

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



PROYECTO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL
QUIMICO

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA Y
ECONOMICA PARA SITIO DE
ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS
PELIGROSAS**

Francisco Eduardo Poblete Gómez

Profesores Guías:

Luis Vega Alarcón
Jaime Morales Saavedra

2014

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Francisco y Teresa, a mi hermana Beatriz, quienes confiaron y me apoyaron de forma incondicional a seguir adelante en el sueño que un día decidí comenzar y que hoy se hace realidad.

A mi polola Andrea y a su familia por todo el apoyo brindado en este proceso.

A Gonzalo por sus consejos y enseñanzas de forma desinteresada y a Celta-GDS por darme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis.

A Mis Tutores Don Jaime Morales y Don Luis Vega por su total apoyo.

Y a todos aquellos que durante todos estos años me han apoyado....

RESUMEN

La finalidad de este trabajo de tesis, es evaluar la Pre-factibilidad técnica-económica para la implementación de un sitio de almacenaje de sustancias peligrosas para la empresa Celta Servicios Portuarios Chile Ltda, ubicada en la provincia de San Antonio.

Para evaluar la prefactibilidad técnica- económica primero se investigó como se ha comportado el mercado de las importaciones de sustancias peligrosas sólidas a granel, específicamente: Ferrosilicio, Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio a nivel nacional y local, con el fin de establecer proyecciones de importaciones para la implementación del nuevo servicio en cuestión.

Además se establecieron proyecciones para almacenaje de sustancias líquidas a granel de acuerdo al servicio de muellaje que presta Celta-GDS a sus clientes correspondientes a: Ortoxileno, Isobutanol y 2 Etil-Hexanol.

Para el desarrollo de la evaluación técnica, se realizó un Check list con los artículos de importancia para el almacenaje de sustancias peligrosas sólidas y líquidas a granel, que se almacenarán en bodegas y en estanques respectivamente de acuerdo al Decreto Supremo 78, el cual regula estas prácticas a nivel nacional. Además se desarrolló el diseño básico de los estanques para almacenamiento de líquidos a granel, junto con el dimensionamiento de equipos de impulsión necesarios para el desarrollo de las operaciones de almacenaje y despacho de sustancias peligrosas. Adicionalmente se analizó los aspectos ambientales que podrían tener algún impacto negativo en el desarrollo de las operaciones de almacenaje de sustancias peligrosas de acuerdo a lo establecido en el reglamento del sistema de impacto ambiental.

Finalmente se desarrolló un análisis económico seleccionando una tarifa mínima diaria de 0,5 US\$/M³/Día para el almacenaje en estanques de líquidos a granel y 2,7 US\$/Ton/Día para el almacenaje en bodega para sólidos a granel, los indicadores obtenidos reflejan resultados positivos, obteniendo un Valor Actual Neto (VAN) de 717,86 UF, y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 21,3%.

En consecuencia, analizados los indicadores económicos, se concluye que es recomendable invertir en el proyecto del sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
ÍNDICE	iii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE GRAFICOS	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes de la Empresa y Problemática a Resolver	1
1.1.1 Antecedentes Generales de la Empresa	1
1.1.2 Presentación de la Empresa.....	1
1.1.3 Organigrama Administrativo	2
1.1.4 Problemática a Resolver	3
1.2 Objetivo	4
1.2.1 Objetivos Específicos	4
1.3 Descripción de objetivos específicos	5
2. ANTECEDENTES GENERALES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	6
2.1 Definición de sustancia peligrosa.....	6
2.2 Clasificación oficial de sustancias peligrosas	7
3. MARCO LEGAL APLICABLE	8
4. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA.....	11
4.1 Resumen de los competidores actuales.....	11
4.2 Análisis FODA	13
4.2.1 Fortalezas	13
4.2.2 Oportunidades.....	13
4.2.3 Debilidades	14
4.2.4 Amenazas	14
5. ESTUDIO DE MERCADO: MERCADO OBJETIVO Y PROVEEDORES	15
5.1 Objetivo del Estudio de Mercado	15
5.2 Descripción del Mercado Objetivo.....	15

5.3 Mercado Actual.....	16
5.3.1 Importaciones Nacionales	17
5.3.2 Importaciones Nacionales de Solidos a granel	17
5.4 Mercado local de solidos a granel.....	19
5.4.1 Importaciones a traves del Puerto de San Antonio de solidos a granel.	19
5.5 Estimacion de Producto Interno Bruto Sectorial Industria Quimica Chilena.....	22
5.5.1 Estimacion de Producto Interno Bruto Total de Chile.....	23
5.6 Estimaciones y Proyecciones de Solidos a granel a Almacenar.....	23
5.7 Estimaciones y Proyecciones de líquidos a granel a Almacenar	26
6. ESTUDIO TECNICO	30
6.1 Descripción de las Operaciones.....	30
6.1.1 Servicio de Almacenaje Bodega.....	30
6.1.2 Procedimiento General para ingreso de Camiones a Sitio de Almacenamiento....	31
6.1.3 Servicio Almacenaje Estanques	32
6.1.3.1 Operación de Descarga.....	32
6.1.3.2 Operación de Carga	34
6.2 Localización de proyecto	36
6.3 Lay-Out.....	36
6.3.1 Diagramas de Flujo	38
6.4 Equipos.....	40
6.4.1 Equipos para Operaciones con solidos	40
6.4.2 Equipos para Operaciones con líquidos	40
6.4.1 Sistema contra incendios	41
6.5. Check List para el cumplimiento del Reglamento de Almacenamiento de sustancias peligrosas (D.S 78)	42
6.5.1 Bodega para Solidos inflamables a granel: Ferrosilicio.....	42
6.5.2 Bodega para Solidos Corrosivos a granel: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio.....	49
6.5.1 Estanques para líquidos inflamables a granel	57
7. Dimensionamiento Bodegas.....	60
7.1 Bodega N° 1: Ferrosilicio	61

7.2 Bodega N° 2: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio	61
8. Dimensionamiento de Estanques	62
8.1 Diseño de Estanques.....	63
8.1.1 Accesorios para tanque.....	63
8.1.1.1 Manhole del Cuerpo	63
8.1.1.2 Boquillas de Entrada y Salida	64
8.1.2 Datos y condiciones generales del diseño.....	64
8.1.3 Determinación del número de anillos.....	65
8.1.4 Calculo Espesor de anillos del cuerpo del tanque	65
8.1.4.1 Calculo del primero anillo	66
8.1.4.2 Calculo del segundo anillo.....	66
8.1.4.3 Calculo del tercer anillo	67
8.1.4.4 Calculo del cuarto anillo	68
8.2 Calculo fondo del tanque.....	69
8.3 Calculo de espesor de techo del tanque.....	69
8.4 Requerimientos para el diseño de escaleras helicoidales.....	71
8.5 Resumen del dimensionamiento para el diseño del tanque.....	72
8.5 Momento de Volteo	73
8.7 Masa efectiva contenida en el tanque	74
8.8 Coeficientes de fuerzas laterales.....	75
8.9 Resistencia a la Volcadura respecto del fondo del tanque.....	78
8.10 Resistencia a la volcadura respecto del cuerpo del tanque	78
8.11 Compresión máxima permisible del cuerpo	80
8.12 Presión del viento.....	82
8.13 Válvulas de seguridad	85
8.13.1 Dimensionamiento de Válvula Blanketing.....	86
9. Dimensionamiento Pretil	88
9.1 Pretil de contención para estanques.....	88
9.2 Pretil de contención para Zona de carga/descarga de camiones.....	90
10. Dimensionamiento equipos de impulsión	91
10.1 Descarga desde camión hacia estanque (TK1)	93
10.1.1 Calculo perdidas de carga para Descarga (TK1)	93

10.1.2	Calculo perdidas de carga para Succión (TK1).....	95
10.1.3	Calculo Balance de Energía desde camión hacia estanque (TK1).....	97
10.1.4	Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia estanque (TK1).....	98
10.2	Descarga desde estanque hacia camión (TK1)	99
10.2.1	Calculo perdidas de carga para descarga (TK1).....	99
10.2.2	Calculo perdidas de carga para Succión (TK1).....	101
10.2.3	Calculo Balance de Energía desde Estanques hacia camión (TK1)	103
10.2.4	Calculo Potencia de Bomba desde estanques hacia camión (TK1)	104
11.	ESPECIFICACION DE SERVICIOS	105
11.1	Requerimiento y Abastecimiento de Agua	105
11.2	Requerimientos de Electricidad.....	105
11.3	Requerimiento de Combustible	106
12.	CONSUMO DE ENERGIA.....	106
13.	PERSONAL.....	107
14.	ASPECTOS AMBIENTALES	109
14.1	Emisiones Atmosféricas.....	109
14.2	Emisiones de ruido.	109
14.3	Residuos Líquidos (Riles y Aguas Servidas).....	109
14.4	Residuos Solidos	110
14.5	Antecedentes que justifican que el proyecto no requiere presentar un Estudio de Impacto Ambiental	110
15.	ESTUDIO ECONOMICO	111
15.1	Bases de la Evaluación Económica	111
15.2	Vida Útil del Trabajo de Tesis	111
15.3	Mercado Objetivo.....	112
15.3.1	Riesgos Asociados	112
15.4	Costos y Proyección	113
15.4.1	Servicios.....	113
15.4.2	Energía Eléctrica	113
15.4.3	Agua.....	114

15.4.4. Gas Licuado de Petróleo	115
15.5 Costos Totales.....	115
15.5.1 Insumos.....	116
15.5.2 Equipos de Seguridad	116
15.5.3 Remuneraciones	117
16. Capital de Inversión.....	117
16.1 Capital Directo o Depreciable	118
16.2 Capital Indirecto no Depreciable	118
16.3 Capital Fijo de Planta.....	119
16.4 Capital de trabajo.....	119
16.5 Costo total del Producto.....	120
16.6 Criterios de Depreciación.....	123
16.7 Antecedentes Financieros.....	124
17. Flujo de Caja	125
17.1 Evaluación de indicadores de Rentabilidad.....	127
17.1.1 Indicadores Económicos	128
17.1.2 Análisis de resultados.....	128
17.1.3 Análisis de sensibilidad	129
18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
19. REFERENCIAS.....	132
20. ANEXOS	139
Anexo A: Glosario.....	139
Anexo B: Clasificación de sustancias peligrosas.....	141
Anexo C: Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.....	149
Anexo D: Plan de contingencias.	156
Anexo E: Calculo dimensiones de estanques de almacenamiento	160
Anexo F: Dimensionamiento tanques de almacenamiento.....	162
Anexo G: Dimensiones de Válvulas de Alivio.....	193
Anexo H: Dimensionamiento equipos de impulsión	196

Anexo I: Características Equipos de Impulsión	219
Anexo J: Estimación costo equipos principales.....	222
Anexo K: Estimación Consumos de Servicios.....	226
Anexo L: Hojas de datos de Seguridad sustancias peligrosas.	232

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO DE CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	2
FIGURA 2: DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA ALMACENAJE EN BODEGA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	32
FIGURA 3: DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS A GRANEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	34
FIGURA 4: DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA CARGA Y DESPACHO A CLIENTES DE LÍQUIDOS A GRANEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	35
FIGURA 5: LOCALIZACIÓN DE SITIO DE ALMACENAJE CARGA PELIGROSA CELTA-GDS. FUENTE: GOOGLE MAPS.....	36
FIGURA 6: LAY-OUT SITIO DE ALMACENAJE CARGA PELIGROSA CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37
FIGURA 7: DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE CARGA DE LÍQUIDOS A GRANEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	38
FIGURA 10: ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS DE ACUERDO A NORMA API 650 ⁽¹²⁾	65
FIGURA 11: ESPESOR MÍNIMO DE DISEÑO PARA LÁMINAS DE FONDO DE ESTANQUE ⁽¹⁴⁾	69
FIGURA 12: MASA EFECTIVA DE LÍQUIDO. ⁽¹⁷⁾	74
FIGURA 13: CENTRO DE ACCIÓN PARA LA FUERZAS EFECTIVAS. ⁽¹⁸⁾	75
FIGURA 14: FACTOR DE AMPLIFICACIÓN (S). ⁽¹⁹⁾	76
FIGURA 15: FACTOR K. ⁽⁴⁶⁾	76
FIGURA 16: FUERZA DE COMPRESIÓN. ⁽²⁰⁾	79
FIGURA 17: DIRECCIÓN DE FLUJO PARA DESCARGA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUE (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	91
FIGURA 18: DIRECCIÓN DE FLUJO PARA DESCARGA DESDE ESTANQUE HACIA CAMIÓN (TK 1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	99
FIGURA 19: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾	141

FIGURA 20: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	142
FIGURA 21: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	143
FIGURA 22: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	144
FIGURA 23: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	145
FIGURA 24: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	146
FIGURA 25: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	147
FIGURA 26: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	147
FIGURA 27: SEÑALÉTICA DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS DE ACUERDO A NCH.2190. ⁽⁴⁴⁾	148
FIGURA 28: TAMAÑOS DE ESTANQUES ATMOSFÉRICOS ESPECIFICADOS DE ACUERDO A LAS NORMAS Y/O CÓDIGOS ESTABLECIDOS POR LA API (AMERICAN INSTITUTE OF PETROLEUM). FUENTE ⁽⁴⁸⁾	160
FIGURA 29: ESPESOR MÍNIMO DE DISEÑO PARA LÁMINAS DE FONDO DE ESTANQUE ⁽¹⁴⁾	166
FIGURA 30: MASA EFECTIVA DE LÍQUIDO. ⁽¹⁷⁾	170
FIGURA 31: CENTRO DE ACCIÓN PARA LA FUERZAS EFECTIVAS. ⁽¹⁸⁾	171
FIGURA 32: FACTOR DE AMPLIFICACIÓN (S). ⁽¹⁹⁾	172
FIGURA 33: FACTOR K ⁽⁴⁶⁾	172
FIGURA 34: ESPESOR MÍNIMO DE DISEÑO PARA LÁMINAS DE FONDO DE ESTANQUE ⁽¹⁴⁾	182
FIGURA 35: MASA EFECTIVA DE LÍQUIDO. ⁽¹⁷⁾	185
FIGURA 36: CENTRO DE ACCIÓN PARA LA FUERZAS EFECTIVAS. ⁽¹⁸⁾	186
FIGURA 37: FACTOR DE AMPLIFICACIÓN (S). ⁽¹⁹⁾	187
FIGURA 38: FACTOR K ⁽⁴⁶⁾	187
FIGURA 39: DIMENSIONES DE VÁLVULA DE ALIVIO TANK BLANKETING SERIE 1080 ⁽²⁴⁾	195
FIGURA 40: PARTES DE VÁLVULA DE ALIVIO TANK BLANKETING SERIE 1080 ⁽²⁴⁾	195
FIGURA 41: DIAGRAMA DE MOODY. FUENTE ⁽⁴⁹⁾	217
FIGURA 42: RUGOSIDAD RELATIVA DE LOS MATERIALES DE LAS TUBERÍAS Y FACTOR DE FRICCIÓN PARA FLUJO EN RÉGIMEN DE TURBULENCIA TOTAL. FUENTE ⁽⁵⁰⁾	218
FIGURA 43: CAMPO DE TRABAJO DE BOMBAS CENTRIFUGAS A 2900 RPM ⁽⁵¹⁾	219
FIGURA 44: TABLA DE CARACTERÍSTICAS A 2900 RPM ELECTROBOMBA MODELOS 3M/3LM ⁽⁵²⁾	220
FIGURA 45: CARACTERIZACIÓN BOMBAS CENTRIFUGAS. ⁽⁵³⁾	221

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: IMPORTACIONES DE FERROSILICIO, PUERTO DE SAN ANTONIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁸⁾	19
--	----

TABLA 2: IMPORTACIONES DE SULFURO DE SODIO, PUERTO DE SAN ANTONIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁸⁾	20
TABLA 3: IMPORTACIONES DE HIDROSULFURO DE SODIO, PUERTO DE SAN ANTONIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁸⁾	21
TABLA 4: PROYECCIONES DE ALMACENAJE DE HIDROSULFURO DE SODIO, CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	24
TABLA 5: PROYECCIONES DE ALMACENAJE DE FERROSILICIO, CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	24
TABLA 6: PROYECCIONES DE ALMACENAJE DE SULFURO DE SODIO, CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	25
TABLA 7: PROYECCIONES DE SERVICIO DE MUELLAJE, CELTA-GDS: FUENTE: DATOS ESTADÍSTICOS ENTREGADOS POR CELTA-GDS. ⁽¹¹⁾	26
TABLA 8: PROYECCIONES DE ALMACENAJE LÍQUIDOS A GRANEL (ORTOXILENO), CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	28
TABLA 9: PROYECCIONES DE ALMACENAJE LÍQUIDOS A GRANEL (ISOBUTANOL), CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	28
TABLA 10: PROYECCIONES DE ALMACENAJE LÍQUIDOS A GRANEL (2 ETIL HEXANOL), CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	29
TABLA 11: CHECK LIST BODEGA PARA SOLIDOS INFLAMABLES A GRANEL: FERROSILICIO. FUENTE ⁽⁴⁾	48
TABLA 12: CHECK LIST BODEGA PARA SOLIDOS CORROSIVOS A GRANEL: SULFURO DE SODIO E HIDROSULFURO DE SODIO. FUENTE ⁽⁴⁾	56
TABLA 13: CHECK LIST BODEGA PARA SOLIDOS CORROSIVOS A GRANEL: SULFURO DE SODIO E HIDROSULFURO DE SODIO. FUENTE ⁽⁴⁾	59
TABLA 14: CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE SOLIDOS A ALMACENAR EN PLANTA DE CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	60
TABLA 15: ESPECIFICACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE BODEGAS DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	60
TABLA 16: CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE LÍQUIDOS A GRANEL A ALMACENAR EN PLANTA DE CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	62
TABLA 17: DIMENSIONES ESTIMADAS DE ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS A GRANEL EN PLANTA DE CELTA-GDS. FUENTE: VÉASE ANEXO E.....	62

TABLA 18: ESPESORES MÍNIMOS Y ADOPTADOS DEL CUERPO DEL TANQUE (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	68
TABLA 19: DIMENSIONES DE COMPONENTES PRINCIPALES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ORTOXILENO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	72
TABLA 20: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE DESCARGA (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	94
TABLA 21: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE PARA SUCCIÓN (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	96
TABLA 22: DATOS PARA CALCULO BALANCE DE ENERGÍA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUE (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	97
TABLA 23: DATOS PARA CALCULO POTENCIA DE BOMBA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUE (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	98
TABLA 24: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	100
TABLA 25: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	102
TABLA 26: DATOS PARA CALCULO BALANCE DE ENERGÍA DESDE ESTANQUE HACIA CAMIÓN (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	103
TABLA 27: DATOS PARA CALCULO POTENCIA DE BOMBA DESDE ESTANQUES HACIA CAMIÓN (TK1). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	104
TABLA 28: REQUERIMIENTOS PRINCIPALES DE SERVICIOS EN PLANTA CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	105
TABLA 29: TIEMPO DE USO ESTIMADO DE BOMBAS CENTRIFUGAS PARA OPERACIONES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS A GRANEL EN PLANTA CELTA-GDS. FUENTE: VÉASE ANEXO K.....	106
TABLA 30: USO DE ENERGÍA ESTIMADA DE BOMBAS CENTRIFUGAS. FUENTE: VÉASE ANEXO K.	107
TABLA 31: DETALLE DE PERSONAL ESTIMADO PARA FUNCIONAMIENTO DE PLANTA DE CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	108
TABLA 32: COSTOS UNITARIOS DE SERVICIOS ASOCIADOS A LAS OPERACIONES DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	113
TABLA 33: CONSUMO MÍNIMO ESTIMADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA OPERACIONES DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: VÉASE ANEXO K.	113
TABLA 34: STOCK MÍNIMO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DENTRO DE SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: VÉASE ANEXO K.	114

TABLA 35: CONSUMO MÍNIMO ESTIMADO DE GLP PARA OPERACIONES DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE VÉASE ANEXO K.	115
TABLA 36: COSTOS TOTALES DE SERVICIOS UTILIZADOS PARA OPERACIONES DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	115
TABLA 37: EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD MÍNIMO NECESARIO PARA OPERACIONES DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA ⁽³⁷⁾	116
TABLA 38: REMUNERACIONES DE PERSONAL PARA SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	117
TABLA 39: DETALLE DE EQUIPOS PARA ESTIMACIÓN DE CAPITAL FIJO DE INVERSIÓN. FUENTE: VÉASE ANEXO H.	117
TABLA 40: ESTIMACIÓN TOTAL DE CAPITAL DIRECTO O DEPRECIABLE PARA SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: APUNTES CURSO INGENIERÍA ECONÓMICA PUCV.	118
TABLA 41: ESTIMACIÓN TOTAL DE CAPITAL INDIRECTO PARA SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: APUNTES CURSO INGENIERÍA ECONÓMICA PUCV.	118
TABLA 42: ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE CAPITAL FIJO DE PLANTA PARA SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	119
TABLA 43: CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN PARA SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA PARA CELTA-GDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	119
TABLA 44: ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA OPERACIÓN DE SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	121
TABLA 45: ESTIMACIÓN DE COSTOS FIJOS PARA OPERACIÓN DE SITIOS DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	121
TABLA 46: ESTIMACIÓN DE COSTOS GENERALES DE PLANTA PARA OPERACIÓN DE SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	121
TABLA 47: ESTIMACIÓN DE COSTOS GENERALES DE LA EMPRESA PARA OPERACIÓN DE SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	122
TABLA 48: ESTIMACIÓN DE COSTO TOTAL DEL PRODUCTO PARA OPERACIÓN DE SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	122
TABLA 49: DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES PARA OPERACIONES DE SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	123
TABLA 50: DETALLES DE FINANCIAMIENTO CON AMORTIZACIÓN CONSTANTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	124

TABLA 51: DETALLE FLUJO DE CAJA NETO PARA OPERACIONES DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	126
TABLA 52: TARIFAS MÍNIMAS UTILIZADAS PARA ANÁLISIS DE INDICADORES DE RENTABILIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	127
TABLA 53: REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	155
TABLA 54: DIMENSIONES APROXIMADAS DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS A GRANEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	161
TABLA 55: ESPESORES MÍNIMOS Y ADOPTADOS DEL CUERPO DEL TANQUE (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	166
TABLA 56: DIMENSIONES DE COMPONENTES PRINCIPALES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ISOBUTANOL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	169
TABLA 57: ESPESORES MÍNIMOS Y ADOPTADOS DEL CUERPO DEL TANQUE (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	181
TABLA 58: DIMENSIONES DE COMPONENTES PRINCIPALES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 2 ETIL HEXANOL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	184
TABLA 59: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE DESCARGA (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	197
TABLA 60: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE SUCCIÓN (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	199
TABLA 61: DATOS PARA CALCULO BALANCE DE ENERGÍA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUES (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	199
TABLA 62: DATOS PARA CALCULO POTENCIA DE BOMBA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUES (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	200
TABLA 63: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE DESCARGA (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	202
TABLA 64: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE SUCCIÓN (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	203
TABLA 65: DATOS PARA CALCULO BALANCE DE ENERGÍA DESDE ESTANQUES HACIA CAMIÓN (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	204
TABLA 66: DATOS PARA CALCULO POTENCIA DE BOMBA DESDE ESTANQUES HACIA CAMIÓN (TK2). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	205
TABLA 67: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE DESCARGA (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	207

TABLA 68: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE SUCCIÓN (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	209
TABLA 69: DATOS PARA CALCULO BALANCE DE ENERGÍA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUES (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	210
TABLA 70: DATOS PARA CALCULO POTENCIA DE BOMBA DESDE CAMIÓN HACIA ESTANQUES (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	211
TABLA 71: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE DESCARGA (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	213
TABLA 72: DETALLE PARA CÁLCULO DE LARGO EQUIVALENTE SUCCIÓN (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	215
TABLA 73: DATOS PARA CALCULO BALANCE DE ENERGÍA DESDE ESTANQUES HACIA CAMIÓN (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	216
TABLA 74: DATOS PARA CALCULO POTENCIA DE BOMBA DESDE ESTANQUES HACIA CAMIÓN (TK3). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	216
TABLA 75: TABLA: DATOS PARA ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA ESTANQUES DE ALMACENAJE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	222
TABLA 76: DATOS PARA ESTIMACIÓN COSTO DE EQUIPOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	223
TABLA 77: DATOS DE ELECTROBOMBAS SELECCIONADAS. FUENTE ⁽³⁹⁾	224
TABLA 78: CONVERSIÓN A MONEDA CHILENA DE COSTOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS. FUENTE ⁽²⁹⁾	224
TABLA 79: DATOS EQUIPOS GRÚA HORQUILLA COTIZADA POR CELTA-GDS. FUENTE ⁽³⁷⁾	225
TABLA 80: USO ESTIMADO DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN OPERACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	226
TABLA 81: USO DE ENERGÍA ESTIMADA PARA BOMBAS CENTRIFUGAS EN OPERACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	227
TABLA 82: ESTIMACIÓN STOCK MÍNIMO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DENTRO DE SITIO DE ALMACENAJE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	228
TABLA 83: USO ESTIMADO DE GRÚAS HORQUILLA: HIDROSULFURO DE SODIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	229
TABLA 84: USO ESTIMADO DE GRÚAS HORQUILLA: SULFURO DE SODIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	230
TABLA 85: USO ESTIMADO DE GRÚAS HORQUILLA: FERROSILICIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	230

TABLA 86: CONSUMO ESTIMADO DE GLP POR PARTE DE GRÚAS HORQUILLAS EN SITIO DE ALMACENAJE DE CARGA PELIGROSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	231
--	-----

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1: EXPORTACIONES MUNDIALES PRODUCTOS QUÍMICOS. ⁽⁵⁾	16
GRAFICO 2: EXPORTACIONES E IMPORTACIONES NACIONALES DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SUSTANCIAS PELIGROSAS). ⁽⁶⁾	17
GRAFICO 3: IMPORTACIONES NACIONALES DE FERROSILICIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁷⁾	17
GRAFICO 4: IMPORTACIONES NACIONALES DE HIDROSULFURO SÓDICO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁷⁾	18
GRAFICO 5: IMPORTACIONES NACIONALES DE SULFURO SÓDICO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁷⁾	18
GRAFICO 6: IMPORTACIONES DE FERROSILICIO, PUERTO DE SAN ANTONIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁸⁾	20
GRAFICO 7: IMPORTACIONES DE SULFURO DE SODIO, PUERTO DE SAN ANTONIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁸⁾	21
GRAFICO 8: IMPORTACIONES DE HIDROSULFURO DE SODIO, PUERTO DE SAN ANTONIO: FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS CHILE. ⁽⁸⁾	22
GRAFICO 9: PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA SECTORIAL INDUSTRIA QUÍMICA HISTÓRICA Y PROYECCIÓN DE ACUERDO A ESTIMACIONES DE 5% ANUAL EN MILLONES DE PESOS: FUENTE BANCO CENTRAL DE CHILE. ⁽⁹⁾	22
GRAFICO 10: PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA TOTAL ANUAL A PRECIOS CORRIENTES MILLONES DE DÓLARES. FUENTE CEPAL. ⁽¹⁰⁾	23
GRAFICO 11: PROYECCIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS A ALMACENAR EN INSTALACIONES DE CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	25
GRAFICO 12: PROYECCIÓN DE SERVICIO DE MUELLAJE, CELTA-GDS: FUENTE: DATOS ESTADÍSTICOS ENTREGADOS POR CELTA-GDS. ⁽¹¹⁾	27
GRAFICO 13: PROYECCIÓN DE CANTIDADES A ALMACENAR DE GRANEL LIQUIDO, CELTA-GDS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	29
GRAFICO 14: VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN LA PROVINCIA DE SAN ANTONIO EN EL AÑO 2010 ⁽²²⁾	83

GRAFICO 15: VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN LA PROVINCIA DE SAN ANTONIO EN EL AÑO 2011 ⁽²³⁾	83
.GRAFICO 16: VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN LA PROVINCIA DE SAN ANTONIO EN EL AÑO 2012 ⁽²⁴⁾	83
GRAFICO 17: FLUJO DE CAJA NETO ANUAL ESTIMADO CON LA TASA INTERNA DE RETORNO MÍNIMA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	127
GRAFICO 18: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE TARIFAS DE ALMACENAJE DE BODEGA VERSUS TIR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	129
GRAFICO 19: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE TARIFAS DE ALMACENAJE DE BODEGA VERSUS VAN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	130
GRAFICO 20: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA VARIACIONES DE PORCENTAJE DE ALMACENAMIENTO VERSUS TIR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	130

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes de la Empresa y Problemática a Resolver

1.1.1 Antecedentes Generales de la Empresa

Empresa: Celta Servicios Portuarios Chile Ltda.

R.U.T: 76.097.697-0

Domicilio: Avenida san juan #3960 San Antonio

Giro: Agencia de Muellaje

1.1.2 Presentación de la Empresa

Celta Servicios Portuarios Chile Ltda., conocida también por su nombre de fantasía como Celta-GDS nace en mayo del año 2010 como una Agencia de Muellaje, iniciando su actividad con el manejo y transferencia de carga peligrosa (Líquidos a granel) en Terminales Químicos y Operaciones de Descarga de Líquidos a granel Nave-Camión.

Celta-GDS se consolida al convertirse en la primera y única Agencia de muellaje a nivel nacional capaz de realizar descargas de Asfalto líquido a granel desde nave a camión.

Los servicios que presta Celta-GDS son los siguientes: Manipulación de carga peligrosa de líquidos a granel nave-camión (Carga y Descarga de naves con productos a granel, tales como Aceites Vegetal y Mineral, Vino y Productos Químicos), Agencia de muellaje Conexión y Desconexión de Buques Químicos en Terminales, Inspecciones para el control de terminales, Retiro de Slop), Proyectos de Ingeniería y Asesorías Decreto 78.

Actualmente la empresa en su búsqueda para posicionarse de forma más sólida y estable adquirió a modo de arriendo un terreno en la localidad de Malvilla, sector industrial de San Antonio, con la finalidad de implementar un nuevo servicio correspondiente a almacenaje sustancias peligrosas sólidas y líquidas.

Con la implementación de este nuevo servicio Celta-GDS busca consolidarse en el mercado de la manipulación y almacenaje de sustancias peligrosas.

1.1.3 Organigrama Administrativo

La estructura organizacional de Celta-GDS, consta de 3 pilares fundamentales para el funcionamiento de los servicios que presta como empresa, en primer lugar la Gerencia de Operaciones y Servicios, la cual está encargada de dirigir todas las Operaciones y Servicios que la empresa presta a sus clientes, en segundo lugar se encuentra la sección de administración y finanzas, la cual es la encargada de mantener en orden todos los temas administrativos (contratos, pagos por servicios adquiridos, cobros por servicios realizados) y en tercer lugar la jefatura de Operaciones, la cual se encarga de ejecutar en conjunto con los operadores todos los servicios prestados a los clientes.

La Figura 1 muestra la organización administrativa y todos los componentes de apoyo necesarios para el funcionamiento de Celta-GDS.

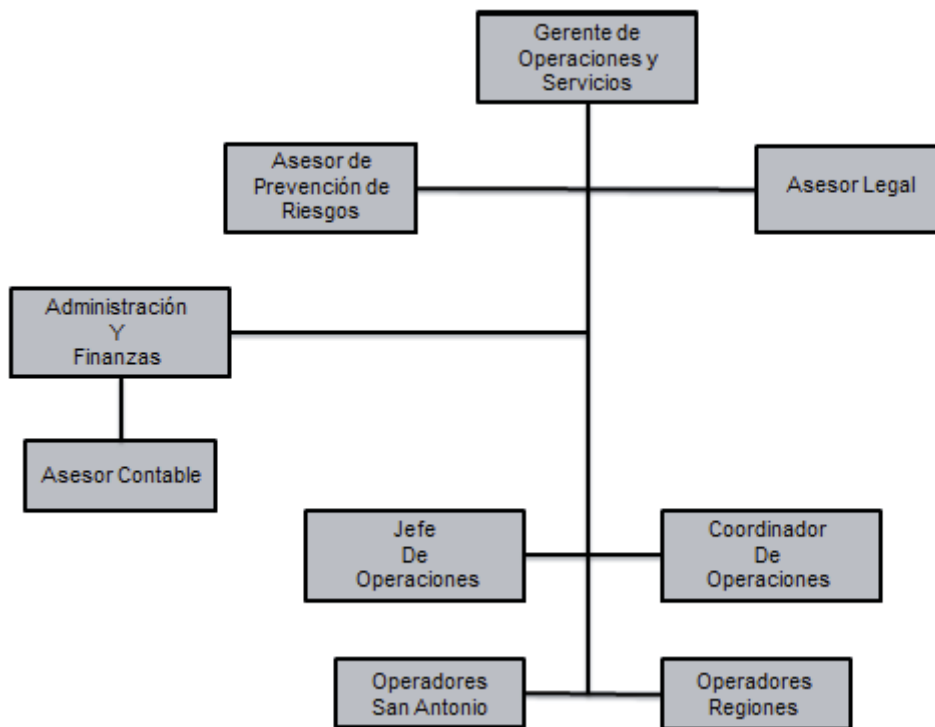


Figura 1: Organigrama administrativo de Celta-GDS. Fuente: Elaboración propia.

1.1.4 Problemática a Resolver

Debido al creciente aumento de las importaciones de sustancias peligrosas a través del puerto de San Antonio y a la necesidad que han planteado algunos de sus clientes, Celta-GDS quiere implementar un nuevo servicio, el de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Por esta razón en el siguiente Trabajo de tesis se analizara la Pre-factibilidad técnica y económica para la implementación de un sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas sólidas:

Específicamente para:

- Ferrosilicio
- Hidrosulfuro de Sodio
- Sulfuro de Sodio

Y sustancias peligrosas liquidas a granel:

- Ortoxileno
- Isobutanol
- 2 Etil Hexanol

La ubicación del Sitio de Almacenaje de carga peligrosa se ubicaría en el Barrio Industrial de San Antonio, Sector Malvilla, en donde actualmente se cuenta con oficinas administrativas y una bodega de 480 m² la cual se encuentra sin movimientos.

1.2 Objetivo

El objetivo general del presente Trabajo de Tesis es evaluar la Pre-factibilidad técnica y económica para la instalación de un sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas para Celta-GDS.

Sustancias peligrosas solidas a granel a evaluar corresponden a:

- Ferrosilicio
- Hidrosulfuro de Sodio
- Sulfuro de Sodio

Y sustancias peligrosas liquidas a granel corresponden a:

- Ortoxileno
- Isobutanol
- 2 Etil Hexanol

1.2.1 Objetivos Específicos

- OE-.1 Realizar estudio de mercado respecto a sustancias peligrosas que ingresan a través del puerto de San Antonio.
- OE-.2 Realizar un análisis técnico para la implementación de un sitio de almacenaje de carga peligrosa.
- OE-.3 Realizar una evaluación económica para establecer la factibilidad de la implementación de un sitio de almacenaje de carga peligrosa.

1.3 Descripción de objetivos específicos

OE-.1

- Se procedió con la recopilación de información base correspondiente a las estadísticas históricas de importaciones de sustancias peligrosas solidas a granel nacional y local, de acuerdo a las inquietudes planteadas por clientes de Celta-GDS. La cuales corresponden a: Ferrosilicio, Hidrosulfuro de Hidrogeno y Sulfuro de Hidrogeno.
- Se realizó proyecciones y estimaciones de cantidades a almacenar de sustancias peligrosas solidas a granel dentro de las instalaciones de Celta-GDS.
- De acuerdo a base de datos del Servicio de muellaje de Celta-GDS. Se realizó proyecciones y estimaciones de cantidades a almacenar de sustancias peligrosas liquidas a granel de acuerdo a las inquietudes planteadas por los clientes correspondientes a: Ortóxileno, Isobutanol y 2 Etil Hexanol.

