aglutinados bajo la forma de un Gel que mejore la conductividad de la tierra y retenga la humedad en el pozo por un periodo prolongado de manera que se garantice una efectiva reducción de la resistencia eléctrica y una estabilidad que no se vea afectada por las variaciones del clima. La cantidad de dosis por metro cúbico de tierra del SPAT, varía de 1 a 3*, y está en función a la resistividad natural del terreno.

Tabla 3.26 Variación de resistividad por dosis de THOR-Gel

RESISTIVIDAD Ω -m	DOSIFICACIÓN
de 50 a 200	1 dosis x m ³
de 200 a 400	2 dosis x m ³
de 400 a mas	3 dosis x m ³

*La saturación en el tratamiento químico se presenta en la tercera dosis por m³. Esta dosificación se aplica igualmente en el tratamiento de las zanjas de interconexión.

Tabla 3.27 Reducción de resistencia del terreno por dosis de THOR-Gel

RESISTENCIA INICIAL EN Ω	% DE REDUCCIÓN	RESISTENCIA FINAL EN Ω
600	95	30
300	85	45
100	70	30
50	60	20
20	50	10
10	40	6

Para el cálculo del SPAT emplearemos:

-Tierra de Cultivo o de Chacra

Según el Anexo IE-12, la resistividad está entre 50 -200 Ω -m

-Barra de Cu – Copperweld de 3/4"Ø x 2.40 m.

Empleamos la formula de resistividad:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot l}{d}\right)$$

$$R = \frac{200}{2 \times \pi \times 2.40} \times \ln\left(\frac{2 \times 2.40}{\left(\frac{3}{4}\right) \times \frac{25.4}{1000}}\right)$$

$$R = 73,33 \Omega$$

Para un Sistema Delta de Puesta a Tierra, compuesto por 3 Barra de Cu – Copperweld de 3/4"Ø x 2.40 m.

$$R_{equiv} = R/3$$

$$R_{equiv} = 24,43 \Omega$$

El resultado es muy próximo a 25Ω , lo cual no indica que debemos reducir la Resistencia Eléctrica.

Aplicamos 3 Dosis de THOR GEL

	Resistencia Inicial	Reducción (%)	Resistencia Final
1° Dosis de THOR-GEL	200 Ω -m	80%	40
2° Dosis de THOR-GEL	40	55%	18
3° Dosis de THOR-GEL	18	50%	9 Ω -m

Por lo Tanto tendremos: $R = 9,00 \Omega$

Para un Sistema Delta de Puesta a Tierra:

$$R_{equiv} = 3,00 \Omega$$

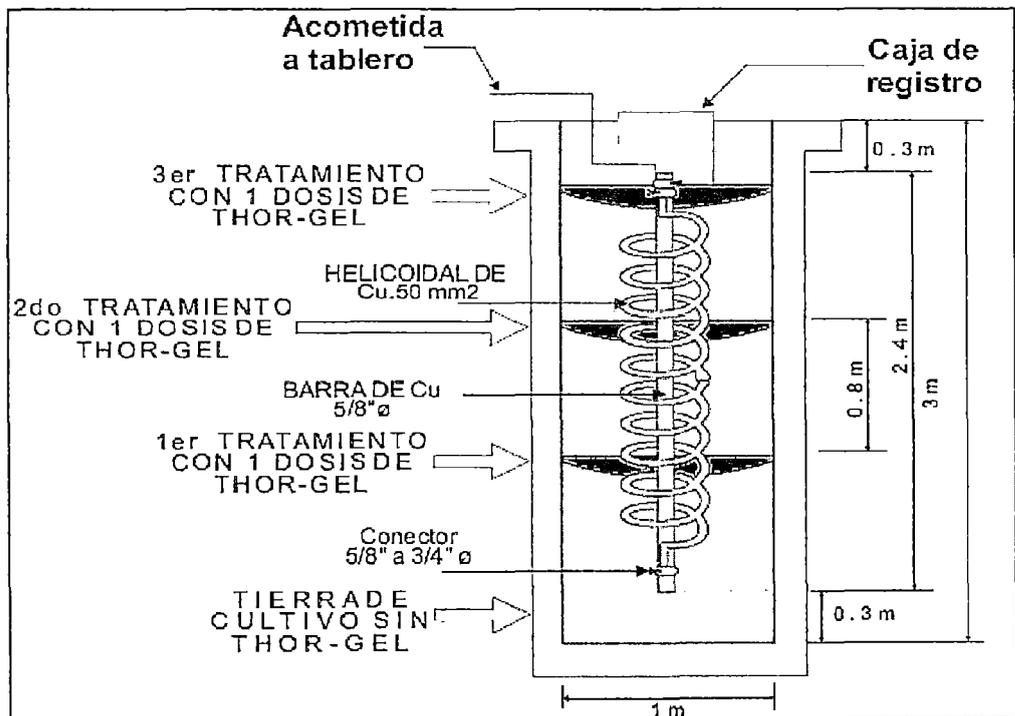


Figura 3.36 Esquema para Construcción de Puesta a Tierra.

CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

4.1 PLAN Y ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

A) ALCANCES GENERALES

Se suministrará todos los recursos: personal, maquinaria, herramientas, facilidades y los materiales requeridos para la ejecución del proyecto; asimismo, se realizara la planificación y control de la obra.

El alcance del trabajo a ejecutar es:

ON SHORE (En Tierra)

- Construcción de una Planta de Vertimiento de aguas residuales al mar que contará con dos Estaciones de Bombeo para Efluentes Aceitosos y Efluentes Químicos.
- Construcción de Arquetas para alojamiento de válvulas y carretes bridados.
- Construcción de Arquetas para cambio de dirección de tuberías por gravedad.
- Tendido de tubería de HDPE Ø280 para Efluentes Aceitosos.
- Tendido de tubería de HDPE Ø200 para Efluentes Químicos.

- Tendido de tuberías de HDPE Ø315 para Efluentes Aceitosos, de funcionamiento por gravedad
- Tendido de tubería de HDPE Ø250 para Efluentes Químicos, de funcionamiento por gravedad
- Instalaciones eléctricas y montaje de tableros eléctricos, acometida de las Estaciones de Bombeo, sistema de puesta a tierra y alumbrado.

OFF SHORE (En el Mar)

- Construcción y montaje de Lastres de Concreto para anclaje de las Líneas Submarinas.
- Construcción e instalación de Difusores.
- Lanzamiento de las líneas submarinas para Efluentes Químicos y Aceitosos.

B) RECURSOS HUMANOS:

Se contara en la ejecución de obras con los siguientes Ingenieros y Técnicos:

- Ingeniero Residente de Obra.
- Ingeniero de Programación y Control de Costos.
- Ingeniero de Seguridad.
- Asistente de Obras Civiles.
- Técnico Operado de Maquina de Soldar
- Supervisor de obras Lanzamiento de líneas submarinas
- Técnico Montajista
- Técnico Electricista
- Personal diverso, obreros y de apoyo

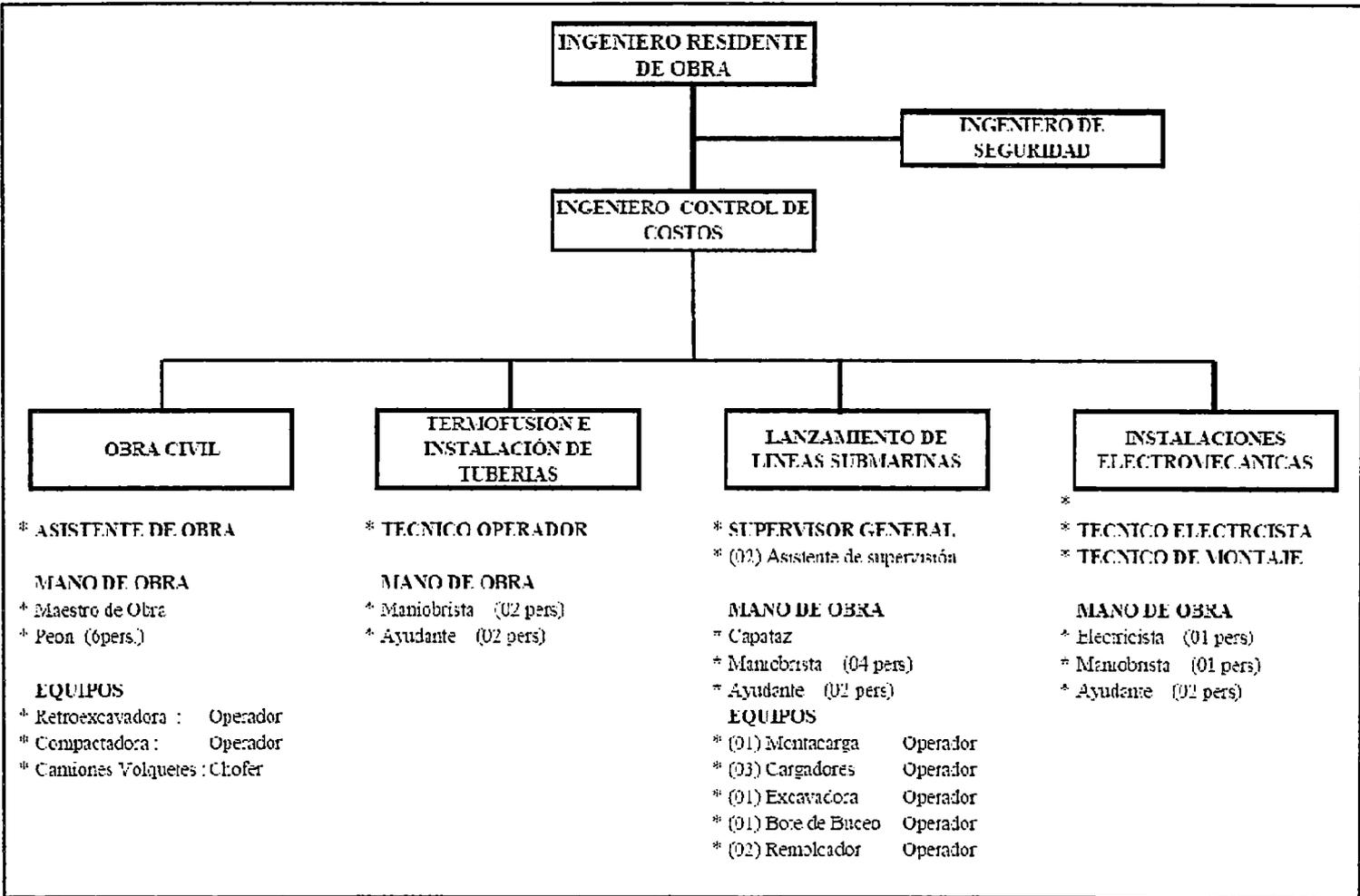


Figura 4.1 Organigrama para la Ejecución del Proyecto.

D) PRESUPUESTO DESAGREGADO DETALLADO

Se adjunta Presupuesto desagregado por los siguientes Ítems:

- Suministro e instalación de los Equipos Electromecánicos
- Suministro e instalación de materiales e insumos de HDPE.
- Ejecución de Obras Civiles
- Suministro de servicios varios y gastos generales

Ver Capitulo 5.

E) COMUNICACIONES

Se realizaran reuniones semanales programadas, contando con la presencia de:

Asistentes:

- Ingeniero Residente.
- Ingeniero de Programación y Control de Costos.
- Ingeniero de Seguridad.
- Asistente de Ingeniero Residente.
- Supervisores de Obra.

La Agenda incluirá:

- Reportes de Avance e índices.
- Curvas de valor ganado.
- Evolución y tendencias de los costos.
- Avances según cronograma.
- Situación de los cambios de alcances.

- Situación del riesgo.
- Presentación valorizaciones quincenales con sus Informes correspondiente.

F) PLAN DE MANEJO DE LOS CAMBIOS.

El plan de manejo de cambios se hará en coordinación del Ingeniero Residente con el Supervisor de Obra mediante el uso del “Cuaderno de Obra”.

G) PLANIFICACION Y SECUENCIA DE EJECUCION DEL PROYECTO

Se adjunta el “Cronograma de Ejecución del Proyecto” donde queda establecido lo siguiente:

- Secuencia de actividades
- Plazo de ejecución de cada partida
- Ruta critica del proyecto

En base a este cronograma se tiene la siguiente secuencia de ejecución de la obra:

1º Mes de Ejecución del Proyecto

- Se hará la planificación de la obra y las coordinaciones para la ubicación del personal y equipos en la zona de trabajo.
- Se instalara la Caseta de Obra, en el lugar cercano de la zona de ejecución de los trabajos.
- Se pondrá la orden de compra de los Equipos Electromecánicos para que puedan ser Importados y se encuentren a disposición en la fecha indicada en el Cronograma para su instalación.

- Se trasladara a la zona de trabajo la totalidad de las tuberías y accesorios de HDPE.

2º Mes de Ejecución del Proyecto

- Se dará inicio a las excavaciones de la zanja para tendido de Tuberías en dos frentes. Con equipo mecánico y con Mano de Obra en el Tramo inicial cercano a la ubicación de las Estaciones de Bombeo.
- Se dará inicio y culminará la excavación masiva con equipo mecánico en la zona que se ubicaran las Arquetas para Cámaras de Bombeo.
- Se dará inicio y culminará la construcción de las Arquetas para Cámaras de Bombeo lo cual incluirá la Armadura de acero, Encofrado y vaciado del Concreto con Mezcladora.
- Se dará inicio y culminará la construcción de los Lastres de Concreto.
- Se dará inicio a la construcción de las Arquetas de Pase N° 01, 02, 03 y 04.
- Se dará inicio a la Termofusión de las tuberías de HDPE.

3º Mes de Ejecución del Proyecto

- Se culminará la construcción de las Arquetas de Pase N° 01, 02, 03 y 04, lo cual incluirá la Armadura de acero, Encofrado y vaciado del Concreto con Mezcladora.
- Se culminará la soldadura mediante Termofusión de las tuberías de HDPE.
- Se iniciará y culminará el relleno de las zanjas para las tuberías de 10” y 8”
- Se iniciará la eliminación de excedentes de excavación.

- Se dará inicio a la colocación de las válvulas a la tubería de HDPE.
- Se dará inicio a la colocación de los lastres y los preparativos para el lanzamiento del tramo submarino.
- Se dará inicio y culminará la excavación de zanja, el tendido de cables eléctricos y relleno de la zanja para la acometida eléctrica que alimentara a los Tableros Eléctricos.

4° Mes de Ejecución del Proyecto

- Se efectuará el lanzamiento del tramo de la tubería submarina.
- Se culminará la colocación de las válvulas de la línea de emisores.
- Se terminará con la eliminación de excedentes de excavación.
- Se hará el suministro e instalación de las tomas a tierra.

5° Mes de Ejecución del Proyecto

- Se dará inicio y culminará el montaje de las Cámaras de Bombeo y de los equipos electromecánicos, Bombas y Tableros de distribución y fuerza.
- Se efectuará la puesta en marcha de los equipos electromecánicos y las pruebas correspondientes.
- Se retirará de la zona todos los equipos empleados en la ejecución del Proyecto y se hará limpieza del área de Trabajo.
- Se hará entrega de la obra terminada.

4.2 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Según lo indicado en el acápite 4.1 Plan y Organigrama del Proyecto se elabora el siguiente cronograma donde queda establecido:

- Secuencia de actividades
- Plazo de ejecución de cada partida, fecha de comienzo y fin de obra.
- Monto por cada partida.
- Ruta crítica del proyecto.

4.3 PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE TUBERÍAS HDPE POR TERMOFUSIÓN.

A) Descripción de la Maquina de Soldadura por Termofusión

Se clasifican principalmente de acuerdo al sistema de transmisión de potencia que emplean, pueden ser:

a) **De accionamiento mecánico.**- Está limitada su aplicación a equipos de soldadura para tuberías de pequeño diámetro (menores de 4").

El equipo cuenta con el calentador, que está montado sobre el equipo y tiene un asa y un adaptador insertado para manipularlo mediante electricidad. Su plato calefactor es portátil.

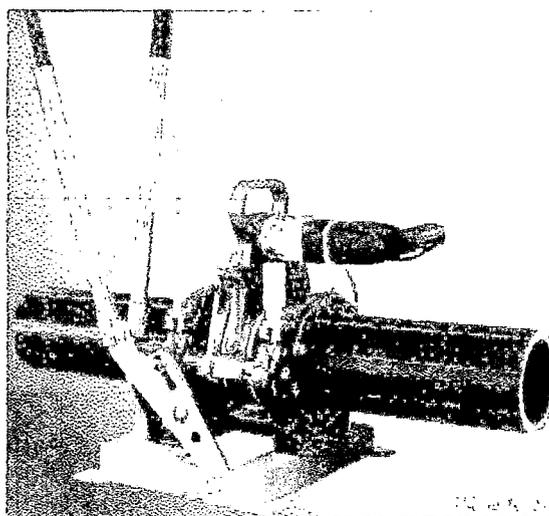


Figura 4.2 Maquina de Soldar con accionamiento mecánico

b) **De accionamiento hidráulico.**- De aplicación general. Son los equipos más apropiados para diversos usos y para diversos diámetros.

Las Máquinas de Soldadura por Termofusión están conformadas por los siguientes elementos:

Elemento Calefactor.- Plancha metálica de calentamiento a base de una resistencia eléctrica interna. El metal de la plancha es liviano para facilitar su manipuleo y tiene una cubierta fina de teflón para evitar la adhesión del material plástico.

Refrentador.- Disco giratorio provisto de cuchillas que realiza la operación de arranque de viruta con la finalidad de uniformizar la superficie de las caras a unir y lograr que el contacto entre ellas sea total.



Figura 4.3 Ubicación del disco giratorio para refrentado

Sistema de transmisión de energía hidráulica.- Este sistema está conformado por la bomba tubería y accesorios que conducen y transmiten la energía a los mecanismos del equipo.

Motor de accionamiento.- Puede ser eléctrico o de combustión interna, se encarga de proveer de energía mecánica a la bomba hidráulica y en algunos casos también al generador.

Generador Eléctrico.- Es el mecanismo que provee de energía eléctrica al elemento calefactor.

En los equipos de energía autónoma, este mecanismo es accionado por el motor de combustión interna que también acciona la bomba.

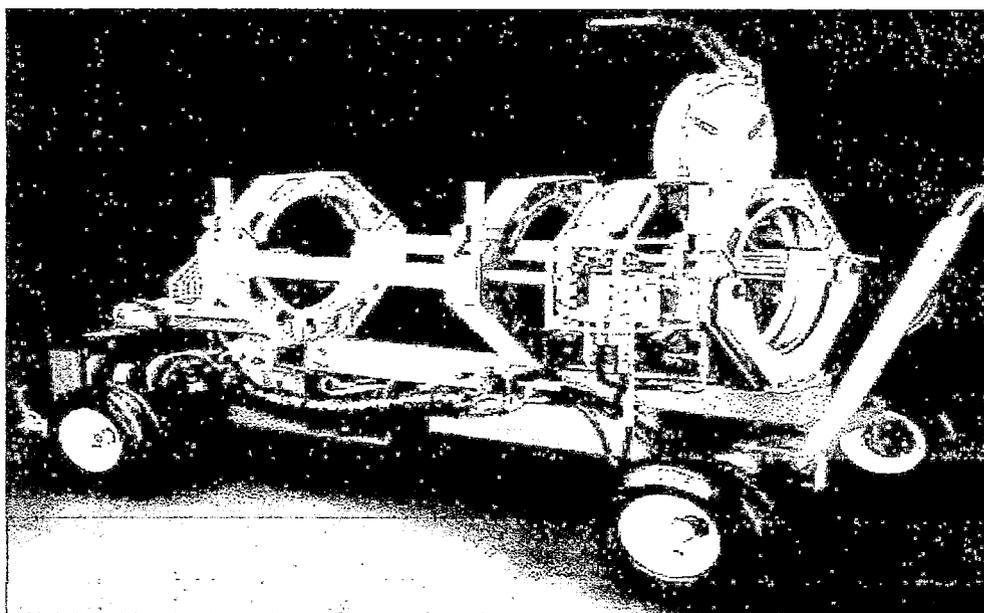


Figura 4.4 Máquina de Soldadura por Termofusión - Accionamiento hidráulico

B) Equipos y Accesorios para Termofusión.

Para realizar la Soldadura a Tope de las tuberías HDPE la Máquina de Soldadura debe contar con los siguientes equipos y accesorios:

- Mesa alineadora con bancada.
- Sistema hidráulico para movimiento de la mesa alineadora.
- Motor de combustión interna y Generador eléctrico.
- Rectificador (biselador) de caras.
- Elemento de calefacción regulable.

- Mordazas de fijación de diferentes diámetros.

Para un buen funcionamiento, se requiere accesorios, tales como:

- Alcohol (propano o etílico) para limpieza de tuberías e instrumentos.
- Toallas blancas desechables o Trapo industrial para limpieza de extremos de la tubería
- Herramientas (llaves, alicates, otros)
- Cronometro digital
- Hoja de registro de soldadura
- Sacos para viruta
- Polines para desplazamiento

C) DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento de Soldadura a Tope por Termofusión para Tuberías de HDPE debe cumplir con las especificaciones de las Norma ASTM D 3350.

Para obtener una buena soldadura es necesario que se cumpla los siguientes pasos:

- a) Se debe instalar el equipo** de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- b) Colocación de las tuberías.-** Se instalan las tuberías a soldar, sobre la máquina asegurando un ajuste adecuado hasta que las tuberías estén perfectamente alineadas.

- c) **Alineación de las tuberías.**- Se colocan las tuberías a soldar, sobre la máquina asegurando un ajuste adecuado hasta que las tuberías estén perfectamente alineadas y los extremos a soldar estén completamente paralelos, garantizando la imposibilidad del movimiento axial.
- d) **Presentación.**- Realizado el montaje de las tuberías sobre la máquina de termofusión, se verifican las condiciones de perpendicularidad de las caras con el eje de las tuberías y el contacto total de las caras de los tubos a soldarse, de no cumplirse alguna de estas condiciones; se procede al refrentado.
- e) **Refrentado.**- Se coloca el refrentador o biselador entre los dos extremos de las tuberías, estas se unen al biselador con ayuda del mecanismo de unión a presión y se acciona, se debe arrancar el material necesario (no mayor a 2mm.) que luego permita comprobar la condición requerida en el proceso anterior. Si la comprobación es positiva, se retira el biselador. Si no se refrenta bien las caras a soldarse no estarán del todo adheridas en el momento en que se realice la termofusión.



Figura 4.5 Disco refrentador o biselador para extremos paralelos de tuberías

f) **Verificación de alineamiento.**- se comprueba uniendo suavemente los extremos refrendados, luego se constata la perpendicularidad del corte, controlando que la separación entre caras no sea mayor del 0.2% del espesor.

Para nuestro caso:

Tabla 4.1 Valor de separación para alineamiento de extremos de tuberías

Descripción	Espesor pared (mm.)	Separación < 0,2%Esp.
Tubería HDPE Ø200	14,7	< 0.0294
Tubería HDPE Ø250	18,4	< 0.0368
Tubería HDPE Ø280	20,6	< 0.0412
Tubería HDPE Ø315	23,2	< 0.0464

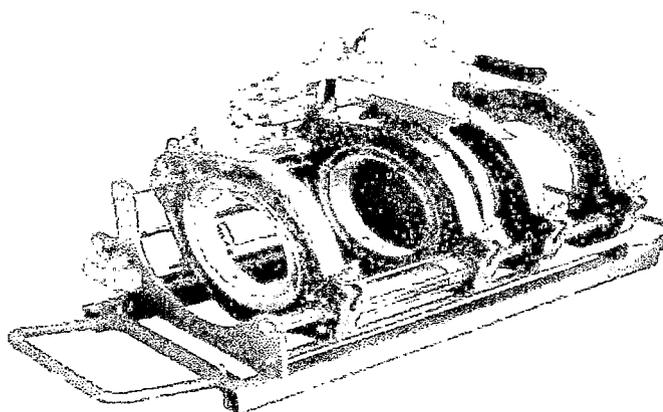


Figura 4.6 Elemento de fijación – Mecanismo de unión a presión

g) **Pre calentamiento.**- Una vez que la plato calefactor o termo elemento haya alcanzado la temperatura recomendada por el fabricante; se coloca ésta entre los extremos preparados de las tuberías.

Se pone en contacto a las tuberías con la plancha a una presión determinada y se calienta hasta la formación del anillo básico de fusión.

Para espesores menores a 10mm, la temperatura del termoelemento debe ser de $210 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($410 \pm 5^{\circ}\text{F}$) y para espesores mayores a 10mm, la temperatura debe ser de $200 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($392 \pm 5^{\circ}\text{F}$).

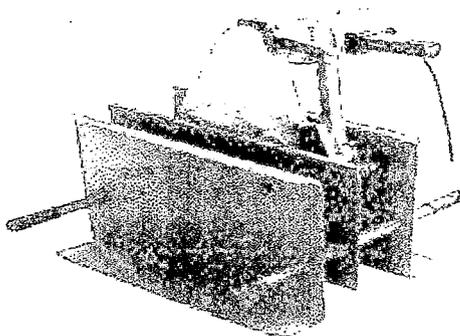


Figura 4.7 Termo elemento – Plato calefactor

- h) Periodo de Calentamiento.-** Esta en función del espesor del tubo y la presión en el momento de la soldadura no debe ser menor de $0,02\text{N/mm}^2$
- i) Retiro de Termo-elemento.-** Es el periodo en el cual se retira el plato calefactor y se pone en contacto las tuberías. Este tiempo debe ser el mínimo posible para evitar la solidificación de la masa plastificada, máximo 01 segundo por milímetro de espesor de tubo.

Tabla 4.2 Tiempo Estándar de acuerdo al Espesor de la Tubería

S (mm)	Período de calentamiento a una presión de (S)	Período de cambio (S)	Período para alcanzar temp de soldado (S)	Período de enfriado a la presión de soldadura (min)
4,3 – 6,8	60 – 70	4 – 8	6 – 8	6 – 10
7,1 – 11,4	70 – 120	6 – 10	8 – 12	10 – 16
12,7 – 18,2	120 – 170	7 – 15	10 – 15	17 – 24
20,1 – 25,5	170 – 210	10 – 20	15 – 20	25 – 32
28,3 – 36,4	210 – 250	10 – 25	20 – 25	33 – 40

j) Unión o asentamiento.- Completas las condiciones requeridas en el proceso anterior, se prosigue con la junta rápida de los extremos fundidos aplicando una fuerza gradual, desde un valor de 0.15N/mm² hasta el valor final de la fuerza aplicable según el espesor de la tubería, según lo indicado en figura 4.9.

El tiempo de junta durante el cual aumenta la fuerza está también en función del espesor, según lo indicado en figura 4.8.

Tabla 4.3 Fuerza Inicial de Calentamiento y Soldadura

Diámetro Externo (mm)	Fza Inicial Calentamiento Tubo	Fza Inicial Soldadura Tubo
32	14	42
40	21	63
50	33	63
63	52	256
75	74	222
90	106	317
110	157	471
125	204	610
140	256	768
160	334	1000
180	422	1264
200	520	1559
225	659	1975
250	814	2440
280	1019	3057
315	1290	3870
355	1636	4908
400	2078	6234
450	2633	7899

Fuerza en N/mm².

k) Periodo de Enfriamiento.- La fuerza final debe ser mantenida hasta que la soldadura haya bajado a una temperatura de 70°C, no se debe acelerar el enfriamiento con agua, solventes o con corrientes de aire.

