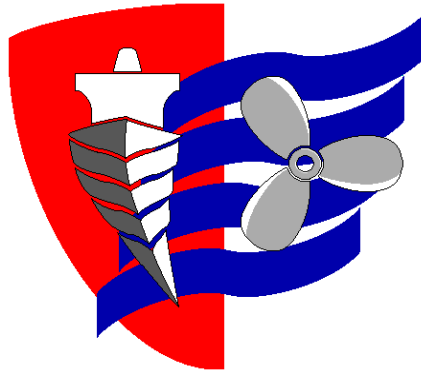


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**Proyecto Básico del Grupo Hidráulico
Principal de un Remolcador Polivalente de
Salvamento y Lucha contra la
Contaminación**

**Basic Design of the Main Hydraulic Unit of a
Multipurpose Salvage and Marine Pollution
Control Tug**

Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA MARÍTIMA

Autor: Pedro Piñero Cebrián

Octubre - 2014

INDICE

1. MEMORIA.....	10
1.1. GENERAL.....	10
1.1.1. TITULO	10
1.1.2. DESTINATARIO	10
1.1.3. OBJETO DEL PROYECTO O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2. EL BUQUE: CARACTERISTICAS Y PARAMETROS DEL PROYECTO	11
1.2.1. CLASIFICACION O COTA DEL BUQUE.....	11
1.2.2. ESPECIFICACION DEL BUQUE	13
1.2.3. PROPULSION	14
1.2.3.1. MOTORES PRINCIPALES	14
1.2.3.2. PROPULSORES.....	14
1.2.3.3. PROPULSION AUXILIAR	14
1.2.3.3.1. HELICES TRANSVERSALES DE PP	14
1.2.3.3.2 HELICE TRANSVERSAL DE PR.....	14
1.2.4. GENERADORES DE CORRIENTE ELECTRICA	15
1.2.4.1. DIESEL GENERADORES.....	15
1.2.4.2. GENERADOR DE PUERTO	15
1.2.4.3. GENERADOR DE EMERGENCIA	15
1.2.4.4. ALTERNADORES DE COLA.....	15
1.2.5. GRUAS.....	15
1.2.6. MAQUINILLAS	16
1.2.6.1. MOLINETE DE PR.....	16
1.2.6.2. MAQUINILLA DE REMOLQUE DE PR	16
1.2.6.3. MAQUINILLA DE REMOLQUE DE PR	17

1.2.6.4. MAQUINILLAS DE MANIOBRA	17
1.2.6.5. CARRETEL ESTIBADOR DE CABOS	17
1.2.6.6. CABESTRANTES DE Popa	17
1.2.6.7. PINES Y MORDAZAS	17
1.2.6.8. PORTICO	18
1.2.7. RECOGIDA DE RESIDUOS Y SALVAMENTO	18
1.2.7.1. BRAZOS DE RECOGIDA DE HIDROCARBUROS	18
1.2.7.2. BRAZOS DE DISPERSANTE	18
1.2.7.3. PLANTA DE GAS INERTE	19
1.2.7.4. BOMBAS DE DESCARGA DE RESIDUOS DE TKS. DE ALMACENAMIENTO	19
1.2.7.5 BARRERA	19
1.2.7.6 SKIMMER	19
1.2.7.7. BOMBAS PORTATILES	19
1.2.8. SISTEMA CONTRA INCENDIOS EXTERIOR	20
1.2.8.1 BOMBAS CONTRA INCENDIOS	20
1.2.8.2 BOMBA DE ESPUMOGENO	20
1.2.8.3 MONITORES DE ESPUMA	20
1.2.8.4 CAÑONES DE AGUA	20
1.2.8.5 SISTEMA DE AGUA SPRAY	20
1.2.9 EMBARCACIONES DE TRABAJO Y RESCATE	21
1.2.9.1. EMBARCACION DE RESCATE	21
1.2.9.2 EMBARCACION DE TRABAJO	21
1.3. CONDICIONES PARA EL CALCULO	21
1.4. TUBERIAS	23
1.4.1. MATERIAL DE LA TUBERIA	23
1.4.2. UNION ENTRE TUBERIAS	24
1.4.3. NUMERACION DE LINEAS	24
1.4.3.1. LINEAS DE IMPULSION	24
1.4.3.2 LINEAS DE RETORNO	25

1.5. ACEITE UTILIZADO EN LA INSTALACION	25
1.6. DESCRIPCION DE LA CENTRAL HIDRAULICA	26
1.6.1 DEPOSITO O TK. DE EXPANSION.....	27
1.6.2. FILTROS DE LA INSTALACION	29
1.6.2.1 FILTRO DE RETORNO.....	29
1.6.2.2. FILTRO DE IMPULSION.....	30
1.6.3. VALVULAS DE CARTUCHO.....	30
1.6.3.1. VENTAJAS DE LAS VALVULAS DE CARTUCHO	31
1.6.3.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS DE CARTUCHO PARA INSERTAR.....	32
1.6.3.2.1. DIRECCION DE FLUJO	33
1.6.3.2.2. VALVULAS DE CARTUCHO NORMALMENTE CERRADAS.....	34
1.6.3.2.3. VALVULAS DE CARTUCHO NORMALMENTE ABIERTAS.....	34
1.6.3.3 BLOQUE DE VALVULAS UTILIZADOS EN LA INSTALACION PROYECTADA	36
1.6.3.3.1 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE UN BLOQUE DE VALVULAS	36
1.6.4. BOMBAS HIDRAULICAS	37
1.6.5. ENFRIADOR DE ACEITE	39
1.6.6 INSTALACION ELECTRICA	40
1.7. SOFTWARE UTILIZADO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL	43
1.7.1. CALCULO DE TUBERIAS.....	43
1.7.2. SELECCION ENFRIADOR DE ACEITE.....	43
1.8. BIBLIOGRAFIA	47
2. CALCULOS	48
2.1. CALCULO DE LAS TUBERIAS	48

2.1.1. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL DIAMETRO NOMINAL	48
2.1.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS	49
2.1.2.1. PERDIDAS DE 1º ORDEN	49
2.1.2.2. CALCULO DE PERDIDAS DE 2º ORDEN O PERDIDAS LOCALES	53
2.1.2.3. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN EXPANSIONES Y CONTRACCIONES.....	56
2.1.2.4. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA DEBIDO A LA ALTURA	58
2.1.3. COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE AIOFLO V1.04 CON EL CALCULO MANUAL DE DISTINTOS METODOS TRADICIONALES UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION DE LAS PERDIDAS DE CARGA.....	58
2.1.3.1. CALCULO MANUAL UTILIZANDO EL METODO DEL SOFTWARE AIFLO V1.04	60
2.1.3.1.1. DATOS DE PARTIDA	60
2.1.3.1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD	60
2.1.3.1.3. CALCULO DEL N° DE REYNOLDS (RE)	61
2.1.3.1.4. CALCULO DE FACTOR DE FRICCIÓN DARCY-WEISBACH, (f).	61
2.1.3.1.5. CALCULO DEL COEFICIENTE K DE ACCESORIOS....	62
2.1.3.1.6. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA DEBIDO A LA FRICCION	63
2.1.3.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA CONSIDERANDO LA LOGITUD EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS OBTENIDAS POR NOMOGRAMA	64
2.1.3.2.1 DETERMINACION DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LINEA.	65
2.1.3.2.2. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA	65
2.1.3.3. CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA CONSIDERANDO EL COEFICIENTE K DE RESISTENCIA DE LOS ACCESORIOS	67
2.1.4. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS	68
2.1.4.1. CALCULOS DE LAS LINEAS DE IMPULSION.....	69

2.1.4.1.1. CALCULO DEL DIAMETRO DE TUBERIA	69
2.1.4.1.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSION.....	73
2.1.4.1.3. CALCULO DE LAS LINEAS DE IMPULSION COMPRENDIDAS ENTRE EL COLECTOR DE IMPULSION Y LOS BLOQUES DE VALVULAS	76
2.1.4.2. CALCULO DE LAS LINEAS DE RETORNO.....	79
2.1.4.2.1. CALCULO LINEA DE RETORNO T1.....	81
2.1.4.2.2 CALCULO DE LA LINEA DE RETORNO T2	82
2.1.4.2.3. LINEA DE RETORNO T3.....	83
2.1.4.2.4. CALCULO DE LINEA DE RETORNO T4.....	84
2.2. CALCULO DEL FILTROS	85
2.2.1. CALCULO DEL FILTRO DE RETORNO	85
2.2.1.1. MODELO DE FILTRO DE RETORNO UTILIZADO	87
2.2.2. CALCULO DEL FILTRO DE IMPULSION	88
2.2.3. CALCULO DE LAS VALVULAS DE CARTUCHO	91
2.3.1. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LAS VALVULAS DE CARTUCHO.....	93
2.4. DETERMINACION DE LAS BOMBAS HIDRAULICAS Y SUS MOTORES ELECTRICOS DE ACCIONAMIENTO.....	94
2.5. CALCULO DEL TK. DE EXPANSION	96
2.6. CALCULO DEL ENFRIADOR	97
2.7. CALCULOS ELECTRICOS	101
2.7.1. CALCULO DE CONDUCTORES DE FUERZA	101
2.7.1.2. CALCULO DE LA SECCION SEGÚN LA CAIDA DE TENSION MAXIMA PERMITIDA	102
2.7.1.3. CALCULO DE SECCION SEGUN EL CALENTAMIENTO..	103
2.7.1.4. FACTORES DE CORRECCION.....	105
2.7.1.4.1 CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE, KT. .	106

2.7.1.4.2. COEFICIENTE POR AGRUPAMIENTO DE CABLES, KA	107
2.7.1.4.3. COEFICIENTE POR CARGAS CORTAS E INTERMITENTES K_H	107
2.7.1.5. DETERMINACION DE LA SECCION DE UN CONDUCTOR POR CALENTAMIENTO UTILIZANDO LA INTENSIDAD CORREGIDA	108
2.7.1.6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES	109
2.7.1.7 CALCULO DE LOS CONDUCTORES DE FUERZA a LOS MOTORES QUE ACCIONAN LAS BOMBAS HIDRAULICAS	110
2.7.2. CALCULO DE LA PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES: FUSIBLES DE LINEA	112
2.7.4. DETERMINACION DE LOS CONTACTORES DE ARRANQUE Y RELE TERMICO DEL MOTOR	114
3. PLANOS	117
4 PLIEGO DE CONDICIONES	118
4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	118
4.1.1 CONDICIONES GENERALES	118
4.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS	120
4.1.3 MATERIALES	120
4.1.4 RECEPCION DE MATERIAL	120
4.1.5 ORGANIZACION	122
4.1.6 EJECUCION DE OBRAS	122
4.1.7 INTERPRETACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO	123
4.1.8 VARIACIONES DEL PROYECTO	124
4.1.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS	124
4.1.10. MODIFICACIONES	125
4.1.11. OBRA DEFECTUOSA	125
4.1.12. MEDIOS AUXILIARES	125
4.1.13. CONSERVACION DE LAS OBRAS	126
4.1.14. SUBCONTRATACION DE OBRAS	126

4.1.15. RECEPCION DE LAS OBRAS	126
4.1.16 CONTRATACION DEL ASTILLERO	127
4.1.17 CONTRATO	127
4.1.18 RESPONSABILIDADES	127
4.1.19. RESCISION DEL CONTRATO.....	128
4.2 PLIEGO DE CONDICIONES ECONOMICAS	129
4.2.1 MEDICIONES Y VALORACIONES DE LAS OBRA	129
4.2.2 ABONO DE LAS OFERTAS.....	129
4.2.3 PRECIOS	130
4.2.4 REVISION DE PRECIOS	130
4.2.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS	130
4.2.6 PENALIZACIONES POR RETRASOS	131
4.2.7. LIQUIDACION EN CASO DE RESCISION DEL CONTRATO ..	131
4.2.8 FIANZA.....	131
4.2.9 GASTOS POR CUENTA DEL ASTILLERO	132
4.2.10 CONSERVACION DE LAS OBRAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTIA.....	132
4.2.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	132
4.2.12 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS	133
4.2.13. DEMORAS	133
4.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS	134
4.3.1. NORMAS A SEGUIR.....	134
4.3.2. DIRECTOR DE OBRA.....	135
4.3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS	136
4.3.4. ADMISION Y RETIRADA DE MATERIALES.....	136
4.3.5. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS	136
4.4. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS	137
4.4.1. ACEPTACION Y RECHAZO DE LOS MATERIALES E INSTALACION	137
4.4.2. DISEÑO E INSTALACION DE LAS TUBERIAS	137

4.4.3. VIGILANCIA, PRUEBAS Y ENSAYOS.....	138
4.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	139
4.5.1 RIESGOS	139
4.5.1.1. RIESGOS PROFESIONALES	139
4.5.1.1.1. RIESGOS DURANTE LA REALIZACION DE LA INSTALACION DE LA CENTRAL HIDRAULICA	139
4.5.1.1.2. RIESGOS PRODUCIDOS POR AGENTES ATMOSFERICOS.	140
4.5.1.1.3. RIESGOS ELECTRICOS.....	140
4.5.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	140
4.5.2.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	140
4.5.2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS	141
4.5.3. FORMACION	141
4.5.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	142
4.5.4.1. BOTIQUINES	142
4.5.4.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.....	142
4.5.4.3. RECONOCIMIENTO MEDICO.....	143
4.5.5. DISPOSICIONES DE APLICACIÓN.....	143
5. PRESUPUESTO.....	144
5.1. PARTIDA 1: TUBERIAS Y ACCESORIOS.....	144
5.1.2. BALANCE FINAL PARTIDA 1	148
5.2. PARTIDA 2: MANO DE OBRA.....	148
5.2.1 INSTALACION Y MONTAJE DE TUBERIA.....	148
5.2.1.1. BALANCE FINAL MANO DE OBRA DE LA INSTALACION Y MONTAJE DE LA TUBERIA	155
5.2.2. DIRECCION DE OBRA	155
5.2.3. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	156
5.2.4. BALANCE FINAL PARTIDA 2	157
5.3. PARTIDA 3: EQUIPOS	157
5.3.1 EQUIPOS HIDRAULICOS.....	157



5.3.2 EQUIPOS ELECTRICOS	161
5.3.3. BALANCE FINAL PARTIDA 3	162
5.4. BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO.....	162



1. MEMORIA

1.1. GENERAL

1.1.1. TITULO

Proyecto básico del grupo hidráulico principal de un remolcador de salvamento y lucha contra la contaminación marina.

1.1.2. DESTINATARIO

El destinatario del presente Proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentará como Trabajo Fin de Grado (TFG) con el objeto de obtener el Grado en Ingeniería Marítima.

1.1.3. OBJETO DEL PROYECTO O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este proyecto se desarrolla con la finalidad de calcular y dimensionar el grupo hidráulico principal así como toda la red de tubería hidráulica, de un remolcador polivalente de lucha contra la contaminación, salvamento y rescate, que dará servicio a diversos equipos hidráulicos.

En la parte eléctrica sólo se dimensiona el circuito de fuerza.

1.2. EL BUQUE: CARACTERISTICAS Y PARAMETROS DEL PROYECTO

En este apartado se presentan las características del buque para el que se proyecta la instalación, que sirve como punto de partida para fijar las condiciones de la instalación a proyectar.

1.2.1. CLASIFICACION O COTA DEL BUQUE

A todos los buques, cuando se les clasifican, se les asigna un carácter de clasificación que comprende uno o más símbolos según sea el caso.

En el buque objeto del proyecto se pretende que tenga asignada la siguiente cota supervisada por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas:

I + HULL + MACH

TUG; FIRE FIGTING SHIP 2- OIL RECOVERY SHIP- WATER SPRAYING-
UNRESTRICTED NAVEGATION

+AUT-UMS; MON-SHAFT; +DYNAPOS-AM/AT-R

- I + HULL + MACH: Son los símbolos principales de la clase: Indican que tanto el casco como la maquinaria se construirán cumpliendo rigurosamente con las reglas de la Sociedad de Clasificación.
- TUG; FIRE FIGTING SHIP 2- OIL RECOVERY SHIP- WATER SPRAYING-UNRESTRICTED NAVEGATION. Esta notación corresponde a la notación de servicios del buque.
 - TUG. Se tratará de un remolcador
 - FIRE FIGTING SHIP 2: Buque especialmente equipado para la lucha contra incendios, provisto de dos sistemas independientes.

- OIL RECOVERY SHIP: Buque equipado con medios fijos y /o móviles para la recogida de aceites o hidrocarburos de la superficie del mar, retenerlos a bordo, transportarlos y descargarlos.
- WATER SPRAYING: Buque equipado con un sistema de refrigeración del casco y superestructura para poder adentrarse en zonas de alta temperatura en caso de tener que combatir un incendio externo
- UNRESTRICTED NAVIGATION: Buque que puede operar en cualquier parte del mundo
- +AUT-UMS; MON-SHAFT; +DYNAPOS-AM/AT-R. Corresponde a la notación de la maquinaria.
 - +AUT-UMS: Servicio de maquina desatendida cumpliendo rigurosamente con los reglamentos de la Sociedad de Clasificación en este apartado
 - MON-SHAFT: Se aplica a aquellos buques que tienen un sistema de monitorización de la temperatura de cojinetes de la bocina y apoyos del eje. Esta asignación sólo es para buques que tienen un eje de cola con bocina lubricada con aceite y con sellos de aceite aprobados. La asignación de esta anotación permite alargar los reconocimientos periódicos del eje de cola. En este caso se hará cada 10 años.
 - +DYNAPOS-AM/AT-R.: Es la designación que le da Bureau Veritas a un sistema de posicionamiento dinámico tipo 2. Los sistemas de posicionamiento de tipo2 tienen completa redundancia en equipamientos y sistemas. En caso de fallo aislado en cualquier sistema o componente activo no se pierde posición y rumbo. Normalmente se considera que los componentes estáticos no fallan cuando se puede demostrar suficiente protección estando ésta bajo los parámetros y a

satisfacción de la administración de la bandera. El criterio de fallo incluye cualquier componente o sistema activo (generadores, hélices transversales, cuadros eléctricos, válvulas de control remoto, etc) y cualquier anomalía en un componente estático (cables, tuberías, válvulas manuales, etc).

1.2.2. ESPECIFICACION DEL BUQUE

Eslora total	80,00 m.
Manga	18,00 m.
Puntal	8,25 m.
Velocidad	17,50 nudos
Tiro a Punto fijo	220 kN.
Autonomía	9.000 millas
Tripulación	18 personas + 6 reservas
Equipos C.I	FiFi-2/ Water Spray
Posicionamiento Dinámico	DP2 (DYNASPOS AM / AT R)
Capacidad de Tks al 100%:	
- TKs F.O	1507,90 m ³
- Agua	531,80 m ³
- Residuos de Hidrocarburos	1748,40 m ³
- Espuma	41,7 m ³
- Dispersante	25,4 m ³

1.2.3. PROPULSION

1.2.3.1. MOTORES PRINCIPALES

4 x BERGEN B32:40L8P a 750 r.p.m.

Potencia máxima continua (M.C.R) 4 x 4000 kW (5440 BHP)

1.2.3.2. PROPULSORES

2 x hélices de paso variable KAMEWA ULSTEIN XF5E 50XF5/4E – 121X
F5/4E a 145 r.p.m.

1.2.3.3. PROPULSION AUXILIAR

1.2.3.3.1. HELICES TRANSVERSALES DE PP

2 x hélices de paso variable KAMEWA ULSTEIN TT2200 DPN CP movidas
por motores eléctricos de 883 kW a 242 r.p.m.

1.2.3.3.2 HELICE TRANSVERSAL DE PR

1 x hélice de paso variable súper silenciosa KAMEWA ULSTEIN TT2200 DPN
CP SS movida por un motor eléctrico de 883 kW a 242 r.p.m.

1.2.4. GENERADORES DE CORRIENTE ELECTRICA

1.2.4.1. DIESEL GENERADORES

2 x VOLVO PENTA. Tipo: D65M A a 1.500 r.p.m. M.C.R. de 1480 kW.

1.2.4.2. GENERADOR DE PUERTO

1 x VOLVO PENTA. Tipo: TAMD165A a 1500 r.p.m. M.C.R. de 370 kW.

1.2.4.3. GENERADOR DE EMERGENCIA

1 x VOLVOPENTA. Tipo: TAMD103AD a 1500 r.p.m. M.C.R. de 225 kW.

1.2.4.4. ALTERNADORES DE COLA

2 x LEROYSOMMER. Tipo: LSA53M85 a 1500 r.p.m. 200 kW.

1.2.5. GRUAS

El buque dispone de 2 grúas DREGGEN, tipo DKF300-20T-15M para el manejo del equipamiento que puede cargar y operar en la cubierta de Pp,



además del embarque y desembarque de contenedores de 10' 20', y otros.
De las siguientes características

SWL 20 T

Alcance Máximo 15,00 m.

Alcance Mínimo 3,7 mtrs

El accionamiento de estas grúas es llevado a cabo por su propio grupo hidráulico.

1.2.6. MAQUINILLAS

En cubierta, el buque dispone de todos los elementos para amarre, fondeo, rescate, asistencia, maniobra de remolque y manejo de anclas.

1.2.6.1. MOLINETE DE PR

1 x Maquinilla combinada de molinete y chigre de amarre RAUMA BRATTVAG. Tipo MW170H/ AW44U3, de 40 kN. al freno.

1.2.6.2. MAQUINILLA DE REMOLQUE DE PR

1x Maquinilla de remolque a Pr., RAUMA BRATTVAAG. Tipo: TW2500 /950 H. De 95 kN. De tiro

Ambos equipos están accionados por un grupo hidráulico común, suministrado por el fabricante de éstos.

1.2.6.3. MAQUINILLA DE REMOLQUE DE PR

1 x Maquinilla de remolque de 2 carreteles tipo cascada. RAUMA BRATTVAAG. Tipo SL307W/SL307W. Capacidad para 1300 m. de cable de 78 mm. de diámetro cada uno, 307 kN. En tiro y 550 kN en freno dinámico.

1.2.6.4. MAQUINILLAS DE MANIOBRA

2 x Maquinillas de maniobra RAUMA BRATTVAAG. Tipo AKMX22010, de 10 kN para cable de 300m de 16 mm. de diámetro.

1.2.6.5. CARRETEL ESTIBADOR DE CABOS

1 x Carretel estibador de cabos RAUMA BRATTVAAG. Tipo ALM1270 de 1,7 kN de tiro

El accionamiento de estos tres últimos equipos viene también dado por un grupo hidráulico suministrado por el fabricante

1.2.6.6. CABESTRANTES DE POPA

2 x Cabestrantes a Pp. RAUMA BRATTVAAG. Tipo 100 H. De 10 kN, de tiro.

1.2.6.7. PINES Y MORDAZAS

2 x Juegos de rodillos guía para una carga de trabajo de 400 kN. y mordaza de 500 kN. en popa, FERRY Serie 2245, tipo: TN0400 & TN0500.

1.2.6.8. PORTICO

1 x Pórtico de Pp. FERRY Serie 2333, tipo TN003. Con una capacidad de 100 kN a 8 m. de popa del buque

El accionamiento de estos tres últimos equipos vendrá dado por el grupo hidráulico a proyectar, objeto de éste TFG.

1.2.7. RECOGIDA DE RESIDUOS Y SALVAMENTO

El buque recoge, almacena y descarga hidrocarburos procedentes de derrames o buques siniestrados. Los residuos se trasiegan mediante bombas de carga a través de los brazos de recogida, Skimmer o bombas portátiles hasta el interior del buque, y una vez decantados, se trasiega a tierra. Para ello cuenta con los siguientes elementos.

1.2.7.1. BRAZOS DE RECOGIDA DE HIDROCARBUROS

2 x Brazos laterales de recogida de 15 m. Capacidad de aspiración de hidrocarburos de los brazos 2 x 360 m³.

1.2.7.2. BRAZOS DE DISPERSANTE

2 brazos de 5,1m para dispersante.

1.2.7.3. PLANTA DE GAS INERTE

1x Planta de Gas Inerte de Nitrógeno de 40 m³/h.

1.2.7.4. BOMBAS DE DESCARGA DE RESIDUOS DE TKS. DE ALMACENAMIENTO

3x 450 m³.

1.2.7.5 BARRERA

1x Barrera de 300 m de longitud y 1000 mm. de francobordo

.

1.2.7.6 SKIMMER

1 Skimmer TRANSREC 150

- Capacidad Bomba Viscosidad normal; 400 m³/h
- Capacidad Bomba de alta viscosidad; 2 x 100 m³/h a 10 bar.

1.2.7.7. BOMBAS PORTATILES

2 x Bombas hidráulicas portátiles para achique de Tks. FRAMO TK 125 de 50 m³ /h a 15 bar.

El accionamiento de estos tres últimos equipos viene dado por el grupo hidráulico objeto del presente proyecto.

1.2.8. SISTEMA CONTRA INCENDIOS EXTERIOR

El buque está equipado con bombas, para la autoprotección y la lucha contra incendios es buques situados a una distancia de 160 m.

1.2.8.1 BOMBAS CONTRA INCENDIOS

2 x Bombas contra incendios de 4170 m³/h a 16 bar.

1.2.8.2 BOMBA DE ESPUMOGENO

1 x Bomba de espumógeno de 36 m³/h a 8 bar.

1.2.8.3 MONITORES DE ESPUMA

2 x Monitores (Espumógeno / Agua) de 300 m³/h (1800 agua).

1.2.8.4 CAÑONES DE AGUA

2x Cañones de agua de 2400 m³/h cada uno.

1.2.8.5 SISTEMA DE AGUA SPRAY

1 x Sistema de Agua /spray de 1140 m³/h

1.2.9 EMBARCACIONES DE TRABAJO Y RESCATE

El buque cuenta con 2 embarcaciones auxiliares.

1.2.9.1. EMBARCACION DE RESCATE

1 para labores de rescate y salvamento con propulsor waterjet de 200 H.P. (33 nudos).

1.2.9.2 EMBARCACION DE TRABAJO

1 para recogida de residuos, tendido de barreras, remolque, equipos auxiliares, etc. Su tiro a punto fijo es de 2 t. y su velocidad es de 15 nudos.

Los pescantes de estas embarcaciones tienen sus propios grupos hidráulicos.

1.3. CONDICIONES PARA EL CALCULO

Las condiciones de trabajo son las siguientes:

- Bombas Or nº 1, nº 2 y nº 3 (Q= 170 l /min, cada una, P= 200 bar). Deben poder trabajar las tres simultáneamente, sin que haya ningún otro equipo en marcha.

- Pórtico ($Q = 520$ l/min, $P = 250$ bar). Trabaja independientemente, de manera que cuando esté trabajando este servicio no se puede poner simultáneamente ningún otro.
- Pines de remolque ($Q = 75$ l/min, $P = 200$ bar). Pueden trabajar independientemente o simultáneamente con los cabestrantes.
- Bombas Or. Portátiles nº 1 y nº 2 ($Q = 130$ l/min, cada una, $P = 195$ bar). Deben poder trabajar las dos simultáneamente, sin que haya ningún equipo en marcha.
- Cabestrante nº 1 y nº 2 ($Q = 200$ l/min cada uno, $P = 250$ bar). Deben poder trabajar los dos simultáneamente, sin que haya ningún otro equipo en marcha.
- Devanadera nº 1 y nº 2 ($Q = 20$ l/min cada una, $P = 200$ bar). Pueden trabajar independientemente o simultáneamente con otros equipos.
- Skimmer ($Q = 390$ l/min, $P = 280$ bar) y barrera ($Q = 75$ l/min, $P = 200$ bar). Deben poder trabajar simultáneamente, sin que haya ningún otro equipo trabajando.

A la vista de esto se ve que la elección de las bombas de la central hidráulica queda determinada por el máximo caudal correspondiente al pórtico ($Q = 520$ l/min.) y la presión del Skimmer 280 bar, que corresponden al máximo caudal y presión que las bombas han de suministrar.

Se dimensiona el sistema de tuberías, calculándose las pérdidas de carga debido al rozamiento en los tramos rectos, a los distintos accesorios y a su altura respecto al plano donde van a estar instaladas las bombas. Con estos datos y con el caudal y presión necesarios éstas quedan dimensionadas.

1.4. TUBERIAS

1.4.1. MATERIAL DE LA TUBERIA

El material de la tubería empleada es acero estirado sin soldadura NBK, según norma DIN 2391-C (actual EN 10305 – 1 / EN 10304-4) y con una composición química St 52.4 para las líneas de impulsión y St 37.4 para las líneas de retorno según norma DIN 1630 (actual E235+N)

La nomenclatura NBK está referida al tratamiento térmico al que ha sido sometida la tubería en su fabricación. En este caso ha sido un tratamiento de normalizado en una atmósfera controlada.

La composición química y las propiedades mecánicas de estos tipos de acero son las siguientes

Tipo de acero	Composición química (%)				
	C (máx)	Si (máx)	Mn	P (máx)	S (máx)
ST 37.4	0,17	0,35	≥0,40	0,04	0,04
ST 52.4	0,22	0,55	≤1,60	0,04	0,035

Tabla 1: Composición química de los aceros St 37.4 y ST 52.4

Tipo de acero	Resistencia a la tracción Rm (N/mm ²)	Límite elástico Reh (N/mm ²)	Elongación (%)
ST 37.4	340 ≤ Rm ≤ 470	235	25
ST 52.4	490 ≤ Rm ≤ 630	355	22

Tabla 2: Propiedades mecánicas de los aceros St 37.4 y 52.4

Estas propiedades le confieren una soldabilidad y una maleabilidad aptas para el tendido de tuberías.

La ventaja de utilizar el tubo de acero ST52.4 sobre el ST37.4 es que para una misma presión de trabajo con el ST52.4 se necesita un tubo de pared inferior y por lo tanto más ligero.

Por éste hecho se utiliza en las líneas de impulsión. Como la presión en las líneas de retorno es inferior a los 50 bares y los diámetros son superiores debido a la menor velocidad, se utiliza tubería de grado ST37.4

La rugosidad de este tipo de tubería es de $1,5 \times 10^{-6}$ m.

1.4.2. UNION ENTRE TUBERIAS

La unión entre los distintos tramos de una misma línea de tubería se hace mediante bridas soldables SAE 6000 para la línea de impulsión y bridas locas para tubo abocardado SAE 50 bar, para las líneas de retorno.

1.4.3. NUMERACION DE LINEAS

1.4.3.1. LINEAS DE IMPULSION

Se adoptan las siguientes denominaciones para las diferentes líneas de impulsión que abastecen a los servicios requeridos:

- Línea de impulsión P1: Bomba OR nº 1. Plano nº 4.
- Línea de impulsión P2: Bomba OR nº 2. Plano nº 5.
- Línea de impulsión P3: Bomba OR nº 3. Plano nº 6.
- Línea de impulsión P4: Pórtico. Plano nº 7.

- Línea de impulsión P5: Pines de remolque. Plano nº 8.
- Línea de impulsión P6: Bomba OR portátil nº 1. Plano nº 9.
- Línea de impulsión P7: Bomba OR portátil nº 2. Plano nº 10.
- Línea de impulsión P8: Cabestrante nº 1. Plano nº 11.
- Línea de impulsión P9: Cabestrante nº 2. Plano nº 12.
- Línea de impulsión P10: Devanadera nº 1. Plano nº13.
- Línea de impulsión P11: Devanadera nº 2. Plano nº 14.
- Línea de impulsión P12: Barrera. Plano nº 15.
- Línea de impulsión P13: Skimmer. Plano nº 16.

1.4.3.2 LINEAS DE RETORNO

- Línea de retorno T-1: Línea común a las Bombas. OR (Nº1, Nº2, Nº3). Plano nº 17.
- Línea de retorno T-2. Línea común a las Bombas. Portátiles OR (nº 1 y nº 2) y Devanaderas (nº 1 y nº 2) . Plano nº 18.
- Línea de retorno T-3. Línea común a la Barrera y Skimmer. Plano nº 19.
- Línea de retorno T-4. Línea común a Pórtico, Pines de remolque y Cabestrantes nº1 y nº 2. Plano nº 20.

1.5. ACEITE UTILIZADO EN LA INSTALACION

Se utiliza un aceite hidráulico de grado ISO 46 (viscosidad cinemática 46 cSt). Comercialmente se trata de un aceite Mobil DTE 15 M o similar.

1.6. DESCRIPCION DE LA CENTRAL HIDRAULICA

Tal como se puede apreciar en el plano nº 1, la instalación está configurada por los siguientes elementos:

- 1 Tk. de retorno. Marca 28.
- 2 Bombas hidráulicas accionadas cada una de ellas por su respectivo motor eléctrico. Marcas 24 y 24.
- 2 Filtros en cada una de las líneas de impulsión de cada una de las bombas hidráulicas. Marcas 20 y 22.
- 1 Colector de impulsión al que descargan las dos bombas y del que salen cada una de las líneas que van a los distintos bloques de válvulas de cartucho. Marca 21.
- 13 Grupos de válvulas de cartucho, que regulan la presión y el caudal de aceite hidráulico requerido por los distintos servicios. Estas se encuentran alojadas en seis bloques:
 - Marca 14. Bloque que contiene las válvulas de cartucho de las bombas OR. nº1, nº2 y nº3.
 - Marca 15. Bloque que contiene las válvulas de cartucho del Pórtico y Pines de Remolque.
 - Marca nº16. Bloque que contiene las válvulas de cartucho de las bombas. OR Portátiles nº1 y nº2
 - Marca nº 17. Bloque que contiene las válvulas de cartucho de los cabestrantes nº 1 y nº 2
 - Marca nº 18: Bloque que contiene las válvulas de cartucho de las devanaderas nº 1 y nº 2
 - Marca nº 19: Bloque que contiene las válvulas de cartucho del skimmer y la barrera
- Un colector común donde conectan todas las líneas de retorno. Marca 25

- Un enfriador de aceite. Marca 26
- Un filtro de retorno. Marca 27

1.6.1 DEPOSITO O TK. DE EXPANSION

Marca 28, según plano nº 1.

Su capacidad se diseña en función del caudal de las bombas.

Tiene las siguientes funciones:

- Como depósito de aspiración e impulsión del sistema de bombeo.
- Es el lugar por donde se realiza el llenado y vaciado del fluido hidráulico.
- En la medida de lo posible sirve separar el aire del aceite hidráulico
- Sirve también como elemento disipador de calor a través de las paredes del Tk, refrigerando así el aceite contenido en su interior. Para ello, es necesario que el aceite tenga un tiempo de residencia mínimo en el interior del tanque de al menos 1 ó 2 minutos. De manera que para una bomba con un caudal de diseño de 10 l/min, por ejemplo, haría falta un Tk, con capacidad de al menos 20 l.

Para un circuito hidráulico los tanques pueden ser ventilados o presurizados.

Los presurizados están sellados, evitándose así que penetre suciedad y humedad en su interior. La presión interna que se genera a medida que se calienta el fluido hidráulico también sirve para empujar el aceite hacia la bomba evitando que se produzca cavitación en la misma. Como medida de seguridad se instala una válvula de alivio para evitar que pueda alcanzar una presión por encima de la de seguridad del Tk.

Los tanques ventilados, al estar abiertos a la atmósfera, permiten que haya compensación de presión cuando se producen cambios en los niveles o en la temperatura del aceite y no necesitan de válvula de seguridad.

El tanque dispone de los elementos siguientes:

- Filtro de llenado y aireador.
- Visor de nivel máximo y mínimo.
- Placa separadora retorno/aspiración.
- Tapón de vaciado.
- Tapa de limpieza.
- Termómetro indicador de temperatura.

El depósito debe de estar lo suficientemente ventilado para poder eliminar las burbujas de aire disueltas en el aceite. Se debe evitar que la polución contamine el fluido hidráulico. Esta es la misión del tapón de llenado y aireador.

Las partículas sólidas más gruesas y los lodos formados por degradación del aceite se van acumulando en la parte inferior del Tk. Cada cierto tiempo habrá que hacer labores de mantenimiento, vaciado del Tk. de aceite y limpieza del mismo. Para ello se dispone de la tapa de registro correspondiente. La chapa separadora sirve para evitar el paso de burbujas de aire del retorno hacia la aspiración de la bomba. Estas burbujas son debidas a la caída del aceite por el tubo de retorno. Este debe de tener la longitud suficiente para estar siempre por debajo del nivel de aceite y de esta forma se evitan las salpicaduras que formarían la espuma si el aceite salpica sobre la superficie libremente.

Se dispone también de un termómetro además de boyas de alto y bajo nivel. Así mismo se dispondrá de una boya de muy bajo nivel, de manera que cuando se active ésta se desconecten automáticamente las bombas hidráulicas.

Para el dimensionamiento del Tk. se adopta como norma que el volumen de este ha de ser entre 3 y 5 veces el volumen impulsado por la bomba en un minuto.

1.6.2. FILTROS DE LA INSTALACION

El filtrado del aceite hidráulico es muy importante para el mantenimiento correcto de sus funciones y para conseguir una duración dilatada de los elementos de la instalación. Las partículas metálicas desprendidas de tuberías, válvulas y cilindros, los fragmentos de juntas arrancadas por rozamiento, el polvo que invade la instalación hidráulica, forman partículas más o menos grandes, que han de separarse del aceite por medio de filtros.

1.6.2.1 FILTRO DE RETORNO

Marca 27, según el plano 1.

Está dispuesto aguas abajo de los distintos servicios de la instalación. Está instalado sobre la tapa del Tk. y protege a la instalación de partículas gruesas. Trabaja a bajas presiones.

Lleva un presostato indicador de su grado de suciedad y está dispuesto en paralelo con una válvula antirretorno calibrada que se abrirá en el momento en que el filtro tenga un grado de suciedad determinado, pasando el aceite a través del bypass. Dicha válvula trabaja como si fuera una válvula de seguridad que protege el filtro y el sistema. El inconveniente que presenta es que es caso de picos de presión y arranque en frío, permite el paso de partículas de suciedad a través de la válvula antirretorno del bypass.

1.6.2.2. FILTRO DE IMPULSION

Marcas 20 y 22, según el plano 1.

Está ubicado entre las bombas de la central y los distintos servicios. Elimina partículas muy finas para proteger elementos específicos de la instalación que tienen unos requerimientos de limpieza extremos. Tienen un fácil mantenimiento y están en una posición visible y de fácil montaje/desmontaje. Tiene como inconveniente que ha de ser robusto para resistir la presión a la que está sometido, lo que redundará en un mayor peso y costo. La pérdida de carga es alta debido a que su paso forzosamente es fino y esto genera calentamiento de aceite, lo que exigirá una refrigeración forzada.

1.6.3. VALVULAS DE CARTUCHO

Cuando los caudales empleados en un sistema hidráulico son elevados, el volumen y el tamaño de las válvulas necesarias para su accionamiento suele ser también bastante considerable y complicado para su manejabilidad y conexionado. Así mismo el espacio necesario para la instalación ha de ser también bastante considerable.

Para evitar estos problemas se han diseñado las válvulas de cartucho, llamadas así por su construcción y forma de montaje. Dentro de este tipo de válvulas distinguimos dos clases: válvulas de cartucho para insertar y válvulas de cartucho para roscar. En este proyecto particularmente se utilizarán válvulas de cartucho para insertar.