OE-.2

- Se realizó la descripción de las operaciones para almacenaje de carga peligrosa, para bodega y para estanques.
- De acuerdo a las dimensiones del terreno industrial , se realizó un Lay-Out para el futuro sitio de almacenaje de carga peligrosa de Celta-GDS
- Se realizó un Análisis del Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas (D.S 78) para dar cumplimiento a la normativa para tales efectos.
- Se realizó el dimensionamiento de Bodega, Equipos de impulsión y un diseño básico de los Estanques de acuerdo a la norma API 650 y conforme a la información recopilada en el Estudio de mercado en cuanto a volúmenes a almacenar.
- Finalmente se analizaron los aspectos ambientales con el fin de dar cumplimiento de acuerdo a la normativa chilena.

OE-.3

- Con la información recopilada y analizada de los objetivos específicos anteriores, se procedió a realizaron estudio económico con el fin de analizar la factibilidad de la implementación del sitio de almacenaje de carga peligrosa para Celta-GDS.

2. ANTECEDENTES GENERALES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

2.1 Definición de sustancia peligrosa

Las definiciones de Sustancias Peligrosas más utilizadas en el ámbito nacional e internacional son:

La Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) a través de la Norma Chilena (NCh.382), utiliza la siguiente definición de Sustancia Peligrosa:

“Es aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, a los bienes y/o al medio ambiente. Las sustancias peligrosas se conocen también como materiales peligrosos, mercancías peligrosas o cargas peligrosas.”⁽¹⁾

La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, utiliza la siguiente definición de Sustancia Peligrosa:

“Todo líquido, gas o sólido que supone un riesgo para la salud o seguridad de los trabajadores– se pueden encontrar en casi todos los lugares de trabajo. En todo el territorio europeo, millones de trabajadores entran en contacto con agentes químicos y biológicos que pueden causarles daños.”⁽²⁾

2.2 Clasificación oficial de sustancias peligrosas

Los productos a ser manejados o almacenados, deben ser clasificados y etiquetados según la clasificación y definición de sustancias peligrosas de las naciones unidas (ONU), o de la comunidad económica europea (Directiva 67/548, 6ª enmienda) o de algún otro sistema local de clasificación (Normas INN, Norma Chilena 382) ⁽³⁾.

Las sustancias pueden ser inflamables, explosivos, tóxicos, corrosivos, combustibles, reactivos con aire o con agua, sujeto a combustión espontánea, oxidantes, químicamente inestable (descomposición, polimerización). Sin embargo los posibles peligros a ocurrir son aquellos que se producen por la inflamabilidad, combustibilidad, corrosividad, toxicidad, y propiedades oxidantes.

La clase de peligro de un material peligroso se indica ya sea por su número de clase (o división), o su nombre de clase. Para un rotulo que corresponde a la clase de peligro principal de un material, el número de la clase de peligro o de la división debe indicarse en el esquema inferior del rotulo. Sin embargo, ningún número de clase o división de peligro se puede indicar en un rotulo, que represente el peligro subsidiario del material. El número de clase o división debe aparecer en el documento de embarque después de cada nombre de embarque.

En el Anexo B se detallan las clases y divisiones de las sustancias peligrosas con sus respectivos rótulos.

3. MARCO LEGAL APLICABLE

Dentro de la legislación ambiental chilena que se encuentra vigente cuenta con una serie de herramientas que establecen el manejo apropiado, las responsabilidades y las normas de quien trabaja con sustancias químicas, dentro de los más relevantes se encuentran:

D.S 78: Almacenamiento de Sustancias Peligrosas

Establece las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas.

D.S. 594/99 del MINSAL: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales Básicas de los lugares de trabajo.

Regula las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, incluyendo los límites permisibles a exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

Ley 16744/68 del ministerio del trabajo y previsión social. “Seguro Obligatorio contra accidentes del trabajo y enfermedades profesionales”

Regula el cumplimiento de las empresas hacia sus trabajadores sobre la responsabilidad legal en cuanto a la protección ante accidentes de trabajo y enfermedades surgidas durante el desempeño de este.

D.S 47/92 Del MINVU “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones”

Regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, el proceso de urbanización, el proceso de construcción, y los estándares técnicos de diseño y de construcción exigibles.

Normas generales sobre prevención de incendio en edificios:

NCh 933 Terminología.

NCh 934 Clasificación de fuegos

Normas de resistencia al fuego:

NCh 935/1 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 1: “Elementos de construcción general”

NCh 935/2 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 2: “Puertas y otros elementos de cierre”

NCh 2209 “Ensaye del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados”

Normas sobre cargas combustibles en edificios:

NCh 1914/1 Ensaye de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción”

NCh 1914/2 Ensaye de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general”

NCh 1916 “Determinación de cargas combustibles”

NCh 1993 “Clasificación de los edificios según su carga combustible”

Normas sobre comportamiento al fuego:

NCh 1974 “Pinturas - Determinación del retardo al fuego”

NCh 1977 “Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama”

NCh 1979 “Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama”

Normas sobre señalización en edificios:

NCh 2111 “Señales de seguridad”

NCh 2189 “Seguridad – Señalización de edificios – Condiciones básicas”

Normas sobre elementos de protección y combate contra incendios:

NCh 1429 “Extintores portátiles - Terminología Y definiciones”

NCh 1430 “Extintores portátiles - Características y rotulación”

NCh 1433 “Ubicación y señalización de los extintores portátiles”

NCh 1646 “Grifo de incendio - Tipo columna de 100 mm - Diámetro nominal”

Normas sobre rociadores automáticos:

NCh 2095/1 “Sistemas de rociadores– Parte 1: Terminología, características y clasificación”

Normas Chilenas de Seguridad y Control de Incendios Exigibles por D.S 594/99 MINSAL

NCh 382 of. 98 “Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general”

NCh 1411/4.2001 “Identificación de riesgos de materiales”

NCh 2120 /1 al 9/ of. 89 “Sustancias peligrosas – Parte 1 al 9: Clases 1 al 9”

NCH 2190 of. 93 “Sustancias peligrosas – Marcas para información de riesgos”

NCH 2137 of. 92 “Sustancias peligrosas – Embalajes/envases – Terminología, Clasificación y designación”

Normas Chilenas Sobre Seguridad en el Almacenaje y Transporte

NCh2245.Of1993: Hoja de datos de seguridad de productos químicos.

NCh2353.Of1996: Sustancias peligrosas - Transporte por carretera - Hoja de Datos de Seguridad.

NCh389.Of1974: Sustancias peligrosas - Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables - Medidas generales de seguridad.

Reglamento Sobre Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos (Decreto Supremo Nº298 del 25 de noviembre de 1994, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones)

Establece las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de Carga de sustancias o productos que por sus características, sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente.

Normas Internacionales de Referencia en los Temas de Seguridad, Almacenamiento y Control de Incendio.

NFPA 12 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Sistemas con CO2”

NFPA 13 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Instalación de sistema de Sprinkler”

NFPA 15 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Sistema de agua spray”

NFPA 16 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Sistema de Sprinkler spray con agua – espuma”

NFPA 17 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Sistema de polvo químico seco”

NFPA 30 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.)” Código de Líquidos Inflamables y combustibles”

NFPA 72 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Sistemas de detectores automáticos de incendio”

NFPA 231 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Estándares para el almacenamiento general”

NFPA 231B de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.):

NFPA 231C de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.): “Estándares para el almacenamiento de materiales en RACK.

NFPA 430 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.) “Código para el almacenamiento de líquidos y sólidos oxidantes”

NFPA 432 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego – National Fire Protection Association (N.F.P.A.)” Código para el almacenamiento de peróxidos Orgánicos”

Cumplimiento de Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas D.S 78

4. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

4.1 Resumen de los competidores actuales

En el puerto de San Antonio existen varias empresas que se dedican al almacenaje tanto de carga general como de almacenaje de sustancias peligrosas, la mayoría dentro de sus servicios ofrece el servicio completo de almacenaje (transporte, almacenaje y despacho de carga), tanto carga general como carga peligrosa.

Actualmente no existe ninguna que realice almacenaje de carga peligrosa de forma exclusiva y a la vez almacenaje de líquidos a granel en estanques fijos.

Los actuales competidores en cuanto a sitios de almacenaje de sólidos a granel son:

Sitrans: El terminal cuenta con una superficie total de 5 hectáreas y bodegas de 7.500 m² dotadas con tecnología de punta, piso de hormigón y recubrimiento metálico. En su interior se han instalado 2.000 posiciones de Racks metálicos para lograr una mejor utilización del espacio, dándole además un mayor resguardo a las cargas.

Puerto Colombo: El terminal cuenta con una superficie total de 72.000 m², los cuales se distribuyen de la siguiente forma: 1000 m² de oficinas, 10000 m² de bodegas, de los cuales 4000 m² son usados para graneles y 2500 m² para carga de alto valor.

Seaport: El terminal cuenta con Recinto de 10,66 hectáreas, totalmente cerrado, además de 3 bodegas nuevas con accesos diferenciados, totalmente cerradas de 3.100, 3.000 y 500 mts² respectivamente, las cuales también son destinadas para el almacenaje de carga peligrosa.

TLS (Terminal Logístico San Antonio Ltda.): El terminal cuenta espacio para los servicios de recepción, almacenaje y despacho de contenedores full y vacío, Carga fraccionada, carga peligrosa y almacenaje de productos alimenticios entre otros.

De acuerdo a la información recopilada en la página web del servicio nacional de aduanas, las tarifas de almacenaje aplicadas por estos recintos para el almacenaje de carga peligrosa varían entre (14 y 16) US\$ la (Ton/M³/día), la cual aumenta diariamente en forma lineal.

Por otra parte los actuales competidores en almacenaje de líquidos a granel son dos empresas internacionales:

Vopak Chile: El terminal cuenta con 36 estanques de acero dulce, acero recubierto y acero inoxidable, con capacidades que van desde 150 m³ a 7000 m³, totalizando una capacidad de 18.098 m³ para el almacenaje de productos de petróleo, químicos, aceites vegetales, Oleo químicos, etc.

Terquim S.A: El Terminal cuenta con 25 estanques de acero carbono desde 150 m³ de capacidad hasta 5,400 m³, totalizando una capacidad de 32,700 m³ para el almacenaje de líquidos tales como ácido sulfúrico, solventes, aceites lubricantes, aceites vegetales, etc. Cada estanque posee una línea dedicada al puente de carga con bomba individual a fin de reducir al mínimo los riesgos de pérdidas y contaminaciones

Las tarifas de almacenaje que aplican estos terminales de graneles Líquidos varían entre (0,7 y 1) USD/TonM³/día.

Cabe mencionar que Celta-GDS por razones comerciales no está en condiciones de mencionar clientes tanto internos como externos reservándose este derecho.

4.2 Análisis FODA

4.2.1 Fortalezas

F1-. La empresa cuenta con profesionales altamente calificados en operaciones de transferencia y manipulación de carga peligrosa.

F2-. Entrega de información a los clientes del status de las operaciones.

F3-. Capacitación de todo el personal que participa en las distintas operaciones.

F4-. Preocupación por entregar el mejor servicio a sus clientes, lo cual se ve reflejada en la conformidad manifestada después de cada operación.

F5-. Comunicación directa con sus clientes.

F6-. Capacidad de ampliar la gama de servicios de acuerdo a las necesidades de los clientes.

F7-. Tiene reconocimientos por las buenas prácticas en materia de seguridad en las operaciones, lo cual entrega confianza a sus clientes.

F8-. Posee una muy buena ubicación para el transporte y despacho de carga.

4.2.2 Oportunidades

O1-. Celta-GDS posee una carga administrativa bastante más bajas que sus competencias, por lo tanto puede ofrecer tarifas mucho más convenientes a sus clientes.

O2-. Debido a que los actuales sitios de almacenaje están trabajando a máxima capacidad, se crea la oportunidad para crear alianzas estratégicas directas con la competencia.

O3-. Con los nuevos proyectos que se tiene en carpeta por parte del puerto de San Antonio en cuanto a crecimiento, lo cual incentivará a realizar importaciones a través del puerto de San Antonio.

O4-. Al ofrecer un servicio exclusivo para carga peligrosa se mejoran los tiempos de respuesta hacia los clientes, ya que los actuales sitios de almacenaje le dan mayor rapidez a los servicios de carga general las cuales tienen mayor movimiento.

4.2.3 Debilidades

D1-. Una de las debilidades más importantes que enfrenta Celta-GDS es la falta de infraestructura en comparación con sus competidores.

D2-. Al ser una empresa nueva en comparación a su competencia se hace más lenta la incorporación de nuevos clientes.

4.2.4 Amenazas

A1-. Debido a la creciente demanda de sitios de almacenaje de carga peligrosa los competidores pueden realizar grandes inversiones en infraestructura y aumentar considerablemente su capacidad de operación.

A2-. Problemas externos no controlables: variabilidad en importaciones de productos.

A3-. La creación de nuevos sitios de almacenaje de carga peligrosa, lo cual produciría un aumento en la competencia

5. ESTUDIO DE MERCADO: MERCADO OBJETIVO Y PROVEEDORES

5.1 Objetivo del Estudio de Mercado

El objetivo general del presente Estudio de Mercado es conocer el comportamiento que han tenido a través del tiempo las importaciones de Ferrosilicio, Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio a nivel nacional y local para el caso de los sólidos a granel.

Por otra parte además conocer el comportamiento del servicio de muellaje de líquidos a granel correspondientes a Ortoxileno, 2 Etil Hexanol e Isobutanol.

Todo esto con el fin de estimar proyecciones de almacenaje de sólidos y líquidos a granel para un periodo de 10 años en instalaciones de Celta-GDS.

5.2 Descripción del Mercado Objetivo

El mercado objetivo corresponde a los clientes de Celta-GDS que realizan sus importaciones a través del puerto de San Antonio, ya que a través de este puerto se realiza gran parte de las importaciones de sustancias peligrosas las cuales abastecen la industria química de la región metropolitana y alrededores.

Se justifica la selección a través de los siguientes criterios:

- a) La directa conectividad desde el puerto a los sitios de almacenamiento sin tener que realizar el transporte a través de la ciudad.
- b) La directa conectividad desde los sitios de almacenamiento con la región metropolitana y alrededores.
- c) La creciente demanda de importaciones de sustancias peligrosas están haciendo colapsar los actuales sitios de almacenamiento.
- d) Celta-GDS posee una carga administrativa bastante más bajas que sus competencias, por lo tanto puede ofrecer tarifas mucho más convenientes a sus clientes.

Una de las ventajas que ha adquirido Celta-GDS en cuanto a sus competidores es la información, ya que en su servicio de agencia de muellaje, mantiene informado a sus clientes en todo momento, sin la necesidad que el cliente lo solicite para conocer el status del servicio de transferencia de su carga.

Por lo tanto siguiendo esta dinámica, este nuevo servicio de almacenaje haría la diferencia en cuanto a sus competidores.

Actualmente los competidores poseen sofisticados software en línea, en donde los clientes pueden acceder y saber el status de su carga.

En cuanto al servicio de almacenaje de graneles líquidos, el proyecto es una excelente oportunidad para sus clientes, ya que en cada embarque entre las variedades de productos importados muchos son de volumen pequeño y su costo de almacenaje es el mismo que al importar volúmenes grandes.

5.3 Mercado Actual

Chile ha protagonizado un incremento significativo en el mercado de Sustancias Peligrosas respecto a importaciones y exportaciones, en este trabajo de tesis se investigó el comportamiento de estos durante los últimos 10 años con el fin de conocer de forma global el comportamiento actual y futuro.

El Grafico 1 muestra el comportamiento a lo largo de los 10 últimos años de las exportaciones mundiales de Productos Químicos.

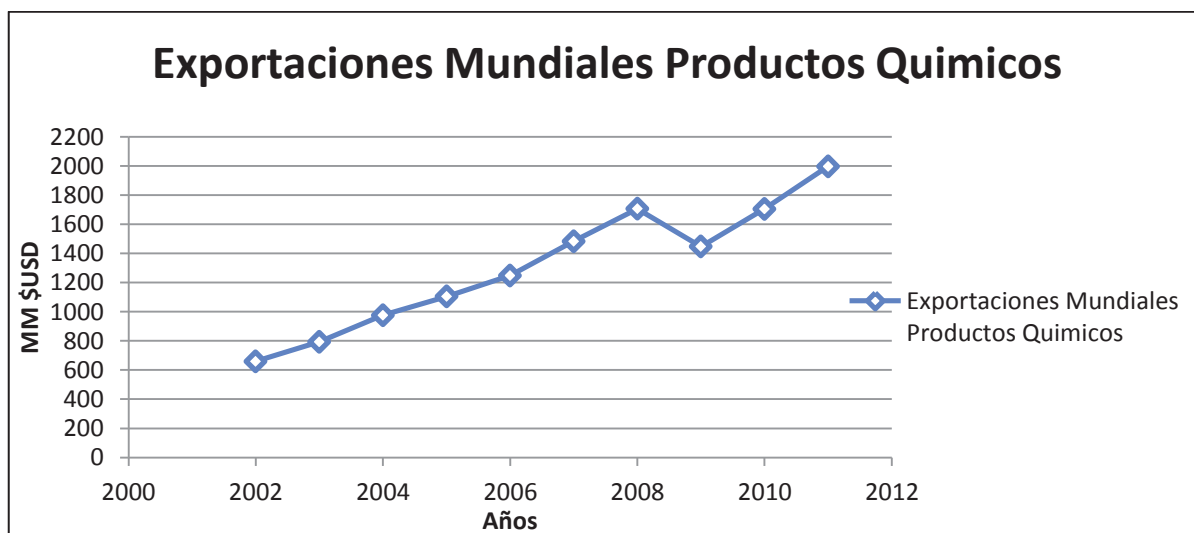


Grafico 1: Exportaciones Mundiales Productos Químicos. ⁽⁵⁾

5.3.1 Importaciones Nacionales

El mercado nacional de Productos Químicos ha tenido un comportamiento similar al que se ha experimentado a nivel mundial, en el Grafico 2 se muestra el comportamiento nacional de Importaciones y Exportaciones de Productos Químicos a lo largo de los 10 últimos años.

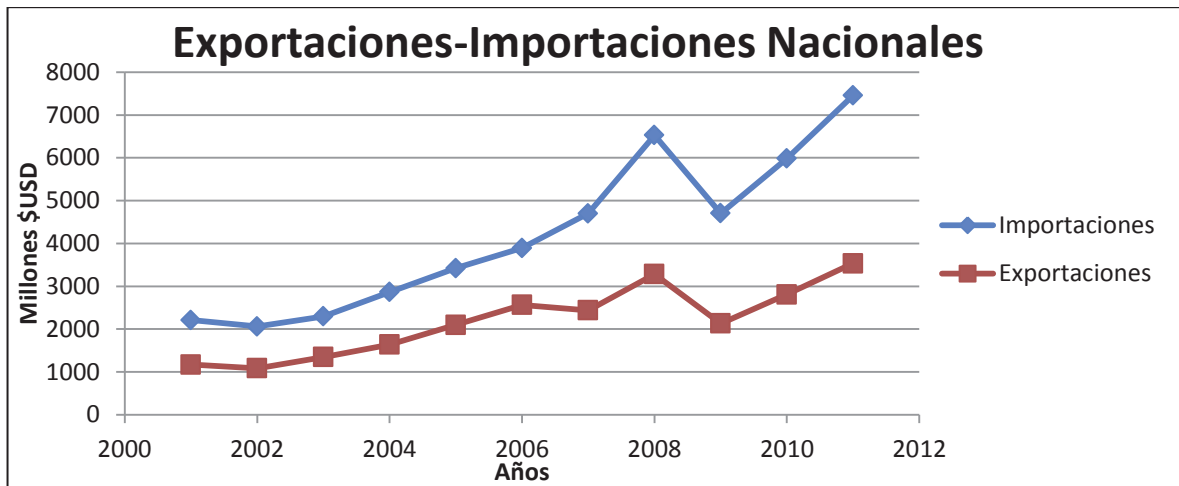


Grafico 2: Exportaciones e Importaciones Nacionales de Productos Químicos (Sustancias Peligrosas).⁽⁶⁾

5.3.2 Importaciones Nacionales de Solidos a granel

Actualmente por parte de alguno de los clientes de Celta-GDS existe un real interés por el servicio de (bodegaje) en el cual se plantea cerrar contratos para el almacenaje de Ferrosilicio, Hidrosulfuro Sódico y Sulfuro Sódico.

En base a esto en los Grafico 3, 4 y 5 muestran el comportamiento de las importaciones a nivel nacional de estas Sustancias Peligrosas.



Grafico 3: Importaciones Nacionales de Ferrosilicio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile.⁽⁷⁾

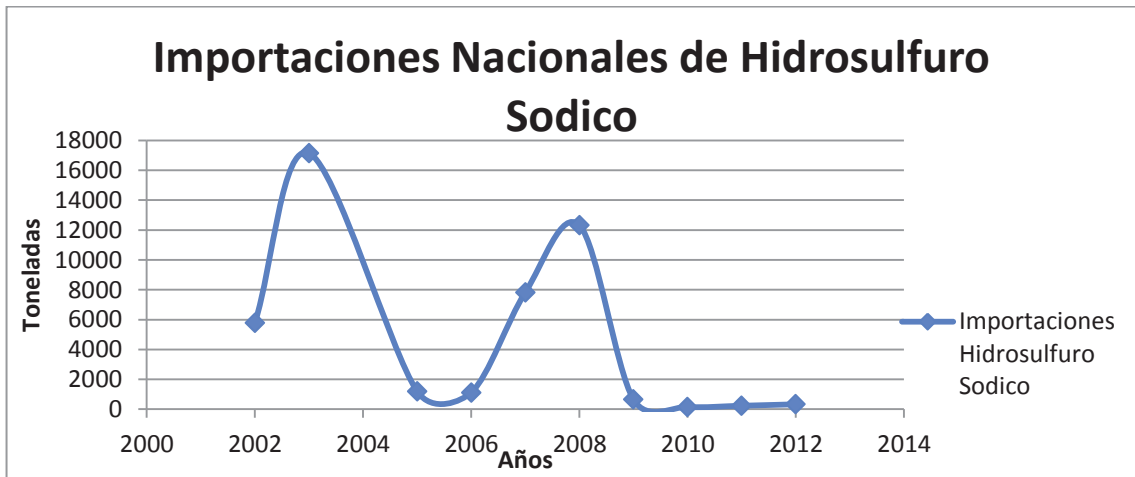


Grafico 4: Importaciones Nacionales de Hidrosulfuro Sódico: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁷⁾

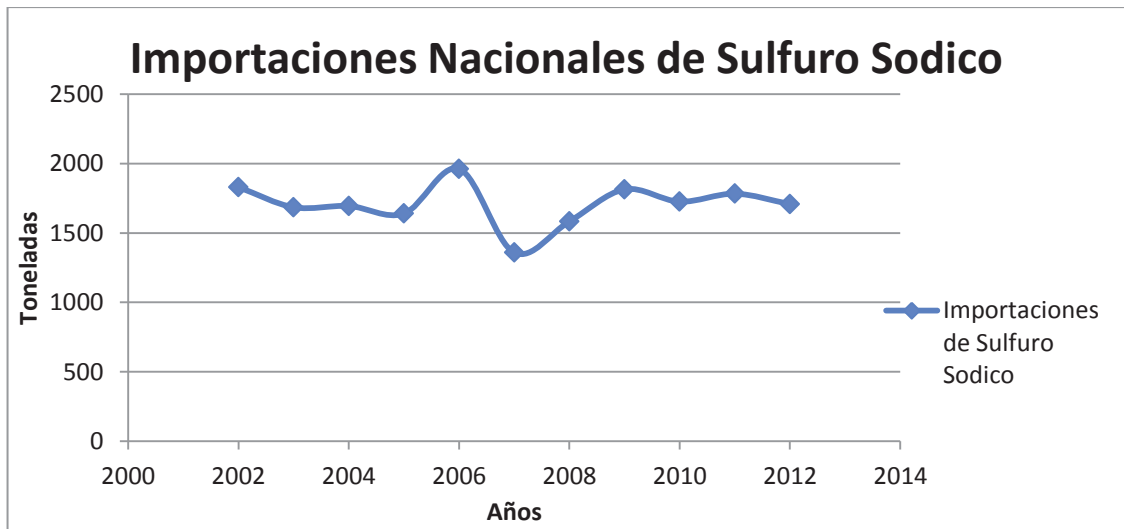


Grafico 5: Importaciones Nacionales de Sulfuro Sódico: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁷⁾

5.4 Mercado local de solidos a granel

5.4.1 Importaciones a traves del Puerto de San Antonio de solidos a granel.

El Puerto de San Antonio se perfila como uno de los puertos mas grandes de Chile en cuanto a movimiento de carga.

Para este trabajo de Tesis se solicito informacion al Servicio Nacional de Aduanas para conocer el comportamiento de las Importaciones de las Siguietes Sustancias Peligrosas; Ferrosilicio, Sulfuro de Sodio, Hidrosulfuro de Sodio.

La Tabla 1 muestra los datos sobre las cantidades en Toneladas de las Importaciones a traves del Puerto de San Antonio de Ferrosilicio.

Importaciones de Ferrosilicio	
Años	Cantidad (Ton)
2002	1.014,80
2003	0,00
2004	0,00
2005	88,63
2006	46,00
2007	528,00
2008	159,64
2009	200,00
2010	1.251,84
2011	602,84
2012	2.213,90

Tabla 1: Importaciones de Ferrosilicio, Puerto de San Antonio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁸⁾

En el Grafico 6 se muestran los datos de la Tabla 3 con el fin de conocer las tendencias que han experimentado las Exportaciones de esta Sustancia Peligrosa a traves de los ultimos 10 años.

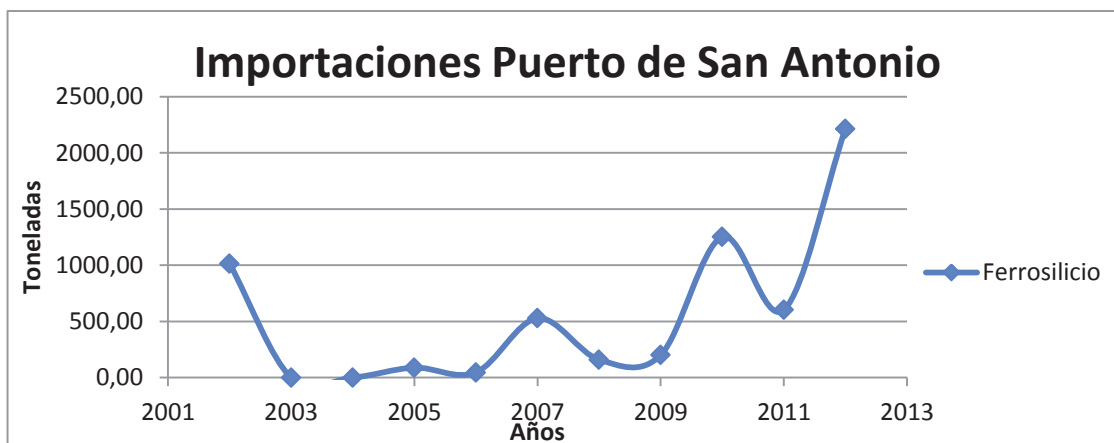


Grafico 6: Importaciones de Ferrosilicio, Puerto de San Antonio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁸⁾

La Tabla 2 muestra los datos sobre las cantidades en Toneladas de las Importaciones a traves del Puerto de San Antonio de Sulfuro de Sodio.

Importaciones de Sulfuro de Sodio	
Años	Cantidad (Ton)
2002	94,00
2003	310,60
2004	50,00
2005	283,00
2006	84,00
2007	0,00
2008	20,00
2009	50,00
2010	122,50
2011	0,00
2012	327,50

Tabla 2: Importaciones de Sulfuro de Sodio, Puerto de San Antonio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁸⁾

En el Grafico 7 se muestran los datos de la Tabla 2 con el fin de conocer las tendencias que han experimentado las Exportaciones de esta Sustancia Peligrosa a través de los últimos 10 años.

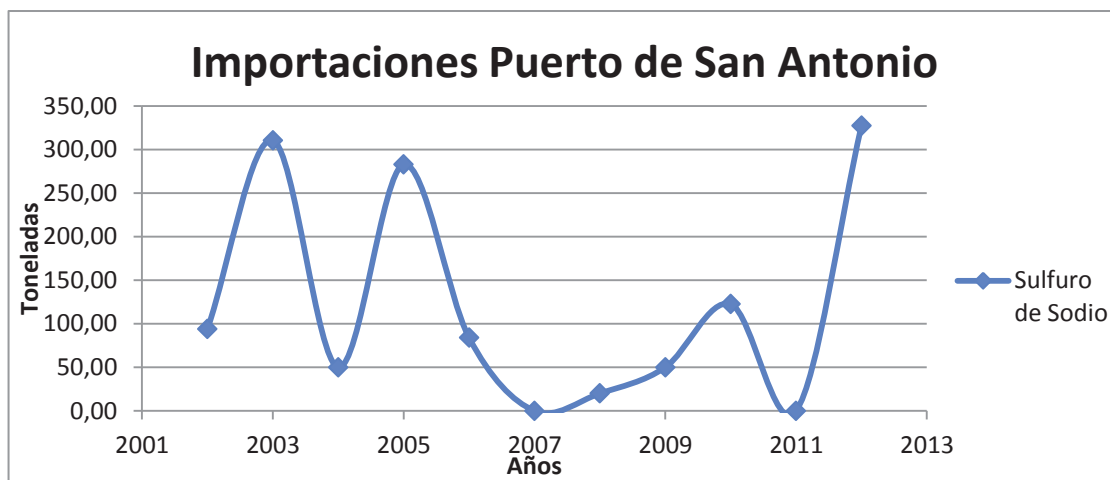


Grafico 7: Importaciones de Sulfuro de Sodio, Puerto de San Antonio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁸⁾

La Tabla 3 muestra los datos sobre las cantidades en Toneladas de las Importaciones a través del Puerto de San Antonio de Hidrosulfuro de Sodio.

Importaciones de Hidrosulfuro de Sodio	
Años	Cantidad (Ton)
2002	0,00
2003	0,00
2004	0,00
2005	0,00
2006	0,00
2007	1.471,40
2008	1.240,32
2009	2.31,00
2010	0,00
2011	64,00
2012	34,60

Tabla 3: Importaciones de Hidrosulfuro de Sodio, Puerto de San Antonio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. ⁽⁸⁾

En el Grafico 8 se muestran los datos de la Tabla 3 con el fin de conocer las tendencias que han experimentado las Exportaciones de esta Sustancia Peligrosa a traves de los ultimos 10 años.

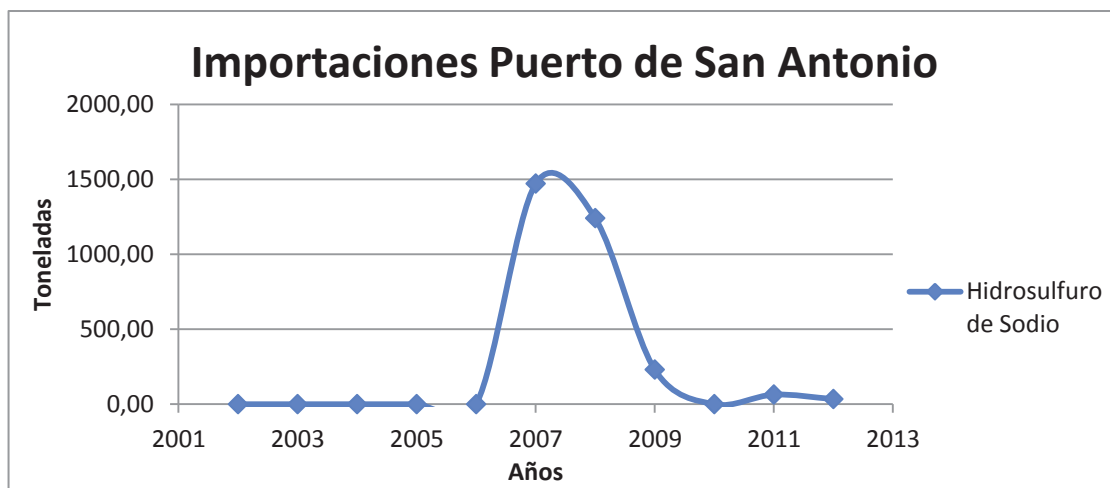


Grafico 8: Importaciones de Hidrosulfuro de Sodio, Puerto de San Antonio: Fuente: Servicio Nacional de Aduanas Chile. (8)

5.5 Estimacion de Producto Interno Bruto Sectorial Industria Quimica Chilena.

El Grafico 9 muestra el comportamiento del Producto Interno Bruto Per Capita Sectorial de la Industria Quimica durante los ultimos 4 años, de acuerdo a estos datos y las proyecciones estimadas de crecimiento entregados por el Banco Central de Chile, en el cual se estima que el PIB aumentara a razon del 5% anual durante los proximos 10 años.

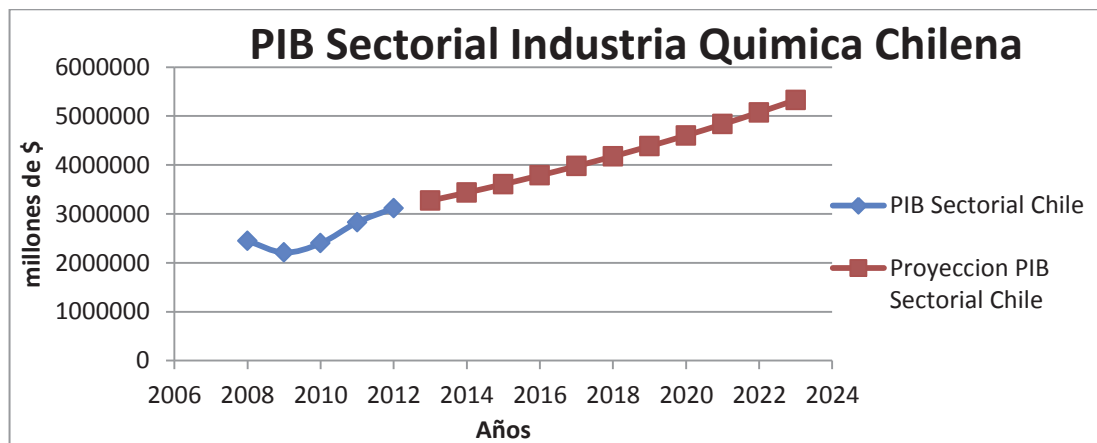


Grafico 9: Producto Interno Bruto Per Cápita Sectorial Industria Química Histórica y Proyección de Acuerdo a Estimaciones de 5% Anual en Millones de Pesos: Fuente Banco Central de Chile. (9)

5.5.1 Estimacion de Producto Interno Bruto Total de Chile.

El Grafico 10 Muestra el comportamiento del Producto Interno Bruto Anual Total a precios corrientes durante los ultimos 9 años, y es en base a estos datos en este Trabajo de Tesis se realizo la estimacion de demanda de Sustancias Peligrosas para los proximos 10 años.