Finalizado este pasó, se aflojan las mordazas y se corren las tuberías, dejando el último extremo de la tubería a la altura de la máquina y colocando la siguiente, para reiniciar el ciclo.

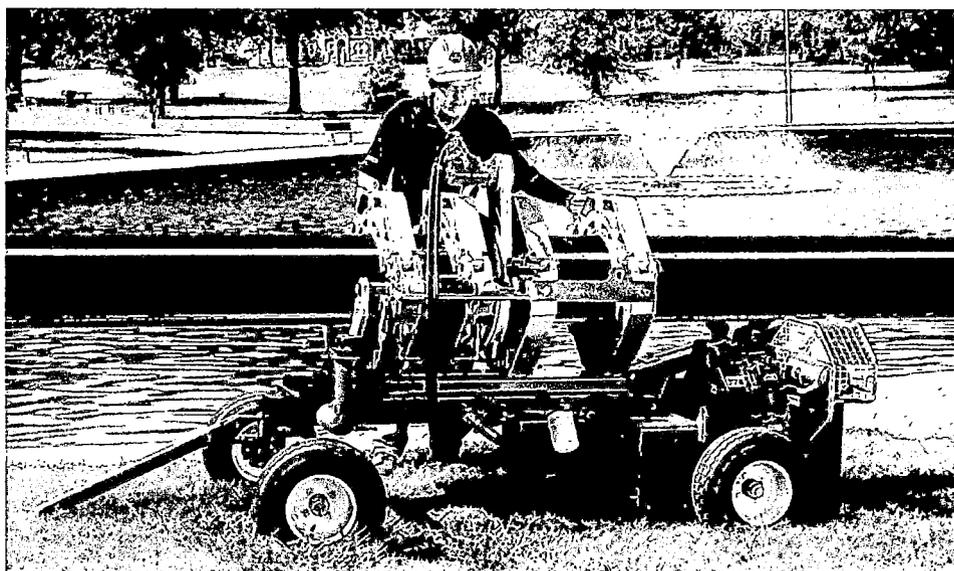


Figura 4.8 Alineamiento y Termofusión de Tuberías HDPE

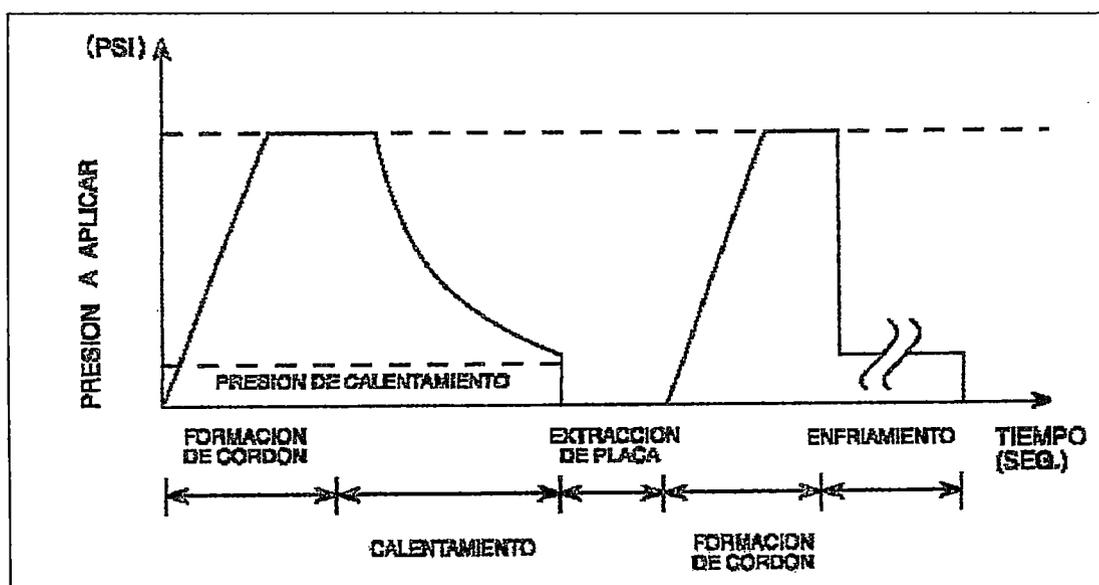


Figura 4.9 Diagrama guía para la Termofusión de Tuberías HDPE

D) PRUEBAS DE CALIDAD

Serán realizadas antes de la aprobación y aceptación de una junta soldada por termofusión, siendo estas las siguientes:

a. Inspección visual:

- Verificación de Alineamiento de las tuberías soldadas.
- Terminación o acabado de la superficie soldada.

b. Prueba de Ultrasonido.

Es un método de ensayo no destructivo basado en ondas de ultrasonidos para detectar fallos internos en la zona de soldeo o para medir el grosor de paredes.

c. Prueba Hidrostática.

Las tuberías de HDPE serán sometidas a una Presión de Prueba mayor a la Presión Nominal (PN) o Presión de diseño por un periodo de 3 horas, si existen restricciones en las normas internas de una Refinería, estas prevalecerán, pero la Presión Máxima de Prueba no debe exceder en 1.5 veces la Presión Nominal.

4.4 PROCEDIMIENTO PARA EL LANZAMIENTO DE LÍNEAS SUBMARINAS.

A. Alcances del Proyecto y Descripción de las Instalaciones

El Sistema de Tuberías contara con dos tuberías submarinas de HDPE (High Density Polyethylene) de Ø200 para descarga de Efluentes Químicos y Ø280 para descarga de Efluentes Aceitosos, interconectadas mediante Lastres de Concreto instalados a lo largo de las tuberías cada 4,5m para ser sujetadas al lecho marino y asegurar su estabilidad frente a las acciones de las corrientes submarinas y oleaje existente en la zona de la instalación. La Tubería de Ø280 tendrá una longitud de 550 metros, mientras que la Tubería de Ø200 tendrá una longitud de 450 metros.

Ambos Tuberías es su extremo final dispondrán de un elemento Emisor de 50 metros de longitud, con toberas difusoras de Ø63 levantadas a 50 cm. por sobre la tubería.

Los Lastres de concreto se asegurarán a las líneas por medio de pernos de anclajes de Acero Inoxidables Ø3/8", logrando que las Tuberías de Ø200 y Ø280 descansen en el lecho marino, debidamente anclados y sustentados.

B. Trabajos previos a la Instalación

B.1 Prefabricación de las Líneas Submarinas, Emisores y Difusores

Las Líneas submarinas serán prefabricadas en tierra, perpendicular y fuera del alcance de la línea de alta marea.

Los emisores serán prefabricados en varillones de 50 metros cada uno, en tierra, perpendicular y fuera del alcance la línea de alta marea. Ver figura 4.10.

Tanto los emisores como los difusores serán fabricados a partir de tuberías de HDPE unidas por termofusión, sobre camas blandas conformadas por sacos de polipropileno rellenos con arena fina del lugar.

Los lastres de concreto serán prefabricados fuera de la zona y se emplearán durante el montaje.

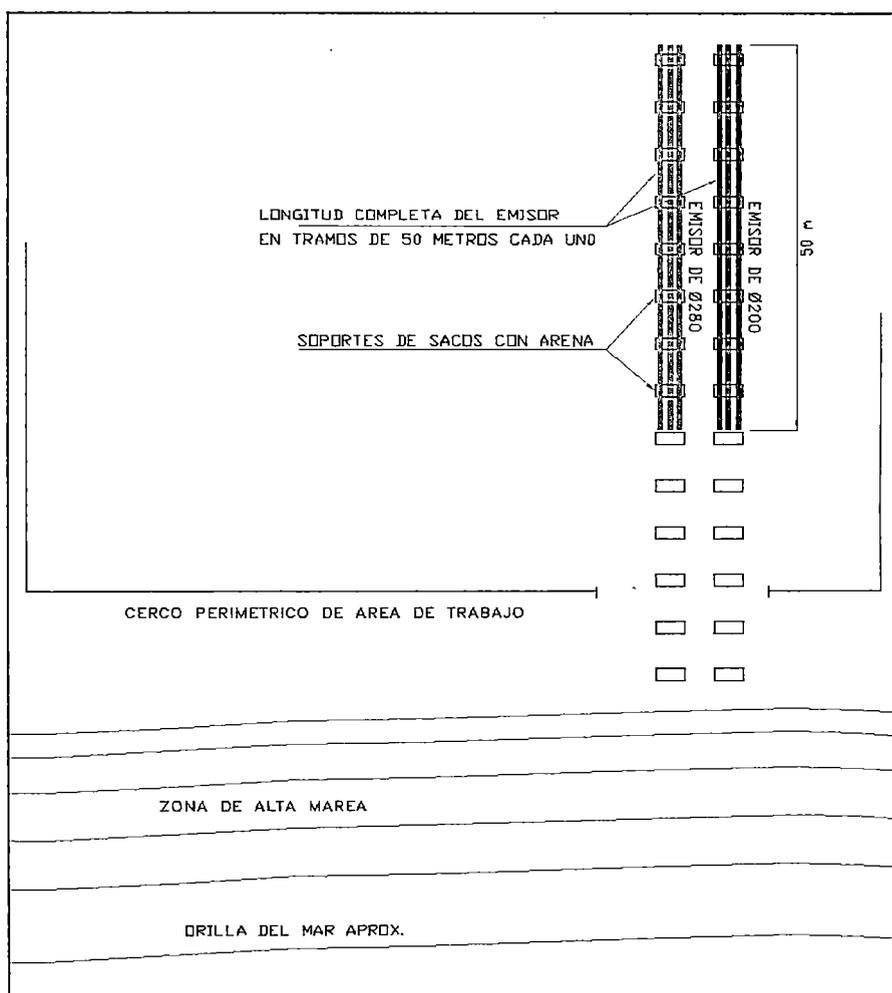


Figura 4.10 Ubicación de pre-fabricados de Tuberías HDPE

B.2 Habilitación de la Rampa de Lanzamiento

La Rampa de lanzamiento será habilitada en forma paralela a la playa y a una distancia de 10 metros aproximadamente de la línea de alta marea. Se instalará ejes de sacos de polipropileno rellenos con arena para el descanso de los varillones que han sido prefabricados con anterioridad.

La rampa de lanzamiento permitirá el acceso de maquinaria de lanzamiento, tales como cargadores frontales y del personal que participará en las maniobras, tendrá 600 metros de longitud para albergar a ambas líneas, siendo la más larga de 550 metros. Debido a la gran flexibilidad de las líneas de HDPE, la rampa de lanzamiento podrá no ser perfectamente horizontal, ya que además, las líneas serán trasladadas al mar en forma lateral básicamente.

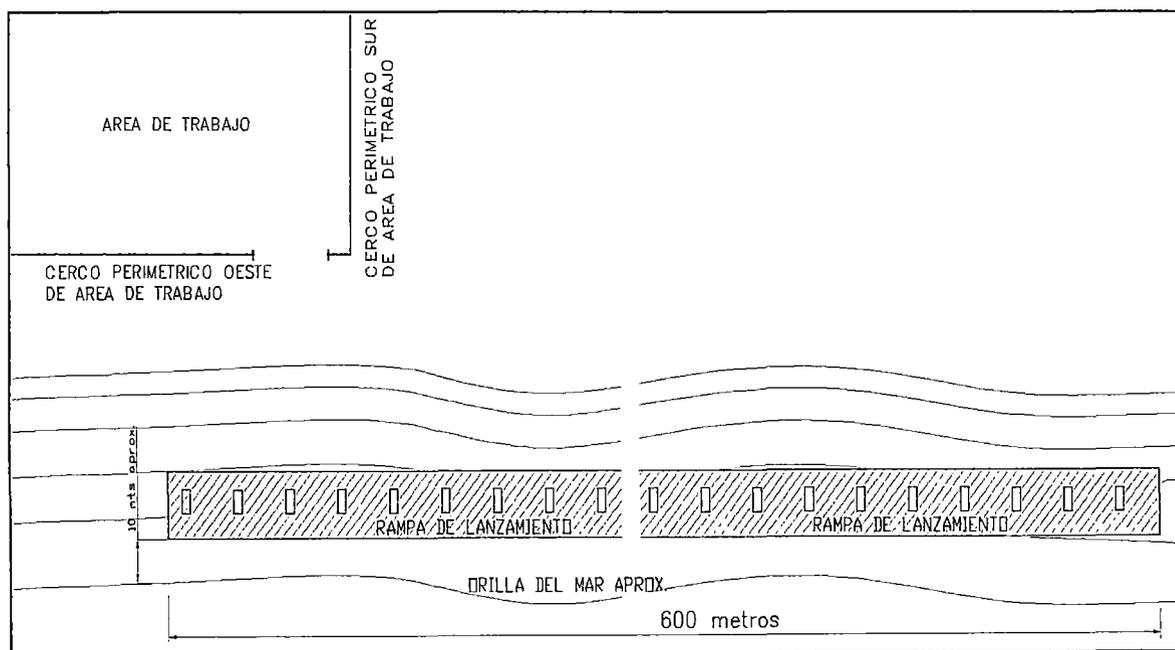


Figura 4.11 Área de Rampa de Lanzamiento

B.3 Traslado de los Varillones del Emisor hacia la Rampa de Lanzamiento

Los varillones serán trasladados a la rampa de lanzamiento por medio de cargadores frontales que jalarán las líneas hacia su posición de fabricación final en la rampa de lanzamiento, tratando de evitar roces de la tubería con las piedras u otros objetos punzantes.

Los varillones serán depositados sobre los sacos de arena colocados en la rampa de lanzamiento, uno a continuación del otro, para proceder después a su unión por termo-fusión, conformándose la longitud completa de las líneas submarinas de $\varnothing 280$ (550 metros) y $\varnothing 200$ (450 metros). Se realiza la prueba no destructiva de la unión soldadas correspondientes y las pruebas hidrostáticas respectivas.

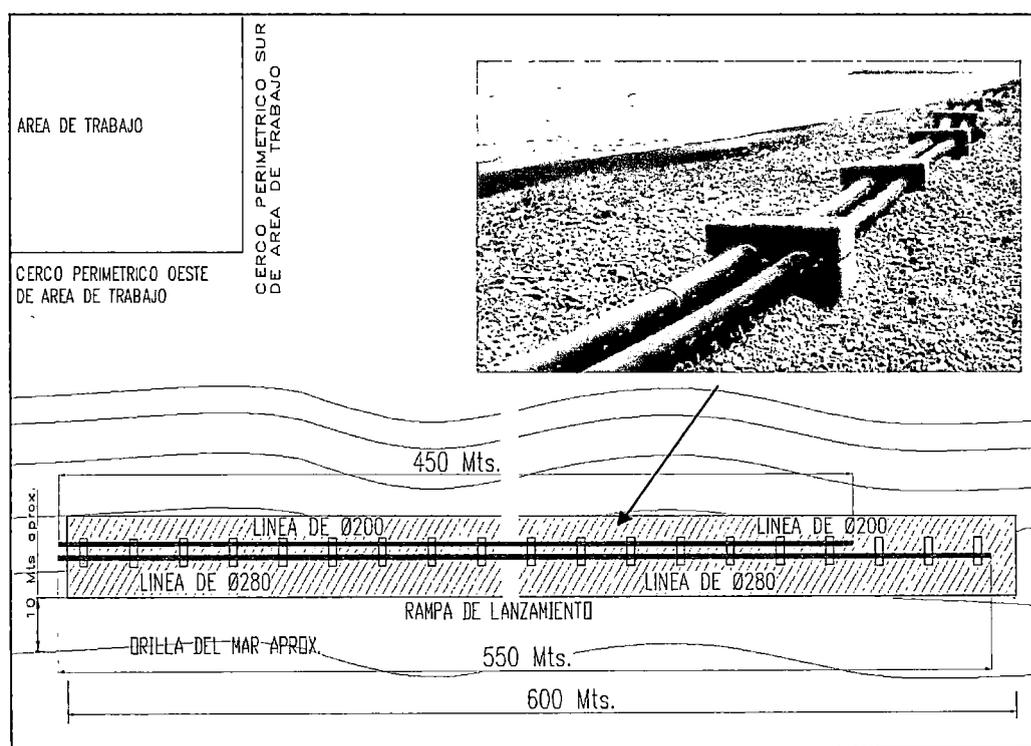


Figura 4.12 Ubicación de Líneas de HDPE en la Rampa de Lanzamiento

Seguidamente se instalarán los Lastres de Concreto debidamente fijados a cada una de las líneas cada 4,5 metros según lo diseñado en el acápite 3.5. En cada

lastre se instalan flotadores para garantizar la flotabilidad del sistema. Las líneas así conformadas quedará listas para su lanzamiento al mar, ver figura 4.12.

B.4 PREPARACION DE LA MANIOBRA DE TIRO

La maniobra de tiro será preparada con cabos de polipropileno de 2". Para que el esfuerzo de tiro sea distribuido por igual a cada una de las líneas, se adicionará unos cáncamos de fijación en cada uno de los lastres frontales de concreto.

La maniobra de tiro estará compuesta por un cabo de conexión polipropileno que pasará a través del cáncamo del lastre frontal de la línea de Ø200, prolongándose a los dos lastres siguientes, amarrándose a cada uno de ellos sin tocar a la tubería. Se tiembla el cabo de tiro y se da dos vueltas al cáncamo. Se lleva el cabo hasta el cáncamo colocado en el lastre frontal de la línea de Ø280, al que se da una vuelta y amarrándose a los dos lastres subsiguientes; se retorna la punta del cabo al cáncamo del lastre frontal de tiro amarrándose adecuadamente. El cabo que une las dos líneas no estará templado si no, más bien, tendrá una longitud de 120 metros.

Para lograr un esfuerzo uniforme en ambas líneas, se pasa por el cabo que une ambas líneas, un aro o grillete de 2" al cual se fijará la espía de tiro de las líneas.

La espía de tiro estará compuesta por un grillete de 2" fijado a una gaza en su extremo, el cual que se fijará al aro o grillete colocado en la maniobra. De esta

manera, se garantiza que el esfuerzo de tiro se reparta en ambas líneas, ver figura 4.13.

Se tapan las bridas de los extremos de cada uno de los emisores, dejándolos listos para su lanzamiento.

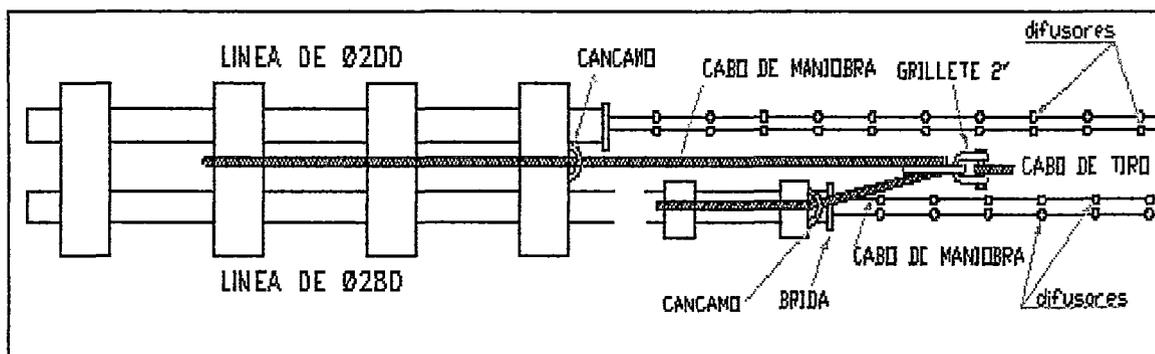


Figura 4.13 Instalación del Sistema de Tiro

B.5 PERSONAL, MAQUINARIAS Y EMBARCACIONES NECESARIOS

PARA EL LANZAMIENTO

Previamente a la labor de lanzamiento de las líneas se dispondrá de los siguientes recursos:

B.5.1 PERSONAL:

- Ingeniero especialista y asistente técnico.
- Coordinador de maniobras especialista.
- Capataz de montaje y maniobrista
- 5 Ayudantes de maniobra.
- 2 Buzos profesionales con patente DICAPI vigente y un tender de apoyo.

- Patrones de lanchas, de remolcadores y ayudantes

B.5.2 MAQUINARIAS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS:

- 03 cargadores frontales para la habilitación de la rampa de lanzamiento, traslado y tendido de los varillones a lo largo de la rampa de lanzamiento.
- Equipo de soldadura por fusión térmica de los varillones en playa
- Equipos y herramientas de maniobra.
- Flotadores para proporcionar la flotación segura a las líneas.
- Compresora de 150 pcm para reflatamiento de emergencia en tierra.

B.5.3 EMBARCACIONES

- 02 Remolcadores de bahía de 200 HP, con sus respectivas maniobras sobre cubierta.
- 01 lanchas de buzos con compresora y elementos de buceo profesional.
- 01 lancha de apoyo con compresora para buceo, para cualquier emergencia.

B.6 INSTALACIÓN DE BOYARINES DE SEÑALIZACIÓN

Antes del lanzamiento de las líneas, se procederá a señalar los puntos de llegada e intermedios para garantizar la alineación de cada línea por medio de boyarines de caucho, PVC, espuma, o polietileno.

C. LANZAMIENTO DE LAS LÍNEAS

Una vez que se han cumplido todos los pasos anteriores, se podrá proceder al lanzamiento de las líneas submarinas:

C.1 POSICIONAMIENTO DE NAVES Y PASE DE CABO DE TIRO

La primera actividad en el mar será posicionar las naves en sus respectivos lugares y pasar el cabo de tiro. La embarcación de tiro. Se ubicará a unos 300 metros de la orilla, desde donde pasará el cabo de tiro mediante un mensajero de polipropileno de ½", con el empleo de una lancha de buzos y personal de buzos que nadarán a playa para traer a tierra el cabo mensajero, donde es recogido por el personal de apoyo y jalado hacia tierra. Si es necesario se empleará un cargador frontal para apoyar la maniobra.

El cabo de tiro (polipropileno de 2" de diámetro) es fijado a la maniobra instalada en las líneas a lanzar, de acuerdo a lo establecido en el punto B.4.

La otra embarcación se ubica en posición cercana a la primera a la espera de la salida de las líneas.

C.2 APOYO TERRESTRE AL LANZAMIENTO

En tierra, los cargadores frontales se ubican detrás de las líneas (hacia tierra), uno a continuación del otro frente a los tres primeros lastres.

Los cargadores desplazan la tubería hacia el mar en forma lenta y paulatina, evitando formar curvas a las tuberías con radios menores a 6 metros (20 diámetros de la tubería mayor: 280mm). Los primeros Lastres de Concreto se irán depositando en el mar hasta que empiecen a flotar. La embarcación no tiro, no hace esfuerzo a la tubería, solamente mantiene el cabo con cierto seno que impida que la punta de la tubería derive hacia el norte o sur.

Las tuberías irán formando una curva, ente la parte en flotación y la parte en tierra. Se sigue llevando los lastres al mar por el mismo método, mientras que la embarcación de tiro va manteniendo la tubería en posición. Los otros remolcadores acompañan al desplazamiento de las tuberías manteniéndola en posición y evitando la formación de curvas excesivas.

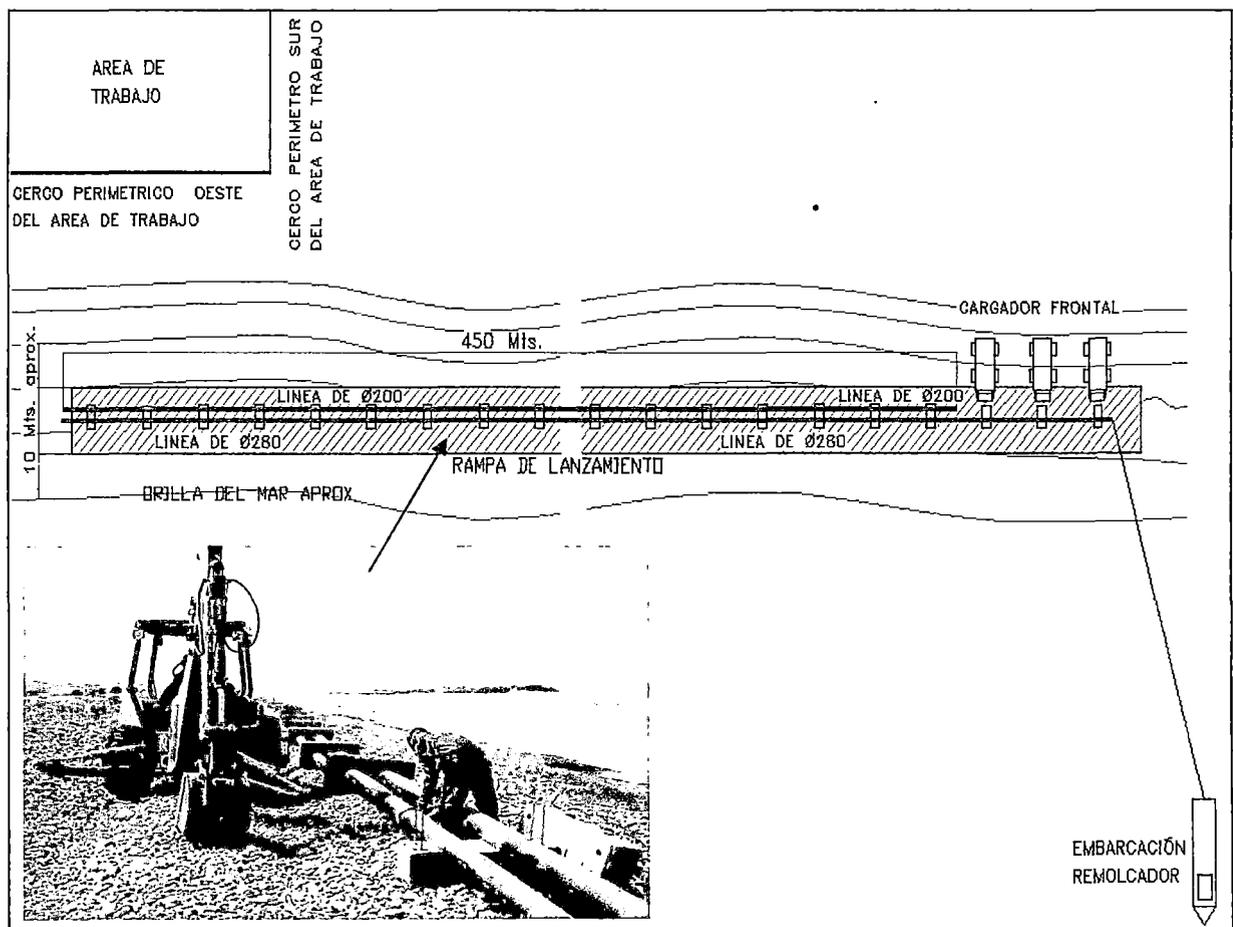


Figura 4.14 Maniobra durante el Lanzamiento (01)