1.6.3.1. VENTAJAS DE LAS VALVULAS DE CARTUCHO

Estas válvulas presentan varias ventajas si se las compara con las válvulas convencionales tipo corredera para montar en línea o sobre placa base, para controlar el caudal, la presión o la dirección. Estas ventajas son:

- Mayor flexibilidad para el diseño de los sistemas.
- Menor coste de instalación.
- Tamaño menor del bloque.
- Mejor funcionamiento y control.
- Más fiabilidad.
- Capacidad de presión más elevada.
- Funcionamiento más eficiente.
- Eliminación de fugas externas y reducción de las internas.
- Mayor tolerancia a la contaminación.
- Ciclos más rápidos.
- Niveles acústicos más bajos.

No obstante, las válvulas de cartucho ofrecen un diseño alternativo más bien que una substitución a las válvulas convencionales de corredera deslizante. Frecuentemente el sistema más económico utiliza combinaciones de válvulas de cartucho para roscar y para insertar, con las válvulas convencionales de corredera, todas ellas instaladas en un bloque común.

1.6.3.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS DE CARTUCHO PARA INSERTAR

Una válvula de cartucho para insertar según la Fig:1, consta de un pistón obturador (2) y un muelle (3) dentro de una camisa (1) y todo ello a su vez alojado en un asiento (4). Este conjunto se inserta dentro de una cavidad normalizada en un bloque y se mantiene en su lugar con una tapa (5) asegurada con pernos o tornillos. Las dimensiones de la cavidad y las localizaciones de los puertos de conexión están regulados según la norma DIN 24 342.

El pasaje mecanizado que se puede observar en la tapa (5), pueden servir para conectar los puertos principales “A” y “B” a otros cartuchos o al sistema hidráulico de pilotaje.

El principio de funcionamiento de estas válvulas es el mismo de los antirretornos pilotados y combinadas con distintos mandos, pueden emplearse para la regulación de presión, de caudal y como válvulas direccionales.

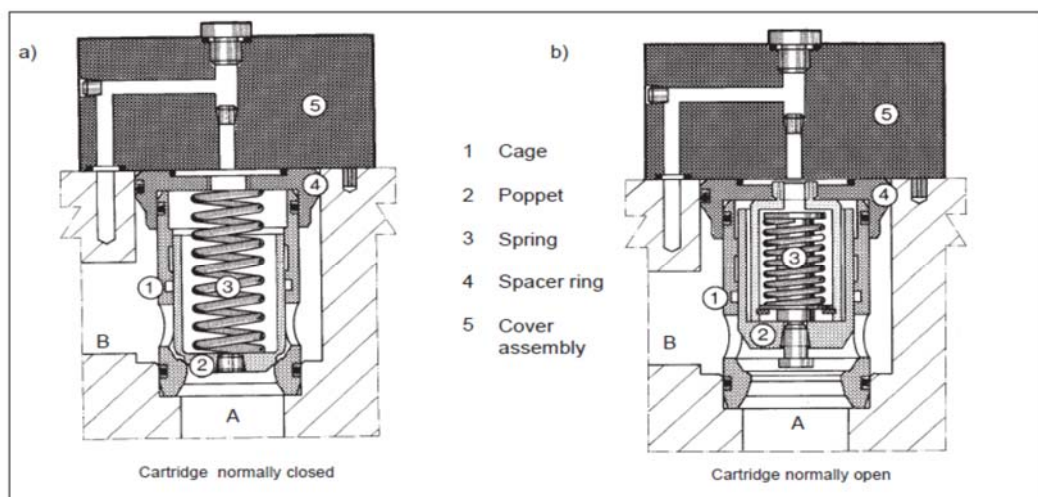


Fig 1: Principio de funcionamiento de una válvula de cartucho de 2 vías. Fuente: Catálogo Parker. 2Way Slip-in Cartridges. Serie CE y C

Según el diseño de la tapa (5), determina la función de la válvula.

El pistón obturador (5) mantiene su posición dentro del cuerpo de válvula (1) por medio del muelle (3). Las fuerzas hidráulicas a través de las conexiones principales A, B y la conexión de pilotaje C (Fig: 2), serán los que abran o cierren la válvula de cartucho.

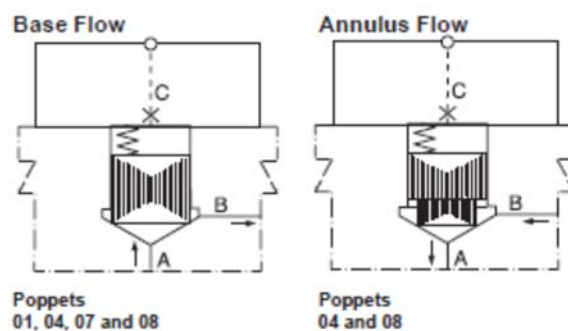


Fig 2: Dirección de flujo en una válvula de cartucho de dos vías normalmente cerrada. Fuente: Catálogo Parker. 2 Way Slip-in Cartridges. Serie CE y C

El asiento del pistón obturador (2) puede tener diferentes geometrías y podrán ser elegidas distintas relaciones de áreas para conseguir distintas funciones por parte de la válvula en cuanto a presión, caudal o dirección de flujo.

1.6.3.2.1. DIRECCION DE FLUJO

Según la Fig: 2, el fluido hidráulico puede ir de la conexión "A" a la "B", llamado flujo de base o de la "B" a la "A", llamado flujo anular.

1.6.3.2.2. VALVULAS DE CARTUCHO NORMALMENTE CERRADAS

APERTURA

Fig: 2. Abren cuando tenemos presión en la conexión principal “A” o “B” y vencen la fuerza del muelle. En la conexión de pilotaje “C” no se tiene ninguna presión.

CIERRE

Fig: 2. Para el cierre de la válvula, la línea de pilotaje “C” es presurizada. En el movimiento de cierre se distinguen dos fases. Una primera en el que el muelle trabaja a favor del cierre y una segunda realizada por la presión de pilotaje. En el caso del flujo anular esta segunda fase se realiza más rápidamente, ya que el área anular es menor que el área base.

1.6.3.2.3. VALVULAS DE CARTUCHO NORMALMENTE ABIERTAS

CIERRE

Según Fig: 3, cierran cuando la conexión “C” de pilotaje está con presión. El muelle trabaja contra la presión de pilotaje “C”. Este es empujado contra el obturador y cierra la válvula. La presión en la conexión “C” debe de estar ligeramente por encima de la presión del sistema.

APERTURA

Según la Fig: 3. la línea de pilotaje “C” es despresurizada. El muelle y la presión en las conexiones “A” o “B” abren las válvulas.

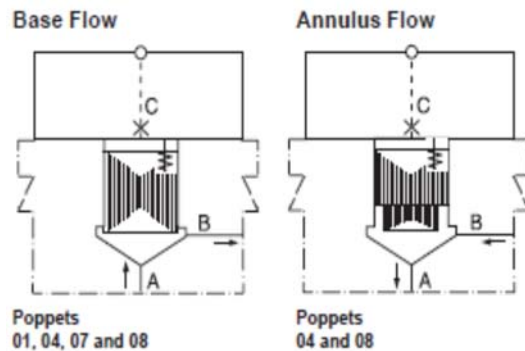


Fig 3. Dirección de flujo en una válvula de cartucho de dos vías normalmente abierta. Fuente: Catálogo Parker. 2Way Slip-in Cartridges. Series CE y C.

1.6.3.2.4. RELACION DE AREAS

Según la Fig: 4. Es la relación entre las superficies de los asientos, A_A , A_B y el área de pilotaje A_C .

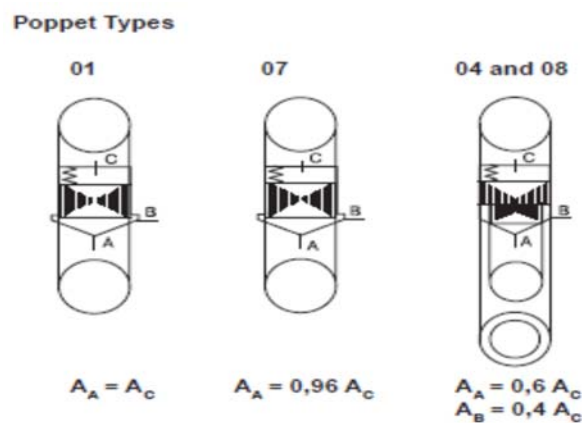


Fig 4: Relación de áreas de distintos obturadores. Fuente: Catálogo Parker. 2Way Slip-in Cartridges. Series CE y C.

1.6.3.3 BLOQUE DE VALVULAS UTILIZADOS EN LA INSTALACION PROYECTADA

Según el plano nº 1, las distintas válvulas de cartucho estarán agrupadas en 6 bloques distintos. Por sentido práctico cada bloque englobará a las válvulas que controlen equipos similares.

- Marca nº 14: Bloque de válvulas correspondiente a las bombas OR nº 1, nº 2 y nº 3.
- Marca nº 15: Bloque de válvulas correspondiente al Pórtico y a los pines de remolque.
- Marca nº 16: Bloque de válvulas correspondiente a las bombas Portátiles nº 1 y nº 2.
- Marca nº 17: Bloque de válvulas correspondiente a los cabestrantes nº 1 y nº 2.
- Marca nº 18: Bloque de válvulas correspondiente a las devanaderas nº 1 y nº 2.
- Marca nº 19: Bloque de válvulas correspondiente al Skimmer y a la barrera.

1.6.3.3.1 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE UN BLOQUE DE VALVULAS

El grupo y tipo de insertos que constituye cada uno de los bloques es el mismo para el accionamiento de cada uno de los equipos. Se trata de adaptar la presión y el caudal requerido por cada uno de los equipos. Lo único que variará serán las dimensiones de los insertos en función de la presión y el caudal a controlar.

La constitución y el funcionamiento de estos bloques quedan detallados en el plano nº 15.

El aceite hidráulico procedente de cada una de las bombas hidráulicas de la central llega a la válvula direccional, marca nº 1 del plano. Esta permanece cerrada debido a la acción del resorte y al propio aceite de pilotaje. Al accionar la solenoide, marca 3, el aceite que mantenía la válvula cerrada junto con la fuerza del resorte drenará hacia el tanque de retorno, abriendo la válvula y pasando el aceite a la válvula reductora de presión, marca 4. La reducción de presión se logra a través de la válvula de seguridad, marca 7. De la válvula reductora de presión el aceite pasará a la válvula de control de caudal, marca 8. La regulación de caudal se consigue limitando el recorrido del inserto en su camisa, mediante el accionamiento del tornillo de regulación correspondiente.

1.6.4. BOMBAS HIDRAULICAS

Marcas 23 y 24 según plano 1.

La central hidráulica está constituida por dos bombas hidráulicas de pistones axiales y caudal variable accionadas por dos motores eléctricos.

En este tipo de bombas los cilindros se disponen paralelos entre sí de manera circunferencial en una especie de tambor. Los émbolos son desplazados alternativamente dentro de sus respectivos cilindros mediante una placa, inclinada respecto al eje de los cilindros. Los extremos de los pistones disponen de una rótula para permitir juego en su movimiento. Todas las rótulas van unidas por medio de un anillo que apoya sobre la mencionada placa o va unida a la misma.

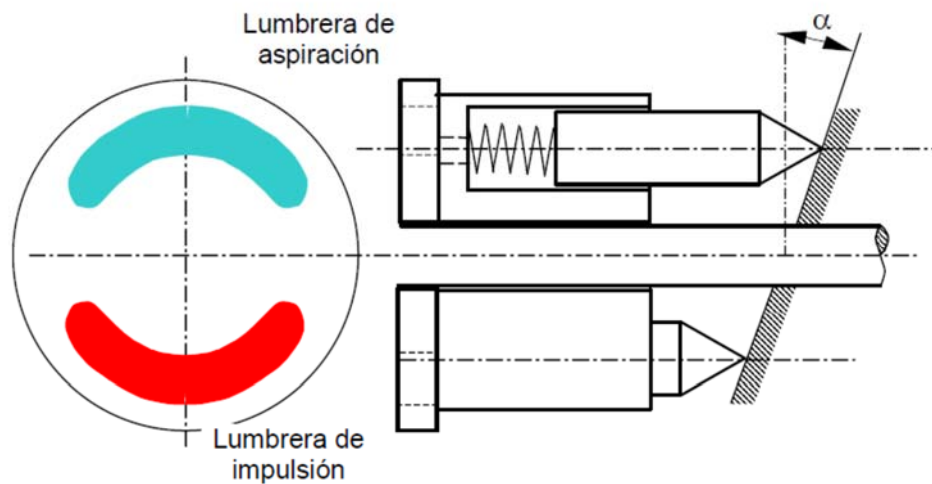


Fig 5: Disposición esquemática de los cilindros en una BBa. Hidráulica de pistones. Fuente: Sistemas neumáticos y oleohidráulicos. Ingeniería Técnica Industrial en Electrónica y Mecánica. Almazoz Berrondo, Javier. Pellejero Salaberria, Idoia. Universidad del País vasco 2007.

El tipo de arrastre de los pistones es el denominado por placa inclinada, Fig- 5. El eje motor está unido mediante una chaveta al tambor que aloja los cilindros. Al girar el eje motor, también lo hace el tambor, la platina solidaria al eje y, por tanto, los pistones; al mismo tiempo se desplazan longitudinalmente éstos al deslizar las rótulas de los mismos por la placa inclinada que se encuentra fija y ser, por tanto empujados por la misma. Los pistones se hallan desfasados, consiguiendo de esta manera una mayor regularidad de caudal. En cada revolución todos los cilindros, pasan por las distintas fases del ciclo. Los cilindros que se encuentran en la fase de succión están conectados mediante la lumbrera de aspiración a la tubería de aspiración, mientras que los cilindros que trabajan presionando están acoplados, gracias a una segunda lumbrera, a la tubería de descarga. Las lumbreras consisten en unos orificios en forma de riñón. Cada cilindro está forzosamente en contacto con la aspiración o con la impulsión.

Se consigue un mayor o menor caudal en función de la inclinación α , de la placa sobre la que trabajan los pistones, respecto al plano perpendicular al que contiene el eje de accionamiento de la bomba. A mayor inclinación mayor carrera y mayor será la cilindrada de la bomba aumentado automáticamente el caudal bombeado. Cuando la inclinación del plato sea nula los pistones no crearán ningún incremento de presión

La variación del ángulo del plato se realiza mediante unos émbolos situados fuera del tambor que empujan a la placa inclinándola respecto a los pistones.

1.6.5. ENFRIADOR DE ACEITE

Marca 27 según plano 1

Tanto la correcta lubricación de los componentes hidráulicos como la eficiente transmisión de potencia dependen de la adecuada viscosidad del aceite. Si se permite que la temperatura de operación del sistema exceda los valores necesarios para mantener la viscosidad en valores cercanos a los 20 cSt, la probabilidad de que se produzcan una lubricación límite, resultando por tanto un efecto de fricción y desgaste de componentes, se incrementa drásticamente.

La temperatura a la que se alcanza este punto depende tanto de la viscosidad del aceite utilizado como su índice de viscosidad. De acuerdo con la ley de Arrhenius, por cada 10°C de aumento de temperatura, la velocidad de las reacciones químicas se duplica. Las reacciones químicas que nos interesan para la vida del aceite hidráulico son primeramente la debida a la presencia de aire con lo que se produce oxidación y en segundo lugar a la debida a la presencia del agua o hidrólisis. Así cuanto más caliente esté el aceite, mayor será la velocidad de este tipo de reacciones, incrementándose de forma exponencial.

Los elastómeros utilizados para hacer los elementos de sellado como juntas, retenes, etc. así como las mangueras están mejorando día a día pero las temperaturas del aceite por encima de los 75°C aceleran la degradación de la mayoría de estos polímeros. De hecho de acuerdo con el fabricante de juntas Parker, las temperaturas de funcionamiento con valores de 10°C por encima de los límites recomendados pueden reducir la vida útil de estos elementos en un 80% o más.

Para no perjudicar el aceite, las mangueras y la vida de las juntas y evitar comprometer la viscosidad y la lubricación, la temperatura de trabajo deberá de estar comprendida entre 50°C y 75°C.

Para el mantenimiento de este rango de temperaturas se incorpora un enfriador de placas en el que se utiliza como fuente fría agua dulce del circuito de refrigeración de equipos auxiliares: Aire acondicionado de habitación, gambuzas y generador de gas inerte.

1.6.6 INSTALACION ELECTRICA

La central hidráulica dispone de un cuadro eléctrico desde el que se arrancan los motores eléctricos que accionan las bombas hidráulicas. El arranque de éstos es del tipo γ - Δ . El panel frontal del cuadro eléctrico dispone de los siguientes elementos:

- 1 Voltímetro analógico para la indicación de tensión en el cuadro.
- 2 Amperímetros analógicos para la indicación del consumo de cada una de las bombas.
- 1 Seccionador manual de tensión al cuadro.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Bomba OR nº 1.

- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Bomba OR nº 2.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Bomba OR nº 3.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional del Pórtico.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de los Pines de Remolque.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Bomba OR. Portátil Nº 1.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Bomba OR. Portátil Nº 2.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional del Cabestrante nº 1.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional del Cabestrante nº 2.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Devanadera nº 1.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Devanadera nº 2.

- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional del Skimmer.
- 1 Interruptor y 1 señal luminosa de indicación de paso de tensión, a la solenoide de accionamiento de la válvula de cartucho direccional de la Barrera.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de alta presión diferencial en el filtro de impulsión nº 1.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de alta presión diferencial en el filtro de impulsión nº 2.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de alta presión diferencial en el filtro de retorno.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de alta Tª de aceite.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de muy alta Tª de aceite.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de bajo nivel de aceite.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de muy bajo nivel de aceite.
- 1 señal luminosa con derivación a una señal acústica para la señal de alto nivel de aceite.
- 1 interruptor de parada de emergencia.

En el presente proyecto sólo se hacen los cálculos y el presupuesto referentes al circuito de potencia: Cálculo del cableado de fuerza desde el armario eléctrico hasta los motores de accionamiento, contactores de arranque y protecciones contra cortocircuitos y sobrecarga. Plano 26

1.7. SOFTWARE UTILIZADO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL

1.7.1. CALCULO DE TUBERIAS

Puesto que se calculan las pérdidas de carga en todas las líneas de impulsión y retorno hay que hacer un gran número de cálculos repetitivos por lo que se utiliza un programa informático para tal menester: Aioflo v1.4. de Katmar.

Es un software shareware para el cálculo de tuberías que se encuentra en la red, y permite su evaluación gratuita durante un periodo de diez días, sin ninguna restricción en sus funciones de uso.

En el apartado referente a cálculos de tubería del documento nº 2, se hace una comparativa entre los resultados obtenidos por el método tradicional y el método utilizado por este software. Así mismo se da una amplia explicación de éste programa.

1.7.2. SELECCION ENFRIADOR DE ACEITE

Para la selección del enfriador de aceite de la instalación se adopta el programa de selección, de la firma GEA, de amplia reputación mundial en el campo de los intercambiadores de calor, climatización y depuración.

AioFlo v1.02 - Katmar Software

File Edit Tools Help

Calculation Type

- ☐ Pressure drop from diameter and flowrate
- ☐ Velocity from diameter and flowrate
- ☐ Diameter from pressure drop and flowrate
- ☒ Diameter from velocity and flowrate
- ☐ Flowrate from diameter and pressure drop
- ☐ Flowrate from diameter and velocity

Fluid State

- ☒ Liquid
- ☐ Gas / Vapor

Flowrate

- ☐ Mass
- ☒ Volumetric

Viscosity

- ☐ Dynamic
- ☒ Kinematic

Input Data

Inlet Velocity: 4 ft/s

Flowrate: 350 gallon (US)/min

Calculation Results

Inside Diameter: 5.98 inch

Status: OK NUM

Fig 6: Determinación del diámetro dados el caudal y la velocidad. Fuente: Katmar Software.

AioFlo v1.02 - Katmar Software

File Edit Tools Help

Calculation Type

- ☒ Pressure drop from diameter and flowrate
- ☐ Velocity from diameter and flowrate
- ☐ Diameter from pressure drop and flowrate
- ☐ Diameter from velocity and flowrate
- ☐ Flowrate from diameter and pressure drop
- ☐ Flowrate from diameter and velocity

Fluid State

- ☒ Liquid
- ☐ Gas / Vapor

Flowrate

- ☐ Mass
- ☒ Volumetric

Viscosity

- ☐ Dynamic
- ☒ Kinematic

Input Data

Density: 880 kg/m³

Viscosity: 2.5 centistokes

Straight Length: 1200 foot

Fittings: Select

Pipe Roughness: 0.05 millimeter

Inside Diameter: 3.068 inch

Flowrate: 95 gallon (US)/min

Elevation Difference: 35 foot

Calculation Results

Flow Regime: Turbulent

Reynolds Number: 39 171.2

K Value of Fittings: 20.968

Friction Factor: 0.02395

Velocity: 4.123 ft/s

Velocity Head: 0.1008 PSI (=lbf/in²)

Static Head: 13.35 PSI (=lbf/in²)

Friction Loss: 13.44 PSI (=lbf/in²)

Total Pressure Loss: 26.79 PSI (=lbf/in²)

Head of Flowing Liquid: 70.23 foot

Status: OK NUM

Fig 7: Determinación de la pérdida de carga en función del caudal y de la velocidad del fluido.

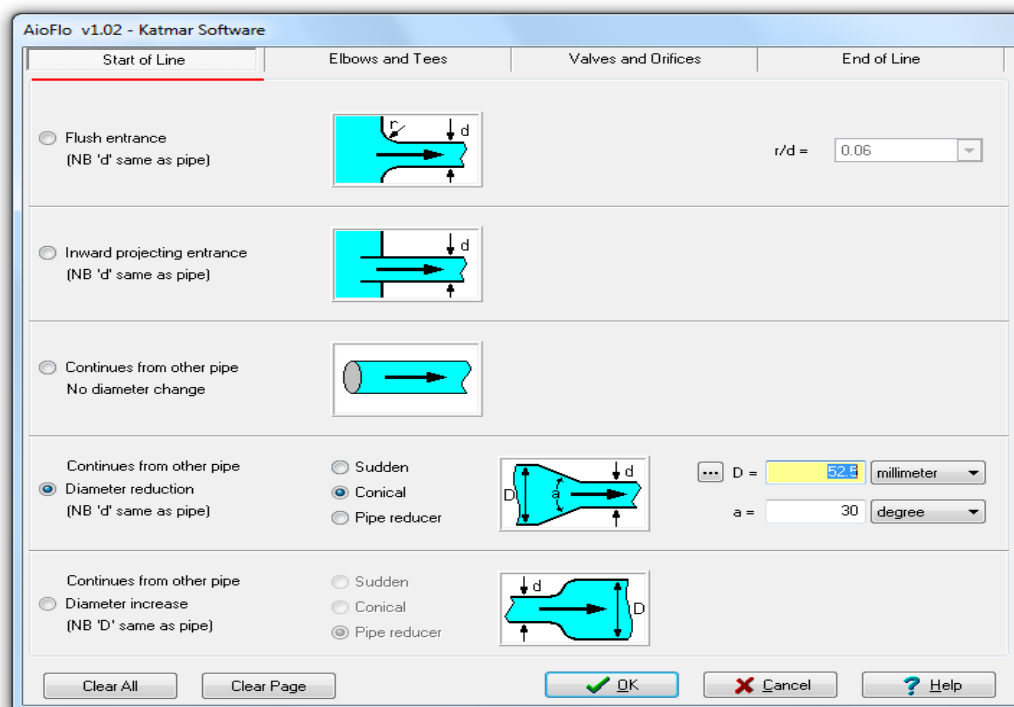


Fig 8: Configuración del programa considerando el principio de línea. Fuente: Katmar Software

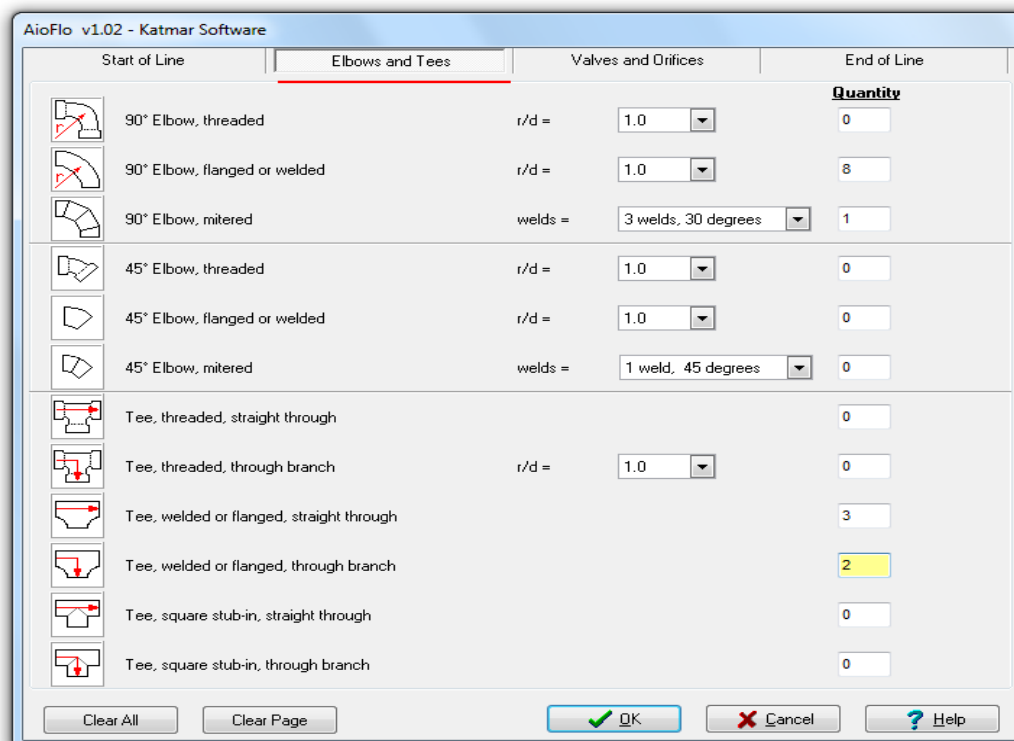


Fig 9: Configuración del programa para el cálculo de las pérdidas de carga considerando los codos y "T" en la línea. Fuente: Katmar Software

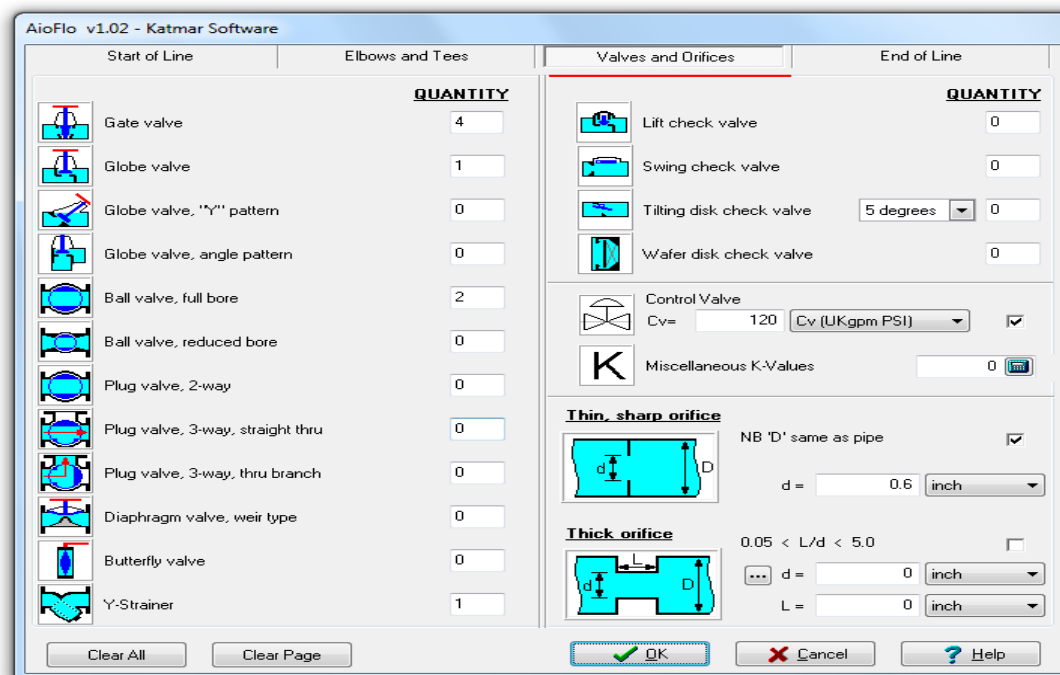


Fig 10: Configuración del programa para el cálculo de las pérdidas de carga considerando los accesorios que hay en la línea. Fuente Katmar Software

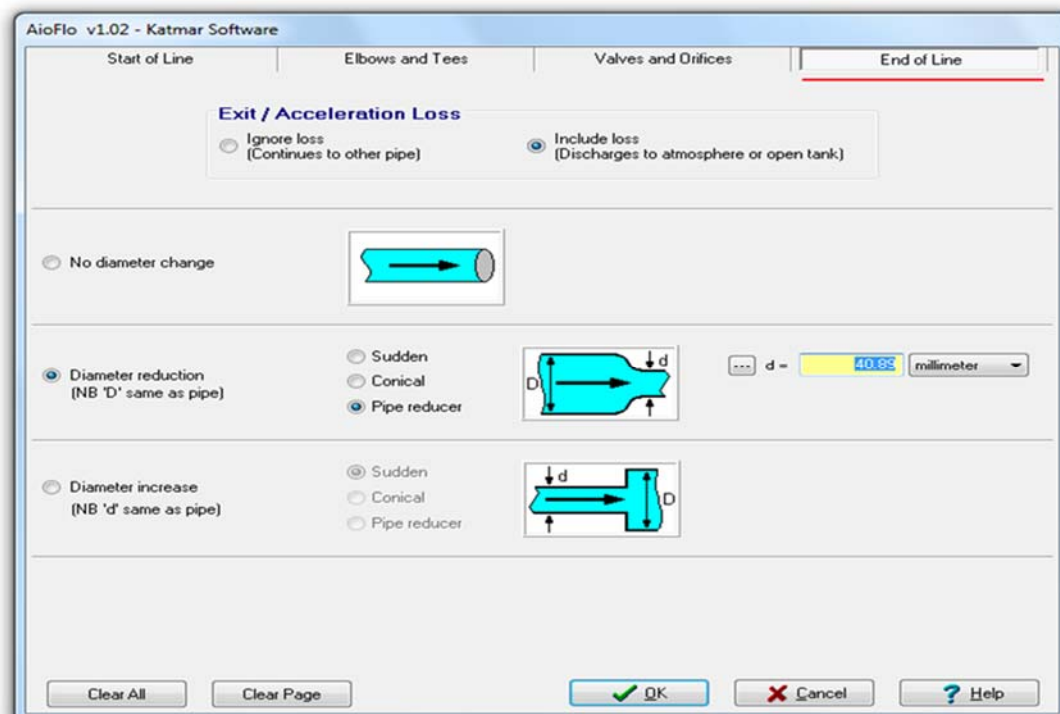


Fig 11. Configuración del programa para el cálculo de las pérdidas de carga considerando el final de línea. Fuente: Katmar Software

1.8. BIBLIOGRAFIA

- "Chemical Engineering Fluid Mechanics". Ron Darby. CRC Press, 2001
- "Oleohidráulica". A. Serrano Nicolás.
- "Sistemas neumáticos y oleohidráulicos". Ingeniería Técnica Industrial en Electrónica y Mecánica. Almadóz Berrondo, Javier. Pellejero Salaberria, Idoia. Universidad del País Vasco 2007.
- "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco.
- http://tube-mac.com/spanish/qu%C3%ADa_del_dise%C3%B1ador.php
- <http://www.katmarsoftware.com/aioflo.htm>
- http://www.gshydro.com/sites/gshydro.com/files/attachments/Global/Publications/GS-Hydro_Product_Catalogue_2012.pdf
- http://www.tecnicable.com/productos/lista_cables.asp
- www.islasindustries.com
- <http://www.veristar.com/portal/veristarinfo/detail?content-id=/repository/collaboration/sites%20content/live/veristarinfo/vi-content-navigation/generalinfo/giRulesRegulations/bvRules/steelships>
- <http://flatplateselect.com/site/pub/login.aspx?ReturnUrl=%2fsite%2fault.aspx>

2. CALCULOS

2.1. CALCULO DE LAS TUBERIAS

2.1.1. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL DIAMETRO NOMINAL

El cálculo del diámetro de las tuberías se realiza a partir del teorema de continuidad:

Para una determinada sección de tubería y velocidad de fluido se verifica que:

$A_1 v_1 = A_2 v_2 = Q$ por lo que en caso de una tubería circular

$$Q = \frac{\pi D_i^2}{4} v \quad [1]$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad [2]$$

El diámetro se obtiene adoptando una velocidad del flujo. En el caso de las tuberías de aspiración la velocidad recomendada depende de la viscosidad del fluido, en la de descarga es función de la presión de trabajo, y por último, para la de retorno se recomienda un campo de velocidades inferiores a los 3 m/s.

En la práctica se aplican los siguientes valores de velocidad en las líneas:

Líneas de aspiración	Líneas de retorno	Líneas de presión						
		0-10 bar	10-25 bar	25-50 bar	50-100 bar	100-150 bar	150-210 bar	210-350 bar
≤ 1,5 m/s	≤ 3 m/s	≤ 3 m/s	≤ 3,5 m/s	≤ 4 m/s	≤ 4,5 m/s	≤ 5 m/s	≤ 5,5 m/s	≤ 6 m/s

Tabla 3: Velocidades aconsejadas en función de la presión de trabajo. Fuente: www.tubemac.com/spanish/guía_del_diseñador.php

Una vez calculado el diámetro interior para la tubería, se acude a un catálogo de éstas y se elige una que coincida con el D_i calculado, en el caso de que no sea así, se escoge el inmediatamente superior. Se sustituye en la expresión (II) anterior y se recalcula el valor de la velocidad (v) obtenida, comprobándose que se mantiene dentro del anterior rango recomendado de velocidades. Es, por tanto, un proceso iterativo.

2.1.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS

2.1.2.1. PERDIDAS DE 1º ORDEN

Una vez seleccionado el diámetro (D_i) de la tubería y calculada la velocidad (v) de circulación del fluido hidráulico, es necesario conocer la pérdida de carga que se produce por el interior de la tubería.

El cálculo de la pérdida de carga o de presión (Δp) originado en los tramos de tuberías es inmediato y fácil de realizar. En efecto, en un tramo de tubería de una longitud considerada "L", el cálculo de las pérdidas de carga originadas

se puede obtener aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad [3]$$

Donde:

Δp : Valor de la pérdida de carga o de presión medida según la altura manométrica y expresada en metros de columna de agua (m.c.a.)

L: Longitud del tramo considerado de tubería (m)

D: Diámetro interior de la tubería (m)

v: Velocidad del fluido hidráulico en el interior de la tubería (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

f: Factor de fricción de Darcy-Weisbach.

De la anterior expresión (3) todos los parámetros son conocidos salvo el factor de fricción (f).

El factor de fricción (f), es un parámetro adimensional que depende del número de Reynolds (Re) del fluido hidráulico empleado y de la rugosidad relativa de la tubería (ϵ_r)

$$f = f(Re, \epsilon_r)$$

El número de Reynolds (Re) viene dado por la siguiente expresión:

$$Re = \frac{\rho v D_i}{\mu} \quad [4]$$

siendo,

ρ : Densidad del aceite o fluido hidráulico (kg/m³)

v: Velocidad del fluido por el interior de la tubería (m/s)

D_i : Diámetro interior de la tubería (m)

μ : Viscosidad dinámica del aceite o fluido hidráulico ($\text{kg/m}\cdot\text{s}$)

Por otro lado, la rugosidad relativa de la tubería (ε_r) viene dada en función de la rugosidad absoluta (ε) del material del que está fabricada la tubería y de su diámetro interior (D_i) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D_i} \quad [5]$$

La rugosidad absoluta de una tubería de acero estirado sin soldadura de grado NBK como se ha dicho anteriormente es de $1,5 \times 10^{-6}$ m.

El número de Reynolds (Re) representa la relación entre las fuerzas de inercia y las viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas predominantes son las viscosas (ocurre para Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería y la importancia de la rugosidad en la pérdida de carga es menor que la debida al propio comportamiento viscoso del fluido. Por otro lado, en régimen turbulento (Re , grande), las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas y la influencia de la rugosidad se hace más patente.

Los valores de transición entre régimen laminar y turbulento se encuentra con el número de Reynolds en la franja de 2000 a 4000. Es decir, en función del valor del número de Reynolds se tiene que:

- $Re < 2000$: Régimen laminar.
- $2000 < Re < 4000$: Zona crítica o de transición.
- $Re > 4000$: Régimen turbulento.

Conocer si el flujo que circula por una tubería se encuentra en el régimen laminar o turbulento es importante porque marca la manera de calcular el factor de fricción (f).

El factor de fricción (f) para valores del número de Reynolds por debajo del límite turbulento, es decir, en régimen laminar, se puede calcular aplicando la fórmula de Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re} \quad [6]$$

Expresión que resulta sencilla de aplicar para calcular el factor de fricción (f) conocido el Reynolds (Re).

Para la otra situación, es decir, cuando nos encontremos en régimen turbulento, el cálculo para conocer el factor de fricción (f) ya nos es tan inmediato, y depende tanto del número de Reynolds como de la rugosidad relativa de la tubería. En este caso existen diversas fórmulas empíricas que pueden ser utilizadas para el cálculo del factor de fricción de Darcy.

Una de las más utilizadas es la de Colebrook- White

$$\frac{1}{f} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon/D_i}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \quad [7]$$

Sin embargo esta expresión es implícita y utilizaré para mis cálculos la ecuación de Stuart W. Churchill, válida para todos los tipos de regímenes

$$f = 8 \left(\left(\frac{8}{Re} \right)^{12} + (A + B)^{-1.5} \right)^{\frac{1}{12}} \quad [8]$$

$$A = \left(2.457 \ln \left(\left(\left(\frac{7}{Re} \right)^{0.9} + 0.27 \frac{\varepsilon}{D_i} \right)^{-1} \right) \right)^{16} \quad [9]$$

$$B = \left(\frac{37530}{Re} \right)^{16} \quad [10]$$

2.1.2.2. CALCULO DE PERDIDAS DE 2º ORDEN O PERDIDAS LOCALES

Para evaluar las pérdidas locales que se originan en válvulas u otros elementos intercalados en la instalación (codos, derivaciones en T, bifurcaciones, reducciones...) se pueden calcular a partir de formulaciones empíricas, como la mostrada en la expresión siguiente:

$$\Delta p = k \frac{v^2}{2g} \quad [11]$$

o bien,

$$\Delta p = k \frac{8Q^2}{\pi^2 g D_i^4} \quad [12]$$

dónde el coeficiente adimensional K, que mide la caída de presión se mide experimentalmente y depende del diseño del fabricante.

Uno de los métodos utilizados es el de la longitud equivalente. Mediante nomogramas como el de la figura 12, entrando con el tipo de accesorio y el diámetro interior de tubería, obtenemos una longitud de tubería determinada. La pérdida de carga en ese accesorio sería equivalente a la calculada en un tramo recto de tubería de longitud igual al dado por el nomograma.

Sin embargo el método de la longitud equivalente no es muy exacto, sobre todo para niveles bajos de turbulencia.