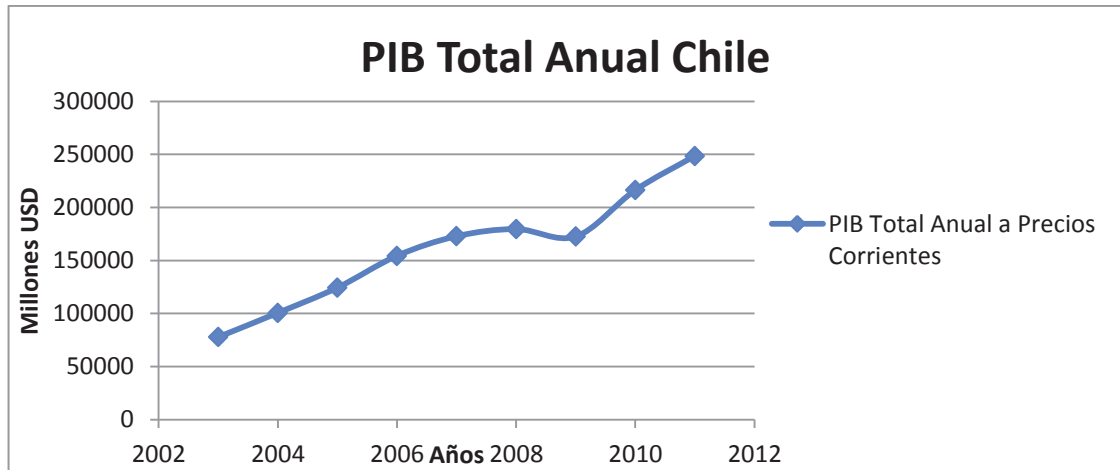


Grafico 10: Producto Interno Bruto Per Cápita Total Anual a Precios corrientes Millones de Dólares. Fuente CEPAL. ⁽¹⁰⁾

5.6 Estimaciones y Proyecciones de Solidos a granel a Almacenar.

Las estimaciones de crecimiento del Producto Interno Bruto Per Capita del pais aportadas por el Banco Central de Chile correspondientes a un 5%.

De acuerdo a la informacion recibida por Aduanas de Chile en el ultimo año la cantidad de Ferrosilicio Importado a traves del Puerto de San Antonio corresponde aproximadamente al 27% del total del Pais, en cuanto a la sustancia Hidrosulfuro de Sodio esta corresponde al 10% aproximado y la Sustancia Sulfuro de Sodio corresponde al 20% aproximado.

Sin embargo de acuerdo a las cantidades estimadas de importacion de solidos a granel a traves del puerto de San Antonio se procederia a almacenar las siguientes cantidades en instalaciones de Celta-GDS:

- El 25% del total de Ferrosilicio importado localmente.
- El 60% del total de Sulfuro de Sodio importado localmente.
- El 100% del total de Hidrosulfuro de Sodio importado localmente.

Las Tablas 4, 5 y 6 muestran las proyecciones estimadas de almacenaje de acuerdo al crecimiento del Producto Interno Bruto Total de Chile para los próximos 10 años y la cantidad estimada a almacenar en las Instalaciones de Celta-GDS.

Proyecciones de Importaciones y Almacenaje de Hidrosulfuro de Sodio		
Años	Cantidad Importaciones (Ton) ⁽⁹⁾	Cantidad a Almacenar 100% (Ton)
2013	36,33	36,33
2014	38,15	38,15
2015	40,05	40,05
2016	42,06	42,06
2017	44,16	44,16
2018	46,37	46,37
2019	48,69	48,69
2020	51,12	51,12
2021	53,68	53,68
2022	56,35	56,35
2023	59,18	59,18

Tabla 4: Proyecciones de Almacenaje de Hidrosulfuro de Sodio, Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia.

Proyecciones de Importaciones y Almacenaje de Ferrosilicio		
Años	Cantidad Importaciones (Ton) ⁽⁹⁾	Cantidad a Almacenar 25% (Ton)
2013	2.324,60	581,15
2014	2.440,82	610,21
2015	2.562,87	640,72
2016	2.691,01	672,75
2017	2.825,56	706,39
2018	2.966,84	741,71
2019	3.115,18	778,79
2020	3.270,94	817,73
2021	3.434,49	858,62
2022	3.606,21	901,55
2023	3.786,52	946,63

Tabla 5: Proyecciones de Almacenaje de Ferrosilicio, Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia

Proyecciones de Importaciones y Almacenaje de Sulfuro de Sodio		
Años	Cantidad Importaciones (Ton) ⁽⁹⁾	Cantidad a Almacenar 60% (Ton)
2013	343,88	206,33
2014	361,07	216,64
2015	379,12	227,47
2016	398,08	238,85
2017	417,98	250,79
2018	438,88	263,33
2019	460,83	276,50
2020	483,87	290,32
2021	508,06	304,84
2022	533,46	320,08
2023	560,14	336,08

Tabla 6: Proyecciones de Almacenaje de Sulfuro de Sodio, Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia.

El Grafico 11 muestra de forma grafica las Proyecciones a almacenar en bodega de Sustancias Peligrosas correspondientes a las Tablas 4, 5 y 6.

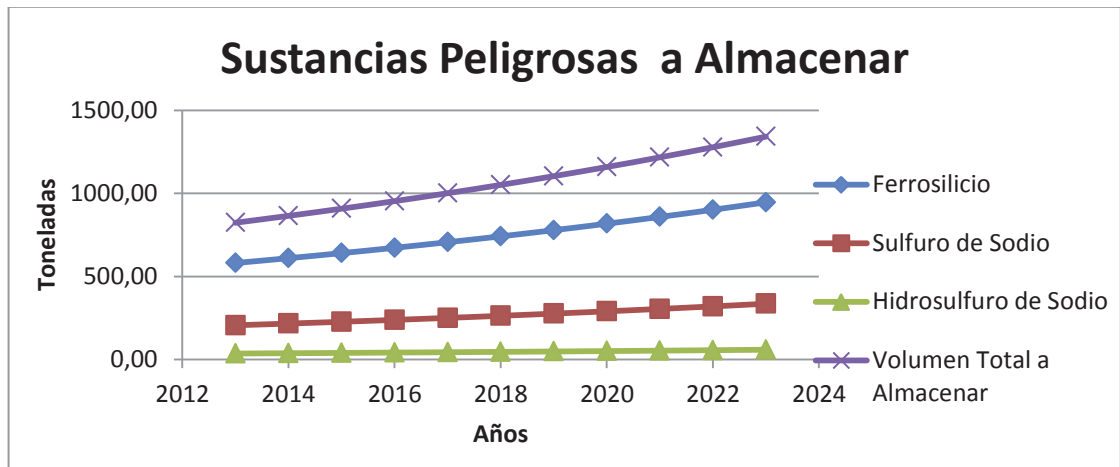


Grafico 11: Proyección de Sustancias Peligrosas a Almacenar en Instalaciones de Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia

5.7 Estimaciones y Proyecciones de líquidos a granel a Almacenar.

Para realizar las proyecciones para el almacenaje de líquidos a granel se procedió de la misma forma que en el punto 5.6, con tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del 5% de acuerdo a información obtenida a través del Banco Central de Chile.

En cuanto a las importaciones de Líquidos a granel, Celta-GDS proporciona los siguientes datos de acuerdo a su servicio actual de muellaje el cual realiza a través del puerto de San Antonio y en base a esto la oportunidad de prestar este servicio.

La Tabla 7 muestra las toneladas métricas totales de Sustancias Peligrosas transferidas en el Servicio de Muellaje por Celta-GDS durante los Años 2011 y 2012, además muestra las proyecciones estimadas para este servicio para los próximos 10 años.

Servicio de Muellaje Celta-GDS	
Años	Cantidad (Ton M)
2011	29.139
2012	47.422
Proyecciones Servicio de Muellaje Celta-GDS	
Años	Cantidad (Ton M)
2013	49.793
2014	52.283
2015	54.897
2016	57.642
2017	60.524
2018	63.550
2019	66.728
2020	70.064
2021	73.567
2022	77.245
2023	81.108

Tabla 7: Proyecciones de Servicio de Muellaje, Celta-GDS: Fuente: Datos Estadísticos entregados por Celta-GDS. ⁽¹¹⁾

El Grafico 12 muestra la proyeccion del servicio de muellaje y en base a esto las estimaciones para la implementacion del Servicio de almacenaje de liquidos a granel en las instalaciones de Celta-GDS.

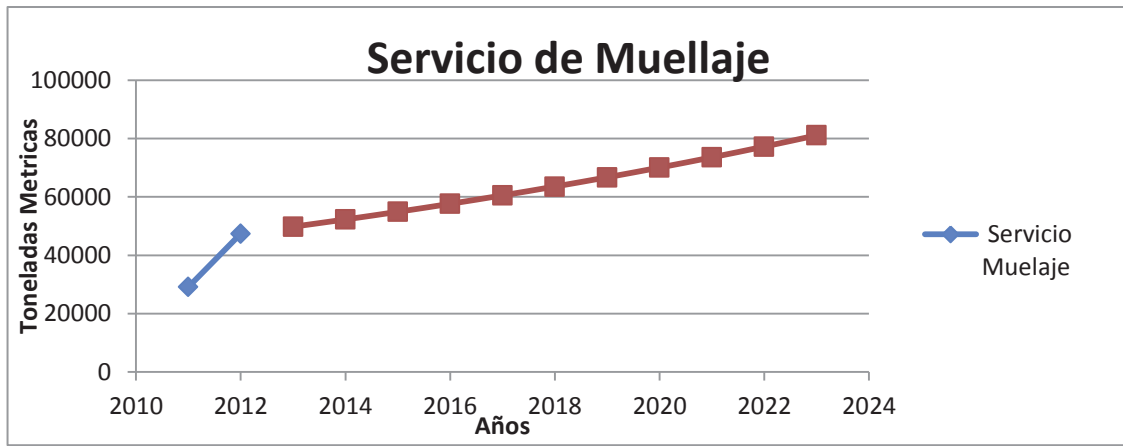


Grafico 12: Proyección de Servicio de Muellaje, Celta-GDS: Fuente: Datos Estadísticos entregados por Celta-GDS. ⁽¹¹⁾

Del Universo de Sustancias Peligrosas que Celta-GDS en su servicio de muellaje transfiere anualmente a diferentes clientes y se seleccionaron las siguientes sustancias peligrosas; Ortóxileno, Isobutanol y 2 Etil Hexanol.

En cuanto al servicio de almacenaje de liquidos a granel se estima almacenar del servicio actual de muellaje:

- Tk1: 30% de Ortóxileno,
- TK2: 100% de Isobutanol.
- TK3: 30% de 2 Etil Hexanol.

Las Tablas 8, 9 y 10 muestran las toneladas metricas transferidas por su servicio de muellaje durante los años 2011 y 2012, ademas muestran las proyecciones estimadas de liquidos a granel a transferir durante los proximos 10 años. Sim embargo se proyecta para la implementacion del Servicio de Almacenaje de Liquidos a granel solo un porcentaje de cada proyeccion anual.

Servicio de Muellaje Carga: Ortóxileno		
Años	Cantidad (TonM) ⁽¹¹⁾	
2011	4113,02	
2012	6076,02	
Proyecciones de Almacenaje Granel Líquido: Ortóxileno		
Años	Cantidad (TonM) ⁽²²⁾	Cantidad a Almacenar 30% (TonM)
2013	6.379,82	1.913,95
2014	6.698,81	2.009,64
2015	7.033,75	2.110,12
2016	7.385,44	2.215,63
2017	7.754,71	2.326,41
2018	8.142,44	2.442,73
2019	8.549,56	2.564,87
2020	8.977,04	2.693,11
2021	9.425,90	2.827,77
2022	9.897,19	2.969,16
2023	10.392,05	3.117,61

Tabla 8: Proyecciones de Almacenaje Líquidos a Granel (Ortóxileno), Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia.

Servicio de Muellaje Carga: Isobutanol		
Años	Cantidad (TonM) ⁽¹¹⁾	
2011	1819,31	
2012	1704,27	
Proyecciones de Almacenaje Granel Líquido: Isobutanol		
Años	Cantidad (TonM) ⁽²²⁾	Cantidad a Almacenar 100% (TonM)
2013	1.789,49	1.789,49
2014	1.878,96	1.878,96
2015	1.972,91	1.972,91
2016	2.071,55	2.071,55
2017	2.175,13	2.175,13
2018	2.283,89	2.283,89
2019	2.398,08	2.398,08
2020	2.517,99	2.517,99
2021	2.643,89	2.643,89
2022	2.776,08	2.776,08
2023	2.914,88	2.914,88

Tabla 9: Proyecciones de Almacenaje Líquidos a Granel (Isobutanol), Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia.

Servicio de Muellaje Carga: 2 Etil Hexanol		
Años	Cantidad (TonM) ⁽¹¹⁾	
2011	6909,01	
2012	5391,62	
Proyecciones de Almacenaje Granel Liquido: 2 Etil Hexanol		
Años	Cantidad (TonM) ⁽²²⁾	Cantidad a Almacenar 30% (TonM)
2013	5.661,20	1.698,36
2014	5.944,26	1.783,28
2015	6.241,47	1.872,44
2016	6.553,55	1.966,06
2017	6.881,22	2.064,37
2018	7.225,28	2.167,59
2019	7.586,55	2.275,96
2020	7.965,88	2.389,76
2021	8.364,17	2.509,25
2022	8.782,38	2.634,71
2023	9.221,50	2.766,45

Tabla 10: Proyecciones de Almacenaje Líquidos a Granel (2 Etil Hexanol), Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia.

El Grafico 13 muestra las toneladas métricas proyectadas a almacenar de Líquidos a Granel para los 10 años siguientes de implementado el servicio en Instalaciones de Celta-GDS.

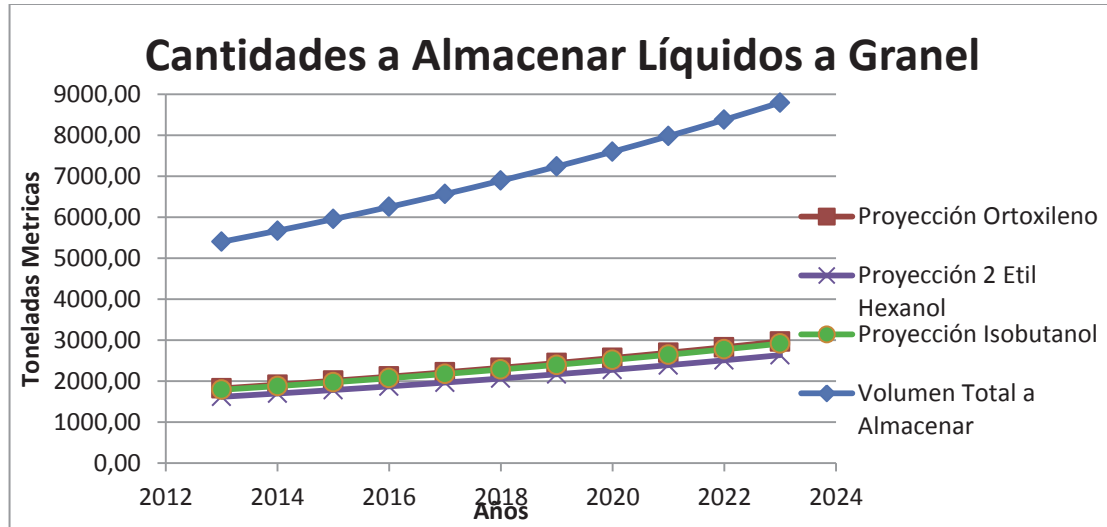


Grafico 13: Proyección de Cantidades a Almacenar de Granel Liquido, Celta-GDS: Fuente: Elaboración Propia

6. ESTUDIO TECNICO

6.1 Descripción de las Operaciones

6.1.1 Servicio de Almacenaje Bodega

El proceso comienza con la notificación del agente de Aduana de los contenedores a retirar en Puerto (toda la carga arriba en contenedores en el Puerto de San Antonio).

En base a esa información se coordinan y envían los camiones al puerto e ingresan de acuerdo a planificación entregada por el puerto, para que estos sean cargados y en forma paralela se verifican las sustancias a transportar y a almacenar.

Una vez que los camiones han sido cargados, se entrega a cada camión; Hoja de seguridad y cartel visible de acuerdo a las sustancias que transportara.

Se controla la hora de salida del recinto portuario y se autoriza su salida en cumplimiento a lo dispuesto a las normas de la secretaria regional de transportes, luego de eso los camiones se dirigen a las instalaciones de Celta-GDS por las rutas autorizadas.

El ingreso de carga al sitio de almacenaje se realizara de lunes a viernes a partir de las 8:30 horas hasta las 17:00, si la carga ingresa fuera de ese horario, se cobrara una tarifa adicional la cual será informada oportunamente a cada cliente, lo mismo ocurrirá con los despachos.

6.1.2 Procedimiento General para ingreso de Camiones a Sitio de Almacenamiento.

El procedimiento de control en las instalaciones de Celta-GDS para los camiones que transportan carga peligrosa que ingresen al sitio de almacenaje será la siguiente:

- a) En la garita de acceso a la bodega, el encargado del control de ingreso identificara al chofer y patente del camión. El Jefe de Planta identificara el tipo de carga, procedencia, cliente, cantidades y en función de ello indicara el lugar en la bodega en donde se deberá almacenar la carga. Además verificara aleatoriamente el cumplimiento de las normas de seguridad cuando corresponda, en función del programa de control diseñado para estas operaciones.
- b) Durante la des-consolidación de la sustancia peligrosa correspondiente, el chofer deberá apagar el motor del vehículo, a menos que su utilización sea necesaria; asegurar los frenos del vehículo e inmovilizarlo mediante dispositivo que evite su desplazamiento.
- c) El Jefe de Planta estará a cargo del correcto procedimiento de descarga de cada una de las sustancias peligrosas, con el fin de evitar cualquier emergencia, el cual tendrá a su cargo a los Operadores de Grúa Horquilla. Todas las personas que participen de esta operación contarán con su correspondiente equipo de protección personal como son: guantes, zapatos, lentes, overol, casco de seguridad.

Para la salida de la carga de las instalaciones de Celta-GDS, el Administrativo de Planta recibe la orden del cliente con el tipo de carga y cantidad a despachar, verificando el inventario, luego coordina el o los camiones necesarios para el transporte.

Posteriormente ordena la consolidación de la carga.

A cada chofer se le hará entrega de lo siguiente; la hoja de ruta, hojas de seguridad de las sustancias químicas transportadas y se coloca el cartel correspondiente a la sustancia química.

La seguridad en cuanto a manejo de carga peligrosa dentro de las instalaciones de Celta-GDS se basa en la continua capacitación de su personal, específicamente en lo concerniente a procedimientos de manejo de productos químicos, síntomas y riesgos asociados a la contaminación que se pudiera producir por la mala manipulación de ésta, medidas de prevención de accidentes, correcto uso de equipo de protección personal,

procedimientos aplicables a situaciones de emergencia de acuerdo a la sustancia química a manipular, etc.

Cabe mencionar que Celta-GDS es el responsable de la carga dentro de las instalaciones, el transporte será responsabilidad de la empresa externa contratada en común acuerdo con el cliente.

La Figura 2 muestra los pasos de la operación de almacenaje de principio a fin.

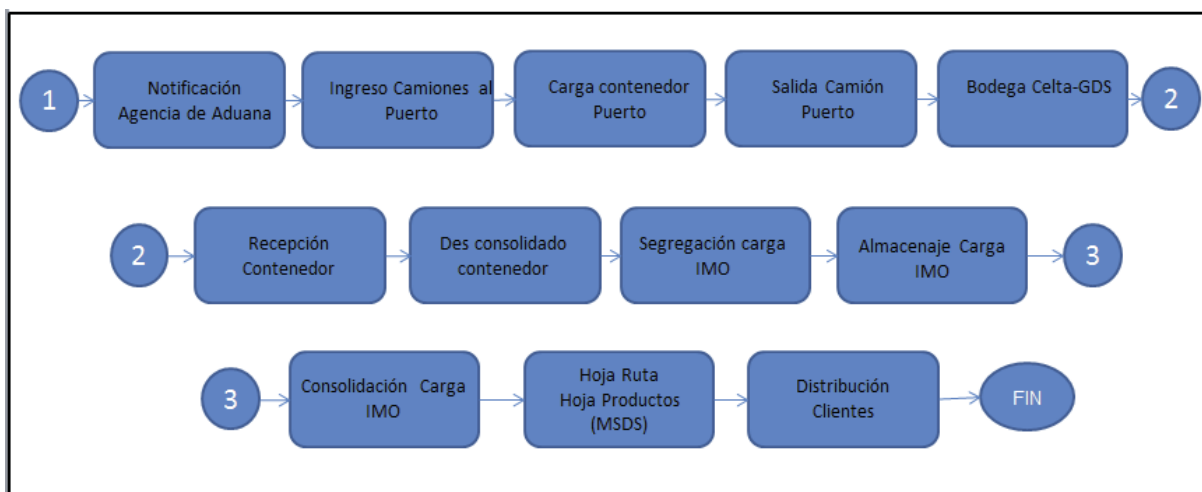


Figura 2: Diagrama de Operaciones para almacenaje en Bodega. Fuente: Elaboración Propia.

6.1.3 Servicio Almacenaje Estanques

Este Servicio comienza con la oportuna información entregada por el cliente de la llegada de producto a almacenar en la planta de Celta-GDS, en la cual se detallan los horarios de llegada, tipo de producto y cantidad, todo esto con el fin de coordinar las operaciones de descarga de los camiones en las instalaciones.

6.1.3.1 Operación de Descarga

Cada camión que debe presentar en portería los correspondientes documentos para la recepción y almacenaje del producto (tipo de producto, cantidad, cliente y datos del conductor).

Una vez aceptado el ingreso del camión con producto a las instalaciones de la planta de almacenaje, el jefe de planta autorizara el posicionamiento del camión para realizar la

operación de Descarga del camión y con ello realizar los siguientes protocolos antes de comenzar la operación.

Tanto el personal destinado a realizar la operación y el conductor del camión debe usar su equipo de protección personal.

Casco de seguridad

Lentes de seguridad

Protección respiratoria

Overol

Guantes de goma

Zapatos de seguridad

El conductor del camión deberá preocuparse de apagar, frenar y enganchar su vehículo, además usar cuñas en la parte delantera de la rueda del tren delantero y en la trasera del tren posterior.

Antes de efectuar estas operaciones, el conductor del camión y el Jefe de planta deberán inspeccionar las válvulas y otros fitting del estanque (sellos) para detectar posibles evidencias de fugas. Si se descubren anomalías antes de la operación de descarga, esta no deberá efectuarse hasta solucionarlas. Si esto ocurriera antes de la descarga, la operación debe ser suspendida y trasladar el camión a un lugar alejado donde no ofrezca peligro.

Tanto en la carga como en la descarga del camión, el conductor debe conectar a tierra el camión estanque, utilizando para tal efecto cables y/o conexión a tierra dispuesta para las Operaciones.

Finalizada la operación de descarga, el conductor deberá y dirigirse a la oficina para recibir los documentos finales para su retiro de la planta.

La Figura 3 muestra los pasos a seguir para la operación de descarga y posterior almacenamiento de sustancias líquidas a granel.

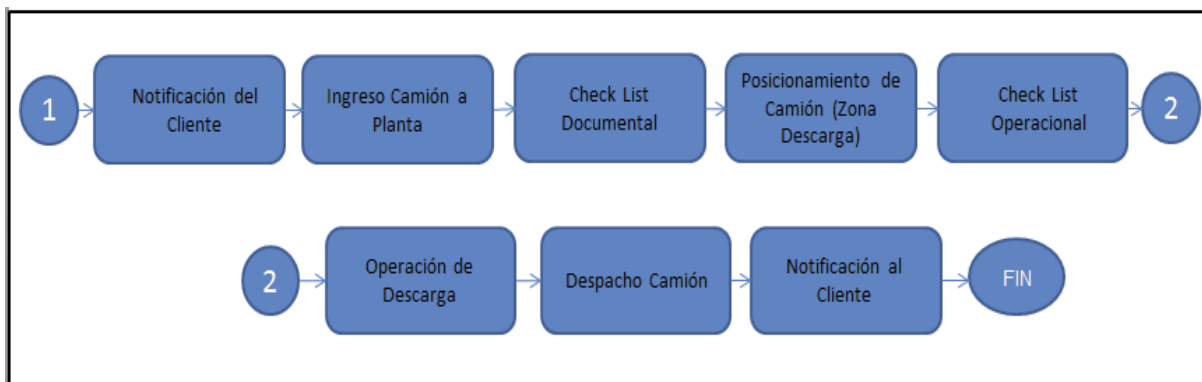


Figura 3: Diagrama de Operaciones para Descarga y Almacenamiento de líquidos a granel. Fuente: Elaboración Propia.

6.1.3.2 Operación de Carga

Para las operaciones de carga de productos y despacho a clientes desde las instalaciones de Celta-GDS, el Administrativo de planta recibe la orden del cliente con el tipo de carga y cantidad a despachar, verificando el inventario, luego coordina el o los camiones necesarios para el transporte.

Antes de que cualquier camión ingrese a las instalaciones de Celta-GDS debe realizar la entrega de la documentación correspondiente del chofer y del camión, para luego realizar el posicionamiento en la zona de carga.

El Jefe de Planta dará las instrucciones al conductor del camión para que realice su posicionamiento en la zona de Carga/Descarga de productos y prosiga con los protocolos para la operación de carga del camión (mencionados en el punto 6.1.3.1) de la operación de Descarga de camiones.

Una vez realizada la operación de carga del camión, el chofer realizara la inspección del camión para luego dirigirse a la oficina en donde se le hará entrega de lo siguiente: la hoja de ruta, hojas de seguridad de las sustancias químicas transportadas y se colocara el cartel correspondiente a la sustancia química, además de los documentos respectivos para el despacho de la carga.

La seguridad en cuanto a manejo de carga peligrosa dentro de las instalaciones de Celta-GDS se basa en la continua capacitación de su personal, específicamente en lo

concerniente a procedimientos de manejo de productos químicos, síntomas y riesgos asociados a la contaminación que se pudiera producir por la mala manipulación de ésta, medidas de prevención de accidentes, correcto uso de equipo de protección personal, procedimientos aplicables a situaciones de emergencia de acuerdo a la sustancia química a manipular, etc.

La Figura 4 muestra los pasos a seguir para la operación de Carga y posterior despacho a clientes de sustancias líquidas a granel.

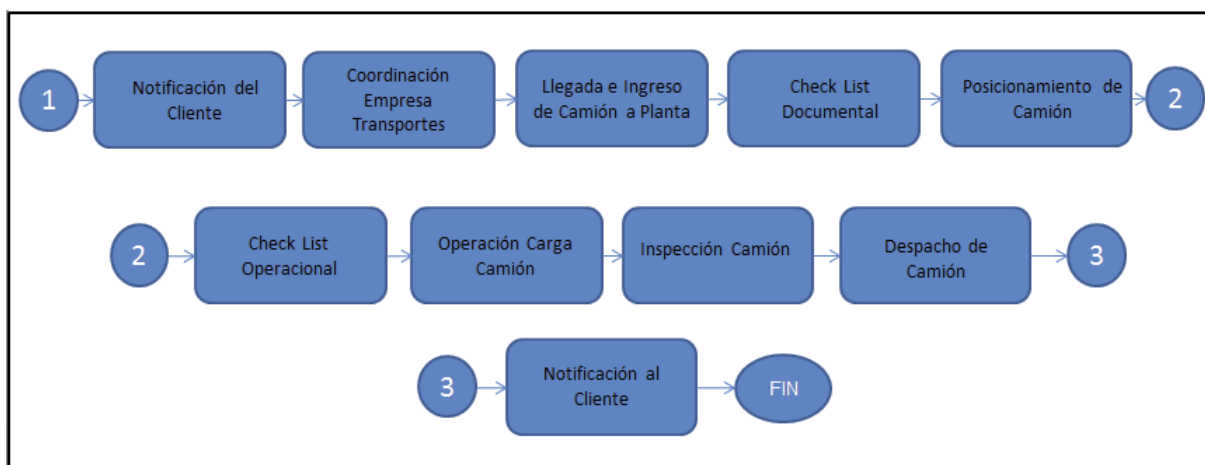


Figura 4: Diagrama de Operaciones para Carga y Despacho a clientes de líquidos a granel. Fuente: Elaboración Propia.

6.2 Localización de proyecto

La Figura 5 muestra la ubicación de la planta de almacenamiento de sustancias peligrosas que se encontrará localizada en el sector industrial de malvilla, comuna de Cartagena, el terreno se encuentra a una distancia aproximada de 12 Km. del puerto de San Antonio.



Figura 5: Localización de Sitio de Almacenaje Carga Peligrosa Celta-GDS. Fuente: Google Maps.

6.3 Lay-Out

A continuación se muestra la distribución física del sitio de almacenamiento de Celta-GDS (Figura 6), identificando el área de oficinas, zona de des consolidación y consolidación de carga, zona de operación, zonas de almacenamiento y zonas de almacenamiento de Líquidos a granel.

En las zonas de operación y zonas de almacenamiento los operadores trabajaran con todo su equipo de protección personal de acuerdo a las sustancias que se requieran almacenar (casco de seguridad, guantes de seguridad, overol, zapatos de seguridad, lentes de seguridad y mascara de gases en caso de ser necesario).

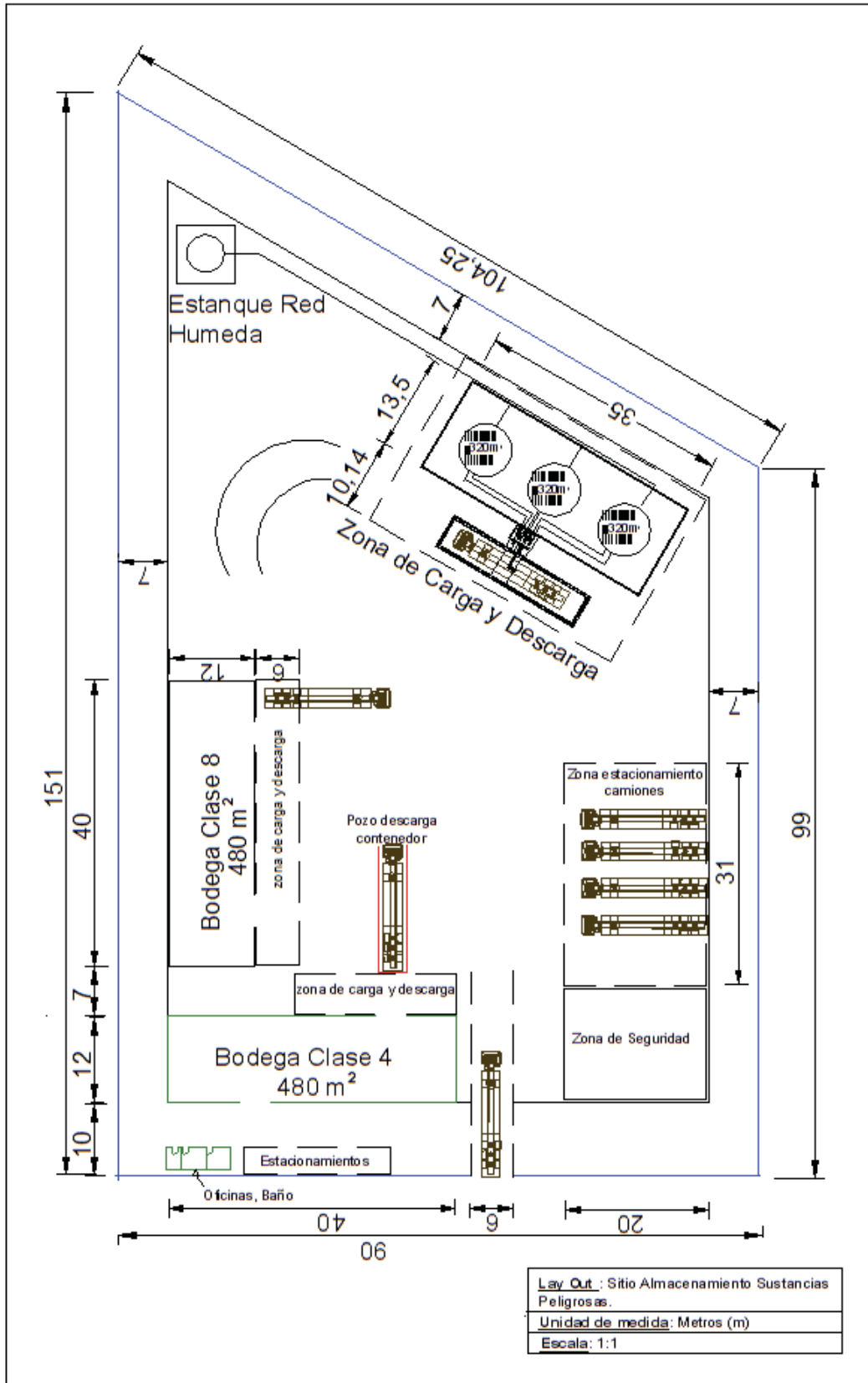


Figura 6: Lay-Out Sitio de Almacenaje Carga Peligrosa Celta-GDS. Fuente: Elaboración Propia.

6.3.1 Diagramas de Flujo

La Figura 7 muestra el esquema que representa la operación de carga de camiones con sustancias peligrosas líquidas a granel desde estanque a camión, además se aprecia la dirección que recorre el fluido desde el estanque hacia el camión.

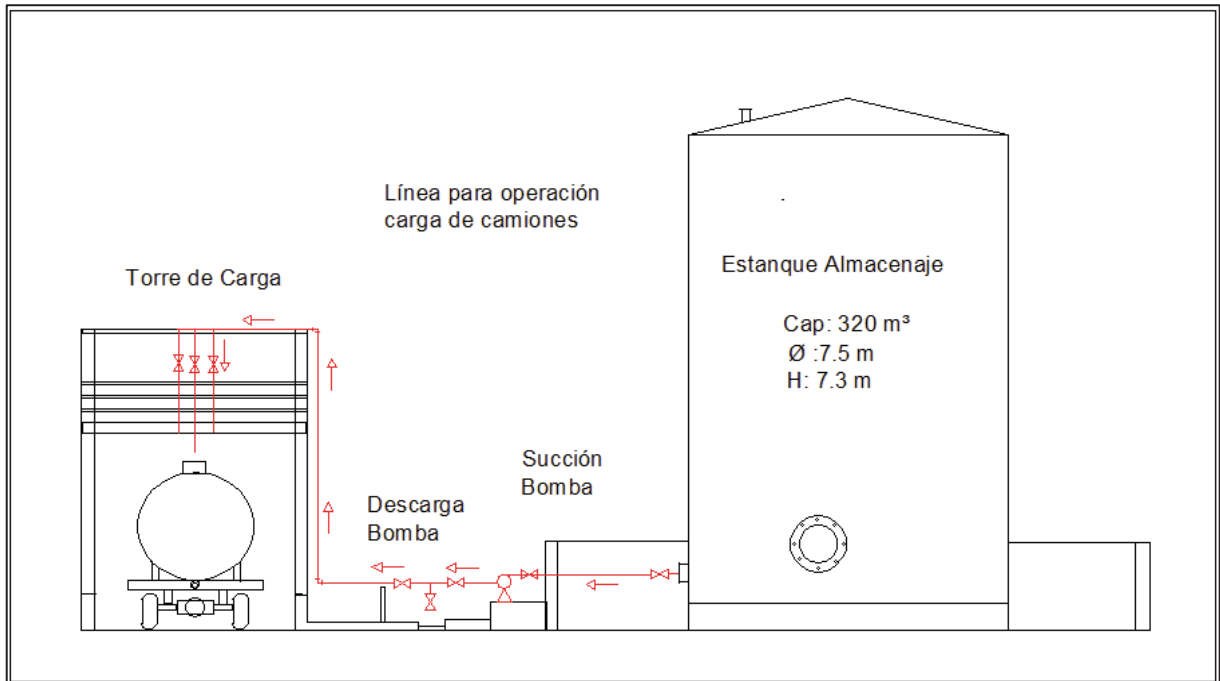


Figura 7: Diagrama de Flujo de Operación de Carga de líquidos a Granel. Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 8 muestra el esquema que representa la operación de descarga de camiones con sustancias peligrosas líquidas a granel desde camión a estanque, además se aprecia la dirección que recorre el fluido por las líneas de operación desde el estanque hacia el camión.