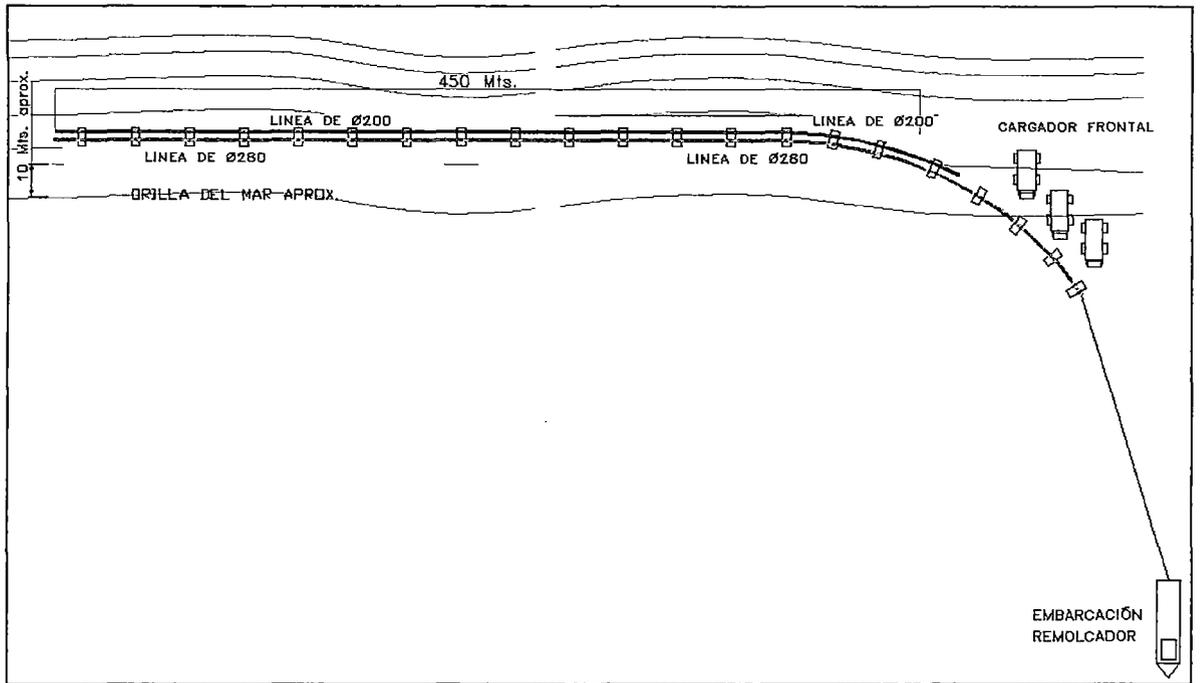


Figura 4.15 Maniobra durante el Lanzamiento (02)

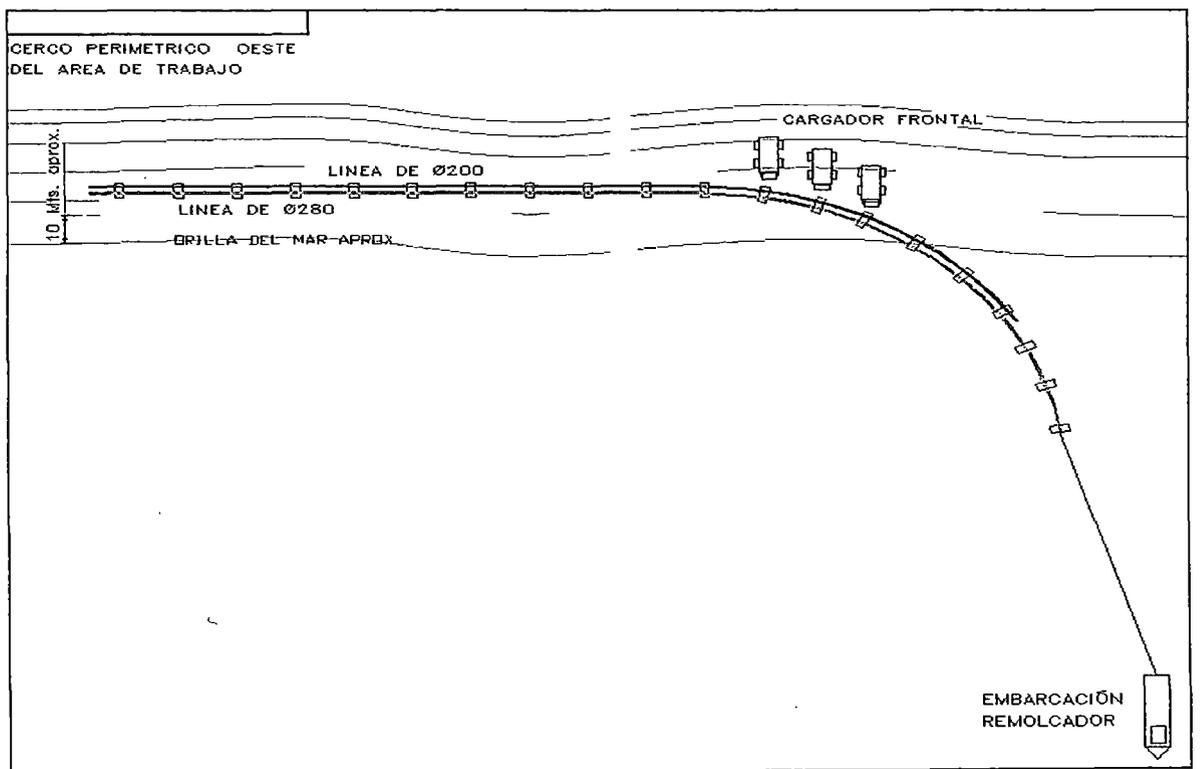


Figura 4.16 Maniobras durante el Lanzamiento (03)

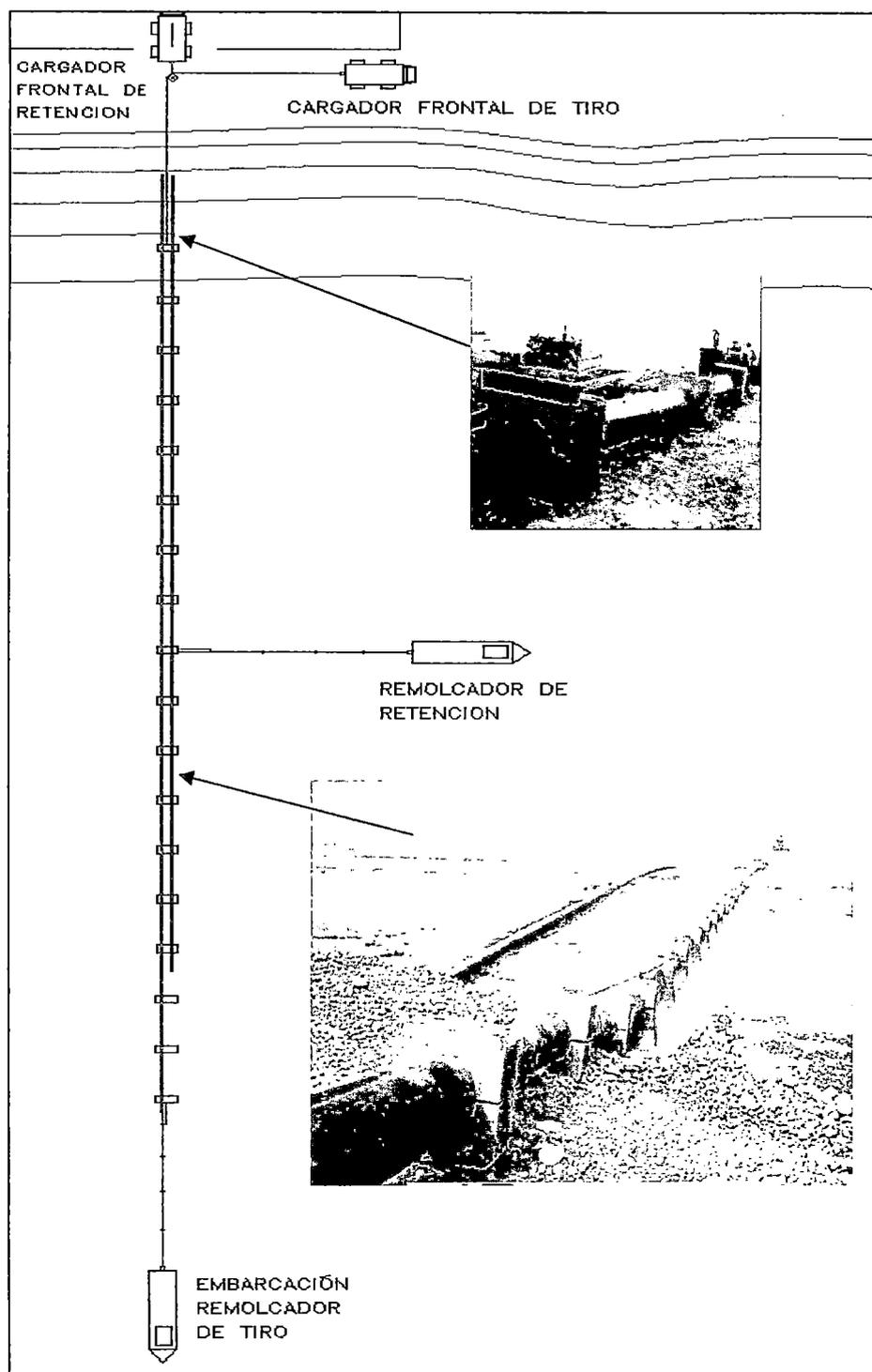


Figura 4.17 Maniobra de tiro del sistema para ubicación final del Sistema de Líneas Submarinas

C.3 DESCENSO SUBMARINO DE LA LÍNEA

Culminado lo estipulado en el punto C.2, el sistema de tuberías flotando sobre el mar se desplazara hasta las ubicaciones fijadas por los boyarines para luego ser remolcado hacia tierra donde se realizara tu conexión con la línea de tierra.

Con las tuberías flotando en su ubicación, los buzos procederán a abrir las válvulas conectadas en los extremos finales de las líneas para que se llenen de agua de mar logrando que el empuje disminuya logrando con esto el descenso de la línea.

D. CONEXIONES FINALES

El extremo terrestre de las líneas es conectado al tramo de mar lanzado, mediante termo fusión de las líneas, quedando la instalación lista para su operación, el tramo mar estará unido al tramo terrestre que se extiende hasta la Arqueta de Pase de Zona playa, desde la cual se podrá hacer la limpieza y mantenimiento de estas línea submarina. Ver planos adjuntos 4001DH1 (Recorrido de Líneas submarinas), 1002DH1 (Recorrido de Tuberías) y 2001DH4 (Arqueta Pase 4).

4.5 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

- a) Para la aceptación del tendido de la Tuberías HDPE en el Lado Tierra y del Lanzamiento de las Tuberías en el Lado Mar, se realizaran las siguientes pruebas, las cuales se realizaran presencia del Inspector y/o Supervisor de Obra.
- Pruebas de Ultrasonido a las uniones soldadas por termofusión, la unión que no pase la prueba será extraída y se soldara una nueva unión.
 - Prueba Hidrostáticas a cada línea de tubería distinguiendo los siguientes tramos: Tubería Ø280 de longitud 1450m lado tierra, Tubería Ø280 de 550m lado mar, Tubería Ø200 de longitud 1450m lado tierra, Tubería Ø200 de 450m lado mar.
- b) Antes de iniciar el montaje de los equipos electromecánicos y de instalar los materiales eléctricos, se les aplicara las Pruebas de Aislamiento y Continuidad en presencia del Inspector y/o Supervisor de Obra.
- c) Para la aceptación del tendido de líneas de alimentación eléctrica. se realizan las Pruebas Aislamiento y Continuidad, de acuerdo con las Normas de Refinerías y del Código Nacional de Electricidad.
- Las pruebas serán de Aislamiento a Tierra y de Aislamiento entre conductores, debiendo efectuar las pruebas tanto para cada circuito como para cada alimentador.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.1 METRADOS Y COSTOS UNITARIOS

Referente al valor de los Costos Unitarios, los costos mostrados están de acuerdo a la realidad del Mercado Peruano a la fecha 06/06/09, estos pueden variar de acuerdo a la situación en que se encuentre la economía nacional y mundial en una determinada fecha.

5.1.1 De Equipos Electromecánicos

Describe los principales equipos electromecánicas Bombas, Motores eléctricos, Tableros de Arranque y Control, Cables eléctricos, válvulas entre otros, diseñados y seleccionados para el funcionamiento de la Planta de Vertimiento.

Se indica la cantidad de equipos, su costo unitario referencial en el mercado peruano y el costo global,

Los costos unitarios de las partidas mostrados incluyen el costo del equipo, sus accesorios y su montaje en obra.

El tipo de moneda de los costos es USD – Dólares Americanos

PROYECTO:	DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERIA DEL LITORAL PERUANO
FECHA:	04/05/2009
MONEDA:	USD - DOLAR AMERICANO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
------	-------------	--------	----------	--------------------	----------------------

1.00	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS				
-------------	----------------------------------	--	--	--	--

1.01	Estacion de Bombeo para Efluentes Aceitosos		1	20.745,47	20.745,47
	Estacion de bombeo Tipo TOP para aguas residuales de efluentes aceitosos, Material polimero reforzada con fibra de vidrio, de Dimensiones Ø1800 x 5000 m				
	El suministro incluye: Certificado de calidad y fabricacion de la camaras en material polimero reforzada con fibra de vidrio.				

1.02	Electrobombas Sumergibles Marca ITT - Modelo NP3153.181 MT		2	14.557,20	29.114,40
	Características técnicas:				
	Caudal : 77,8 Lps				
	ADT : 12,5 metros				
	Eficiencia : 77,7%				
	Motor eléctrico: 14,9 Kw, trifásico, 440 Voltios, fdp 0,85, 60 Hz, 1800 rpm, a prueba de explosión, con termistores para protección por sobrecalentamiento en el estator. el encapsulado del motor será de acuerdo a la norma IEC529:1989, proteccion IP68 permitiendo una inmersión máxima de 20 metros, su diseño permite el acoplamiento de una válvula de limpieza.				
	Materiales de Bomba:				
	Carcaza : Hierro fundido ASTM A48 N 35B				
	Impulsor : Hierro fundido ASTM A48 N 35B				
	Eje : Acero Inoxidable 431				
	Sistema de sellado, tipo cartucho, plug-in, con partes de acero inoxidable y elastomeros de viton, sello interior y exterior carburo de tungsteno / carburo de tungsteno.				
	Sistemas de monitoreo y protección: que incluyen				
	(03) Termistores para protección de sobrecalentamiento del estator, sensor (01) de ingreso de liquido en cámara de estator				
	Accesorios para montaje en la estación de bombeo; codo de descarga DN 150 (01), guia superior de tubos (02), grillete de acero galvanizado (02), cadena corta de izaje (02), tubos guías (02)				
01.03	Válvula de limpieza (Flush Valve)		2	2.429,28	4.858,56
	Una por bomba, se acopla integralmente al caracol de la bomba y trabaja con la presión de la bomba, sin requerimiento de fuente de energía o equipamiento adicional y permite un flujo de recirculación que pondrá los sólidos en suspensión para facilitar su bombeo haciendo de esta manera una estación mas limpia, la recirculación se realizara por un breve tiempo, tras el cual la válvula cierra y la bomba quedara operando normalmente, este ciclo se repite en cada arranque de la bomba.				
01.04	Válvula de compuerta para aguas servidas,		2	570,10	1.140,20
	una por bomba con husillo interno roscado, las partes del cuerpo son de material fierro fundido, fondo del cuerpo plano, la válvula es apropiada para ser utilizada en redes de aguas servidas hasta 50° C, anillos toricos de EPDM, vástago de acero inoxidable, DN 150 PN 10.				
01.05	Válvula Check Tipo Clapeta		2	929,06	1.858,12
	sellado suave, baja perdida de fricción, cuerpo de fierro fundido, vulcanizado en EPDM, protección externa con capa epoxica, DN 150 PN 10				
01.06	Tablero General de Fuerza y Control		1	16.654,44	16.654,44
	El tablero será tipo auto-soportado, fabricado en plancha LAF, acceso frontal, grado de protección NEMA 12, de color RAL7032, conexionado con cable tipo TW, terminales de compresión, borneras plásticas, rótulos de identificación y penería tropicalizada, de dimensiones 2100 x 600 x 600 mm, y constara de los siguientes equipos:				

	Interruptor Termomagnético 3Ø, 440 V (01)				
	- Elementos de medición:				
	Analizador de redes PM710 marca Merlin Gerin (01)				
	Transformadores de corriente 100/5A.. (03)				
	Interruptor Termomagnético 2x2A. (01)				
	Interruptor Termomagnético 3x2A. (01)				
	- Fuerza y control				
	Arrancador de estado sólido 18.5 Kw/ 440 V Telemecanique (02)				
	Selector M-0-A 220 V marca bremas (02)				
	Selector 0-1 220 V marca bremas (02)				
	Selector 0 - B1 - B2 (02)				
	Contactores electromagnéticos 32 A. (01)				
	Transformador de tensión 440/220 V (01)				
	Relé de mínima y máxima Tensión Telemecanique (01)				
	Fuente de alimentación 220 VAC/24VDC (01)				
	Relé auxiliares 10 A. Telemecanique (10)				
	Base de 11 pines Telemecanique (02)				
	Botón pulsador de arranque (01)				
	Botón pulsador de parada (01)				
	Lámparas de color verde de funcionamiento 220 V (02)				
	Lámparas de color rojo de falla 220 V (02)				
	Botón de parada de emergencia tipo hongo (01)				
	Breaker de control de 1x6 A. Merlin Gerin				
	Lámpara de iluminación interna de tablero 12 W (01)				
	Sirena de 90db 220 Vac				
	Lámpara de color rojo, alarma para nivel mínimo 220 V (01)				
	Lámpara de color rojo, alarma para nivel máximo 220 V (01)				
	Controlador de estación de bombeo para 2 bombas APP 521 (1)				
	Sensor de nivel piezo-resistivo con 15 metros de cable (1)				

01.07	Estacion de Bombeo para Efluentes Químicos		1	20.745,47	20.745,47
	Estacion de bombeo Tipo TOP para aguas residuales de Efluentes Químicos, Material polimero reforzada con fibra de vidrio, de Dimensiones Ø1800 x 5000 m				
	El suministro incluye: Certificado de calidad y fabricación de la camaras en material polimero reforzada con fibra de vidrio.				

01.08	Electrobombas Sumergibles Marca ITT - Modelo NP3127.181 MT		2	6.720,37	13.440,74
	Características técnicas:				
	Caudal : 33,3 Lps				
	ADT : 12,9 metros				
	Eficiencia : 69,7%				
	Motor eléctrico: 7,5 Kw, trifásico, 440 Voltios, fdp 0,88, 60 Hz, 1800 rpm, a prueba de explosión, con termistores para protección por sobrecalentamiento en el estator. el encapsulado del motor será de acuerdo a la norma IEC529:1989, protección IP68 permitiendo una inmersión máxima de 20 metros, su diseño permite el acoplamiento de una válvula de limpieza.				
	Materiales:				
	Carcaza : Hierro fundido ASTM A48 N 35B				
	Impulsor : Hierro fundido ASTM A48 N 35B				
	Eje : Acero Inoxidable 431				
	Sistema de sellado, tipo cartucho, plug-in, con partes de acero inoxidable y elastomeros de viton, sello interior y exterior carburo de tungsteno / carburo de tungsteno.				
	Además cuenta con:				
	Sistemas de monitoreo y protección: que incluyen				
	(03) Termistores para protección de sobrecalentamiento del estator, sensor (01) de ingreso de liquido en cámara de estator				

	Accesorios para montaje en la estación de bombeo; codo de descarga DN 150 (01), guía superior de tubos (02), grillete de acero galvanizado (02), cadena corta de izaje (02), tubos guías (02)				
01.09	Válvula de limpieza (Flush Valve) Una por bomba, se acopla integralmente al caracol de la bomba y trabaja con la presión de la bomba, sin requerimiento de fuente de energía o equipamiento adicional y permite un flujo de recirculación que pondrá los sólidos en suspensión para facilitar su bombeo haciendo de esta manera una estación mas limpia, la recirculación se realizara por un breve tiempo, tras el cual la válvula cierra y la bomba quedara operando normalmente, este ciclo se repite en cada arranque de la bomba.		2	2.144,23	4.288,46
01.10	Válvula de compuerta para aguas servidas, una por bomba con husillo interno roscado, las partes del cuerpo son de material fierro fundido, fondo del cuerpo plano, la válvula es apropiada para ser utilizada en redes de aguas servidas hasta 50° C, anillos toricos de EPDM, vástago de acero inoxidable, DN 150 PN 10.		2	570,10	1.140,20
01.11	Válvula Check Tipo Clapeta sellado suave, baja perdida de fricción, cuerpo de fierro fundido, vulcanizado en EPDM, protección externa con capa epoxica, DN 150 PN 10		2	929,06	1.858,12
01.12	Tablero General de Fuerza y Control El tablero será tipo auto-soportado, fabricado en plancha LAF, acceso frontal, grado de protección NEMA 12, de color RAL7032, conexionado con cable tipo TW, terminales de compresión, borneras plásticas, rótulos de identificación y perneria tropicalizada, de dimensiones 2000 x 630 x 800 mm, y constara de los siguientes equipos: Interrupor Termomagnetico3Ø, 440 V (01) - Elementos de medición: Analizador de redes PM710 marca Merlin Gerin (01) Transformadores de corriente 100/5 A. (03) Interrupor Termomagnetico 2x2 A. (01) Interrupor Termomagnetico 3x2 A. (01) - Fuerza y control Contactor tripolar 3x 25A, 440 V Telemecanique (02) Selector M-0-A 220 V marca bremas (02) Selector 0-1 220 V marca bremas (02) Selector 0 - B1 - B2 (02) Contactores electromagnéticos 32A. (01) Transformador de Tensión 440/220 V (01) Relé de mínima y máxima Tensión Telemecanique (01) Fuente de alimentación 220 VAC/24VDC (01) Relé auxiliares 10A. Telemecanique (10) Base de 11 pines Telemecanique (02) Botón pulsador de arranque (01) Botón pulsador de parada (01) Lámparas de color verde de funcionamiento 220 V (02) Lámparas de color rojo de falla 220 V (02) Botón de parada de emergencia tipo hongo (01) Breaker de control de 1x6A. Merlin Gerin Lámpara de iluminación interna de tablero 12 W (01) Sirena de 90db 220 Vac Lámpara de color rojo, alarma para nivel mínimo 220 V (01) Lámpara de color rojo, alarma para nivel máximo 220 V (01) Controlador de estación de bombeo para 2 bombas APP 521 (1) Sensor de nivel piezo-resistivo con 15 metros de cable (1)		1	12.035,54	12.035,54
01.13	Valvula de compuerta Ø250 (10") A-216 WCB / Stellite bridas RF# 150, con certificado de calidad.	Unid	2	2.111,50	4.223,00
01.14	Valvula de compuerta Ø315 (12") A-216 WCB / Stellite bridas RF# 150, con certificado de calidad.	Unid	2	2.111,50	4.223,00

01.15	Montaje e instalacion de las valvulas a la tuberia de polietileno		4	300,00	1.200,00
01.16	Equipo de alumbrado para la estacion de maniobras		1	527,87	527,87
	Suministro e instalacion de luminarias fluorescentes clase 1 division 2, con dos lamparas fluorescentes de dos pastillas de 36 watts c/u, conexionado con reactancia electronica, envolvente de polyester reforzado con fibra de vidrio, reflector en color blanco, proteccion IP65, incluye baculo de soporte, prensaestopas, montaje y sujecion de luminarias, colocacion de lamparas y materiales.				
01.17	Tablero de alimentacion y distribucion		1	7.522,19	7.522,19
	Cuadro electrico de baja tension (01)				
	Interruptores termomagneticos (03)				
	Transformador de 440/220 VAC 4KVA				
	Interruptores termomagneticos para alumbrado (01)				
	Celula fotoelectronica (01)				
	Conmutador voltimetrico (01)				
	Voltimetro de 0-600 V (01)				
	Amperimetro de 0-100 Amp (01)				
	Contactador de 32 amp Telemecanique (01)				
	Incluye conectado interno y pruebas respectivas.				
01.18	Cable para alimentaci3n electrica				
	Cable NYN TRIPOLAR 0,6/1KV 1-3x50 MM2	M	140	11,91	1.667,40
	Cable NYN TRIPOLAR 0,6/1KV 1-3x10 MM2	M	8	2,38	19,04
	Cable NYN TRIPOLAR 0,6/1KV 1-3x2,5 MM2	M	8	1,19	9,52

P. TOTAL (US\$)	147.271,74
------------------------	-------------------

5.1.2 De Materiales HDPE

Describe los principales Materiales HDPE, tuberías según catálogos de diámetro nominal Ø280, Ø200, Ø3150 y Ø250, Accesorios como Codos 90°, Tees, Reducciones, Stub-end, bridas de acero al carbono, bridad Inoxidables, válvulas compuerta, entre otros, diseñados y seleccionados para el funcionamiento de la Planta de Vertimiento y de acuerdo a los planos adjuntos.

Los costos unitarios de las partidas mostrados incluyen el costo del material y su montaje en obra.