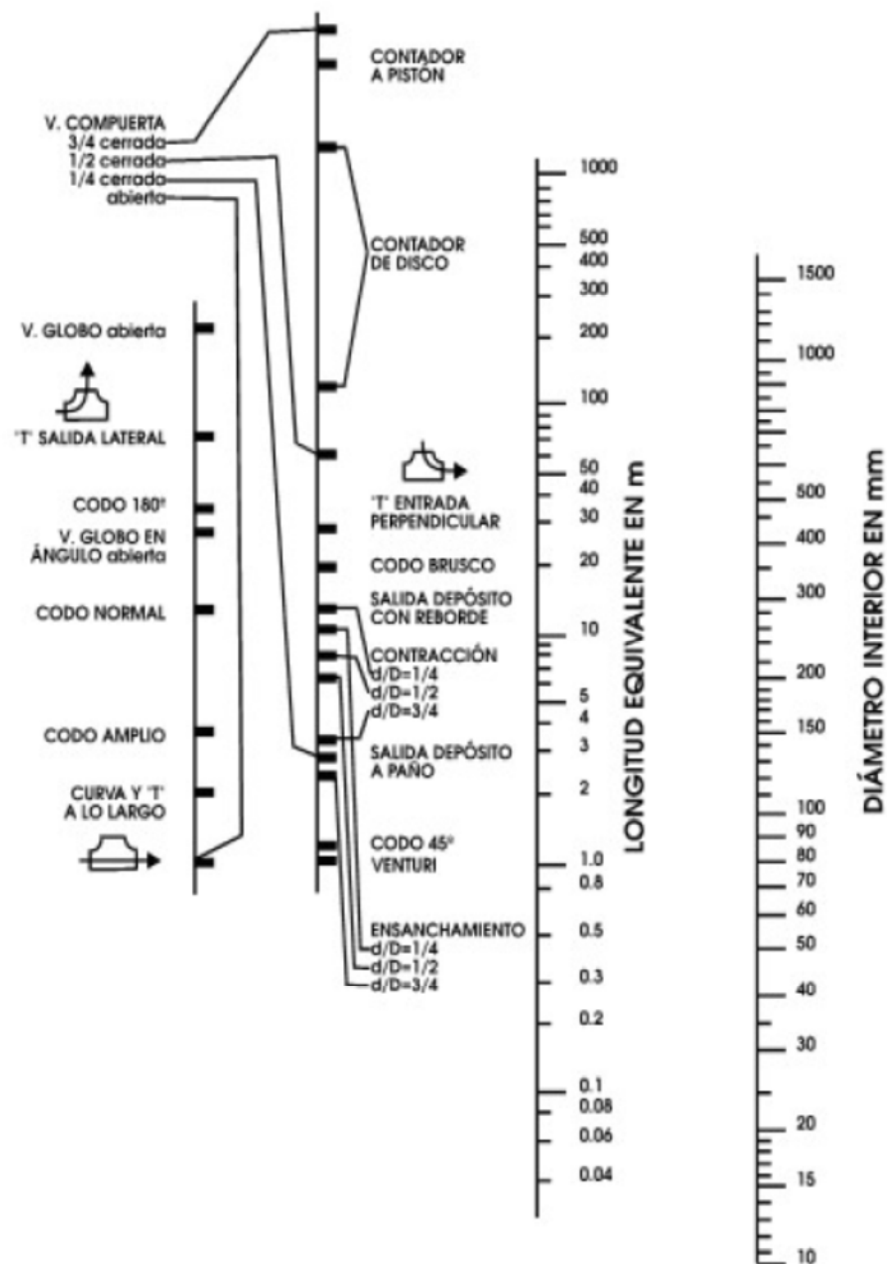


Fig 12: Nomograma para la determinación de la longitud equivalente de distintos accesorios para tubería. Fuente: "Sistemas de bombeo" de Eduardo Blanco Marigorta, Sandra Velarde Suarez, Joaquín Fernández Francos. Universidad de Oviedo.

En 2001 Darby evaluó los valores dados a varios tipos de válvulas, T y codos, y encontró que podían ser representados con más precisión con lo que denominó la ecuación Darby “3K”, mucho más exacto que el método de la longitud equivalente y otros (método de Crane o el método de Hooper “2 K”). La expresión que dio Darby fue:

$$K = \frac{K_1}{Re} + K_i \left(1 + \frac{K_d}{D^{0.3}} \right) \quad [13]$$

Donde K_1 , K_i y K_d , son tres constante dadas experimentalmente, para diversos tipos de accesorios y formas. Tal como se puede apreciar en la tabla adjunta

Fitting				(L/D)eq	K_1	K_i	K_d	
Elbows	90°	Threaded, standard	($r/D = 1$)	30	800	0.14	4.0	
		Threaded, long radius	($r/D = 1.5$)	16	800	0.071	4.2	
		Flanged, welded, bends	($r/D = 1$)	20	800	0.091	4.0	
			($r/D = 2$)	12	800	0.056	3.9	
			($r/D = 4$)	14	800	0.066	3.9	
			($r/D = 6$)	17	800	0.075	4.2	
	45°	Mitered	1 weld	(90°)	60	1000	0.27	4.0
			2 welds	(45°)	15	800	0.068	4.1
			3 welds	(30°)	8	800	0.035	4.2
		Threaded standard	($r/D = 1$)	16	500	0.071	4.2	
			Long radius	($r/D = 1.5$)		500	0.052	4.0
			Mitered 1 weld	(45°)	15	500	0.086	4.0
		2 welds	(22.5°)	6	500	0.052	4.0	
			180°	Threaded, close return bend	($r/D = 1$)	50	1000	0.23
Flanged	($r/D = 1$)				1000	0.12	4.0	
All	($r/D = 1.5$)			1000	0.10	4.0		
Tees	Through-Branch (as elbow)	Threaded	($r/D = 1$)	60	500	0.274	4.0	
			($r/D = 1.5$)		800	0.14	4.0	
		Flanged	($r/D = 1$)	20	800	0.28	4.0	
			Stub-in branch		1000	0.34	4.0	
	Run Through	Threaded	($r/D = 1$)	20	200	0.091	4.0	
		Flanged	($r/D = 1$)		150	0.017	4.0	
		Stub-in branch		100	0	0		
		Valves	angle valve — 45° full line size, $\beta = 1$		55	950	0.25	4.0
—90° full line size, $\beta = 1$	150			1000	0.69	4.0		
Globe valve	Standard, $\beta = 1$		340	1500	1.70	3.6		
Plug valve	Branch flow		90	500	0.41	4.0		
	Straight through		18	300	0.084	3.9		
	Three-way (flow through)		30	300	0.14	4.0		
Gate valve	Standard, $\beta = 1$		8	300	0.037	3.9		
Ball valve	Standard, $\beta = 1$		3	300	0.017	4.0		
Diaphragm	Dam-type			1000	0.69	4.9		
Swing check	$V_{\min} = 35[\rho(\text{lb}_m/\text{ft}^3)]^{-1/2}$		100	1500	0.46	4.0		
Lift check	$V_{\min} 40[\rho(\text{lb}_m/\text{ft}^3)]^{1/2}$		600	2000	2.85	3.8		

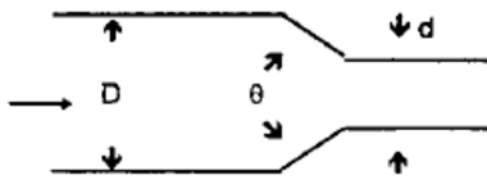
Tabla 4: Valores de las constantes K_1 , K_i y K_d , para distintos accesorios de tubería. Fuente: "Chemical Engeneering fluid Mechanic". Ron Darby

2.1.2.3. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN EXPANSIONES Y CONTRACCIONES

En el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías de este proyecto se tendrán en cuenta las pérdidas debidas a las expansiones y contracciones de tubería, en particular en las líneas de retorno, ya que se unirán en una misma tubería los retornos de más de un servicio.

Para su cálculo utilizaremos el método 2k de Hooper (1988)

Contracción



Para $\theta < 45^\circ$

$Re < 2500$

$$K = 1.6 \left[1 + \frac{160}{Re} \right] \left[\frac{1}{\beta^4} - 1 \right] \sin \frac{\theta}{2} \quad [14]$$

$Re > 2500$

$$K = 1.6 [0.6 + 1.92 f] \left[\frac{1 - \beta^2}{\beta^4} \right] \sin \frac{\theta}{2} \quad [15]$$

Para $\theta > 45^\circ$

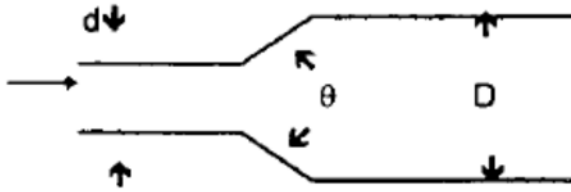
$Re < 2500$

$$K = \left[1.2 + \frac{160}{Re} \right] \left[\frac{1}{\beta^4} - 1 \right] \left[\sin \frac{\theta}{2} \right]^{1/2} \quad [16]$$

$Re > 2500$

$$K = [0.6 + 0.48 f] \left[\frac{1 - \beta^2}{\beta^4} \right] \left[\sin \frac{\theta}{2} \right]^{1/2} \quad [17]$$

Expansión



$\theta < 45^\circ$

Re : 4000

$$k = 5.2 (1 - \beta^4) \sin \frac{\theta}{2} \quad [18]$$

Re > 4000

$$K = 2.6 (1 + 3.2f)(1 - \beta^2)^2 \sin \frac{\theta}{2} \quad [19]$$

$\theta > 45^\circ$

Re < 4000

$$K = 2(1 - \beta^4) \quad [20]$$

Re > 4000

$$K = (1 + 3.2f)(1 - \beta^2)^2 \quad [21]$$

Siendo

Re: N° de Reynolds aguas arriba del punto en cuestión.

f: coeficiente de fricción de la tubería para ese nº de Reynolds.

β : d/D (Relación de diámetros de la tubería).

2.1.2.4. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA DEBIDO A LA ALTURA

También se tendrá en cuenta las pérdidas de carga debido a los cambios de nivel respecto al plano en el que se encuentra la bomba. Estas pérdidas vienen dadas por la expresión

$$\Delta p = \rho g h \quad [22]$$

Donde :

ρ = densidad del fluido.

g = aceleración de la gravedad.

h = altura del tramo de tubería.

2.1.3. COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE AIOFLO V1.04 CON EL CALCULO MANUAL DE DISTINTOS METODOS TRADICIONALES UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION DE LAS PERDIDAS DE CARGA

Como se ha dicho anteriormente para el cálculo de las pérdidas de carga de este proyecto se utiliza el software Aioflo v1.04 de Katmar. En los apartados siguientes se compararán los resultados dados por el software en el report que se adjunta, con los obtenidos manualmente usando el método 3k de Darby, el método de la longitud equivalente y el método de los coeficientes de fricción de los accesorios.

Nos limitaremos a comprobar la coincidencia de los tres métodos en el cálculo de la pérdida de carga debido a la fricción, ya que para el cálculo de la presión cinética y estática se emplea la misma fórmula para los tres métodos.

Para ello utilizaremos el report dado por el software de la línea de impulsión P12, que tiene un elevado número de codos y en caso de que haya diferencia entre los distintos métodos, ésta será más palpable.

AioFlo v1,04 - Unregistered

Cliente :	ETSN-UNICAN	Fecha :	03/03/2014
Numero de Proyecto :		Numero de Revision :	
Plant :	CENTRAL HIDRAULICA REMOLCADOR	Calculacion por :	Pedro Piñero Cebrián
Line Function :	IMPULSION SKIMMER	Line Number :	P12

Datos De Entrada			
Tipo de Cálculo : Pérdida de carga debida al diámetro y caudal			
Fluid Data		Datos de Tubería	
Flowing Fluid :	Acete ISO VG 46	Rugosidad de la Tubería :	1,5e-6 meter
Face del Fluido :	Líquido	Longitud Recta :	54,34 meter
Densidad :	879 kg/m³	Diferencia de Altura :	6,34 meter
Viscosidad :	46 centistokes	Diámetro Interior :	40 millimeter
Caudal :	390 liter/min		

Resultados del Cálculo			
Numero Reynolds :	4,497,9	Presión Cinética :	0,1176 bar
Régimen del Flujo :	Turbulent	Presión Estática :	0,5379 bar
Factor de Fricción :	0,0386 Darcy-Weisbach	Pérdida de carga debido a fricción :	6,664 bar
Coefficiente K de los Accesorios :	4,244	Pérdida de Carga Total :	7,202 bar
Velocidad :	5,173 m/s	Altura manométrica de la corriente de Líq	83,55 meter

Accesorios		
Start of Line :	Continues from other pipe - No diameter change	
Elbows and Tees :	Accesorios 90° Elbow, flanged or welded r/d = 2.0	Quantity 10
Valves and Oriflows :	Accesorios	Quantity
End of Line :	Exit / Acceleration Loss - Ignore loss (Continues to other pipe) No diameter change	

Fig 13: Report Aioflo v1.04 para la línea P12.

2.1.3.1. CALCULO MANUAL UTILIZANDO EL METODO DEL SOFTWARE AIFLO V1.04

2.1.3.1.1. DATOS DE PARTIDA

Densidad (ρ): 879 kg/m³.

Viscosidad (μ): 46 cSt.

Caudal (Q): 390 l/m

Rugosidad de la tubería (ϵ): 1,5 x 10⁻⁶ m.

Longitud de tubería (L): 54,34 m.

Diferencia de altura: 6,24m.

Diámetro interior de tubería (D): 40 mm.

2.1.3.1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD

$$v = \frac{4 Q}{\pi D^2} \quad [23]$$

$$v = \frac{4 \times 390 / 1000 \times 60}{\pi \times 0,04^2}$$

$$v = 5,173 \text{ m/s}$$

2.1.3.1.3. CALCULO DEL N° DE REYNOLDS (RE)

$$Re = \frac{v D}{\mu} \quad [24]$$

$$Re = \frac{5,173 \times 0,04}{46 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 4498,2$$

2.1.3.1.4. CALCULO DE FACTOR DE FRICCIÓN DARCY-WEISBACH, (F).

Para ello utilizaremos el diagrama de Moody.

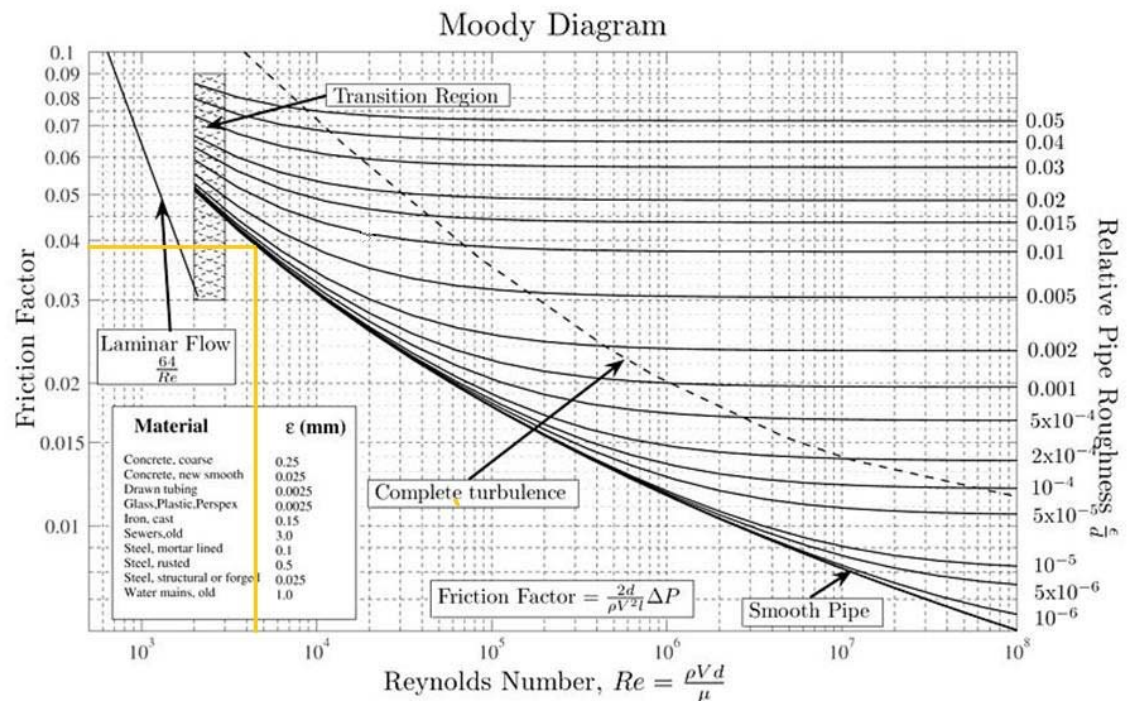


Tabla 5. Diagrama de Moody. Determinación del factor de fricción Darcy-Weisbach para $Re = 4498,2$ y rugosidad relativa 5×10^{-6}

Cálculo de la Rugosidad relativa (ε_r)

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} \quad [25]$$

$$\varepsilon_r = \frac{1,5 \times 10^{-6}}{30 \times 10^{-3}}$$

$$\varepsilon_r = 5 \times 10^{-5}$$

Tratándose un acero estirado y sin costura entraremos en el diagrama de Moody Fig-2 con la curva de una tubería lisa. Para un nº de Reynolds de 4.498,2.

$$f = 0,0385$$

2.1.3.1.5. CALCULO DEL COEFICIENTE K DE ACCESORIOS

Fitting				(L/D)eq	K_1	K_i	K_d
Elbows	90°	Threaded, standard	($r/D = 1$)	30	800	0.14	4.0
		Threaded, long radius	($r/D = 1.5$)	16	800	0.071	4.2
		Flanged, welded, bends	($r/D = 1$)	20	800	0.091	4.0
			($r/D = 2$)	12	800	0.056	3.9
			($r/D = 4$)	14	800	0.066	3.9
			($r/D = 6$)	17	800	0.075	4.2
	45°	Mitered 1 weld	(90°)	60	1000	0.27	4.0
		2 welds	(45°)	15	800	0.068	4.1
		3 welds	(30°)	8	800	0.035	4.2
		Threaded standard	($r/D = 1$)	16	500	0.071	4.2
		Long radius	($r/D = 1.5$)		500	0.052	4.0
		Mitered 1 weld	(45°)	15	500	0.086	4.0
	180°	2 welds	(22.5°)	6	500	0.052	4.0
		Threaded, close return bend	($r/D = 1$)	50	1000	0.23	4.0
		Flanged	($r/D = 1$)		1000	0.12	4.0
All		($r/D = 1.5$)		1000	0.10	4.0	

Tabla 6: Tabla de valores de las constantes K_1 , K_i y K_d , para distintos accesorios. Fuente: "Chemical Engenering Fluid Mecahanics". Ron Darby

Según el método 3k de Darby.

$$K = \frac{K_1}{Re} + K_i \left(1 + \frac{K_D}{D_{INCH}^{0,3}} \right) \quad [26]$$

K = Coeficiente K de accesorios.

K_1 , K_i , K_d = Valores dados por la Fig: 3, en función del tipo de accesorio y dimensiones de éste. Para nuestro caso serán los valores correspondientes a un codo de 90° embridado o soldado con una relación entre el radio de curvatura y el diámetro interior del tubo igual a 2.

Re= nº de Reynolds.

D_{inch} : Diámetro interior en pulgadas.

Substituyendo valores:

$$K = \frac{800}{4497,9} + 0,056 \left(1 + \frac{3,9}{\left(\frac{40}{25,4} \right)^{0,3}} \right)$$

$$K = 0,4244$$

Puesto que el nº total de codos con las características anteriormente mencionadas es de 10, el valor total del coeficiente K de accesorios será:

$$K = 4,244$$

2.1.3.1.6. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA DEBIDO A LA FRICCION

Combinando la ecuación de Darcy-Weisbach con el método 3k de Darby se obtiene la siguiente expresión.

$$\Delta p = \left(f \frac{L}{D} + K \right) \rho \frac{v^2}{2} \quad [27]$$

Substituyendo valores:

$$\Delta p = \left(0,0385 \frac{54,34}{0,04} + 4,244 \right) 879 \frac{5,173^2}{2}$$

$$\Delta P = 66.5039,81 \text{ N/m}^2$$

$$\Delta P = 6,65 \text{ bar}$$

Como se puede observar el resultado del cálculo manual de la pérdida de carga por fricción es casi idéntica al resultado del report dado por el programa: 6,65 bar frente a 6,664 bar

2.1.3.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA CONSIDERANDO LA LOGITUD EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS OBTENIDAS POR NOMOGRAMA

Se aplicará la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$\Delta p = f \left(\frac{L + L_{eq}}{D} \right) \rho \frac{v^2}{2} \quad [28]$$

Δp : Pérdida de carga; (N/m²).

f: Factor de fricción Darcy-Weisbach; (adimensional).

L: Longitud recta de la tubería; (m).

L_{eq} : Longitud equivalente de tubería correspondiente a la línea considerada; (m).

D: Diámetro interior de la tubería; (m).

v: Velocidad del fluido; (m/s).

p: densidad del aceite; (kg/m³).

2.1.3.2.1 DETERMINACION DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LINEA.

Como se ha comentado anteriormente el codo de 90° utilizado en la instalación será de tipo amplio, cuyo radio será el doble del diámetro del tubo en cuestión: $r/D = 2$

Entrando en el nomograma de la Fig: 4, para un codo amplio vemos que la longitud equivalente es de 0,52 m. aproximadamente.

Dado que la línea P12, tiene 10 codos:

$$L_{eq} = 10 \times 0,52$$

$$L_{eq} = 5,2 \text{ m}$$

2.1.3.2.2. CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA

Substituyendo valores en la expresión [28]

$$\Delta p = 0,0385 \left(\frac{54,34 + 5,2}{0,04} \right) 879 \frac{5,173^2}{2}$$

$$\Delta p = 6.73989,92 \text{ N/m}^2$$

$$\boxed{\Delta p = 6,74 \text{ bar}}$$

El resultado obtenido es muy parecido al dado por el report del programa: 6,74 bares, frente a 6,664 bar.

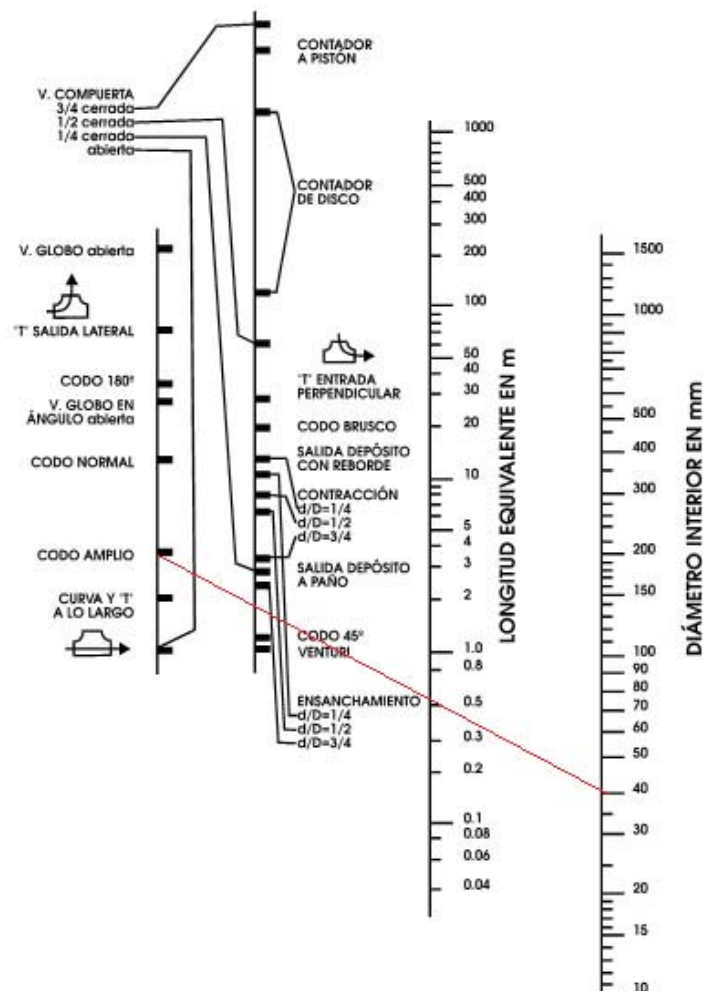


Fig 14: Nomograma para la determinación de la longitud equivalente de diversos accesorios para tubería. Fuente: "Sistemas de bombeo". Eduardo Blanco. Marigorta. Sandra Velarde Suarez. Joaquín Fernández Francos. Departamento de energía de la Universidad de Oviedo.

2.1.3.3. CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA CONSIDERANDO EL COEFICIENTE K DE RESISTENCIA DE LOS ACCESORIOS

En este caso calcularemos la perdida de carga del tramo de tubería recta aplicando la fórmula de Darcy-Weisbach. Y para el cálculo de la pérdida de carga por accesorios aplicaremos la fórmula:

$$\Delta P_{ac} = \sum K \rho \frac{v^2}{2} \quad [29]$$

Donde:

ΔP_{ac} : Pérdida de carga debido a accesorios (N/m²)

K: Coeficiente determinado de forma experimental y que depende de la forma, dimensiones geométricas y sistema de construcción del accesorio. $K = f\left(\frac{L}{D}\right)_{eq}$.

$\left(\frac{L}{D}\right)_{eq}$ es lo que se denomina longitud equivalente en diámetros del accesorio y se obtiene por medio de tablas. Según la Fig.3, el valor de $\left(\frac{L}{D}\right)_{eq}$ para nuestro tipo de curva es de 12.

ρ : Densidad del aceite (kg/m³)

V: velocidad del fluido (m/s)

Substituyendo valores.

$$\Delta P_{ac} = 10 \times 0,0385 \times 12 \times 879 \times \frac{5,173^2}{2}$$

$$\Delta P_{ac} = 54335,76 \text{ N/m}^2$$

$$\Delta P_{ac} = 0,543 \text{ bar}$$

Calculando el valor de la pérdida de carga para el tramo recto de tubería, por Darcy-Weisbach

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{v^2}{2} \quad [30]$$

Substituyendo valores:

$$\Delta P = 0,0385 \frac{54,34}{0,04} 879 \frac{5,173^2}{2}$$

$$\Delta P = 6.15126,17 \text{ N/m}^2$$

$$\boxed{\Delta P = 6,151 \text{ bar}}$$

La pérdida total, ΔP_{total} , será igual a la suma de los valores obtenidos según las expresiones [29] y [30]

$$\Delta P_{total} = 0,543 + 6,151$$

$$\boxed{\Delta P_{total} = 6,694 \text{ bar}}$$

Valor que coincide con el hallado según todos los procedimientos anteriores

2.1.4. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

Como se ha dicho anteriormente para el cálculo de tuberías se empleará el software Aioflo v1.04 de Katmar Software, que para la determinación de velocidad del fluido, diámetros y pérdidas de carga en tuberías emplea los principios y formulas mencionadas en los puntos anteriores.

2.1.4.1. CALCULOS DE LAS LINEAS DE IMPULSION.

Se evitará en la medida de lo que sea posible el régimen del fluido correspondiente a la zona crítica ($2100 \leq Re \leq 4000$).

Se evitará esa zona debido a que en ella, el fluido se puede comportar tanto en forma laminar como turbulenta, pudiendo presentar en ocasiones problemas de vibraciones.

Como se ha comentado anteriormente se mantendrán las siguientes condiciones de velocidad.

- Para presiones ≤ 210 bares; $v \leq 5,5$ m/s
- Para presiones > 210 bares; $v \leq 6$ m/s

2.1.4.1.1. CALCULO DEL DIAMETRO DE TUBERIA

Fijamos las velocidades de las distintas líneas según la condición de presión del punto anterior.

Líneas de impulsión	P (bar)	V (m/s)
P1. Bomba OR nº 1	200	5,5
P2. Bomba OR nº 2	200	5,5
P3. Bomba OR nº 3	200	5,5
P4. Pórtico	250	6
P5. Pines de remolque	200	5,5
P6. Bomba Or. Portátil nº1	195	5,5
P7. Bomba. Or. Portátil nº2	195	5,5
P8. Cabestrante nº1	250	6

Líneas de impulsión	P (bar)	V (m/s)
P9. Cabestrante nº2	250	6
P10. Devanadera nº1	200	5,5
P11. Devanadera nº2	200	5,5
P12. Skimmer	280	6
P13. Barrera	200	5,5

Tabla 7: Asignación de velocidades en función de la presión. Fuente: Elaboración propia.

Para estas velocidades obtenemos los siguientes diámetros interiores de tubería ($\varnothing_{int.}$).

Líneas de impulsión	$\varnothing$ int.(mm.)
P1. Bomba. OR nº 1	26,35
P2. Bomba. OR nº 2	26,35
P3.Bomba. OR nº 3	26,35
P4. Pórtico	42,89
P5. Pines de remolque	13,89
P6.Bomba.Or. Portátil nº1	22,4
P7.Bomba.Or. Portátil nº2	22,4
P8. Cabestrante nº1	26,6
P9. Cabestrante nº2	26,6
P10. Devanadera nº1	8,78
P11. Devanadera nº2	8,78
P12. Skimmer	37,14
P13. Barrera	17,01

Tabla 8: Determinación de las diámetros interiores de tubería en función de la velocidad asignada. Fuente: Elaboración propia.

Con estos diámetros interiores obtenidos, se acude al catálogo de tubería que se adjunta y se escoge la que tenga el diámetro interior igual. En caso de que no coincida se elige el inmediatamente superior. El siguiente factor crítico para la elección de la tubería adecuada es la presión a la que ésta trabaja. Como se puede observar en el catálogo vienen indicadas las presiones de trabajo en distintas condiciones. Se toman como referencia los valores de la primera columna, que son mas restrictivos.

Obtenemos los diámetros comerciales incluidos en la tabla adjunta. Como se puede observar se cumplen las condiciones de velocidad, pero para las condiciones de régimen de fluido, P1, P2, P3, P6, P7, P8 y P9 están dentro de la zona crítica, zona a evitar, por lo que tendremos que volver a recalcularlos.

Líneas de impulsión	D (mm)	Re	V (m/s)
P1. Bomba. OR nº 1	38x4	2767,9	4,244
P2. Bomba. OR nº 2	38x4	2767,9	4,244
P3. Bomba. OR nº 3	38x4	2767,9	4,244
P4. Pórtico	60x5	4797,7	4,414
P5. Pines de remolque	25x2,5	1729,9	3,979
P6. Bomba.Or. Portátil nº1	30x3	2498,8	4,789
P7.Bomba. Or. Portátil nº2	30x3	2498,8	4,789
P8. Cabestrante nº1	38x5	3295,1	5,413
P9. Cabestrante nº2	38x5	3295,1	5,413
P10. Devanadera nº1	16x2	768,9	2,947
P11. Devanadera nº2	16x2	768,9	2,947
P12. Skimmer	50x5	4497,9	5,173
P13. Barrera	25x2,5	1729,9	3,979

Tabla 9: Determinación de los diámetros comerciales en función de los diámetros teóricos obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

GS-HYDRO PRODUCT CATALOGUE

PIPES & TUBES

Hydraulic Pipe E355N (St 52.4) to EN 10305-4

Pipe E355N (St 52.4 NBK) phosphated and oiled

Part No	Size	ID Code	Working Pressure			Burst Pressure	Weight [kg/m]
			1. DMV [bar]	2. DMV [bar]	3. DIN [bar]	4. DMV [bar]	
14X2ST52.4NBK*	14 x 2.0	3101142000	41.1	473	456	1777	0.59
15X1.5ST52.4NBK	15 x 1.5	3101151500	25.9	297	330	1184	0.50
15X2ST52.4NBK*	15 x 2.0	3101152000	38.1	438	42.9	1640	0.61
16X1.5ST52.4NBK*	16 x 1.5	3101161500	24.2	277	311	1103	0.54
16X2ST52.4NBK	16 x 2.0	3101162000	35.5	408	404	1523	0.69
16X2.5ST52.4NBK	16 x 2.5	3101162500	47.5	547	493	1974	0.83
18X1.5ST52.4NBK	18 x 1.5	3101181500	21.4	244	279	969	0.61
18X2ST52.4NBK	18 x 2.0	3101182000	31.3	358	364	1333	0.79
20X2ST52.4NBK	20 x 2.0	3101202000	27.9	319	330	1184	0.89
20X2.5ST52.4NBK	20 x 2.5	3101202500	37.1	426	404	1523	1.08
20X3ST52.4NBK	20 x 3.0	3101203000	46.7	537	476	1881	1.25
22X1.5ST52.4NBK*	22 x 1.5	3101221500	17.3	197	231	780	0.76
22X2ST52.4NBK	22 x 2.0	3101222000	25.2	288	303	1066	0.99
25X2ST52.4NBK*	25 x 2.0	3101252000	22.0	251	269	927	1.13
25X2.5ST52.4NBK	25 x 2.5	3101252500	29.1	333	330	1184	1.39
25X3ST52.4NBK	25 x 3.0	3101253000	36.5	418	390	1454	1.63
28X2ST52.4NBK	28 x 2.0	3101282000	19.5	223	242	820	1.28
28X3ST52.4NBK*	28 x 3.0	3101283000	32.2	369	352	1279	1.85
30X2ST52.4NBK*	30 x 2.0	3101302000	18.2	207	226	761	1.38
30X3ST52.4NBK	30 x 3.0	3101303000	29.9	343	330	1184	2.00
30X4ST52.4NBK	30 x 4.0	3101304000	42.4	487	42.9	1640	2.56
35X2ST52.4NBK*	35 x 2.0	3101352000	15.5	176	196	646	1.63
35X3ST52.4NBK	35 x 3.0	3101353000	25.4	290	286	999	2.37
38X2ST52.4NBK*	38 x 3.0	3101383000	23.3	266	265	914	2.59
38X4ST52.4NBK	38 x 4.0	3101384000	32.7	375	346	1254	3.35
38X5ST52.4NBK	38 x 5.0	3101385000	42.6	490	42.4	1615	4.10
39X7.5ST52.4NBK*	39 x 7.5	3101397500	67.3	781	590	2538	5.86
42X2ST52.4NBK*	42 x 2.0	3101422000	12.8	146	164	533	1.97
42X3ST52.4NBK	42 x 3.0	3101423000	20.9	239	242	820	2.89
42X4ST52.4NBK	42 x 4.0	3101424000	29.3	336	316	1122	3.75
46X6ST52.4NBK	46 x 6.0	3101466000	60.1	695	541	2244	7.84
50X5ST52.4NBK	50 x 5.0	3101505000	31.5	361	330	1184	5.55
56X8.5ST52.4NBK	56 x 8.5	3101568500	51.6	595	481	1908	9.96
60X5ST52.4NBK	60 x 5.0	3101605000	25.9	297	279	969	6.78
60X6ST52.4NBK	60 x 6.0	3101606000	31.9	366	330	1184	8.04
60X10ST52.4NBK*	60 x 10.0	3101601000	57.8	668	522	2132	12.30
66X8.5ST52.4NBK	66 x 8.5	3101668500	42.9	494	415	1496	12.05
73X5ST52.4NBK	73 x 5.0	3101735000	21.1	241	274	784	8.38
73X7.5ST52.4NBK	73 x 7.5	3101737500	30.8	353	303	1131	11.39
75X5ST52.4NBK	75 x 5.0	3101755000	20.6	234	226	761	8.63
80X10ST52.4NBK	80 x 10.0	3101801000	41.8	481	404	1523	17.21

Items with black letters: Recommended sizes. Normally stock items.
*) Items with gray letters: Non-standard sizes. Limited availability.

1. Bended pipe including manufacturing and corrosion tolerances.
2. Straight pipe including manufacturing and corrosion tolerances.
3. DIN 24131: Dynamic straight pipe including manufacturing tolerance.
4. Based on tensile value, wall thickness tolerance not included.

Continue next page

Fig 15: Medidas tubería acero estirado sin costura NBK, St. 52.4 según norma DIN 2391C.

Fuente: Catálogo GS-Hydro. 2014

Los diámetros finales quedan reflejados en la siguiente tabla en la que se puede apreciar que se cumplen las condiciones de velocidad y nº de Reynolds

LINEA DE IMPULSION	D (mm)	Re	V (m/s)
P1. Bomba. OR nº 1	50x5	1960,6	2,255
P2. Bomba. OR nº 2	50x5	1960,6	2,255
P3. Bomba. OR nº 3	50x5	1960,6	2,255
P4. Pórtico	60x5	4797,7	4,414
P5. Pines de remolque	22x2	1922,2	4,912
P6. Bomba. OR. Portátil nº 1	42x3	1655,9	2,932
P7. Bomba. OR. Portátil nº 2	42x3	1655,9	2,932
P8. Cabestrante nº 1	60x5	1845,3	1,698
P9. Cabestrante nº 2	60x5	1845,3	1,698
P10. Devanadera nº 1	16x2	768,9	2,947
P11. Devanadera nº 2	16x2	768,9	2,947
P12. Skimmer	50x5	4497,9	5,173
P13. Barrera	25x2,5	1729,9	3,979

Tabla 10: Dimensionamiento final de líneas de impulsión. Fuente: elaboración propia.

2.1.4.1.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSION

- Datos de partida :
 - Aceite hidráulico empleado : ISO VG 46
 - Densidad del aceite: 0,879 kg/m³

- Viscosidad cinemática del aceite a 40°C: 46 Cst.
- Rugosidad de la tubería: $1,5 \times 10^{-6}$ m.
- Longitudes líneas de impulsión (L) (unidades en metros)
- N° de codos 90°. Relación diámetro de tubería / radio de curvatura = 2
- Cota de la tubería respecto al plano de la bomba (ΔZ):(+) flujo contra la gravedad. (-) a favor de ésta

Líneas de impulsión	L (m)	Nº codos 90 °	ΔZ (m)
P1. Bomba. OR nº 1	26,8	6	-2,4
P2. Bomba. OR nº 2	28,4	6	-2,4
P3. Bomba. OR nº 3	29	6	-2,4
P4. Pórtico	61,7	14	2,6
P5. Pines de remolque	54,2	13	1,2
P6. Bomba.Or. Portátil nº1	14,6	4	5
P7 Bomba. Or. Portátil nº2	24,6	4	5
P8. Cabestrante nº1	59,9	12	2,6
P9. Cabestrante nº2	63,1	14	2,6
P10. Devanadera nº1	14,2	2	7,8
P11. Devanadera nº2	29,8	3	7,8
P12. Skimmer	54,9	10	5,5
P13. Barrera	42,3	11	5,5

Tabla 11: Parámetros físicos y accesorios de las distintas líneas de impulsión. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla resumen se especifica las dimensiones de la tubería ($\varnothing_{ext}$ x espesor, mm), peso por unidad de longitud (kg/m) y presión de trabajo (bar) según el fabricante, el peso total (kg) de la línea se ha calculado a partir de las cotas, según planos. La velocidad (m/s) e ΔP (bar) según el programa Aioflo, mencionado anteriormente.