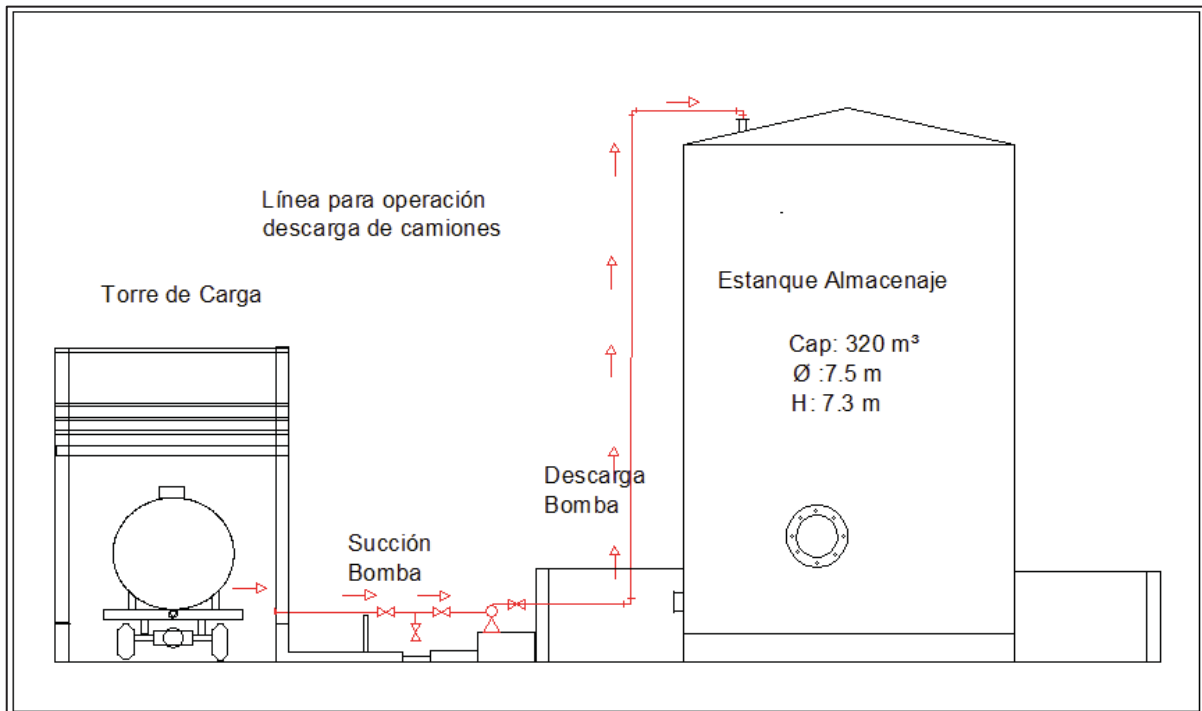


Figura 8: Diagrama de Flujo de Operación de Carga de líquidos a Granel. Fuente: Elaboración Propia.

6.4 Equipos

6.4.1 Equipos para Operaciones con sólidos

Los principales equipos presentes en las operaciones de manipulación de carga peligrosa sólida son los siguientes:

- Grúas Horquillas.

Para la consolidación y des consolidación de carga en bodega se utilizaran dos grúas horquillas de 2.5 toneladas de levante cada una, de las cuales una se utilizara para cargar y descargar el camión y la otra ordenara la carga dentro de las bodegas.

6.4.2 Equipos para Operaciones con líquidos

Los principales equipos presentes en las operaciones de manipulación de carga peligrosa líquida son los siguientes:

- Bombas centrifugas
- Estanques de Almacenamiento

En las operaciones de almacenamiento de líquidos a granel se utilizaran tres bombas centrifugas de 3 HP para la cargar los Camiones y realizar el despacho a clientes y tres bombas de 3 HP para la descarga de camiones y realizar el servicio de almacenaje en las instalaciones de Celta-GDS.

Además se consideran 3 estanques de acero carbono de 320 m³ cada uno, con su respectiva válvula de alivio para vapores, válvulas y fitting asociado a las líneas.

El orden de los estanques con su respectivo líquido a granel a almacenar corresponden a:

- TK1: Ortoxileno,
- TK2: Isobutanol.
- TK3: 2 Etil Hexanol.

6.4.1 Sistema contra incendios

El sistema contra incendios de la bodega de almacenamiento contara con los siguientes elementos:

Extintores multipropósito PQS: considerando una distribución de estos dentro de las bodegas de almacenamiento en cumplimiento de las distancias mínimas requeridas por las disposiciones en materia de protección contra incendios, en cumplimiento del D.S 594/1999⁽²³⁾, respecto a la Prevención y Protección contra incendios.

Arena Seca: Se utilizara en caso de pequeños focos de incendio al interior de la bodega y estará dispuesta en el recinto dentro de tambores de 200 litros, cabe mencionar que estos cumplen dos funciones, la señala y como control para contención de posibles derrames.

El sistema contra incendios de los estanques de almacenamiento contara con los siguientes elementos:

Skid de incendio: este sistema cuenta con una bomba eléctrica principal, una bomba diésel como back up y una bomba jockey para mantener presurizado el anillo y su diseño debe ser de acuerdo a la norma NFPA.

Refrigeración de Tanques: Debe contar con rociadores sobre la envolvente con dos semi-anillos en cada estanque para minimizar el consumo de agua en caso de incendio del estanque más próximo dentro del mismo recinto y sobre el techo del tanque un anillo, además de monitores e hidratantes para conexión de manqueras.

Sistema de Espuma: el sistema de dosificación de espuma debe ser diseñado según los requerimientos de la norma NFPA 11.

Sistema de monitores: El sistema de monitores perimetrales no deben estar distanciados a más de 50 metros y diseñado según los requerimientos de la norma NFPA.

6.5. Check List para el cumplimiento del Reglamento de Almacenamiento de sustancias peligrosas (D.S 78)

6.5.1 Bodega para Sólidos inflamables a granel: Ferrosilicio

En la Tabla 11 se procedió a seleccionar los artículos competentes que enmarcan el cumplimiento del reglamento D.S 78 de almacenamiento de sustancias peligrosas para la bodega exclusiva de sólidos inflamables a granel correspondiente a Ferrosilicio con clasificación Clase 4.3 de acuerdo a NCh 382 of. 98 "Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general".

Bodega para Sólidos inflamables a granel: Ferrosilicio	
Artículo	Regulación
Título I : Disposiciones Generales	
Artículo 5	Obtener una autorización sanitaria por parte del Ministerio de Salud competente del lugar de funcionamiento.
Título II : Del almacenamiento de sustancias peligrosas	
Artículo 12	Contar con un sistema de control de derrames, que puede consistir en materiales absorbentes o bandejas de contención, y contar con un sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores, compatibles con los productos almacenados.
Artículo 14	Se deberá contar con las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias almacenadas a disposición de quienes las manejan.
Párrafo III: De las bodegas para sustancias peligrosas	
Artículo 24	Contar con rótulos externos e internos, que indiquen las clases y divisiones de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial N° 2190 de 2003, o la que la sustituya. Los rótulos ubicados en todos los muros externos de la bodega, deberán indicar los tipos de sustancias almacenadas en su interior, debiendo ser visibles a una distancia de 10 m.

Artículo 25	Las bodegas para sustancias peligrosas deberán ser cerradas en su perímetro por muros o paredes sólidas, resistentes a la acción del agua, incombustibles, con techo liviano, y piso sólido resistente estructural y químicamente, liso, lavable e impermeable y no poroso.
Artículo 26	Las puertas de carga y descarga y las de evacuación deberán tener un 75% de la RF de los muros que las contienen y estar ubicadas en muros externos.
Artículo 27	La ubicación de las puertas de escape será de manera tal que desde cualquier punto al interior de la bodega, la distancia recorrida, no sea superior a 30 m. Servirán como puertas de escape las de carga y descarga siempre y cuando existan al menos 2, con dirección de escape distintas y no se trate de puertas de operación con mecanismo de cierre automático o que una de ellas se mantenga cerrada en el momento de operación.
Artículo 29	Contar con ventilación natural o forzada, con una renovación de aire mínima de 12 cambios por hora. Para el caso de ventilación natural, se privilegiarán las aberturas en el techo y podrán disponerse pequeñas aberturas en la parte superior y/o inferior de los muros, dependiendo de la densidad relativa de la sustancia almacenada. Dichas aberturas deberán tener rejilla o disponer de celosías construidas de forma que deriven el aire hacia arriba.
Artículo 30	Si cuenta con instalación eléctrica, ésta debe ser reglamentaria, de acuerdo a la normativa vigente y registrada ante la autoridad competente.
Artículo 36	Las bodegas para sustancias peligrosas, no podrán ubicarse en un mismo sitio donde existan casas habitación, salas cunas, jardines infantiles, o cualquier otra actividad distinta de la que corresponde al giro de la empresa.
Artículo 40	Contar con un sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores, cuyo tipo, cantidades, distribución, potencial de extinción y mantenimiento, entre otras características, deberán estar de acuerdo a lo establecido en el decreto N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud. Cuando se almacenen cantidades superiores a 500 t las Bodegas para Sustancias Peligrosas, excepto aquellas en que se almacenen sustancias de la clase 4.3. Deberán contar con red húmeda con una reserva de agua propia.
Artículo 44	Las pilas de sustancias dispuestas directamente sobre el piso tendrán como máximo un largo de 8 m, un ancho de 6 m y una altura de 1 m, excepto cuando el envase supere esta altura La altura de estas pilas podrá ser de 3 m cuando las sustancias se encuentren en maxisacos.
Artículo 48	Contar con pasillos internos demarcados con líneas amarillas, con un ancho mínimo 1,2 m y de 2,4 m si por ellos circulan grúas horquilla. Las vías de ingreso, tránsito y

	evacuación deberán estar siempre despejadas, sin nada que las obstruya.
Artículo 49	Deberán existir duchas y lavaojos de emergencia al exterior de la bodega, a no más de 20 m de las puertas de carga/descarga, con un caudal suficiente que asegure el escurrimiento de la sustancias a limpiar. Los accesos a las duchas y lavaojos de emergencia deberán estar libres de obstáculos y debidamente señalizados.
Artículo 50	Está prohibido fumar al interior de la bodega, lo que debe señalarse mediante un letrero que indique “No fumar” en el acceso principal de la bodega y otro al interior de la misma, dispuestos en lugares fácilmente visibles.
Artículo 51	Contar con acceso controlado. Habrá un responsable de bodega quien será el encargado de vigilar el acceso de personas y maquinarias y de llevar el registro de los productos que entran y salen de la bodega.
Artículo 52	Los procedimientos de operación, deberán establecerse por escrito y estar disponibles para todo el personal asociado a ésta.
Artículo 53	El personal deberá recibir capacitación formal cada tres años, información e instrucciones específicas, en forma oral y por escrito, sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades y peligros de las sustancias que se almacenan y su manejo seguro. • Contenidos y adecuada utilización de las Hojas de Datos de Seguridad. • Función y uso correcto de elementos e instalaciones de seguridad, incluidas las consecuencias de un incorrecto funcionamiento. • Uso correcto de equipos de protección personal y consecuencias de no utilizarlos. • La empresa deberá llevar y mantener a disposición de la Autoridad Sanitaria, el registro de las capacitaciones dadas a sus funcionarios.
Artículo 54	Deberá existir un registro impreso o electrónico, en idioma español, de cada bodega para sustancias peligrosas el que deberá estar a disposición del personal que trabaja o transita en ella, como también de los organismos fiscalizadores y contendrá como mínimo, la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre comercial y nombre químico de cada sustancia (si se trata de sustancias puras). • Capacidad máxima de la bodega y cantidad almacenada promedio mensual de cada sustancia, para los últimos 6 meses, expresado en kg o t. • N° NU. • Clase primaria, clase secundaria y división de peligrosidad, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace. • El registro debe estar ubicado en algún lugar fuera del edificio de la bodega.

Artículo 55	<p>En la portería o acceso de la instalación de almacenaje, deberá existir un documento impreso para situaciones de emergencias con la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Croquis de la instalación, especificando la ubicación de las bodegas, indicando para cada una de ellas las clases y divisiones de peligrosidad de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace. Se deberán indicar también los lugares donde se encuentren elementos para combatir y controlar emergencias, así como, los ingresos al lugar y las salidas de emergencia si existieran. • Capacidad máxima de cada bodega en kg. y/o t. • Adicionalmente, en la portería deberán estar disponibles en forma impresa las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias almacenadas, de acuerdo a Norma Chilena Oficial N° 2245 de 2003, o la que la sustituya, ordenadas y separadas por bodega
	<p>Título III: Zona de carga y descarga</p>
Artículo 57	<p>Las zonas de carga y descarga, deberán contar con piso sólido, resistente a la acción del agua, techo liviano que proteja de las condiciones climáticas que puedan afectar la seguridad de dicha zona con un sistema manual de contención de derrames, considerando las características de las sustancias de mayor complejidad que se manejan en dichas zonas y contar con sistema manual de extinción de incendios.</p>
	<p>Título IV: Almacenamiento a granel Párrafo I: Sólidos a granel</p>
Artículo 66	<p>Para almacenar graneles sólidos, se deberán acreditar las siguientes condiciones mínimas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La sustancia almacenada no se dispersará ni habrá emanaciones de gases, producto de la lluvia, viento u otra condición climática. • El almacenamiento no podrá estar en una zona residencial o mixta. • La zona de almacenamiento deberá tener acceso controlado. • El piso deberá ser impermeable y resistente a la sustancia almacenada.. <p>La cantidad a apilar de la sustancia deberá considerar los peligros para las instalaciones circundantes derivados de sus propiedades intrínsecas y la ocurrencia de accidentes derivados de la conformación de la pila, de sus peligros a la salud humana para los trabajadores expuestos a la sustancia y los peligros al medio ambiente. Para todo ello se deberá considerar la clase y división de riesgo y las</p>

	propiedades físicas de la sustancia a almacenar como la granulometría, ángulo de reposo y demás.
Artículo 67	Contar con un sistema de contención de aguas residuales utilizadas en el control de incendios, de manera de evitar su dispersión dentro del sitio de la empresa, además deberá tener un plan para el manejo de los residuos peligrosos generados.
Artículo 70	El personal que trabaje en las zonas de almacenamiento de graneles sólidos y pueda tener contacto directo con el producto almacenado, deberá recibir capacitación formal cada tres años, información e instrucciones específicas, en forma oral y por escrito, sobre: Propiedades y peligros de las sustancias que se almacenan y su manejo seguro. Contenidos y adecuada utilización de las Hojas de Datos de Seguridad. Función y uso correcto de elementos e instalaciones de seguridad, incluidas las consecuencias de un incorrecto funcionamiento. Uso correcto de equipos de protección personal y consecuencias de no utilizarlos. La empresa deberá llevar y mantener a disposición de la Autoridad Sanitaria, el registro de las capacitaciones dadas a sus funcionarios.
Título VII: Sólidos Inflamables	
Artículo 114	Se rigen por las disposiciones del presente título las siguientes sustancias peligrosas pertenecientes a la Clase 4, de la NCh 382.Of2004, o la que la sustituya, es decir: 4.1 Sólidos inflamables. 4.2 Sólidos con riesgo de combustión espontánea, y 4.3 Sólido inflamable que al contacto con el agua desprende gases inflamables.
Artículo 119	Las bodegas exclusivas para inflamables, tanto adyacentes como separadas, deberán contar con instalaciones eléctricas a prueba de explosión o intrínsecamente segura u otro sistema que otorgue igual o mayor protección.
Artículo 120	Las bodegas para inflamables deberán mantener una distancia mínima de 5 m a cualquier otra construcción al interior del sitio de la empresa por al menos un lado de la bodega, que permita el tránsito expedito de vehículos de emergencia y genere vías de evacuación adecuadas en caso de emergencias.
Título XIV: Del plan de emergencias	

<p>Artículo 171</p>	<p>Contar con un Plan de Emergencias presentado a la Compañía de Bomberos de la comuna, que incluya los siguientes apartados:</p> <p>a) Plano a escala de la instalación y su entorno, considerando un radio de 50 m a la redonda desde los deslindes del sitio de la empresa, detallando al menos lo siguiente:</p> <p>Sectores de producción.</p> <p>Sectores de oficinas.</p> <p>Casino(s).</p> <p>Bodegas y zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas, indicando para cada una de ellas las clases y divisiones de peligrosidad de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace.</p> <p>Vías de evacuación, zonas de seguridad.</p> <p>Sistemas de seguridad, tales como: red húmeda, red seca, sistemas manuales contra incendio, sistemas de control de derrames.</p> <p>Sitios colindantes.</p> <p>Residencias y centros de población.</p> <p>Salas cunas y jardines infantiles.</p> <p>Establecimientos educacionales.</p> <p>Establecimientos de salud.</p> <p>Establecimientos de uso público</p> <p>Otras instalaciones industriales.</p>
	<p>b) Plano de cada bodega y zona de almacenamiento de sustancias peligrosas, especificando la clase de sustancia almacenada de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la sustituya.</p>
	<p>c) Listado de sustancias peligrosas almacenadas por bodega, detallando lo siguiente para cada sustancia:</p> <p>Nombre químico y común.</p> <p>Cantidad promedio mensual estimada.</p> <p>Capacidad máxima de la bodega.</p> <p>Clase y división de peligrosidad, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace.</p> <p>Hoja de datos de seguridad de acuerdo a la NCh 2245.Of2003 o la que la reemplace.</p>
	<p>d) Cadena de mando:</p> <p>Director para las emergencias y Director(es) Alterno(s) (persona o cargo), definiendo sus responsabilidades y funciones.</p> <p>Cadena de mando, indicando los nombres, teléfonos y cargos de los principales</p>

	<p>encargados.</p> <p>Responsabilidades, funciones y mecanismos de coordinación de cada individuo dentro de la empresa (trabajadores, contratistas, visitas).</p> <p>e) Procedimiento de emergencia:</p> <p>Identificación de los posibles tipos de emergencia, tales como: incendios, explosiones, derrames y fugas y los criterios que justifican la activación del Plan, describiendo para cada tipo los procedimientos a seguir para el alza de la alarma, respuesta, evacuación y seguimiento de la emergencia.</p> <p>Adicionalmente, se deben definir las condiciones bajo las cuales se puede considerar terminada la emergencia y las eventuales medidas de reparación de daños y contaminación.</p> <p>Sistemas de comunicación.</p> <p>Procedimientos para informar oportunamente a la Autoridad Sanitaria y a otras autoridades con competencia, sobre la ocurrencia de la emergencia.</p> <p>Definir las emergencias que podrían requerir ayuda externa, detallando el tipo de ayuda, cómo movilizarla y a quien se solicitará.</p> <p>Definir y señalar las zonas de seguridad al interior de la instalación.</p>
	<p>i) Listar equipos e instrumental disponibles en la instalación para detectar y analizar sustancias peligrosas y señalar su ubicación.</p> <p>j) Listar sistemas y equipos disponibles en la instalación para enfrentar emergencias, señalar su ubicación y programas de mantención.</p> <p>k) Listar equipos y elementos de protección personal disponibles en la instalación y señalar su ubicación.</p> <p>n) Mantenimiento de la Operatividad del Plan, incorporando simulacros al menos una vez al año:</p> <p>Programa de capacitación anual sobre conocimientos básicos del Plan a todo el personal que trabaja en la empresa.</p> <p>Programa de capacitación anual sobre conocimientos específicos del Plan al personal que pudiera estar involucrado directamente en una emergencia, incluyendo como mínimo: sustancias que se manejan y sus peligros asociados, letra e) de este artículo y prevención y extinción de incendios.</p> <p>Programa de revisiones periódicas del Plan, al menos una vez al año.</p> <p>Programación anual, definición y resultados de simulacros de activación del Plan.</p> <p>Se debe mantener un registro de cada una de estas actividades realizadas.</p>

Tabla 11: Check List bodega para solidos inflamables a granel: Ferrosilicio. Fuente ⁽⁴⁾

6.5.2 Bodega para Sólidos Corrosivos a granel: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio

En la Tabla 12 se procedió a enlistar los artículos competentes que enmarcan el cumplimiento del reglamento D.S 78 de almacenamiento de sustancias peligrosas para la bodega común de sólidos corrosivos a granel correspondiente a Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio con clasificación Clase 8 de acuerdo a NCh 382 of. 98 "Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general".

Bodega para Sólidos Corrosivos a granel: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio	
Artículo	Regulación
Título I : Disposiciones Generales	
Artículo 5	Obtener una autorización sanitaria por parte del Ministerio de Salud competente del lugar de funcionamiento.
Título II : Del almacenamiento de sustancias peligrosas	
Artículo 12	Contar con un sistema de control de derrames, que puede consistir en materiales absorbentes o bandejas de contención, y contar con un sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores, compatibles con los productos almacenados.
Artículo 14	Se deberá contar con las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias almacenadas a disposición de quienes las manejan.
Párrafo II: De las bodegas comunes	
Artículo 17	Contar con perímetro cerrado por muros o paredes sólidas, resistentes a la acción del agua, incombustibles, con piso sólido, liso e impermeable, no poroso. Adicionalmente, estas bodegas deberán tener un sistema de contención local de derrames con agentes de absorción y/o neutralización que evite comprometer las áreas adyacentes.
Artículo 19	Deberá estar, señalizada y demarcada. Adicionalmente, deberá contar con rótulos que indiquen las clases y divisiones de las sustancias en ella almacenadas, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial N° 2190 del 2003: Distintivos para identificación de riesgos (NCh 2190.Of2003) o la que la sustituya.

Artículo 20	Estará prohibido fumar al interior de la bodega, lo que deberá señalarse mediante letreros que indiquen “No fumar” en el acceso principal de la bodega y en el interior de la misma, dispuestos en lugares fácilmente visibles.
Artículo 21	<p>Contar con un registro escrito o electrónico en idioma español de las sustancias almacenadas dentro de la instalación, el cual estará a disposición del personal que trabaja en ella o transita por ésta, como también de los organismos fiscalizadores y bomberos. Dicho registro deberá contemplar como mínimo la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nombre comercial y nombre químico de cada sustancia contenida en ella; -Nº NU; -Clase y división de peligrosidad de cada sustancia de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la sustituya; -Croquis con la ubicación (zona) de las sustancias al interior de la bodega; -Promedio trimestral de las cantidades por clase de sustancias almacenadas, según la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace. <p>Adicionalmente, deberán estar disponibles las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias almacenadas de acuerdo a Norma Chilena Oficial Nº 2245 del 2003: Sustancias químicas - Hojas de datos de seguridad – Requisitos (NCh 2245.Of2003) o la que la sustituya.</p>
Artículo 22	Contar con un sistema manual de extinción de incendios a base de extintores, compatibles con los productos almacenados, cuya cantidad, distribución, potencial de extinción y mantenimiento, entre otros aspectos, deberá estar de acuerdo a lo establecido en el decreto Nº 594 de 1999 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
Artículo 23	La instalación eléctrica debe cumplir con la normativa vigente.
	Párrafo III: De las bodegas para sustancias peligrosas
Artículo 24	<p>Contar con rótulos externos e internos, que indiquen las clases y divisiones de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial Nº 2190 de 2003, o la que la sustituya.</p> <p>Los rótulos ubicados en todos los muros externos de la bodega, deberán indicar los tipos de sustancias almacenadas en su interior, debiendo ser visibles a una distancia de 10 m. Los rótulos internos deberán ubicarse en cada una de las zonas de almacenamiento, de acuerdo a las clases y divisiones de las sustancias en ellas dispuestas.</p>
Artículo 25	Las bodegas para sustancias peligrosas deberán ser cerradas en su perímetro por muros o paredes sólidas, resistentes a la acción del agua, incombustibles, con techo

	liviano, y piso sólido resistente estructural y químicamente, liso, lavable e impermeable y no poroso.
Artículo 26	Las puertas de carga y descarga y las de evacuación deberán tener un 75% de la RF de los muros que las contienen y estar ubicadas en muros externos.
Artículo 27	La ubicación de las puertas de escape será de manera tal que desde cualquier punto al interior de la bodega, la distancia recorrida, no sea superior a 30 m. Servirán como puertas de escape las de carga y descarga siempre y cuando existan al menos 2, con dirección de escape distintas y no se trate de puertas de operación con mecanismo de cierre automático o que una de ellas se mantenga cerrada en el momento de operación.
Artículo 29	Contar con ventilación natural o forzada, con una renovación de aire mínima de 12 cambios por hora. Para el caso de ventilación natural, se privilegiarán las aberturas en el techo y podrán disponerse pequeñas aberturas en la parte superior y/o inferior de los muros, dependiendo de la densidad relativa de la sustancia almacenada. Dichas aberturas deberán tener rejilla o disponer de celosías construidas de forma que deriven el aire hacia arriba.
Artículo 30	Si cuenta con instalación eléctrica, ésta debe ser reglamentaria, de acuerdo a la normativa vigente y registrada ante la autoridad competente.
Artículo 36	No podrán ubicarse en un mismo sitio donde existan casas habitación, salas cunas, jardines infantiles, o cualquier otra actividad distinta de la que corresponde al giro de la empresa. En los establecimientos de salud y educacionales sólo podrá haber almacenamiento de sustancias peligrosas que corresponda al que se rige por lo establecido para las bodegas comunes.
Artículo 40	Contar con un sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores, cuyo tipo, cantidades, distribución, potencial de extinción y mantenimiento, entre otras características, deberán estar de acuerdo a lo establecido en el decreto N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud.
Artículo 44	Las pilas de sustancias dispuestas directamente sobre el piso tendrán como máximo un largo de 8 m, un ancho de 6 m y una altura de 1 m, excepto cuando el envase supere esta altura La altura de estas pilas podrá ser de 3 m cuando las sustancias se encuentren en maxisacos.
Artículo 48	Las bodegas deberán contar con pasillos internos demarcados con líneas amarillas, con un ancho mínimo 1,2 m y de 2,4 m si por ellos circulan grúas horquilla. Las vías de ingreso, tránsito y evacuación deberán estar siempre despejadas, sin nada que las obstruya.

Artículo 49	Deberán existir duchas y lavaojos de emergencia al exterior de la bodega para sustancias peligrosas, a no más de 20 m de las puertas de carga/descarga, con un caudal suficiente que asegure el escurrimiento de la sustancias a limpiar. Los accesos a las duchas y lavaojos de emergencia deberán estar libres de obstáculos y debidamente señalizados.
Artículo 51	Las bodegas para sustancias peligrosas deberán tener acceso controlado. Habrá un responsable de bodega quien será el encargado de vigilar el acceso de personas y maquinarias y de llevar el registro de los productos que entran y salen de la bodega. La bodega no podrá tener ninguna oficina en su interior tampoco para el responsable de la misma.
Artículo 52	Los procedimientos de operación, deberán establecerse por escrito y estar disponibles para todo el personal asociado a ésta.
Artículo 53	<p>El personal que trabaje en bodegas para sustancias peligrosas deberá recibir capacitación formal cada tres años, información e instrucciones específicas, en forma oral y por escrito, sobre:</p> <p>Propiedades y peligros de las sustancias que se almacenan y su manejo seguro.</p> <p>Contenidos y adecuada utilización de las Hojas de Datos de Seguridad.</p> <p>Función y uso correcto de elementos e instalaciones de seguridad, incluidas las consecuencias de un incorrecto funcionamiento.</p> <p>Uso correcto de equipos de protección personal y consecuencias de no utilizarlos.</p> <p>La empresa deberá llevar y mantener a disposición de la Autoridad Sanitaria, el registro de las capacitaciones dadas a sus funcionarios.</p>
Artículo 55	<p>En la portería o acceso de la instalación de almacenaje, deberá existir un documento impreso para situaciones de emergencias con la siguiente información:</p> <p>-Croquis de la instalación, especificando la ubicación de las bodegas, indicando para cada una de ellas las clases y divisiones de peligrosidad de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace. Se deberán indicar también los lugares donde se encuentren elementos para combatir y controlar emergencias, así como, los ingresos al lugar y las salidas de emergencia si existieran.</p> <p>-Capacidad máxima de cada bodega en kg. y/o t.</p> <p>Adicionalmente, en la portería deberán estar disponibles en forma impresa las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias almacenadas, de acuerdo a Norma Chilena Oficial N° 2245 de 2003, o la que la sustituya, ordenadas y separadas por bodega</p>

	Título III: Zona de carga y descarga
Artículo 57	<p>Contar con piso sólido, resistente a la acción del agua, techo liviano que proteja de las condiciones climáticas que puedan afectar la seguridad de dicha zona con un sistema manual de contención de derrames, considerando las características de las sustancias de mayor complejidad que se manejan en dichas zonas y contar con sistema manual de extinción de incendios.</p>
	Título IV: Almacenamiento a granel Párrafo I: Sólidos a granel
Artículo 66	<p>Para almacenar graneles sólidos, se deberán acreditar las siguientes condiciones mínimas:</p> <p>La sustancia almacenada no se dispersará ni habrá emanaciones de gases, producto de la lluvia, viento u otra condición climática.</p> <p>El almacenamiento no podrá estar en una zona residencial o mixta.</p> <p>La zona de almacenamiento deberá tener acceso controlado.</p> <p>El piso deberá ser impermeable y resistente a la sustancia almacenada.</p> <p>La zona de almacenamiento deberá estar rotulada, indicando las clases y divisiones de las sustancias peligrosas almacenadas, de acuerdo a la NCh 2190.Of2003 o la que la sustituya, los que serán visibles a una distancia de 10 m.</p> <p>La cantidad a apilar de la sustancia deberá considerar los peligros para las instalaciones circundantes derivados de sus propiedades intrínsecas y la ocurrencia de accidentes derivados de la conformación de la pila, de sus peligros a la salud humana para los trabajadores expuestos a la sustancia y los peligros al medio ambiente. Para todo ello se deberá considerar la clase y división de riesgo y las propiedades físicas de la sustancia a almacenar como la granulometría, ángulo de reposo y demás.</p> <p>La distancia mínima entre pilas será de 2,4 m, cuando no exista una barrera física entre las pilas.</p> <p>Análisis de consecuencia en caso de un accidente tecnológico que asegure que en el muro medianero o deslinde del sitio y que en las otras construcciones al interior del mismo sitio no se superen los límites establecidos en artículo 32 de este reglamento.</p>
Artículo 67	<p>Contar con un sistema de contención de aguas residuales utilizadas en el control de incendios, de manera de evitar su dispersión dentro del sitio de la empresa, además deberá tener un plan para el manejo de los residuos peligrosos generados.</p>

Artículo 69	Las zonas de almacenamiento de graneles sólidos, deberán tener acceso controlado. Habrá un responsable quien será el encargado de controlar el acceso de personas y maquinarias y llevar el control operacional y logístico de las pilas.
Artículo 70	El personal que trabaje en las zonas de almacenamiento de graneles sólidos y pueda tener contacto directo con el producto almacenado, deberá recibir capacitación formal cada tres años, información e instrucciones específicas, en forma oral y por escrito, sobre: Propiedades y peligros de las sustancias que se almacenan y su manejo seguro. Contenidos y adecuada utilización de las Hojas de Datos de Seguridad. Función y uso correcto de elementos e instalaciones de seguridad, incluidas las consecuencias de un incorrecto funcionamiento. Uso correcto de equipos de protección personal y consecuencias de no utilizarlos. La empresa deberá llevar y mantener a disposición de la Autoridad Sanitaria, el registro de las capacitaciones dadas a sus funcionarios.
	Título X: Corrosivos
Artículo 152	En bodegas exclusivas para corrosivos, del tipo adyacente, se podrán almacenar hasta 2.500 t.
	Título XIV: Del plan de emergencias
Artículo 171	Todas las bodegas para sustancias peligrosas y los locales comerciales que vendan estas sustancias deberán contar con un Plan de Emergencias presentado a la Compañía de Bomberos de la comuna, que incluya los siguientes apartados: a) Plano a escala de la instalación y su entorno, considerando un radio de 50 m a la redonda desde los deslindes del sitio de la empresa, detallando al menos lo siguiente: Sectores de producción. Sectores de oficinas. Casino(s). Bodegas y zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas, indicando para cada una de ellas las clases y divisiones de peligrosidad de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace. Vías de evacuación, zonas de seguridad. Sistemas de seguridad, tales como: red húmeda, red seca, sistemas manuales contra incendio, sistemas de control de derrames. Sitios colindantes.

	<p>Residencias y centros de población. Salas cunas y jardines infantiles. Establecimientos educacionales. Establecimientos de salud. Establecimientos de uso público Otras instalaciones industriales.</p>
	<p>b) Plano de cada bodega y zona de almacenamiento de sustancias peligrosas, especificando la clase de sustancia almacenada de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la sustituya.</p>
	<p>c) Listado de sustancias peligrosas almacenadas por bodega, detallando lo siguiente para cada sustancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nombre químico y común. Cantidad promedio mensual estimada. Capacidad máxima de la bodega. Clase y división de peligrosidad, de acuerdo a la NCh 382.Of2004 o la que la reemplace. <p>Hoja de datos de seguridad de acuerdo a la NCh 2245.Of2003 o la que la reemplace.</p>
	<p>d) Cadena de mando:</p> <p>Director para las emergencias y Director(es) Alterno(s) (persona o cargo), definiendo sus responsabilidades y funciones.</p> <p>Cadena de mando, indicando los nombres, teléfonos y cargos de los principales encargados.</p> <p>Responsabilidades, funciones y mecanismos de coordinación de cada individuo dentro de la empresa (trabajadores, contratistas, visitas).</p> <p>e) Procedimiento de emergencia:</p> <p>Identificación de los posibles tipos de emergencia, tales como: incendios, explosiones, derrames y fugas y los criterios que justifican la activación del Plan, describiendo para cada tipo los procedimientos a seguir para el alza de la alarma, respuesta, evacuación y seguimiento de la emergencia.</p> <p>Adicionalmente, se deben definir las condiciones bajo las cuales se puede considerar terminada la emergencia y las eventuales medidas de reparación de daños y contaminación.</p> <p>Sistemas de comunicación.</p> <p>Procedimientos para informar oportunamente a la Autoridad Sanitaria y a otras autoridades con competencia, sobre la ocurrencia de la emergencia.</p> <p>Definir las emergencias que podrían requerir ayuda externa, detallando el tipo de</p>

	<p>ayuda, cómo movilizarla y a quien se solicitará.</p> <p>Definir y señalar las zonas de seguridad al interior de la instalación.</p>
	<p>i) Listar equipos e instrumental disponibles en la instalación para detectar y analizar sustancias peligrosas y señalar su ubicación.</p>
	<p>j) Listar sistemas y equipos disponibles en la instalación para enfrentar emergencias, señalar su ubicación y programas de mantención.</p>
	<p>k) Listar equipos y elementos de protección personal disponibles en la instalación y señalar su ubicación.</p>
	<p>n) Mantenimiento de la Operatividad del Plan, incorporando simulacros al menos una vez al año:</p> <p>Programa de capacitación anual sobre conocimientos básicos del Plan a todo el personal que trabaja en la empresa.</p> <p>Programa de capacitación anual sobre conocimientos específicos del Plan al personal que pudiera estar involucrado directamente en una emergencia, incluyendo como mínimo: sustancias que se manejan y sus peligros asociados, letra e) de este artículo y prevención y extinción de incendios.</p> <p>Programa de revisiones periódicas del Plan, al menos una vez al año.</p> <p>Programación anual, definición y resultados de simulacros de activación del Plan.</p> <p>Se debe mantener un registro de cada una de estas actividades realizadas.</p>

Tabla 12: Check List Bodega para Solidos Corrosivos a granel: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio. Fuente ⁽⁴⁾

6.5.1 Estanques para líquidos inflamables a granel

En la Tabla 13 se procedió a enlistar los artículos competentes que enmarcan el cumplimiento del reglamento D.S 78 de almacenamiento de sustancias peligrosas para la Zona de almacenamiento de líquidos a granel correspondiente a Ortoxileno, Isobutanol y 2 Etil Hexanol con clasificación Clase 3 de acuerdo a NCh 382 of. 98 “Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general”.