El tipo de moneda de los costos es USD – Dólares Americanos

PROYECTO:	DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERIA DEL LITORAL PERUANO
FECHA:	04/05/2009
MONEDA:	USD - DOLAR AMERICANO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
------	-------------	--------	----------	-----------------	-------------------

2.00	MATERIALES HDPE
-------------	------------------------

PARA LINEA DE EFLUENTES ACEITOSOS					
2.01	Tubo de Polietileno HDPE Ø280 - PE80 - Clase 10 (tierra)	Ml	1.450,00	51,33	74.428,50
2.02	Tubo de Polietileno HDPE Ø280 - PE80 - Clase 10 (mar)	Ml	500,00	51,33	25.665,00
2.03	Tee Reducción de 280 x 280 x 63 (tramo de 2.40 m)	Und	7,00	328,04	2.296,28
2.04	Difusor de HDPE Ø63 x 0.50m	Und	7,00	6,97	48,79
2.05	Tee Reducción de 200 x 200 x 63 (tramo de 2.40 m)	Und	7,00	235,02	1.645,14
2.06	Difusor de HDPE Ø63 x 0.50m	Und	7,00	6,97	48,79
2.07	Tee Reducción de 160 x 160 x 63 (tramo de 2.40 m)	Und	6,00	211,97	1.271,82
2.08	Difusor de HDPE Ø63 x 0.50m	Und	6,00	6,97	41,82
2.09	Reducción de HDPE 280 x 200	Und	1,00	243,56	243,56
2.10	Reducción de HDPE 200 x 160	Und	1,00	178,14	178,14
2.11	Stubend HDPE Ø160 - PE80 - Clase 10	Und	1,00	69,59	69,59
2.12	Brida Ø160 (Ø6") Slip On ASTM - 150lb	Und	1,00	129,44	129,44
2.13	Esparragos de Acero C/2T 316L (3/4" x 5") (para brida Ø160)	Und	8,00	6,26	50,08
2.14	Union Bridada p/ tubería HDPE Ø280 PE80 - Clase 10, Accesorios INOX316L	Und	3,00	1.182,98	3.548,94
2.15	Codo de 90° - HDPE Ø280 - Clase10	Und	4,00	217,28	869,12
2.16	Codo de 45° - HDPE Ø280 - Clase10	Und	2,00	187,41	374,82
2.17	Reducción HDPE Ø280 x Ø160	Und	1,00	264,43	264,43
2.18	Tubo de Polietileno HDPE Ø315 - PE80 - Clase 10 (tierra)	Ml	130,00	65,33	8.492,90
2.19	Stubend HDPE Ø315 (Ø12") - PE80 - Clase 10	Und	4,00	314,94	1.259,76
2.20	Brida Ø315 (Ø12") Slip On ASTM - A 193 - FF 150# - L261	Und	4,00	375,78	1.503,12
2.21	Esparragos de Acero ASTM - A - 193 GR B7, C/2T A-194 (7/8" x 6") H-263 (p	Und	48,00	4,53	217,44
2.22	Tee HDPE Ø315	Und	1,00	476,23	476,23

PARA LINEA DE EFLUENTES QUIMICOS					
2.23	Tubo de Polietileno HDPE Ø200 - PE80 - Clase 10 (tierra)	Ml	1.450,00	26,27	38.091,50
2.24	Tubo de Polietileno HDPE Ø200 - PE80 - Clase 10 (mar)	Ml	400,00	26,27	10.508,00
2.25	Tee Reducción de 200 x 200 x 63 (tramo de 4.00 m)	Und	4,00	284,10	1.136,40
2.26	Difusor de HDPE Ø63 x 0.50m	Und	4,00	6,97	27,88
2.27	Tee Reducción de 160 x 160 x 63 (tramo de 4.00 m)	Und	4,00	234,71	938,84
2.28	Difusor de HDPE Ø63 x 0.50m	Und	4,00	6,97	27,88
2.29	Tee Reducción de 110 x 110 x 63 (tramo de 4.00 m)	Und	4,00	72,29	289,16
2.30	Difusor de HDPE Ø63 x 0.50m	Und	4,00	6,97	27,88
2.31	Reducción de HDPE 200 x 160	Und	1,00	178,14	178,14
2.32	Reducción de HDPE 160 x 110	Und	1,00	104,38	104,38
2.33	Stubend HDPE Ø110 - PE80 - Clase 10	Und	1,00	31,32	31,32
2.34	Brida Ø110 (Ø4") Slip On ASTM - 150lb	Und	1,00	50,92	50,92
2.35	Esparragos de Acero C/2T 316L (5/8" x 4 1/2") (para brida Ø110)	Und	8,00	8,35	66,80
2.36	Union Bridada p/ tubería HDPE Ø200 PE80 - Clase 10, Accesorios INOX316L	Und	3,00	692,40	2.077,20
2.37	Codo de 90° - HDPE Ø200 - Clase10	Und	4,00	111,15	444,59
2.38	Codo de 45° - HDPE Ø200 - Clase11	Und	4,00	95,87	383,48
2.39	Reducción de HDPE Ø200 x Ø160	Und	1,00	178,14	178,14
2.40	Tubo de Polietileno HDPE Ø250 - PE80 - Clase 10 (tierra)	Ml	130,00	41,14	5.348,20
2.41	Stubend HDPE Ø250 (Ø10") - PE80 - Clase 10	Und	4,00	198,33	793,32
2.42	Brida Ø250 (Ø10") Slip On ASTM - A 193 - FF 150# - L261	Und	4,00	313,15	1.252,60
2.43	Esparragos de Acero ASTM - A - 193 GR B7, C/2T A-194 (7/8" x 6") H-263 (p	Und	48,00	4,53	217,44
2.44	Tee HDPE Ø250	Und	1,00	299,93	299,93

P. TOTAL (US\$)	185.597,71
------------------------	-------------------

5.1.3 De Obras Civiles

Describe las principales Obras Civiles, excavación de zanjas para tendido de tuberías y de cables eléctricos, construcción de Arquetas para Cámaras de Bombeo y Arquetas de pase, entre otros, seleccionados para el funcionamiento de la Planta de Vertimiento, y de acuerdo a los planos adjuntos.

Los costos unitarios de las partidas mostradas contemplan los costos de materiales e insumos, herramientas y mano de obra.

El tipo de moneda de los costos es USD – Dólares Americanos

PROYECTO:	DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERIA DEL LITORAL PERUANO
FECHA:	04/05/2009
MONEDA:	USD - DOLAR AMERICANO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
------	-------------	--------	----------	--------------------	----------------------

3.00	OBRAS CIVILES				
-------------	----------------------	--	--	--	--

3.01	Excavacion de Zanjas para Tuberias HDPE de Ø280 y Ø200				52.008,11
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.01.01	EXCAVACION	M3	2.035,80	11,20	22.800,96
3.01.02	BASE DE MATERIAL ZARANDEADO	M3	973,90	6,36	6.194,01
3.01.03	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	M4	1.469,06	11,20	16.453,46
3.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	407,16	10,48	4.267,04
3.01.05	REFINE Y NIVELACION ZANJA EN TERRENO NORMAL "C" PARA TUBERIA	M	2.000,00	0,61	1.220,00
3.01.06	BASE DE 0,20 m	M2	31,20	7,13	222,46
3.01.07	IMPRIMADO	M2	31,20	3,73	116,38
3.01.08	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	M2	31,20	22,39	698,57
3.01.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,20	11,01	35,23

3.02	Arqueta para Camaras de Bombeo	Unid	2,00		16.941,22
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.02.01	EXCAVACION	M3	467,00	11,20	5.230,39
3.02.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	M3	413,75	6,36	2.631,46
3.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	66,56	11,20	745,47
3.02.04	BASE DE MATERIAL GRANULAR	M3	4,36	14,36	62,55
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
3.02.05	CONCRETO solado $f_c=150$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	2,18	102,80	223,90
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
3.02.06	CONCRETO $f_c=245$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	15,72	160,57	2.523,73
3.02.07	ACERO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60	KG	1.662,38	1,34	2.227,59
3.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	131,95	13,38	1.765,45
3.02.09	LAMINA DE POLIETILENO 0.40 MM	M2	144,54	10,59	1.530,68

3.03	Arqueta de Pase N°1	Unid	2,00		6.094,05
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.03.01	EXCAVACION	M3	39,24	11,20	439,45
3.03.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	M3	21,32	6,36	135,60
3.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	17,92	11,20	200,67
3.03.04	BASE DE MATERIAL GRANULAR	M3	1,75	14,36	25,10
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
3.03.05	CONCRETO solado $f_c=150$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	0,87	102,80	89,85
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
3.03.06	CONCRETO $f_c=245$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	17,21	160,57	2.762,61
3.03.07	ACERO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60	KG	300,84	1,34	403,13
3.03.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	57,12	13,38	764,27
3.03.09	LAMINA DE POLIETILENO 0.40 MM	M2	43,18	10,59	457,28
	CARPINTERIA METALICA				
3.03.10	TAPA DE PLANCHA DE ACERO ESTRIADO 3/16"	M2	7,20	110,60	795,78
3.03.11	ESCALERA DE GATO	KG	15,50	1,31	20,31

3.04	Arqueta de Pase N°2	Unid	2,00		4.953,04
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.04.01	EXCAVACION	M3	44,77	11,20	501,45
3.04.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	M3	23,01	6,36	146,34
3.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	21,76	11,20	243,73
3.04.04	BASE DE MATERIAL GRANULAR	M3	2,23	14,36	32,05
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
3.04.05	CONCRETO solado $f_c=150$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	1,12	102,80	114,72
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
3.04.06	CONCRETO $f_c=245$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	6,23	160,57	1.000,03
3.04.07	ACERO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60	KG	363,12	1,34	486,58
3.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	63,66	13,38	851,77
3.04.09	LAMINA DE POLIETILENO 0.40 MM	M2	49,38	10,59	522,93
	CARPINTERIA METALICA				
3.04.10	TAPA DE PLANCHA DE ACERO ESTRIADO 3/16"	M2	9,34	110,60	1.033,13
3.04.11	ESCALERA DE GATO	KG	15,50	1,31	20,31

3.05	Arqueta de Pase N°3	Unid	4,00		2.732,71
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.05.01	EXCAVACION	M3	25,88	11,20	289,80
3.05.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	M3	16,56	6,36	105,32
3.05.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	11,64	11,20	130,41
3.05.04	BASE DE MATERIAL GRANULAR	M3	0,90	14,36	12,92
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
3.05.05	CONCRETO solado $f_c=150$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	0,45	102,80	46,26
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
3.05.06	CONCRETO $f_c=245$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	3,16	160,57	506,66
3.05.07	ACERO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60	KG	225,12	1,34	301,66
3.05.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	47,59	13,38	636,78
3.05.09	LAMINA DE POLIETILENO 0.40 MM	M2	28,50	10,59	301,82
	CARPINTERIA METALICA				
3.05.10	TAPA DE PLANCHA DE ACERO ESTRIADO 3/16"	M2	3,41	110,60	376,71
3.05.11	ESCALERA DE GATO	KG	18,60	1,31	24,37

3.06	Arqueta de Pase N°4 (Zona Playa)	Unid	1,00		4.232,48
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.06.01	EXCAVACION	M3	37,32	11,20	418,02
3.06.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	M3	20,28	6,36	128,98
3.06.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	21,30	11,20	238,60
3.06.04	BASE DE MATERIAL GRANULAR	M3	1,75	14,36	25,10
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
3.06.05	CONCRETO solado $f_c=150$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	0,87	102,80	89,85
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
3.06.06	CONCRETO $f_c=245$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	M3	5,64	160,57	905,61
3.06.07	ACERO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60	KG	295,44	1,34	395,89
3.06.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	60,24	13,38	806,01
3.06.09	LAMINA DE POLIETILENO 0.40 MM	M2	38,46	10,59	407,29
	CARPINTERIA METALICA				
3.06.10	TAPA DE PLANCHA DE ACERO ESTRIADO 3/16"	M2	7,17	110,60	792,76
3.06.11	ESCALERA DE GATO	KG	18,60	1,31	24,37

SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLES ELECTRICOS Y FACILIDADES					
3.07	Buzón de Pase de Cables Electricos	Unid	1,00		1.153,12
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.07.01	EXCAVACION	m3	10,00	11,08	110,80
3.07.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	m3	6,40	11,20	71,68
3.07.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,68	11,01	51,53
3.07.04	BASE DE MATERIAL GRANULAR	m3	0,45	14,36	6,46
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
3.07.05	CONCRETO $f_c=250$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	m3	1,69	160,57	271,36
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
3.07.06	CONCRETO solado $f_c=150$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	m3	0,23	102,78	23,64
3.07.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	16,28	13,38	217,83
3.07.08	LAMINA DE POLIETILENO 0.40 MM	m2	20,00	10,59	211,80
3.07.09	TAPA DE PLANCHA DE ACERO ESTRIADO 3/16"	m2	1,70	110,60	188,02
3.08	Zanjas para Cables Electricos	ml	110,00		4.295,35
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.08.01	EXCAVACION PARA TENDIDO DE RED ELECTRICA	m3	47,29	11,57	547,15
3.08.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	m3	27,36	11,20	306,43
3.08.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	31,45	11,01	346,26
3.08.04	REFINE Y NIVELACION ZANJA EN TERRENO NORMAL	m	100,88	0,61	61,54
3.08.05	BASE DE 0.20 m	m2	21,60	7,13	154,01
3.08.06	IMPRIMADO	m2	21,60	3,73	80,57
3.08.07	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	21,60	22,39	483,62
3.08.08	ACERO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60	kg	37,35	1,34	50,05
3.08.09	DUCTO CON TUBERIA PVC DE 4" Y SEÑALIZACION DE PROTECCION EN Z	m	18,00	14,18	255,24
3.08.10	CONCRETO $f_c=250$ kg/cm2 (CEMENTO TipoV)	m3	0,83	160,57	133,27
3.08.11	INSTALACION DE CABLES ELECTRICOS	GL	1,00	426,17	426,17
3.08.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TOMA A TIERRA	und	3,00	483,68	1.451,04

P. TOTAL (US\$)	92.410,08
------------------------	------------------

5.1.4 De Servicios Varios

Describe los Servicios de fabricación de Lastres de Concreto, Servicio por Termofusión de tuberías, Servicio de Pruebas hidrostáticas para las tuberías, Servicio de Pruebas de Ultrasonido para uniones soldadas, Servicio de Lanzamiento de Líneas Submarinas, entre otros, requeridos para el funcionamiento y puesta en marcha de la Planta de Vertimiento.

Los costos unitarios de las partidas mostradas contemplan los costos de materiales e insumos, herramientas, equipos y mano de obra.

El tipo de moneda de los costos es USD – Dólares Americanos

PROYECTO:	DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERIA DEL LITORAL PERUANO
FECHA:	04/05/2009
MONEDA:	USD - DOLAR AMERICANO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
------	-------------	--------	----------	--------------------	----------------------

4.00	SERVICIOS VARIOS				
-------------	-------------------------	--	--	--	--

4.01	Servicios de fabricación de lastres				13.290,34
4.01.01	Lastres de Concreto Armado Doble P /tubería de Ø200 - Ø280, W=433 kg c/u f _c =245 kg/cm ² ,	und	93,00	112,53	10.465,29
4.01.02	Lastres de Concreto Armado Doble P /tubería de Ø160 - Ø280, W=550 kg c/u f _c =245 kg/cm ² ,	und	3,00	112,53	337,59
4.01.03	Lastres de Concreto Armado Doble P /tubería de Ø110 - Ø280, W=550 kg c/u f _c =245 kg/cm ² ,	und	4,00	112,53	450,12
4.01.04	Lastres de Concreto Armado P /tubería de Ø280, W=290 kg c/u f _c =245 kg/cm ² ,	und	16,00	88,58	1.417,28
4.01.05	Lastres de Concreto Armado P /tubería de Ø200, W=290 kg c/u f _c =245 kg/cm ² ,	und	3,00	88,58	265,74
4.01.06	Lastres de Concreto Armado P /tubería de Ø216, W=290 kg c/u f _c =245 kg/cm ² ,	und	4,00	88,58	354,32

4.02	Servicio en Zona Tierra				23.023,61
4.02.01	Termofusión de Tuberías de HDPE Ø200 (1900,00 m)	días	22,00	214,29	4.714,38
4.02.02	Termofusión de Tuberías de HDPE Ø280 (2000,00 m)	días	26,00	214,29	5.571,54
4.02.03	Termofusión de Tuberías de HDPE Ø250 (130,00 m)	días	1,50	214,29	321,44
4.02.04	Termofusión de Tuberías de HDPE Ø315 (130,00 m)	días	1,50	214,29	321,44
4.02.05	Radiografías o ultrasonido para uniones de Ø200	und	55,00	42,86	2.357,30
4.02.06	Radiografías o ultrasonido para uniones de Ø280	und	65,00	42,86	2.785,90
4.02.07	Pruebas hidrostáticas para tuberías de Ø200	gib	3,00	571,43	1.714,29
4.02.08	Pruebas hidrostáticas para tuberías de Ø280	gib	4,00	571,43	2.285,72
4.02.09	Transporte del suministro de Materiales a la Obra.	gib	1,00	2.808,74	2.808,74
4.02.10	Pruebas de compresión de Lastres	Gib	1,00	142,86	142,86

4.03	Lanzamiento de Líneas Submarinas Tuberías HDPE de Ø200 y Ø280 (27 días)				38.570,54
	Incluyen los siguientes trabajos:	gib	1,00	38.570,54	38.570,54
	Confección e instalación de rampa de entrega a mar.				
	Montaje de lastres en tuberías de HDPE.				
	Lanzamiento submarino				

P. TOTAL (US\$)	74.884,49
------------------------	------------------

5.1.5 De Gastos Generales

Describe la relación de los principales gastos generales, por conceptos de movilización y desmovilización de equipos y herramientas, vigilancia, mano de obra especializada, entre otros, requeridos para la buena ejecución del proyecto.

El tipo de moneda de los costos es USD – Dólares Americanos

PROYECTO:	DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERIA DEL LITORAL PERUANO
FECHA:	04/05/2009
MONEDA:	USD - DOLAR AMERICANO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
------	-------------	--------	----------	--------------------	----------------------

5.00	GASTOS GENERALES
-------------	-------------------------

5.01	Movilización y desmovilización de Equipos y herramientas.(Contener, Equipos de Termofusión, Prueba Hidrostática, Moldes, Cables, Epp's y otros)	und	2,00	1.000,00	2.000,00
5.02	Movilización en Obra (Camioneta d / cabina - Ingenieros)	mes	5,00	3.085,71	15.428,55
5.03	Movilización en Obra (Camioneta combi - Operarios)	mes	3,00	3.085,71	9.257,13
5.04	Equipo de comunicación portatil.	glb	1,00	142,86	142,86
5.05	Agua para Consumo Humano.	mes	5,00	742,86	3.714,30
5.06	Equipos de protección personal. (Civiles + Lanzadores + Electromecánicos)	und	35,00	114,29	4.000,15
5.07	Equipos de seguridad. (Global)	glb	1,00	714,29	714,29
5.08	Implementacion de oficinas y almacen.	glb	1,00	1.428,57	1.428,57
5.09	Baños portátiles (3 unidades)	mes	5,00	357,14	1.785,70
5.10	Supervision Tecnica (Ing. Residente)	mes	5,00	3.428,57	17.142,85
5.11	Supervision Tecnica (Ing. Asistente)	mes	5,00	2.857,14	14.285,70
5.12	Supervision Tecnica (Ing. de Seguridad)	mes	5,00	3.428,57	17.142,85
5.13	Vigilancia en Obra	glb	2,00	2.142,86	4.285,72
5.14	Equipo pesado para manipuleo y traslado de tuberias	glb	1,00	7.142,86	7.142,86
5.15	Personal de apoyo (Solo para termofusión)	glb	1,00	6.428,57	6.428,57
5.16	Seguros de Personal.	glb	1,00	2.142,86	2.142,86
5.17	Costos documentarios e inducciones.	glb	1,00	714,29	714,29
5.18	Grupo electrógeno (35 kw)	mes	1,00	6.428,57	6.428,57
5.19	Grupo electrógeno (15 kw)	mes	2,00	3.714,29	7.428,58

P. TOTAL (US\$)	121.614,40
------------------------	-------------------

5.2 PRESUPUESTO

Referente al valor de los partidas indicadas, los costos mostrados están de acuerdo al Mercado Peruano a la fecha 06/06/09, estos pueden variar de acuerdo a la situación en que se encuentre la economía nacional y mundial en una determinada fecha.

5.2.1 Estimado de Inversión

Describe los valores acumulados por las Partidas de Equipos Electromecánicos, Materiales HDPE, Obras Civiles y Servicios Varios.

Los costos parciales mostrados están en función a los costos desagregados planteados en las sub-partidas, antes mencionadas.

El tipo de moneda de los costos es USD – Dólares Americanos

PRESUPUESTO

PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA
REFINERIA DEL LITORAL PERUANO
FECHA: 04/05/2009
MONEDA: USD - DOLAR AMERICANO

Presupuesto base

Item	Descripción	Parcial	
1.00	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	147.271,74	
2.00	MATERIALES HDPE	185.597,71	
3.00	OBRAS CIVILES	92.410,08	
4.00	SERVICIOS VARIOS	74.884,49	
	Costo Directo	500.164,02	
5.00	GASTOS GENERALES	19,56%	121.614,40
	UTILIDAD	10,00%	50.016,40
	SUBTOTAL		671.794,82
	IGV	19%	127.641,02
	TOTAL PRESUPUESTO		799.435,84

Nota: Los precios de las partidas son vigentes al: 04.05.09

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se diseñó una Planta de Vertimiento de Aguas Residuales según lo dispuesto en Ley de General de Aguas – Decreto Ley N° 17752, logrando que el vertimiento de los efluentes sean dispuestos lejos de la orilla de la playa, mediante el uso de emisores y tuberías submarinas, de esta manera la dilución de los efluentes no contaminara la flora y la fauna marina preservando con esto el Medio Ambiente.
2. Realizado el cálculo de las pérdidas hidráulicas con los métodos de Hazen-William y de Darcy – Weisbac, se obtuvo resultados similares cuya variación se encuentra entre el 1% al 3% de error.
3. El diseño del sistema hidráulico en base a los Caudales Máximos da resultados cuyos factores de seguridad son de 1,50 en el caso de Efluentes Aceitosos y 2,00 en el caso de Efluentes Químicos, respecto a los caudales o más frecuentes.

4. Realizado el cálculo del Sistema de Tuberías por Gravedad se obtuvo factores de seguridad de 1,70 para Efluentes Aceitosos y 2,50 para Efluentes Químicos, respecto a su respectivo caudal más frecuente.
5. Los cálculos realizados fueron comprobados y precisados mediante el uso de Software de Ingeniería como FLYPS, Cepermatic, entre otros, obteniendo resultados que presentan un porcentaje de error de 1% - 3%.
6. Expuesto el planeamiento del proyecto y los principales procedimientos a emplearse en la construcción y montaje del proyecto, se elaboró el Cronograma de Ejecución de Obras obteniendo una duración de obra de 130 días calendario.
7. Realizado el metrado, los costos y presupuestos necesarios para la ejecución del proyecto, se obtuvo un Estimado de Inversión de US\$ 671.794,82.

Recomendaciones

1. Conocer detalles técnicos de la ubicación y zonas aledañas donde se instalara la Planta de Vertimiento de Aguas Residuales al mar, identificando los puntos de conexión con los sistemas existe.
2. Contar con un Estudio Topográfico detallado de las zonas donde se instalaran las tuberías y estaciones de bombeo esto garantizara un buen cálculo de las pérdidas hidráulicas y el funcionamiento de las tuberías por gravedad.
3. Tener conocimiento del Código Nacional de Electricidad actual y de Normas Internas propias de una Refinería, con el fin de diseñar y construir un buen Sistema Eléctrico.
4. Emplear Software de Ingeniería para la verificación y precisión del diseño de los componentes mecánicos, eléctricos y civiles de una la Planta de Vertimiento de aguas residuales.

BIBLIOGRAFÍA

Libros de Consulta:

- 1.- Cano Nuñez, Marco Aurelio - **Lanzamiento e instalación de una tubería submarina para transporte de GLP**, Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.
- 2.- Enriquez Harper, Gilberto - **Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales**, 2^{da} edición, México, Editorial Limusa, 2002.
- 3.- Mayol Mallorqui, José María - **Tuberías I Materiales, cálculos hidráulicos, cálculos mecánicos**, 2^{da} edición, Madrid, Editorial Bellisco, 1997.
- 4.- Ramírez Vásquez, José - **Instalaciones eléctricas generales**, España, Editorial Ceac, 1999.
- 5.- Rocha Felices, Arturo - **Hidráulica de Tuberías y Canales**, 1^{ra} edición, Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.
- 6.- Ronald v. Giles - **Fluid Mechanics and Hydraulics**, 3^{ra} edición, Editorial McGraw-Hill, 1995.
- 7.- Shames, Irving H. - **Mecánica de fluidos**, 3^{ra} edición, Editorial McGraw-Hill, 1995.

Páginas Web de Consulta:**1.- Ecuación Hazen-Williams - pérdidas por Fricción en Tuberías de agua.**

http://www.engineeringtoolbox.com/hazen-williams-water-d_797.html

2.- Dinámica de fluidos

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/bernoulli/bernoulli.htm>

3.- Dinámica de fluidos - Velocidad media en tuberías

http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/confinado/velocidad_recomendada.html

4.- Cálculo de Pérdidas de Carga en Tuberías

<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.htm>

5.- Tipos de Bombas

<http://www.monografias.com/trabajos14/bombas/bombas.shtml>

6.- Tipos de Válvulas

<http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>

7.- Amanco del Perú S.A.

<http://www.amanco.com/>

8.- Ceper Cables S.A. – Catálogos de Cables

<http://www.ceper.com.pe/>

9.- Dirección General de Capitánías y Guardacostas del Perú

<http://www.dicapi.mil.pe/>

Software de Ingeniería:

- 1.- **Autocad 2009**
- 2.- **Flygt** – Para cálculo de pérdidas en tubería y selección de Bombas - ITT Flygt
Peru S.A.
- 3.- **Cepermatic** para Windows – Para cálculo de cables eléctricos
- 4.- **Indeco Cables** – Para cálculo de cables eléctricos
- 5.- Microsoft Office **Project 2007**
- 6.- Microsoft Office **Excel 2007**

PLANOS

LISTA DE PLANOS ADJUNTOS

Planos de Ingeniería Mecánica

- | | | |
|----|--|-------------|
| 1) | IM-UNI-PV-1001-D H1
Planta de Vertimiento Modelo | 1001DH1.dwg |
| 2) | IM-UNI-PV-1002-C H1
Recorrido de Tuberías | 1002CH1.dwg |
| 3) | IM-UNI-PV-1003-D H1
Sección X-X (Línea de Efluentes Aceitosos) | 1003DH1.dwg |
| 4) | IM-UNI-PV-1004-D H1
Sección Y-Y (Línea de Efluentes Químicos) | 1004DH1.dwg |
| 5) | IM-UNI-PV-1005-E H1
Cámara de Bombeo - Efluentes Aceitosos | 1005EH1.dwg |
| 6) | IM-UNI-PV-1005-E H2
Cámara de Bombeo - Efluentes Químicos | 1005EH2.dwg |

Planos de Ingeniería Civil

- | | | |
|-----|---|-------------|
| 7) | IC-UNI-PV-2001-D H1
Arqueta de Pase N°1 | 2001DH1.dwg |
| 8) | IC-UNI-PV-2001-D H2
Arqueta de Pase N°2 | 2001DH2.dwg |
| 9) | IC-UNI-PV-2001-D H3
Arqueta de Pase N°3 | 2001DH3.dwg |
| 10) | IC-UNI-PV-2001-D H4
Arqueta de Pase N°4 | 2001DH4.dwg |
| 11) | IC-UNI-PV-2002-D H1
Arqueta para Cámara de Bombeo | 2002DH1.dwg |

- 12) **IC-UNI-PV-2003-D H1** 2003DH1.dwg
Estación de Bombeo

Planos de Ingeniería Eléctrica

- 13) **IE-UNI-PV-3001-D H1** 3001DH1.dwg
Planimetría de fuerza
- 14) **IE-UNI-PV-3002-D H1** 3002DH1.dwg
Esquema Unifilar
- 15) **IE-UNI-PV-3003-E H1** 3003EH1.dwg
Sistema de Alumbrado
- 16) **IE-UNI-PV-3003-E H2 :** 3003EH2.dwg
Sistema de Alumbrado - Detalles
- 17) **IE-UNI-PV-3003-E H3** 3003EH3.dwg
Sistema de Alumbrado
- 18) **IE-UNI-PV-3004-E H1** 3004EH1.dwg
Sistema de Puesta a Tierra
- 19) **IE-UNI-PV-3004-E H2** 3004EH2.dwg
Detalles de Puesta a Tierra
- 20) **IE-UNI-PV-3005-E H1** 3005EH1.dwg
Detalle de Montaje de Tableros
- 21) **IE-UNI-PV-3006-E H1** 3006EH1.dwg
Diagrama de Fuerza y Control - Tablero de Distribución
- 22) **IE-UNI-PV-3007-D H1** 3007DH1.dwg
Diagrama de Fuerza y Control - TEA-01
- 23) **IE-UNI-PV-3008-D H1** 3008DH1.dwg
Diagrama de Fuerza y Control - TEQ-01