Líneas de impulsión	D (mm)	P trabajo (bar)	Kg/m	Peso total (kg)	ΔP (bar)
P1. Bomba. OR nº 1	50x5	315	5,55	148,74	0,3699
P2. Bomba. OR nº 2	50x5	315	5,55	157,62	0,399
P3. Bomba. OR nº 3	50x5	315	5,55	160,95	0,41
P4. Pórtico	60x5	259	6,78	418,32	4,709
P5. Pines de remolque	20x2	252	1,25	53,65	11,72
P6. Bomba. Or. Portátil nº1	42x3	209	2,89	42,19	0,7997
P7. Bomba. Or. Portátil nº2	42x3	209	2,89	71,09	1,012
P8. Cabestrante nº1	60x5	259	6,78	406,12	0,852
P9. Cabestrante nº2	60x5	259	6,78	427,81	0,897
P10. Devanadera nº1	16x2	355	0,69	9,79	4,538
P11. Devanadera nº2	16x2	355	0,69	20,56	8,721
P12. Skimmer	50x5	315	5,55	304,7	7,202
P13. Barrera	25x2,5	291	1,39	58,8	6,495

Tabla 12: Pérdidas de carga en Líneas de Impulsión. Fuente: Elaboración propia.

La unión entre los distintos tramos de tubería se hace mediante bridas soldadas SAE 6000, según tabla 15.

2.1.4.1.3. CALCULO DE LAS LINEAS DE IMPULSION COMPRENDIDAS ENTRE EL COLECTOR DE IMPULSION Y LOS BLOQUES DE VALVULAS

En este apartado se calcularán, según el plano nº 3, las líneas de impulsión comprendidas entre el colector de impulsión, marca 21, y los distintos bloques de válvulas; marcas:14, 15, 16, 17, 18, y 19.

A estas líneas las denominaremos P14, P15, P16, P17, P18 y P19

Siguiendo los mismos razonamientos que en los puntos anteriores y teniendo en cuenta que los caudales que han de suministrar cada una de estas líneas es la suma de los servicios dados por cada bloque de válvulas obtenemos los siguientes resultados.

	D (mm)	P trabajo (bar)	Kg/m	L (m)	Peso (kg)	Nº codos 90º
P14 (Bombas OR)	66 x 8,5	429	12,05	1,7	20,48	2
P15 (Pórtico pines de remolque)	66 x 8,5	429	12,05	2,5	30,12	2
P16(Bombas OR portátiles)	73 x 5	211	8,38	3,2	26,81	2
P17(Cabestrantes)	56 x 8,5	516	9,96	1,7	16,93	2
P18 (Devanaderas)	18 x 2	313	0,79	2,5	1,97	2
P19 (Skimmer, Barrera)	60 x 6	319	8,04	3,2	25,7	2

Tabla 13: Parámetros físicos de líneas entre colector de impulsión y bloque de válvulas.
Fuente: Elaboración propia

	Q (l/min)	V (m/s)	Re	ΔP (bar)
P14 (Bombas OR)	510	4,508	4801,5	0,1891
P15 (Pórtico pines de remolque)	595	5,259	5601,7	0,3166
P16(Bombas OR portátiles)	260	1,39	1903,9	0,02542
P17(Cabestrantes)	400	5,581	4731,5	0,3411
P18 (Devanaderas)	40	4,331	1318,1	0,8671
P19 (Skimmer, Barrera)	465	4,283	4469	0,2748

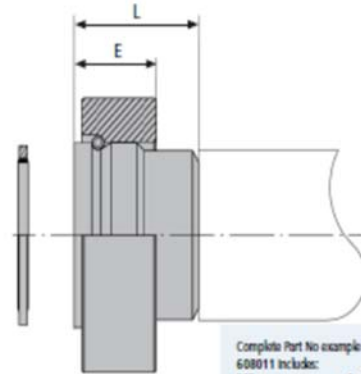
Tabla 14: Valores de velocidad y pérdidas de carga en las líneas de impulsión entre el colector de impulsión y los bloques de válvulas.

SAE 6000 PSI



Flange for welding (1/2"-1")

ISO 6162-2 (SAE J 518 Code 62)



Complete Part No example:
608011 includes:
608 1 pc
08011 1 pc
08 1 pc
0823 1 pc

Size	Complete Part Code	Complete ID Code	Pipe Size	L	E	Weight (kg)	Body Part No	Body ID Code
1/2"	608011	1301550300	26.0x6.0	45	23	0.32	08011	1301003700
1/2"	608001	1301547600	12.0x1.5	40	23	0.29	08001	1301000100
1/2"	608002	1301547900	16.0x2.0	40	23	0.27	08002	1301000700
1/2"	608003	1301548200	18.0x2.0	40	23	0.28	08003	1301001300
1/2"	608004	1301548500	20.0x2.5	40	23	0.29	08004	1301001900
1/2"	608005	1301548900	25.0x2.5	40	23	0.29	08005	1301002500
1/2"	608009	1301549700	21.3x3.73	40	23	0.29	08009	1301003100
1/2"	608082	1301550500	21.3x2.10	40	23	0.27	08082	1301004800
1/2"	608083	1301550600	21.3x2.77	40	23	0.27	08083	1301004900
1/2"	608085	1301550900	21.3x4.78	40	23	0.27	08085	1301005500
1/2"	608086	1301551100	21.3x7.47	45	23	0.30	08086	1301006100
3/4"	612011	1301554500	36.0x8.0	45	28	0.60	12011	1301008800
3/4"	612001	1301551800	20.0x2.5	40	28	0.54	12001	1301006700
3/4"	612002	1301552100	25.0x3.0	40	28	0.53	12002	1301006800
3/4"	612003	1301552400	30.0x4.0	40	28	0.54	12003	1301007900
3/4"	612004	1301552700	30.0x6.0	40	28	0.56	12004	1301009100
3/4"	612005	1301553300	30.0x3.0	40	28	0.53	12005	1301009200
3/4"	612009	1301553900	26.7x3.91	40	28	0.54	12009	1301000700
3/4"	612082	1301554800	26.7x2.10	40	28	0.48	12082	1301010800
3/4"	612083	1301555000	26.7x2.87	40	28	0.48	12083	1301011300
3/4"	612085	1301555200	26.7x5.56	40	28	0.51	12085	1301011900
3/4"	612086	1301555400	26.7x7.82	45	28	0.55	12086	1301012500
1"	616011	1301558700	39.0x7.5	50	27	0.82	16011	1301019700
1"	616001	1301556000	25.0x3.0	40	27	0.75	16001	1301016100
1"	616002	1301556300	30.0x4.0	40	27	0.74	16002	1301016700
1"	616003	1301556600	38.0x5.0	40	27	0.77	16003	1301017300
1"	616004	1301556900	38.0x7.0	40	27	0.77	16004	1301017900
1"	616005	1301557200	38.0x4.0	40	27	0.76	16005	1301018500
1"	616009	1301558100	33.4x4.55	40	27	0.75	16009	1301019100
1"	616082	1301559300	33.4x2.87	40	27	0.62	16082	1301021500
1"	616083	1301559400	33.4x3.38	40	27	0.65	16083	1301022100
1"	616085	1301559600	33.4x6.35	50	27	0.70	16085	1301022700
1"	616086	1301559800	33.4x9.09	50	27	0.71	16086	1301023300

Body material:
Standard - carbon steel
Stainless steel - add SS after Part No
Other materials on request
Material possibilities page 173

Flanges page 79
Return ratio page 117
Isolated shaft page 118

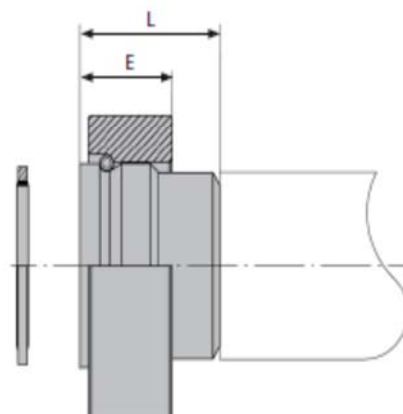
Tabla 15: Bridas soldables SAE 6000. Fuente: Catálogo GS-Hydraulic.2012

GS-HYDRO PRODUCT CATALOGUE

SAE 6000 PSI

Flange for welding (1 1/4"-2")

ISO 6162-2 (SAE J 518 Code 62)



Size	Complete Part Code	Complete ID Code	Pipe Size	L	E	Weight (kg)	Body Part No	Body ID Code
1 1/4"	620011	1301562900	46.0x8.0	55	33	1.19	20011	1301028700
1 1/4"	620001	1301560200	30.0x4.0	40	33	1.10	20001	1301025100
1 1/4"	620002	1301560500	38.0x5.0	40	33	1.07	20002	1301025700
1 1/4"	620003	1301560800	42.0x6.0	40	33	1.07	20003	1301026300
1 1/4"	620004	1301561100	46.0x7.0	50	33	1.07	20004	1301026900
1 1/4"	620005	1301561400	42.0x4.0	40	33	1.05	20005	1301027500
1 1/4"	620009	1301562300	42.2x4.85	40	33	1.06	20009	1301028100
1 1/4"	620082	1301563400	42.2x2.77	40	33	1.01	20082	1301030500
1 1/4"	620083	1301563600	42.2x3.56	40	33	1.06	20083	1301031100
1 1/4"	620085	1301563900	42.2x6.35	50	33	1.12	20085	1301031700
1 1/4"	620086	1301564100	42.2x8.70	50	23	0.80	20086	1301032900
1 1/2"	624011	1301567400	56.0x8.5	60	38	1.91	24011	1301037100
1 1/2"	624001	1301564400	38.0x5.0	45	38	1.81	24001	1301034100
1 1/2"	624002	1301564700	50.0x6.0	45	38	1.74	24002	1301034700
1 1/2"	624003	1301565000	50.0x9.0	45	38	1.83	24003	1301035300
1 1/2"	624005	1301565600	50.0x5.0	45	38	1.73	24005	1301035900
1 1/2"	624009	1301566800	48.3x5.08	45	38	1.72	24009	1301036500
1 1/2"	624082	1301567900	48.3x2.77	45	38	1.33	24082	1301038300
1 1/2"	624083	1301568100	48.3x3.68	45	38	1.34	24083	1301039500
1 1/2"	624085	1301568300	48.3x7.14	60	38	1.45	24085	1301040100
1 1/2"	624086	1301568500	48.3x10.15	60	38	1.47	24086	1301040700
2"	632011	1301571900	66.0x8.5	75	43	3.07	32011	1301046700
2"	632001	1301568900	50.0x9.0	50	43	2.91	32001	1301041900
2"	632002	1301569200	60.0x6.0	50	43	2.72	32002	1301042500
2"	632003	1301569500	60.0x8.0	50	43	2.82	32003	1301043100
2"	632005	1301570100	60.0x5.0	50	43	2.71	32005	1301044300
2"	632008	1301571000	48.3x5.6	50	43	2.83	32008	1301044900
2"	632009	1301571300	60.0x10.0	50	43	2.89	32009	1301045500
2"	632082	1301572300	60.3x2.77	50	43	2.58	32082	1301048800
2"	632083	1301572400	60.3x3.91	50	43	2.63	32083	1301045600
2"	632084	1301572500	60.3x5.54	50	43	2.63	32084	1301046200
2"	632085	1301572600	60.3x8.74	75	43	2.81	32085	1301046800
2"	632086	1301572700	60.3x11.07	75	43	2.85	32086	1301047400

Body material:
Standard: carbon steel
Stainless steel: add SS after Part No
Other materials on request.
Material possibilities page 173

Flanges page 79
Retain nuts page 117
Bonded seals page 118

Tabla 16: Bridas soldables SAE 6000. Catálogo GS-Hydraulic. 2012

2.1.4.2. CALCULO DE LAS LINEAS DE RETORNO

Como se ha indicado anteriormente se mantiene una velocidad siempre por debajo de los 3 m/s, se utiliza tubería St 37.4 NBK, tabla 17 y se dimensiona de manera tal que se evite la zona crítica en el régimen de flujo.

Se consideran las siguientes líneas:

T1: Línea común a las tres bombas Or N° 1, N° 2 y N° 3

T2: Línea común a las dos bombas. Or portátiles N° 1 y N° 2 y a las Devanaderas N° 1 y n° 2

T3: Línea común a Barrera, Skimmer.

T4: Línea común a Pórtico, Cabestrantes n° 1 y n° 2, Pines de remolque.

Pipe E235N (St 37.4 NBK) phosphated and oiled

Part No	Size	ID Code	Working Pressure			Burst Pressure	Weight (kg/m)
			1. DNV [bar]	2. DNV [bar]	3. DIN [bar]	4. DNV [bar]	
30X4ST37.4NBK*	30 x 4.0	3201304000	279	321	324	1200	2.56
35X2ST37.4NBK*	35 x 2.0	3201352000	102	116	148	473	1.63
35X3ST37.4NBK*	35 x 3.0	3201353000	167	191	216	731	2.37
38X2.5ST37.4NBK*	38 x 2.5	3201382500	123	141	169	549	2.19
38X3ST37.4NBK*	38 x 3.0	3201383000	153	175	200	669	2.59
38X4ST37.4NBK*	38 x 4.0	3201384000	216	247	261	918	3.35
38X5ST37.4NBK*	38 x 5.0	3201385000	281	323	320	1182	4.07
38X6ST37.4NBK*	38 x 6.0	3201386000	349	403	376	1463	4.74
42X2ST37.4NBK*	42 x 2.0	3201422000	85	96	124	390	1.97
42X3ST37.4NBK*	42 x 3.0	3201423000	138	158	182	600	2.89
42X4ST37.4NBK*	42 x 4.0	3201424000	194	222	238	821	3.75
50X3ST37.4NBK	50 x 3.0	3201503000	115	131	155	498	3.48
60X3ST37.4NBK	60 x 3.0	3201603000	95	108	130	411	4.22
73X3ST37.4NBK	73 x 3.0	3201733000	78	88	108	334	5.18
75X3ST37.4NBK	75 x 3.0	3201753000	76	86	105	325	5.32
90X3.5ST37.4NBK	90 x 3.5	3201903500	75	85	102	316	7.47
100X4ST37.4NBK*	100 x 4.0	3201100400	78	89	105	325	9.47
115X4ST37.4NBK	115 x 4.0	3201115400	68	77	92	281	10.95
140X4.5ST37.4NBK	140 x 4.5	3201140450	63	72	85	260	15.00
165X5ST37.4NBK	165 x 5.0	3201165500	60	68	80	244	19.73
220X6ST37.4NBK	220 x 6.0	3201220600	54	62	72	219	31.66
273X6ST37.4NBK	273 x 6.0	3201273600	44	49	59	175	39.51

Items with black letters: Recommended sizes. Normally stock items.
*) Items with grey letters: Non-standard sizes. Limited availability.

1. Bended pipe including manufacturing and corrosion tolerances.
2. Straight pipe including manufacturing and corrosion tolerances.
3. DIN 2413 (ft: Dynamic straight pipe including manufacturing tolerance.
4. Based on Tensile value, wall thickness tolerance not included.

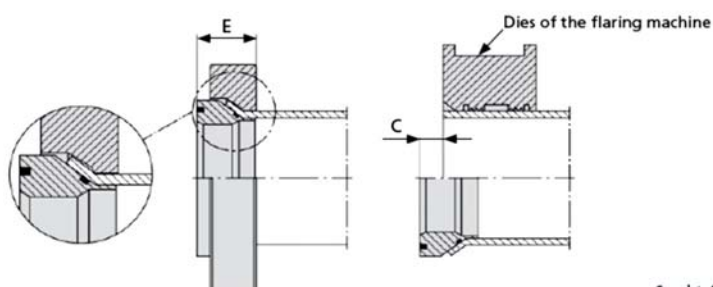
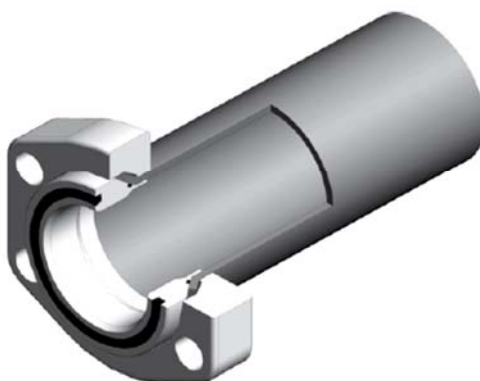
Tabla 17. Dimensiones de tubería para St 37.4 NBK, para líneas de retorno. Fuente: Catalogo GS-Hidraulic.2012.

GS-HYDRO PRODUCT CATALOGUE

SAE 50 BAR

Flare flange connection – Type A

Drilled to ISO 6162-1 (SAE J 518 Code 61)



Complete Part No example:
124/50X3FA includes:
124F 1 pc
24/50X3FA 1 pc
OR47.22X3.53 1 pc
OR41X1.78 1 pc

Size	Pipe Size*	Complete Part No	Complete ID Code	C	E	Weight [kg]	Insert Part No	Insert ID Code
1 1/2"	50x3	124/50X3FA	1402200000	13	28	0.68	24/50X3FA*	1401038880
2"	60x3	132/60X3FA	1402201000	13	27	0.91	32/60X3FA*	1401041880
2 1/2"	73x3	140/73X3FA	1402201500	12	25	1.00	40/73X3FA*	1401045402
3"	90x3.5	148/90X3.5FA	1402203000	16	30	1.59	48/90X3.5FA*	1401048500
4"	115x4	164/115X4FA	1402205000	16	36	2.46	L64/115X4FA	1402014000
5"	140x4.5	180/140X4.5FA	1402206000	17	47	3.90	L80/140X4.5FA	1402016500
6"	165x5	196/165X5FA	1402207000	16	42	6.55	L96/165X5FA	1402018000
8"	220x6	228/220X6FA	1402208000	20	48	12.7	L28/220X6FA	1402004000
10"	273x6	260/273X6FA	1402209000	18	58	26.1	L60/273X6FA	1402012000

Material possibilities page 173.
*) Flare flange connection components for ANSI 36.10/36.19 pipes are available by request.
Please contact your local GSH dealer.

*) Insert cone could also be used in high pressure connection

Flanges page 12
O-rings page 31

Tabla 18. Bidas locas abocardadas utilizadas en las líneas de retorno. Fuente: Catálogo GS-Hydraulic 2012.

2.1.4.2.1. CALCULO LINEA DE RETORNO T1

Puesto que las tres bombas están una al lado de la otra, se considera que la línea de retorno es común a las tres, tal como se puede apreciar en el plano nº3 .

El máximo caudal que circulará por esa línea será de :

$$Q = 3 \times 170 = 510 \text{ l/m}$$

No obstante la consideraremos subdividida en las siguientes sublíneas:

- T1-1. Retorno de la Bomba Nº 1. Con todo el tramo común a las tres bombas. Plano nº 10
- T1-2. Hasta donde comienza el retorno común de la Bomba nº 1. Plano nº 10
- T1-3. Hasta donde comienza el retorno común de la Bomba nº 2. Plano nº 10

Aplicando los mismos razonamientos aplicados para el cálculo de las líneas de impulsión se obtienen los siguientes resultados.

	ø' ext. (mm)	P trabajo (bar)	Kg/m	Peso (kg)	V (m/s)	Δ P (bar)
T1-1	140x4,5	63	15	367,35	0,6306	0,2091
T1-2	140x4,5	63	15	25,5	0,4204	0,08826
T1-3	140x4,5	63	15	25,5	0,2102	0,08689

Tabla 19: Determinación de peso, velocidades y pérdidas de carga en línea de retorno T1:
Fuente. Elaboración propia.

2.1.4.2.2 CALCULO DE LA LINEA DE RETORNO T2

Según se puede apreciar en el plano nº11, la línea T2 la se descomponen en 6 sub-líneas:

- Sub-línea T2-1: Correspondiente a la Bomba OR portátil nº 1
- Sub-línea T2-2: Correspondiente a la Bomba OR portátil nº 2
- Sub-línea T2-3: Correspondiente al tramo común de las Bombas OR nº 1 y nº 2
- Sub-línea T2-4: Correspondiente a la Devanadera Nº 1
- Sub-línea T2-5: Correspondiente a la Devanadera Nº 2
- Sub-línea T2-6: Correspondiente al tramo común de las Devanaderas nº 1 y nº 2

La unión de las sublíneas T2-1, T2-2, T2-3, se harán mediante una T, que coincidirá con la de mayor diámetro, T2-3. Las otras dos sublíneas se adaptarán al diámetro de la T mediante reducciones, según catálogo adjunto.

Las sublíneas T2-4, T2-5 irán unidas a la T2-6 mediante otra T que coincidirá con la línea de mayor diámetro, T2-6

La unión entre la sub-línea T2-3 y T3-6 se hará mediante una T en la que se habrá insertado un reducción para adaptar los diámetros

Estas T, así como las respectivas reducciones han sido consideradas en los cálculos de pérdidas de carga.

Los resultados obtenidos son los siguientes los siguientes:

	D (mm)	P trabajo (bar)	Kg/m	Peso (kg)	V (m/s)	ΔP (bar)
T2-1	50 x 3	115	3,48	43	1,425	-0,111
T2-2	50 x 3	115	3,48	78,3	1,425	-0,005943

	D (mm)	P trabajo (bar)	Kg/m	Peso (kg)	V (m/s)	ΔP (bar)
T2-3	73 x 3	115	3,48	16,3	1,229	-0,0138
T2-4	16 x 2	234	0,69	2,72	2,947	1,448
T2-5	16 x 2	234	0,69	14,76	2,947	5,841
T2-6	22 x 2	166	0,99	6,33	2,62	0,3364

Tabla 20: Determinación de pesos, velocidades y pérdidas de carga línea de retorno T2.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.4.2.3. LINEA DE RETORNO T3

Según plano nº 12, la línea de retorno T3 la se considera subdividida en las siguientes sublíneas:

- Línea T3-1. Retorno de la Barrera
- Línea T3-2. Retorno del Skimmer
- Línea T3-3. Retorno común a la Barrera y Skimmer

Los resultados obtenidos para estas líneas son los siguientes.

	D (mm)	P trabajo (bar)	kg/m	Peso (kg)	V (m/s)	ΔP (bar)
T3-1	30 x 2	120	1,38	15,87	2,03	0,1815
T3-2	115 x 4	68	10,95	270,46	0,7229	-0,2562
T3-3	115 x 4	68	10,95	266,08	0,8619	-0,251

Tabla 21: Determinación de peso, velocidades y pérdidas de carga en línea de retorno T3.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.4.2.4. CALCULO DE LINEA DE RETORNO T4

Según plano nº13, la línea de retorno T4, se subdivide en las siguientes sublíneas.

- Sub-línea T4-1: Retorno del Pórtico
- Sub-línea T4-2-1: Retorno del Cabestrante nº 1
- Sub-línea T4-2-2: Retorno del Cabestrante nº 2
- Sub-línea T4-2-3: Retorno del cabestrante nº 2- retorno Pórtico
- Sub-línea T4-2-4: Retorno común cabestrante nº 1 y nº 2 utilizando parte del retorno del Pórtico
- Sub-línea T4-3-1: Retorno Pines Individual
- Sub-línea T4-3-2: Retorno Pines utilizando parte del retorno del Pórtico

Puesto que los equipos que actúan asociados a esa línea de retorno actúan independientemente, se considera que la sub-línea principal de ésta será la constituida por la del equipo que necesite más caudal. En éste caso será la del Pórtico.(T4-1): 520 l/m. El resto de sub-líneas: cabestrantes (T4-2-1, T4-2-2) y pines de remolque (T4-3), se acoplarán a esa sub-línea.

Para el cálculo de las pérdidas de carga se considera el caso más desfavorable que es el caso en el que se utiliza el Pórtico como se ha mencionado anteriormente. En el caso de la utilización de cabestrantes o pines al ser los caudales menores, las pérdidas de carga serán menores.

	D (mm)	P trabajo (bar)	kg/m	Peso (kg)	v (m/s)	ΔP (bar)
T4-1	140 x 4,5	63	15	867	0,643	-0,8448

Tabla 22: Determinación de pesos, velocidades y pérdidas de carga en línea de retorno T4.
Fuente: Elaboración propia.

2.2. CALCULO DEL FILTROS

2.2.1. CALCULO DEL FILTRO DE RETORNO

El máximo caudal que circula por el circuito será cuando esté trabajando el pórtico: 520 l/min.

Por ello se utiliza un filtro de retorno montado sobre la tapa del tanque: Parker BGT 1000 (Capacidad de flujo hasta 1000 l/m). Se podría haber elegido uno de 600 u 800 l/m de capacidad, pero se ha decidido sobredimensionarlo para que tengamos un mayor margen de operación en caso de que se ensucie el filtro.

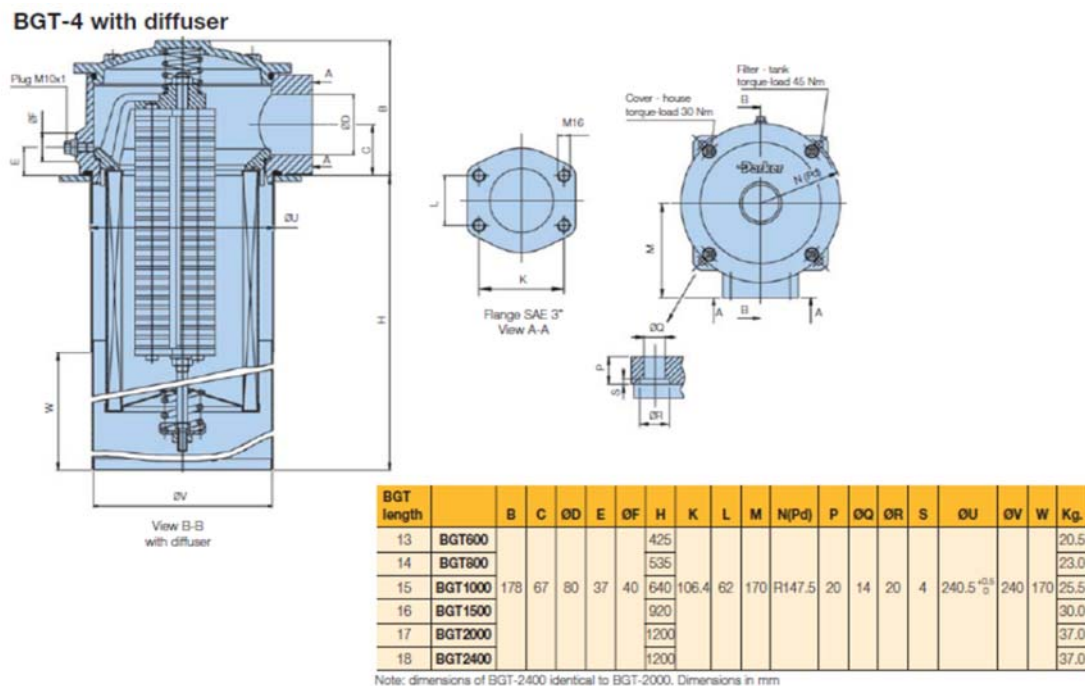


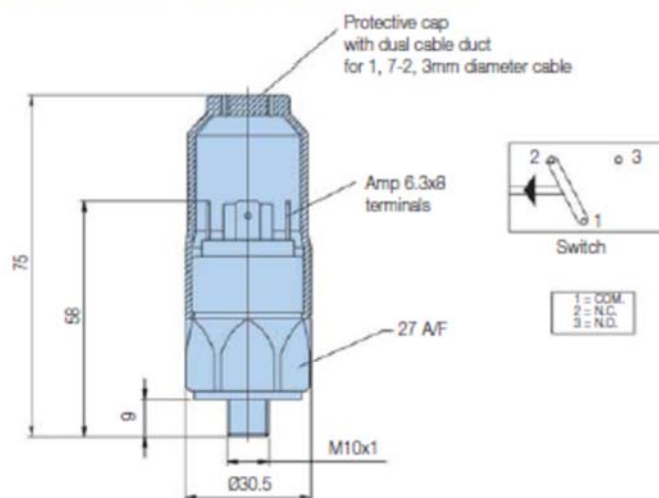
Fig 16: Parámetros físicos del filtro de retorno Parker serie BGT. Catálogo filtros Parker.2013

Se cuenta con un interruptor de presión que activará una alarma sonora y visual en caso de una alta presión diferencial.

El grado de filtración del elemento filtrante será de 10 micras absolutas, mediante cartucho de celulosa.

Indicator Options

Indicator PS pressure switch



Specifications	
Elec. rating	42V / 4A
Thread connection	M10x1
Elec. connection	AMP 6.3x0.8 terminals + protective cap
Protection	IP65 (with cap) terminals IP00
Code	FMUS1EBMM10L (Switch)

Indicator Connection / Filter Head Matrix	
Port(s) Filter head	Indicator Thread
2" SAE BGT length 11 and 12	M10
3" SAE BGT Length 13 and larger	M10
1x2" SAE Flanged + 2 x 1 1/4" SAE Flanged for BGT Length 11 and 12	G1/8"
3x1 1/4" SAE Flanges + 1x 1/2" SAE for BGT Length 13 and larger	M10

Fig 17: Características del presostato a instalar. Fuente: Catálogo Filtros de baja presión serie BGT de Parker 2013.

Según el gráfico adjunto, Fig:3, para un elemento filtrante de 10 micras de material Microglass III (curva 10Q) la contrapresión, ya que se está en la línea

de retorno, es de aprox. 0,14 bar. Aplicando el factor de corrección, dado por PARKER, para un aceite ISO VG 46 es de **0,20 bar**.

Las curvas están realizadas para un aceite de 32cSt de viscosidad y una densidad de 0,87. Según Parker se aplicará el siguiente factor de corrección, cuando se utilice un aceite distinto:

$$\Delta p = (\Delta p_{32} \times \text{viscosidad de aceite utilizado}) / 32 \text{ cSt.}$$

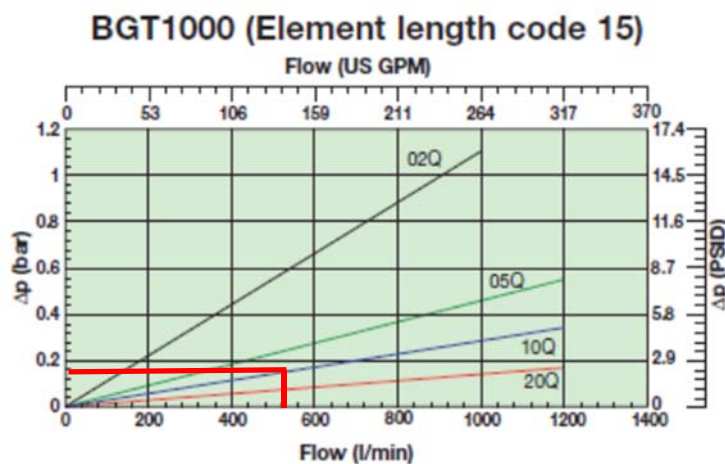


Tabla 23: Caída de presión (contrapresión) en el filtro BGT 600, para 2,5,10,y 20 micras siendo el elemento filtrante Microglass III. Fuente: Catálogo de filtros PARKER.2013

2.2.1.1. MODELO DE FILTRO DE RETORNO UTILIZADO

Según el catálogo de PARKER, el filtro utilizado es:

BGT 15 10Q B S1 E R48 E

El significado de la codificación es la siguiente

BGT: Serie del filtro

15: Capacidad del filtro. En nuestro caso 1000 l/m

10Q: Grado de filtración: 10 μ . Q, de refiere al material del elemento filtrante.
Microglass III

B: Material de las juntas, en este caso Nitrilo. Este material tiene un rango de trabajo de -40° a 100°C , siendo suficiente. Existe también el fluorelastómero cuyo rango es de -20°C a 120°C . Pero el aceite no superará en ningún caso los 70°C , por lo que, como se ha mencionado anteriormente el material de las juntas del filtro serán de nitrilo.

S1: Presostato de alarma que trabaja a 42V, ajustado a 1,1 bar, NO/NC, M10 x 1.

E: Válvula bypass tarada a 1,5 bar.

R48: Conexión a la tubería por medio de una brida de 3" SAE.

E: Difusor tipo T, magnético y tapón de llenado.

2.2.2. CALCULO DEL FILTRO DE IMPULSION

Como se dispone de dos bombas, y el máximo caudal que se ha de suministrar es de 520 l/m. cada uno de los filtros tendrá que tener como mínimo una capacidad de 260 l/m

No obstante se sobredimensiona la capacidad del filtro para tener un mayor margen de trabajo, tal como se ha hecho en el filtro de retorno. Al mismo tiempo se considera, que ya que se trata de la línea de impulsión su presión nominal será de 414 bar (6000 psi). En el catálogo PARKER, los filtros de la serie 100 P cumplen con los requisitos anteriormente mencionados.

Presión nominal de 414 bar. Capacidad de flujo hasta 1000 l/m, si el filtro cuenta con dos elementos filtrantes.

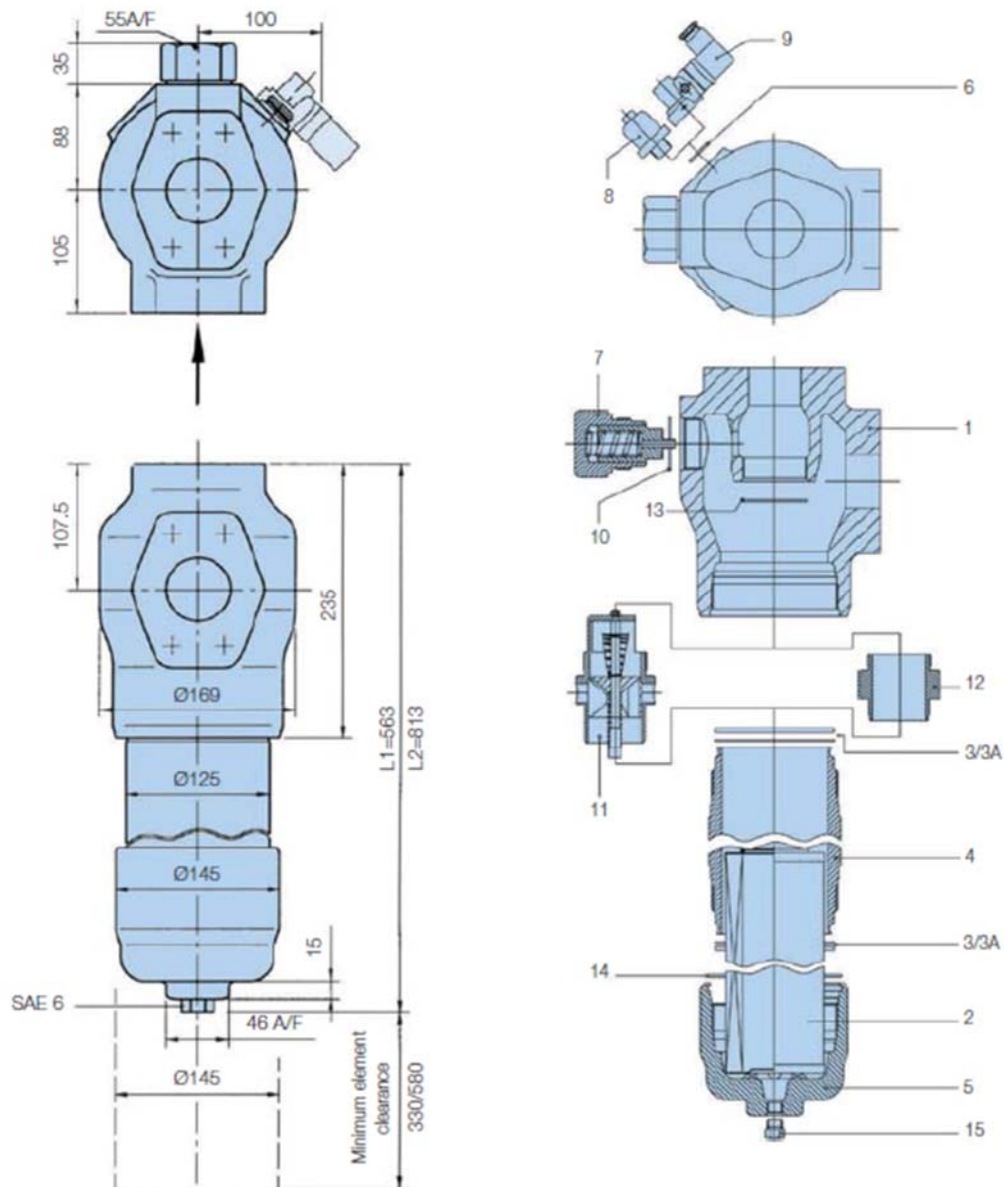


Fig 18: Dimensiones de un filtro de alta presión de la serie 100P. Fuente: Catálogo Parker 2013.

La opción será de un elemento filtrante y con una capacidad de filtración de 5μ .

La pérdida de presión para un elemento filtrante de 5μ en Microglass III será de 0,4 bar, tal como se puede apreciar en el gráfico adjunto.

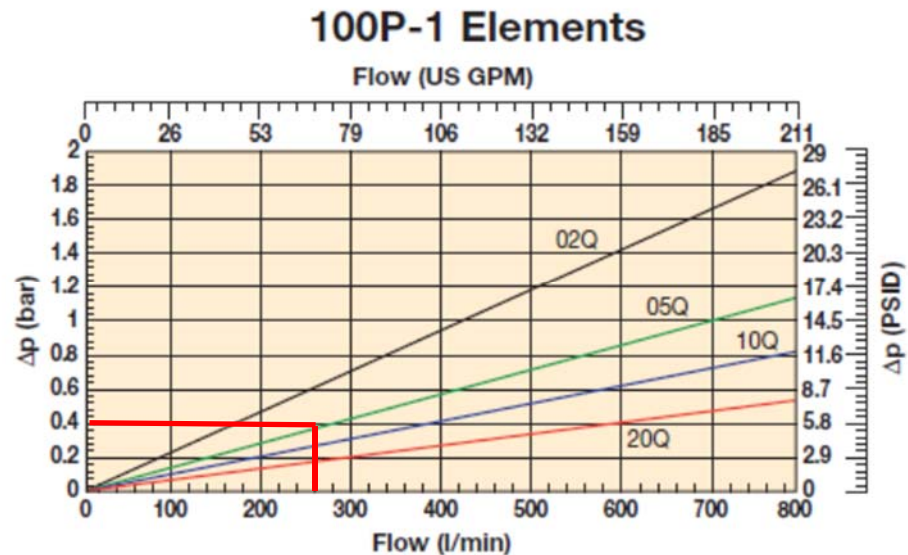


Fig 19: Gráfico de la caída de presión en función del elemento filtrante utilizado para un filtro de la serie 100P y que consta de un solo elemento. Fuente: Catálogo Parker.

Aplicando el factor de corrección para un aceite ISO VG 46, tal como se ha hecho con el filtro de retorno la caída de presión sería de **0,575 bar**.

Por todo lo anteriormente expuesto la codificación de nuestro filtro será la siguiente:

100P 1 05Q B T3 M F24 1

100P: Tipo de serie de filtro.

1: 1 elemento filtrante.

05Q: Grado de filtración y material del elemento filtrante. 5μ. Material: Microglass III.

B: Material de las juntas: Nitrilo. Por las mismas razones que se han expuesto en el filtro de retorno.

T3: Indicador eléctrico con lámpara roja de 28 V. dc. N.O.

M: Ajuste de la válvula bypass: 7 bar y el indicador: 5 bar.

F24: Conexión del filtro a la línea: Brida SAE 6000 DE 1 ½".

1: Opción estándar. Se descarta posibilidad de circulación a contraflujo.