Zona de Estanques para Almacenamiento de líquidos a granel	
Artículo	Regulación
Título IV : Almacenamiento a granel Normas Generales	
Artículo 58	Se rigen por este título las sustancias peligrosas que deban almacenarse a granel debido a condiciones de seguridad, logísticas o económicas cualquiera sea su estado de agregación (sólido, líquido o gas); referido a líquidos y gases en estanques y sólidos en silos o pilas.
Artículo 59	Este tipo de almacenamiento deberá contar con un sistema manual de extinción de incendio a base de extintores y carros extintores, adicionalmente para las clases 2.1, 3, 4 y 5 deberá tener sistemas de extinción de incendios, diseñados por un profesional idóneo y contar con un proyecto y/o memoria de cálculo, basado en ingeniería contra fuego o normativa internacional. En esta memoria de cálculo, se deberá especificar claramente el nombre, RUT y firma del profesional responsable. El proyecto y/o memoria de cálculo debe incluir, a lo menos, la siguiente información: - Especificaciones técnicas y ubicación de los monitores- Diámetro de los ductos - Presión y caudal de operación en cada una de las salidas del agente extintor - Tipo de agente extintor - Especificaciones técnicas de las bombas - Capacidad de los estanques y tiempo de autonomía - Plan de mantenimiento con periodicidad para cada componente del sistema y su respectivo registro. Estas medidas deberán ser capaces de entregar un control efectivo de incendio, considerando la clase de riesgo de la sustancia a almacenar. Se deberá además llevar un registro de pruebas periódicas de los sistemas contra incendio y en concordancia con el plan de emergencias, detallado en el Título XIV del presente reglamento.
Artículo 60	Para el diseño construcción, operación, inspección y mantención de las instalaciones

	<p>y equipos de nuevos proyectos se aceptará el uso de normativa internacional o prácticas reconocidas de ingeniería, conforme a las normas técnicas nacionales y a falta de éstas, a las normas, códigos, especificaciones, publicaciones, prescripciones y recomendaciones técnicas extranjeras aceptadas, tales como: API, ANSI, ASME, ASTM, BS, DIN, DOT, EPA, EN, HSE, IEEE, NACE, NEMA, NFPA, OCIMF, OSHA, TRbF, UL y VDE, EIGA, CGA, entre otras. En todo caso, deberá darse cumplimiento a las normas mínimas de seguridad que se establecen en este Reglamento.</p>
	<p>Párrafo II: Líquidos a granel</p>
Artículo 73	<p>Los líquidos que se almacenen en estanque fijo superficial, deberán contar con un sistema de control de derrame, consistente en un depósito de contención de capacidad equivalente a 1,1 veces el volumen del estanque. Cuando el depósito de contención sirva a dos o más estanques, su capacidad debe ser equivalente a 1,1 veces el volumen del estanque mayor, descontado el volumen que ocupa el resto de los estanques hasta la altura del pretil, siempre y cuando las sustancias almacenadas en todos los estanques sean compatibles entre sí.</p>
Artículo 74	<p>Para instalaciones construidas después de la entrada en vigencia de este reglamento, la distancia entre el manto del estanque fijo superficial y el manto interno del muro del depósito del contenedor será de 1 m como mínimo.</p> <p>La distancia mínima entre estanques fijos superficiales que se ubiquen dentro de un mismo depósito de contención será de 1 m excepto para inflamables, en cuyo caso ésta será equivalente a 1/6 de la suma de los diámetros de los estanques fijos vecinos que almacenen inflamables, en un mismo depósito de contención, pero nunca menor a 1,5 m.</p>
Artículo 75	<p>Los estanques deben tener una placa instalada en un lugar accesible, con letra legible y donde se indique al menos la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normas bajo la cual fue construido el estanque • Año • Diámetro nominal en m • Altura nominal en m3 • Capacidad nominal en m3 • Presión de diseño (kPa, lbf/in2) • Fabricante • Quien lo montó

Artículo 78	Deberán existir duchas y lavaojos de emergencia al exterior del depósito de contención, a no más de 10 m de los puntos de toma de muestras. Los accesos a las duchas y lavaojos de emergencia deberán estar libres de obstáculos y debidamente señalizados.
Artículo 79	Los estanques fijos superficiales deberán estar rotulados, con el rótulo de seguridad establecido en la Norma Chilena Oficial N° 2190. Of2003 y la Norma Chilena Oficial N° 1411/4Of1978. Este rótulo deberá ser visible a una distancia de 10 m y no podrá tener una dimensión menor que 50 cm por lado.
Artículo 81	El sistema de tuberías de operación asociadas al estanque, deberá contar con una ingeniería basada en normas internacionales o en prácticas de ingeniería reconocidas. Los materiales usados en las tuberías deben ser especificados técnicamente (Ejemplo, Tubería SS 316-L Sch 10 con costura). Este diseño, debe incluir un sistema de control de corriente estática y un Programa/ Norma/Standard, de mantenimiento de las tuberías.
Artículo 82	El diseño del sistema de bombeo asociado al estanque, debe contar con procedimiento operacional trazable en tiempo. Los regímenes operacionales deben estar indicados y ser concordantes con el sistema de alivio y vacío del estanque diseñado. El diseño del sistema de bombeo debe incluir un programa, norma o standard de mantenimiento de los elementos constitutivos de dicho sistema.
Artículo 83	Para el diseño y operación de las zonas de carga o descarga de sustancias, se debe contar con a lo menos: <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de protección contra derrames. - Sistema lavaojos a no más de 10 metros de distancia del operador. - Sistema de control de incendio y sistema de drenaje para el caso de los productos inflamables con corriente estática.
Artículo 84	El sistema eléctrico instalado y los equipos asociados a la operación, protección y anexos (Iluminación) deben estar sustentados por un estudio de clasificación de áreas, de acuerdo a normas nacionales o extranjeras. (Ej. NFPA 70, Decreto Supremo N° 160 de 2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo).

Tabla 13: Check List Bodega para Solidos Corrosivos a granel: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio. Fuente ⁽⁴⁾

7. Dimensionamiento Bodegas

Para el dimensionamiento de bodegas la cantidad de carga a almacenar corresponde a stock anual de acuerdo a proyecciones (Punto 5.6) los cuales para el caso de solidos corresponde a un total de 823 TonM/año, con un movimiento de carga estimativo en 68 TonM/mensual.

La Tabla 14 muestra la cantidad estimada total de las 3 sustancias peligrosas a almacenar en las instalaciones de Celta-GDS de acuerdo a las Tablas 4, 5 y 6.

Cantidad total de solidos a almacenar				
Año	Cantidades a almacenar (TonM)			Total mensual (TonM)
	H. de Sodio ⁽¹⁹⁾	Ferrosilicio ⁽¹⁹⁾	S. de Sodio ⁽¹⁹⁾	
2013	36	581	206	823
2014	38	610	216	864
2015	40	640	227	907
2016	42	672	238	952
2017	44	706	250	1000
2018	46	741	263	1050
2019	48	778	276	1102
2020	51	817	290	1158
2021	53	858	304	1215
2022	56	901	320	1277
2023	59	946	336	1341

Tabla 14: Cantidad estimada total de solidos a almacenar en Planta de Celta-GDS. Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 15 muestra una síntesis de las especificaciones que se consideran para el dimensionamiento y la operación de las bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Ítem	Especificación
Rotulación de Sustancias Peligrosas	Según NCh 2190/Of.93 y NCh 1411/Of.78
Distancias entre sustancias peligrosas y muros	0,5 m.
Ancho de pasillos entre pilas de acopio	1,2 m.
Ancho pasillos principales	2,4 m.
Atura Máxima	Maxisacos (3m).
Cantidad máxima de almacenamiento Bodega 1 (Ferrosilicio)	946 Ton.
Cantidad máxima de almacenamiento Bodega 2 (Sulfuro de Sodio, Hidrosulfuro de Sodio)	395 Ton.

Tabla 15: Especificaciones para el dimensionamiento de Bodegas de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. Fuente: Elaboración Propia.

7.1 Bodega N° 1: Ferrosilicio

La Bodega N°1 en la cual se almacenara Ferrosilicio perteneciente a la clase 4.3 (Solidos inflamables) tiene las siguientes dimensiones:

- Largo: 42 m
- Ancho: 12 m
- Alto: 4 m

Y en ella se almacenarían maxisacos de capacidad de 1m^3 cada uno, se requerirán para el almacenamiento máximo un numero de 316 unidades distribuidos por piso, con lo cual se satisface la demanda en el mejor de los casos correspondiente 946 maxisacos para el último año.

7.2 Bodega N° 2: Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio

Para la Bodega N° 2 en la cual se almacenaran Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio ambas sustancias compatibles pertenecientes a la Clase 8 (Corrosivos), de dimensiones idénticas a la anterior, se requerirían un número de 316 unidades distribuidas por piso y en el cual se satisface la demanda en el mejor de los casos correspondiente a 395 maxisacos para el último año.

8. Dimensionamiento de Estanques

Para el dimensionamiento de estanques para carga líquida a granel a almacenar se consideró un stock anual de 6.804 m³/ anual con un movimiento estimativo de 567 m³/mensual para la totalidad de estanques.

Para el dimensionamiento de los estanques para el almacenaje de líquidos a granel, se consideró un factor de 1.1 sobre el volumen máximo de carga posible para el horizonte de evaluación.

En la Tabla 16 se muestran las máximas cargas a almacenar anuales detalladas por producto.

Cantidades a almacenar m³/mensual				
Año	Ortoxileno ^(ZZ)	2 Etil Hexanol ^(ZZ)	Isobutanol ^(ZZ)	TOTAL
2014	191	180	196	567
2015	200	188	205	593
2016	210	198	216	624
2017	220	207	226	653
2018	232	218	238	688
2019	243	229	250	722
2020	254	240	263	757
2021	268	252	275	795
2022	280	265	289	834
2023	295	278	304	877

Tabla 16: Cantidad estimada total de líquidos a granel a almacenar en Planta de Celta-GDS. Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 17 se muestran las dimensiones de los respectivos estanques para el servicio de almacenaje de sustancias peligrosas líquidas a granel, en el Anexo L se muestran las propiedades de cada sustancia en su respectiva Hoja de Seguridad.

Dimensiones Estanques Almacenamiento Líquidos a Granel			
	Ortoxileno	2 Etil Hexanol	Isobutanol
Clase	3.2	3	3.3
Densidad (Kg/m ³)	881	830	800
Vol. Máximo a Almacenar (m ³)	295	278	304
Diámetro (m)	7.5	7.5	7.5
Altura (m)	7.3	7.3	7.3
Altura Operativa (m)	6.7	6.3	6.9

Tabla 17: Dimensiones estimadas de Estanques de Almacenamiento de líquidos a granel en Planta de Celta-GDS. Fuente: Véase Anexo E.

8.1 Diseño de Estanques

Para el diseño de estanques se consideró la Norma API 650. Para este diseño se consideraron solo los aspectos más relevantes, ya que este trabajo de tesis no tiene como objetivo principal el diseño detallado de los tanques para almacenamiento de líquidos inflamables, sino más bien una visión general de sus principales características.

Por lo tanto se detallaran algunos accesorios de importancia para los tanques, y se realizara el detalle para el cálculo de espesores del cuerpo, espesores del fondo y espesores del techo del tanque, además del cálculo de los aspectos de importancia para su correcta estabilidad como son el cálculo de resistencias a la volcadura y resistencia a la presión del viento entre otros.

8.1.1 Accesorios para tanque

Un tanque de almacenamiento no solo consiste en piso, cuerpo y techo sino también de elementos que podrían ser secundarios debido a que su costo en relación a las partes y estructura indicadas anteriormente son bastante bajos, pero que son de gran importancia ya que estos accesorios ayudan a la funcionalidad y al mantenimiento del tanque, por ejemplo, en el llenado y vaciado del mismo, en el control de la presión interna a través de las boquillas para válvulas de venteo, en la inspección visual en el interior del tanque para detectar averías con la colocación de manholes en el cuerpo del tanque.

8.1.1.1 Manhole del Cuerpo

Los manholes son accesorios que ayudan al venteo del tanque, facilitan el ingreso del personal para realizar inspecciones y mantenimiento, la Norma API 650 tiene tablas específicas que ayudan a la selección de las dimensiones de estos accesorios y sus componentes.

La norma API 650 nos especifica que por ejemplo para un Manhole de 30 pulgadas de diámetro la altura desde el piso debe ser de 36 pulgadas, ahora según los requerimientos se puede incrementar la distancia, si es necesaria, pero no se puede invadir soldaduras tanto verticales como las horizontales de las juntas de los anillos, el corte del agujero del manhole debe ser en el área de la placa.

8.1.1.2 Boquillas de Entrada y Salida

Las boquillas y bridas son accesorios que sirven para conectar al tanque con otros sistemas como las líneas de almacenamiento y despacho de líquido, para conectar las válvulas de venteo y sistema de drenaje, estas conexiones se unen por medio de bridas que van apornadas y tienen empaques, todos los agujeros para pernos deben ser hechos en la línea de centros de la brida.

8.1.2 Datos y condiciones generales del diseño

- Norma de Referencia: API STANDARD 650, Welded Steel.
- Líquido a Almacenar: Ortóxileno
- Densidad: 881 Kg/m^3
- Gravedad Específica (Ortóxileno): 0.881
- Volumen Máximo a Almacenar: 295 m^3
- Diámetro nominal: 7,5 m (24'6")
- Altura: 7,3 m (24')
- Altura de Líquido: 6,7 m
- Presión de diseño: Atmosférica equivalente a 14.7Psia o 101.352 KPa o 1 atm
- Temperatura máxima de operación 93°C .
- Material a utilizar: Acero Carbono A-36.
- Esfuerzo para prueba de diseño $S_d = 23200 \text{ Psi}$
- Esfuerzo para prueba hidrostática $S_t = 24900 \text{ Psi}$
- Esfuerzo de fluencia del material $S_y = 36000 \text{ Psi}$

8.1.3 Determinación del número de anillos.

Para determinar el número de anillo, primero se debe determinar las dimensiones de planchas de acero carbono A-36 a utilizar, las cuales corresponden a:

- Ancho: 1,83 m
- Largo: 6,10 m

Para determinar la cantidad de anillos se utilizó la siguiente relación:

$$\frac{H}{\text{Ancho Plancha}} = \frac{7,3 \text{ m}}{1,83 \text{ m}} = 3,98 \approx 4 \text{ anillos}$$

Cabe mencionar que para estanques con diámetros menores a 15 m, el espesor mínimo recomendado por la API 650 corresponde a 5 mm. En la Figura 10 se muestran los espesores mínimos recomendados.

Nominal Tank Diameter		Nominal Plate Thickness	
(m)	(ft)	(mm)	(in.)
< 15	< 50	5	³ / ₁₆
15 to < 36	50 to < 120	6	¹ / ₄
36 to 60	120 to 200	8	⁵ / ₁₆
> 60	> 200	10	³ / ₈

Figura 8: Espesores mínimos recomendados de acuerdo a norma API 650⁽¹²⁾

8.1.4 Calculo Espesor de anillos del cuerpo del tanque

En base a la norma API 650⁽¹³⁾, determinaremos el espesor del primer anillo mediante las siguientes fórmulas (Método de Un Pie):

Para diseño:

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad \text{Ec. 8.1}$$

Para prueba hidrostática:

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad \text{Ec. 8.2}$$

En donde:

t_d : Espesor de diseño del anillo en plg,

t_t : Espesor en prueba hidrostática del anillo, en plg,

D: Diámetro nominal del tanque, en pie,

H: Nivel de líquido de diseño, en pie. (Altura desde la base del anillo del fondo, al nivel de diseño del líquido especificado por el cliente)

G: Gravedad específica de diseño del líquido a ser almacenado especificada por el cliente.

C_A: Corrosión admisible, en in., especificada por el cliente.

S_d: Esfuerzo admisible para la condición de diseño, en psi.

S_t: Esfuerzo admisible para la condición de prueba hidrostática, en psi.

8.1.4.1 Calculo del primero anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * (21,98 \text{ pie} - 1) * 0,881}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,130 \text{ plg} = 3,30 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * (21,98 \text{ pie} - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,054 \text{ plg} = 1,51 \text{ mm}$$

8.1.4.2 Calculo del segundo anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((21,98 \text{ pie} - 6 \text{ pie}) - 1) * 0,881}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,116 \text{ plg} = 2,95 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad \text{Ec. 8.2}$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((21,98 \text{ pie} - 6) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,038 \text{ plg} = 0,970 \text{ mm}$$

8.1.4.3 Calculo del tercer anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad \text{Ec. 8.1}$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((21,98 \text{ pie} - 12 \text{ pie}) - 1) * 0,881}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,102 \text{ plg} = 2,59 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad \text{Ec. 8.2}$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((21,98 \text{ pie} - 12) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,023 \text{ plg} = 0,58 \text{ mm}$$

8.1.4.4 Cálculo del cuarto anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad \text{Ec. 8.1}$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((21,98 \text{ pie} - 18 \text{ pie}) - 1) * 0,881}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,087 \text{ plg} = 2,21 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad \text{Ec. 8.2}$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((21,98 \text{ pie} - 18) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,008 \text{ plg} = 0,20 \text{ mm}$$

La Tabla 18 muestra los espesores mínimos y los espesores adoptados para los cuatro anillos que componen el cuerpo del tanque.

Espesores del cuerpo del tanque				
Anillos	Espesor mínimo (plg)	Espesor mínimo (mm)	Espesor adoptado (plg)	Espesor adoptado (mm)
1°	0,130	3,30	0,200	5
2°	0,116	2,95	0,200	5
3°	0,102	2,59	0,200	5
4°	0,087	2,21	0,200	5

Tabla 18: Espesores mínimos y adoptados del cuerpo del tanque (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

8.2 Calculo fondo del tanque

En la Figura 11, se observa el mínimo espesor de diseño a considerar para las láminas del fondo del tanque, considerando el Esfuerzo de Prueba Hidrostática y el Espesor del Primer Anillo.

Plate Thickness ^a of First Shell Course (in.)	Stress ^b in First Shell Course (lbf/in. ²)			
	≤ 27,000	≤ 30,000	≤ 32,000	≤ 36,000
$t \leq 0.75$	0.236	0.236	$\frac{9}{32}$	$\frac{11}{32}$
$0.75 < t \leq 1.00$	0.236	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$
$1.00 < t \leq 1.25$	0.236	$\frac{11}{32}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{9}{16}$
$1.25 < t \leq 1.50$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{11}{16}$
$1.50 < t \leq 1.75$	$\frac{11}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$

Figura 9: Espesor mínimo de diseño para láminas de fondo de estanque ⁽¹⁴⁾

Estos espesores consideran que las planchas se ubicarán sobre una base de hormigón uniforme previamente construida bajo los parámetros de diseño que indica la Norma API 650.

Tomando en cuenta que el Esfuerzo de Prueba Hidrostática es de 24900 psi para el Material A-36 y que el espesor de diseño para el primer anillo será de 0,200 plg., entonces el espesor mínimo de diseño será de 6 mm en base a la Figura 11.

Sin embargo para alargar la vida útil del tanque de almacenamiento y contrarrestar la corrosión que se enfoca en el fondo del tanque, principalmente porque es ahí en donde quedan los remanentes que no son descargados, provocando de esta manera un mayor desgaste en esta zona, se tomara para el diseño, un espesor de 8 mm para las placas del fondo.

8.3 Calculo de espesor de techo del tanque

El tipo de Techo del Tanque será Cónico Autosoportado. Esto quiere decir que descansará en todo el perímetro de las paredes del tanque.

Estos techos son diseñados y calculados para tanques que no exceden de un diámetro de 60 pies, pero es recomendable fabricar estos en un diámetro máximo de 40 pies.

Por lo tanto, el diámetro del Tanque en cuestión, equivalente a 24,61 pies (7,5 m), corresponde a un diámetro menor a 60 pies, consideración para no requerir una estructura con soporte.

El ángulo de inclinación transversal del techo tendrá que estar en un rango de 9,5° a 37°, o con una pendiente desde 9:12 a 2:12, respectivamente ⁽¹⁵⁾.

El espesor mínimo de diseño será el calculado por la siguiente fórmula:

$$e = \frac{D}{400 * \sin \theta} * \sqrt{\frac{T}{45}} \quad \text{Ec 8.3}$$

Dónde:

e = Espesor mínimo de diseño del techo del tanque en pulgadas

D = Diámetro nominal del tanque en pies

θ = Angulo transversal de elevación del techo en grados

T = Carga Total (Peso del techo del tanque) más Carga Viva consideradas para el diseño del techo por pie cuadrado (lb/pie²). DL + Lr

DL = Carga Muerta

Lr = Carga Viva del Techo ⁽¹⁶⁾ = 20 lb/pie²

El Peso por Gravedad equivale a (T):

$$T = D_L + L_r \quad \text{Ec 8.4}$$

$$T = 6487,4 + 12720,4 = 19207,8 \text{ (lb)}$$

Área total del techo (Att): 636,02 pie²

El valor de la Carga por Gravedad por unidad de área P equivale a:

$$T = \frac{D_L + L_r}{Att} = \frac{19.207,8}{636,02} = 30,19 \text{ lb/pie}^2$$

Por lo tanto, reemplazando en:

$$e = \frac{D}{400 * \sin \theta} * \sqrt{\frac{T}{45}} \quad \text{Ec 8.3}$$

Dónde:

D = 24,61pie

θ = 17°

T = 30,19 lb/pie²

$$e = \left(\frac{24,61}{400 * \sin 17} * \sqrt{\frac{30,19}{45}} \right) plg = 0,172 plg = 4,37 mm$$

Por lo tanto el espesor adoptado será de 5 mm.

8.4 Requerimientos para el diseño de escaleras helicoidales

Alguno de los requerimientos técnicos necesarios para la construcción e instalación de escaleras helicoidales a tener en consideración son los siguientes:

- Todas las partes de la escalera serán metálicas.
- El ancho mínimo de las escaleras será de 610mm. (24 plg.).
- El ángulo máximo entre las escaleras y una línea horizontal será de 50°.
- El ancho mínimo de los peldaños será de 203mm. (8 plg.). La elevación será uniforme a todo lo largo de la escalera.
- Los peldaños deberán estar hechos de rejilla o material antideslizante.
- La reja superior deberá estar unida al pasamano de la plataforma sin margen y la altura, medida verticalmente desde el nivel del peldaño hasta el borde del mismo deberá ser de 762 a 864mm. (30 plg. a 34 plg.).
- La distancia máxima entre los postes de la rejilla medidos a lo largo de la elevación de 2,438mm. (96 plg.).
- La estructura completa será capaz de soportar una carga viva concentrada de 453 Kg. (1,000 lb), y la estructura del pasamanos deberá ser capaz de soportar una carga de 90Kg. (200 lb), aplicada en cualquier dirección y punto del barandal.
- Los pasamanos deberán estar colocados en ambos lados de las escaleras rectas; éstos serán colocados también en ambos lados de las escaleras circulares cuando el claro entre cuerpo-tanque y los largueros de la escalera excedan 203mm. (8 plg.). Las escaleras circunferenciales estarán completamente soportadas en el cuerpo del tanque y los finales de los largueros apoyados en el piso.

8.5 Resumen del dimensionamiento para el diseño del tanque

En la Tabla 19 se detallan las dimensiones calculadas para cada uno de los componentes que conforman el diseño del tanque de 320 m³ de capacidad que almacenara Ortóxileno.

Espesores de Planchas (mm)	
Piso	8
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	5
Techo	5
Área de las partes del tanque (m²)	
Piso	58,08
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	172,00
Techo	59,09
Volúmenes de las partes del tanque (m³)	
Piso	0,46
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	0,86
Techo	0,29
Pesos de las partes del tanque (kg)	
Piso	3615,6
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	6759,6
Techo	2279,4

Tabla 19: Dimensiones de componentes principales de tanque de almacenamiento de Ortóxileno.
Fuente: Elaboración Propia.

8.5 Momento de Volteo

El momento de volteo se determina de acuerdo a la siguiente expresión, los cálculos se efectúan respecto a la base del tanque.

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

Dónde:

M = Momento de volteo (Kg – m).

Z = Coeficiente sísmico.

I = Factor de rigidez = 1 para todos los tanques excepto cuando un incremento en este factor es especificado por el usuario. Se recomienda que este factor no exceda de 1.5 que es el máximo valor que se puede aplicar. Este máximo valor deberá ser aplicado solo a tanques que deberán proporcionar servicios de emergencia post-sísmicos o para tanques que almacenan sustancias tóxicas o explosivas en áreas donde un accidente de descarga de producto podría ser considerado peligroso para la seguridad del público general

C₁, C₂ = Coeficiente de fuerza lateral sísmica.

W_s = Peso total del cuerpo del tanque (Kg.).

X_s = Altura desde el fondo del cuerpo del tanque al centro de gravedad de este (m.).

W_r = Peso total del techo del tanque más una carga viva especificada por el usuario (Kg.)

H = Altura total del cuerpo del tanque (m.)

W₁ = Peso de la masa efectiva contenida en el tanque que se mueve acorde con el cuerpo del tanque (Kg.)

X₁ = Altura desde el fondo del cuerpo del tanque al centroide de la fuerza lateral sísmica aplicada a W₁ (m.).

W₂ = Peso efectivo de la masa contenida por el tanque que se mueve en el primer oleaje (Kg.).

X₂ = Altura desde el fondo del tanque al centroide de la fuerza sísmica lateral aplicada a W₂ (m).

8.7 Masa efectiva contenida en el tanque

Para determinar las masas efectivas W_1 y W_2 se obtendrán multiplicando por las relaciones W_1/W_T y W_2/W_T correspondientes a la Figura 11 y de la relación D/H .

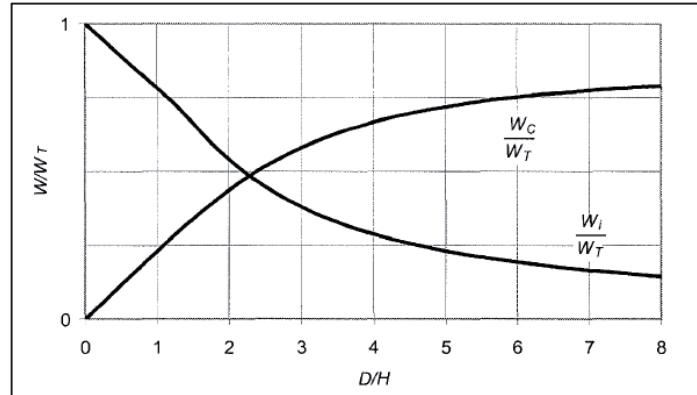


Figura 10: Masa Efectiva de líquido. ⁽¹⁷⁾

W_T = Peso total del fluido del tanque (Kg.).

D = Diámetro nominal del tanque (cm.)

H = Altura total del cuerpo del tanque (cm.)

Entonces,

$W_T = 259.895 \text{ Kg.}$

$D = 750 \text{ cm.}$

$H = 730 \text{ cm.}$

$D/H = 1,03$

Con la relación de la Figura 12 se procede a encontrar el peso de la masa efectiva contenida en el tanque que se mueve acorde con el cuerpo (W_1) y el peso efectivo de la masa contenida por el tanque que se mueve en el primer oleaje (W_2).

Por lo tanto:

$$W_1 = W_T * (0,75) = 194.921,25 \text{ kg}$$

$$W_2 = W_T * (0,25) = 64.973,75 \text{ kg}$$

Para determinar las alturas desde el fondo del tanque a los centroides de las fuerzas sísmicas laterales aplicadas a W_1 y W_2 , (X_1 y X_2), se determinan multiplicando la altura (H) por las relaciones X_1/H y X_2/H respectivamente de acuerdo a la Figura 13 y de la relación D/H .

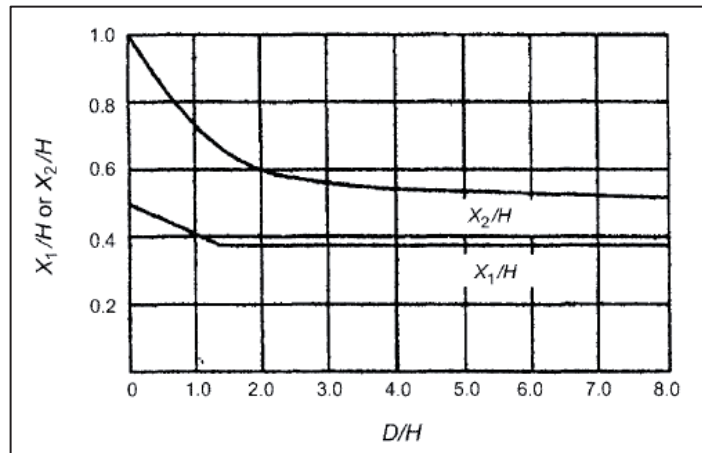


Figura 11: Centro de Acción para la fuerzas efectivas. ⁽¹⁸⁾

Por lo tanto:

$$X_1 = H * (0,4) = 2,92 \text{ m}$$

$$X_2 = H * (0,73) = 5,33 \text{ m}$$

8.8 Coeficientes de fuerzas laterales

De acuerdo a la norma API 650, el coeficiente C_1 de fuerza lateral corresponde a 0,6.

El coeficiente C_2 de la fuerza lateral será determinado por la función del período natural T y las condiciones del terreno donde se sitúe el tanque.

Además de acuerdo a la siguiente relación:

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{S}{T} \tag{Ec 8.6}$$

$$T > 4,5 ; C_2 = 1,35 * \frac{S}{T^2} \tag{Ec 8.7}$$

Dónde:

S = factor de amplificación

T = período natural de la ondulación en segundos = $KD^{0,5}$

K = factor determinado en la Figura 15 y la relación D/H .

La Figura 14 muestra el factor de amplificación (S) de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de Suelo	Factor de Amplificación (S)
I	1.0
II	1.2
III	1.5

Figura 12: Factor de amplificación (S).⁽¹⁹⁾

Los terrenos se clasifican en tres tipos básicos, de acuerdo con su rigidez.

- I) Terrenos firmes; como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla muy compacta o suelo con características similares.
- II) Suelo de baja rigidez; como arenas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana compacidad o suelos de características similares.
- III) Arcillas blandas muy compresibles.

De acuerdo a esta clasificación podemos mencionar que el terreno donde se emplazaran los tanques corresponde a un tipo de suelo II.

para determinar el factor K, basta ingresar a la gráfica de la Figura 15 con la relación D/H.

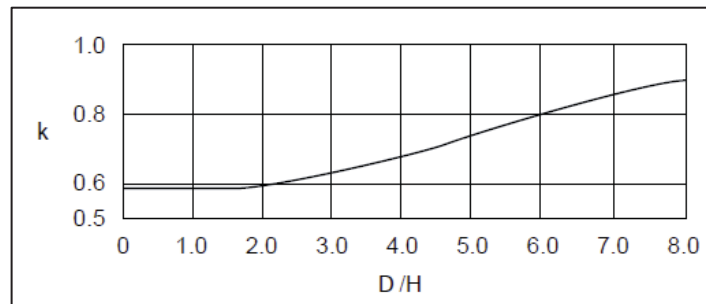


Figura 13: Factor K.⁽⁴⁶⁾

Entonces:

$$T = 1,81 * K * (D^{0,5}) \quad Ec 8.8$$

$$T = 1,81 * 0,58 * (7,5^{0,5}) = 2,874 (s)$$

En consecuencia si:

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{S}{T} \quad Ec 8.6$$

Reemplazamos en Ec 8.6;

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{1,2}{2,874} = 0,125$$

Una vez realizados los cálculos, reemplazamos en la Ec 8.5 para el cálculo del momento de volteo (punto 8.5).

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

Dónde:

M = Momento de volteo (Kg - m).

Z = 0,4 (Zona sísmica 4 API / Zona Sísmica 3 NCh 2369-2003)

I = 1,2

C₁ = 0,6

C₂ = 0,125

W_s = 6.759,6 (Kg.).

X_s = 3,65 (m.).

W_r = 8.712,52 (Kg.)

H = 7,3(m.)

W₁ = 194.921,25 (Kg.)

X₁ = 2,92 (m.).

W₂ = 64.973,75 (Kg)

X₂ = 5,33 (m).

Reemplazando los datos en la Ec 8.5:

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

$$M = 0,4 * 1,2 * (0,6 * 6.759,6 * 3,65 + 0,6 * 8.712,52 * 7,3 + 0,6 * 194.921,25 * 2,92 + 0,125 * 64.973,75 * 5,33)$$

$$M = 210.122,47 \text{ kg} - m$$

8.9 Resistencia a la Volcadura respecto del fondo del tanque

Para determinar el momento de volcadura respecto del fondo del tanque respecto al peso de la porción del líquido contenido para resistir la volcadura, puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión:

$$W_L = 0,29369 * T_b * (S_y * G * H)^{0,5} \quad Ec 8.9$$

Dónde:

W_L = Peso máximo del líquido contenido en el tanque que puede ser usado para resistir la volcadura (Kg - m.), de la circunferencia del cuerpo.

T_b = Espesor de la placa del fondo del tanque (cm.).

S_y = Esfuerzo de fluencia del material usado (Kg /cm²).

G = Densidad relativa del líquido.

Reemplazando en Ec 8.9:

$$W_L = 0,29369 * 0,8 \text{ cm} * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0,881 * 730 \text{ cm} \right)^{0,5} = 299,70 \text{ kg}$$

8.10 Resistencia a la volcadura respecto del cuerpo del tanque

Para determinar la fuerza máxima de compresión respecto del cuerpo del tanque (Ec 8.11), se utilizan las siguientes expresiones según corresponda:

Cuando:

$$\frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} \leq 0,785 \quad Ec 8.10$$

Entonces:

$$b = W_t + 1,273 * \frac{M}{D^2} \quad Ec 8.11$$

Si,

$$0,785 \leq \frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} \leq 1,5 \quad Ec 8.12$$

b puede ser calculado a partir del valor obtenido de la Figura 16, en donde:

$$b = 1,48791 * \left[\frac{(b + W_L)}{(W_t + W_L)} \right] \quad \text{Ec 8.13}$$

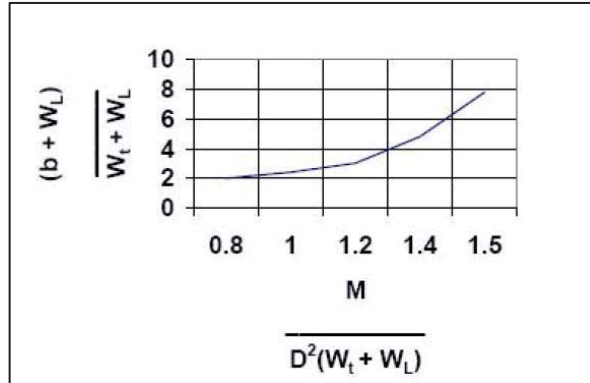


Figura 14: Fuerza de compresión. ⁽²⁰⁾

Ahora sí,

$$1,5 < \frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} \leq 1,57 \quad \text{Ec 8.14}$$

Entonces:

$$\frac{b + W}{W_t + W_L} = \frac{1,49}{\left(1 - \frac{0,637 * M}{D^2 * (W_t + W_L)}\right)^{0,5}} \quad \text{Ec 8.15}$$

Dónde:

b = fuerza máxima de compresión en el fondo del cuerpo (Kg/m) en la circunferencia del cuerpo)

W_t = peso del cuerpo del tanque y del techo soportado (Kg)

Sin embargo, cuando:

$$\frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} > 1,57 \quad \text{EC 8.16}$$

El tanque es estructuralmente inestable.