Planos de Ingeniería de Lanzamiento Submarino

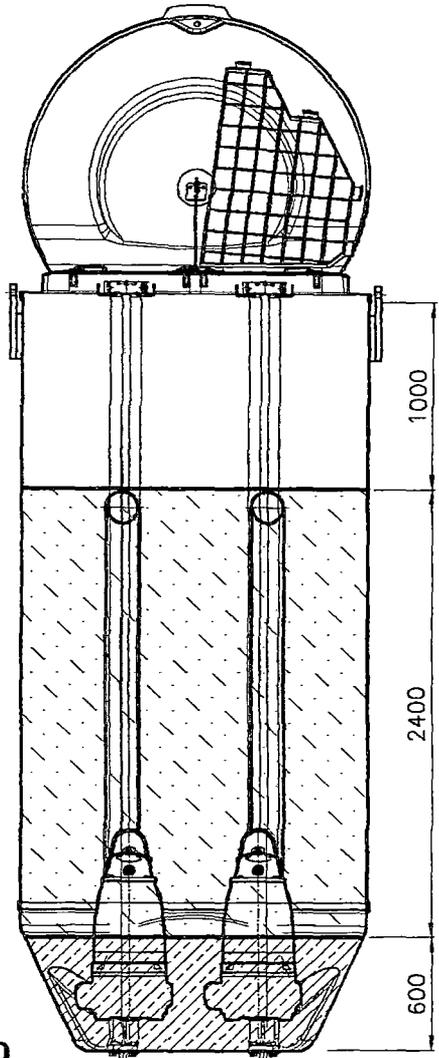
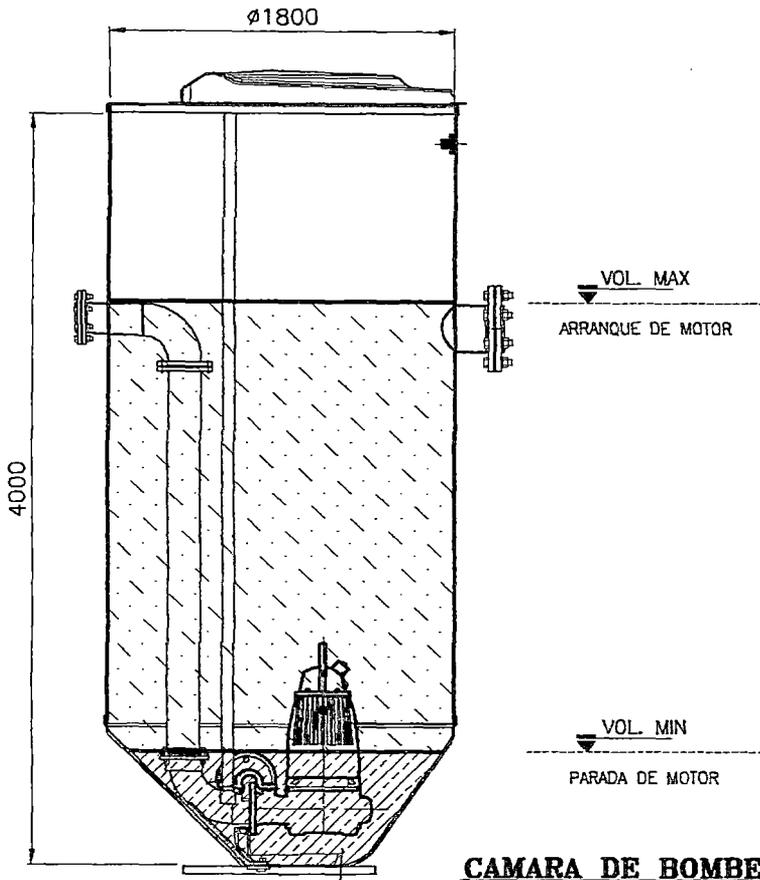
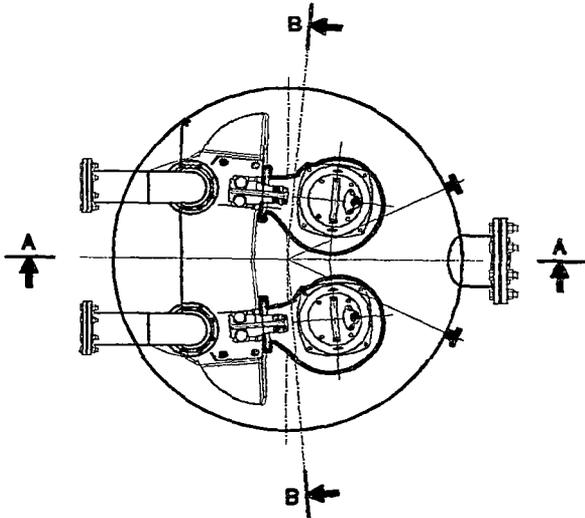
- | | | |
|------------|--|-------------|
| 24) | IL-UNI-PV-4001-D H1
Recorrido de Línea Submarina | 4001DH1.dwg |
| 25) | IL-UNI-PV-4002-E H1
Lastre de Concreto Tipo 1 | 4002EH1.dwg |
| 26) | IL-UNI-PV-4002-E H2
Lastre de Concreto Tipo 2 | 4002EH2.dwg |
| 27) | IL-UNI-PV-4003-D H1
Emisores Submarinos | 4003DH1.dwg |

LISTA DE MATERIALES

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO
CB-A	01	CAMARA DE BOMBEO PARA EFLUENTES ACEITOSOS	Ø2400 x 4000 mm	POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO	

La estación de bombeo se fabrica de polímero reforzado con fibra de vidrio (GPR)
 El material de fibra de vidrio cumple las normas siguientes:
 -Torcido de la fibra de vidrio ISO 2797
 -Manto de filamentos cortados ISO 2559
 -Filamentos torcidos tejidos ISO 2113

Las tuberías en su interior son de acero inoxidable



**CAMARA DE BOMBEO
 EFLUENTES ACEITOSOS**

ESC: 1/40

0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :
**DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE
 AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA
 DEL LITORAL PERUANO**

CAMARA DE BOMBEO - EFLUENTE ACEITOSOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA- 1/1	CLASIF. IM	PLANO No. UNI-PV-1005-E	REVIS. 0
----------------	---------------	----------------------------	-------------

HOJA 1 DE 2

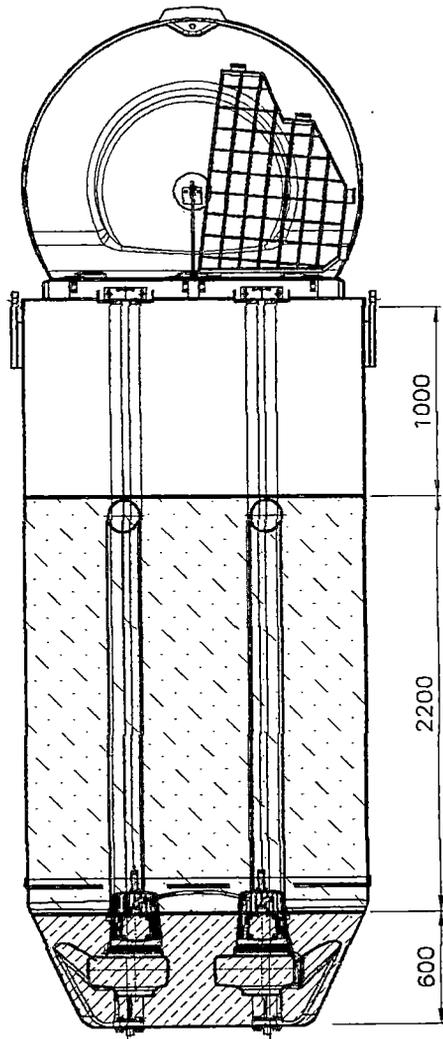
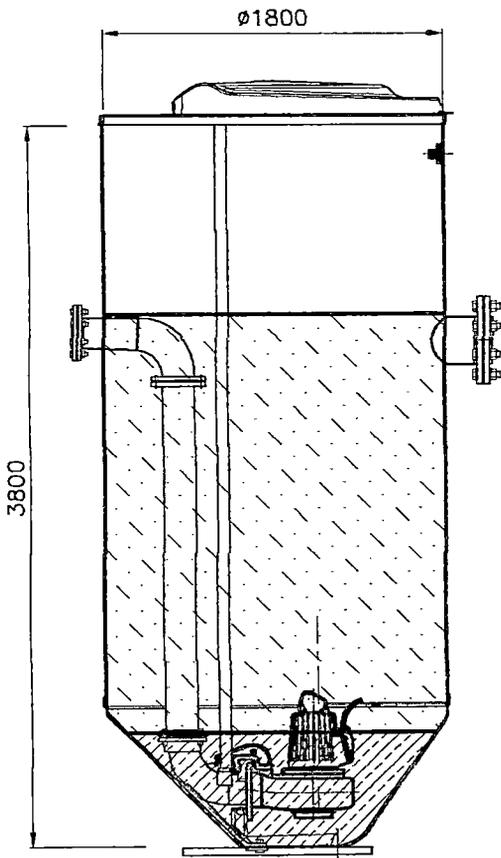
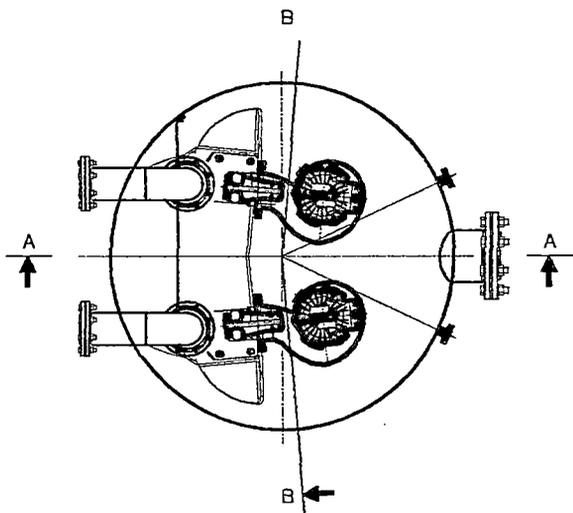
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DEL AUTOR DE TESIS Y DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROHIBIDA SU REPRODUCCION SIN AUTORIZACION

LISTA DE MATERIALES

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO
CB-A	01	CAMARA DE BOMBEO PARA EFLUENTES QUIMICOS	Ø2400 x 3800 mm	POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO	

La estación de bombeo se fabrica de polímero reforzado con fibra de vidrio (GPR)
 El material de fibra de vidrio cumple las normas siguientes:
 -Torcido de la fibra de vidrio ISO 2797
 -Manta de filamentos cortados ISO 2559
 -Filamentos torcidos tejidos ISO 2113

Las tuberías en su interior son de acero inoxidable



**CAMARA DE BOMBEO
 EFLUENTES QUIMICOS**

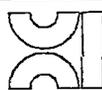
ESC: 1/40

0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE
 AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA
 DEL LITORAL PERUANO**

CÁMARA DE BOMBEO - EFLUENTES QUÍMICOS



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
 INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

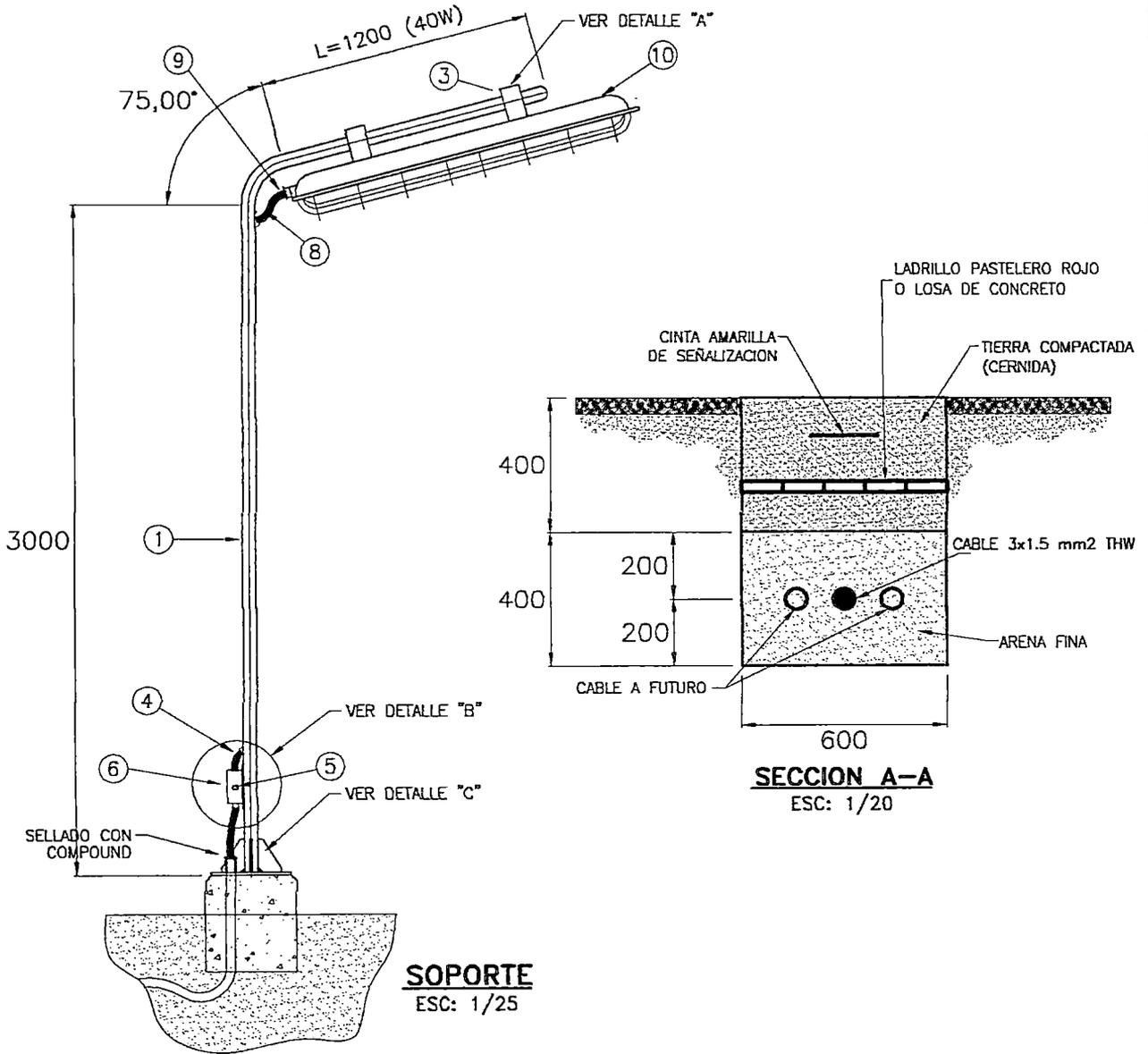
ESCALA: 1/1	CLASIF. IM	PLANO No. UNI-PV-1005-E	REVIS. 0
----------------	---------------	----------------------------	-------------

HOJA 2 DE 2

1005EHT.DWG

LISTA DE MATERIALES

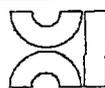
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL	PESO
1	1	TUBO SOPORTE (BACULO)	ø2" CONDUIT	ACERO GALVANIZADO	
2	1	PLACA BASE	350x350x12	A-283 Gr.C	
3	2	ABRAZADERA LUMINARIA	-	ACERO GALVANIZADO	
4	2	NIPLE ROSCADO HEMBRA	3/4"x50	ACERO GALVANIZADO	
5	1	SOPORTE CAJA CONEXION	4mm ESP.	-	
6	1	CAJA DERNACION	150x150x65 (minimo)	-	
7	2	PRENSAESTOPAS CAJA	-	LATON	
8	1	CABLE ARMADO	2x2.5mm2 NLT	COBRE	
9	1	PRENSAESTOPAS LUMINARIA	M.25	LATON	
10	1	LUMINARIA FLUORESCENTE	2x58W	LUZ FRIA	



0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :
DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA DEL LITORAL PERUANO

SISTEMA DE ALUMBRADO



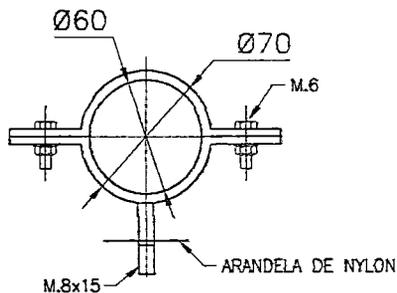
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA: 1/1	CLASIF. IE	PLANO No. UNI-PV-3003-E	HOJA 2 DE 3	REVIS. 0
----------------	---------------	----------------------------	-------------	-------------

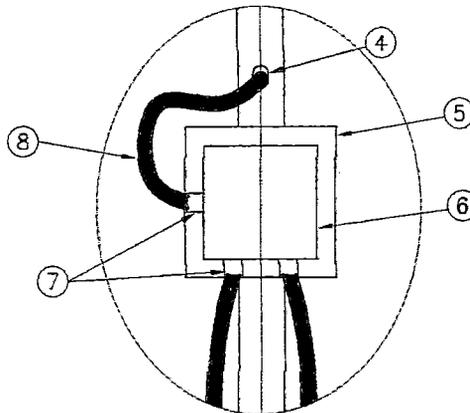
NOTAS

- 1.- LOS BÁCULOS SE SUMINISTRARAN CON LOS ACCESORIOS INDICADOS EN LA LISTA DE MATERIALES ÍTEM N°: 1,2,3,4,5,6,7.
- 2.- LOS PERNOS CON TUERCAS Y ARANDELAS, SERÁN SUMINISTRADOS POR EL FABRICANTE DEL BÁCULO, CONSIDERANDO EL CONJUNTO COMPLETO, INCLUSO SUMINISTRARA LA PLANTILLA PARA FIJACIÓN DE LOS MISMOS.
- 3.- LA ARMADURA SE SUMINISTRARA CABALLEADA HASTA LA CAJA DE DERIVACIÓN (INCLUSO BORNAS, INAFLOJABLES ANTICIZALLANTES).



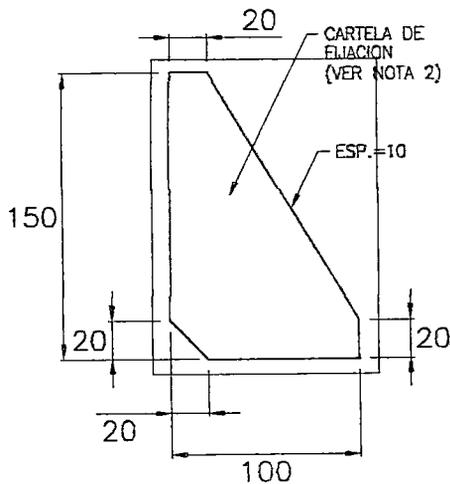
DETALLE "A"
ABRAZADERA FIJACION

ESC: 1/4
(VER NOTA 1)



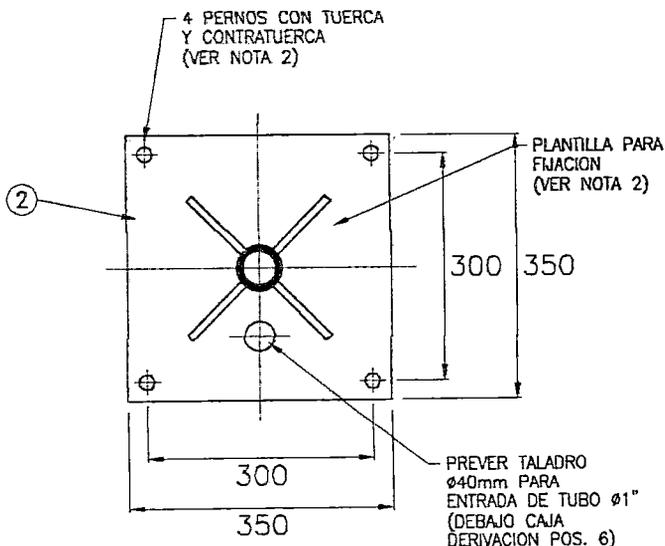
DETALLE "B"

ESC: 1/10
(VER NOTA 1)



DETALLE "C"

ESC: 1/4



PLACA BASE

ESC: 1/10

0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISENO	APROBADO

TITULO TESIS :

DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA DEL LITORAL PERUANO

SISTEMA DE ALUMBRADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA:	CLASIF.	PLANO No.	REVIS
1/1	IE	UNI-PV-3003-E	0

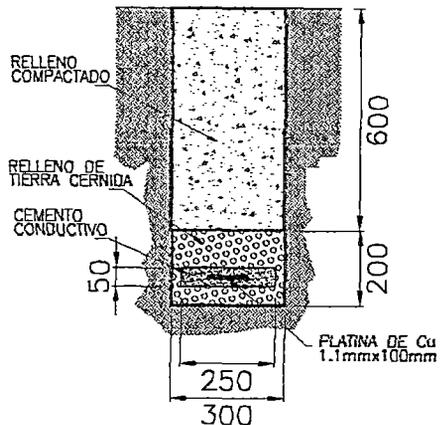
HOJA 3 DE 3

3003EH3.DWG

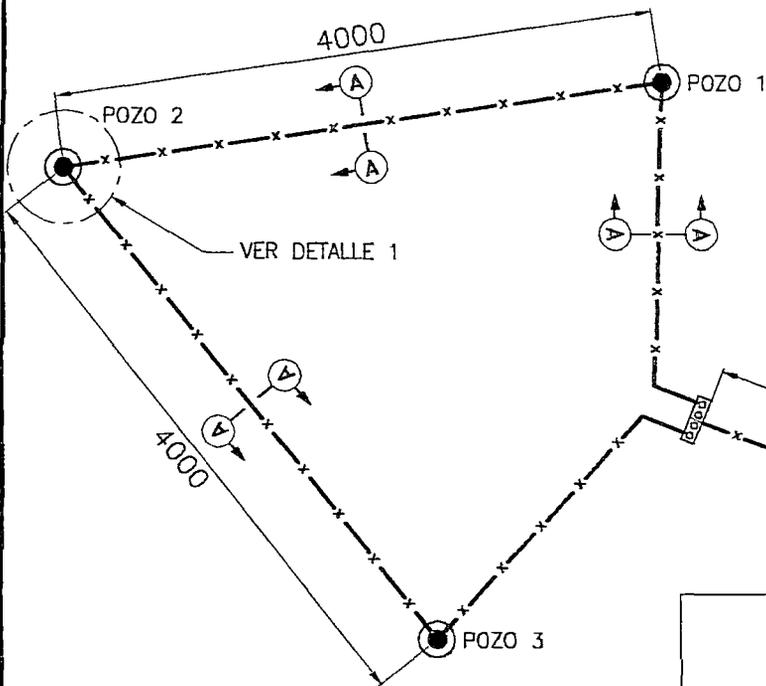
LEYENDA

SIMBOLOGIA DE PUESTA A TIERRA

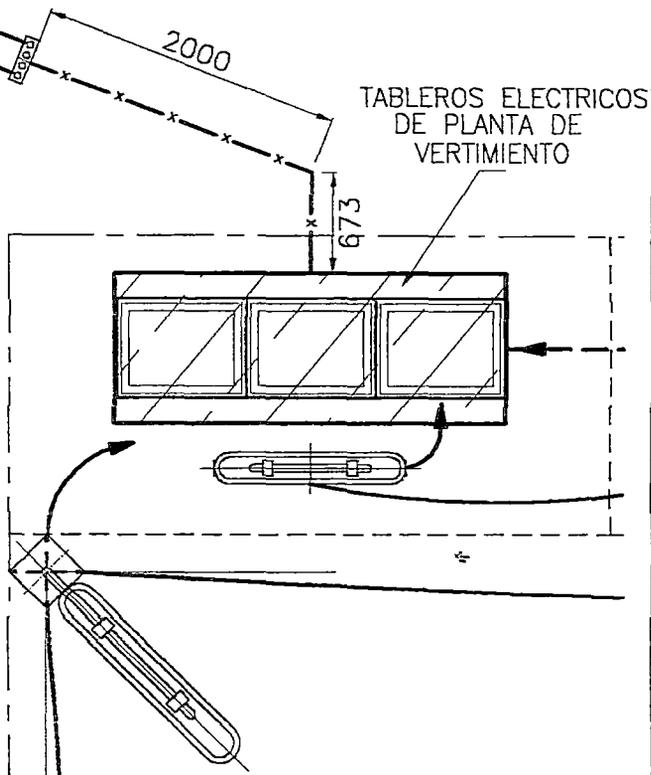
- ⊙ — PICA Y POZO DE INSPECCION
- ⊞ — EMBARRADO DE CONEXION POR ENCIMA DEL NIVEL DEL TERRENO CAPAZ PARA 6 CABLES DE 70 mm
- ⊥ — DERIVACION DE CABLE EN T POR MEDIO DE SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- └ — DERIVACION DE CABLE EN 90° POR MEDIO DE SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- x— — RED GENERAL DE 70 mm²
- /— — RED SECUNDARIA DE 35mm²



CORTE A-A
ESC.: 1/20



DETALLE N°1
RECORRIDO DE SISTEMA
DE PUESTA A TIERRA
ESC.: 1/50



0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :
DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA
DEL LITORAL PERUANO

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

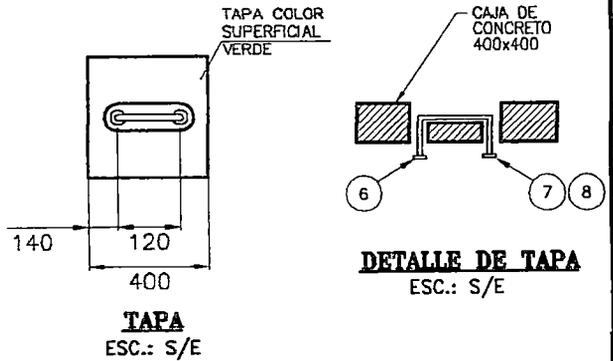
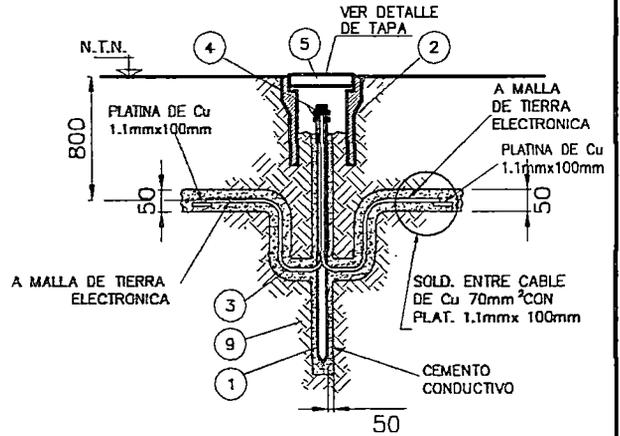
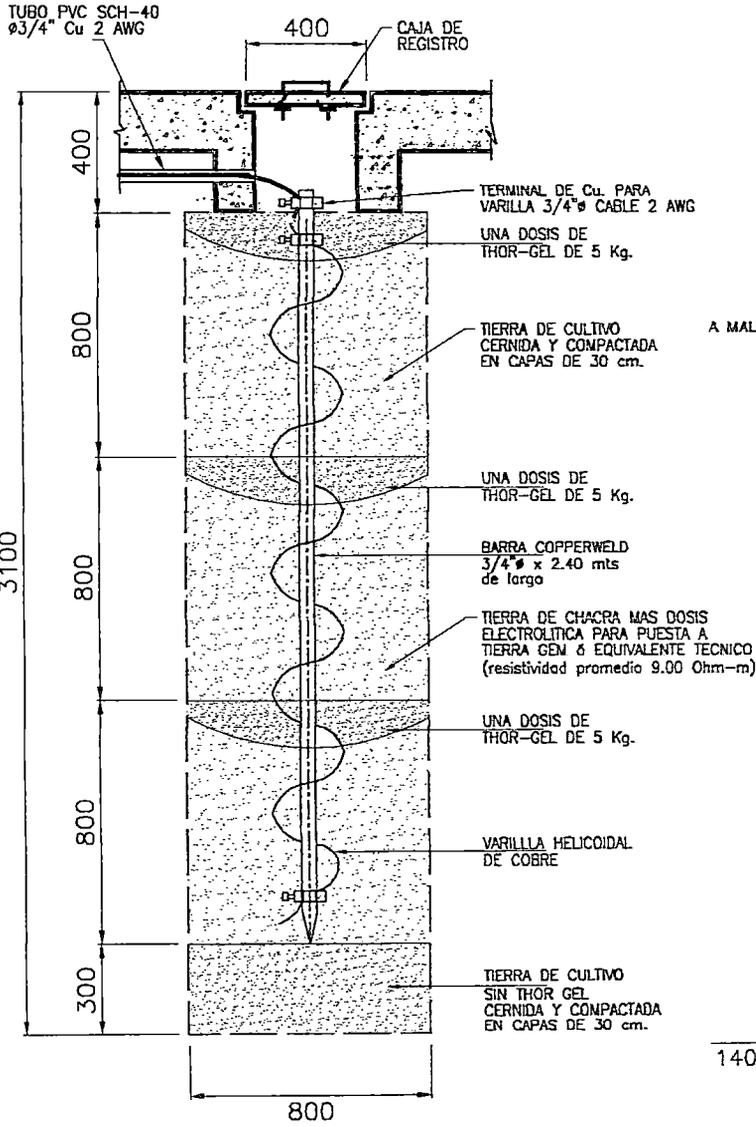
ESCALA: 1/1	CLASIF. IE	PLANO No. UNI-PV-3004-E	REVIS. 0
----------------	---------------	----------------------------	-------------