2.2.3. CALCULO DE LAS VALVULAS DE CARTUCHO

El cálculo de las válvulas de cartucho se hace en función de los caudales a suministrar. Se sobredimensionan al doble del caudal normal de trabajo con el objeto de que las pérdidas de carga en ellas no sean muy cuantiosas.

Según catálogo Parker, tenemos los siguientes tamaños.

Selection of cartridge elements

Size	Flow rate l/min at Δp = 3.5 bar	Selection of valve poppet according to type*		
		Normally closed		Normally open
		without seal type C	with seal type S	type F
NG 16	215	01, 04, 08	not possible	01 04 08
NG 25	400	01	04 07 08	
NG 32	770	04		
NG 40	1050	07		
NG 50	1750	08		
NG 63	3000			
NG 80 NG 100	4500 7000	01, 04, 08	01, 04, 08	

* For type code, see ordering code

Tabla 24: Tamaños de válvulas de cartucho. Fuente: Catálogo Parker.

Según la tabla 24 se seleccionan las siguientes tamaños de válvula de cartucho.

- Bomba. Or nº 1: NG-25
- Bomba. Or nº 2: NG-25
- Bomba. Or nº 3: NG-25
- Pórtico: NG-40
- Pines de remolque: NG-16
- Bomba. Or Portátil Br: NG-25
- Bomba. Or Potátil ER: NG-25
- Cabestrante Nº 1: NG-25
- Cabestrante Nº 2: NG-25
- Devanadera Nº 1: NG-16
- Devanadera Nº 2: NG-16
- Skimmer: NG-32
- Barrera: NG-16

Las válvulas son normalmente cerradas del tipo C y la relación entre las superficies del obturador son las correspondiente a la clave 8, donde $A_A=0,6 A_C$ y $A_B = 04A_C$, tal como se puede apreciar en la figura 20.

04 and 08

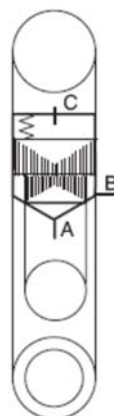


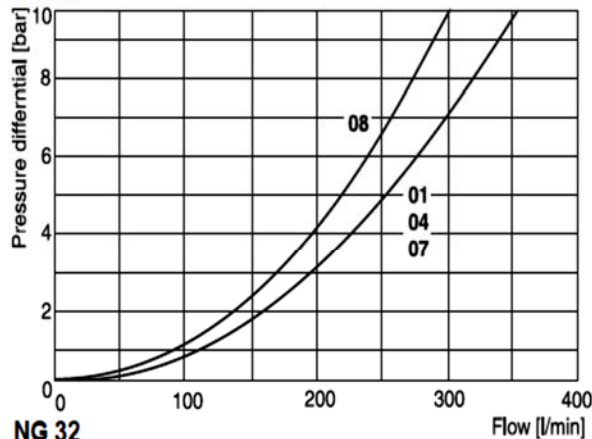
Fig 20: Relación de áreas de trabajo en válvulas de cartucho normalmente cerradas del tipo 8. Fuente: Catálogo Parker

2.3.1. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LAS VALVULAS DE CARTUCHO

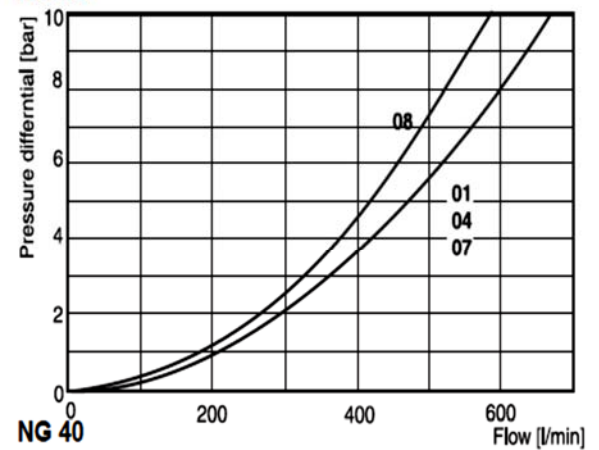
Las pérdidas de carga de las válvulas de cartucho vienen dadas en tablas por el fabricante. En este caso Parker

Cartridge elements CE

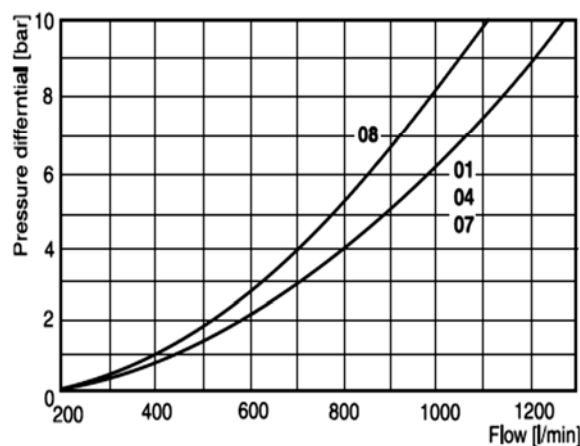
NG 16



NG 25



NG 32



NG 40

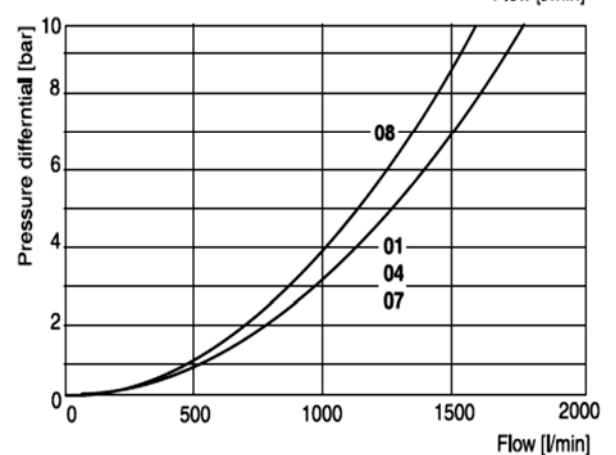


Fig 21: Pérdidas de carga de las válvulas de cartucho en función de su tamaño y la relación de áreas del obturador. Fuente: Catálogo Parker

Según los gráficos de la Fig 21, y teniendo en cuenta el caudal de los distintos servicios así como el tipo de válvula montada, tenemos las siguientes pérdidas de carga.

- Bomba. Or. nº 1: 3,5 bar.
- Bomba. Or. nº 2: 3,5 bar.
- Bomba Or. nº 3: 3,5 bar.
- Pórtico: 1,2 bar.
- Pines de remolque: 1 bar.
- Bomba. Or. Portátil nº 1: 0,5 bar.
- Bomba. Or Portátil nº 2: 0,5 bar.
- Cabestrante nº 1: 1 bar.
- Cabestrante nº 2: 1 bar.
- Devanadera nº 1: 0 bar.
- Devanadera nº 2: 0 bar.
- Skimmer: 1 bar.
- Barrera: 1 bar.

2.4. DETERMINACION DE LAS BOMBAS HIDRAULICAS Y SUS MOTORES ELECTRICOS DE ACCIONAMIENTO

Para la elección de las bombas se tendrá que tener en cuenta que el máximo caudal se dará cuando el pórtico esté en funcionamiento ($Q= 520$ l/m) y la máxima presión demandada se dará cuando esté trabajando el Skimmer ($P=280$ bar)

Entrando en el catálogo de Parker se observa que la bomba PV Plus 180, girando a 1500 r.p.m. da 270 l/m a 345 bar. En la instalación se cuenta con dos bombas, con lo que el caudal total disponible es de 540 l/m

Selection table

Model	Max. displacement [cm ³ /rev]	Output flow at 1500 min ⁻¹ [l/min]	Input power at 1500 min ⁻¹ and 350 bar [kW]	Max speed * [min ⁻¹]	Moment of inertia [kgm ²]	Weight [kg]
PV016	16	24	15.5			
PV020	20	30	19.5	3000	0.0017	19
PV023	23	34.5	22.5			
PV063	63	94.5	61.5	2800		
PV080	80	120	78	2500	0.018	60
PV092	92	138	89.5	2300		
PV140	140	210	136	2400		
PV180	180	270	175	2200	0.030	90
PV270	270	405	263	1800	0.098	172

* The maximum speed ratings are shown for an inlet pressure of 1 bar (absolute) and for a fluid viscosity of $\nu = 30 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Tabla 25. Caráctericas de la bomba de pistones axiales y caudal variable PV180. Fuente: Catálogo Parker

Teniendo en cuenta que la presión máxima de trabajo, corresponde al Skimmer: 280 bares y la suma de la pérdidas de carga (líneas de impulsión y retorno + filtros de aspiración y retorno + válvulas de cartucho) es igual a 8,9 bares, la presión máxima requerida por el sistema es de 288, 9 bares.

PV180

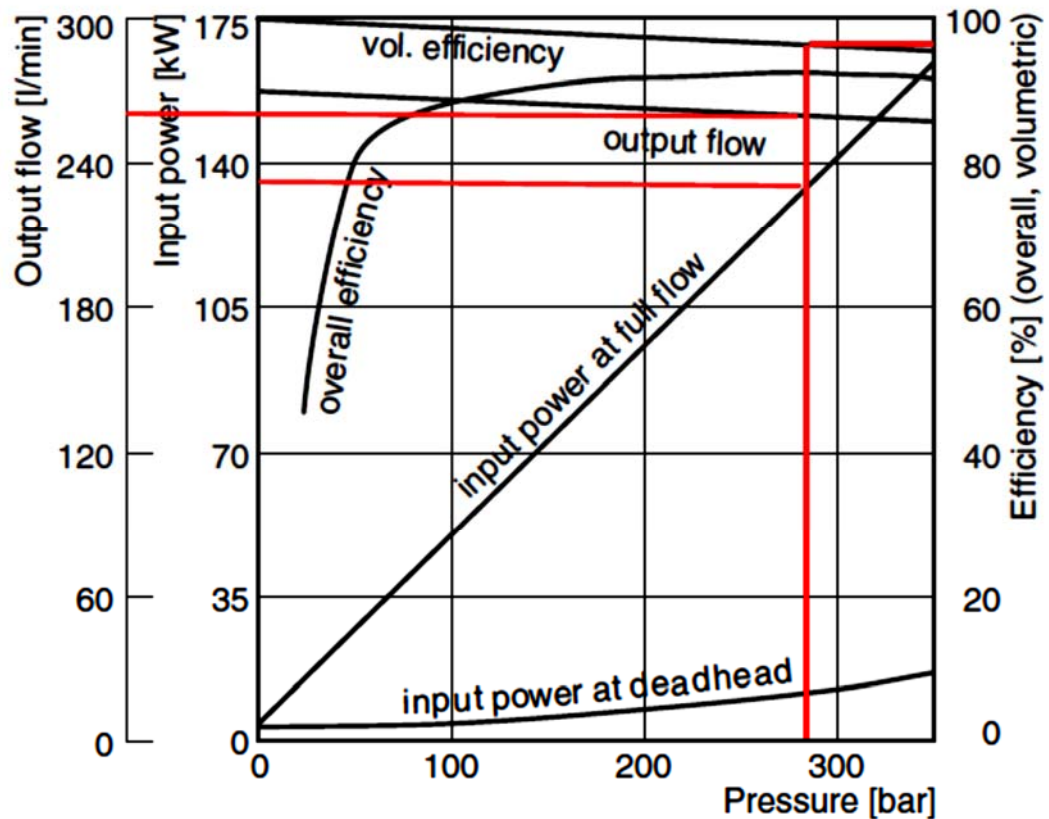


Fig 22. Curvas de rendimiento bomba Parker PV 180 Plus. Fuente: Catálogo Parker.

Entrando en las curvas de rendimiento, con una presión de 288, 9 bares se tiene un caudal de 270 ltrs por bomba, lo que da un caudal total de 540 ltrs.

Así mismo para esa presión se requiere una potencia de entrada de 136 kW. por lo que el motor eléctrico de accionamiento será como mínimo de esa potencia.

2.5. CALCULO DEL TK. DE EXPANSION

Partiendo del hecho de que el Tk. ha de tener una capacidad de 3 a 5 veces el caudal de cada una de las bombas y siendo la capacidad total de éstas 540

l/m, se adopta un Tk. de expansión de forma de paralelepípedo recto con las siguientes dimensiones: 500 mm x 2000 mm x 2000 mm.

Esto arroja una capacidad de 2000 l. 3,7 veces la capacidad de las dos bombas juntas.

2.6. CALCULO DEL ENFRIADOR

Para la selección del enfriador de aceite se utiliza el programa GEA FlatPlate Select™ – PC.

Los parámetros que necesita son:

- Tipo de fluido del refrigerante.
- Tipo de fluido del refrigerado.
- Temperatura de entrada y salida del refrigerado.
- Temperatura y entrada del refrigerante.
- Caudal del refrigerante.
- Máxima caída de presión tanto en el refrigerante como en el refrigerado.

Los datos de diseño son los siguientes.

Lado caliente

- Fluido: aceite hidráulico ISO VG 46.
- Temperatura de entrada: 70°C-Temperatura de salida: 50°C.
- Caudal: 520 l/m-Máxima caída de presión: 1 bar.

Lado frío

- Fluido: Agua
- Temperatura de entrada: 29°C-Temperatura de salida: 35°C
- Máxima caída de presión: 1 bar

Aplicando el programa nos da un enfriador modelo : GEA/0C10x20-120 con una capacidad de 297 kW .

A continuación se incluye el report generado por el programa.



GEA Heat Exchangers, Inc. PHE Division
100 GEA Drive
York, PA 17406 USA
Ph: +717-288-6200
Fax: +717-288-6162
info.phe-systems.usa@gea.com
Website: www.gea-phe.com/usa

Oil cooler

Customer / Project.....Project Created 2/5/2014 4:46 PM Selection ID.....NUK2E2C4U
User name.....Pedro Piñero Cebrián Print date.....8/7/2014

Model: OC10X20-120 (2-1/2" FLG, 2" FPT)		
Load (kW).....	297,0	Nominal surface (m²).....14,4
Log mean temp. diff. (°C).....	27,4	Dimensions.....249W x 516H x 283D
Overall HTC (W/m²K).....	990	Plate construction.....Single wall
Oversurface percent.....	31,5	Net weight (kg).....66,1
Model size.....	10x20	
Design Conditions	Side A - Liquid	Side B - Liquid
Fluid type	ISO VG 46 oil	Water
Fluid mass flow rate (kg/min)	446	710
Entering fluid temp. (°C)	70,0	29,0
Leaving fluid temp. (°C)	50,0	35,0
Fluid flow rate (L/min)	520,0	713,5
Fluid fouling factor (m²·K/W)	0,000018	0,000018
Model Parameters		
Number of channels	59	60
Velocity (m/s)	0,3	0,4
Pressure drop (kPa)	96,5	84,3
Heat transfer coef. (W/m²K)	1087	18376
Internal volume (L)	17,179	17,470

Fig 23: Report selección enfriador de aceite 1: Fuente: GEA Heat Exchanger



GEA Heat Exchangers, Inc. PHE Division
100 GEA Drive
York, PA 17406 USA
Ph: +717-268-6200
Fax: +717-268-6162
info.phe-systems.usa@gea.com
Website: www.gea-phe.com/usa

Ratings at Varying Conditions

Percent difference	-15%	-7½%	0%	7½%	15%
Pressure drop (kPa) (Side A)	80,5	88,4	96,5	104,6	112,8
Pressure drop (kPa) (Side B)	61,8	72,6	84,3	96,8	110,1
Load (kW)	252,4	274,7	297,0	319,2	341,5
Fluid flow rate (L/min) (Side A)	442,0	481,0	520,0	559,0	598,0
Fluid mass flow rate (kg/min) (Side A)	379	413	446	480	513
Fluid flow rate (L/min) (Side B)	606,5	660,0	713,5	767,1	820,6
Fluid mass flow rate (kg/min) (Side B)	603	657	710	763	816
Entering fluid temp. (°C) (Side A)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Entering fluid temp. (°C) (Side B)	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Leaving fluid temp. (°C) (Side A)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Leaving fluid temp. (°C) (Side B)	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Oversurface percent	39,4	35,2	31,5	28,1	25,0

Disclaimer

This software and the generated calculations provided herein are estimates only and should be treated as such. GEA PHE Systems North America, Inc. always strives to give complete and accurate information, but cannot provide any guarantees. This software and its output are provided "as is" and any express or implied warranties, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose are disclaimed. In no event shall GEA PHE Systems North America, Inc. be liable for any direct, indirect, incidental, special, exemplary, or consequential damages (including, but not limited to, procurement of substitute goods or services; loss of use, data, or profits; or business interruption) however caused and on any theory of liability, whether in contract, strict liability, or tort (including negligence or otherwise) arising in any way out of the use of this software, even if advised of the possibility of such damage.

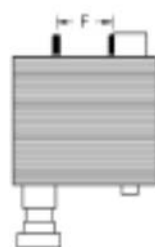
Fig 24: Report selección enfriador de aceite 2. Fuente: GEA Heat Exchanger.

Dimension Sheet Brazed Plate Heat Exchanger

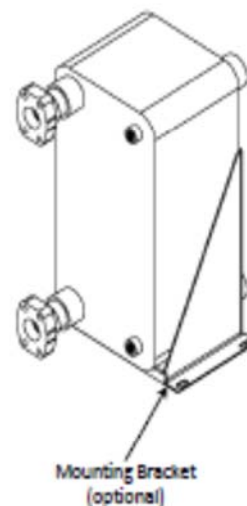
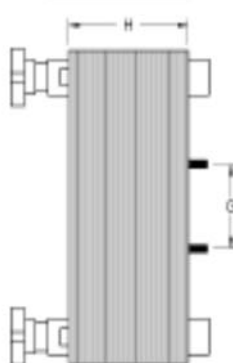
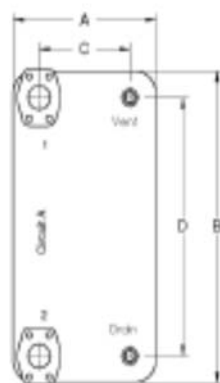
Contact:	Selection ID: NUK2E2C4U
Customer / Project:	Project Created 2/5/2014 4:46 PM
Model Nomenclature:	OC10X20-120 (2-1/2" FLG, 2" FPT)

GEA
GEA Heat Exchangers

Dimensions - inches (mm): Reference only



A:	9,80 (248,9)
B:	20,30 (515,6)
C:	6,48 (164,6)
D:	17,00 (431,8)
E:	3,94 (100,1)
G:	5,51 (140,0)
H:	11,16 (283,5)



Connections

Circuit A

Position 1	Position 2
2-1/2" FLG	2-1/2" FLG

Circuit B

Position 3	Position 4
2" FPT	2" FPT

Volume per BPHE

Circuit A

0,607 ft³ (17,179 L)

Circuit B

0,617 ft³ (17,470 L)

Net Weight: 145,8 lb (66,1 kg)

Installation Notes:

- Pipe in counter flow direction.
- Water strainer should be installed in the fluid inlet circuit to protect the heat exchanger from blockage (20-40 mesh).
- Flange Connections – Material is carbon steel. For applications where carbon steel is not suited please contact the factory for stainless steel price and availability.

Technical Data

Standard construction materials:

Brace Alloy:	Copper 99.9%
Connector:	304 Stainless Steel / Carbon Steel
Plate:	316L Stainless Steel

Code Approvals:

UL Listed, CRN
Optional: ASME (UM stamped), PED (CE)
Note: Code approval applies to heat exchangers only.

Allowable Working Pressure and Temperature:

Max pressure	Circuit A: 450,00 psig (31,0 bar ga) Circuit B: 450,00 psig (31,0 bar ga)
Max temperature	350,0 °F (176,7 °C)
Min temperature	-20,0 °F (-28,9 °C)

GEA PHE Systems North America, Inc.
100 GEA Drive, York, PA 17406
Toll Free: 1-800-774-0474
Phone: 1-717-368-6200
Fax: 1-717-368-6363
www.gea-phe.com
E-mail: info.geaphana@geagroup.com

Fig 25: Report selección enfriador de aceite 3. Fuente: GEA Heat Exchanger.

2.7. CALCULOS ELECTRICOS

En esta sección se realizan los cálculos necesarios para la determinación de los cables de fuerza desde el cuadro de arranque de las bombas hidráulicas al emplazamiento de los motores eléctricos que las accionan. Así mismo se determina el tipo de arranque, contactores y protecciones tanto de los motores como de las líneas.

2.7.1. CALCULO DE CONDUCTORES DE FUERZA

Una vez fijado el tipo de aislamiento y protección, es necesario determinar la sección del conductor. Según el Bureau Veritas en la Parte C, Capítulo 2, Sección 3 apartado 9, la sección de las almas de los conductores se determinará de manera que se cumplan las condiciones siguientes:

- La carga máxima admitida en un conductor no será superior a la corriente nominal de dicho conductor.
- La caída de tensión entre las barras principales y cualquier punto de la instalación, cuando los conductores estén recorridos por la corriente máxima, en servicio normal, no deberá exceder del 6% .

Tanto el calentamiento como la caída de tensión sabemos que son función de la intensidad de corriente que circula por el conductor. Será por tanto condición previa a la realización de cualquier cálculo el conocimiento tan exacto como sea posible de dicha intensidad. Esta estará perfectamente determinada cuando tengamos conocimiento con detalles de los receptores y sus características.

2.7.1.2. CALCULO DE LA SECCION SEGÚN LA CAIDA DE TENSION MAXIMA PERMITIDA

La expresión para calcular la sección de los conductores en un circuito trifásico teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permitida viene dada de la siguiente forma:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot R \quad [31]$$

Donde:

e = caída de tensión máxima admisible en el conductor expresada en voltios.

I = intensidad con el receptor a plena carga expresada en amperios.

R = resistencia del conductor en ohmios.

Teniendo en cuenta que la resistencia de un conductor metálico viene dada por la siguiente expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad [32]$$

Donde:

ρ = resistividad del conductor en $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

L = longitud del conductor en metros

S = sección del conductor en mm^2

Si se substituye el valor de la resistencia en la ecuación de la caída de tensión queda:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot \frac{L}{S} \Rightarrow S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e} \quad [33]$$

2.7.1.3. CALCULO DE SECCION SEGUN EL CALENTAMIENTO

La potencia perdida en un conductor provoca un calentamiento del mismo que se debe de evitar lo más posible. Los límites de ese calentamiento vienen determinados por las características de los aislantes que recubren los conductores. Estos límites están recogidos en las normas y reglamentos especificados para las instalaciones eléctricas navales por las sociedades de clasificación. Según Bureau Veritas en la Parte C, Capítulo 2, Sección 3, apartado 9, donde aparecen una serie de tablas en las que se indican las intensidades máximas admisibles en función del tipo de aislante, del soporte, de la temperatura ambiente y la agrupación de los conductores.

Normalmente los fabricantes de cables son los que se ocupan de que sus cables cumplan todas esas normas, editando de esta forma un catálogo en el que se exponen las exigencias cumplidas, así como las pruebas a la que han sido sometidos, expresando con ello las secciones y características de cada cable.

En la tabla 26 quedan clasificados los conductores por la temperatura máxima en operación y en cortocircuito

El cable elegido para la realización del tendido eléctrico se tomará de los registrados por el Bureau Veritas, y será un cable que tendrá un aislamiento suficiente para soportar una temperatura máxima de 90°C y hasta 250°C en cortocircuito. Este cable se compone de: conductores constituido por hilos de cobre estañado, aislado con polietileno reticulado, XLPE, resistente al calor y a la humedad y revestido con un forro no metálico de caucho sintético (policloropreno) que supone una protección reforzada destinada a cualquier tipo de conductor.

Estos forros deberán formar un tubo continuo bien homogéneo, en contacto con las capas subyacentes, y la vulcanización será tal que resulte imposible separar las distintas capas que los compongan.

Type of insulating compound	Abbreviated designation	Maximum rated conductor temperature, in °C	
		Normal operation	Short-circuit
a) Thermoplastic: - based upon polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate	PVC	70	150
b) Elastomeric or thermoset:			
- based upon ethylene-propylene rubber or similar (EPM or EPDM)	EPR	90	250
- based upon high modulus or hard grade ethylene propylene rubber	HEPR	90	250
- based upon cross-linked polyethylene	XLPE	90	250
- based upon silicone rubber	S 95	95	350 (1)
- based upon ethylene-propylene rubber or similar (EPM or EPDM) halogen-free	HF EPR	90	250
- based upon high modulus or hard grade halogen-free ethylene propylene rubber	HF HEPR	90	250
- based upon halogen-free cross-linked polyethylene	HF XLPE	90	250
- based upon halogen-free silicone rubber	HF S 95	95	350 (1)
- based upon cross-linked polyolefin material for halogen-free cables	HF 90	90	250
(1) This temperature is applicable only to power cables and not appropriate for tinned copper conductors.			

Tabla 26: Tipos de cables en función de la temperatura y la corriente de cortocircuito que pueden soportar. Fuente Bureau Veritas

En la tabla 27, vienen recogidas las intensidades máximas admisibles según el Capítulo 2, Sección 3, Apartado 9, del Bureau Veritas, indicadas en función del tipo de conductores (unipolares, bipolares, tripolares) y dispuestos del tal manera que la circulación de aire no se obstaculice en torno a los mismos, considerando una temperatura ambiente de 45 °C.

Todo cambio de estas condiciones iniciales se verá reflejado en unos factores de corrección de la corriente, que irán aumentando la sección del conductor a medida, que sean más desfavorables las condiciones para el mismo. Debiendo por lo tanto considerarse los casos de:

- Temperatura ambiente distinta a la supuesta en la tabla. (45 °C).
- Agrupamiento de cables.

Nominal section (mm ²)	Number of conductors		
	1	2	3 or 4
1,5	23	20	16
2,5	30	26	21
4	40	34	28
6	52	44	36
10	72	61	50
16	96	82	67
25	127	108	89
35	157	133	110
50	196	167	137
70	242	206	169
95	293	249	205
120	339	288	237
150	389	331	272
185	444	377	311
240	522	444	365
300	601	511	421
400	dc: 690 ac: 670	dc: 587 ac: 570	dc: 483 ac: 469
500	dc: 780 ac: 720	dc: 663 ac: 612	dc: 546 ac: 504
630	dc: 890 ac: 780	dc: 757 ac: 663	dc: 623 ac: 546

Tabla 27: Sección de cable en función del número de conductores y la intensidad continuada de servicio, operando a 90°C (temperatura ambiente 45°C). Fuente: Bureau Veritas

2.7.1.4. FACTORES DE CORRECCION

En el estudio por calentamiento de las secciones de los conductores, las intensidades deberán corregirse, como se dijo anteriormente, teniendo en cuenta las características de la instalación, de forma que el incremento de la temperatura provocado por la corriente en las distintas condiciones en la que se instalan los cables no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la máxima soportada por su aislante.

2.7.1.4.1 CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE, KT.

Las corrientes indicadas en la tabla 27, son válidas para una temperatura ambiente de 45 °C y son aplicables a las conducciones eléctricas de los buques destinados a navegar en alta mar o en climas tropicales.

En ciertos casos particulares en que se sepa que la temperatura ambiente permanecerá siempre inferior a 45 °C (por ejemplo, especialmente, en los buques destinados a navegar en zonas limitadas), podrán aceptarse intensidades admisibles superiores a las indicadas en dicha tabla, pero en ningún caso se considerará una temperatura inferior a 35 °C. Cuando por el contrario, se estime que la temperatura ambiente será superior a 45 °C (en particular en ciertos locales) se disminuirán las corrientes admisibles.

Estos aumentos o disminuciones se efectuarán teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Maximum conductor temperature, in °C	Correction factors for ambient air temperature of:										
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C
60	1,29	1,15	1	0,82	-	-	-	-	-	-	-
65	1,22	1,12	1	0,87	0,71	-	-	-	-	-	-
70	1,18	1,1	1	0,89	0,77	0,63	-	-	-	-	-
75	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,71	0,58	-	-	-	-
80	1,13	1,07	1	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	-	-	-
85	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	-	-
90	1,1	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	-
95	1,1	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

Tabla 28: Coeficiente de corrección por temperatura, Kt. Fuente: Bureau Veritas.

2.7.1.4.2. COEFICIENTE POR AGRUPAMIENTO DE CABLES, K_A

Las corrientes que se indican en la tabla 27 son válidas cuando los cables están dispuestos de forma normal.

Se entienden que los cables están dispuestos de forma normal cuando no hay más de seis cables simultáneamente en carga que estén agrupados o en contacto, de tal forma que pueda considerarse que el aire no pueda circular entre ellos.

Si esto no ocurre, los valores de la corriente dados por la tabla 27 deberán multiplicarse por un coeficiente de corrección de 0.85, para que no se sobrepasen los calentamientos máximos admisibles en los cables.

2.7.1.4.3. COEFICIENTE POR CARGAS CORTAS E INTERMITENTES K_H

Cargas cortas:

- Cuando un cable está diseñado para alimentar una carga de corta duración, 1/2 ó 1 hora (por ejemplo, cabestrantes o hélices de proa), la capacidad de conducción de corriente obtenida de la tabla 27 podrá ser elevada mediante la aplicación del correspondiente factor de corrección que figura en la tabla 29.

Cargas intermitentes:

- Para los cables de suministro de servicios únicos con cargas intermitentes (por ejemplo, cabestrantes y grúas de carga en espacios de máquinas), la capacidad de carga obtenida en la tabla 27, podrá aumentarse mediante la aplicación del correspondiente factor de corrección que figura en la tabla 30

Por tanto K_H , será el producto de ambos factores.

1/2-hour service		1-hour service		Correction factor
Sum of nominal cross-sectional areas of all conductors, in mm²		Sum of nominal cross-sectional areas of all conductors, in mm²		
Cables with metallic sheath and armoured cables	Cables with non-metallic sheath and non-armoured cables	Cables with metallic sheath and armoured cables	Cables with non-metallic sheath and non-armoured cables	
up to 20	up to 75	up to 80	up to 230	1,06
21 - 41	76 - 125	81 - 170	231 - 400	1,10
41 - 65	126 - 180	171 - 250	401 - 600	1,15
66 - 95	181 - 250	251 - 430	601 - 800	1,20
96 - 135	251 - 320	431 - 600	–	1,25
136 - 180	321 - 400	601 - 800	–	1,30
181 - 235	401 - 500	–	–	1,35
236 - 285	501 - 600	–	–	1,40
286 - 350	–	–	–	1,45

Tabla 29: Coeficiente de corrección, K_h , por cargas cortas. Fuente: Bureau Veritas.

Sum of nominal cross-sectional areas of all conductors, in mm ²		Correction factor
Cables with metallic sheath and armoured cables	Cables without metallic sheath and non-armoured cables	
	$S \leq 5$	1,10
	$5 < S \leq 8$	1,15
	$8 < S \leq 16$	1,20
$S \leq 4$	$16 < S \leq 25$	1,25
$4 < S \leq 7$	$25 < S \leq 42$	1,30
$7 < S \leq 17$	$42 < S \leq 72$	1,35
$17 < S \leq 42$	$72 < S \leq 140$	1,40
$42 < S \leq 110$	$140 < S$	1,45
$110 < S$	–	1,50

Tabla 30: Coeficiente de corrección, K_h , por cargas intermitentes. Fuente: Bureau Veritas.

2.7.1.5. DETERMINACION DE LA SECCION DE UN CONDUCTOR POR CALENTAMIENTO UTILIZANDO LA INTENSIDAD CORREGIDA

Para conocer la sección del conductor según el calentamiento, utilizando la intensidad corregida no hay más que ir aplicando los coeficientes de corrección anteriormente mencionados a las intensidades en los casos que

lo requiera, obteniendo con ello la intensidad máxima admisible que puede soportar el cable y con ella entrando en la tabla 26, obtendremos la nueva sección.

Para conocer la intensidad corregida con la que deberemos entrar en la tabla 26, se actuará de la siguiente manera:

$$I_C = \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H \quad [34]$$

Donde:

I_C = la intensidad corregida (Amperios).

I = intensidad absorbida por el receptor a plena carga (Amperios).

K_T = Factor de corrección por la temperatura ambiente.

K_A = Factor de corrección por agrupamiento de los conductores.

K_H = Factor de corrección por cargas cortas e intermitentes.

2.7.1.6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Para la realización del dimensionamiento de los conductores se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones de proyecto:

- Todos los conductores utilizados serán de cobre electrolítico recocido con una resistividad igual a $0.017241 \, \Omega \, \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C , aislados con polietileno reticulado con una temperatura máxima admisible de 90°C , revestido con un forro no metálico con mezcla especial termoplástica, cero halógenos y no propagadora del incendio con una tensión de servicio hasta 1000 voltios que supone una protección reforzada para cualquier tipo de cable.
- La caída de tensión máxima permitida en la línea será de un 6% de la tensión de alimentación.

2.7.1.7 CALCULO DE LOS CONDUCTORES DE FUERZA A LOS MOTORES QUE ACCIONAN LAS BOMBAS HIDRAULICAS

$$V = 400 \text{ V}$$

$$P = 160.000 \text{ W}$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

$$L = 6 \text{ m.}$$

$$\eta = 94,7$$

$$\rho = 0,01759 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

- 1. Cálculo de la sección por caída de tensión.

Según Bureau veritas la máxia caída de tensión para motores eléctricos será del 6%. Luego:

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24V$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$Potencia_{absorbida} = \frac{Potencia_{\acute{u}til}}{\eta} \quad [35]$$

$$Potencia_{absorbida} = \frac{160.000}{0,947} = 168954,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V} \quad [36]$$

$$I = \frac{168.954,6}{\sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 400}$$

$$I = 287 A$$

Aplicando la expresión [33]

Se tiene:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 287 \cdot 0,01759 \cdot 6}{24}$$

$$S = 2,18 \text{ mm}^2$$

- 2. Cálculo de la sección por calentamiento

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en el local de hidráulica es de 45°C.
Con un conductor clase 85, entrando en la tabla 28, obtenemos un
factor de corrección $K_T = 1$.

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como tendremos más de seis conductores $K_A = 0,85$.

- Factor de corrección por cargas cortas e intermitentes (K_H):

Considerando servicios de una hora, caso de los cabestrantes y
teniendo en cuenta que el cable será inferior a 230 mm², el coeficiente
de corrección por cargas cortas es de 1,06, según la tabla 29.

Por cargas intermitentes, según la tabla 30, el coeficiente de corrección
será de 1,5

Por tanto el coeficiente de corrección por cargas cortas e intermitentes será. $KH = 1,06 \times 1,5 = 1,59$

Aplicando la expresión [34].

$$I_c = \frac{287}{1 \cdot 0,85} \cdot 1,59 = 536,85 \text{ A}$$

Dado que el arranque de los motores eléctricos es γ - Δ , la intensidad de fase será $1/\sqrt{3}$ de la de línea, por lo que:

$$I_c = 536,85 / \sqrt{3} = 311,5 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla 27, para un cable de tres conductores y una intensidad de 311,5 A, se obtiene un cable de sección nominal de 185 mm².

Por lo tanto se elegirá un cable de potencia 3x185 BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

2.7.2. CALCULO DE LA PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES: FUSIBLES DE LINEA

Los fusibles de la línea que se pretende proteger han de cumplir las siguientes condiciones.

- Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad [37]$$

Donde :

I_b = Corriente de diseño del circuito correspondiente. 280 A

I_n = Corriente nominal del fusible.

I_z = Corriente máxima admisible del conductor protegido. 492 A

Se toma un fusible normalizado de 315 A y substituyendo valores en la expresión [37] queda:

$$287 \leq 315 \leq 536,85$$

Con lo que el fusible de 315 A, cumple la condición 1.

- Condición 2

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad [38]$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

I_f = corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección

Por tablas (“ Nuevo manual de instalaciones eléctricas “. Martín, Franco), se tiene que para:

$$160 \leq I_n \leq 400 \Rightarrow I_f = 1,6 I_n \quad [39]$$

Substituyendo valores en la expresión [39].

$$I_f = 1,6 \cdot 315 = 504 A$$

Substituyendo el valores en la expresión [38].

$$504 \leq 1,45 \cdot 536,85 = 778,43 A$$

Por lo que podemos decir que el fusible de 315 A, cumple las dos condiciones.

2.7.4. DETERMINACION DE LOS CONTACTORES DE ARRANQUE Y RELE TERMICO DEL MOTOR

- Contactores de arranque.

Características del motor a controlar:

-Trifásico.

-Cuatro polos.

-Tensión de trabajo: 400 V.

-Potencia: 160 kW.

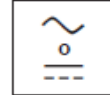
-Intensidad: 287 A.

Entrando en tablas para la elección de contactores, de la firma Telemecanique, se obtiene un contactor: 3LC1 F330.

Contactores

Elección:
páginas 1/10 a 1/41
Características:
páginas 1/168 a 1/165
Dimensiones:
páginas 1/174 y 1/175
Esquemas:
página 1/179

Contactores tipo LC1-F
Para control de motores, de 115 a 800 A en AC-3
Circuito de control en corriente alterna o continua



Referencias



LC1-F225



LC1-F630

Contactores tripolares

Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3								Corriente asignada de empleo en AC-3	Referencia básica para completar con el código de la tensión (2)	Peso			
220 V	380 V	230 V	400 V	415 V	440 V	500 V	690 V	690 V	1000 V	440 V hasta A	Fijación con tornillos, conexión (1)	Tensiones habituales	kg
30	55	59	59	75	80	85		115			LC1-F115--	E7 F7 M7 Q7	3,430
40	75	80	80	90	100	85		150			LC1-F150--	E7 F7 M7 Q7	3,430
55	90	100	100	110	110	100		185			LC1-F185--	E7 F7 M7 Q7	4,650
63	110	110	110	129	129	100		225			LC1-F225--	E7 F7 M7 Q7	4,750
75	132	140	140	160	160	147		265			LC1-F265--	E7 F7 M7 Q7	7,440
100	180	180	200	200	220	180		330			LC1-F330--	E7 F7 M7 Q7	8,800
110	200	220	250	257	280	185		400			LC1-F400--	E7 F7 M7 Q7	9,100
147	250	280	295	355	335	335		500			LC1-F500--	E7 F7 M7 Q7	11,350
200	335	375	400	400	450	450		630			LC1-F630--	E7 F7 M7 Q7	18,800
220	400	425	425	450	475	450		780			LC1-F780--	F7 M7 Q7	39,500
250	450	450	450	450	475	450		800			LC1-F800--	F7 M7 Q7	18,750

Nota: para los bloques de contactos auxiliares, módulos y accesorios, ver las páginas 1/168 a 1/173.

(1) Las bornas de potencia se pueden proteger contra contactos accidentales añadiendo tapas, que se piden por separado (excepto LC1-F780), ver la página 1/172.

(2) Tensiones del circuito de control disponibles (plazos variables, consultarnos).