De acuerdo a lo anterior reemplazando en Ec 8.10:

$$\frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} \leq 0,785 \quad \text{Ec 8.10}$$

$$\frac{210.122,47 \text{ kg} - m}{[(7,5\text{m})^2 * (9.039 \text{ kg} + 299,70 \text{ kg})]} \leq 0,785$$

$$0,40 \leq 0,785$$

Por lo tanto, reemplazando en Ec 8.11:

$$b = W_t + 1,273 * \frac{M}{D^2} \quad \text{Ec 8.11}$$

$$b = 9.039 \text{ kg} + 1,273 * \frac{210.122,47 \text{ kg} - m}{(7,5\text{m})^2} = 13.794.30 \text{ kg/m}$$

8.11 Compresión máxima permisible del cuerpo

Para determinar el esfuerzo máximo de compresión longitudinal en el cuerpo (Fa), se utilizan las siguientes ecuaciones según corresponda:

Cuando:

$$0,0002278 * G * H * \frac{D^2}{t^2} \geq 10^6 \quad \text{Ec 8.17}$$

Entonces:

$$F_a = 170676000 * \frac{t}{D} \quad \text{Ec 8.18}$$

Ahora si,

$$0,0002278 * G * H * \frac{D^2}{t^2} < 10^6 \quad \text{Ec 8.19}$$

Entonces:

$$F_a = 68270400 * \frac{t}{D} + 1546 * (G * H)^{0,5} \quad \text{Ec 8.20}$$

Dónde:

t = Espesor del anillo inferior del tanque sin corrosión permisible (cm.).

Fa = Esfuerzo máximo de diseño de compresión longitudinal permisible (Kg /cm2),

De acuerdo a esto, reemplazamos en Ec 8.17:

$$0,0002278 * G * H * \frac{D^2}{t^2} \geq 10^6 \quad \text{Ec 8.17}$$

$$0,0002278 * 0,881 * 730\text{cm} * (750\text{cm})^2 / (0,5\text{cm})^2 \geq 10^6$$

$$329.636,28 \geq 10^6$$

Por lo tanto, reemplazando en Ec 8.18:

$$F_a = 170676000 * \frac{t}{D} \quad \text{Ec 8.18}$$

$$F_a = 170676000 * \frac{0,5}{750} = 113.784 \text{ kg/cm}^2$$

Sin embargo, siempre y cuando:

$$f_a = 2,02333 * \frac{b}{t} < F_a \quad \text{Ec 8.21}$$

No exceda el esfuerzo máximo permisible de compresión (F_a), el tanque se considera estructuralmente estable.

Entonces;

$$f_a = 2,02333 * \frac{b}{t} < F_a, \text{ para que el tanque sea estructuralmente estable}$$

$$f_a = 2,02333 * \frac{13.794.30 \text{ kg/m}}{0,5} < 113.784 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = 55.820,84 < 113.784 \text{ kg/cm}^2; \text{ cumple!!!}$$

De esta manera se concluye que el diseño del tanque para almacenamiento de Ortoxileno de 320 m³ capacidad es estructuralmente estable y no requiere anclas o incrementos de espesores en su estructura.

Adicionalmente se puede considerar que el factor de seguridad (FS), como resultado del diseño bajo Norma API 650 de este tanque es:

$$FS = \frac{F_a}{f_a} = \frac{113.784 \text{ kg/cm}^2}{55.820,84 \text{ kg/cm}^2} = 2,04$$

8.12 Presión del viento

De acuerdo a la norma API 650, el diseño por ráfaga de viento se realiza bajo una probabilidad anual del 2% durante un periodo de tiempo de 50 años y por un lapso de 3 segundos.

La presión del viento de diseño será:

$$PV_1 = \left(18 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.22}$$

En la vertical de las áreas proyectadas de superficies cilíndricas.

$$PV_2 = \left(30 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.23}$$

En áreas horizontales proyectada de las superficies cónicas o curvas⁽²¹⁾.

Entonces para encontrar la velocidad de ráfaga de viento de diseño y calcular la presión del viento se ha consultado el comportamiento del viento durante el año 2010, 2011 y 2012 en la provincia de San Antonio, para establecer el comportamiento de los picos promedio de viento durante los últimos años.

A continuación en los Gráficos 14, 15 y 16 respectivamente se muestran las velocidades de vientos promedio más altas registradas durante los años 2010, 2011 y 2012 respectivamente.

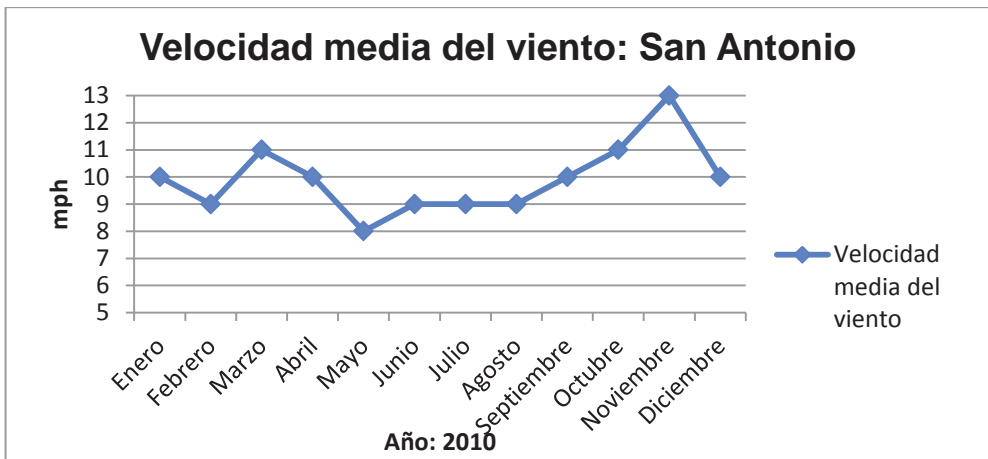


Grafico 14: Velocidad media del viento en la provincia de San Antonio en el año 2010⁽²²⁾.

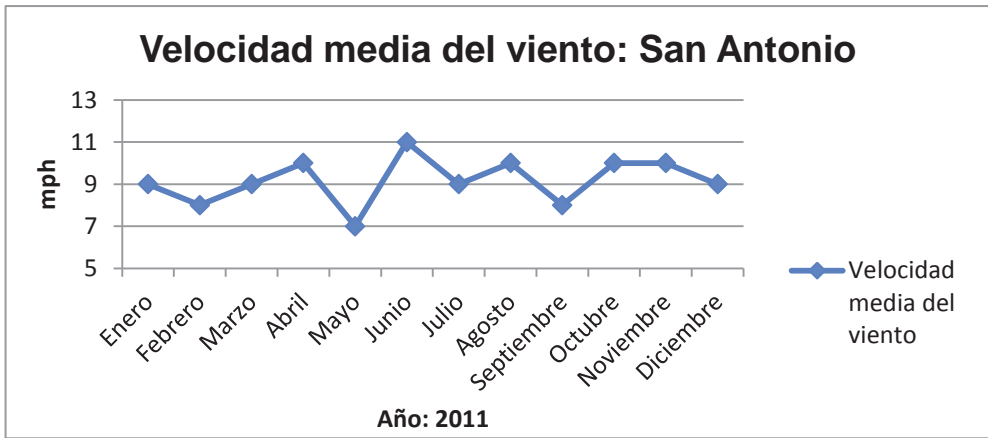


Grafico 15: Velocidad media del viento en la provincia de San Antonio en el año 2011⁽²³⁾.

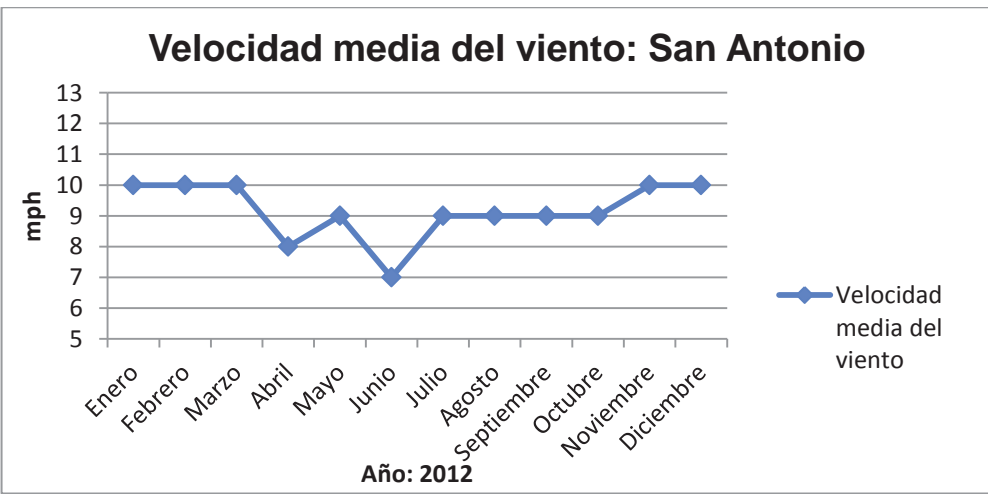


Grafico 16: Velocidad media del viento en la provincia de San Antonio en el año 2012⁽²⁴⁾.

A partir de esta información se puede constatar que las velocidades de viento promedio más altas registradas, corresponden al mes de noviembre del año 2010, con un pico promedio de 13 mph.

Ahora tomando en cuenta que los Gráficos 14, 15 y 16 muestran los picos promedio de la velocidad del viento de la provincia de San Antonio, se considerara para el cálculo de presión de viento adoptar un factor de sobredimensionamiento de 3,35, de esta manera se utilizara el valor máximo de 43,5 mph para efectos de cálculo.

Por lo tanto:

$$PV_1 = \left(18 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad Ec 8.22$$

Reemplazando,

$$PV_1 = \left(18 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{43,5}{120} \right)^2 = 2,37 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Además:

$$PV_2 = \left(30 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad Ec 8.23$$

Reemplazando,

$$PV_2 = \left(30 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{43,5}{120} \right)^2 = 3,94 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Ahora, la mayor presión de diseño por viento, no debe exceder de 1,6 veces la presión de diseño determinado de la Norma API 650⁽⁴⁷⁾, que es 2,5 lb_f/pie²

Entonces,

$$PV_2 < 1,6 * 2,5 \frac{lb_f}{pie^2}$$

$$3,94 \frac{lb_f}{pie^2} < 4 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Con esto se verifica que el diseño del tanque y las condiciones externas bajo las cuales estará operando, son seguras para su óptimo desempeño.

En el Anexo F se muestra el diseño de los Tanques para Isobutanol (TK2) y para 2 Etil Hexanol (TK3).

8.13 Válvulas de seguridad

Válvula de tank blanketing⁽²⁵⁾

Datos Técnicos:

Presión de entrada: 15 a 45 PSIG

Rango de ajuste de salida: desde 1 in W.C.

Conexión: Roscada de 1" NPT, Bridada 150# RF 1" Diam. Clamp 1" Diam.

Material de construcción: Acero inoxidable 304 y 316.

Flujo: 260-18.000 SCFH, 500 m³/h.

Características especiales:

Montaje Vertical.

Flujo variable.

Trabaja a baja presión, reducen el consumo de N₂ en tanques inertizados.

El cuerpo de acero inoxidable, resistente al ambiente marino y ambientes corrosivos.

Aplicaciones:

Las válvulas de tank blanketing o reguladoras de gas inerte ofrecen una protección completa en tanques que almacenan productos que necesitan una atmosfera libre de oxígeno y de contaminación por vapores del ambiente externo, también evitan incendios cuando hay almacenaje de líquidos inflamables.

Beneficios:

Mecanismo automático de abertura y cierre.

Descripción:

Las válvulas de tank blanketing, garantizan que la presión contenida de un gas en el tanque de almacenamiento se mantenga baja y constante. Estas válvulas regulan la entrada de un gas inerte para evitar la formación de vacío al momento de extraer líquido del tanque, manteniendo la presión de ajuste bajo control. Cuando la temperatura baja, y la presión interna del tanque se reduce, previene la contaminación por aire externo al interior del tanque. Una presión mínima de 25 mm de columna de agua impide que el aire exterior y la humedad entren en el depósito de almacenamiento reduciendo la evaporación del producto

almacenado a una cantidad mínima, el resultado es disminuir considerablemente las emisiones y proteger el depósito ante un posible fuego externo o la descomposición u oxidación de productos cuando hay oxígeno presente.

Estos dispositivos ofrecen alta precisión y fiabilidad, y garantizan un excelente desempeño a prueba de fugas, reduciendo el tiempo y ahorrando costos de mantenimiento.

Funcionamiento:

La válvula reguladora de tank blanketing mantiene un rango baja presión en el tanque. Abriendo la válvula de suministro de gas, este va saliendo en un principio con alta presión y cuando la presión del tanque va en aumento (detectado a través de la línea sensora) llegando a la presión de ajuste especificada, la válvula se va cerrando poco a poco, disminuyendo el flujo de gas hasta llegar a cero.

Su funcionamiento consiste en la acción directa de un pivote móvil, cuya abertura y cierre está controlada por el movimiento del diafragma sensor. Se requieren tres conexiones para la operación de esta válvula: la línea sensora, la cual proporciona la presión de control a la cámara; Conexión de suministro de gas y conexión de salida.

8.13.1 Dimensionamiento de Válvula Blanketing.

Datos del tanque: Ortóxileno

Presión de Vapor del producto a almacenar: 2,69 inch WC

Capacidad del tanque: 11.300,7 pie³

Flujo de llenado: 47 m³ = 1659,79 pie³/h

Flujo de vaciado: 47 m³ = 1659,79 pie³/h

Diámetro de tubería de llenado: 4 (plg)

Diámetro de tubería de vaciado: 4 (plg)

Por lo tanto para la selección de la válvula de blanketing se determina lo siguiente:

Flujo: se toma el de mayor valor (ya sea llenado o descarga) + 20%

$1659,79 + 331,96 = 1991,75$ pie³/h (Capacidad máxima de válvula de blanketing)

Presión: la del diseño del tanque -20%.

$2,69 - 0,54 = 2,15$ inch WC (Presión por la válvula de blanketing)

Selección Válvula de seguridad presión-Vacío

Presión:

Calibración de presión: 2,69 inch WC

Vacío: siempre será 0,5 Oz/plg²

Diámetro: se toma como base el de mayor diámetro de tubería (ya sea llenado o descarga)

Por lo tanto 4 (plg) sería el diámetro de la válvula de seguridad.

En el Anexo G se especifican las características principales de la válvula de seguridad requerida para los estanques a diseñar.

9. Dimensionamiento Pretil

9.1 Pretil de contención para estanques

De acuerdo al Artículo 73 del D.S 78, se establece que el pretil de contención para el control de derrames para estanques superficiales debe contener una capacidad equivalente a 1,1 veces el volumen del estanque de mayor volumen, descontando el volumen que ocupa el resto de los estanques hasta la altura del pretil.

En consecuencia el volumen mínimo del pretil corresponde a $1,1 * 320 \text{ m}^3 = 352 \text{ m}^3$

En el caso de la distancia reglamentaria de los estanques, el Artículo 74 menciona sobre los estanques con líquidos inflamables, en la cual la distancia mínima entre estanques fijos superficiales que se encuentren dentro de un mismo depósito de contención (pretil), esta distancia mínima será equivalente a 1/6 de la suma de los diámetros de los estanques.

De acuerdo a estos artículos reglamentarios podemos realizar el dimensionamiento del depósito de contención de los 3 estanques de almacenamiento.

Por lo tanto el largo del pretil deberá tener la siguiente dimensión considerando que:

TK1:

Volumen estanque con Ortoxileno: 320 m^3

Diámetro estanque con Ortoxileno: 7,5 m

TK2:

Volumen estanque con Isobutanol: 320 m^3

Diámetro estanque con Isobutanol: 7,5 m

TK3:

Volumen estanque con 2 Etil Hexanol: 320 m^3

Diámetro estanque con 2 Etil Hexanol: 7,5 m

La distancia entre estanques de acuerdo al Artículo 74 corresponderá a:

$$\frac{1}{6} * (\emptyset TK1 + \emptyset TK2 + \emptyset TK3) \quad Ec 9.1$$
$$\frac{1}{6} * (7,5 m + 7,5 m + 7,5 m) = 3,75 m$$

Ahora para el ancho del pretil se consideró una distancia desde estanque a borde de pretil de 3 m, y una altura de pretil de 0,9 m.

Por lo tanto el volumen de pretil corresponde a:

$$Volumen de P = (Ancho de P * Largo de P * Alto de P) - (Vol TK2 + Vol TK3) \quad Ec 9.2$$

Dónde:

$$Ancho de pretil = 13,5 m$$

$$Largo de pretil = 36 m$$

$$Alto de pretil = 0,9 m$$

$$Vol TK2 = 40 m^3$$

$$Vol TK3 = 40 m^3$$

Reemplazando los datos en la Ec 9.2:

$$Volumen de pretil = (13,5 m * 36 m * 0,9 m) - (Vol 40 m^3 + Vol 40 m^3)$$

$$Volumen de pretil = 357 m^3$$

Por lo tanto

$$Volumen de pretil \geq 1,1 * Volumen estanque mayor$$

$$357 m^3 \geq 352 m^3 \quad Cumple!$$

9.2 Pretil de contención para Zona de carga/descarga de camiones

Esta zona consta de pretilles longitudinales al camión., de una altura de 200 mm.

Además esta zona cuenta con sistema de canaletas cubierto por rejillas que cubren el perímetro transversal del estanque del camión

Las dimensiones de la zona de carga/descarga corresponden a:

- Largo: 35 m
- Ancho: 10 m

Por lo tanto el área de la zona de trabajo corresponde a 350 m².

10. Dimensionamiento equipos de impulsión

Para realizar el dimensionamiento de los equipos de impulsión para realizar las operaciones de almacenaje de sustancias peligrosas líquidas a granel se tomó como referencia la Figura 17 para determinar las pérdidas de carga del flujo para descarga desde camión hacia estanque, en la cual se señala la dirección del flujo, el tramo de succión y el tramo de descarga de la bomba.

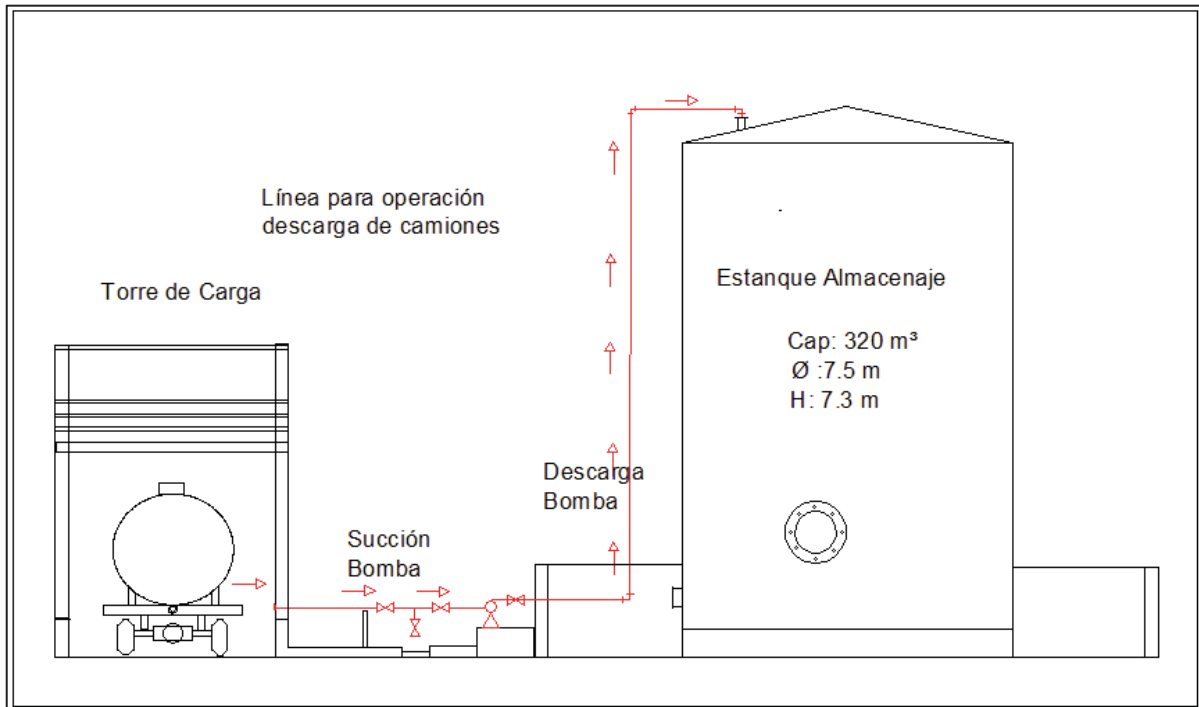


Figura 15: Dirección de flujo para descarga desde camión hacia estanque (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

El siguiente dimensionamiento corresponde para la sustancia Ortoxileno, la cual se almacenara en el tanque N°1 (TK 1).

Datos:

Sustancia a transportar: Ortoxileno

Densidad (ρ): 881 Kg/m³

Viscosidad Cinemática (μ): 0,8 * 10⁻⁶ m²/s

Caudal: 0,01221 m³/s

Tiempo estimado llenado camión: 22 min

Velocidad de Succión: 1,524 m/s

Velocidad Descarga: 2,500 m/s

Diametro de Cañería: 0,101 m = 4 plg

Material Líneas: Acero Carbono A-53, SCHEDULE 40 (C/C)

Para determinar la capacidad de potencia de la bomba utilizaremos las siguientes ecuaciones.

Balance de Energía:

$$-W = (B_2 - B_1) + (hf_s + hf_d) \quad \text{Ecuacion de Bernoulli} \quad \text{Ec 10.1}$$

$$(B_2 - B_1) = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z \quad \text{Ec 10.2}$$

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Perdidas de carga para succión} \quad \text{Ec 10.3}$$

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Perdidas de carga para descarga} \quad \text{Ec 10.4}$$

Por lo tanto la ecuación de Balance de energía:

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad \text{Ec 10.5}$$

Dónde:

W = Trabajo que realiza la bomba, ($Kg_f * m / Kg$)

$\frac{\Delta P}{\rho}$ = Diferencia de presión (Pa)

ΔV^2 = Diferencia de velocidades de flujo

g_c = Contante de gravedad ($Kg * m / Kg_f * s^2$)

L_{Eq} = Largo equivalente (m)

D = Diámetro nominal cañería (m)

ΔZ = Diferencia de alturas (m)

f = factor de fricción de fitting

Una vez calculado el trabajo, se procede a calcular la potencia de la bomba mediante la Ec 10.6:

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad \text{Ecuacion de Potencia} \quad \text{Ec 10.6}$$

Dónde:

W = Trabajo que realiza la bomba, ($Kg_f * m/Kg$)

Q = Caudal (m^3/s)

ρ = Densidad del fluido (Kg/m^3)

η = Eficiencia de la bomba.

10.1 Descarga desde camión hacia estanque (TK1)

10.1.1 Calculo perdidas de carga para Descarga (TK1)

Para determinar las pérdidas de carga que se producen a lo largo de las líneas de operación producto de los fitting se debe determinar el factor de fricción producido por estas.

La Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa tiene como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{D * V}{\mu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 2,500 m/s

μ = Viscosidad Cinemática: $0,8 * 10^{-6} m^2/s$

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{0,101 m * 2,5 m/s}{0,8 * 10^{-6} m^2/s} = 315.625 = 3,15 * 10^5$$

De acuerdo a la Figura 41 (Anexo H) la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f \left(Re, \frac{\varepsilon}{D} \right)$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40, Anexo H).

$$f = 0,023$$

La Tabla 20 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	4	1,8	7,20
Válvula de bola 4"	1	1,37	1,37
Cañería 4"	1	14	21,5
Reducción de 2" a 4"	1	0,7	0,7
			30,77

Tabla 20: Detalle para cálculo de largo equivalente Descarga (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la Ec 10.4 se procede al cálculo de las pérdidas de carga para la descarga producida por las líneas de operaciones.

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Pérdidas de carga para descarga} \quad \text{Ec 10.4}$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 30,77 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,023

V = Velocidad de descarga: 2,500 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.4:

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,023 * \left(\frac{30,77}{0,101} * \frac{2,5^2}{2 * 9,81} \right) = 2,232 \text{ (Kg}_f \text{ * m / Kg)}$$

10.1.2 Cálculo pérdidas de carga para Succión (TK1)

Para determinar las pérdidas de carga para la succión se debe determinar la Ecuación de Reynolds (Ec 10.7) junto con la Rugosidad Relativa, que tienen como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{D * V}{\mu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 1,524 m/s

μ = Viscosidad Cinemática: $0,8 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{0,101 \text{ m} * 1,524 \text{ m/s}}{0,8 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 192.405 = 1,92 * 10^5$$

De acuerdo a la Figura 41 (Anexo H) la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40, Anexo H).

$$f = 0,026$$

La Tabla 21 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Te 4"	1	1,8	1,8
Válvula de bola 4"	2	1,37	2,74
Cañería 4"	1	3	3
Reducción de 4" a 2"	1	0,82	0,82
Codos 4"	3	1,8	5,4
			13,76

Tabla 21: Detalle para cálculo de largo equivalente para succión (TK1). Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Ec 10.3 se procede al cálculo de las pérdidas de carga para succión producida por las líneas de operaciones.

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Perdidas de carga para succión} \quad Ec 10.3$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 13,76 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,026

V = Velocidad de descarga: 1,524 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.3:

$$h_{fs} = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,026 * \left(\frac{13,76}{0,101} * \frac{1,524^2}{2 * 9,81} \right) = 0,419 \text{ (Kg}_f \text{ * m / Kg)}$$

10.1.3 Calculo Balance de Energía desde camión hacia estanque (TK1)

Para determinar el balance de energía se utilizara la ecuación de Bernoulli (Ec 10.5), en la Tabla 22 se muestran los datos para reemplazar.

Datos para cálculo de Balance de Energía		
Datos	Valores	Unidades
$\Delta P/\rho$	0	---
$\Delta V^2/2 * g_c$	0,200	$Kg_f * m/Kg$
ΔZ	6,5	m
hf_s	0,419	$Kg_f * m/Kg$
hf_d	2,232	$Kg_f * m/Kg$

Tabla 22: Datos para Calculo Balance de Energía desde camión hacia estanque (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad Ec 10.5$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = 0, (Estanque y camión abiertos a la atmosfera)$$

Reemplazando los datos de la Tabla 21 en la Ec 10.5:

$$-W = 0,200 + 6,5 + (0,419 + 2,232) = 9,351 (Kg_f * m/Kg)$$

10.1.4 Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia estanque (TK1)

Para determinar la potencia de la bomba se utilizara la Ec 10.6, en la Tabla 23 se muestran los datos para reemplazar.

Datos para cálculo de potencia de la Bomba		
Datos	Valores	Unidades
$-W$	9,351	$Kg_f * m/Kg$
ρ	881	Kg/m^3
Q	0,013	m^3/s
η	0,600	----

Tabla 23: Datos para Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia estanque (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad \text{Ecuacion de Potencia} \quad \text{Ec 10.6}$$

Reemplazando los datos de la Tabla 21 en la ecuación de potencia:

$$P = \frac{9,351 * 881 * 0,013}{0,6} = 178,50 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}$$

Sabiendo que: $1 \text{ HP} = 75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}$

Realizando la conversión:

$$P = \frac{178,50 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}}{75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}} = 2,38 \text{ HP}$$

Considerando un 10% de sobredimensionamiento:

$$P = 2,38 \text{ HP} * 1,1 = 2,62 \approx 3 \text{ HP}$$

10.2 Descarga desde estanque hacia camión (TK1)

Para realizar el dimensionamiento de los equipos de impulsión para realizar las operaciones de almacenaje de sustancias peligrosas líquidas a granel se tomó como referencia la Figura 18 para determinar las pérdidas de carga del flujo para descarga desde Estanque hacia camión, en la cual se señala la dirección del flujo, el tramo de succión y el tramo de descarga de la bomba.

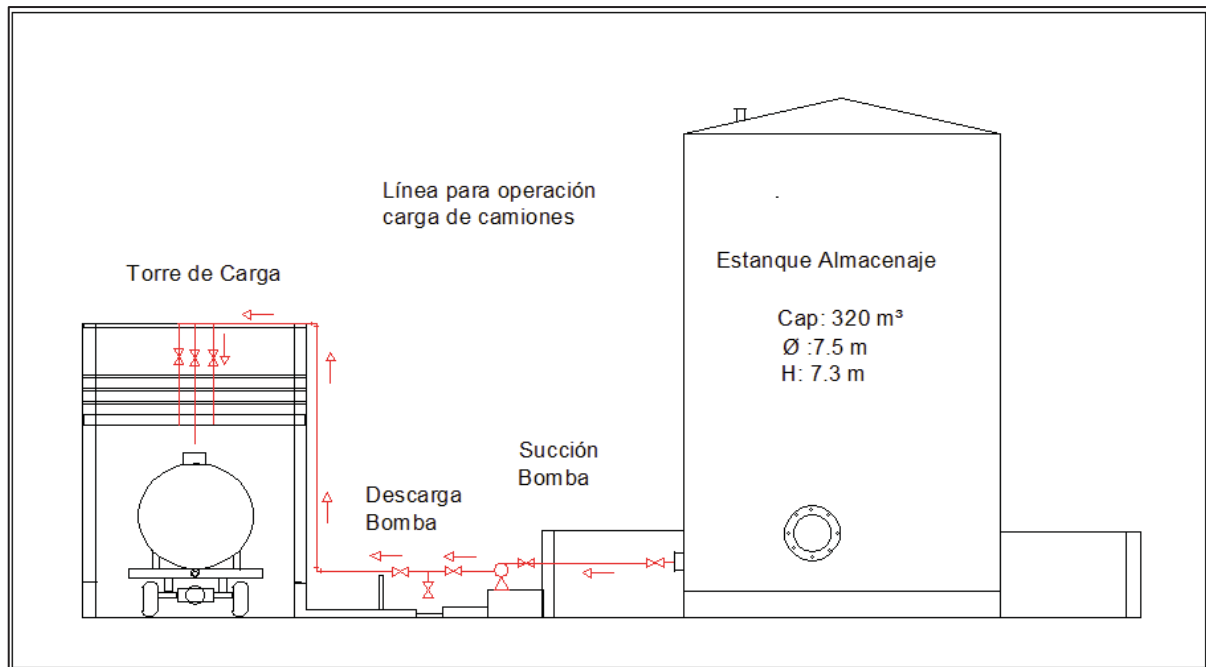


Figura 16: Dirección de flujo para descarga desde estanque hacia camión (TK 1). Fuente: Elaboración Propia.

10.2.1 Calculo perdidas de carga para descarga (TK1)

Para determinar las pérdidas de carga que se producen a lo largo de las líneas de operación producto de los fitting se debe determinar el factor de fricción producido por estas.

La Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa tiene como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{D * V}{\mu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

$Re = N^{\circ}$ de Reynolds

$D =$ Diámetro de Cañería: 0,101 m

$V =$ Velocidad de descarga: 2,500 m/s

$\mu =$ Viscosidad Cinemática: $0,8 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{0,101 \text{ m} * 2,5 \text{ m/s}}{0,8 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 315.625 = 3,15 * 10^5$$

De acuerdo a la Figura 41 (Anexo H) la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40, Anexo H).

$$f = 0,023$$

La Tabla 24 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	6	1,8	10,80
Válvula de bola 4"	3	1,37	4,11
Cañería 4"	1	12	12,00
Te 4"	1	1,8	1,80
Reducción de 4" a 2"	1	0,82	0,82
			29,53

Tabla 24: Detalle para cálculo de largo equivalente. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Ec 10.4 se procede al cálculo de las pérdidas de carga para la descarga producida por las líneas de operaciones.

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Pérdidas de carga para descarga} \quad Ec 10.4$$

Dónde:

$L_{Eq} =$ Largo equivalente: 29,53 (m)

$f =$ factor de fricción de fitting: 0,023

$V =$ Velocidad de descarga: 2,500 (m/s)

$g_c =$ Contante de gravedad: 9,81 ($Kg * m / Kg_f * s^2$)

Reemplazando los datos en la Ec 10.4:

$$hf = f \left(\frac{L_{Eq} * V^2}{D * 2 * g_c} \right) = 0,023 * \left(\frac{29,53}{0,101} * \frac{2,5^2}{2 * 9,81} \right) = 2,142 \text{ (Kg}_f * m / Kg)$$

10.2.2 Calculo perdidas de carga para Succión (TK1)

Para determinar las pérdidas de carga para la succión se debe determinar la Ecuación de Reynolds (Ec 10.7) junto con la Rugosidad Relativa, que tienen como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{D * V}{\mu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

$Re =$ N° de Reynolds

$D =$ Diámetro de Cañería: 0,101 m

$V =$ Velocidad de descarga: 1,524 m/s

$\mu =$ Viscosidad Cinemática: $0,8 * 10^{-6} \text{ m}^2/s$

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{0,101 \text{ m} * 1,524 \text{ m/s}}{0,8 * 10^{-6} \text{ m}^2/s} = 192.405 = 1,92 * 10^5$$

De acuerdo a la Figura 41 (Anexo H) la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40, Anexo H).

$$f = 0,026$$

La Tabla 25 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	2	1,8	3,6
Válvula de bola 4"	2	1,37	2,74
Cañería 4"	1	13,5	13,5
Reducción de 2" a 4"	1	0,7	0,70
			20,64

Tabla 25: Detalle para cálculo de largo equivalente. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Ec 10.3 se procede al cálculo de las pérdidas de carga para succión producida por las líneas de operaciones.

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Pérdidas de carga para succión} \quad \text{Ec 10.3}$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 20,64 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,026

V = Velocidad de descarga: 1,524 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.3:

$$h_{fs} = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,026 * \left(\frac{20,64}{0,101} * \frac{1,524^2}{2 * 9,81} \right) = 0,629 \quad (Kg_f * m / Kg)$$

10.2.3 Calculo Balance de Energía desde Estanques hacia camión (TK1)

Para determinar el balance de energía se utilizara la ecuación de Bernoulli (Ec 10.5), en la Tabla 26 se muestran los datos para reemplazar.

Datos calculo balance de energía		
Datos	Valores	Unidades
$\Delta P/\rho$	0	---
$\Delta V^2/2 * g_c$	0,200	$Kg_f * m/Kg$
ΔZ	5,5	m
hf_s	0,629	$Kg_f * m/Kg$
hf_d	2,142	$Kg_f * m/Kg$

Tabla 26: Datos para Calculo Balance de Energía desde estanque hacia camión (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad Ec 10.5$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = 0, (Estanque y camión abiertos a la atmosfera)$$

Reemplazando los datos de la Tabla 21 en la Ec 10.5:

$$-W = 0,200 + 5,5 + (0,629 + 2,142) = 8,471 (Kg_f * m/Kg)$$

10.2.4 Calculo Potencia de Bomba desde estanques hacia camión (TK1)

Para determinar la potencia de la bomba se utilizara la Ec 10.6, en la Tabla 27 se muestran los datos para reemplazar.