HOJA 1 DE 2

3004EH1.DWG

LISTA DE MATERIALES

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	PESO
1	1	JABALINA DE COBRE $\phi 3/4"$ LARGO 2.4 mts.	Cobre	
2	1	BUZON DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA	Hormigón Compr.	
3	-	CABLE PAT DESNUDO SECCION 70mm ² (19 HILOS) EMPALMADO A PLATINA DE 1.1 mmx 100mm	Cobre	
4	2	TOMACABLE	Fundición de Bronce	
5	1	TAPA DE HORMIGON / FUNDICION DE HIERRO - ESPESOR MIN. 60mm.	-	
6	1	MANIJA FABRICADA CON VARILLA DE ACERO $\phi 3/8"$ GALVANIZADA	Acero Galvanizado	
7	2	TUERCA HEXAGONAL $\phi 3/8"$ - SOLDADA	Acero Galvanizado	
8	2	ARANDELA PLANA $\phi 3/8"$	Acero Galvanizado	
9	s/nec.	TIERRA CERNIDA	-	



0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :
DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA DEL LITORAL PERUANO

DETALLES DE PUESTA A TIERRA

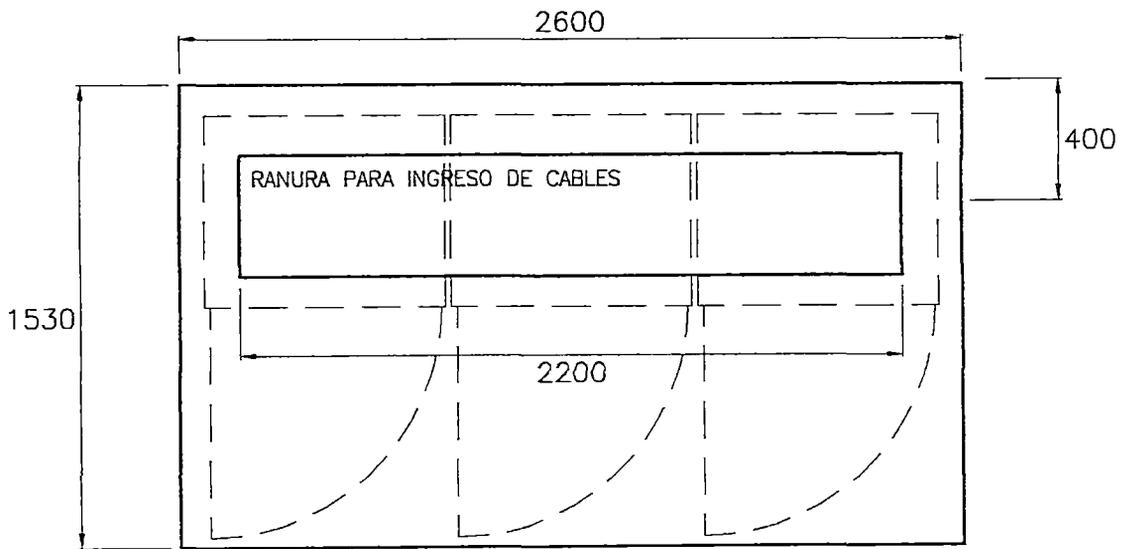
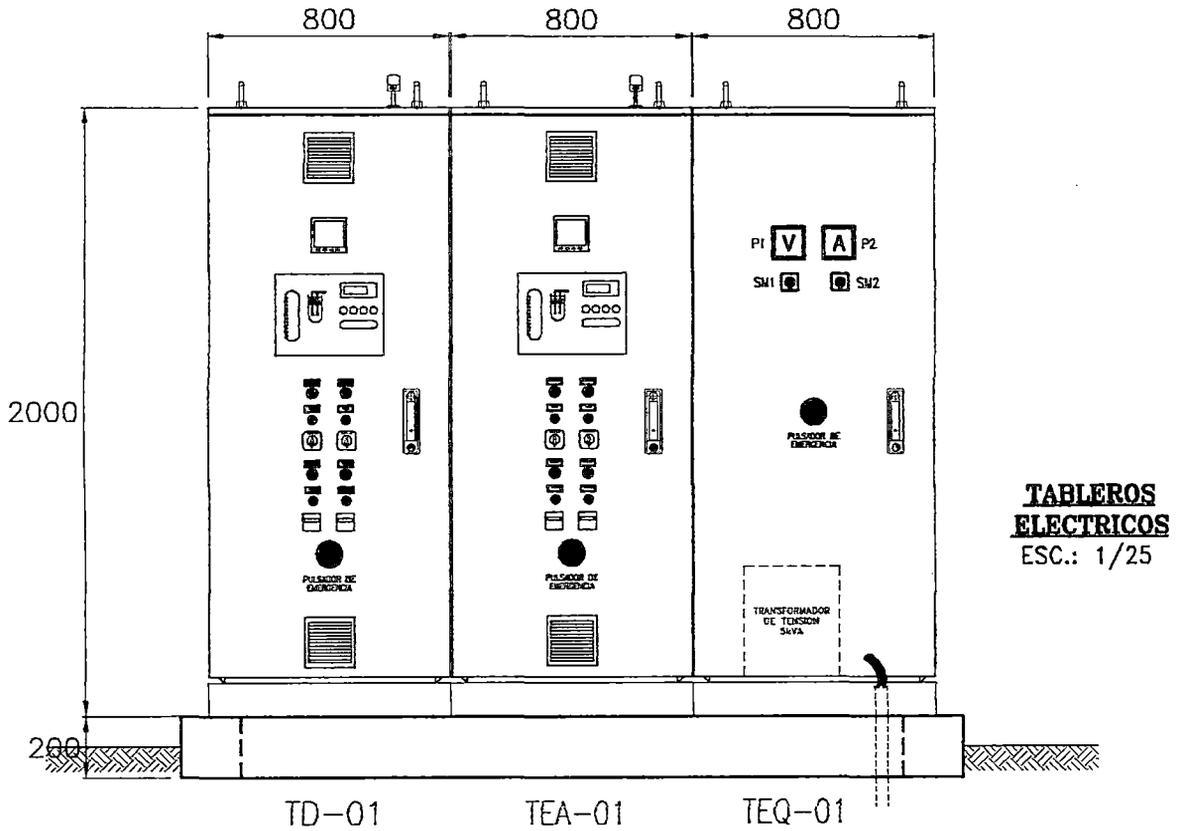
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA:	CLASIF.	PLANO No.	REVIS.
1/1	IE	UNI-PV-3004-E	0

HOJA 2 DE 2

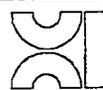
LISTA DE MATERIALES

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	CARACTERISTICAS	PLANO REFERENCIA
TD-01	1	TABLERO DE DISTRIBUCION	2000x800x600 mm	METALICO FABRIC. LAF 2mm	3006EH1
TEA-01	1	TABLERO DE CONTROL DE EFLUENTES ACEITOSOS	2000x800x600 mm	PROTECCION IP-54 (NEMA12)	3007EH1
TEQ-01	1	TABLERO DE CONTROL DE EFLUENTES QUIMICOS	2000x800x600 mm	TIPO AUTOSOPORTADO	3008EH1



0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :
**DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE
 AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA
 DEL LITORAL PERUANO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
 INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE MONTAJE DE TABLEROS

ESCALA: 1/1	CLASIF. IE	PLANO No. UNI-PV-3005-E	REVIS. HOJA...DE... 0
----------------	---------------	----------------------------	-----------------------------

TITULO TESIS :
DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA DEL LITORAL PERUANO
DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TD-01

0	APROBADO PARA CONSTRUCCION
REV.	DESCRIPCION

02-04-09	G. VALVERDE	FECHA
G. VALVERDE	G. VALVERDE	DIBUJO
ING. S. ONOFRE		APROBADO

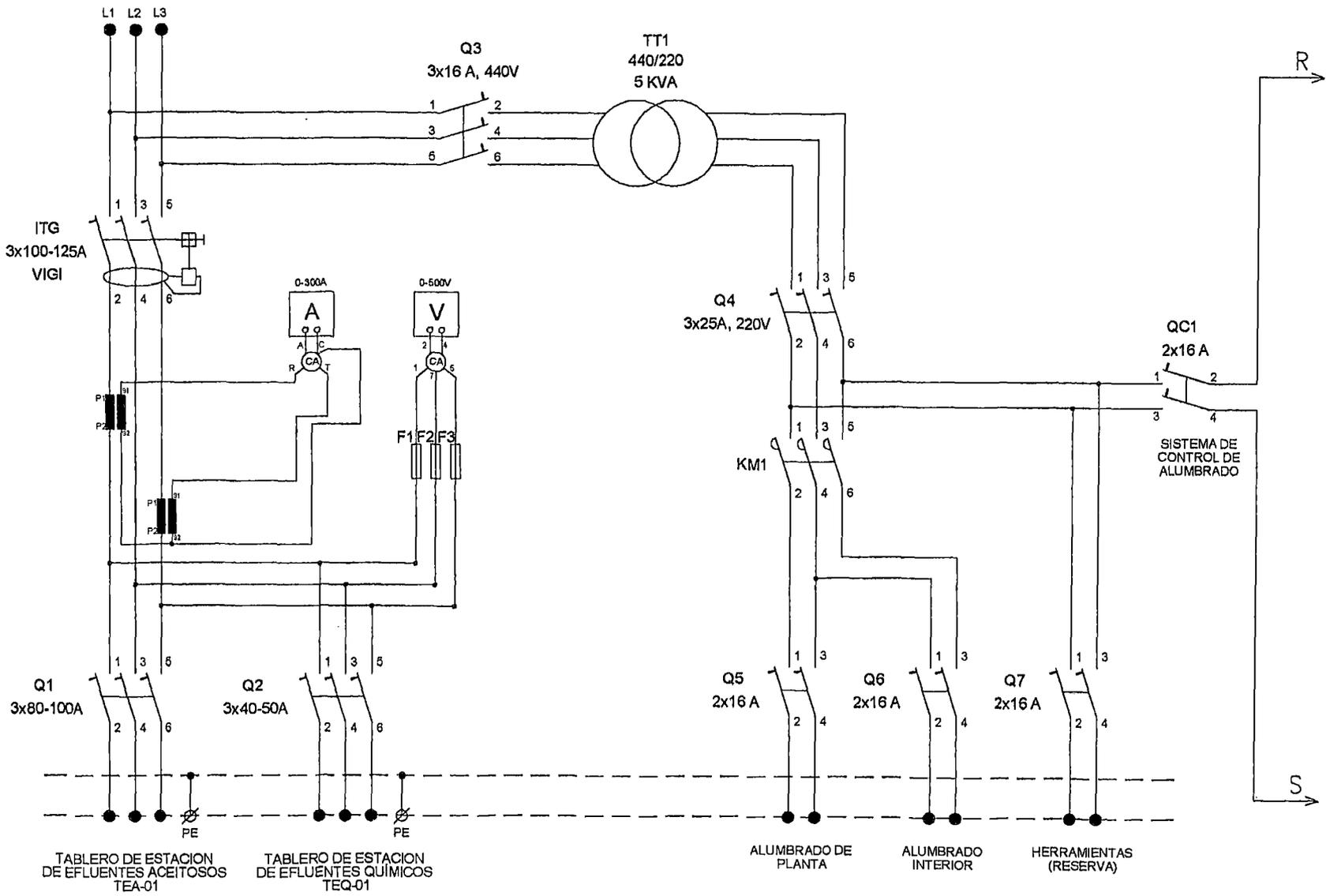


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA:	1/1
CLASIF.:	IE
PLANO No.:	UNI-PV-3006-E
HOJA 1 DE 1	0
REVIS:	0

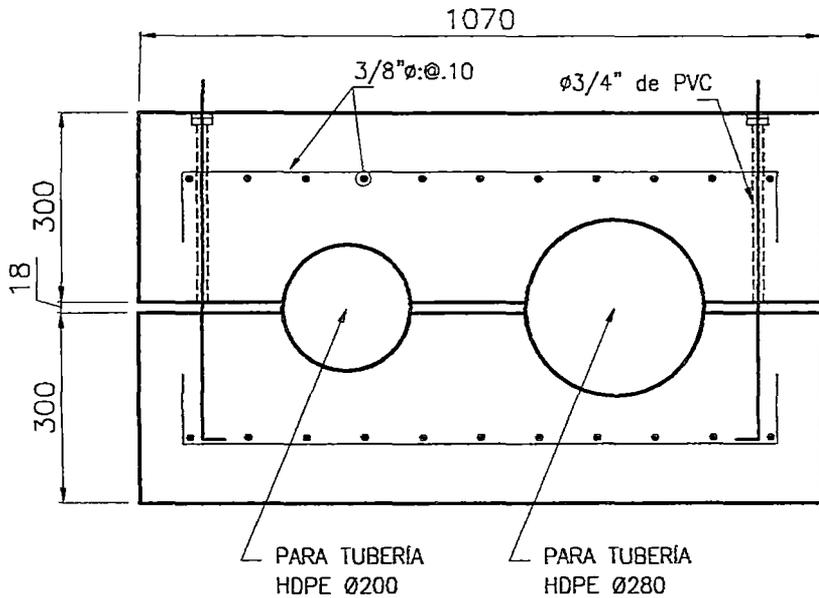
ALIMENTACION DE SE-TA01
 440V, 50kW, 3Ø, 60Hz



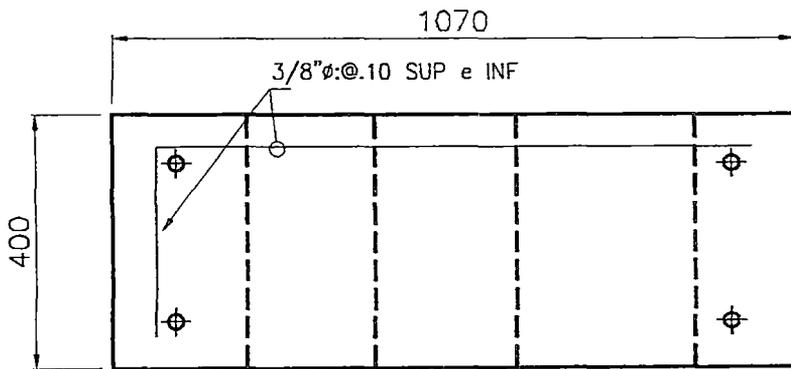
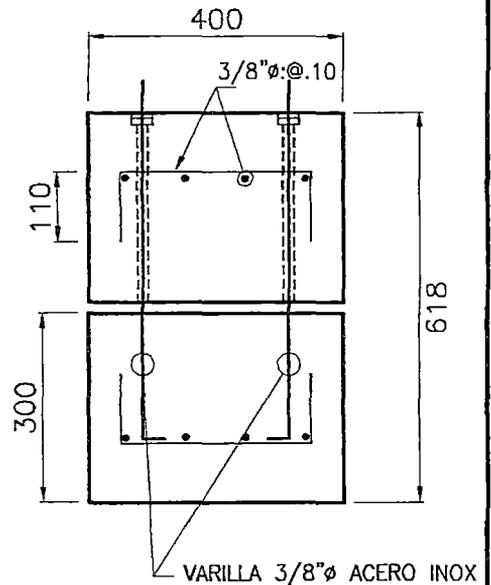
LISTA DE MATERIALES

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	DIAM. MAYOR	DIAM. MENO	MATERIAL	ANCLAJE	PESO
LA-T1	100	LASTRE DE CONCRETO TIPO 1	280	200	CEMENTO TIPO V - $f'_c=245 \text{ Kg/cm}^2$	VARILLA $\varnothing 3/8"$ INOX	437KG

ELEVACIÓN



LATERAL



PLANTA

LASTRE TIPO 1
 $\varnothing 200 - \varnothing 280$

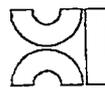
ESC.: 1/12

0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISENO	APROBADO

TITULO TESIS :

DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA DEL LITORAL PERUANO

LASTRE DE CONCRETO TIPO 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

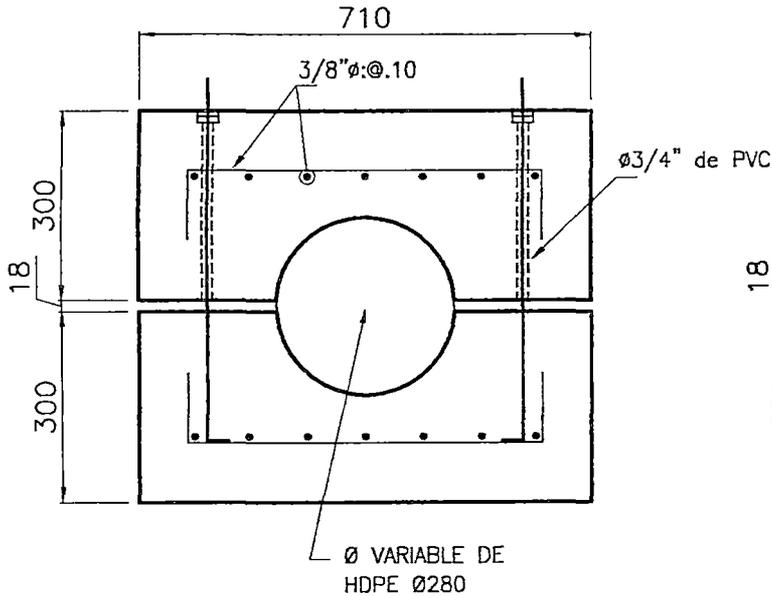
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA: 1/1	CLASIF. IL	PLANO No. UNI-PV-4002-E	HOJA 1 DE 2	REVIS. 0
----------------	---------------	----------------------------	-------------	-------------

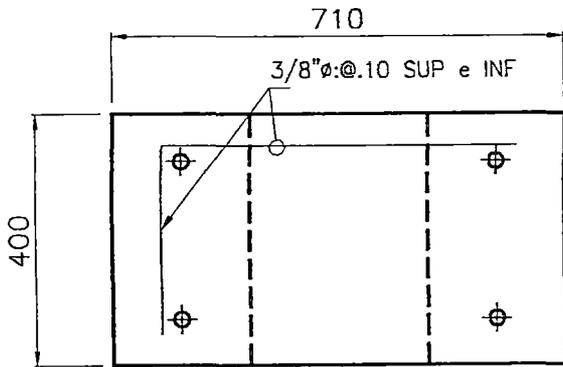
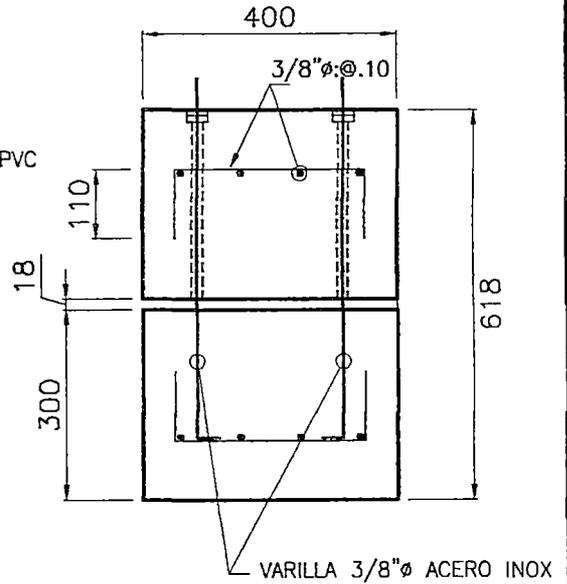
LISTA DE MATERIALES

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	DIAM. MAYOR	DIAM. MENO	MATERIAL	ANCLAJE	PESO
LA-T2	22	LASTRE DE CONCRETO TIPO 2	280	-	CEMENTO TIPO V - f'c=245 Kg/cm2	VARILLA Ø3/8" INOX	290KG

ELEVACIÓN



LATERAL



PLANTA

LASTRE TIPO 2

Ø280

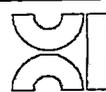
ESC.: 1/12

0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	02-04-09	G. VALVERDE	G. VALVERDE	ING. S. ONOFRE
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	APROBADO

TITULO TESIS :

DISEÑO DE UNA PLANTA DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL MAR, DE UNA REFINERÍA DEL LITORAL PERUANO

LASTRE DE CONCRETO TIPO 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA:	CLASIF.	PLANO No.	REVIS.
1/1	IL	UNI-PV-4002-E	0

HOJA 2 DE 2

4002EH2.DWG

ANEXOS

ANEXO 1

Velocidad Media en Tuberías para Diseños más económicos, Según Richter

	Tipo tubería	Velocidad media m/s	
		Mínima	Máxima
A	Tuberías de succión en bombas centrífugas, de acuerdo con la carga de succión, longitud, temperatura del agua (<70°C)	0.5	1.0
B	Tuberías de descarga en bombas	1.5	2.0
C	Redes de distribución para agua potable e industrial:		
	Tuberías principales	1.0	2.0
	Tuberías laterales	0.5	0.7
	Tuberías muy largas	1.5	3.0
D	Tuberías en instalaciones hidroeléctricas con turbinas:		
	Con inclinación y diámetro pequeño	2.0	4.0
	Con inclinación y diámetro grande	3.6	8.0
	Horizontales y gran longitud	1.0	3.0

Tomado de Hidráulica General de Gilberto Sotelo Ávila

VELOCIDADES RECOMENDABLES PARA EL DISEÑO DE TUBERÍAS

Ítem	Tipo de Fluido	Velocidad (m/s)
1.0	PETROLEO	1.0 - 2.0
2.0	AGUA:	
	– En tuberías largas	0.5 - 1.0
	– En tuberías cortas	1.0 - 3.0
	– Detrás de bombas de pistón	1.0 - 3.0
	– Detrás de centrífugas	1.5 - 3.0
	– Turbinas	2.0 - 7.0
	– Caliente	2.0 - 3.0
3.0	GASES:	
	– A baja presión	5 - 30
	– A mediana presión	5 - 20
	– A alta presión	3 - 6
4.0	AIRE COMPRIMIDO EN TUBERIAS:	
	– Tuberías	2 - 4
	– De 1 a 10 Atmosferas	15 - 20
	– De 10 a 40	20 - 40
	– De 10 a 125	30 - 60
	Descarga de bombas	2.4 - 4.6
	Aspiración de la bomba	1.2 - 2.1
	Líneas de tuberías de desagüe	1.2 - 2.1
	Colector a tubería principal	1.2 - 4.5
	Tubo ascendente	1.5 - 3.0
	Servicio general	1.5 - 3.0
	Suministro de agua de ciudad	1.0 - 2.1
	Aceites, alquitrán	1.0 - 2.0
	Vapor saturado	10 - 25
	Vapor recolectado	30 - 60
	Para abastecimiento de agua:	$V_{max} = 0.60 + 0.15(D)$
	Para tuberías en edificios	$V_{max} = 15 D$ $V_{max} = 40 \text{ m/s}$

Nota: La velocidad más favorable ha de determinarse en cada caso individual, a base de un cálculo económico donde frecuentemente las características de la instalación total son de frecuencia decisiva.