Voltios ~	24	48	110	115	120	208	220	230	240	380	400	415	440
LC1-F115...F225													
50 Hz (bobina LX1)	B5	E5	F5	FE5	—	—	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	—
60 Hz (bobina LX1)	—	E6	F6	—	G6	L6	M6	—	U6	Q6	—	—	R6
40...400 Hz (bobina LX9)	—	E7	F7	FE7	G7	L7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7
LC1-F265...F330													
40...400 Hz (bobina LX1)	B7	E7	F7	FE7	G7	L7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7
LC1-F400...F630													
40...400 Hz (bobina LX1)	—	E7	F7	FE7	G7 (3)	L7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7
LC1-F780													
40...400 Hz (bobina LX1)	—	—	F7	FE7	F7	L7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7
LC1-F800													
40...400 Hz (bobina LX8)	—	—	FW	FW	FW	—	MW	MW	MW	QW	QW	QW	QW
Voltios —	24	48	110	125	220	230	250	440					
LC1-F115...F330 (bobina LX4-F)	BD	ED	FD	GD	MD	MD	UD	RD					
LC1-F400...F630 (bobina LX4-F)	—	ED	FD	GD	MD	—	UD	RD					
LC1-F780 (bobina LX4-F)	—	—	FD	GD	MD	—	UD	RD					
LC1-F800 (bobina LX8-F)	—	—	FW	FW	MW	MW	—	QW					

(3) F7 para LC1-F630.

Otras realizaciones Contactores con bornas sin protección para realizar la conexión de "Potencia" y "Control" mediante terminales de anillo. Consultarnos.

Tabla 31: Elección contactores. Fuente: Catálogo Telemecanique 2013

- Relés térmicos

La intensidad nominal del motor es de 287 A, por lo que se toma un relé de protección ≥ 287 A.

Por ello se elige el relé térmico LR9 F7375 cuyo rango de ajuste es de 200 – 300 A.

Product data sheet
Characteristics

LR9F7375

thermal overload relay for motor - TeSys LR9 -
200...330 A - class 10



Main

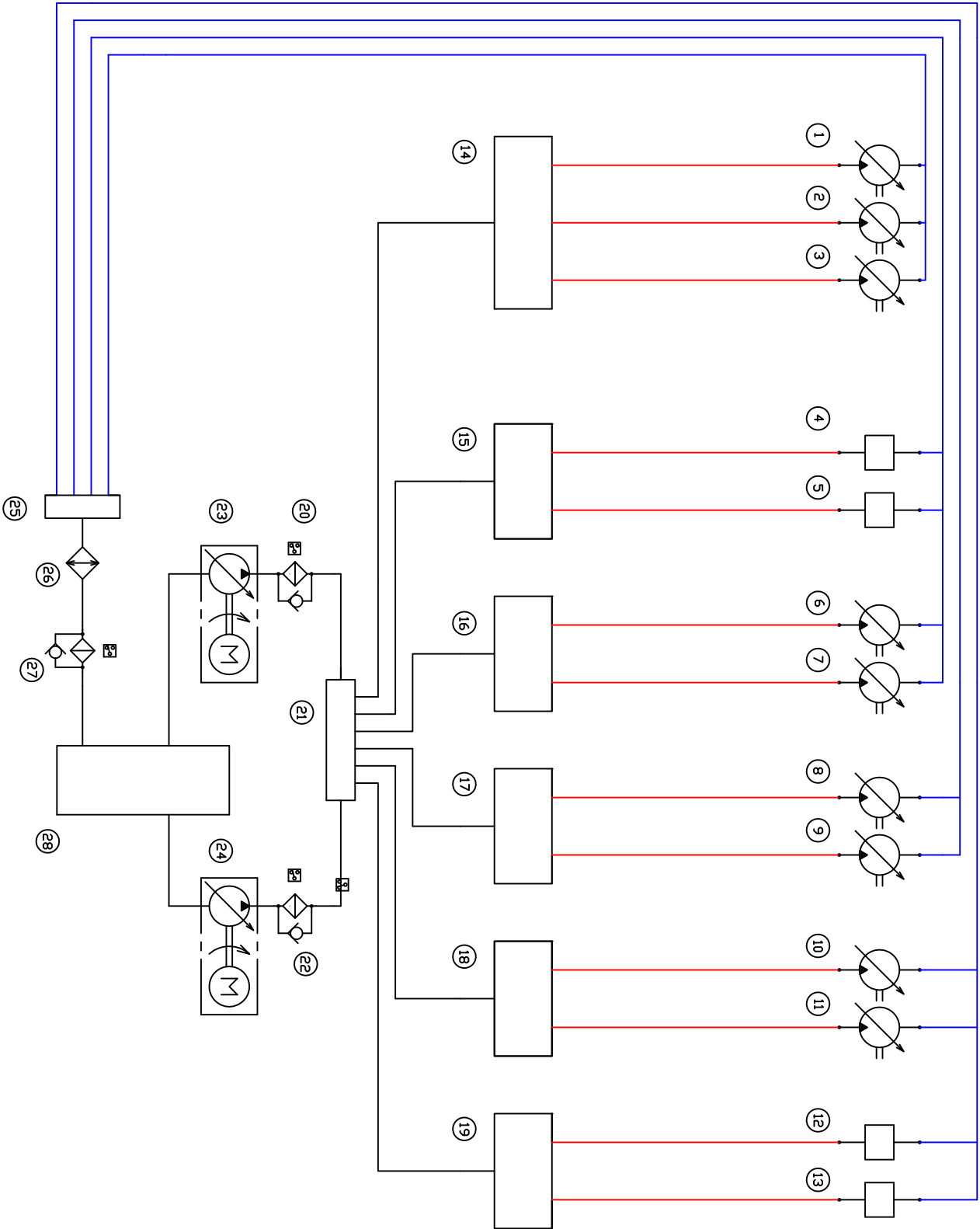
Range of product	TeSys F
Device short name	LR9F
Product or component type	Electronic thermal overload relay
Relay application	Motor
Product compatibility	LC1F225...LC1F500
Network type	DC
Overload tripping class	Class 10
Signalling function	Alarm
Thermal protection adjustment range	200...330 A
Protection type	GG fuse 600 A - for power circuit GG fuse 6 A - for control circuit GB2 circuit breaker 6 A - for control circuit BS fuse 6 A - for control circuit AM fuses 400 A - for power circuit
Quantity per set	Set of 10

Fig 26: Características técnicas relé térmico. Fuente Catálogo 2013. Scheneider electric telemecanique

3. PLANOS

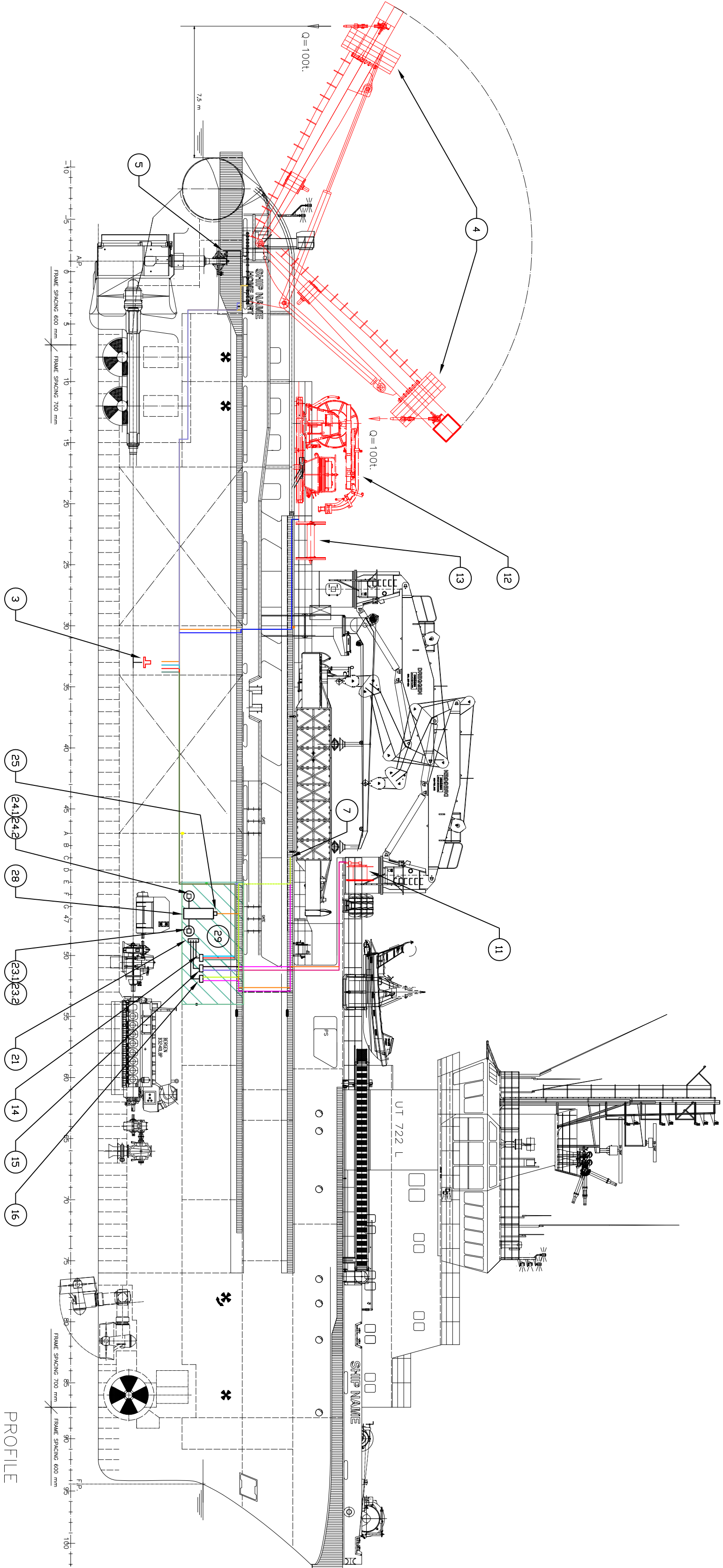
- Plano nº 1: Disposición esquemática de la central hidráulica.
- Plano nº 2.1. Disposición general de líneas sobre plano real. Alzado_Planta sobre doble fondo.
- Plano nº 2.2. Disposición general de líneas sobre plano real: Alzado_Planta sobre cubierta de entrepuente.
- Plano nº 3. Disposición general de isométricas. Líneas de impulsión y retorno.
- Plano nº 4: Isométricas y cotas línea P1.
- Plano nº 5: Isométricas y cotas línea P2.
- Plano nº 6: Isométricas y cotas línea P3.
- Plano nº 7: Isométricas y cotas línea P4.
- Plano nº 8: Isométricas y cotas línea P5.
- Plano nº 9: Isométricas y cotas línea P6.
- Plano nº 10: Isométricas y cotas línea P7.
- Plano nº 11: Isométricas y cotas línea P8.
- Plano nº 12: Isométricas y cotas línea P9.
- Plano nº 13: Isométricas y cotas línea P10.
- Plano nº 14: Isométricas y cotas línea P11.
- Plano nº 15: Isométricas y cotas línea P12.
- Plano nº 16: Isométricas y cotas línea P13.
- Plano nº 17: Isométrica Línea de retorno T1.
- Plano nº 18: Isométrica Línea de retorno T2.
- Plano nº 19: Isométrica Línea de retorno T3.
- Plano nº 20: Isométrica Línea de retorno T4.
- Plano nº 21: Esquema hidráulico de bloque de válvulas de cartucho.
- Plano nº 22: Esquema hidráulico general de la central hidráulica de potencia.
- Plano nº 23: Circuito eléctrico de fuerza.

1	BOMBA OR. Nº 1
2	BOMBA OR Nº 2
3	BOMBA OR Nº 3
4	PÓRTICO
5	PINES DE REMOLQUE
6	BOMBA PORTÁTIL Nº 1
7	BOMBA PORTÁTIL Nº 2
8	CABESTRANTE Nº 1
9	CABESTRANTE Nº 2
10	DEVANADERA Nº 1
11	DEVANADERA Nº 2
12	BARRERA
13	SKIMMER
14	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BBAS. OR.
15	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO PÓRTICO/PINES REMOLQUE
16	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BOMBAS PORTÁTILES
17	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO CABESTRANTES
18	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEVANADERAS
19	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BARRERA/SKIMMER
20	FILTRO DE IMPULSION Nº 1
21	MANIFOLD LÍNEAS DE IMPULSIÓN
22	FILTRO DE IMPULSIÓN Nº 2
23	GRUPO BOMBA./MOTOR ELÉCTRICO Nº 1
24	GRUPO BOMBA/MOTOR ELÉCTRICO Nº 2
25	MANIFOLD LÍNEAS DE RETORNO
26	ENFRIADOR DE ACEITE
27	FILTRO LÍNEA DE RETORNO
28	TANQUE DE RETORNO

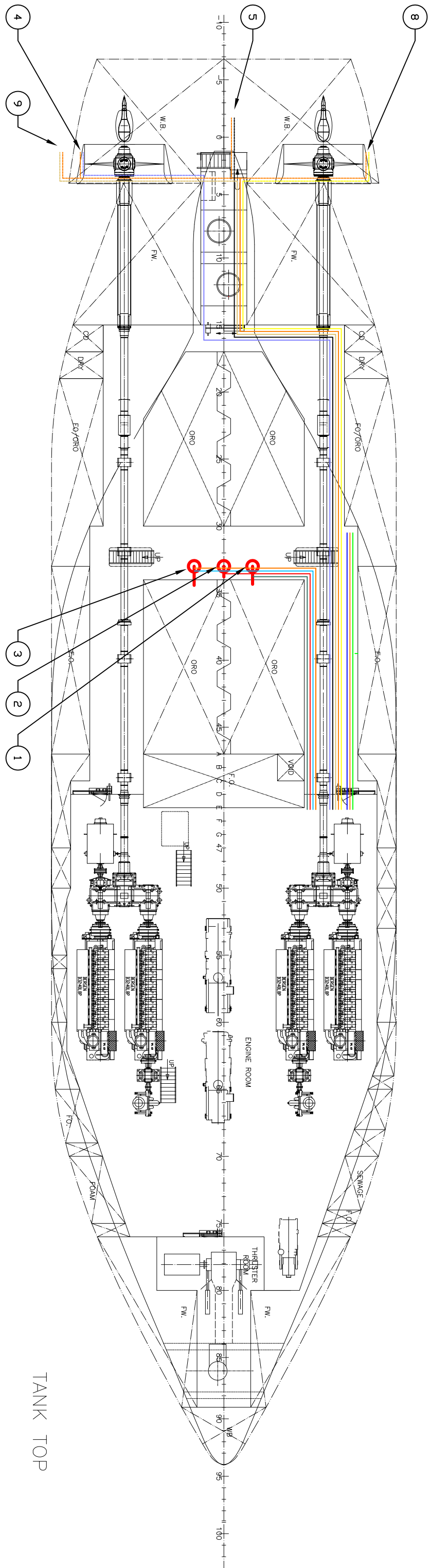


PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA ANTICONTAMINACIÓN				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUADO	01.02.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN		
COMPROBADO				
ESCALA: SIN ESCALA	DISPOSICIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CENTRAL HIDRÁULICA DE POTENCIA			PLANO Nº 1
EL PRESENTE DUCUMENTO ESTA GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERIA MARITIMA				

1	BOMBA OR. Nº 1
2	BOMBA OR Nº 2
3	BOMBA OR Nº 3
4	PÓRTICO
5	PINES DE REMOLQUE
7	BOMBA PORTÁTIL Nº 2
8	CABESTRANTE Nº 1
9	CABESTRANTE Nº 2
11	DEVANADERA Nº 2
12	BARRERA
13	SKIMMER
14	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BBAS. OR.
15	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO PÓRTICO/PINES REMOLQUE
16	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BOMBAS PORTÁTILES
21	MANIFOLD LINEAS DE IMPULSION
23.1	BOMBA HIDRAULICA Nº 1
23.2	MOTOR ELÉCTRICO Nº 1
24.1	BOMBA HIDRAULICA Nº 2
24.2	MOTOR ELÉCTRICO Nº 2
25	MANIFOLD LINEAS DE RETORNO
28	TANQUE DE RETORNO
29	LOCAL DE HIDRAULICA
LINEA DE IMPULSION P1	
LINEA DE IMPULSION P2	
LINEA DE IMPULSION P3	
LINEA DE IMPULSION P4	
LINEA DE IMPULSION P5	
LINEA DE IMPULSION P6	
LINEA DE IMPULSION P7	
LINEA DE IMPULSION P8	
LINEA DE IMPULSION P9	
LINEA DE IMPULSION P10	
LINEA DE IMPULSION P11	
LINEA DE IMPULSION P12	
LINEA DE IMPULSION P13	
LINEAS DE RETORNO: T1, T2, T3, T4	

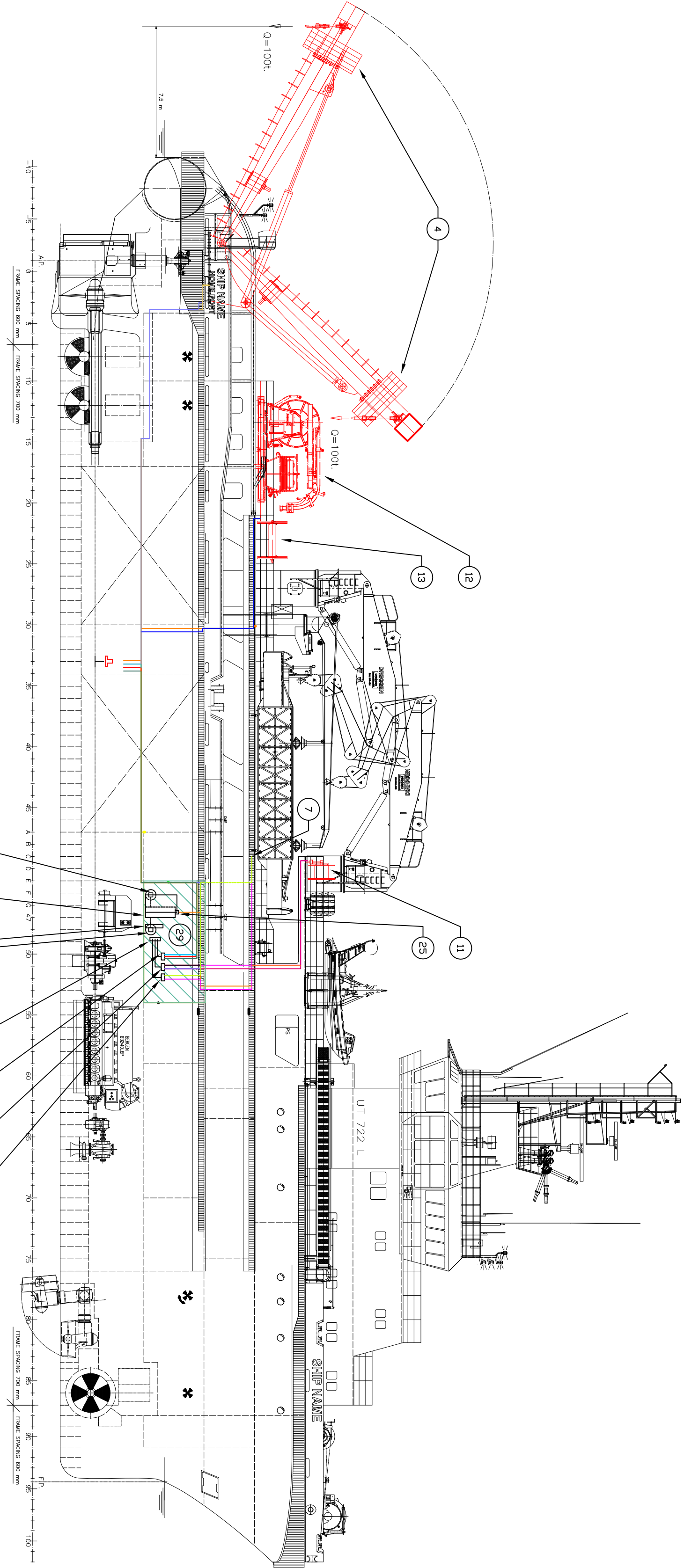


PROFILE

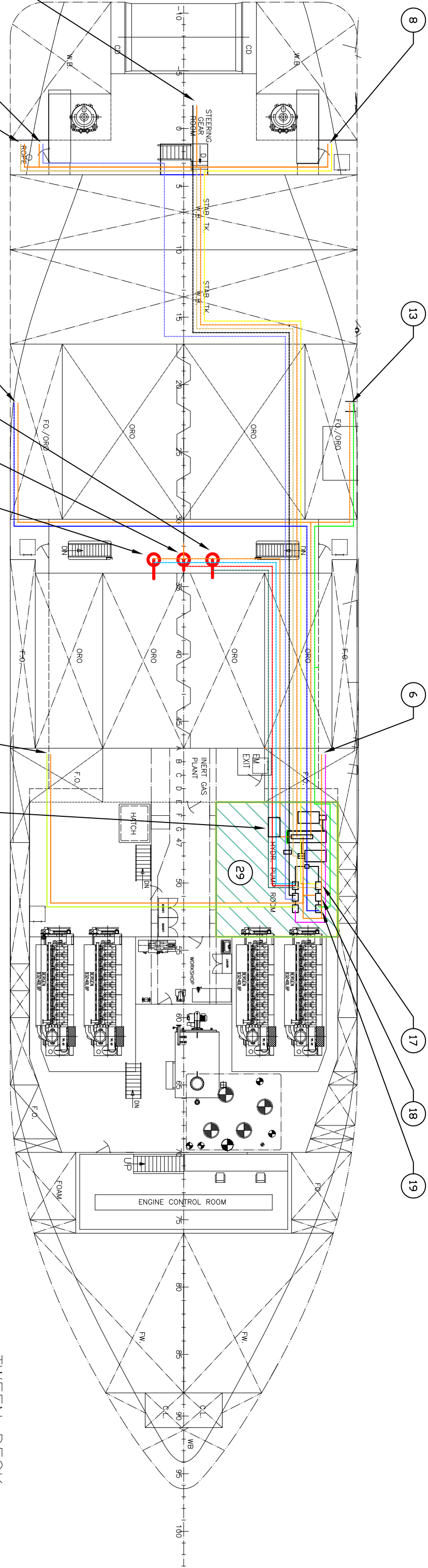


TANK TOP

PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA ANTICONTAMINACIÓN				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
	DIBUJO	05.05.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN	
	COMPROBADO			
ESCALA:	DISPOSICIÓN GENERAL DE LÍNEAS SOBRE PLANO REAL. ALZADO Y PLANTA SOBRE DOBLE FONDO.			PLANO Nº
1:200				2.1
EL PRESENTE DOCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARITIMA				

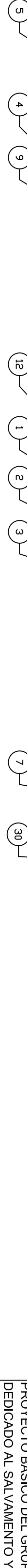
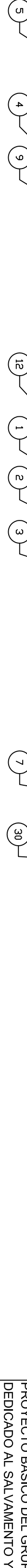
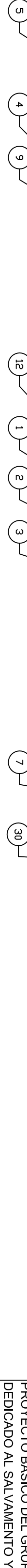
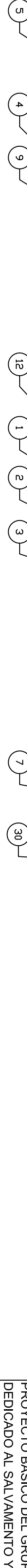
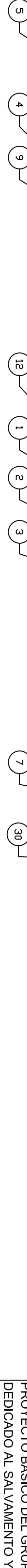
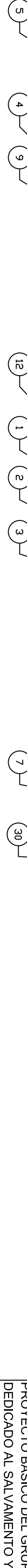
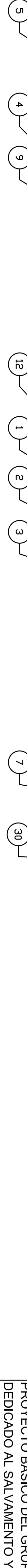
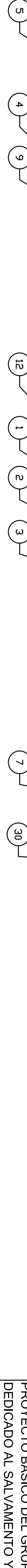
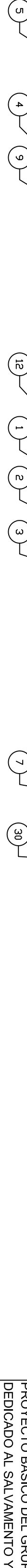
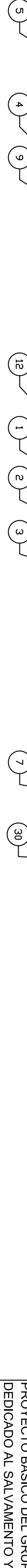
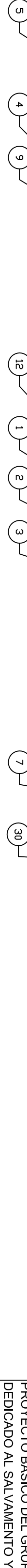
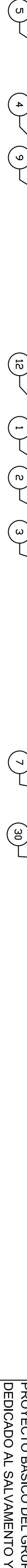
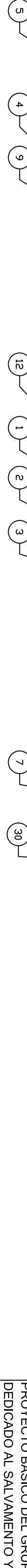
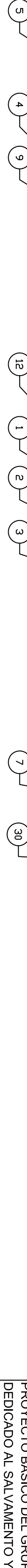
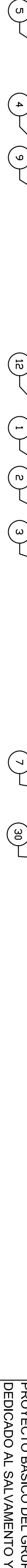
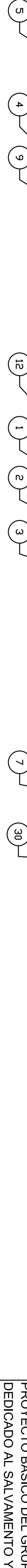
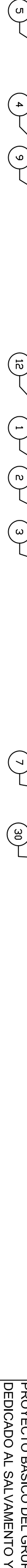
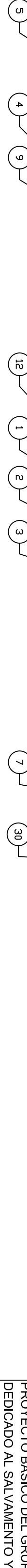
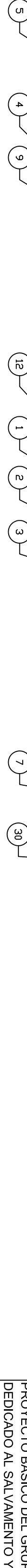
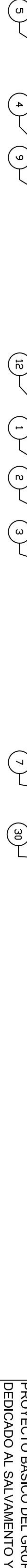
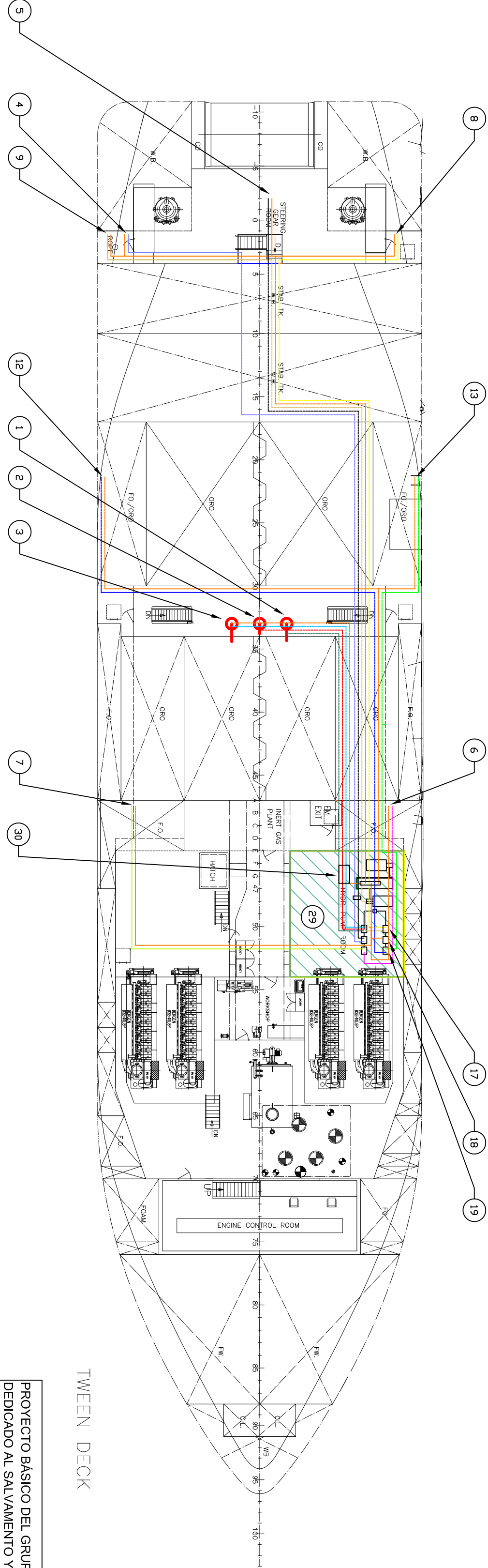


PROFILE

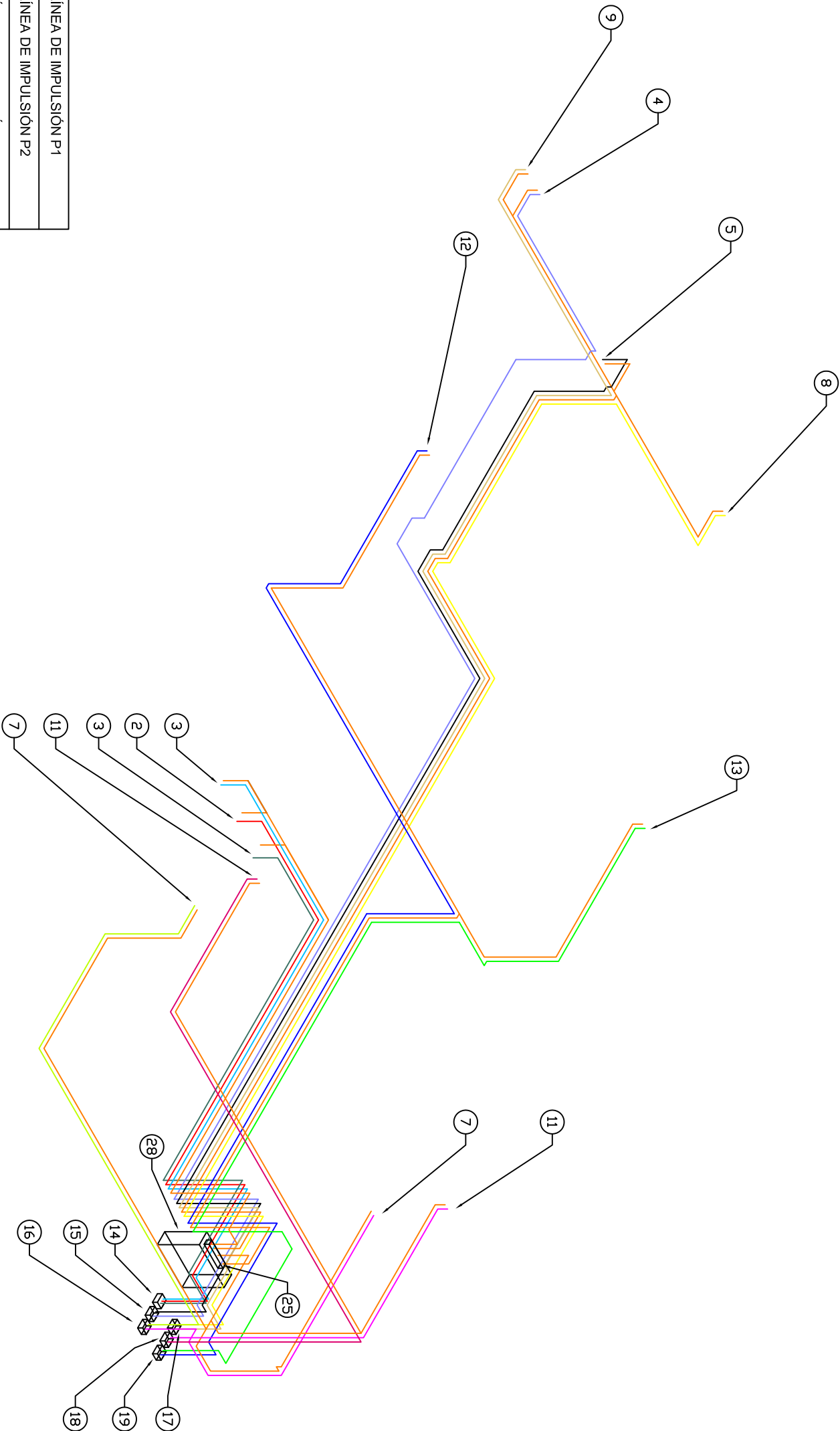


TWEEN DECK

1	BOMBA OR. Nº 1
2	BOMBA OR Nº 2
3	BOMBA OR Nº 3
4	PÓRTICO
5	PINES DE REMOLQUE
6	BOMBA PORTÁTIL Nº 1
7	BOMBA PORTÁTIL Nº 2
8	CABESTRANTE Nº 1
9	CABESTRANTE Nº 2
11	DEVANADERA Nº 2
12	BARRERA
13	SKIMMER
14	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BOMBAS. OR.
15	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO PÓRTICO/PINES REMOLQUE
16	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BOMBAS PORTÁTILES
17	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO CABESTRANTES
18	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEVANADERAS
19	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO SKIMMER/BARRERA
21	MANIFOLD LÍNEAS DE IMPULSIÓN
23.1	BOMBA HIDRAULICA Nº 1
23.2	MOTOR ELECTRICO Nº 1
24.1	BOMBA HIDRAULICA Nº 2
24.2	MOTOR ELECTRICO Nº 2
25	MANIFOLD LÍNEAS DE RETORNO
26	ENFRIADOR DE ACEITE
28	TANQUE DE RETORNO
29	LOCAL DE HIDRAULICA
30	ARMARIO ELÉCTRICO ARRANQUE DE BOMBAS Y SEÑALIZACION
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P1
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P2
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P3
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P4
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P5
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P6
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P7
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P8
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P9
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P10
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P11
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P12
	LÍNEA DE IMPULSIÓN P13
	LÍNEAS DE RETORNO: T1,T2,T3, T4



1	BOMBA OR. Nº 1
2	BOMBA OR Nº 2
3	BOMBA OR Nº 3
4	PÓRTICO
5	PINES DE REMOLQUE
6	BOMBA PORTÁTIL Nº 1
7	BOMBA PORTÁTIL Nº 2
8	CABESTRANTE Nº 1
9	CABESTRANTE Nº 2
10	DEVANADERA Nº 1
11	DEVANADERA Nº 2
12	SKIMMER
13	BARRERA
14	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BOMBAS OR
15	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO PÓRTICO / PINES
16	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BOMBAS PORTÁTILES
17	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO CABESTRANTES
18	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEVANADERAS
19	BLOQUE VÁLVULAS DE CARTUCHO BARRERA / SKIMMER
25	MANIFOLD LÍNEAS DE RETORNO
28	TANQUE DE RETORNO

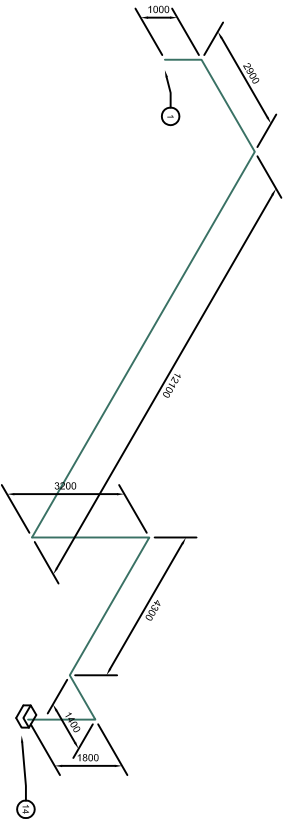


—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P1
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P2
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P3
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P4
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P5
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P6
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P7
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P8
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P9
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P10
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P11
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P12
—	LÍNEA DE IMPULSIÓN P13
—	LÍNEAS DE RETORNO: T1, T2, T3, T4

PROYECTO BÁSICO DEL GºGRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA ANTICONTAMINACIÓN				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	
DIBUADO	10.07.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:200	DISPOSICIÓN GENERAL DE ISOMÉTRICAS:LÍNEAS DE IMPULSIÓN Y RETORNO		PLANO Nº 3	
EL PRESENTE DUCUMENTO ESTA GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO				
FIN DE GRADO DE INGENIERIA MARÍTIMA				



	P1.IMPULSION BOMBA.OR.Nº1. 170 L/MIN. Ø50X5 (ST52.4 NBK)
1	BOMBA OR Nº 1
14	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DE LAS BOMBAS OR



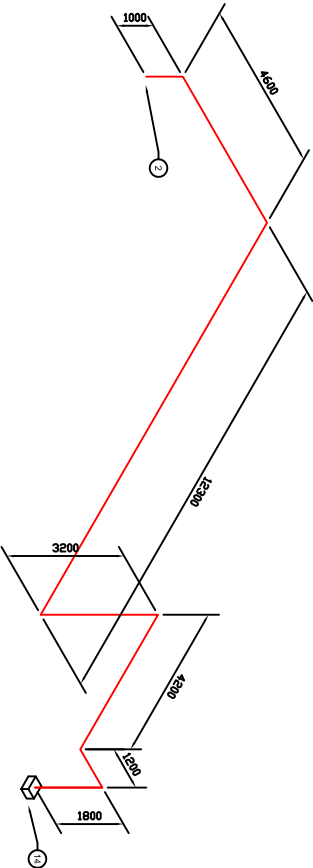
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	15.07.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN			
COMPROBADO					

ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS Y COTAS LÍNEA DE IMPULSIÓN P1.	PLANO Nº 4
------------------	--	----------------------

El presente ducumento esta generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Marítima

	P1.IMPULSION BBA.OR.Nº2. 170 L/MIN. Ø 50 X 5 (NBK ST 52.4
2	BOMBA OR Nº 2
14	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DE LAS BOMBAS OR.