Datos cálculo de potencia de la bomba		
Datos	Valores	Unidades
$-W$	8,471	$Kg_f * m/Kg$
ρ	881	Kg/m^3
Q	0,013	m^3/s
η	0,600	----

Tabla 27: Datos para Calculo Potencia de Bomba desde Estanques hacia camión (TK1). Fuente: Elaboración Propia.

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad \text{Ecuacion de Potencia} \quad \text{Ec 10.6}$$

Reemplazando los datos de la Tabla 26 en la ecuación de potencia:

$$P = \frac{8,471 * 881 * 0,013}{0,600} = 161,70 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}$$

Sabiendo que: $1 \text{ HP} = 75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}$

Realizando la conversión se obtiene:

$$P = \frac{161,70 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}}{75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}} = 2,2 \text{ HP}$$

Considerando un 10% de sobredimensionamiento:

$$P = 2,2 \text{ HP} * 1,1 = 2,42 \approx 3 \text{ HP}$$

11. ESPECIFICACION DE SERVICIOS

Los servicios requeridos para las operaciones de manipulación y manejo de carga peligrosa corresponden principalmente a energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos impulsores de líquidos a granel (Bombas Centrifugas).

Y para el caso de la manipulación de carga peligrosa de sólidos a granel se requerirá el uso de GLP para el funcionamiento de las grúas horquilla.

En la Tabla 28 se presentan los servicios requeridos para el funcionamiento de los equipos.

Equipo	Servicio
Bombas Centrifugas	Energía Eléctrica
Grúas Horquillas	Gas (GLP)

Tabla 28: Requerimientos Principales de servicios en Planta Celta-GDS. Fuente: Elaboración Propia

11.1 Requerimiento y Abastecimiento de Agua

El agua requerida para los servicios higiénicos y aseo en general, será obtenida de aguas subterráneas, la cual se encuentra plenamente aprobada por el servicio de salud correspondiente.

No obstante lo anterior, el agua utilizada para consumo de las personas será suministrada mediante botellones dispuestos en máquinas dispensadoras, todo esto proveniente de empresas dedicadas al rubro.

11.2 Requerimientos de Electricidad

Las instalaciones destinadas para el almacenamiento de sólidos y líquidos harán uso de suministro eléctrico aportado por Chilquinta S.A la cual es la responsable del suministro en la comuna de San Antonio.

El consumo mínimo estimado corresponderá al uso de las Bombas centrifugas encargadas de bombear sustancias peligrosas desde y hacia los estanques de almacenamiento, la tabla 30 muestra la estimación de los requerimientos mínimos de electricidad para las operaciones de almacenamiento de líquidos a granel.

11.3 Requerimiento de Combustible

La operación del proyecto requiere la utilización de dos grúas horquilla, que utilizan Gas Licuado de petróleo. Su consumo anual estimado es de 528 Kg anuales (22 Kg mensuales por grúa horquilla).

12. CONSUMO DE ENERGIA

Se estima como periodo de almacenaje de carga líquida a granel de 25 días, ya que es esa la frecuencia promedio de llegada de Buques Químicos al puerto de San Antonio.

En consecuencia las operaciones de carga de estanques se realizara una vez al mes y la descarga y despacho de líquidos a granel será de acuerdo a las necesidades de los clientes. El uso de las bombas (Tabla 29) es el estimado de acuerdo a la cantidad de líquidos a almacenar y a descargar, en consecuencia se estima que el uso de bombas corresponderá a dos camiones por hora, esto quiere decir que se manipularan aproximadamente 32 m³/ hora.

Uso estimado Bombas Centrifugas					
Año	M ³ /mes	M ³ /año	Operación Carga (Horas/año)	Operación Descarga (Horas/año)	Uso total Bombas (Horas/año)
2014	567	6.804	212,63	212,63	425,25
2015	593	7.116	222,38	222,38	444,75
2016	624	7.488	234,00	234,00	468,00
2017	653	7.836	244,88	244,88	489,75
2018	688	8.256	258,00	258,00	516,00
2019	722	8.664	270,75	270,75	541,50
2020	757	9.084	283,88	283,88	567,75
2021	795	9.540	298,13	298,13	596,25
2022	834	10.008	312,75	312,75	625,50
2023	877	10.524	328,88	328,88	657,75

Tabla 29: Tiempo de uso estimado de Bombas Centrifugas para Operaciones de Almacenamiento de líquidos a granel en Planta Celta-GDS. Fuente: Véase Anexo K.

En la Tabla 30 se muestra el total de kW-h estimado utilizado por las bombas centrifugas para las Operaciones de Almacenaje de carga peligrosa liquida a granel.

Uso de Energía Estimada Bombas Centrifugas			
Año	Operación Carga Estanques. kW-h	Operación Descarga Estanques kW-h	Total kW-h
2014	475,66	475,66	951,33
2015	497,48	497,48	994,95
2016	523,48	523,48	1.046,96
2017	547,81	547,81	1.095,62
2018	577,17	577,17	1.154,34
2019	605,69	605,69	1.211,39
2020	635,06	635,06	1.270,11
2021	666,94	666,94	1.333,87
2022	699,65	699,65	1.399,31
2023	735,73	735,73	1.471,45

Tabla 30: Uso de energía estimada de Bombas Centrifugas. Fuente: Véase Anexo K.

13. PERSONAL

Las actividades a realizar para la implementación del servicio y operación del sitio de almacenaje de carga peligrosa, son las siguientes:

Bodega: para las operaciones de consolidación y des consolidación de la carga en bodega se requerirán de dos operadores de grúa, una grúa horquilla se encargara de consolidar o des consolidar el camión y la otra grúa horquilla se encargara de ordenar la carga en las bodegas.

Estanques: Para esta operación se utilizaran los mismos operadores, los cuales serán capacitados para labores de operador de grúa horquilla y las operaciones de carga/ descarga de líquidos a granel.

Se contara con un jefe de planta, el cual se encargara de supervisar todas las operaciones.

Además de un guardia noctero, el cual se preocupara de la seguridad de las instalaciones en horario nocturno.

Finalmente un administrativo estará a cargo de coordinar, recibir y despachar los camiones con sus respectivas cargas y de mantener informado a los clientes sobre las mismas.

Cabe mencionar que los operarios desempeñaran funciones de chofer de grúas horquillas, operadores para la carga/ descarga de líquidos a granel y cualquier tipo de actividad a realizar en la planta, de esta manera se destacara la polivalencia del personal evitando tiempos muertos en la operación.

En caso de necesitar aumentar el personal para determinadas operaciones se realizaran contrataciones de tipo freelance.

En la Tabla 31 se muestran las principales funciones y el número de personas que serán necesarias para las operaciones de la planta.

Detalle de Personal para Funcionamiento de Planta	
Funciones	N° Personas
Operarios Planta	2
Jefe Planta	1
Administrativo	1
Total	4

Tabla 31: Detalle de personal estimado para funcionamiento de Planta de Celta-GDS. Fuente: Elaboración Propia.

A través de las actividades de capacitación se buscara mejorar el nivel de conocimientos del personal y fomentar su concientización en aspectos de seguridad y ambiental. De esta manera se orientara a mejorar el desempeño a nivel ocupacional y ambiental a través de prácticas seguras, eficaces y eficientes.

14. ASPECTOS AMBIENTALES

14.1 Emisiones Atmosféricas.

La operación de las bodegas de almacenamiento considera el manejo de las sustancias en sus envases originales, por lo tanto no se generaran emisiones atmosféricas. Además con el objeto de mantener las instalaciones con un constante y adecuado nivel de recambio de aire, ambas bodegas contarán con ventilación generada mediante celosías en la parte superior de las paredes, con un mínimo de 12 recambios por hora de acuerdo al Artículo 29 del D.S78 ⁽²⁶⁾.

14.2 Emisiones de ruido.

Esta tesis solo contempla actividades (operaciones) de almacenamiento y despacho de productos, por lo tanto respecto a las emisiones de ruido, la zona donde operara el sitio de almacenamiento corresponde a un sitio industrial exclusivo.

De acuerdo al D.S 594/1999 ⁽²⁷⁾ del ministerio de salud permite niveles de ruido de hasta 85 dB(A), en cualquier horario. Adicionalmente cabe destacar que el sitio de almacenamiento de Celta-GDS colinda con propiedades industriales y se considera un impacto muy poco significativo respecto de los poblados aledaños al sitio industrial.

En relación a lo anterior, las actividades de almacenamiento y despacho de productos tanto solidos como líquidos contemplan la operación de equipos que no generaran niveles de presión sonora por sobre los 70 dB(A). Los vehículos utilizados para el transporte de sustancias químicas hasta el sitio industrial de Celta-GDS no constituirán una fuente de emisión de ruido significativa.

14.3 Residuos Líquidos (Riles y Aguas Servidas).

No se generaran residuos líquidos industriales, ya que no se realizaran lavados de piso con productos líquidos. Ante la eventualidad de derrames de productos en el recinto se actuara en función de los planes de emergencia de Celta-GDS.

Respecto a las aguas servidas de tipo domiciliario, el personal que trabajara en las operaciones utilizara servicios sanitarios existentes en las instalaciones, siendo evacuados

al sistema de fosa debidamente autorizada por entidades competentes, las cuales serán retiradas periódicamente por empresas dedicadas a dicha labor.

14.4 Residuos Solidos

Los envases de los productos como por ejemplo maxisacos y pallets serán entregados a los clientes dueños de la carga. Por lo tanto la bodega de almacenamiento no generara residuos, sin embargo en caso de residuos generados por eventuales derrames de productos, estos serán manejados adecuadamente según lo establecido en el plan de Emergencias de Celta-GD procediendo a su almacenamiento y eliminación de acuerdo a lo establecido en el D.S N° 148/2004 ⁽²⁸⁾.

14.5 Antecedentes que justifican que el proyecto no requiere presentar un Estudio de Impacto Ambiental

El Título II del reglamento del S.E.I.A⁽²⁹⁾ define la pertenencia de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, y señala en su artículo N° 4 que “ El titular del Proyecto o actividad de los comprendidos en el Título I, Artículo N° 3 de este reglamento o aquel que se acoja voluntariamente al S.E.I.A, deberá presentar una declaración de impacto ambiental, salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el Artículo N° 11 de la ley o en los Artículos siguientes de este Título, en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental”

En este marco y considerando que los efectos ambientales generados de la Tesis “Estudio de Pre-factibilidad técnico y económica de un sitio de almacenamiento de carga peligrosa” no presentan ninguno de los efectos señalados entre los Artículos N° 5 al N° 11 del reglamento del S.E.I.A, se considera que el ingreso del Proyecto al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental debe realizarse a través de una declaración de Impacto Ambiental.

En consecuencia, se presentan la revisión de cada uno de los criterios señalados en los artículos anteriormente citados (Ver Anexo C) a modo de justificar la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental.

Dado que la Tesis no produce ninguno de los efectos, características o circunstancias mencionadas en el Artículo N° 11 de la ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, desarrollados en los artículos 5, 6, 8, 9,10 y 11 del Título II del reglamento del S.E.I.A, solo se debe proceder presentando una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), todo ello de conformidad a lo indicado en el Artículo N° 4 del mencionado reglamento.

15. ESTUDIO ECONOMICO

15.1 Bases de la Evaluación Económica

La moneda seleccionada para la evaluación económica corresponde a la Unidad de Fomento (UF), ya que corresponde a una moneda dura que permite mayor seguridad en la evaluación económica. El valor utilizado corresponde al valor de UF del 1° de Agosto de 2013, correspondiente a \$22.954,32⁽³⁰⁾. Además se utilizó el valor del dólar (\$515,42⁽³⁰⁾) correspondiente a la misma fecha antes señalada para determinar el costo de los servicios establecidos en el trabajo de tesis

Para el presente Trabajo de Tesis, no existe un precio relacionado a las materias primas, sino tarifas de almacenaje las cuales serán cobradas a los clientes que utilicen el servicio de almacenaje de carga peligrosa en instalaciones de Celta-GDS.

La tarifa será fijada tomando como referencia el costo más bajo establecido por la competencia más cercana (Puerto Columbo: 14 US\$/Ton/M³/Día ⁽³¹⁾) para el caso de servicio de almacenaje en bodega y (Terminal Químico Terquim 1 US\$/M³/Día ⁽³²⁾) para el caso del servicio de almacenamiento de líquidos a granel, además de realizar el análisis de sensibilidad correspondiente a la variación de Tarifas de almacenaje Versus Tasa Interna de Retorno de la Tesis y la variaciones del Valor Actual Neto (VAN) versus Tasa Interna de Retorno (TIR).

15.2 Vida Útil del Trabajo de Tesis

El horizonte de evaluación para el trabajo de tesis corresponde para un periodo de 10 años, periodo basado en las estimaciones realizadas en el Estudio de Mercado y con el criterio de ser una oportunidad de negocio sustentable y de largo plazo para Celta-GDS.

15.3 Mercado Objetivo.

El mercado global relacionado al Trabajo de Tesis, corresponde a empresas que se dedican a la comercialización y venta de Sustancias Peligrosas, los cuales buscan una mejor alternativa para almacenamiento temporal post desembarco de estos.

Este mercado objetivo corresponde a la Región de Valparaíso, abarcando solo la ciudad de San Antonio, ya que esta posee uno de los puertos principales de desembarque de carga peligrosa que abastece a la Región Metropolitana y principales clientes de Celta-GDS.

15.3.1 Riesgos Asociados

Los principales riesgos asociados serían:

- Problemas externos no controlables: variabilidad en importaciones de productos.
- La creación de nuevos sitios de almacenaje de carga peligrosa o aumento de la capacidad de operación de la competencia, lo cual produciría un aumento en la competencia y con ello una variación de precios.

Respecto al primer punto, este puede constituir un peligro inminente debido a que cualquier variación negativa en las importaciones de los clientes afecta directamente en la prestación de servicios de almacenaje de Sustancias Peligrosas.

Por otra parte la creación de nuevos sitios o aumento de la capacidad de operación de los ya existentes, puede producir una sensibilidad en los precios de almacenaje, los cuales pueden influir negativamente para Celta-GDS, ya que al ser una empresa pequeña en comparación a la competencia cualquier tipo de variación, en volumen o en tarifas del servicio afectaría el normal desarrollo de la empresa.

15.4 Costos y Proyección

15.4.1 Servicios

La Tabla 32 muestra los costos unitarios asociados a los servicios e insumos necesarios para las operaciones de almacenaje de carga peligrosa.

Costos Unitarios asociados a cada servicio	
Ítem	Costo Unitario
Energía Eléctrica	0,0025 (UF/kWh) ⁽³³⁾
Agua	0,006535 (UF/L) ^{*(34)}
Gas grúa Horquilla	0,0444 (UF/Kg) ⁽³⁵⁾

Tabla 32: Costos unitarios de servicios asociados a las operaciones de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

15.4.2 Energía Eléctrica

En la Tabla 33 se muestra el consumo de energía eléctrica estimada por los equipos utilizados en las operaciones del sitio de almacenamiento de Celta-GDS, los cuales corresponden principalmente a Bombas Centrifugas cuya función es Cargar y Descargar sustancias peligrosas líquidas a granel en la zona de Estanques.

Consumo de Energía Estimada Bombas Centrifugas			
Año	Operación Carga Estanques. Kw-h	Operación Descarga Estanques Kw-h	Total Kw-h
Año 1	475,66	475,66	951,33
Año 2	497,48	497,48	994,95
Año 3	523,48	523,48	1.046,96
Año 4	547,81	547,81	1.095,62
Año 5	577,17	577,17	1.154,34
Año 6	605,69	605,69	1.211,39
Año 7	635,06	635,06	1.270,11
Año 8	666,94	666,94	1.333,87
Año 9	699,65	699,65	1.399,31
Año 10	735,73	735,73	1.471,45

Tabla 33: Consumo mínimo estimado de energía eléctrica para operaciones de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Véase Anexo K.

15.4.3 Agua

Este gasto de agua se utilizara principalmente para el consumo humano, de acuerdo al Artículo N° 15 del D.S 594/1999⁽³⁶⁾. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Ya que el consumo de agua necesaria para actividades básicas de limpieza y baños será utilizada de agua extraída de pozo aprobado por el ministerio de salud.

Se estimó un stock de consumo diario por trabajador de 30 (L/día) y un recambio de 60 (L/semanal).

La Tabla 34 muestra el consumo mínimo de agua para el consumo humano diario para el sitio de almacenaje de Carga Peligrosa de Celta-GDS.

Stock mínimo de agua para el consumo humano			
Año	(L/día)	(L/mes)	(L/año)
Año 1	150	390	4680
Año 2	150	390	4680
Año 3	150	390	4680
Año 4	150	390	4680
Año 5	150	390	4680
Año 6	150	390	4680
Año 7	150	390	4680
Año 8	150	390	4680
Año 9	150	390	4680
Año 10	150	390	4680

Tabla 34: Stock mínimo de agua para el consumo humano dentro de sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Véase Anexo K.

15.4.4. Gas Licuado de Petr3leo

La Tabla 35 muestra el consumo estimado de GLP de acuerdo al punto 11.3 correspondiente al combustible utilizado por las grúas horquilla para las operaciones de Consolidación y Des consolidación de carga peligrosa en bodega.

Consumo estimado de GLP (Grúas Horquilla)			
Año	(Camiones/mes)	(Kg GLP/mes)	(Kg GLP/año)
Año 1	10	60	720
Año 2	10	60	720
Año 3	10	60	720
Año 4	10	60	720
Año 5	10	60	720
Año 6	10	60	720
Año 7	10	60	720
Año 8	14	90	1080
Año 9	14	90	1080
Año 10	14	90	1080

Tabla 35: Consumo mínimo estimado de GLP para operaciones de almacenaje de carga peligrosa. Fuente Véase Anexo K.

15.5 Costos Totales

El costo de los servicios y su proyección considerando un aumento del 1% anual del costo unitario de cada servicio se muestran en la Tabla 36.

Costos Totales de Servicios (UF/Año)				
	Servicios			Total (UF/año)
	Energía Eléctrica	Agua	Combustible	
Año 1	2,38	30,58	31,97	64,93
Año 2	2,51	30,89	32,29	65,69
Año 3	2,67	31,20	32,61	66,48
Año 4	2,82	31,51	32,94	67,27
Año 5	3,00	31,83	33,27	68,09
Año 6	3,18	32,14	33,60	68,93
Año 7	3,37	32,47	33,93	69,77
Año 8	3,58	32,79	51,41	87,78
Año 9	3,79	33,12	51,93	88,83
Año 10	4,02	33,45	52,44	89,92

Tabla 36: Costos Totales de servicios utilizados para operaciones de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

15.5.1 Insumos

Los insumos representan un rol fundamental para el desarrollo de las operaciones, ya que para otorgar la seguridad necesaria a los operadores, estos deben contar con un equipo de seguridad completo, que los proteja ante cualquier eventualidad de las sustancias peligrosas.

Para lo cual se consideró la adquisición constante de guantes y mascarillas desechables, además de los demás elementos de protección personal.

15.5.2 Equipos de Seguridad

En la Tabla 37 se muestra en detalle el equipo de seguridad a utilizar por todo personal que intervenga en operaciones tanto internas como externas. Los equipos en asterisco se cambian cada 3 meses, por lo tanto el costo total corresponde al anual en equipos de seguridad para los operadores.

Equipamiento de Seguridad			
Ítem	Costo Unitario (UF)	Unidades	Costo Total (UF)
Casco de Seguridad	0,09	10	0,88
Lentes*	0,06	40	2,4
Antiparras	0,01	32	0,43
Mascara respirador	1,16	8	9,32
Overol*	0,31	32	10,02
Guantes cabritilla*	0,09	32	2,77
Guantes nitrilo*	0,07	32	2,22
Zapatos de seguridad	0,87	5	4,35
Total	2,67		32,4

Tabla 37: Equipamiento de seguridad mínimo necesario para operaciones de almacenaje de carga peligrosa ⁽³⁷⁾.

15.5.3 Remuneraciones

La Tabla 38 muestra las remuneraciones correspondientes al personal administrativo y operativo del sitio de almacenaje de carga peligrosa, estos valores corresponden a un estimativo entregado por Celta-GDS.

Remuneraciones personal Planta Celta-GDS		
Ítem	UF/mes	UF/año
Operador 1	17	204
Operador 2	17	204
Jefe de Planta	45	540
Administrativo	35	420
Total	114	1368

Tabla 38: Remuneraciones de personal para sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

16. Capital de Inversión

El capital de inversión está constituido por todas las inversiones necesarias para dejar una planta industrial en condiciones operativas; está compuesta por dos componentes principales: El Capital Fijo y El capital de Trabajo.

Para realizar el cálculo del capital fijo se utilizó el método Lang-Chilton en base a los costos CIF estimados de los equipos principales necesarios para la Operación del sitio de almacenaje de carga peligrosa de Celta-GDS.

En la Tabla 39 se muestran el costo de los equipos utilizados para estimar el capital directo o depreciable.

Equipos para estimación de Capital Fijo	
Equipos	Costo UF
Grúa Horquilla ^{*(38)}	326,74
Estanque Almacenaje 1 ⁽³⁹⁾	2798,45
Estanque Almacenaje 2 ⁽³⁹⁾	2798,45
Estanque Almacenaje 3 ⁽³⁹⁾	2798,45
6-Bombas 3 HP ⁽⁴⁰⁾	283,56
TOTAL	9.005,65

Tabla 39: Detalle de equipos para estimación de Capital Fijo de Inversión. Fuente: Véase Anexo H.

16.1 Capital Directo o Depreciable

El capital fijo incluye todos los gastos necesarios para dejar instalada la planta. Dentro de estos gastos se encuentran la adquisición de equipos, cañerías, instrumentación, etc.

En la Tabla 40 y Tabla 41 respectivamente se muestra los Ítem utilizados para la estimación de capital directo o depreciable y estimación de capital indirecto multiplicados por un determinado factor con el fin de estimar el costo del capital fijo de planta necesario para una posible inversión e implementación de un sitio de almacenaje de carga peligrosa para Celta-GDS.

La estimación del costo CIF de los equipos principales se encuentra en el Anexo J.

Capital Directo o Depreciable		
Ítem	factor	Costo UF
Equipos de procesos	1	8.678,92
Instalación equipos (30 a 40%-1,3 o 1,4)	1,3	11.282,59
Cañerías de procesos(20-60% costo equipos instalados)	0,2	2.256,52
Instrumentación (3-5% poca costo equipos instalado)	0,03	338,48
Sistema contra incendios (15% costo instalaciones)	0,2	2.182,79
Pintura y terminaciones (1-2% costo equipos instalados)	0,02	218,28
Instalaciones eléctricas (10-12% equipos instalado)	0,1	1.128,26
Obras civiles ⁽⁴¹⁾	**	
Bodega		3.500,00
Zona carga/descarga bodega		720,00
Pretil Estanques		3.888,00
Zona carga/descarga Estanques		1.050,00
TOTAL CAPITAL DIRECTO		35.570,58

Tabla 40: Estimación total de capital directo o depreciable para sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Apuntes Curso Ingeniería Económica PUCV.

16.2 Capital Indirecto no Depreciable

El capital Indirecto corresponde a los gastos Estudios de Ingeniería, honorarios de contratista e imprevistos y contingencias.

Capital Indirecto no Depreciable		
Ítem	Factor	Costo UF
Ingeniería (7%-10% bajo)	0,07	2.823,06
Construcción (honorarios contratista(10% total capital fijo de la planta)	0,1	5.646,12
imprevistos y contingencias (20-30% del total capital fijo de la planta)	0,2	11.292,25
TOTAL CAPITAL INDIRECTO		19.761,43

Tabla 41: Estimación total de capital indirecto para sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Apuntes Curso Ingeniería Económica PUCV.

16.3 Capital Fijo de Planta

El capital fijo de planta corresponde a la suma de los Capitales Directos o Depreciables y Capitales Indirecto o No Depreciable.

La Tabla 42 muestra el costo total de capital fijo de planta estimado para la implementación e inicio de operaciones del sitio de almacenaje de carga peligrosa.

Capital Fijo de Planta	
Total Capital Directo	35.570,58
Total Capital Indirecto	19.761,43
TOTAL CAPITAL FIJO DE PLANTA	56.461,23

Tabla 42: Estimación del Total de Capital Fijo de Planta para sitio de almacenaje de carga peligrosa.
Fuente: Elaboración Propia.

16.4 Capital de trabajo

Una vez instalada la planta debe quedar en condiciones para operar, dichos gastos lo componen el capital de trabajo. Para proyectos de Pre-factibilidad se estima el 10 % del capital total de inversión.

En la Tabla 43 se muestra el detalle de los totales generales a considerar para realizar una posible inversión en un sitio de almacenaje de carga peligrosa para Celta-GDS.

Inversión Total Sitio de Almacenaje	
Ítem	Costo UF
Capital de trabajo	6.273,47
Capital fijo de planta	56.461,23
CAPITAL TOTAL DE INVERSION	62.734,70

Tabla 43: Capital total de inversión para sitio de almacenaje de carga peligrosa para Celta-GDS.
Fuente: Elaboración Propia.

En consecuencia se requiere un total de 62.734,70 UF para realizar una inversión e implementación de un sitio de almacenaje de carga peligrosa.

16.5 Costo total del Producto

El costo total del producto se refiere a todos los gastos existentes desde el punto de inicio del proyecto hasta su inicio de actividades del servicio hacia los clientes.

Para este trabajo de tesis no se consideran costos por concepto de materias primas, ya que no se realiza ningún proceso de transformación, en la Tabla 44 se detallan los ítem utilizados para determinar la estimación de los costos directos de Operación.

Los costos indirectos o costos fijos de operación hacen referencia a gastos que siempre están presentes a pesar de que no se realice ningún tipo de movimiento dentro del sitio de almacenaje de carga peligrosa, en la Tabla 45 se detallan los ítem utilizados para determinar la estimación de los costos indirectos de operación.

La Tabla 46 muestra los costos generales de planta, que incluye todos los gastos no estimados en los costos de las Tabla 44 y Tabla 45 respectivamente, por ejemplo: Equipos de seguridad y protección personal, Servicio de vigilancia y portería, etc.

Por otra parte los gastos generales de la empresa, son todos aquellos costos fuera de la operación necesarios para entregar un buen servicio de operación a los clientes. La Tabla 47 muestra la estimación de costos relacionados a este concepto en donde se establece para este concepto por ejemplo comunicaciones, transporte y viajes.

La Tabla 48 muestra un resumen de la estimación del total del costo total del producto para las operaciones del sitio de almacenaje de carga peligrosa para Celta-GDS.

Costos Directos de Operación										
Ítem	Años									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Mano de Obra	408,0	408,00	408,00	408,00	408,00	408,00	408,00	408,00	408,00	408,00
Sup. Directa Adminis.	960,0	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00	960,00
Servicios	64,93	65,69	66,48	67,27	68,09	68,93	69,77	87,78	88,83	89,92
Mantenición	711,4	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41
Suministros	71,14	71,14	71,14	71,14	71,14	71,14	71,14	71,14	71,14	71,14
Total	2.215	2.216,24	2.217,03	2.217,82	2.218,65	2.219,48	2.220,32	2.238,33	2.239,3	2.240,47

Tabla 44: Estimación de Costos para operación de sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

Costos Indirectos o Costos Fijos de Operación										
Ítem	Años									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Impuestos	711,4	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41	711,41
Seguros	355,7	355,71	355,71	355,71	355,71	355,71	355,71	355,71	355,71	355,71
Arriendos	784,2	784,20	784,20	784,20	784,20	784,20	784,20	784,20	784,20	784,20
Total	1.851,	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32

Tabla 45: Estimación de costos fijos para operación de sitios de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

Costos Generales de Planta										
Ítem	Años									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costos Generales	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65
Total	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65

Tabla 46: Estimación de costos generales de planta para operación de sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

Costos Generales de la Empresa										
Ítem	Años									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costos Administrativos	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46
Total	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46

Tabla 47: Estimación de Costos Generales de la Empresa para operación de sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

Costos Total del Producto										
Ítem	Años									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Total Costos de Operación	2.215,4	2.216,24	2.217,03	2.217,82	2.218,65	2.219,48	2.220,32	2.238,33	2.239,38	2.240,4
Total Costos Fijos	1.851,3	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,32	1.851,3
Total Costo Gral. planta	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65	218,65
Total Costos Generales	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46	87,46
Total Costo del Producto	4.372,9	4.373,66	4.374,45	4.375,24	4.376,07	4.376,90	4.377,74	4.395,75	4.396,80	4.397,8

Tabla 48: Estimación de Costo Total del Producto para operación de sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

16.6 Criterios de Depreciación

La Tabla 49 muestra la depreciación de los equipos principales estimados para la operación del sitio de almacenaje de carga peligrosa, cabe mencionar que el método utilizado para este trabajo de tesis corresponde al método de la línea recta, ya que los equipos requeridos para el proceso tienen una larga vida útil, capaces de satisfacer las necesidades de las operaciones, además este método es bien aceptado en Chile para estos efectos.

La estimación de la vida útil para realizar la depreciación fue obtenida a través del Servicio de Impuestos Internos ⁽⁴²⁾.

Depreciación Equipos principales														
Equipos	Vida Útil (años)	Costo UF	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Valor de Libro	Valor de Venta
Estanque 1	30	2.798,45	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	1.865,64	1.119,38
Estanque 2	30	2.798,45	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	1.865,64	1.119,38
Estanque 3	30	2.798,45	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	93,28	1.865,64	1.119,38
Grúa Horq.1	7	326,74	46,68	46,68	46,68	46,68	46,68	46,68	46,68	46,68	46,68	46,68	186,71	130,69
Grúa Horq.2	7	326,74	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,68	46,68	46,68	46,68	186,71	130,69
Bombas 3 HP	10	283,56	28,36	28,36	28,36	28,36	28,36	28,36	28,36	28,36	28,36	28,36	0,00	113,42
E. Seguridad	1	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40	0,00	12,96
													5.970,32	3.745,92

Tabla 49: Depreciación de Equipos principales para operaciones de sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

16.7 Antecedentes Financieros

Se ha selecciona un porcentaje del financiamiento del 85% de la inversión total, con una tasa de interés del 10% y una amortización constante tal como se indica en la Tabla 50.

Amortización Constante				
Periodos	Deuda UF	Cuota UF	Interés UF	Amortización UF
0,00	53.324,50			
1,00	49.978,63	8.678,32	5.332,45	3.345,87
2,00	46.298,18	8.678,32	4.997,86	3.680,45
3,00	42.249,68	8.678,32	4.629,82	4.048,50
4,00	37.796,33	8.678,32	4.224,97	4.453,35
5,00	32.897,65	8.678,32	3.779,63	4.898,68
6,00	27.509,09	8.678,32	3.289,76	5.388,55
7,00	21.581,69	8.678,32	2.750,91	5.927,41
8,00	15.061,54	8.678,32	2.158,17	6.520,15
9,00	7.889,38	8.678,32	1.506,15	7.172,16
10,00	0,00	8.678,32	788,94	7.889,38

Tabla 50: Detalles de financiamiento con amortización constante. Fuente: Elaboración Propia.

17. Flujo de Caja

El flujo de caja neto hace referencia al resultado obtenido de todos los ingresos y gastos que ocurren en un periodo determinado de tiempo, es de suma importancia para este trabajo de tesis en particular, por lo tanto lo que se busca es determinar la rentabilidad que puede producir este trabajo.

En la Tabla 51 se muestra el flujo de caja neto anual del trabajo de tesis para un horizonte de evaluación de 10 años.

Para el análisis se tomarán en cuenta los siguientes parámetros: Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). Por consiguiente para evaluar este trabajo de tesis se procederá a comparar el valor de la Tasa Mínima anual de Retorno (TMAR) con el resultado obtenido de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Por lo tanto a modo de comparación se debe establecer que el interés entregado por el (TIR) debe ser mayor que el interés entregado por la (TMAR), lo que al provocar dicha situación se podría establecer que se encuentra frente a un trabajo de tesis atractivo y rentable, en caso contrario este trabajo de tesis conduciría a pérdidas y se aconsejaría no avanzar con un estudio más detallado y buscar otro tipo de alternativas para un resultado de un negocio viable.

Tasa Mínima Anual de Retorno (TMAR)= (Tasa de Inflación)+(Premio al Riesgo)

En este trabajo de tesis se utilizará una TMAR de 20% tomando en cuenta que se estima una inflación aproximado del 3% anual y un 17% de premio al riesgo debido a que existe una gran experiencia y competencia de parte de las grandes empresas relacionadas a este rubro.

Flujo de Caja Neto											
Ítem	Años										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos Totales		14.016,45	14.706,85	15.443,99	16.203,37	17.027,62	17.877,60	18.760,32	19.712,01	20.681,83	21.738,75
Costo Total Del Producto		4.372,90	4.373,66	4.374,45	4.375,24	4.376,07	4.376,90	4.377,74	4.395,75	4.396,80	4.397,89
Utilidad Operacional		9.643,55	10.333,18	11.069,54	11.828,13	12.651,55	13.500,70	14.382,57	15.316,26	16.285,03	17.340,86
Depreciación		387,28	387,28	387,28	387,28	387,28	387,28	433,96	433,96	433,96	433,96
Interés		5.332,45	4.997,86	4.629,82	4.224,97	3.779,63	3.289,76	2.750,91	2.158,17	1.506,15	788,94
Venta Activos											3.745,92
Utilidad Antes de Impuesto		3.923,81	4.948,04	6.052,44	7.215,88	8.484,64	9.823,65	11.197,70	12.724,14	14.344,91	19.863,88
Impuesto 17%		667,05	841,17	1.028,92	1.226,70	1.442,39	1.670,02	1.903,61	2.163,10	2.438,64	3.376,86
Utilidad Después de Impuesto		3.256,77	4.106,87	5.023,53	5.989,18	7.042,25	8.153,63	9.294,09	10.561,03	11.906,28	16.487,02
Depreciación		387,28	387,28	387,28	387,28	387,28	387,28	433,96	433,96	433,96	433,96
Valor de Libro											5.970,32
Amortización Largo Plazo		3.345,87	3.680,45	4.048,50	4.453,35	4.898,68	5.388,55	5.927,41	6.520,15	7.172,16	7.889,38
Capital de Trabajo	-6.273,47										
Capital de Inversión	-56.461,23										
Préstamo Largo Plazo	53.324,50										
Flujo Neto Anual	-9.410,21	298,18	813,70	1.362,31	1.923,11	2.530,85	3.152,36	3.800,65	4.474,85	5.168,08	15.001,92

Tabla 51: Detalle Flujo de Caja Neto para operaciones de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

En el Grafico 17 es posible apreciar la variación de los flujos netos de cada año y en el cual se obtiene la Tasa Interna de Retorno con una tarifa del servicio mínima, siendo de esta forma rentable, además la inversión se ve recuperada en un periodo relativamente corto, sin embargo eso dependerá de la tarifa final que se llegara a determinar para los servicios que se prestarían a los clientes.