ANEXO 2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA HDPE
NORMA ASTM F714 (Pulgadas-Libras)

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR	SDR 32.5 50 PSI (3.5 Bar) ⁴		SDR 26 65 PSI (4.4 Bar) ⁴		SDR 21 80 PSI (5.5 Bar) ⁴		SDR 17 100 PSI (6.9 Bar) ⁴		SDR 15.5 110 PSI (7.6 Bar) ⁴		SDR 11 160 PSI (11.0 Bar) ⁴		SDR 9 200 PSI (13.8 Bar) ⁴		SDR 7.3 254 PSI (17.5 Bar) ⁴	
(Pulg)	(mm) ¹	(Pulg)	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³	Espesor ² (Pulg)	Peso (Lb/pie) ³
3	88.9	3.500	0.108	0.50	0.135	0.62	0.167	0.75	0.206	0.92	0.226	1.00	0.318	1.37	0.389	1.64	0.479	1.96
4	114.3	4.500	0.138	0.82	0.173	1.01	0.214	1.24	0.265	1.52	0.290	1.65	0.409	2.27	0.500	2.71	0.616	3.24
6	168.3	6.625	0.204	1.77	0.255	2.20	0.315	2.69	0.39	3.29	0.427	3.58	0.602	4.91	0.736	5.87	0.908	7.03
8	219.1	8.625	0.265	3.00	0.332	3.73	0.411	4.57	0.507	5.57	0.556	6.08	0.784	8.33	0.958	9.95	1.182	11.92
10	273.1	10.750	0.331	4.67	0.413	5.78	0.512	7.10	0.632	8.66	0.694	9.45	0.977	12.93	1.194	15.45	1.473	18.51
12	323.8	12.750	0.392	6.56	0.490	8.14	0.607	9.98	0.75	12.19	0.823	13.30	1.159	18.20	1.417	21.75	1.747	26.04
14	355.6	14.000	0.431	7.92	0.538	9.81	0.667	12.05	0.824	14.71	0.903	16.02	1.273	21.94	1.556	26.23	1.918	31.39
16	406.4	16.000	0.492	10.33	0.616	12.64	0.762	15.73	0.941	19.19	1.032	20.92	1.455	28.66	1.778	34.25	-	-
18	457.2	18.000	0.554	13.09	0.692	16.22	0.857	19.90	1.059	24.30	1.161	26.48	1.636	36.26	2.000	43.34	-	-
20	508.0	20.000	0.615	16.15	0.769	20.03	0.952	24.56	1.176	29.98	1.290	32.69	1.818	44.77	-	-	-	-
22	558.8	22.000	0.677	19.55	0.846	24.24	1.048	29.74	1.294	36.29	1.419	39.56	2.000	54.18	-	-	-	-
24	609.6	24.000	0.738	23.25	0.923	28.65	1.143	35.39	1.412	43.20	1.548	47.07	2.186	64.59	-	-	-	-

¹ Equivalente en milímetros

² Espesor mínimo exigido por la norma ASTM F147

³ Factor de conversión de peso por unidad de longitud de la tubería: 1 Lb/pie = 14895 Kg/metro

⁴ Presiones hidrostáticas de servicio para un HDPE de 1,600 PSI (11Mpa), n=0.5 (Agua a 23°C) y un material PE 3408 según ASTM D 3350.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA HDPE
NORMA ISO 4427

DIAMETRO EXTERIOR	Tuberías con esfuerzo de diseño ⁽¹⁾ de 63 Bar (914 PSI) (PE 80)										Tuberías con esfuerzo de diseño ⁽¹⁾ de 80 Bar (1160 PSI) (PE 100)					
	S 10 ^{'''} (PN6) SDR 21 6 Bar (87 PSI) ⁽²⁾		S 8 ^{'''} (PN8) SDR 17 8 Bar (116 PSI) ⁽²⁾		S 6.3 ^{'''} (PN10) SDR 13.6 10 Bar (145 PSI) ⁽²⁾		S 5 ^{'''} (PN12.5) SDR 11 12.5Bar(181 PSI) ⁽²⁾		S 4 ^{'''} (PN16) SDR 9 16 Bar(232 PSI) ⁽²⁾		S 8 ^{'''} (PN10) SDR 17 10 Bar (145 PSI) ⁽²⁾		S 6.3 ^{'''} (PN12.5) SDR 13.6 12.5Bar(181 PSI) ⁽²⁾		S 11 ^{'''} (PN16) SDR 11 16 Bar(232 PSI) ⁽²⁾	
	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾	Espesor ⁽⁴⁾ (mm)	Peso (Kg-m) ⁽³⁾
16	-	-	-	-	-	-	-	2.3	0.10	-	-	-	-	-	-	
20	-	-	-	-	-	-	-	2.3	0.13	-	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	-	-	-	2.3	0.17	2.8	0.20	-	-	-	-	-	
32	-	-	-	-	-	-	3.0	0.28	3.6	0.33	-	-	-	3.0	0.28	
40	-	-	-	-	-	-	3.7	0.43	4.5	0.51	-	-	-	3.7	0.43	
50	-	-	-	-	-	-	4.6	0.67	5.6	0.80	-	-	-	4.6	0.67	
63	-	-	-	-	4.7	0.88	5.8	1.06	7.1	1.27	-	-	4.7	0.88	5.8	1.07
75	-	-	4.5	1.01	5.6	1.24	6.8	1.48	8.4	1.79	4.5	1.02	5.6	1.25	6.8	1.49
90	4.3	1.18	5.4	1.46	6.7	1.79	8.2	2.15	10.1	2.58	5.4	1.47	6.7	1.79	8.2	2.15
110	5.3	1.77	6.6	2.18	8.1	2.64	10.0	3.20	12.3	3.84	6.6	2.19	8.1	2.65	10.0	3.21
125	6.0	2.28	7.4	2.78	9.2	3.41	11.4	4.14	14.0	4.97	7.4	2.79	9.2	3.42	11.4	4.16
140	6.7	2.85	8.3	3.49	10.3	4.27	12.7	5.17	15.7	6.24	8.3	3.51	10.3	4.29	12.7	5.19
160	7.7	3.75	9.5	4.57	11.8	5.59	14.6	6.79	17.9	8.13	9.5	4.59	11.8	5.61	14.6	6.81
180	8.6	4.71	10.7	5.79	13.3	7.09	16.4	8.57	20.1	10.27	10.7	5.81	13.3	7.11	16.4	8.61
200	9.6	5.84	11.9	7.15	14.7	8.71	18.2	10.58	22.4	12.72	11.9	7.18	14.7	8.74	18.2	10.62
225	10.8	7.39	13.4	9.06	16.6	11.06	20.5	13.40	25.2	16.09	13.4	9.10	16.6	11.10	20.5	13.45
250	11.9	9.05	14.8	11.12	18.4	13.62	22.7	16.49	27.9	19.81	14.8	11.17	18.4	13.68	22.7	16.56
280	13.4	11.41	16.6	13.97	20.6	17.08	25.4	20.67	31.3	24.88	16.6	14.03	20.6	17.15	25.4	20.75
315	15.0	14.38	18.7	17.71	23.2	21.64	28.6	26.18	35.2	31.48	18.7	17.78	23.2	21.73	28.6	26.29
355	16.9	18.26	21.1	22.51	26.1	27.43	32.2	33.22	39.7	40.01	21.1	22.61	26.1	27.55	32.2	33.36
400	19.1	23.25	23.7	28.50	29.4	34.82	36.3	42.19	44.7	50.76	23.7	28.62	29.4	34.97	36.3	42.37
450	21.5	29.44	26.7	36.12	33.1	44.10	40.9	53.48	50.3	64.27	26.7	36.27	33.1	44.29	40.9	53.70
500	23.9	36.36	29.7	44.63	36.8	54.47	45.4	65.96	55.8	79.23	29.7	44.82	36.8	54.70	45.4	66.24
560	26.7	45.50	33.2	55.89	41.2	68.30	50.8	82.67	-	-	33.2	56.12	41.2	68.59	50.8	83.02
630	30.0	57.52	37.4	70.82	46.3	86.37	57.2	104.72	-	-	37.4	71.12	46.3	86.73	57.2	105.16

⁽¹⁾ El número de serie del tubo se deriva de la relación C_e / P_{DES} , donde C_e es el esfuerzo de diseño a 20°C y P_{DES} es la máxima presión operativa permisible del tubo a 20°C.
⁽²⁾ Presión nominal (PN) corresponde a la máxima presión operativa permisible P_{DES} expresada en bar del tubo a 20°C.
⁽³⁾ Factor de conversión de peso por unidad de longitud de la tubería: 1 Kg/metro = 0.6714 lb/pie.
⁽⁴⁾ Espesor mínimo exigido por la norma NTP ISO 4427.
⁽⁵⁾ Esfuerzo de diseño de un tubo (C_e) se refiere a la relación $C_e = MFR / C$, donde MFR es la Mínima Resistencia Requerida del HDPE y C el coeficiente de diseño que depende de la temperatura, condiciones operativas y las condiciones ambientales.

ANEXO 3

Valores de "f" para el Agua

Temperatura 10 °C a 24 °C. Valores de $f \times 10^4$

D	Velocidad	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,40	3,00	4,50	6,00	9,00
	m/s											
Calidad												
4"	Rugosa	435	415	410	405	400	395	395	390	385	375	370
	Media	355	320	310	300	290	285	280	270	260	250	250
	Nueva	300	265	250	240	230	225	220	210	200	190	185
	Muy lisa	240	205	190	180	170	165	155	150	140	130	120
6"	Rugosa	425	410	405	400	395	395	390	385	380	375	365
	Media	335	310	300	285	280	275	265	260	250	240	235
	Nueva	275	250	240	225	220	210	205	200	190	180	175
	Muy lisa	220	190	175	165	160	150	145	140	130	120	115
8"	Rugosa	420	405	400	395	390	385	380	375	370	365	360
	Media	320	300	285	280	270	265	260	250	240	235	225
	Nueva	265	240	225	220	210	205	200	190	185	175	170
	Muy lisa	205	180	165	155	150	140	135	130	120	115	110
10"	Rugosa	415	405	400	395	390	385	380	375	370	365	360
	Media	315	295	280	270	265	260	255	245	240	230	225
	Nueva	260	230	220	210	205	200	190	185	180	170	165
	Muy lisa	200	170	160	150	145	135	130	125	115	110	105
12"	Rugosa	415	400	395	395	390	385	380	375	365	360	355
	Media	310	285	275	265	260	255	250	240	235	225	220
	Nueva	250	225	210	205	200	195	190	180	175	165	160
	Muy lisa	190	165	150	140	140	135	125	120	115	110	105
16"	Rugosa	405	395	390	385	380	375	370	365	360	350	350
	Media	300	280	265	260	255	250	240	235	225	215	210
	Nueva	240	220	205	200	195	190	180	175	170	160	155
	Muy lisa	180	155	140	135	130	125	120	115	110	105	100
20"	Rugosa	400	395	390	385	380	375	370	365	360	350	350
	Media	290	275	265	255	250	245	235	230	220	215	205
	Nueva	230	210	200	195	190	180	175	170	165	160	150
	Muy lisa	170	150	135	130	125	120	115	110	105	100	95
24"	Rugosa	400	395	385	380	375	370	365	360	355	350	345
	Media	285	265	255	250	245	240	230	225	220	210	200
	Nueva	225	200	195	190	185	180	175	170	165	155	150
	Muy lisa	165	140	135	125	120	120	115	110	105	100	95
30"	Rugosa	400	385	380	375	370	365	360	355	350	350	345
	Media	280	255	250	245	240	230	225	220	210	205	200
	Nueva	220	195	190	185	180	175	170	165	160	155	150
	Muy lisa	160	135	130	120	115	115	110	110	105	100	95
36"	Rugosa	395	385	375	370	365	360	355	355	350	345	340
	Media	275	255	245	240	235	230	225	220	210	200	195
	Nueva	215	195	185	180	175	170	165	160	155	150	145
	Muy lisa	150	135	125	120	115	110	110	105	100	95	90
48"	Rugosa	395	385	370	365	360	355	350	350	345	340	335
	Media	265	250	240	230	225	220	215	210	200	195	190
	Nueva	205	190	180	175	170	165	160	155	150	145	140
	Muy lisa	140	125	120	115	110	110	105	100	95	90	90

(Tomada del libro "Theory and Problems of Hydraulics and Fluid Mechanics" de Ronald v. Giles, de la Colección Schaum)

ANEXO 4

Propiedades Físicas del Agua

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA							
Temperatura (°C)	Peso específico (kN/m³)	Densidad (kg/m³)	Módulo de elasticidad (kN/m²)	Viscosidad dinámica (N·s/m²)	Viscosidad cinemática (m²/s)	Tensión superficial (N/m)	Presión de vapor (kN/m²)
0	9,805	999,8	$1,98 \cdot 10^6$	$1,781 \cdot 10^{-3}$	$1,785 \cdot 10^{-6}$	0,0765	0,61
5	9,807	1000,0	$2,05 \cdot 10^6$	$1,518 \cdot 10^{-3}$	$1,519 \cdot 10^{-6}$	0,0749	0,87
10	9,804	999,7	$2,10 \cdot 10^6$	$1,307 \cdot 10^{-3}$	$1,306 \cdot 10^{-6}$	0,0742	1,23
15	9,798	999,1	$2,15 \cdot 10^6$	$1,139 \cdot 10^{-3}$	$1,139 \cdot 10^{-6}$	0,0735	1,70
20	9,789	998,2	$2,17 \cdot 10^6$	$1,102 \cdot 10^{-3}$	$1,003 \cdot 10^{-6}$	0,0728	2,34
25	9,777	997,0	$2,22 \cdot 10^6$	$0,890 \cdot 10^{-3}$	$0,893 \cdot 10^{-6}$	0,0720	3,17
30	9,764	995,7	$2,25 \cdot 10^6$	$0,708 \cdot 10^{-3}$	$0,800 \cdot 10^{-6}$	0,0712	4,24
40	9,730	992,2	$2,28 \cdot 10^6$	$0,653 \cdot 10^{-3}$	$0,658 \cdot 10^{-6}$	0,0696	7,38
50	9,689	988,0	$2,29 \cdot 10^6$	$0,547 \cdot 10^{-3}$	$0,553 \cdot 10^{-6}$	0,0679	12,33
60	9,642	983,2	$2,28 \cdot 10^6$	$0,466 \cdot 10^{-3}$	$0,474 \cdot 10^{-6}$	0,0662	19,92
70	9,589	977,8	$2,25 \cdot 10^6$	$0,404 \cdot 10^{-3}$	$0,413 \cdot 10^{-6}$	0,0644	31,16
80	9,530	971,8	$2,20 \cdot 10^6$	$0,354 \cdot 10^{-3}$	$0,364 \cdot 10^{-6}$	0,0626	47,34
90	9,466	965,3	$2,14 \cdot 10^6$	$0,315 \cdot 10^{-3}$	$0,326 \cdot 10^{-6}$	0,0608	70,10
100	9,399	958,4	$2,07 \cdot 10^6$	$0,282 \cdot 10^{-3}$	$0,294 \cdot 10^{-6}$	0,0589	101,33

ANEXO 5

Rugosidad Absoluta de Materiales

Material	ϵ (mm)
Plástico (HDPE, PE, PVC)	0,0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01
Tubos estirados de acero	0,0024
Tubos de latón o cobre	0,0015
Fundición revestida de cemento	0,0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024
Fundición centrifugada	0,003
Fundición asfaltada	0,06 - 0,18
Fundición	0,12 - 0,60
Acero comercial y soldado	0,03 - 0,09
Hierro forjado	0,03 - 0,09
Hierro galvanizado	0,06 - 0,24
Madera	0,18 - 0,90
Hormigón	0,3 - 3,0

Equivalencia entre Coeficiente de Pérdidas para distintos Materiales

Material	C Hazen-Williams (universal)	ϵ Darcy-Weisbach (mm)	n Manning (universal)
Plástico (PE, PVC)	140 - 150	0,0015	0,006 - 0,010
Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio	140	0,01	0,006
Acero	140 - 145	0,05	0,010 - 0,011
Hierro Galvanizado	130	0,15	0,015 - 0,017
Fundición	130 - 140	0,25	0,012 - 0,015
Hormigón o revest. de Hormigón	120 - 140	0,3 - 3,0	0,012 - 0,017

ANEXO 6

Coeficientes de Hazen-Williams

Hazen-Williams coefficients are used in the Hazen-Williams equation for friction loss calculation in ducts and pipes. Coefficients for some common materials used in ducts and pipes can be found in the table below:

Material	Hazen-Williams Coefficient
	- c -
Asbestos Cement	140
Brass	130 - 140
Brick sewer	90 - 100
Cast-Iron - new unlined (CIP)	130
Cast-Iron 10 years old	107 - 113
Cast-Iron 20 years old	89 - 100
Cast-Iron 30 years old	75 - 90
Cast-Iron 40 years old	64-83
Concrete	100 - 140
Copper or Brass	130 - 140
Corrugated Metal	60
Ductile Iron Pipe (DIP)	140
Fiber	140
Fiber Glass Pipe - FRP	150
Galvanized iron	120
Glass	130
Lead	130 - 140
Metal Pipes - Very to extremely smooth	130 - 140
Plastic	130 - 150
Polyethylene, PE, PEH	150
PVC, CPVC	150
Smooth Pipes	140
Steel new unlined	140 - 150
Tin	130
Vitrified Clays	110
Wooden or Masonry Pipe - Smooth	120
Wood Stave	110 - 120

Referencia: http://www.engineeringtoolbox.com/hazen-williams-water-d_797.html

ANEXO 7

Monograma de Perdidas de Carga Secundaria

FITTING	Long. Equivalente L/D (ml/mm)
Tee (ingreso por lateral)	0,020
Tee (salida por lateral)	0,050
Codo de 90°	0,030
Codo de 60°	0,025
Codo de 45°	0,017
"Y" a 45°	0,060
Valvula de Globo convencional (Abierta Completamente)	0,350
Valvula de ángulo convencional (Abierta Completamente)	0,180
Valvula de compuerta convencional (Abierta Completamente)	0,015
Valvula mariposa convencional (Abierta Completamente)	0,040
Valvula Check convencional (Abierta Completamente)	0,100
Boca Borda	0,030

Empresa Amanco del Perú S.A.

ANEXO 8

Perdidas de Carga Locales o Secundarias

ENTRADA	$K \frac{V^2}{2g}$ <p style="text-align: center;">(V : velocidad media de la tubería)</p>	
	Bordes Agudos	$K = 0,5$
	Bordes ligeramente redondeados	$K = 0,26$
	Bordes Acampanados	$K = 0,04$
	Bordes Entrantes	$K = 1$
ENSANCHAMIENTO	$K \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = K \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$ <p style="text-align: center;">(V_1 : velocidad aguas arriba; V_2 : velocidad aguas abajo)</p>	
	Brusco	$K = 1$
	Gradual	Gráfico de Gibson
CONTRACCION	$\left(\frac{1}{c_c} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g} = K \frac{V_2^2}{2g}$ <p style="text-align: center;">(V_2 : Velocidad aguas abajo)</p>	
	Brusca	Tabla de Weisbach
	Gradual	$K = 0$
CAMBIO DE DIRECCION	$K \frac{V^2}{2g}$ <p style="text-align: center;">(V : velocidad media)</p>	
	Codo de 90°	$K = 0,90$
	Codo de 45°	$K = 0,42$
	Codo de curv. fuerte	$K = 0,75$
	Codo de curv. suave	$K = 0,60$
VALVULAS	(V : velocidad media)	
	Válvulas de globo (totalmente abierta)	$K = 10,0$
	Válvula de compuerta (totalmente abierta)	$K = 0,19$
	Válvula check (totalmente abierta)	$K = 2,5$

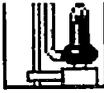
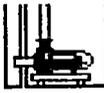
ANEXO 9

Descripción de los tipos de bombas Flygt

Bomba tipo	Descripción impulsor
 B	Impulsor abierto, de varios álabes, para líquidos limpios, con pequeñas partículas.
 C	Impulsor cerrado, de uno o varios canales, para líquidos que contengan sólidos en suspensión (aguas residuales urbanas).
 D	Impulsor Vortex para líquidos que contengan grandes sólidos, fangos y fibras largas.
 F	Impulsor abierto con cantos cortantes. Puede trabajar con líquidos que contengan fibras largas.
 G	Impulsor multiálabe, abierto o cerrado, con paso de sólidos para pequeñas partículas y líquidos cargados.
 H	Impulsor semi-abierto, mono o multicanal, fabricado con aleación de acero al cromo resistente a la abrasión.
 L	Impulsores cerrados mono ó multicanal, de flujo mixto, con difusor de salida provisto de canales directrices, para agua sin sólidos fibrosos.
 M	Impulsor semi-abierto, multiálabe con muela trituradora. Apto para líquidos que contengan sólidos y fibras.
 N	Impulsor de canal abierto auto-limpiante.
 P	Impulsor axial, con palas fijas o ajustables, para grandes caudales a bajas alturas de elevación. Agua limpia o ligeramente cargada.

ANEXO 10

Descripción de los tipos de instalación para bombas Flygt

Instalación	Descripción
 F	Instalación semi-fija sumergida para manguera o tubería. Con patas de apoyo, con o sin colador.
 H	Instalación semi-fija sumergida, donde la bomba está suspendida de la tubería de descarga.
J	Instalación fija sumergida, con boquilla de chorro para agitación y barra-guía para conexión automática a conexión de descarga especial.
 L	Instalación fija sumergida, apoyada en el fondo de la tubería en hormigón o en acero.
 P	Instalación fija extraíble, sumergida y con tubos guía. Acoplamiento por su propio peso a la conexión de descarga.
 S	Instalación transportable, con salida para manguera y colador.
 T	Instalación fija, en cámara seca, sobre punto de apoyo. Aspirando de pozo húmedo con codo de aspiración. Montaje vertical.
 Z	Instalación fija en cámara seca sobre bastidor de perfiles. Montaje horizontal.

ANEXO 11

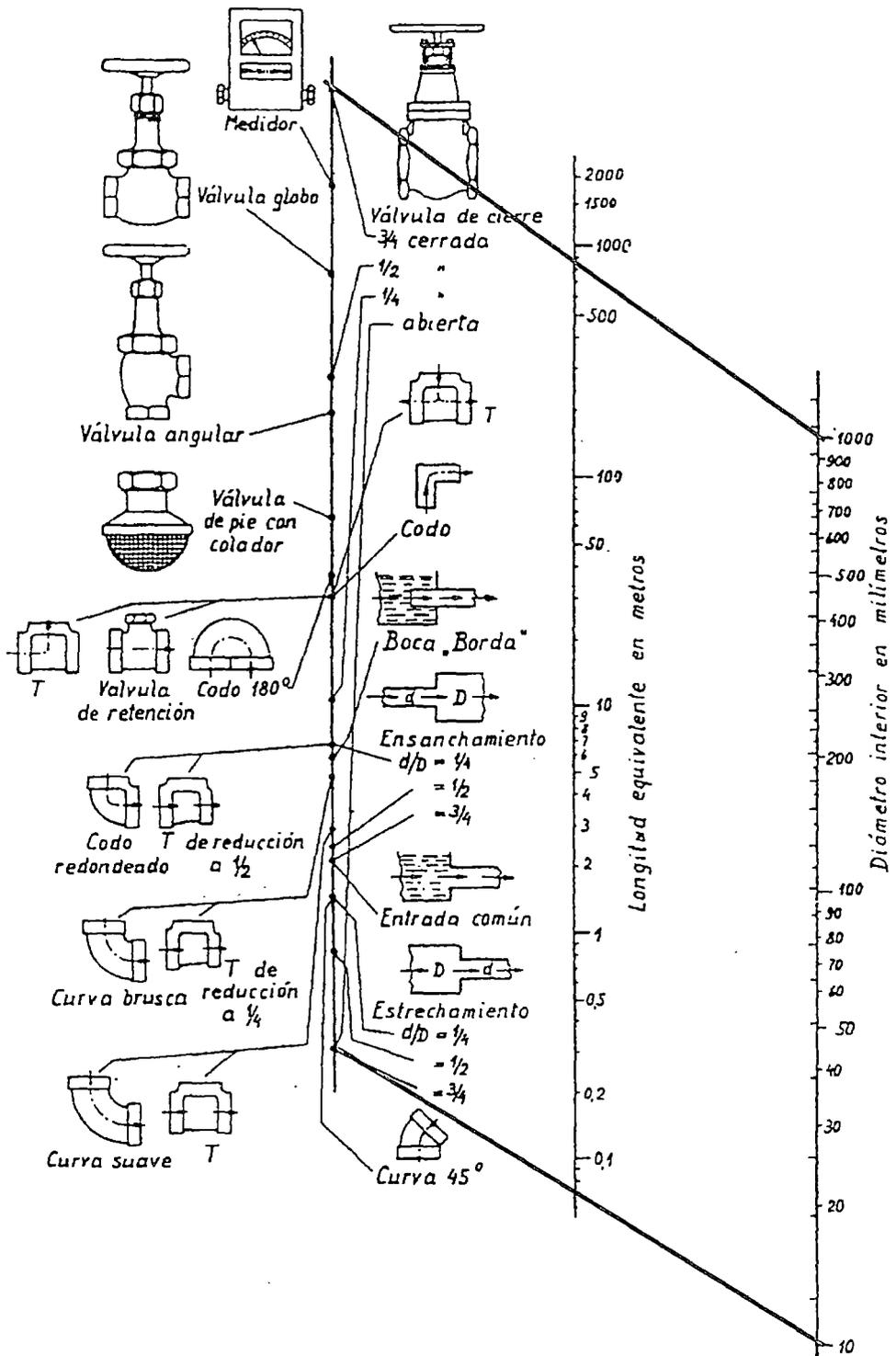
Coefficientes de Resistencia " K "

**Longitudes Equivalentes de Perdidas según Diámetro Interiores.
para Válvulas, Accesorios y conexiones.**

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Tipo de conexión	K	L/D m/m
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

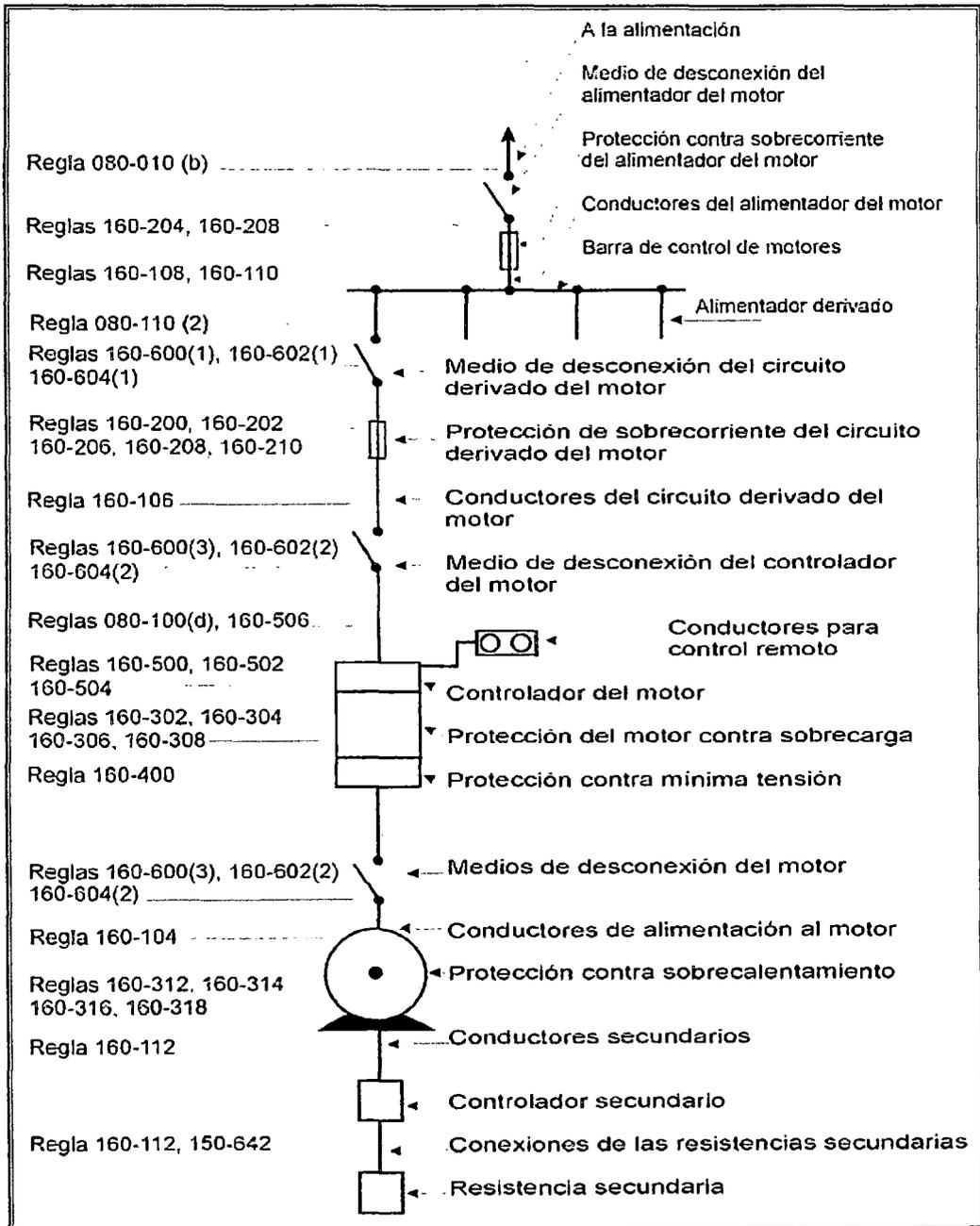
ANEXO 12

Monograma de Perdidas de Carga Secundaria



ANEXO IE-1

Diagrama de los Circuitos de Control y Dispositivos de Protección de Motores (Según el Código Nacional de Electricidad)



Referencia:
Ministerio de Energía y Minas
<http://www.minem.gob.pe>

ANEXO IE-2

Motores Trifásicos de Corriente Alterna, Corriente a Plena Carga en Amperes (Promedio para todas las velocidades y frecuencias)

HP	Motor de inducción. rotor de jaula de ardilla y rotor bobinado Amperes						* Motor síncrono de factor potencia 1 Amperes			
	110V	220 V	380 V	440 V	550 V	2300	220 V	440 V	550 V	2300 V
1/2	4.0	2.0	1.2	1.0	0.8					
3/4	5.6	2.8	1.6	1.4	1.1					
1	7.0	3.5	2.0	1.8	1.4					
1 1/2	10.0	6.0	2.0	2.5	2.0					
2	13.0	6.5	3.8	3.3	2.6					
3		9.0	5.2	4.5	4.0					
5		16.0	8.7	7.5	6.0					
7 1/2		22.0	13.0	11.0	9.0					
10		27.0	16.0	14.0	U.0					
15		40.0	23.0	20.0	16.0					
20		62.0	30.0	26.0	21.0					
25		64.0	37.0	32.0	26.0	7.0	64	27	22	5.4
30		78.0	45.0	39.0	31.0	8.5	65	33	26	6.5
40		104.0	60.0	52.0	41.0	10.5	86	43	35	8.0
50		125.0	73.0	63.0	50.0	13.0	108	54	44	10.0
60		160.0	87.0	75.0	60.0	16.0	128	64	51	12.0
75		186.0	143.0	93.0	74.0	19.0	161	81	65	15.0
100		246.0	143.0	123.0	98.0	25.0	211	106	85	20.0
125		310.0	310.0	155.0	124.0	31.0	264	132	106	25.0
150		360.0	360.0	180.0	144.0	37.0		158	127	30.0
200		480.0	480.0	240.0	102.0	48.0		210	168	40.0

Estos valores de corriente a plena carga se refieren a motores que funcionan a velocidades usuales con transmisiones por correas y con características normales de par. Los motores contruidos para velocidades especialmente bajas o para pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes a plena cargas y los motores de varias velocidades tendrán la corriente de plena carga que varia con la velocidad.