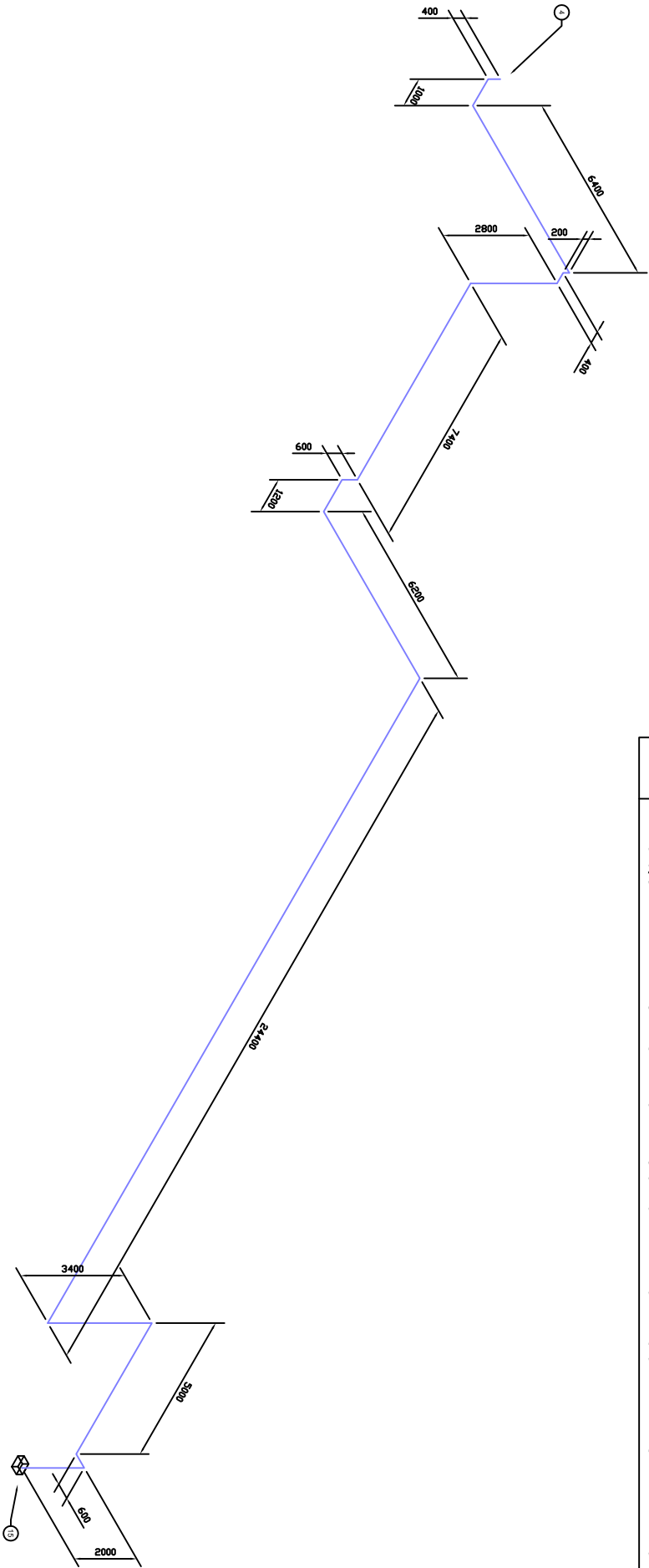


PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	
DIBUJADO	12.07.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS Y COTAS LÍNEA P2.			PLANO Nº 5
EL PRESENTE DUCUMENTO ESTA GENERADO UNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERIA MARITIMA				



ESCUELA TECNICA
SUPERIOR DE NAUTICA.
UNICAN

	P4.IMPULSION PÓRTICO. 520 L/MIN. 250 BAR. Ø 60 X 5. NBK. ST 52.4
4	PÓRTICO
15	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEL PÓRTICO Y PINES DE REMOLQUE



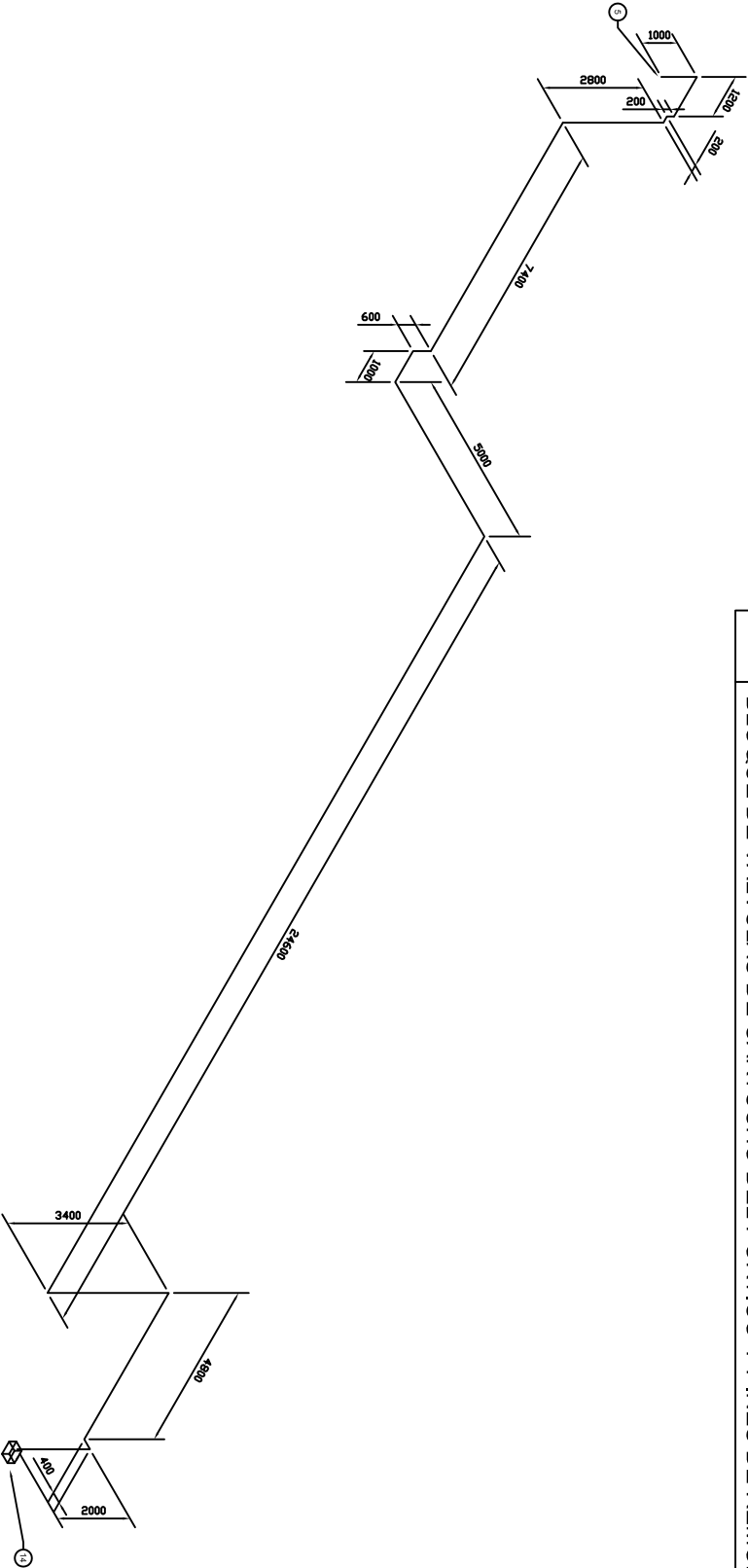
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMICACIÓN.

FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	20.07.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN		
COMPROBADO				

ESCALA:	1:200 ISOMÉTRICAS Y COTAS LÍNEA P4.	PLANO Nº 7

EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERIA MARITIMA

—	P5.IMPULSION PÓRTICO. 75 L/MIN. 200 BAR. Ø 22 X 2. NBK ST 52.4	
5	PINES DE REMOLQUE	
15	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEL PÓRTICO Y PINES DE REMOLQUE	



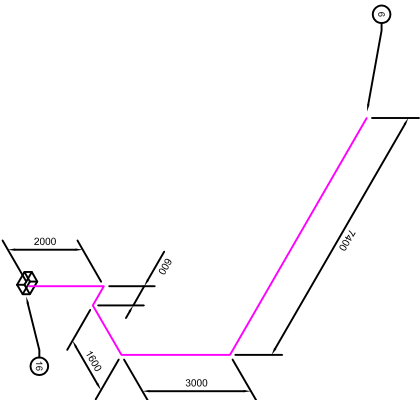
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	20.07.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN			
COMPROBADO					

ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS LÍNEA DE IMPULSIÓN P5.	PLANO Nº 8
------------------	---------------------------------------	---------------

EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARÍTIMA

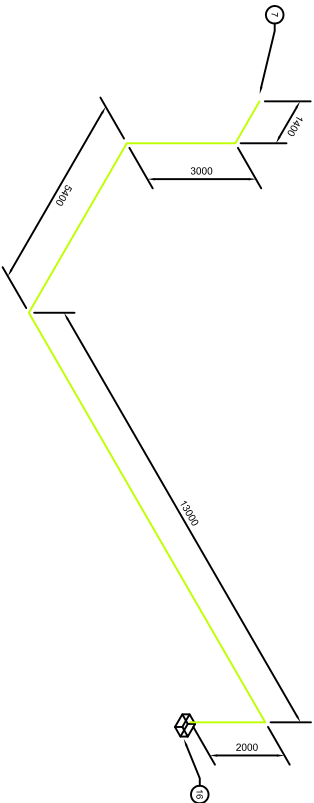
	P6.IMPULSION BOMBA OR. PORTÁTIL N° 1. 130 L/MIN. 195 BAR. Ø 42 X 3. NBK ST 52.4
6	BOMBA OR. PORTÁTIL N° 1
16	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DE LAS BOMBAS OR. PORTÁTILES



PROYECTO: CÁLCULO Y DISEÑO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	
DIBUJADO	23.07.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS LÍNEA DE IMPULSIÓN P6.			PLANO N° 9
EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARÍTIMA				



	P7.Impulsion Bomba OR. Portátill nº 1. 130 L/Min. 195 bar. Ø 42 x 3. NBK St 52.4
7	Bomba OR. Portátill nº 2.
16	Bloque de válvulas de cartucho de las bombas OR. Portátiles.



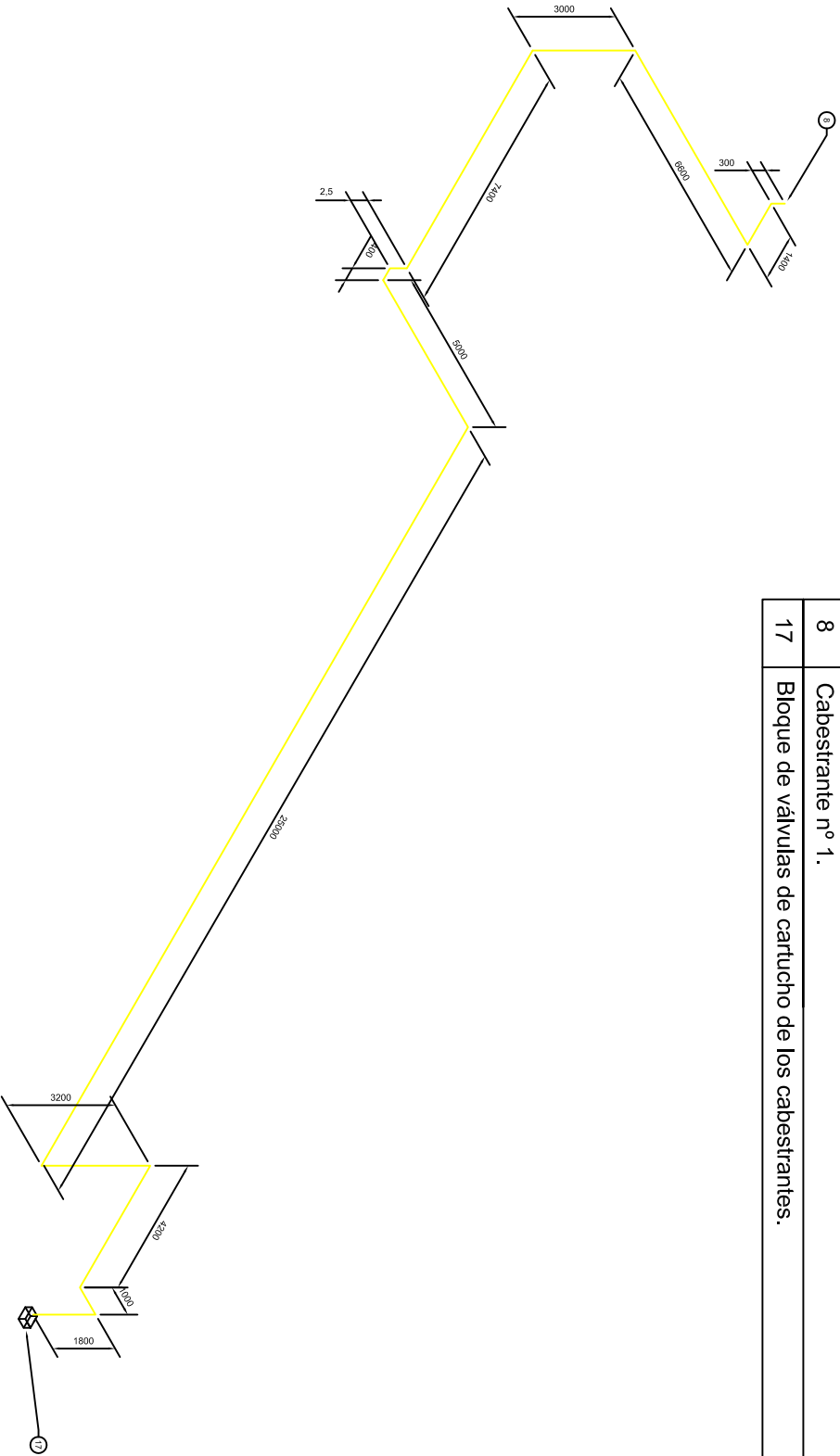
Proyecto: Cálculo y diseño del grupo hidráulico principal de un remolcador polivalente dedicado al salvamento y a la lucha contra la contaminación

	Fecha	Nombre	Firma:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
Dibujado	25.07.2014	Pedro Piñero Cebrián			
Comprobado					

Escala: 1:200	Isométricas línea de impulsión P7.	Plano nº 10
------------------	------------------------------------	----------------

El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Marítima

	P7.Impulsion Cabestrante nº 1. 200 L/Min. 250 bar. Ø 60 x 5. NBK St 52.4
8	Cabestrante nº 1.
17	Bloque de válvulas de cartucho de los cabestrantes.

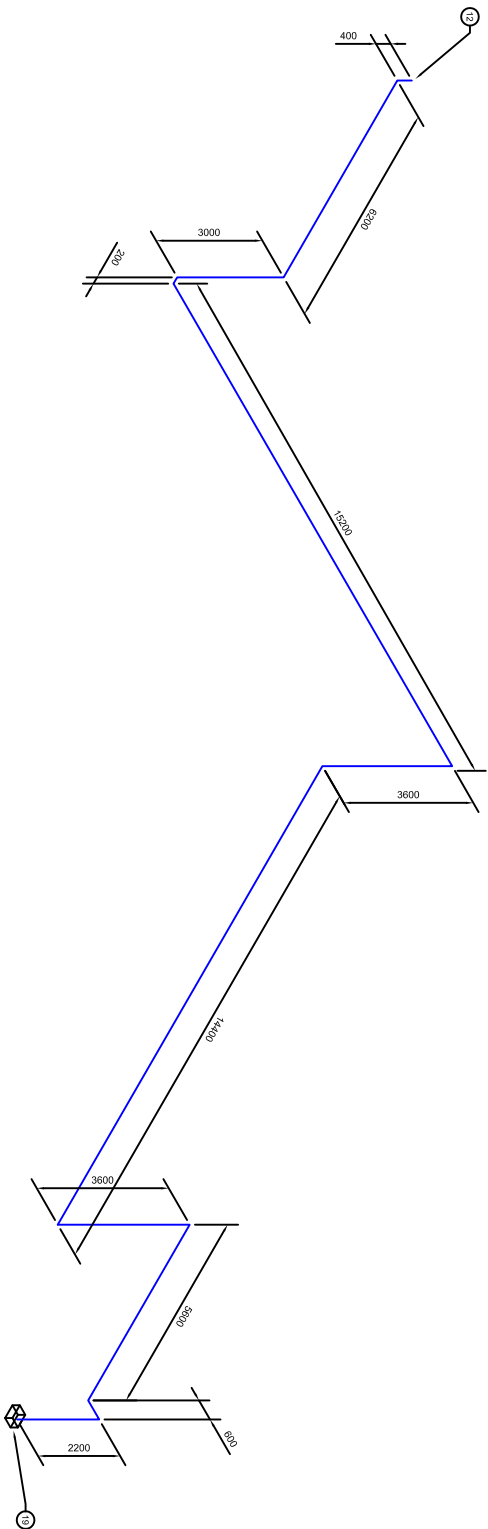


Proyecto: Cálculo y diseño del grupo hidráulico principal de un remolcador polivalente dedicado al salvamento y a la lucha contra la contaminación

	Fecha	Nombre	Firma:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
Dibujado	28.07.2014	Pedro Piñero Cebrián			
Comprobado					
Escala: 1:200	Isométricas línea de impulsión P8.				
				Plano nº	11

El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Marítima

	P12.IMPULSION SKIMMER. 390 L/MIN. 280 BAR. Ø 50 X 5. NBK ST 52.4.	
12	SKIMMER.	
19	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEL SKIMMER Y LA BARRERA	



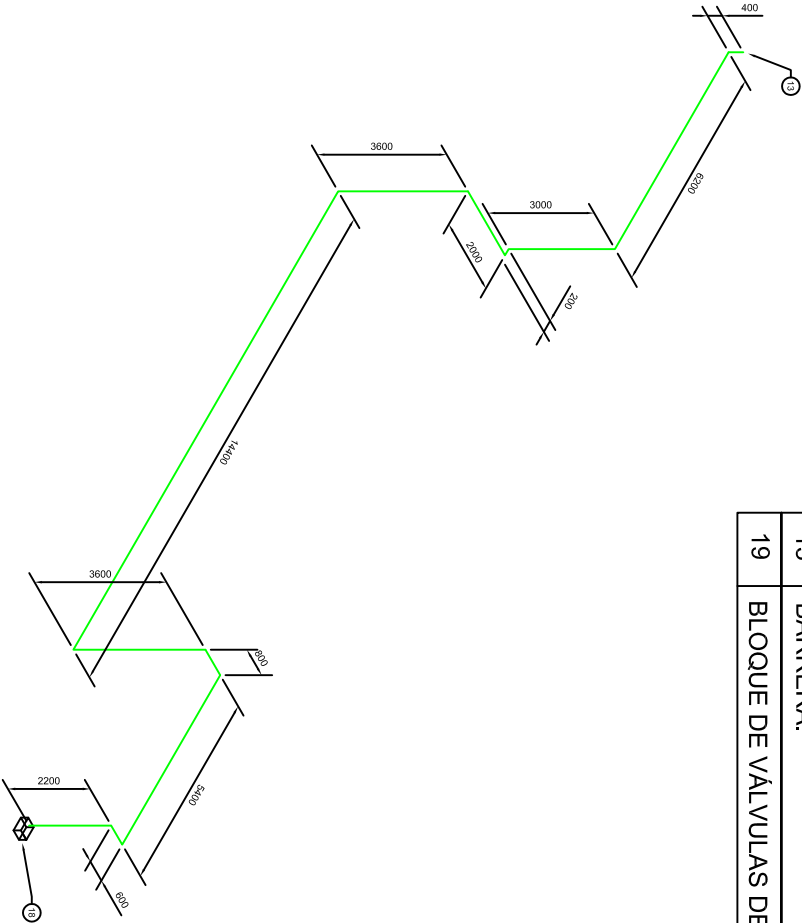
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	06.08.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN			
COMPROBADO					

ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS LÍNEA DE IMPULSIÓN P12.	PLANO Nº 15
------------------	--	----------------

EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARÍTIMA

	P12.IMPULSION SKIMMER. 75 L/MIN. 200 BAR. Ø 25 X 2,5. NBK ST 52.4.
13	BARRERA.
19	BLOQUE DE VÁLVULAS DE CARTUCHO DEL SKIMMER Y LA BARRERA



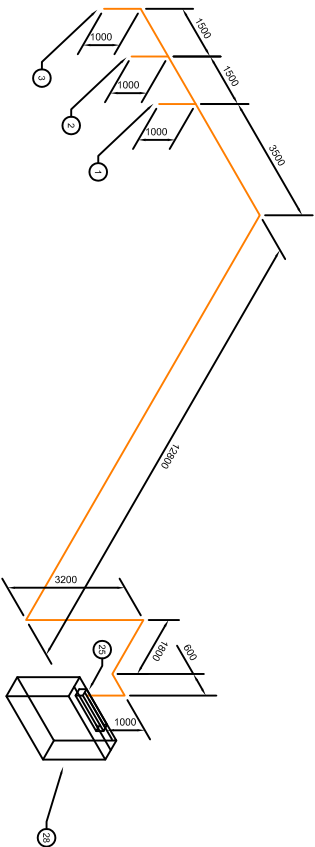
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	08.08.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN			
COMPROBADO					

ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS LÍNEA DE IMPULSIÓN P13.	PLANO Nº 16
------------------	-------------------------------------	----------------

EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARÍTIMA

	T1.RETORNO BOMBAS OR. 510 L/MIN. 10 BAR. Ø 140 X 4,5. NBK ST 37.4.
1	BOMBA OR. Nº 1
2	BOMBA OR Nº 2
3	BOMBA OR Nº 3
25	MANIFOLD DE RETORNO
28	TANQUE DE RETORNO



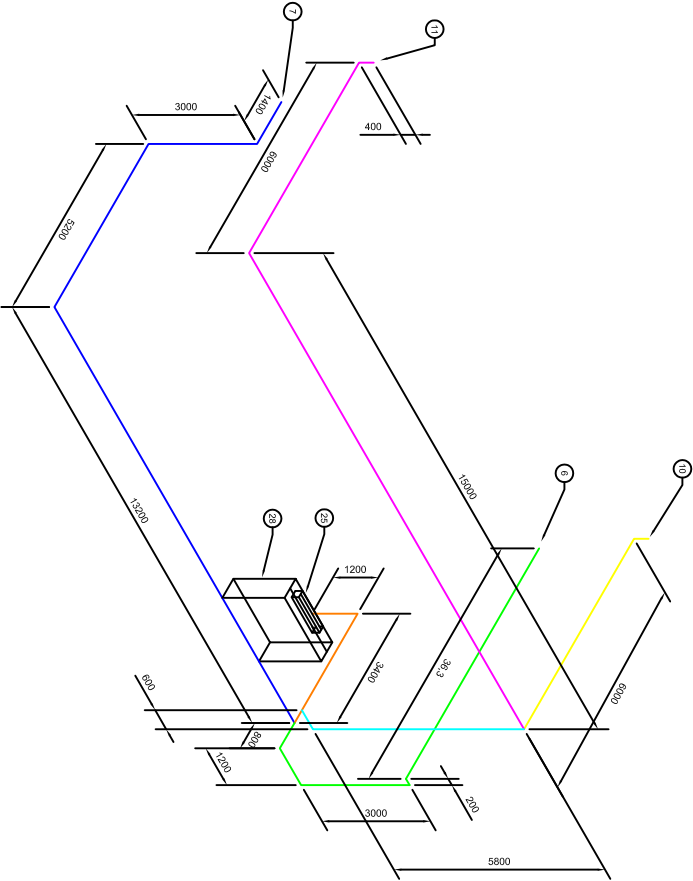
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	10.08.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN			
COMPROBADO					

ESCALA: 1:200 ISOMÉTRICAS Y COTAS LÍNEA DE RETORNO T1. PLANO Nº 17

EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARITIMA

	T2.1.Retorno Bomba OR. Portatil nº1 130 L/Min. 10 bar. Ø 50 x 3. NBK St 37.4.
	T2.2.Retorno Bomba OR. Portátil nº2. 130 L/Min. 10 bar.Ø 50 x 3. NBK St 37.4.
	T2.3. Retorno común Bombas Portátiles. 260 L/Min. 10 bar. Ø 73 x 3. NBK St 37.4.
	T2.4. Retorno Devanadera nº1. 20 L/Min. 10 bar. Ø 16 x 2. NBK St 37.4.
	T2.5. Retorno Devanadera nº2. 20 L/Min. 10 bar. Ø 16 x 2. NBK St 37.4.
	T2.6. Retorno común Devanaderas . 40L/Min. 10 bar. Ø 22X2. NBK St 37.4.
6	Bomba OR. Portátil nº 1
7	Bomba OR. Portátil nº 2
10	Devanadera Nº 1
11	Devanadera Nº 2
25	Manifold líneas de retorno
28	Tanque de retorno



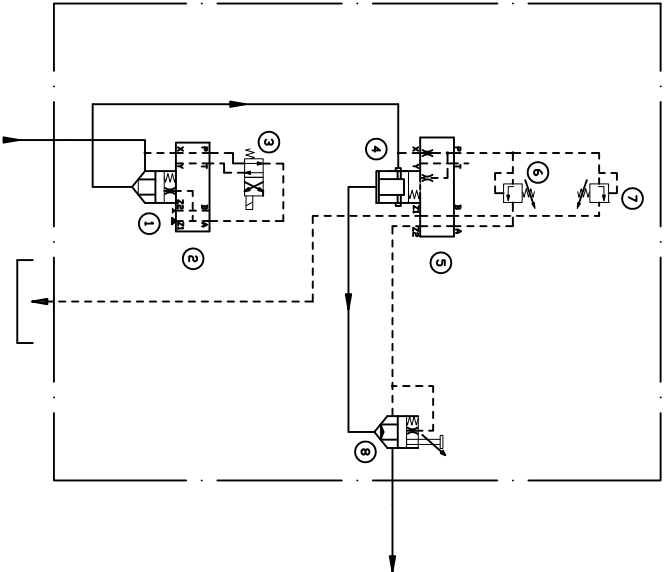
PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA:		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA. UNICAN
DIBUJADO	12.08.2014	PEDRO PIÑERO CEBRIÁN			
COMPROBADO					

ESCALA: 1:200	ISOMÉTRICAS Y COTAS LÍNEA DE RETORNO T2.	PLANO Nº 18
------------------	--	----------------

EL PRESENTE DUCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS. SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARÍTIMA

- 1 VÁLVULA DE CARTUCHO DE CONTROL DE PASO
- 2 TAPA DE PILOTAJE VÁLVULA DE CARTUCHO
- 3 VÁLVULA SOLENOIDE DE PILOTAJE CONTROL DE PASO
- 4 VÁLVULA DE CARTUCHO CONTROLADORA DE PRESIÓN
- 5 TAPA DE PILOTAJE VÁLVULA DE CARTUCHO CONTROLADORA DE PRESIÓN
- 6 VÁLVULA COMPENSADORA DE PRESIÓN
- 7 VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN
- 8 VÁLVULA DE CARTUCHO CONTROLADORA DE CAUDAL



_____ *Línea de trabajo*
 ----- *Línea de pilotaje*

PROYECTO BÁSICO DEL GRUPO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE UN REMOLCADOR POLIVALENTE
 DEDICADO AL SALVAMENTO Y A LA LUCHA ANTICONTAMINACIÓN

FECHA	NOMBRE	FIRMA:
21.06.2014	PEDRO PINERO CEBRIÁN	
COMPROBADO		

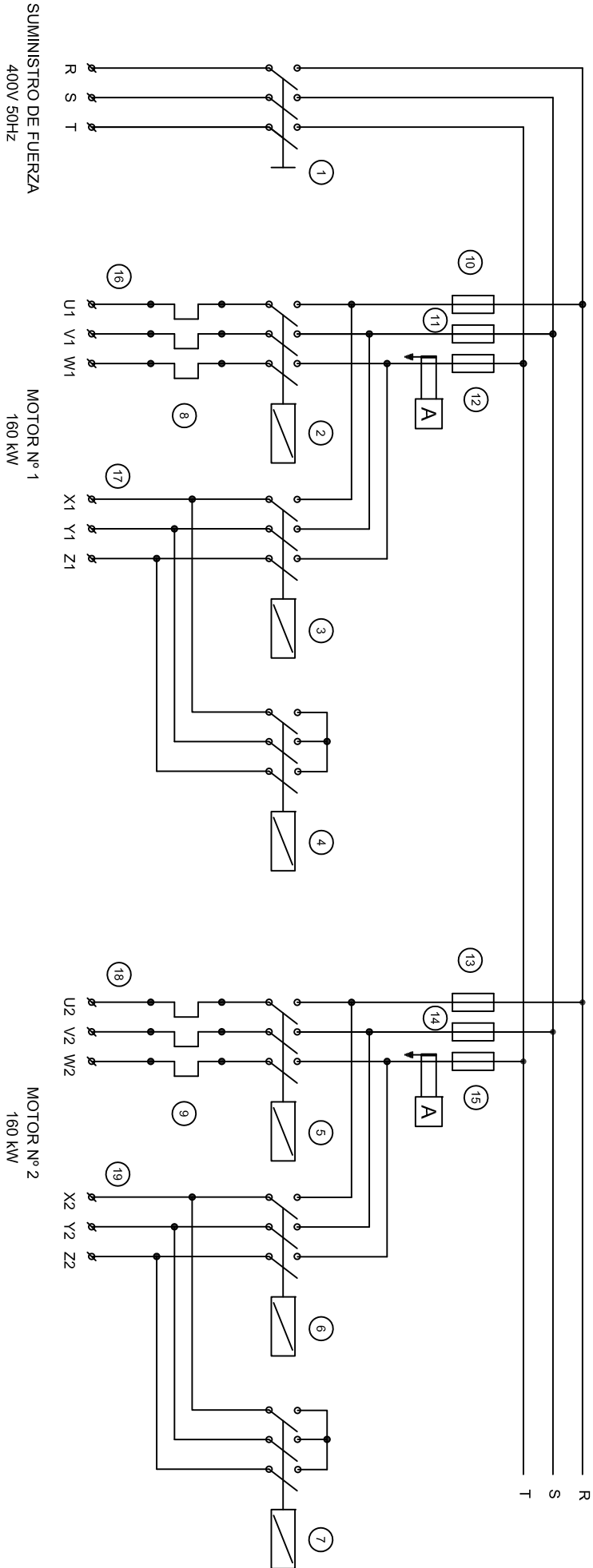


ESCUELA TÉCNICA
 SUPERIOR DE NAUTICA.
 UNICAN

ESCALA: ESQUEMA HIDRÁULICO DE PLANO Nº 21
 S/E VÁLVULA DE CARTUCHO

EL PRESENTE DOCUMENTO ESTÁ GENERADO ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS, SE PRESENTARÁ COMO PLANO EN TRABAJO FIN DE GRADO DE INGENIERÍA MARÍTIMA

1	INTERRUPTOR SECCIONADOR TRIPOLAR
2	CONTACTOR DE LINEA MOTOR N° 1
3	CONTACTOR Δ MOTOR N° 1
4	CONTACTOR Y MOTOR N° 1
5	CONTACTOR DE LINEA MOTOR N° 2
6	CONTACTOR Δ MOTOR N° 2
7	CONTACTOR Y MOTOR N° 2
8	RELE TERMICO MOTOR N° 1
9	RELE TERMICO MOTOR N° 2
10	F1-1. FUSIBLE FASE R MOTOR N° 1
11	F1-2. FUSIBLE FASE S MOTOR N° 1
12	F1-3. FUSIBLE FASE T MOTOR N° 1
13	F2-1. FUSIBLE FASE R MOTOR N° 2
14	F2-2. FUSIBLE FASE S MOTOR N° 2
15	F2-3. FUSIBLE FASE T MOTOR N° 2
16	CABLE FASES RST CONTACTOR DE LINEA A MOTOR N°1
17	CABLE FASES RST CONTACTORES Y/ Δ A MOTOR N°1
18	CABLE FASES RST CONTACTOR DE LINEA A MOTOR N°2
19	CABLE FASES RST CONTACTORES Y/Δ A MOTOR N°2



Proyecto básico del grupo hidráulico principal de un remolcador polivalente dedicado al salvamento y a la lucha anticontaminación				
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01.09.2014	Pedro Piñero Cebrián		
Comprobado				
Escala: Sin escala	CIRCUITO ELECTRICO DE FUERZA		Plano nº 23	
El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Marítima				

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir al astillero, el alcance de trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe ajustar el diseño y la ejecución de la instalación de la central hidráulica del buque referido en la memoria.

4.1.1 CONDICIONES GENERALES

En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente pliego.

El Astillero está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicte.

El contratista deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 mencionada en el párrafo anterior, siempre que no lo modifique el presente pliego. Además, toda equipación y elementos que se instalen deberán cumplir con la normativa vigente que les afecte.

Los requisitos de los mandos y responsabilidades serán los siguientes:

Jefe de obra:

El contratista dispondrá a pies de obra de un técnico cualificado, quien ejercerá como jefe de obra, controlará y organizará los trabajos objeto del proyecto, siendo interlocutor válido frente a la propiedad.

Vigilancias:

El contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

Limpieza:

El contratista mantendrá en todo momento el recinto de la obra libre de la acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros debiendo retirarlos a medida que se produzcan.

El contratista estará obligado a eliminar adecuadamente y por su cuenta en un vertedero autorizado los desechos que se produzcan durante los trabajos a ejecutar.

Al abandonar el trabajo cada día deberán dejarse las zonas de trabajo ordenadas.

Al finalizar la obra, esta se entregará completamente limpia, libre de herramientas andamiajes y materiales sobrantes.

Será por cuenta del contratista el suministro, la distribución y el consumo de todas las energías y fluidos provisionales que sean necesarios para el correcto y normal desarrollo de los trabajos objetos de su oferta

Subcontratación:

El contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas. En todo caso el contratista responderá ante la Dirección Facultativa de la Obra y la Propiedad de la labor del subcontratista como si fuese labor propia.

La propiedad podrá recusar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

Durante la ejecución de las obras, la Propiedad podrá recusar a cualquiera de los subcontratistas que no realice las obras adecuadamente, tanto en calidad como en plazo, lo que notificará por escrito al Contratista. Este deberá sustituir

al subcontratista sin que dicho cambio pueda originar derecho a compensación alguna en cuanto a precio o plazo de obra.

4.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito nacional o autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementaran las indicaciones por los reglamentos y normas citadas.

4.1.3 MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, así como las relativas a la conservación de los mismos atendiendo a las particularidades de un medio hostil como es el marino.

4.1.4 RECEPCION DE MATERIAL

El director de obra de acuerdo con el astillero dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del astillero.

Control de calidad:

Correrá por cuenta del contratista el control de Calidad de la obra de acuerdo a la legislación vigente. El control de calidad comprenderá los siguientes aspectos:

- Control de materias primas
- Control de equipos o materiales suministrados a obra
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas)

Una vez adjudicada la oferta el contratista enviará a la dirección facultativa el Programa Garantía de Calidad de Obra. Todos los materiales deberá ser, como mínimo, de la calidad y características exigidas en los documentos del proyecto.

Si en cualquier momento durante la ejecución de las obras o durante el período de garantía, la Dirección del Proyecto detectase que algún material o unidad de obra no cumple con los requisitos de calidad exigidos, podrá exigir al contratista su demolición y posterior construcción. Todos los costes derivados de estas tareas serán por cuenta del Contratista, quien no tendrá derecho a presentar reclamación alguna por este concepto.

Muestras:

El contratista deberá presentar para su aprobación, muestras de los materiales a utilizar con la antelación suficiente para no retrasar el comienzo de la actividad correspondiente. La dirección del proyecto tiene un plazo de tres días para dar su visto bueno o para exigir el cambio si la pieza presentada no cumpliera todos los requisitos. Si las muestras fueran rechazadas, el contratista deberá presentar nuevas muestras, de tal manera que el plazo de aprobación por parte de la dirección de obra no afecte al plazo de ejecución de la obra. Cualquier retraso que se origine por el rechazo de los materiales será considerado como imputable al Contratista.

4.1.5 ORGANIZACION

El astillero actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas y en general, a todo cunado legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el pliego de condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen estará a cargo del astillero a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad de los accidentes.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares que el astillero considere oportuno llevar a cabo y que no estén reflejados en el presente, solicitará la aprobación previa del director de obra, corriendo por cuenta propia del astillero.

4.1.6 EJECUCION DE OBRAS

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva al Astillero, se comprobarán en presencia del Director de Obra, de un representante del Astillero y del armador del barco, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose la correspondiente Acta de Comprobación del Reglamento.

Dicha Acta, reflejará la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el Acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

El astillero presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que sobre el particular especifique el director de obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a lo mencionado anteriormente.

Cuando en el programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado por el Astillero y el director de obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

El director de proyecto está obligado a confirmar a los superiores del Astillero el comienzo de los trabajos.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el presente proyecto y así se comunicará a la dirección del astillero.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el presente proyecto, no sea el normal, se podrán exigir responsabilidades al director de obra.

4.1.7 INTERPRETACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del proyecto corresponde al técnico Director de Obra. El Astillero está obligado a someter a éste a cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de dar la solución lo antes posible.

El Astillero se hace responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. El Astillero está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aun cuando no se halle explícitamente reflejado en el pliego de

condiciones en los documentos del proyecto. El Astillero notificará por escrito o en persona directamente al director de obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de las mismas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las últimas unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el técnico director de obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

4.1.8 VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideraran como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el director de obra sin verificación del importe contratado.

4.1.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Astillero tiene obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra específicas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en el mismo no figuren explícitamente mencionadas dichas obras, todo ello son variación del importe contratado.

4.1.10. MODIFICACIONES

El Astillero está obligado a realizar las obras que se encarguen resultantes de las posibles modificaciones del proyecto, tanto en aumento como en disminución o simplemente variación.

El director de obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo a su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra.

El Astillero no podrá, en ninguna circunstancia, hacer alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización expresa del director de obra. Tendrá obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresadas en este documento.

4.1.11. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el astillero halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este pliego de condiciones, el director de obra deberá tomar las decisiones que le correspondan para repararlo.

4.1.12. MEDIOS AUXILIARES

Serán por cuenta del astillero todos los medios y maquinarias auxiliares que sean necesarias para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a cumplir todos los reglamentos de seguridad e higiene en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección adecuados para sus operarios.

4.1.13. CONSERVACION DE LAS OBRAS

Es obligación del Astillero la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

4.1.14. SUBCONTRATACION DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que, de su naturaleza y condiciones de deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el Astillero, podrá este concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, previo conocimiento por escrito al director de obra.

4.1.15. RECEPCION DE LAS OBRAS

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Director de Obra y la propiedad en presencia del Astillero, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

Den no ser admitidas, se hará constar en acta y se darán instrucciones al Astillero para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional, sin que esto suponga gasto alguno para la propiedad.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando de la fecha de la recepción provisional, o bien el que establezca el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este periodo, queda a cargo del Astillero la

conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación.

4.1.16 CONTRATACION DEL ASTILLERO

El conjunto de las instalaciones que realizará el Astillero se decidirá una vez estudiado el proyecto y comprobada su viabilidad.

4.1.17 CONTRATO

El contrato se formalizará mediante contrato privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el astillero como el director de obra deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

4.1.18 RESPONSABILIDADES

El Astillero será el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, estará obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su

reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el director de obra haya examinado y reconocido las obras.

El Astillero es el único responsable de todas las contravenciones que se cometa (incluyendo personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que, por errores, inexperiencia o empleo de los métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Astillero es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto a su personal y por lo tanto, de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

4.1.19. RESCISION DEL CONTRATO

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Quiebra del Astillero
2. Modificación del Proyecto con una alteración de más del 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa
4. Suspensión de las obras ya iniciadas
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completarse esta.
7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos
8. Subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

9.

4.2 PLIEGO DE CONDICIONES ECONOMICAS

4.2.1 MEDICIONES Y VALORACIONES DE LAS OBRA

El astillero verificará los planos y efectuará las mediciones correspondientes.

En caso de hallar anomalías reclamará al director de obra.

El astillero se pondrá de acuerdo con el director de obra, volviendo a verificar las anomalías y en su caso se tomarán las medidas oportunas. Tal fin pretende asegurar la continuidad de las obras, sin que falte material para su ejecución y evitando de esta forma posibles retrasos.

4.2.2 ABONO DE LAS OFERTAS

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras realizadas. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.2.3 PRECIOS

El Astillero presentará, la relación de los precios de las, unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto se fijará su precio entre el director de obra y el astillero, antes de iniciar la obra.

4.2.4 REVISION DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el Astillero tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio de Director de Obra alguno de los criterios oficiales aceptados.

4.2.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si por cualquier circunstancia se hiciese necesaria la determinación de algún precio contradictorio, el director de obra lo formulará basándose en los que han servido para la formación del presupuesto de este proyecto.

4.2.6 PENALIZACIONES POR RETRASOS

Por retrasos en los plazos de entrega de las obra, se podrán establecer tablas de señalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato. Estas cuantías podrán, bien ser cobradas a la finalización de las obras, bien ser descontadas de la liquidación final.

4.2.7. LIQUIDACION EN CASO DE RESCISION DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriormente expuestas, o bien por el acuerdo de ambas partes, se abonarán al Astillero las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato, llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación, el período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de la nueva adjudicación.

4.2.8 FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Astillero deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de la obra realizada.

De no estipularse la fianza del contrato, se entiendo que se adoptará como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Astillero se negase a realizar por su cuenta los trabajos por ultimar la obra en las condiciones contratadas o atender la garantía, la propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con

cargo a la retención de la fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad si el importe de fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Astillero en un plazo no superior a treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

4.2.9 GASTOS POR CUENTA DEL ASTILLERO

El astillero tiene la obligación de montar y conservar por su cuenta el adecuado suministro de elementos básicos, como agua, energía eléctrica y cuanto uso personal para las propias obras sea preciso.

Son gastos por cuenta del Astillero, los correspondientes a los materiales, mano de obra y medios auxiliares que se requieran para la correcta ejecución de la obra.