Para motores de 500V incrementar en 11% las cifras de 550 V.

* Para factores de potencia del 90 y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1.1 y 1.25 respectivamente.

**MOTORES TRIFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA
(Según el Código Nacional de Electricidad)**

Potencia nominal del motor	Corriente a plena carga en A (ver Notas:1, 2, 3 y 5)							
	Tipo inducción, rotor jaula de ardilla y rotor bobinado				Tipo síncrono factor de potencia unitario (Ver Nota 4)			
[HP]	230 V	380 V	460 V	2 300 V	230 V	380 V	460 V	2 300 V
1/2	2	1,3	1					
3/4	2,8	1,7	1,4					
1	3,6	2,2	1,8					
1 1/2	5,2	3,2	2,6					
2	6,8	4,2	3,4					
3	9,6	5,8	4,8					
5	15,2	9,3	7,6					
7 1/2	22	13,4	11					
10	28	17	14					
15	42	26	21					
20	54	33	27					
25	68	42	34		54	33	27	
30	80	49	40		65	40,3	33	
40	104	64	52		86	52,4	43	
50	130	80	65		106	66	54	
60	154	94	77	16	128	78	64	12
75	192	118	96	20	161	99	81	15
100	248	152	124	26	211	130	106	20
125	312	191	156	31	264	162	132	25
150	360	220	180	37		193	158	30
200	480	293	240	49		256	210	40

Nota 1: Para corrientes de plena carga de motores de 208 V y 220 V incrementar la corriente de plena carga correspondiente a motores de 230 V en 10% y 4% respectivamente.

Nota 2: Estos valores de corriente de plena carga son para ser usados solamente como una guía, si se requiere valores exactos (por ejemplo, para protección de motores debe usarse siempre los valores que figuran en la placa del motor)

Nota 3: Estos valores de corriente de plena carga son para motores funcionando a velocidades usuales en motores de transmisión por correa y motores con características de torque normales. Motores construidos especialmente para velocidades bajas o torques altos pueden requerir mayores corrientes de funcionamiento, y motores de velocidades múltiples tendrán corrientes de plena carga que varían con la velocidad, en cuyo caso debe utilizarse la corriente nominal que figura en la placa del motor.

Nota 4: Para factores de potencia de 90% y 80%, los valores de la Tabla deben multiplicarse por 1,1 y 1,25 respectivamente.

Nota 5: Las tensiones que figuran en la tabla son tensiones nominales para motores.

ANEXO IE-3

CALCULO DE POTENCIA PARA MOTORES

1) Potencia necesaria en una máquina	
$P = M \cdot n / 9,550 \cdot \eta_m$ $P = FD \cdot v / 1,300 \eta_m$	P - potencia en kW M - par de giro de la máquina en Nm n - número de revoluciones por minuto η_m - rendimiento de la máquina F - fuerza (peso, fricción) en N v - velocidad en m/s
2) Potencia absorbida por una motor trifásico	
$P1 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi$ $P2 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi / 735$ $P3 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi / 1,000$	P1 - en W P2 - en CV P3 - en kW V - tensión nominal en V I - intensidad nominal en A $\cos\phi$ - factor de potencia
3) Potencia desarrollada por un motor trifásico	
$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \eta / 1,000$	P - en kW η - rendimiento del motor a la potencia nominal
4) Potencia absorbida por un motor de corriente continua	
$P = V \cdot I$ $P1 = V \cdot I / 1,000$	P - en W V - tensión de inducido en V I - intensidad nominal en A P1 - en kW
5) Potencia absorbida por un motor monofásico de corriente alterna	
$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$ $P1 = V \cdot I \cdot \cos\phi / 1,000$	P - en W P1 - en kW
6) Equivalencias	
1CV = 738 W (735,4987 W) 1HP = 748 W (745,6969 W), caballo de vapor Inglés 1kW = 1,36 CV 1MW = 10 ⁶ W = 1.000 kW	

ANEXO IE-4

LETRAS DE CÓDIGO INDICADORAS DE KVA/HP DE LOS MOTORES CON ROTOR BLOQUEADO

Letra de Código	KVA por HP con rotor bloqueado
A	0.00 - 3.14
B	3.15 - 3.54
C	3.55 - 3.99
D	4.00 - 4.49
E	4.50 - 4.99
F	5.00 - 5.59
G	5.60 - 6.29
H	6.30 - 7.09
J	7.10 - 7.99
K	8.00 - 8.99
L	9.00 - 9.99
M	10.00 - 11.19
N	11.20 - 12.49
P	12.50 - 13.99
R	14.00 - 15.99
S	16.00 - 17.99
T	18.00 - 19.99
U	20.00 - 22.39
V	22.40 y mas

Nota 1. Los motores de velocidades múltiples deben marcarse con la letra de clave que indique los kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado para la velocidad más alto, excepto los motores de potencia constante, los cuales deben marcarse con la letra de clave que dé el mayor número de kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado.

Nota 2. Los motores de uno sólo velocidad que arranquen en estrella y trabajen en marcha normal en delta, deben identificarse con la letra de clave correspondiente a los kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado en la conexión estrella.

Nota 3. Los motores de dos tensiones que tengan distintos kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado en las dos tensiones, deben identificarse con la letra de clave poro la tensión que dé el mayor número de kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado.

Nota 4, Los motores con alimentación para 50 y 60 hertz, deben identificarse con lo letra de clave que designe los kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado a 60 hertz.

Nota 5. Los motores que arranquen con una parte del devanado, deben marcarse con la letra de clave que designe los kVA por caballo de potencia con rotor bloqueado correspondientes o todo el devanado del motor.

ANEXO IE-5

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE ARRANQUE

Tipo de Motor	Motores de Jaula				Motores de anillo
Tipo de Arranque	Arranque directo	Arranque Estrella-Triángulo	Arranque estatórico	Arranque con auto-transformador	Arranque rotórico
Corriente inicial de arranque	4 a 8 I _N	1.3 a 2.5 I _N	4.5 I _N	1.7 a 4 I _N	< 2.5 I _N
Par inicial de arranque	0.6 a 1.5 C _n	0.2 a 0.5 C _n	0.6 a 0.8 C _n	0.4 a 0.85 C _n	< 2.5 C _n
	Motor de Jaula económico y robusto				
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Arrancador simple. • Par de arranque importante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrancador relativamente barato. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de regulación de los valores arranque. • No hay corte de la alimentación durante el arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buena relación par/intensidad. • Posibilidad de regulación de los valores de arranqué. • No hay corte de la alimentación durante el arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muy buena relación par intensidad. • Posibilidad de regulación de los valores de arranque. • No hay corte de la alimentación durante el arranque.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> • Punta de intensidad muy importante. • Asegurese que la red admite esta punta. • No permite arranque lento y progresivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeño en el arranque. • No hay posibilidad de regulación. • Corte de la Alimentación en el cambio de acoplamiento y fenómenos transitorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeña reducción de la punta de arranque. • Necesita resistencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita autotransformador costoso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de anillo más costoso. • Necesita resistencias.
Duración media del arranqué	<ul style="list-style-type: none"> • 2 a 3 s. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 a 7 s. 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 a 12 s. 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 a 12 s. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 tiempos 2.5s. • 4 y 5 tiempos 5s.
Aplicaciones típicas	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas máquinas arrancando a plena carga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas arrancando en vacío. • Ventiladores y bombas centrífugas de pequeña potencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de fuerte inercia sin problemas particulares de par y de intensidad en el arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de fuerte potencia o de fuerte inercia en los casos donde la reducción de la punta de intensidad es un criterio importante 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de arranque en carga, de arranque progresivo, etc.

ANEXO IE-6

Capacidad Nominal o Ajuste de Dispositivos de Sobre Corriente para Protección de Circuitos Derivados para Motores Porcentaje de Corriente a Plena Carga

Tipo de motor	Porcentaje de corriente a plena carga		
	Capacidad nominal máxima de fusibles		Ajuste máximo de interruptores del tipo de tiempo límite
	Fusibles con retardo *	Fusibles sin retardo	
Corriente alterna			
Monofásico todos los tipos	175	300	250
Jaula de ardilla y síncronos:			
• Plena tensión, arranque con resistencias y reactores	175	300	250
Arranque por autotransformador y arranque estrella-delta:			
• No más de 30 A	175	250	200
• Más de 30 A	175	200	200
Rotor Bobinado	150	150	150
Corriente continua	150	150	150

* Incluyen los fusibles de tiempo retardado "FT" referidos en la Regla 080-200.

Nota 1: Los motores síncronos del tipo de bajo par motor y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos) como los utilizados en compresoras recíprocas, bombas, etc., y que arrancan sin carga, no requieran fusibles con capacidad nominal o de interruptores con ajuste mayor del 200% de la corriente a plena carga.

Nota 2: Para el uso de interruptores de disparo instantáneo (sólo magnético) en circuitos derivados para motores ver Regla 160-210.

Ministerio de Energía y Minas
<http://www.minem.gob.pe>

ANEXO IE-7

Protección del Motor Contra Sobrecarga y Cortocircuito

Con el fin de proteger el motor y el circuito derivado. Se requiere:

1. Protección térmica de sobrecarga, protegiendo el motor contra daños por sobrecalentamiento. La protección deberá ser ajustada a la corriente nominal del motor. Se hace normalmente por medio de elementos bimetálicos adyacentes al arrancador.
2. Fusibles protegiendo la línea y el motor contra cortocircuito. los fusibles se eligen dependiendo de la corriente nominal del motor, según la tabla siguiente:

Selección de Fusibles para Protección de Motores

CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR (A)		TAMAÑO FUSIBLE (A)
CON ARRANQUE DIRECTO	CON ARRANQUE ESTRELLA /DELTA	
1.5	4.0	4
1.6 – 2	4.1 – 5	6
2.1 – 4	5.1 – 10	10
4.1 – 5	10.1 – 12	16
5.1 – 8	12.1 – 18	20
8.1 – 9	18.1 – 20	25
9.1 – 12	20.1 – 28	35
12.1 – 17	28.1 – 44	50
17.1 – 25	44.1 – 60	63
25.1 – 30	60.1 – 70	80
30.1 – 37	70.1 – 85	100
37.1 – 50	81.1 – 125	125
50.1 – 75	126.0 – 160	160
75.1 – 90	161.0 – 200	200
90.1 – 120	201.0 – 250	250
121.0 – 145	251.0 – 315	315
146.0 – 185	316.0 – 355	355

ANEXO IE-8

Especificaciones Cables NYY Tripolar

CALIBRE	NUMERO	ESPESORES		DIAMETRO	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		HILOS	AISLAMIENTO			CUBIERTA	EXTERIOR	ENTERRADO
N° x mm ²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
3 x 1.5	1	0,8	1,8	11,6	189	26	18	21
3 x 2.5	1	0,8	1,8	12,8	231	34	24	27
3 x 4	1	1,0	1,8	14,3	326	44	32	35
3 x 6	1	1,0	1,8	15,4	409	56	41	45
.								
3 x 10	1	1,0	1,8	17,1	564	75	57	60
3 x 16	7	1,0	1,8	19,7	804	99	76	80
3 x 25	7	1,2	1,8	23,2	1185	128	101	103
3 x 35	7	1,2	1,8	22,3	1273	155	125	125
.								
3 x 50	19	1,4	1,8	26,2	1737	184	151	149
3 x 70	19	1,4	1,9	34,4	2386	226	192	180
3 x 95	19	1,6	2,0	33,5	3255	272	232	217
3 x 120	37	1,6	2,1	36,3	4013	310	269	248
.								
3 x 150	37	1,8	2,2	40,1	4917	348	309	278
3 x 185	37	2,0	2,4	53,4	6553	394	353	311
3 x 240	37	2,2	2,5	60,2	8535	458	415	361
3 x 300	37	2,4	3,0	66,6	10600	518	460	409

ANEXO IE-9

Capacidades de Conducción

Sección Aprox. mm ²	Calibre AWG o MCM	Diámetro Aprox. mm	Capacidad Amp. (*)	Capacidad Amp. (**)	Capacidad Amp. (***)
0.823	18 -- Sólido	1.02			
1.31	16 -- Sólido	1.29			
2.10	14 -- Sólido	1.63	15	20	30
3.30	12 -- Sólido	2.05	20	25	40
5.30	10 -- Sólido	2.59	30	40	55
8.40	8 -- Sólido	3.26	40	55	70
13.30	6 -- Sólido	4.11	55	80	100
8.40	8 -- 7h	3.69	40	55	70
13.30	6 -- 7h	4.65	55	80	100
21.10	4 -- 7h	5.88	70	105	130
33.60	2 -- 7h	7.41	95	140	175
53.50	1/0 -- 7h	9.36	125	195	235
67.40	2/0 -- 7h	10.50	145	225	275
85.00	3/0 -- 7h	11.79	165	260	320
107.20	4/0 -- 7h	13.26	195	300	370
53.50	1/0 -- 19h	9.45	125	195	235
67.40	2/0 -- 19h	10.60	145	225	275
85.00	3/0 -- 19h	11.95	165	260	320
107.20	4/0 -- 19h	13.40	195	300	370
126.60	250 -- 37h	14.62	215	340	410
152.00	300 -- 37h	16.00	240	375	460
177.40	350 -- 37h	17.30	260	415	510
202.70	400 -- 37h	18.49	280	455	555
253.40	500 -- 37h	20.65	320	515	630
304.00	600 -- 37h	22.63	355	575	710
354.70	700 -- 61h	24.48	385	630	780
380.00	750 -- 61h	25.35	400	655	813
405.40	800 -- 61h	26.17	410	680	845
506.70	1000 -- 61h	29.26	455	780	965

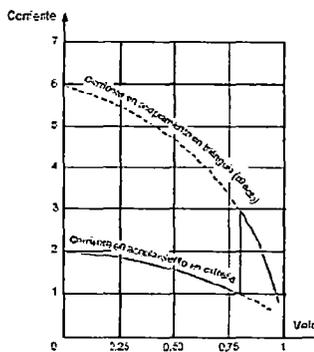
* Instalación de no más de tres (3) conductores aislados en conduit, bandeja, cable concéntrico o directamente enterrado a temperatura ambiente de 30°C.

** Instalación interior de conductores aislados sobre aisladores.

*** Instalación exterior de conductores aislados al aire libre.

TIP 1/2005 : ARRANCADORES ESTRELLA-TRIANGULO

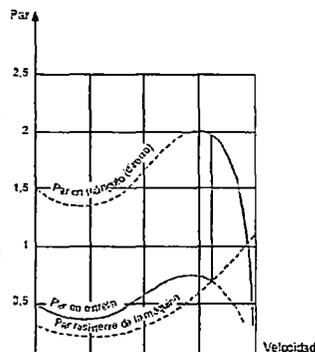
Este modo de arranque se utiliza solo cuando se tiene acceso a los 6 terminales del estator y la tensión nominal de triángulo corresponde a la tensión de red. Por ejemplo, en el caso de una red trifásica de 380 V, es preciso utilizar un motor bobinado a 380 V en triángulo y 660 V en estrella. El principio consiste en arrancar el motor acoplado los devanados en estrella a la tensión de red y luego, después que la velocidad del motor se estabilice, se acoplan los devanados en triángulo.



Curva de corriente/velocidad del arranque estrella-triángulo.

La corriente :
Un motor 380V/660V acoplado en estrella 660V absorbe una corriente raíz de 3 veces menor que si se acopla en triángulo a 380V. Dado que el acoplamiento en estrella de este motor se realiza a 380V en lugar de 660V, la corriente se divide nuevamente por raíz de 3 resultando una intensidad igual a un tercio de la corriente del motor acoplado en triángulo a 380V :
La corriente de arranque "estrella" es aproximadamente 1,8 a 2,6 In.

El torque :
El torque de arranque se divide igualmente por 3, ya que es proporcional al cuadrado de la tensión de alimentación. Por este motivo, debe utilizarse este método solo para los arranques en vacío ó con un torque resistente débil : El par de arranque en "estrella" se reduce aproximadamente al 50% del torque nominal del motor.

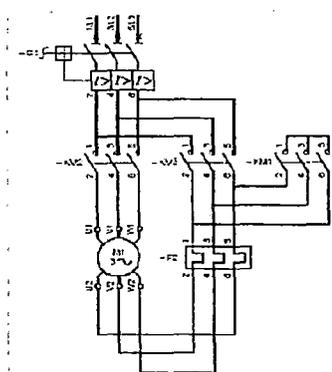


Curva de torque/velocidad del arranque estrella-triángulo.

TABLA DE SELECCIÓN ARRANCADORES ESTRELLA-TRIANGULO (Coordinación Tipo 1 según IEC-947-4)

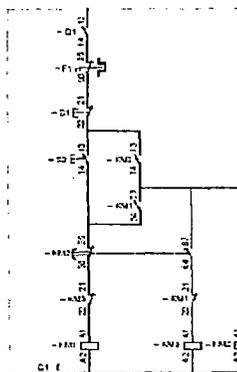
MOTOR			CONTACTORES (6)				RELE TERMICO (2)			GUARDAMOTOR (3)		
Potencia (6)	Inom (1)	350 V.	LINEA	DELTA	ESTRELLA		F1	Rango	Ajuste	Q1	Rango	Ajuste
kW	HP	A	KM2 (4)	KM3	KM1	TAMAÑO	Referencia	A	A	Referencia	A	A
7,5	10	15,5	LC1D09M7	LC1D09M7	LC1D09M7	9...18	LRD14	7...10	8,9	GV2ME20	13...18	15,5
11	15	22	LC1D12M7	LC1D12M7	LC1D09M7		LRD16	9...13	12,7	GV2ME22	20...25	22
15	20	30	LC1D18M7	LC1D16M7	LC1D12M7		LRD21	12...18	17,3	GV2ME32	24...32	30
18,5	25	37	LC1D25M7	LC1D25M7	LC1D25M7	25...38	LRD22	16...24	21,4	GV3ME40	25...40	37
22	30	44	LC1D32M7	LC1D32M7	LC1D25M7		LRD32	23...32	25,4	GV3ME63	40...63	44
30	40	60	LC1D38M7	LC1D38M7	LC1D25M7		LRD35	30...38	34,6	GV3ME63	40...63	60
37	50	72	LC1D40M7	LC1D40M7	LC1D40M7	40...65	LRD3357	37...50	41,6	GV3ME80	56...80	72
45	60	85	LC1D50M7	LC1D50M7	LC1D40M7		LRD3357	37...50	49,1	NS100x STR22ME100	80...100	85
55	75	105	LC1D65M7	LC1D65M7	LC1D40M7		LRD3359	48...65	60,6	NS160x STR22ME150	120...150	105
75	100	138	LC1D69M7	LC1D80M7	LC1D50M7	80	LRD3363	63...80	79,7	NS160x STR22ME150	120...150	138
90	125	170	LC1D115M7	LC1D115M7	LC1D60M7	115...150	LR9D5369	90...150	98,1	NS250x STR22ME220	176...220	170
110	150	205	LC1D115M7	LC1D115M7	LC1D80M7		LR9D5369	90...150	118,4	NS250x STR22ME220	176...220	205
132	175	245	LC1D150M7	LC1D150M7	LC1D115M7		LR9D5369	90...150	141,5	NS400x STR43ME	160...320	245
160	200	300	LC1F185M7	LC1F185M7	LC1F115M7	185...225	LR9F5371	132...220	173,2	NS400x STR43ME	160...320	300
200	250	370	LC1F225M7	LC1F225M7	LC1F150M7		LR9F5371	132...220	213,6	NS630x STR43ME	252...500	370
220	300	408	LC1F265M7	LC1F265M7	LC1F150M7	265...330	LR9F7375	200...330	235,6	NS630x STR43ME	252...500	408
250	350	460	LC1F330M7	LC1F330M7	LC1F185M7		LR9F7375	200...330	265,6	NS630x STR43ME	252...500	460

- (1) Corriente nominal de motores 4 polos, 390 VAc / 50Hz según IEC.
- (2) El relé térmico puede omitirse y utilizar sólo el guardamotor termomagnético. Sin embargo, en este caso no habrá una protección adecuada durante la fase estrella.
- (3) El guardamotor termomagnético (tipo ME) puede ser reemplazado por un guardamotor solo con protección magnética (tipo MA). Consultar.
- (4) Considerar al pedir los contactores, un block temporizador LADS2. En el caso de contactores Serie F, considerar además 3 blocks de contactos auxiliares LADN11.
- (5) Para tensiones de control distinta a 220V / 50Hz de los contactores, cambiar "M7" en las referencias a "F7" (110V) ó "Q7" (380 V). Otras tensiones consultar.
- (6) Para motores de potencia superior a 250kW, se recomienda la utilización de un arrancador suave Alistart 48.



Circuito de fuerza estrella-triángulo

El ajuste del relé térmico deberá realizarse a Inom motor / raíz de 3. Un enclavamiento eléctrico, entre KM3 y KM1 es necesario para evitar cortocircuitos. El retardo de 50ms entre KM3 y KM1 evita el cortocircuito entre la red y la fuerza electromotriz (fem) remanente del motor.



Circuito de control estrella-triángulo

El paso de "estrella" a "triángulo" debe realizarse cuando la velocidad del motor está estabilizada. Normalmente esto sucede entre el 75% y 85% de la velocidad nominal. Un temporizador (LADS2) se encarga de controlar esta transición. El cierre del contactor de triángulo (KM3) se produce con un retardo de 30 a 50ms tras la apertura del contactor en estrella (KM1), lo que evita un cortocircuito entre fases.

ANEXO IE-11

Arrancadores Estrella-Triángulo

AEG

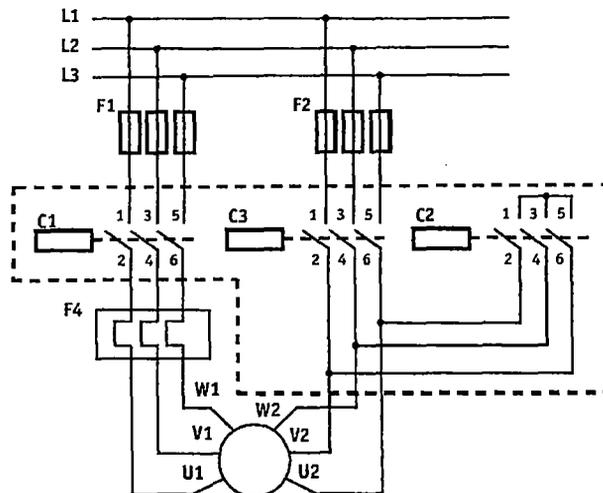
Voltaje 220 Vac

Referencia	Potencia kW	HP	Intensidad (A)	Red	Contactor Triángulo	Estrella	Relé de sobrecarga Modelo	Rango	Fusible
AT 037	11	15	40	LS 37	LS 37	LS 27	b 77 S	20... 32	80
AT 047	18,5	25	62	LS 47	LS 47	LS 37	b 77 S	32... 50	125
AT 057	30	40	101	LS 57	LS 57	LS 47	b 77 S	50... 63	200
AT 077	37	50	126	LS 77	LS 77	LS 57	b 77 S	63... 80	250
AT 087	45	60	151	LS 87	LS 87	LS 57	b 77 S	80...110	300
AT 107	52	70	172	LS 107	LS 107	LS 87	b 177 S	90...120	315
AT 147	75	100	236	LS 147	LS 147	LS 107	b 177 S	135...160	360
AT 177	90	120	283	LS 177	LS 177	LS 107	b 177 S	150...180	400
AT 207	97	130	307	LS 207	LS 207	LS 147	b 200	100...200	430
AT 247	112	150	354	LS 247	LS 247	LS 177	b 400	220...400	500

Voltaje 480 Vac

Referencia	Potencia kW	HP	Intensidad (A)	Red	Contactor Triángulo	Estrella	Relé de sobrecarga Modelo	Rango	Fusible
AT 037	26	35	39	LS 37	LS 37	LS 27	b 77 S	20... 32	80
AT 047	45	60	67	LS 47	LS 47	LS 37	b 77 S	32... 50	125
AT 047-30	56	75	84	LS 57	LS 57	LS 47	b 77 S	40... 57	200
AT 057	75	100	112	LS 77	LS 77	LS 57	b 77 S	57... 70	250
AT 077	93	125	140	LS 87	LS 87	LS 57	b 77 S	63... 90	300
AT 087	104	140	157	LS 107	LS 107	LS 57	b 177 S	80...110	315
AT 107	112	150	168	LS 107	LS 107	LS 87	b 177 S	90...120	360
AT 147	134	180	202	LS 147	LS 147	LS 107	b 177 S	110...135	400
AT 177	164	220	247	LS 177	LS 177	LS 147	b 177 S	135...160	450
AT 207	201	270	303	LS 247	LS 247	LS 177	b 200	100...200	315

Intensidad de los motores en servicio AC-3



ANEXO IE-12

Tabla de tipos de suelos con sus respectivas resistividades.

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en Ω - m
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50
Marga y Arcillas Compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silíceas	200 a 300
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1,500 a 3,000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1,000 a 5,000
Calizas Agrietadas	500 a 1,000
Pizarras	50 a 300
Roca de Mica o Cuarzo	500 a 5000
Granito y Gres procedentes de Alteraciones	1,500 a 10,000
Roca Ígnea	5,000 a 15,000

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ohm-m)	Dosis THOR-GEL por m ³
Terrenos cultivables y fértiles	50 - 200	1
Terraplenes compactos y húmedos	50 - 200	1
Terrenos cultivables poco fértiles terraplenes fofos	200 - 500	de 1 a 2
Suelos pedregosos desnudos arena seca, permeable	500 - 3 000	2