4.2.10 CONSERVACION DE LAS OBRAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTIA

Correrán por cuenta del Astillero los gastos derivados de la conservación de las obras durante el plazo de garantía. En este periodo, las obras deberán estar en perfectas condiciones, condición indispensable para la recepción definitiva de las mismas.

4.2.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Astillero deberá cumplir en todo momento las leyes y regulaciones relativas a la seguridad e higiene en el trabajo. El cumplimiento de éstas, será objeto

de sanción, siguiendo las especificaciones redactadas en el contrato, donde vendrán reflejadas las distintas cuantías en función de la falta detecta.

4.2.12 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS

La propiedad tiene concertada una póliza de responsabilidad civil por daños causados a terceros, en el que figura el astillero como asegurado. Este seguro asegura la responsabilidad civil de los daños causados accidentalmente a terceros con motivo de las obras.

En dicha póliza queda garantizada la responsabilidad civil que pueda serle exigida al astillero por daños físicos y materiales causados a terceros por los empleados del mismo

Queda no obstante excluida toda prestación que deba ser objeto de seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la seguridad social, a los cuales, en ningún caso, esta póliza podrá sustituir y complementar.

Igualmente quedan excluidas las sanciones de cualquier tipo tanto multas, como los recargos en las indemnizaciones exigidas por la legislación laboral.

4.2.13. DEMORAS

Al encargarse el trabajo, se fijará por ambas partes, el programa con la fecha de inicio y terminación.

Sólo se considerarán demoras excusables los retrasos o interrupciones imputables a causas de fuerza mayor tales como huelgas generales, catástrofes naturales etc.

En el caso de que el Astillero incurra en demoras inexcusables, le serán aplicadas las siguientes sanciones:

- Por retraso en la incorporación de personal y otros medios necesarios para la finalización del trabajo: desde un 1/% hasta un máximo de 5% por día de retraso.
- Por retraso en la finalización de los trabajos o retrasos en los trabajos intermedios que expresamente se indiquen: desde un 1% de la facturación de estos encargos con un tope de un 5% por cada día de retraso.
- Por incumplimiento en la limpieza y orden de las instalaciones: 300€ la primera vez, aumentando en otros 300€ las sucesivas hasta un máximo de tres veces, a partir de la cual se procederá a restituir por la propiedad las condiciones de limpieza y orden, cargando el coste al Astillero.
-

4.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

4.3.1. NORMAS A SEGUIR

Las obras a realizar estarán de acuerdo y se regirán por las siguientes normas, además de lo descrito en este pliego de condiciones:

- Reglamentación General de Contratación según Decreto 1098/2001 del 12 de Octubre.
- Artículo 1588 (De las obras por ajuste o precio alzado) y siguientes de Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato que se trate.
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos laborales (08.11.95).
- Reglamento de los Servicios de Prevención. RD 39/97 (17.01.97)

- Norma ISO 1219: Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Símbolos gráficos
- Norma ISO 4406: Calidad del aceite para su filtrado.
- Norma ISO 4413: Transmisiones hidráulicas. Reglas generales para la instalación y la utilización de equipos en los sistemas de transmisión de mando.
- Norma ISO 4572: Efectividad de un filtro según la prueba Multipas
- Norma ISO 2909: Índice de viscosidad.
- Norma DIN 51524: Clasificación de los aceites según su viscosidad.
- Norma DIN 24312: Presiones. Definiciones. Etapas de presión.
- Norma DIN 2391C: Tuberías de acero al carbono estirado sin soldadura en atmósfera de argón .
- Normas de la compañía suministradora de materiales.
- Lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos.
- Reglas del Bureau Veritas

4.3.2. DIRECTOR DE OBRA

El Astillero tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes al director de obra.

El astillero tendrán en la obra, además del personal que requiera el director de obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Astillero, estará obligado a separar de la obra a aquel personal que a juicio del director no cumpla con sus

obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obras de mala fe.

4.3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Se describe de la forma más completa posible, las condiciones que deben de cumplir los materiales que se emplearán en la construcción del proyecto, siendo los más adecuados para su correcto resultado final.

4.3.4. ADMISION Y RETIRADA DE MATERIALES

Todos los materiales empleados en este proyecto, y de los cuales se hará mención, deberán ser de la mejor calidad conocida dentro de su clase.

No se procederá al empleo de los materiales sin que estos sean examinados y aceptados en los términos que prescriben las respectivas condiciones estipuladas para cada clase de material. Esta misión será efectuada por el Director de Obra.

Se cumplirán todos los análisis y pruebas con los materiales e instrumentos de obra que ordenen el Director de Obra.

4.3.5. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno el Director de Obra, podrá encargar y ordenar la comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen o en la misma obra, según crea conveniente, aunque estos no estén indicados en el pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio que el Director de Obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del astillero.

4.4. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

4.4.1. ACEPTACION Y RECHAZO DE LOS MATERIALES E INSTALACION

Todos los materiales cumplirán en pruebas, con la norma UNE e ISO que les correspondan y en su defecto, aquellas normas aplicable a cada tipo de material.

El incumplimiento de cada uno de las normas será motivo del rechazo de material correspondiente.

4.4.2. DISEÑO E INSTALACION DE LAS TUBERIAS

Después de la construcción e instalación de las tuberías, debe ser posible inspeccionar el interior de los tramos críticos de cada circuito.

La tubería deberá trazarse de forma que se tenga un buen acceso a los equipos, tanto para su operación local como para futuros mantenimiento. Por tanto, deberá garantizarse un espacio suficiente que permita el desmontaje de los diferentes elementos que componen el sistema.

El trazado de los circuitos debe diseñarse de forma que se evite la formación de bolsas de aire.

Para evitar una baja caída de presión en la aspiración de las bombas y evitar su cavitación, las aspiraciones deberán estar diseñadas lo más cortas y rectas posibles. Las tuberías tanto de impulsión como de retorno deberán amarrarse correctamente para evitar que se generen vibraciones.

Tanto las tuberías como sus amarres deberán dimensionarse de forma que puedan soportar cargas localizadas y circunstanciales muy por encima de la carga de trabajo soportada normalmente, como por ejemplo, un operario de pie sobre la misma.

En las conexiones de tubería donde se disponga de dilatadores o mangueras flexibles, estos deberán sujetarse en los dos extremos. La distancia entre soportes y la conexión flexible no deberá ser más de cuatro veces el diámetro de la tubería.

4.4.3. VIGILANCIA, PRUEBAS Y ENSAYOS

Durante la obra se proporcionará la construcción y el montaje de los circuitos de los fluidos, bombas, tuberías y accesorios para comprobar que las instalaciones cumplen con las prescripciones y que se está construyendo conforma a los planos aprobados por la Administración.

Pruebas hidráulicas antes de su montaje a bordo:

Antes de montar las bridas u otros elementos de unión, las tuberías se someterán a una prueba hidráulica con una presión por lo menos igual o dos veces a la presión de servicio.

Prueba hidráulica después de su montaje a bordo:

Después de efectuado el montaje, una vez en su lugar los accesorios y realizadas las uniones, se procederá a efectuar una prueba hidráulica donde la presión de prueba será por lo menos igual a 1,5 veces la presión de servicio.

4.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento del Real Decreto 1927/1997 del 24 de Octubre, se incluye en el presente proyecto el Estudio de Seguridad y Salud en las Obras de construcción.

Este estudio de Seguridad y Salud establece, durante el montaje y puesta en marcha de la central hidráulica, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento; y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas al contratista para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de Febrero, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos de edificación y Obras Públicas.

4.5.1 RIESGOS

4.5.1.1. RIESGOS PROFESIONALES

4.5.1.1.1. RIESGOS DURANTE LA REALIZACION DE LA INSTALACION DE LA CENTRAL HIDRAULICA

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas al mismo nivel.

- Heridas punzantes en pies y manos
- Explosiones es incendios (por soldadura eléctrica, sopletes. Etc).
- Sobresfuerzos posturales.
- Quemaduras.
- Cortes y golpes.
- Erosiones y contusiones por manipulación,
- Atropellos por maquinaria.
- Heridas por maquinaria.

4.5.1.1.2. RIESGOS PRODUCIDOS POR AGENTES ATMOSFERICOS.

4.5.1.1.3. RIESGOS ELECTRICOS

- Electrocción.
- Influencias de cargas electromagnéticas.
- Corrientes erráticas.
- Corrientes estáticas.
- Derivados de deficiencias en máquinas o instalación.
- Riesgos de incendios

4.5.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

4.5.2.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.



- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos.
- Botas de seguridad de cuero.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.
- Gafas contra impactos y anti polvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarilla anti polvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguito de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción.

4.5.2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Tapas provisionales para huecos.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Tubo de sujeción cinturón de seguridad.
- Anclajes para tubo.
- Extintores.
- Tomas de tierra.

4.5.3. FORMACION

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los turnos dispongan de algún socorrista.

4.5.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

4.5.4.1. BOTIQUINES

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad Higiene en el Trabajo.

4.5.4.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.

Se deberá informar al Contratista del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) dónde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer a pie de obra, y en un sitio visible de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

4.5.4.3. RECONOCIMIENTO MEDICO

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que serán repetido en el periodo de un año.

4.5.5. DISPOSICIONES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 54/2003, de 12.12.2003).B.O.E Nº 298.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (R.D 843/2011, de 17 de junio). B.O.E del 04.07.2011
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre. B.O.E. del 28.12.1992
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D.842/2002 del 2 de agosto). B.O.E. del 18.09.2002
- Convenio Colectivo Provincial de la Siderometalúrgica.
- Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los Proyectos de Edificación y Obras Públicas (Real Decreto 1927/1997, 24-10-97). B.O.E. 25-10-97.

5. PRESUPUESTO

El presupuesto se desglosa en 3 grandes partidas.

- Partida 1: Tuberías y accesorios.
- Partida 2: Mano de obra.
- Partida 3: Equipos (bombas hidráulicas, filtros, accesorios hidráulicos motores eléctricos, cableado, fusibles y contactores)

5.1. PARTIDA 1: TUBERIAS Y ACCESORIOS

Se distinguen tres apartados.

- Tubería. En el que se contabiliza los metros de ésta y teniendo en cuenta el precio (€) / m, se obtiene el coste de cada una de las líneas de impulsión (P), y retorno (T), en las calidades St 52,4 NBK y St 37.4 respectivamente
- Bridas. Se ha considerado que habrá una brida cada seis metros. Los codos y curvas se harán mediante el doblado de tubos. No habrá codos soldados.
- Abarcones. Serán abrazaderas para tubo AEGI (DIN 3015), de polipropileno.

Líneas	Tubería			
	Ø	metros	€/m	Total (€)
P1	50x5	26,8	22,79	610,772
P2	50x5	28,4	22,79	647,236
P3	50x5	29	22,79	660,91
P4	60x5	61,7	32,24	1989,208
P5	22x2	54,2	5,33	288,886
P6	42X3	14,6	12,64	184,544
P7	42X3	24,6	12,64	310,944
P8	60x5	59,9	32,24	1931,176
P9	60x5	63,1	32,24	2034,344
P10	16x2	14,2	4,85	68,87

Líneas	Ø (mm)	metros	€/m	Total (€)
P11	16x2	29,8	4,85	144,53
P12	50x5	54,9	22,79	1251,171
P13	25x2,5	42,3	7,03	297,369
P14	66 x 8,5	1,7	76,79	130,543
P15	66 x 8,5	2,5	76,79	191,975
P16	73 x 5	3,2	37,39	119,648
P17	56 x 8,5	1,7	64,8	110,16
P18	18 x 2	2,5	4,79	11,975
P19	60 x 6	3,2	35,24	112,768
T1-1	140 x 4,5	24,1	65,97	1589,877
T1-2	140 x 4,5	2,5	65,97	164,925
T1-3	140 x 4,5	2,5	65,97	164,925
T2-1	50 x 3	12,4	12,27	152,148
T2-2	50 x 3	22,5	12,27	276,075
T2-3	73 x 3	4,7	26,15	122,905
T2-4	16 x 2	5,4	4,88	26,352
T2-5	16 x 2	21,4	4,88	104,432
T2-6	22 x 2	6,4	6,21	39,744
T3-1	30 x 2	11,5	8,12	93,38
T3-2	115 x 4	24,7	48,73	1203,631
T3-3	115 x 4	24,3	48,73	1184,139
T4-1	140 x 4,5	57,8	65,97	3813,066
T4-2	115 x 4	8	48,73	389,84
T4-3	115 x 4	2,4	48,73	116,952
T4-4	50 x3	2,2	12,27	26,994
			TOTAL	20.566

Tabla 32: Coste de tubería. Fuente: Elaboración Propia

Líneas	Bridas			
	Tamaño	Nº Bridas	P. unitario	Total (€)
P1	1 1/2" SAE	5	38,6	193
P2	1 1/2" SAE	6	38,6	231,6
P3	1 1/2" SAE	6	38,6	231,6
P4	2" SAE	11	61,32	674,52
P5	1/2" SAE	10	13,92	139,2
P6	1 1/4"SAE	3	30,86	92,58
P7	11/4"SAE	5	30,86	154,3

Líneas	Tamaño	Nº Bidas	P. unitario	Total (€)
P8	2" SAE	10	61,32	613,2
P9	2" SAE	11	61,32	674,52
P10	1/2"SAE	3	8,6	25,8
P11	1/2"SAE	5	8,6	43
P12	1/2"SAE	10	38,6	386
P13	1 1/2" SAE	7	17	119
P14	2" SAE	2	71,32	142,64
P15	2" SAE	2	71,32	142,64
P16	2 1/2"SAE	2	80,6	161,2
P17	1 1/2" SAE	2	62,8	125,6
P18	1/2" SAE	2	10,6	21,2
P19	2" SAE	2	58,96	117,92
T1-1	5" SAE	4	55,4	221,6
T1-2	5"SAE	2	55,4	110,8
T1-3	5"SAE	2	55,4	110,8
T2-1	1 1/2"SAE	2	43,5	87
T2-2	1 1/2"SAE	4	43,5	174
T2-3	2 1/2"SAE	2	49,3	98,6
T2-4	1/2"SAE	2	8,6	17,2
T2-5	1/2"SAE	4	8,6	34,4
T2-6	1/2"SAE	2	13,92	27,84
T3-1	1"SAE	2	15,6	31,2
T3-2	4"SAE	5	48,2	241
T3-3	4"SAE	5	48,2	241
T4-1	5"SAE	10	55,4	554
T4-2	4"SAE	2	48,2	96,4
T4-3	4"SAE	2	48,2	96,4
T4-4	1 1/2"SAE	2	43,5	87
			TOTAL	6.518

Tabla 33:Coste de bridas. Fuente: Elaboración propia.

Líneas	Tamaño	Tornillos		
		Nº Tornillos	P. unitario	Total (€)
P1	M-16	20	1,84	36,8
P2	M-16	24	1,84	44,16
P3	M-16	24	1,84	44,16
P4	M-20	44	3,68	161,92

Líneas	Tamaño	Nº Tornillos	P. unitario	Total (€)
P5	M-8	40	0,26	10,4
P6	M-14	12	1,36	16,32
P7	M-14	20	1,36	27,2
P8	M-20	40	3,68	147,2
P9	M-20	44	3,68	161,92
P10	M-8	12	0,26	3,12
P11	M-8	20	0,26	5,2
P12	M-8	40	0,26	10,4
P13	M-16	28	1,84	51,52
P14	M-20	8	3,69	29,52
P15	M-20	8	3,68	29,44
P16	M-24	8	5,32	42,56
P17	M-16	8	1,84	14,72
P18	M-8	8	0,26	2,08
P19	M-20	8	3,68	29,44
T1-1	M-16	16	1,84	29,44
T1-2	M-16	4	1,84	7,36
T1-3	M-16	4	1,84	7,36
T2-1	M-12	4	0,88	3,52
T2-2	M-12	16	0,88	14,08
T2-3	M-12	4	0,88	3,52
T2-4	M-8	4	0,26	1,04
T2-5	M-8	16	0,26	4,16
T2-6	M-8	4	0,26	1,04
T3-1	M-10	4	0,5	2
T3-2	M-16	20	3,68	73,6
T3-3	M-16	20	3,68	73,6
T4-1	M-16	40	3,68	147,2
T4-2	M-16	8	3,68	29,44
T4-3	M-16	8	3,68	29,44
T4-4	M-12	8	0,88	7,04
			TOTAL	1301,92

Tabla 34: Coste de tornillería. Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. BALANCE FINAL PARTIDA 1

	PARTIDA 1
TUBERIA	20.566,41
BRIDAS	6.518,76
TORNILLOS	1.301,92
ABARCONES	1.767,32
TOTAL	30.154,41

Tabla 35: Balance final partida 1. Fuente: Elaboración Propia.

5.2. PARTIDA 2: MANO DE OBRA

5.2.1 INSTALACION Y MONTAJE DE TUBERIA

Para presupuestar la mano de obra referente a la instalación y el montaje de la tubería, el trabajo se divide en tres partes:

- Elaboración.
- Soldadura.
- Fabricación.

Cada fase tiene un precio en función del diámetro nominal de la tubería y del material de las mismas. En este proyecto las tuberías son de acero al carbono DIN -2391C NBK. El tipo de soldadura es la TIG, lo que hace necesarias, las pruebas de rayos X.

La tabla que sigue a continuación, muestra la relación de tarifas de cada proceso.

Consumibles (€)	FABRICACION	€/Pulgada
0,62	Tubo Acero al carbono " SEM"	7,57
2,01	Tubo Acero al carbono "TIG"	8,77
2,18	Tubo Cunifer "TIG"	7,33
1,57	Tubo Acero Inoxidable "TIG"	9,6
Consumibles (€)	SOLDADURA	€/Pulgada
0,62	Tubo Acero al carbono " SEM"	3,23
2,01	Tubo Acero al carbono "TIG"	3,86
2,18	Tubo Cunifer "TIG"	3,09
1,57	Tubo Acero Inoxidable "TIG"	3,14
Consumibles (€)	ELABORACION	€/Pulgada
0,62	Tubo Acero al carbono " SEM"	4,34
2,01	Tubo Acero al carbono "TIG"	4,91
2,18	Tubo Cunifer "TIG"	4,24
1,57	Tubo Acero Inoxidable "TIG"	6,46

Tabla 36: Tarifas procesos de instalación de tubería: Fuente " Islas Industries".

- Fase de elaboración:

Se realizan los trabajos de corte, doblado y acondicionamiento de los tubos para la soldadura.

Presupuesto de elaboración: metros de tubería x DN (pulgadas) x (€/pulgadas + consumibles).

Según la tabla 35: €/pulgadas + consumibles = 5,53

Líneas	Fase de elaboración de tubería			
	Ø en pulgadas	metros	€/pulgada + Consumibles	Total (€)
P1	1 1/2"	26,8	5,53	222,3
P2	1 1/2"	28,4	5,53	235,5

Líneas	Ø en pulgadas	metros	€/pulgada + Consumibles	Total (€)
P3	1 1/2"	29	5,53	240,5
P4	2"	61,7	5,53	682,4
P5	1/2"	54,2	5,53	149,8
P6	1 1/4"	14,6	5,53	100,9
P7	1 1/4"	24,6	5,53	170
P8	2"	59,9	5,53	662,4
P9	2"	63,1	5,53	697,8
P10	1/2"	14,2	5,53	39,2
P11	1/2"	29,8	5,53	82,3
P12	1/2"	54,9	5,53	151,8
P13	1 1/2"	42,3	5,53	350,8
P14	2"	1,7	5,53	18,8
P15	2"	2,5	5,53	27,6
P16	2 1/2"	3,2	37,39	44,2
P17	1 1/2"	1,7	5,53	14,1
P18	1/2"	2,5	5,53	6,91
P19	2"	3,2	5,53	35,3
T1-1	5"	24,1	5,53	666,3
T1-2	5"	2,5	5,53	69,1
T1-3	5"	2,5	5,53	69,1
T2-1	1 1/2"	12,4	5,53	102,8
T2-2	1 1/2"	22,5	5,53	186,6
T2-3	2 1/2"	4,7	5,53	64,9
T2-4	1/2"	5,4	5,53	14,9
T2-5	1/2"	21,4	5,53	59,2
T2-6	1/2"	6,4	5,53	17,6
T3-1	1"	11,5	5,53	63,6
T3-2	4"	24,7	5,53	546,3
T3-3	4"	24,3	5,53	537,5
T4-1	5"	57,8	5,53	1598,2
T4-2	4"	8	5,53	177
T4-3	4"	2,4	5,53	53,1
T4-4	1 1/2"	2,2	5,53	18,2
			TOTAL	8178,3

Tabla 37: Costes fase elaboración de tubería. Fuente: Elaboración propia.

- Fase de soldadura:

Una vez cortados los tubos, preparados y conformados se sueldan las
bridas

Presupuesto de soldadura: número de bridas x DN (pulgadas) x
(€/pulgadas + consumibles).

Según la tabla 35: €/pulgadas + consumibles = 5,87

Líneas	Fase de soldadura			
	Tamaño	Nº Bidas	P. unitario	Total (€)
P1	1 1/2"	5	5,87	44,025
P2	1 1/2"	6	5,87	52,83
P3	1 1/2"	6	5,87	52,83
P4	2"	11	5,87	129,14
P5	1/2"	10	5,87	88,05
P6	1 1/4"	3	5,87	22,0125
P7	1 1/4"	5	5,87	36,6875
P8	2"	10	5,87	117,4
P9	2"	11	5,87	129,14
P10	1/2"	3	5,87	8,805
P11	1/2"	5	5,87	14,675
P12	1/2"	10	5,87	29,35
P13	1 1/2"	7	5,87	61,635
P14	2"	2	5,87	23,48
P15	2"	2	5,87	23,48
P16	2 1/2"	2	5,87	29,35
P17	1 1/2"	2	5,87	17,61
P18	1/2"	2	5,87	5,87
P19	2"	2	5,87	23,48
T1-1	5"	4	55,4	1108
T1-2	5"	2	5,87	58,7
T1-3	5"	2	5,87	58,7
T2-1	1 1/2"	2	5,87	17,61
T2-2	1 1/2"	4	5,87	35,22
T2-3	2 1/2"	2	5,87	29,35
T2-4	1/2"	2	5,87	5,87
T2-5	1/2"	4	5,87	11,74

Líneas	Tamaño	Nº Bidas	P. unitario	Total (€)
T2-6	1/2"	2	5,87	5,87
T3-1	1"	2	5,87	11,74
T3-2	4"	5	5,87	117,4
T3-3	4"	5	5,87	117,4
T4-1	5"	10	55,4	2770
T4-2	4"	2	48,2	385,6
T4-3	4"	2	48,2	385,6
T4-4	1 1/2"	2	43,5	130,5
			TOTAL	6159,15

Tabla 38: Costes fase soldadura tubería.

Junto a la fase de soldadura se adjunta el coste de la comprobación con rayos X que es un 20% del de la soldadura, por tanto el importe sería $6159,15 \times 20 = 1231,83$ €.

Precio total de la fase de soldadura : $6159,15 + 1231,83 = 7390,98$ € .

Fase de fabricación:

Montaje en el buque de las tuberías previamente acondicionadas.

Presupuesto de fabricación: metros de tubería x DN (pulgadas) x (€/pulgadas + consumibles).

Se considera que en esta fase no hay coste de consumibles. Según tabla 35: €/pulgada = 8,77

Líneas	Tubería			
	Ø en pulgadas	metros	€/m	Total (€)
P1	1 1/2"	26,8	8,77	352,554
P2	1 1/2"	28,4	8,77	373,602
P3	1 1/2"	29	8,77	381,495
P4	2"	61,7	8,77	1082,218
P5	1/2"	54,2	8,77	713,001
P6	1 1/4"	14,6	8,77	160,0525
P7	1 1/4"	24,6	8,77	269,6775

Líneas	Ø en pulgadas	metros	€/m	Total (€)
P8	2"	59,9	8,77	1050,646
P9	2"	63,1	8,77	1106,774
P10	1/2"	14,2	8,77	62,267
P11	1/2"	29,8	8,77	130,673
P12	1/2"	54,9	8,77	240,7365
P13	1 1/2"	42,3	8,77	556,4565
P14	2"	1,7	8,77	29,818
P15	2"	2,5	8,77	43,85
P16	2 1/2"	3,2	8,77	70,16
P17	1 1/2"	1,7	8,77	22,3635
P18	1/2"	2,5	8,77	10,9625
P19	2"	3,2	8,77	56,128
T1-1	5"	24,1	8,77	1056,785
T1-2	5"	2,5	8,77	109,625
T1-3	5"	2,5	8,77	109,625
T2-1	1 1/2"	12,4	8,77	163,122
T2-2	1 1/2"	22,5	8,77	295,9875
T2-3	2 1/2"	4,7	8,77	103,0475
T2-4	1/2"	5,4	8,77	23,679
T2-5	1/2"	21,4	8,77	93,839
T2-6	1/2"	6,4	8,77	28,064
T3-1	1"	11,5	8,77	100,855
T3-2	4"	24,7	8,77	866,476
T3-3	4"	24,3	8,77	852,444
T4-1	5"	57,8	8,77	2534,53
T4-2	4"	8	8,77	280,64
T4-3	4"	2,4	8,77	84,192
T4-4	1 1/2"	2,2	8,77	28,941
TOTAL				13445,2

Tubería				
Líneas	Ø en pulgadas	metros	€/m	Total (€)
P1	1 1/2"	26,8	8,77	352,554
P2	1 1/2"	28,4	8,77	373,602
P3	1 1/2"	29	8,77	381,495
P4	2"	61,7	8,77	1082,218

Líneas	Ø en pulgadas	metros	€/m	Total (€)
P5	1/2"	54,2	8,77	713,001
P6	1 1/4"	14,6	8,77	160,0525
P7	1 1/4"	24,6	8,77	269,6775
P8	2"	59,9	8,77	1050,646
P9	2"	63,1	8,77	1106,774
P10	1/2"	14,2	8,77	62,267
P11	1/2"	29,8	8,77	130,673
P12	1/2"	54,9	8,77	240,7365
P13	1 1/2"	42,3	8,77	556,4565
P14	2"	1,7	8,77	29,818
P15	2"	2,5	8,77	43,85
P16	2 1/2"	3,2	8,77	70,16
P17	1 1/2"	1,7	8,77	22,3635
P18	1/2"	2,5	8,77	10,9625
P19	2"	3,2	8,77	56,128
T1-1	5"	24,1	8,77	1056,785
T1-2	5"	2,5	8,77	109,625
T1-3	5"	2,5	8,77	109,625
T2-1	1 1/2"	12,4	8,77	163,122
T2-2	1 1/2"	22,5	8,77	295,9875
T2-3	2 1/2"	4,7	8,77	103,0475
T2-4	1/2"	5,4	8,77	23,679
T2-5	1/2"	21,4	8,77	93,839
T2-6	1/2"	6,4	8,77	28,064
T3-1	1"	11,5	8,77	100,855
T3-2	4"	24,7	8,77	866,476
T3-3	4"	24,3	8,77	852,444
T4-1	5"	57,8	8,77	2534,53
T4-2	4"	8	8,77	280,64
T4-3	4"	2,4	8,77	84,192
T4-4	1 1/2"	2,2	8,77	28,941
			TOTAL	13445,2

5.2.1.1. BALANCE FINAL MANO DE OBRA DE LA INSTALACION Y MONTAJE DE LA TUBERIA

CONCEPTO	IMPORTE (€)
Elaboración	8178,3
Soldadura	6159,15
Fabricación	13445,2
TOTAL	27.783

Tabla 39: Bance final mano de obra de la instalación y montaje de la tubería. Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. DIRECCION DE OBRA

Se calcula que la obra durará unos 45 días, a razón de 8 horas / día, lo que supone 360 h.

	PRECIO (€/h)	TIEMPO (h)	TOTAL (€)
Director de obra	35	360	12.600
Técnico Auxiliar	25	360	9.000
Total			21.600

Tabla 40 : Costes dirección de obra. Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

Para la puesta en marcha de la instalación se cuenta con los siguientes operarios:

- Un mecánico montador y un ayudante de mecánico para la interconexión de los distintos equipos hidráulicos. Tiempo estimado de ejecución; 2 semanas: 80 h. (2semanas x 5 días/semana x 8h/día).
- Un electricista para la conexión de los motores eléctricos que accionan las bombas hidráulicas y los distintos sensores al cuadro eléctrico. Tiempo estimado de ejecución; 3 días: 24h. (3 días x 8h/día).
- Un técnico de prueba para los distintos ajustes de funcionamiento y limpieza del circuito. Tiempo estimado de ejecución,3 días: 24h (3 días x 8h/día).
- Un técnico para la formación del personal que va estar a cargo de la instalación. Tiempo estimado de ejecución: 3 horas.

CONCEPTO	PRECIO (€/h)	TIEMPO (h)	TOTAL (€)
Mano de obra mecánico montador	20	80	1.600
Mano de obra ayudante mecánico	14	80	1.120
Mano de obra montaje eléctrico	25	24	600
Mano de obra técnico de prueba	25	24	600
Formación del personal a cargo de la instalación	25	3	75
TOTAL			3.995

Tabla 41: Costes de puesta en marcha de la instalación. Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. BALANCE FINAL PARTIDA 2

CONCEPTO	TOTAL (€)
Instalación, montaje y elaboración de tuberías	27.783
Dirección de la obra	21.600
Puesta en marcha	3.995
TOTAL	53.378

Tabla 42: Balance final partida 2: Mano de obra. Fuente: Elaboración propia.

5.3. PARTIDA 3: EQUIPOS

En este apartado se contabiliza de una manera pormenorizada el coste de todos los elementos que constituyen los diversos equipos del grupo hidráulico. En las celdas de la columna “descripción” aparece una numeración cuyo significado es el siguiente: Las dos primeras cifras corresponden al nº de plano. El resto a la marca dentro del plano.

5.3.1 EQUIPOS HIDRAULICOS

COSTES EQUIPOS HIDRAULICOS						
Posición	Cantidad	Descripción	Referencia	Fabricante	€/unidad	Total (€)
22.14	1	Bloque bombas OR		PINE	3280	3280
22.14.1	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.14.2	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.14.3	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.14.4	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.14.5	1	cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.14.6	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.14.7	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.14.8	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.14.9	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199

Posición	Cantidad	Descripción	Referencia	Fabricante	€/unidad	Total (€)
22.14.10	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.14.11	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.14.12	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.14.13	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.14.14	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.14.15	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.14.16	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.14.17	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.14.18	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.14.19	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.14.20	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.14.21	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.14.22	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.14.23	1	cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.14.24	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.14.25	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.14.26	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.14.27	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.15	1	Bloque Pórtico/Pines de remolque		PINE	2850	2850
22.15.1	1	Cartridge NG40	CE040C04S00N	PARKER	443	443
22.15.2	1	Cover NG40	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.15.3	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.15.4	1	Pressure reducing cartridge NG40	1818509216	BOSCH	340	340
22.15.5	1	Cover NG40	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.15.6	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.15.7	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.15.8	1	Cover NG40	CE040BN99N	PARKER	468	468
22.15.9	1	Cartridge NG40	CE040C08S00N	PARKER	492	492
22.15.10	1	CARTRIDGE NG16	CE016C04S00N	PARKER	144	144
22.15.11	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.15.12	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.15.13	1	Pressure reducing cartridge NG16	1 818 509 342	BOSCH	230	230
22.15.14	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.15.15	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.15.16	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.15.17	1	Cover NG16	CE016BN99N	PARKER	247	247
22.15.18	1	Cartridge NG16	CE025C04S00N	PARKER	171	171
22.16	1	Bloque bombas OR Portátiles		PINE	2300	2300
22.16.1	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199

Posición	Cantidad	Descripción	Referencia	Fabricante	€/unidad	Total (€)
22.16.2	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.16.3	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.16.4	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.16.5	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.16.6	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.16.7	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.16.8	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.16.9	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.16.10	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.16.11	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.16.12	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.16.13	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.16.14	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.16.15	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.16.16	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.16.17	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.16.18	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.17	1	Bloque cabestrantes		PINE	2600	2600
22.17.1	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.17.2	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.17.3	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.17.4	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.17.5	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.17.6	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.17.7	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.17.8	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.17.9	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.17.10	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.17.11	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.17.12	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.17.13	1	Pressure reducing cartridge NG25	1818509344	BOSCH	280	280
22.17.14	1	Cover NG25	C025CA9999N	PARKER	320	320
22.17.15	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.17.16	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.17.17	1	Cover NG25	CEO25BN99N	PARKER	290	290
22.17.18	1	Cartridge NG25	CE025C04S00N	PARKER	199	199
22.18	1	Bloque devanaderas		PINE	1830	1830
22.18.1	1	CARTRIDGE NG16	CE016C04S00N	PARKER	144	144
22.18.2	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285

Posición	Cantidad	Descripción	Referencia	Fabricante	€/unidad	Total (€)
22.18.3	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.18.4	1	Pressure reducing cartridge NG16	1 818 509 342	BOSCH	230	230
22.18.5	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.18.6	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.18.7	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.18.8	1	Cover NG16	CE016BN99N	PARKER	247	247
22.18.9	1	Cartridge NG16	CE025C04S00N	PARKER	171	171
22.18.10	1	Cartridge NG16	CE016C04S00N	PARKER	144	144
22.18.11	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.18.12.	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.18.13	1	Pressure reducing cartridge NG16	1 818 509 342	BOSCH	230	230
22.18.14	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.18.15	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.18.16	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.18.17	1	Cover NG16	CE016BN99N	PARKER	247	247
22.18.18	1	Cartridge NG16	CE025C04S00N	PARKER	171	171
22.19	1	Bloque Skimmer/Pines de remolque		PINE	2800	2800
22.19.1	1	CARTRIDGE NG32	CE032C04S00N	PARKER	274	274
22.19.2	1	Cover NG32	C032CA9999N	PARKER	420	420
22.19.3	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.19.4	1	Pressure reducing cartridge NG32	1 818 509 347	BOSCH	390	390
22.19.5	1	Cover NG32	C032CA9999N	PARKER	420	420
22.19.6	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.19.7	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.19.8	1	Cover NG32	CE032BN99N	PARKER	375	375
22.19.9	1	Cartridge NG32	CE032C08S00N	PARKER	311	311
22.19.10	1	CARTRIDGE NG16	CE016C04S00N	PARKER	144	144
22.19.11	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.19.12	1	Directional control valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	246	246
22.19.13	1	Pressure reducing cartridge NG16	1 818 509 342	BOSCH	230	230
22.19.14	1	Cover NG16	C016CA9999N	PARKER	285	285
22.19.15	1	Pressure reducing valve NG6	D1VW20BNJW	PARKER	427	427
22.19.16	1	Relief valve NG6	DSDA-100-2-P07K	PARKER	402	402
22.19.17	1	Cover NG16	CE016BN99N	PARKER	247	247
22.19.18	1	Cartridge NG16	CE025C04S00N	PARKER	171	171
22.20	1	Filtro de impulsión nº 1	100P105Q BT3MF241	PARKER	2187	2187
22.21	1	Manifold líneas de impulsión		PINE	1380	1380
22.22	1	Filtro de impulsión nº 2	100P105Q BT3MF241	PARKER	2187	2187
22.23.1	1	Bomba hidráulica nº 1	PV180R1K1T1NFT1	PARKER	9817	9817

Posición	Cantidad	Descripción	Referencia	Fabricante	€/unidad	Total (€)
22.24.1	1	Bomba hidráulica nº 2	PV180R1K1T1NFT1	PARKER	9817	9817
22.25	1	Manifold línea de retorno		PINE	1150	1150
22.26	1	Enfriador de aceite	0C10x20-130	GEA	4850	4850
22.27	1	Filtro línea de retorno	BGT1510QBS1ER48E	PARKER	1317	1317
22.28	1	Tanque de retorno		PINE	2820	2820
					TOTAL	86.437

Tabla 43: Coste de equipos hidráulicos. Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 EQUIPOS ELECTRICOS

Posición	Cantidad	Descripción	Referencia	Fabricante	€/unidad	Total
22.23.2	1	Motor eléctrico nº 1	LS 315 MR	LEROY SOMER	7561	7561
22.24.2	1	Motor eléctrico nº 2	LS 315 MR	LEROY SOMER	7561	7561
23.1	1	Interruptor seccionador tripolar manual	OT630EO3P	ABB	567	567
23.2	1	Contactador K1L	LC1F330	TELEMECANIQUE	1029	1029
23.3	1	Contactador K1Δ	LC1F330	TELEMECANIQUE	1029	1029
23.4	1	Contactador K1γ	LC1F330	TELEMECANIQUE	1029	1029
23.5	1	Contactador K2L	LC1F330	TELEMECANIQUE	1029	1029
23.6	1	Contactador K2Δ	LC1F330	TELEMECANIQUE	1029	1029
23.7	1	Contactador K2γ	LC1F330	TELEMECANIQUE	1029	1029
23.8	1	Relé térmico e1	LR9F7375	TELEMECANIQUE	421	421
23.9	1	Relé térmico e2	LR9F7375	TELEMECANIQUE	421	421
23.10	1	Fusible de cuchilla 315 A	17870	LEGRAND	10	10
23.11	1	Fusible de cuchilla 315 A	17870	LEGRAND	10	10
23.12	1	Fusible de cuchilla 315 A	17870	LEGRAND	10	10
23.12	1	Fusible de cuchilla 315 A	17870	LEGRAND	10	10
23.14	1	Fusible de cuchilla 315 A	17870	LEGRAND	10	10
23.15	1	Fusible de cuchilla 315 A	17870	LEGRAND	10	10
23.16	1	Cable tripolar 3 x 185 mm2 (6 metros)	BQZ3x185	TECNICAS DEL CABLE	384	384
23.17	1	Cable tripolar 3 x 185 mm2 (6 metros)	BQZ3x185	TECNICAS DEL CABLE	384	384
23.18	1	Cable tripolar 3 x 185 mm2 (6 metros)	BQZ3x185	TECNICAS DEL CABLE	384	384
23.19	1	Cable tripolar 3 x 185 mm2 (6 metros)	BQZ3x185	TECNICAS DEL CABLE	384	384
					TOTAL	24.301

Tabla 44: Coste de equipos eléctricos. Fuente: Elaboración propia

5.3.3. BALANCE FINAL PARTIDA 3

CONCEPTO	TOTAL (€)
Equipos hidráulicos	86.437
Equipos eléctricos	24.301
TOTAL	110.738

Tabla 45: Balance final partida3. Fuente: Elaboración propia.

5.4. BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO

- Presupuesto de Ejecución del Material (PEM):

CONCEPTO	TOTAL (€)
Partida 1	30.154
Partida 2	53.378
Partida 3	110.738
Total PEM	194.270

Tabla 46: Presupuesto de Ejecución de Materia. Fuente: Elaboración propia.

- Presupuesto General:

CONCEPTO	IMPORTE
Presupuesto de Ejecución del material (PEM)	194.270
(10/% PEM) Gastos Generales, licencias y trámites	19.427
(5% PEM) Honorarios del proyecto	9.713
21/% PEM) IVA	40.796
Presupuesto General para Conocimiento del Cliente	264.206

Tabla 47: Presupuesto General. Fuente: Elaboración propia.

El Presupuesto General para conocimiento del Cliente asciende a la cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS SEIS EUROS.

En Santander, a 4 de Septiembre de 2014

Pedro Piñero Cebrián