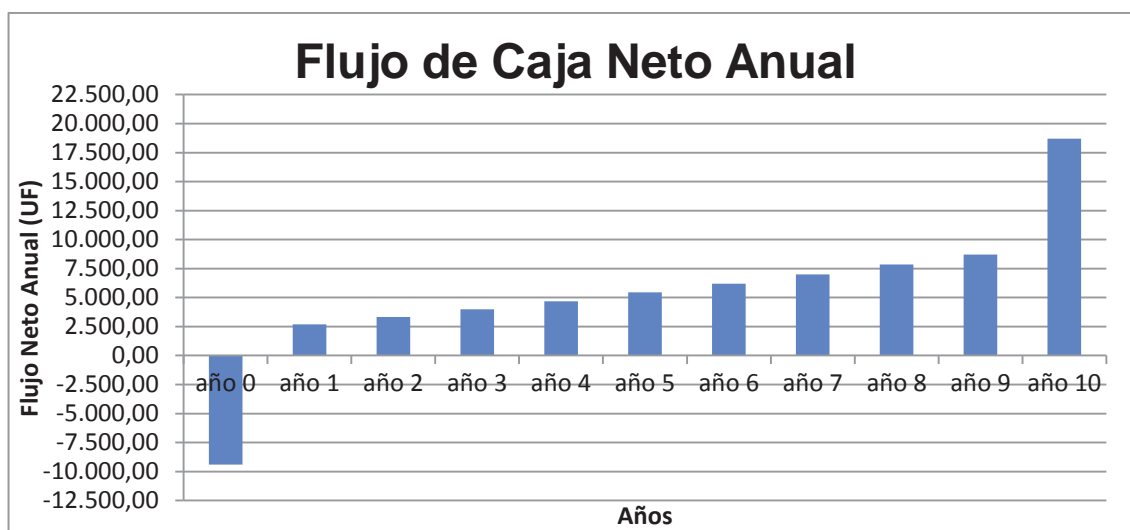


Grafico 17: Flujo de caja neto anual estimado con la tasa interna de retorno mínima. Fuente: Elaboración Propia.

17.1 Evaluación de indicadores de Rentabilidad

Los indicadores económicos fueron obtenidos para una TMAR de 20% y con las tarifas mínimas permitidas para los servicios que se muestran en la Tabla 52.

Tarifas Mínimas		
Servicio	Tarifa UF	Tarifa US\$
Almacenaje bodega	0,0606 UF/Ton/Día	2,7 US\$/Ton/Día
Consolidación de Carga Bodega	0,0337 UF/Ton	1,5 US\$/ Ton
Des consolidación de Carga Bodega	0,0337 UF/Ton	1,5 US\$/M ³
Almacenaje Estanques	0,0112 UF/M ³ /Día	0,5 US\$/M ³ /Día
Transferencia Líquidos a Granel	0,0337 UF/M ³	1,5 US\$/M ³

Tabla 52: Tarifas mínimas utilizadas para análisis de indicadores de rentabilidad. Fuente: Elaboración Propia.

17.1.1 Indicadores Económicos

Valor Actual Neto (VAN): 717,86 UF

Tasa Interna de Retorno (TIR): 21,3%

Tasa Mínima Anual de Retorno (TMAR): 20%

Los valores entregados por los indicadores muestran la rentabilidad mínima que se obtiene al aplicar las tarifas mostradas en la Tabla 52.

En consecuencia al obtener un valor positivo de Valor Actual Neto (VAN) indica que el proyecto es rentable. Finalmente la Tasa Interna de Retorno (TIR) indica la rentabilidad que proporciona el proyecto, el cual para una tarifa mínima corresponde a un 21,3%, por lo tanto al ser la Tasa Interna de Retorno mayor a la Tasa de Descuento (TMAR), indica que la Tesis referente a un posible proyecto renta más de lo que exige el inversionista, lo que produce un atractivo a la hora de invertir.

17.1.2 Análisis de resultados

Una vez realizado el flujo de caja y obtenidos los indicadores económicos para la tesis, es posible verificar que los criterios tomados fueron correctos, representando valores aproximados a las realidad.

La selección de la tasa de descuento de 20% es acertada, ya que los indicadores económicos representan la rentabilidad del proyecto para esta tasa elevada, por lo que al determinar las tarifas mínimas para los servicios nos entrega el piso para una posible negociación en el amplio margen tarifario que existe en cuanto a las empresas de la competencia.

Analizados los indicadores económicos se concluye que el proyecto es rentable ya que las tarifas mínimas establecidas obtenidas proporcionan un margen bastante amplio a la hora de negociar los servicios con los posibles clientes, se obtuvo un Valor Actual neto positivo de 717,86 UF, y una Tasa Interna de Retorno mínima de 21,3%.

17.1.3 Análisis de sensibilidad

Se desarrolló el análisis de sensibilidad variando la tarifa a cobrar versus Tasa Interna de Retorno (Grafico 18), y además se realizó el análisis de sensibilidad de la Tarifa de Almacenaje en bodega versus Valor Actual Neto (VAN) (Grafico 19).

Cabe mencionar que para el análisis de sensibilidad se procedió a variar el costo de almacenaje de bodegas, ya que es aquí en donde se evidenció un margen importante para negociar.

Se observa que existe una relación directa y lineal entre la tarifa a cobrar y la Tasa Interna de Retorno (TIR) en el cual aumentan de forma proporcional, iniciando en 2,7 US\$/Ton/Día manteniendo fijas las tarifas del resto de servicios.

En consecuencia para la tarifa mínima escogida de 2,7 US\$/Ton/Día de sustancias peligrosas a almacenar existe un margen de seguridad bastante amplio asociado al proyecto, lo cual disminuye los riesgos para realizar una inversión.

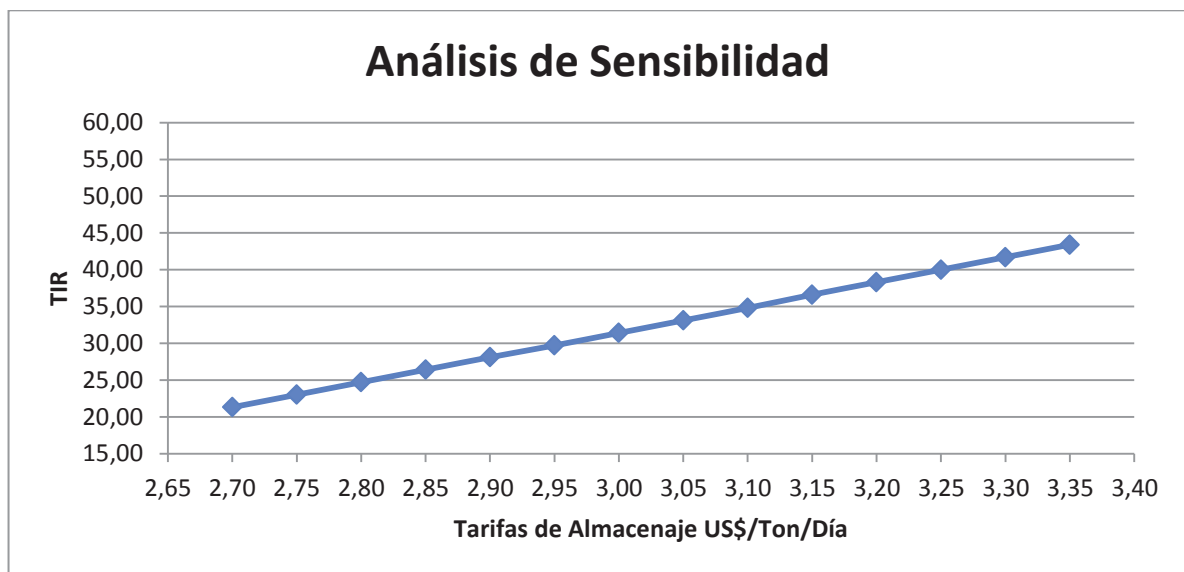


Grafico 18: Análisis de Sensibilidad de tarifas de almacenaje de Bodega versus TIR. Fuente: Elaboración Propia.

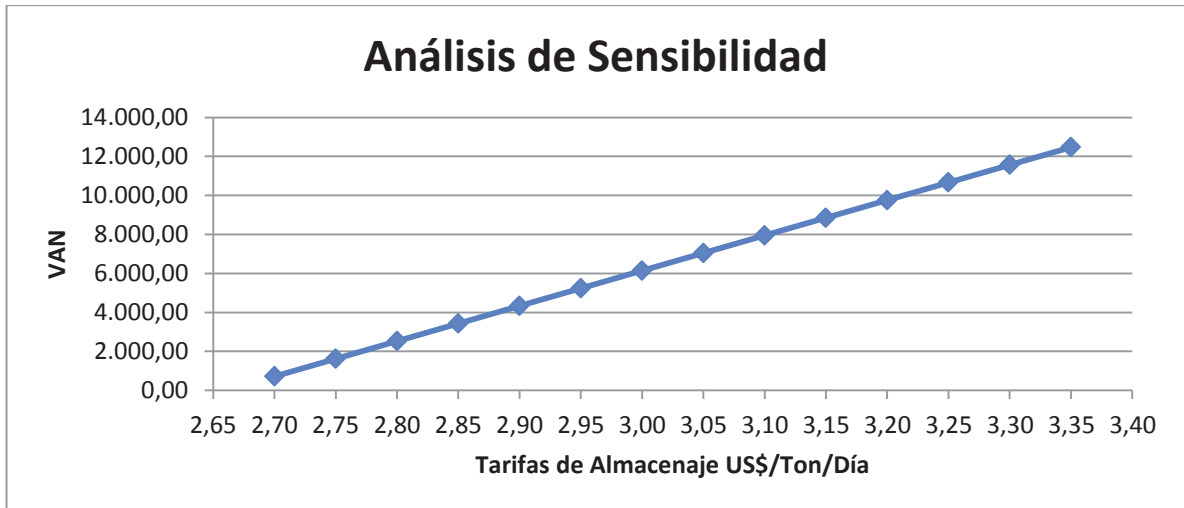


Grafico 19: Análisis de Sensibilidad de tarifas de almacenaje de Bodega versus VAN. Fuente: Elaboración Propia.

El Grafico 20 muestra el análisis de sensibilidad respecto a la variación en el porcentaje de almacenamiento versus el TIR a una tarifa fija correspondiente a 3,35 US\$/Ton/Día de sustancias peligrosas.

Por lo tanto para mantener una Tasa Interna de Retorno mínima correspondiente a 21,3%, las disminuciones estimadas en el porcentaje de almacenaje total de sustancias peligrosas líquidas y sólidas, no deben ser menores a un 83%.

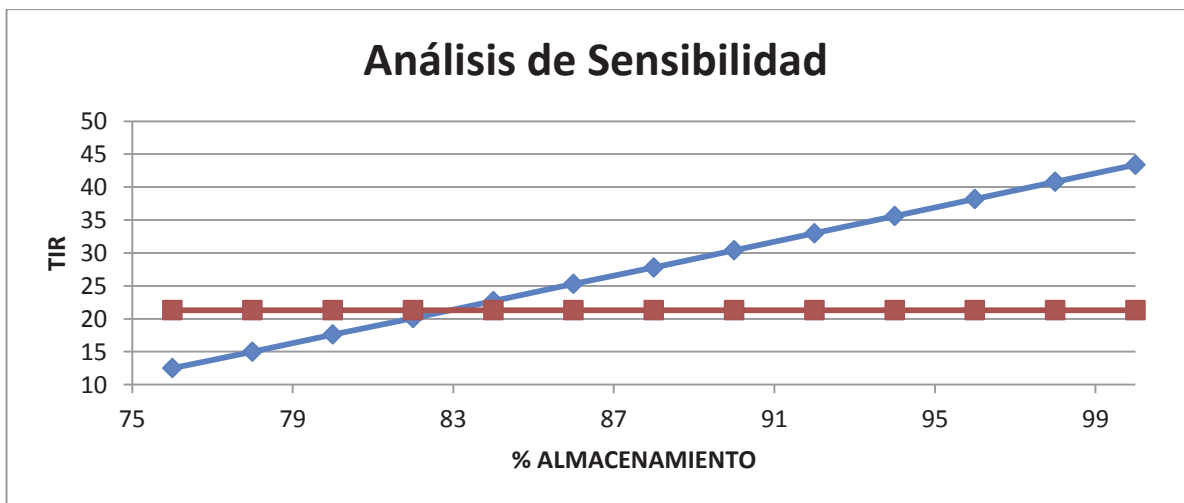


Grafico 20: Análisis de sensibilidad para variaciones de porcentaje de almacenaje versus TIR. Fuente: Elaboración Propia.

18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizados los estudios de mercado, técnico y económico para el sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas, se concluye que la propuesta para este trabajo de tesis es factible y recomendable a la hora de invertir.

De acuerdo a los indicadores económicos TIR (21,3 %) y VAN (717,86 UF), con un sistema tarifario mínimo y muy por debajo de las tarifas de la competencia para los servicios que se pretende prestar, nos entrega un rango bastante amplio a la hora de definir y negociar las tarifas finales para los clientes, esto se ve reflejado en los análisis de sensibilidad realizados para este trabajo de tesis.

Es de suma importancia poner atención a la variación que puede experimentar el mercado de las importaciones, ya que una variación negativa a lo largo del tiempo podría producir un cambio sustancial en el escenario que pretende establecer Celta-GDS para su sitio de almacenaje de sustancias peligrosas.

Sin embargo se recomienda pasar a la siguiente etapa correspondiente a un estudio de factibilidad económica más detallada, y así estimar de forma más precisa los montos involucrados para una inversión concreta y de esta forma dar confianza a los clientes que han mostrado un real interés por el servicio de almacenaje y manipulación de sustancias peligrosas dentro de las instalaciones de Celta-GDS.

19. REFERENCIAS

- (1) Silva Vásquez, D. (s.f) Manual “*Manual de sustancias peligrosas-Clasificación e información de Riesgos*”. Asociación chilena de seguridad .Consultado Marzo 15, 2013, en http://www.asimet.cl/pdf/msp_ACHS.pdf
- (2) Norma chilena oficial, NCh 382.Of2004. Instituto nacional de normalización. INN-CHILE. “*Sustancias Peligrosas-Clasificación General*”. Primera edición 2004 Consultado Marzo, 15, 2013. En <http://www.warehousing.cl/descargas/NCh382-2004.pdf>
- (3) Ministerio de Salud, “*Aprueba Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas D.S 78*”, consultado Junio 08, 2013. En <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1016975>
- (4) Organización mundial del comercio. Estadísticas de Comercio Internacional (2003-2012). Capitulo: IV Comercio por Sectores. Exportaciones mundiales de mercancías por productos. Consultado Abril 22, 2013. En http://www.wto.org/spanish/res_s/statistics/its2003_s/its03_toc_s.htm
- (5) Servicio Nacional de aduanas. “*Base de Datos ESTACOMEX. Exportaciones e Importaciones Productos Químicos*”. Desde: 2001, Hasta: 2011. Consultado Abril, 25, 2013. En <http://estacomex.aduana.cl/estacomex/asp/index.asp>
- (6) Servicio Nacional de aduanas. “*Base de Datos ESTACOMEX. Importaciones Nacionales de Productos Químicos, (Ferrosilicio, Sulfuro de Sodio, Hidrosulfuro de Sodio)*”. Desde: 2001, Hasta: 2011. Consultado Abril, 25, 2013. En <http://estacomex.aduana.cl/estacomex/asp/index.asp>
- (7) Servicio Nacional de Aduanas. Información entregada por aduanas de Chile. Ley de transparencia. “*Estadísticas Importaciones Sustancias Químicas, Puerto de San Antonio 2003-2012, (Ferrosilicio, Sulfuro de Sodio, Hidrosulfuro de Sodio)*”, Documento Excel

- (8) Banco Central de Chile, Base de Datos Estadísticos, “Producto interno bruto por clase de actividad económica, a precios corrientes, referencia 2008 (millones de pesos)”. Consultado, Abril 10, 2013. En <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>
- (9) CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.” Producto Interno Bruto Per Cápita Total Anual a Precios Corrientes”. CEPALSTAT: Base de datos. Consultado Mayo 3, 2013. En <http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegradaFlashProc.asp#>
- (10) Proyecciones Estadísticas de Servicio de Muellaje, Celta-GDS: Fuente: Datos Estadísticos entregados por Celta-GDS. Enero 2013.
- (11) American Petroleum Institute, “*API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage*”. Literal 5.6.1.1 (Pág. 55). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (12) American Petroleum Institute, “*API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage*”. Literal 5.6.3.2 (Pág. 58). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (13) American Petroleum Institute, “*API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage*”. Tabla 5-1.b (Pág. 54). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (14) American Petroleum Institute, “*API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage*”. Literal 5.10.5.1 (Pág. 117). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (15) American Petroleum Institute, “*API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage*”. Literal 5.2.1 .f (Pág. 49). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>

- (16) American Petroleum Institute, *“API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage”*. Literal EC.6.1.1 (Pág. 259). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (17) American Petroleum Institute, *“API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage”*. Literal EC.6.1.2 (Pág. 259). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (18) CABEZAS F, NÚÑEZ P, Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero Mecánico, *“Diseño y simulación de un tanque de techo fijo para almacenar petróleo de 3.000 BLS de capacidad en la plataforma del pozo Sacha 192, ubicada en la provincia de Orellana”*, Tabla 3.10 Factor de Amplificación (S). (Pág. 86). Consultado Diciembre 24, 2013. En <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1251/1/TESIS%20DE%20INGENIERIA.pdf>
- (19) Diseño y cálculo de Tanques de Almacenamiento. Figura 3.4 Valor del factor K (Pág. 100). Consultado Diciembre 24, 2013. En <http://es.scribd.com/doc/11300037/Diseno-y-calculo-de-Tanques-de-Almacenamiento>
- (20) American Petroleum Institute, *“API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage”*. Literal 5.2.1.k (Pág. 49). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (21) Dirección Meteorológica de Chile. “Anuario Climatológico 2010”, Estación Santo Domingo-Velocidad media del viento, (Pág 31). Consultado Enero 2, 2014. En <http://164.77.222.61/climatologia/>
- (22) Dirección Meteorológica de Chile. “Anuario Climatológico 2011”, Estación Santo Domingo-Velocidad media del viento, (Pág 34). Consultado Enero 2, 2014. En <http://164.77.222.61/climatologia/>

- (23)_Dirección Meteorológica de Chile. “Anuario Climatológico 2012”, Estación Santo Domingo-Velocidad media del viento, (Pag 31). Consultado Enero 2, 2014. En <http://164.77.222.61/climatologia/>
- (24)_Franko, “Valvulas tank blanketing serie 1080”. Consultado Enero 3, 2014. En <http://www.valvulas-tank-blanketing.com/Pdfs/Tank-blanketing.pdf>
- (25) Ministerio de Salud, “*Aprueba Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas D.S 78*”, artículo N°29, consultado Junio 08, 2013. En <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1016975>
- (26)_Ministerio de Salud, “*Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, D.S 594/1999*”, Párrafo III, De la Prevención y Protección contra Incendios. Consultado Junio 08, 2013. En <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>
- (27)_Ministerio de Salud, “*Aprueba Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos D.S N° 148/2004*”. Consultado Junio 08, 2013. En <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226458>
- (28)_Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. (D.O. 7.12.2002). “*Reglamento Del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental D.S. No. 95 de 2001*”, Consultado Julio 18, 2013. En http://www.sinia.cl/1292/articles-37936_pdf_reglamento_seia.pdf
- (29)_Banco Central de Chile, “*Indicadores Económicos*”. Base de Datos. Consultado Agosto, 01, 2013. En <http://si3.bcentral.cl/Indicadoresiete/secure/Indicadoresdiarios.aspx>
- (30)_Puerto Colombo, “*Tarifas públicas de Almacenaje 2012*”. Consultado Agosto 25, 2013. En <http://www.columbo.cl/spanish/html/tarifas.php>
- (31)_Terquim S.A, “*Tarifas netas máximas*”, Consultado Agosto 25, 2013. En <http://www.odfjellterminals.cl/>

- (32)_Chilquinta S.A, “*Tarifas por servicio*”. Consultado Septiembre 02, 2013. En http://www.chilquinta.cl/residenciales/files/2009/11/SuministroD4T_20130801.pdf
- (33)_Delius, “Costo Agua Purificada bidones”, Consultado Septiembre 05, 2013. En <http://www.delius.cl/comprar-agua-purificada/vmchk.html>
- (34)_Gasco. Costo Gas para Grúa Horquilla. Consultado Septiembre 05, 2013. En <http://www.gasco.cl/Cilindros.aspx>
- (35)_Ministerio de Salud, “*Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo D.S 594/1999*”, Artículo N° 15.Consultado Septiembre 10, 2013. En <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>
- (36)_Sodimac, “*Equipamiento de seguridad industrial, Catalogo Online*”. Consultado Septiembre 12, 2013. En <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/category/scat913754/Seguridad-Industrial>
- (37) LINDE HIGH LIFT CHILE S.A. Cotización de Grúa Horquilla para Celta-GDS. Enero 2013.
- (38) Cotizaciones Estanques de Almacenamiento Sustancias Peligrosas. Base de Datos Celta-GDS. Enero 2013.
- (39) Ebara España Bombas S.A. “*Tarifas-Catalogo 2013*”. Pág. 34. Consultado Septiembre 13, 2013. En http://www.ebara.es/descarga/tarifa_catalogo.pdf
- (40)_Construcciones Metálicas Ltda. Consulta Costo de Obras civiles. Consultado Agosto 2013.
- (41) Servicio de Impuestos Internos.” *Estimación vida útil de Equipos*”. Consultado Septiembre 15, 2013. En http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm

- (42) Naciones Unidas, “*Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas.*” Reglamentación Modelo Volumen I y II, Decimoséptima Edición (2011). Consultado Abril, 07, 2013. En http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev17/Spanish/Rev17_Volume1.pdf
- (43) Márquez R. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción (s.f). “*Manejo Seguro de Sustancias Peligrosas*”. Consultado Abril, 10, 2013. En http://www2.udec.cl/matpel/cursos/sustancias_peligrosas.pdf
- (44) Silva Vásquez, D. Asociación Chile de Seguridad, “*Manual de Sustancias Peligrosas- Clasificación e información de Riesgos*”, Registro de Propiedad Intelectual N° 202.490, Registro interno: HT N° 1461 (Pag.5). Consultado Abril, 15, 2013. En http://www.asimet.cl/pdf/msp_ACHS.pdf
- (45) Tamaños de estanques atmosféricos especificados de acuerdo a las normas y/o códigos establecidos por la API (American Institute of Petroleum). Consultado Septiembre 10, 2013. En http://es.wikipedia.org/wiki/Tanque_de_almacenamiento
- (46) Diseño y cálculo de Tanques de Almacenamiento. Figura 3.4 Valor del factor K (Pág. 100). Consultado Diciembre 24, 2013. En <http://es.scribd.com/doc/11300037/Diseno-y-calculo-de-Tanques-de-Almacenamiento>
- (47) American Petroleum Institute, “*API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage*”. Literal 5.2.1 .C (Pág. 49). ELEVENTH EDITION, JUNE 2007. Consultado Diciembre 24, 2013. En <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- (48) Tamaños de estanques atmosféricos especificados de acuerdo a las normas y/o códigos establecidos por la API (American Institute of Petroleum). Consultado Septiembre 10, 2013. En http://es.wikipedia.org/wiki/Tanque_de_almacenamiento
- (49) Diagrama de Moody. Consultado Septiembre 10, 2013. En <http://metodosnumericosunalmzl.wikispaces.com/tareas>

- (50) Diagrama de Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total. Consultado Septiembre 10, 2013. En <http://www.wiziq.com/tutorial/76417-DIAGRAMA-DE-RUGOSIDAD-RELATIVA>
- (51)Ebara España Bombas S.A. “*Tarifas-Catalogo 2013*”. Pág. 33. Consultado Septiembre 13, 2013. En http://www.ebara.es/descarga/tarifa_catalogo.pdf
- (52)Ebara España Bombas S.A. “*Tarifas-Catalogo 2013*”. Pág. 34. Consultado Septiembre 13, 2013. En http://www.ebara.es/descarga/tarifa_catalogo.pdf
- (53)Ebara España Bombas S.A. “*Tarifas-Catalogo 2013*”. Pág. 30. Consultado Septiembre 13, 2013. En http://www.ebara.es/descarga/tarifa_catalogo.pdf
- (54) Índice de costos para plantas químicas “Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI). Consultado Septiembre 09, 2013. En <http://es.scribd.com/doc/128265021/CPI-jan-2013>

20. ANEXOS

Anexo A: Glosario

Almacenamiento: Acopio transitorio de residuos en un sitio determinado.

Carga Líquida a Granel: Líquidos embarcados o desembarcados a través de tuberías y/o mangas.

Carga Sólida a Granel: Producto sólido movilizado en envases de gran capacidad.

Conexión a tierra: Conexión entre Camión Cisterna y pozo a tierra con el fin de evitar electricidad estática.

Consolidación de Carga: Llenado de un contenedor o un camión con mercancía proveniente de uno o más clientes.

Contenedor: procede del inglés (Container), es un recipiente que se utiliza para depositar residuos o un embalaje grade, de dimensiones y tipos normalizados internacionalmente y que se utiliza para el traslado de mercancías.

Contingencia: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que pueden ocurrir y poner en peligro la integridad de las personas, del recinto portuario y de uno o varios ecosistemas.

Des consolidación de Carga: Vaciado de un contenedor o un camión con mercancía destinada para su almacenamiento.

Electricidad Estática: Es la fricción entre dos materiales, los cuales acumulan carga eléctrica entre sus superficies, produciendo un arco eléctrico de muy corta duración, pero capaz de producir la ignición de una mezcla de gases.

Equipos de protección personal: Todo equipo que cumpla como función proteger el cuerpo o partes de algún agente peligroso

Hoja de Seguridad: También conocida por las siglas en ingles *Material safety data sheet* (MSDS), es un documento que indica las particularidades y propiedades de una determinada sustancia para su adecuado uso.

Esta hoja o ficha contiene las instrucciones detalladas para su manejo y persigue reducir los riesgos laborales y medioambientales.

Nave: Toda construcción naval destinada a navegar, cualquiera que sea su clase. (Transporte de solidos o Líquidos).

Retiro de Slop: Servicio complementario que consiste en el retiro y posterior entrega a clientes de remanentes de sustancias peligrosas.

Servicio de Transferencia: Traslado de la carga de nave o lugares de tránsito a las áreas de almacenamiento del Terminal, o viceversa en el embarque.

Anexo B: Clasificación de sustancias peligrosas.

Clase 1: Explosivos

Un explosivo es cualquier dispositivo, mezcla o compuesto químico cuyo propósito es funcionar mediante explosión, es decir con liberación instantánea de gas y calor.

Los rótulos o placas se muestran en la Figura 19 junto con la indicación de la guía a la cual se debe recurrir en caso de accidentes. Esta guía se encuentra en el **Manual de respuestas de emergencias o “libro Naranja”** ⁽⁴²⁾ junto con el listado de sustancias peligrosas por orden alfabético o por Numero de las Naciones Unidas. La norma NCh.2120/1.Of89 define las sustancias y objetos explosivos. ⁽⁴³⁾



Figura 17: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

- División 1.1 Los Explosivos con un peligro de explosión masiva.
- División 1.2 Los Explosivos con un peligro de proyección.
- División 1.3 Los explosivos con un peligro predominante de incendio.
- División 1.4 Los explosivos sin ningún peligro significativo de estallido.
- División 1.5 Los explosivos muy insensibles; los agentes explosivos.
- División 1.6 Las sustancias de detonación extremadamente insensibles.

Clase 2: Gases

Esta clase comprende gases inflamables, no inflamables, gas comprimido, gas licuado, gas criogénico, gas toxico, etc. Un Gas Comprimido es cualquier material o mezcla dentro de un contenedor o cilindro con una presión absoluta mayor a 3 bares a 21 °C (Ej.: Hidrogeno, Metano, etc). Un Gas Licuado es un gas en equilibrio con su líquido a una temperatura de 21 °C (Gas Propano, Amoniaco, Cloro etc). La norma NCh.2120/2.Of89 define los gases Comprimidos, Licuados, Disueltos a Presión o Criogénicos. La Figura 20 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾



Figura 18: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

- División 2.1 El gas inflamable.
- División 2.2 El gas comprimido no inflamable, no venenoso.
- División 2.3 El gas venenoso por la inhalación.
- División 2.4 El gas corrosivo.

Clase 3: Líquido Inflamable y Líquido Combustible

Un líquido inflamable es cualquier líquido que tienen un punto de inflamación bajo los 37 °C: (Ej.: Gasolina, Alcohol Etílico, Tolueno, etc.).

Un líquido combustible es cualquier líquido que tiene un punto de inflamación sobre los 37 °C y bajo los 93 °C (Aceites Combustibles, Petróleo Diesel, Kerosene, etc.).

Punto de inflamación es la menor temperatura a la cual los vapores del compuesto forman una mezcla inflamable con el aire u oxígeno.

La Figura 21 muestra la Señalética usada para esta clase. La norma NCh.2120/3.Of89 define los líquidos inflamables y combustibles. ⁽⁴³⁾

Clase 3:
Líquidos
Inflamables



Figura 19: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

Clase 4: Sólido Inflamable; Material Espontáneamente Combustible; y Material Peligroso cuando está mojado.

Un sólido inflamable es cualquier material sólido que no sea un explosivo, susceptible de causar fuego mediante fricción o por medio del calor retenido es un proceso de fabricación, o que puede inflamarse por contacto con agua o líquidos. (Ej. Fosforo blanco, Sodio metálico, Carburo de calcio, etc.) Sólidos de combustión espontánea son los que se pueden descomponer en presencia o ausencia de aire. (Residuos de algodón aceitoso, fibras inflamables, etc.). La norma NCh.2120/4.Of89 define los Sólidos Inflamables, de Combustión espontánea y que se desprenden gases en contacto con agua. La Figura 22 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾



Figura 20: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

División 4.1 Sólido inflamable

División 4.2 Material espontáneamente combustible.

División 4.3 Material peligroso cuando esta mojado.

Clase 5: Oxidantes y Peróxidos Orgánicos.

Una sustancia oxidante es un compuesto que produce oxígeno rápidamente para estimular la combustión de materias orgánicas e inorgánicas (Ácido Nítrico, Nitrato de Sodio, Hipoclorito de Calcio, Permanganato de Potasio, etc.).

Un Peróxido Orgánico es un derivado orgánico del peróxido de hidrógeno (Agua oxigenada). La norma NCh.2110/5.Of89 define las Sustancias Oxidantes y peróxidos orgánicos. La Figura 23 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾

Clase 5:
Sustancias
Comburentes
y Peróxidos
Orgánicos



Figura 21: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

División 5.1 Oxidante.

División 5.2 Peróxido Orgánico.

Clase 6: Material Venenoso y sustancia infecciosa

Una sustancia toxica o “Venenosa” es cualquiera sustancia capaz de causar daño a organismos vivientes como resultado de interacciones químicas (Ej.: Cianuro de Hidrogeno, Fosgeno, Anilina, Paratión, etc.).

Un agente etiológico o sustancia infecciosa es un microorganismo viviente que puede causar enfermedades a los seres vivientes. (Ej.: Virus Sida, Bacterias, etc.).

La norma NCh.2120/6.Of89 define las sustancias Toxicas o Infecciosas. La Figura 24 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾

Clase 6:
Sustancias
Tóxicas e
Infecciosas



Figura 22: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

División 6.1 Materiales venenosos.

División 6.2 Sustancia infecciosa.

Clase 7: Material Radiactivo

Una sustancia radioactiva es cualquier material que emite radiaciones en forma espontánea. (Ej.: Yodo radioactivo, cobalto, uranio, plutonio, etc.).

La norma NCh.2120/7.Of89 define las Sustancias Radioactivas. La Figura 25 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾



Figura 23: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

Clase 8: Material Corrosivo

Una sustancia corrosiva es cualquier liquido o solido que puede destruir el tejido humano o animal (Ej.: Ácido nítrico, Sulfúrico, Clorhídrico, Bases, Soda caustica, hidróxido de potasio, etc.)

La norma NCh.2120/8Of89 define las Sustancias Corrosivas. La Figura 26 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾

Clase 8:
Sustancias
Corrosivas



Figura 24: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

Clase 9: Material Peligroso Misceláneo

Sustancias Peligrosas varias o misceláneas corresponden a cualquier sustancia que cumpla con las características de peligrosa: Inflamable, Tóxica, Reactiva, Corrosiva, etc., y que no esté clasificada dentro de las primeras ocho clases (Ej.: Cloroformo, Naftaleno, Cal viva, Aserrín, Harina de Pescado, Residuos Peligrosos, etc).

La norma NCh.2120/4.Of89 define las Sustancias Varias o Misceláneas. La Figura 27 muestra la señalética usada para esta clase. ⁽⁴³⁾

Clase 9:
Sustancias
y Objetos
Peligrosos
Varios



Figura 25: Señalética de sustancias Explosivas de acuerdo a NCh.2190. ⁽⁴⁴⁾

División 9.1 Sustancias Misceláneas.

División 9.2 Sustancias Ambientalmente Peligrosas.

División 9.3 Residuos Peligrosos.

Anexo C: Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

Análisis de los artículos 5 al 11 del D.S N°95/2001 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Artículo 5°	RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACION, DEBIDO A LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS EFLUENTES, EMISIONES O RESIDUOS QUE GENERA O PRODUCE	
	Norma	Análisis
	a) Lo establecido en las normas primarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los estados que se señalan en el artículo 7 del presente Reglamento;	Como se señaló en el punto 12, no existirán emisiones atmosféricas ni residuos líquidos industriales que pudieran afectar el cumplimiento de normas primarias de calidad ambiental ni sobrepasar normas de emisión. Las emisiones de ruido cumplen los límites permitidos por la normativa vigente, mientras que los residuos serán de baja cantidad de acuerdo a lo expuesto en el punto 12 y serán manejados de tal forma que no generen riesgos para la salud de la población.
	b) La composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera;	El proyecto no generará emisiones atmosféricas ni RILES. Las aguas servidas generadas por el personal serán evacuadas a la red de alcantarillado existente
	c) La frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera;	El proyecto no generará descargas de RILES ni emisiones a la atmósfera. Las aguas servidas generadas por el personal del proyecto serán evacuadas a la red de alcantarillado existente.
	d) La composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos;	De acuerdo a lo expuesto en el punto 12, la generación de residuos sólidos será en baja cantidad, consistiendo normalmente en residuos de tipo no peligroso. En casos eventuales (derrames) se generarán residuos peligrosos que serán manejados de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 148, de tal forma que no generarán riesgos para la salud de la población.
	e) la frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos;	No se contemplan riesgos por este concepto. Los residuos serán manejados como se señala en el punto 12.
	f) la diferencia entre los niveles estimados de inmisión de ruido con proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde exista población humana permanente;	El proyecto se emplaza en un sector de tipo Industrial Exclusivo, colinda con propiedades industriales y no tiene poblados cercanos. Las actividades de almacenamiento y despacho de productos contemplan la operación de equipos que no generarán niveles de presión sonora por sobre los 70 dB(A). Los vehículos utilizados para el transporte las sustancias químicas hasta el sitio industrial de Celta-GDS no constituirán una fuente de emisión de ruido significativa.

	g) las formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el proyecto o actividad;	El proyecto no considera emisiones de energía, radiación o generación de vibraciones.
	h) los efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos o generados por el proyecto o actividad.	Como se señala en el punto 12, la tesis no contempla la emisión de contaminantes.
Conclusión	No se generarán riesgos a la población por concepto de cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.	

Artículo 6	EFECTOS ADVERSOS SIGNIFICATIVOS SOBRE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES, INCLUIDOS EL SUELO, AGUA Y AIRE	
	Norma	Análisis
	a) lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que se señalan en el artículo 7 del presente Reglamento;	La materialización del proyecto no generará efectos adversos sobre recursos naturales renovables y, por tanto, no generará afecciones a la calidad ambiental.
	b) la composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera;	El proyecto no generará emisiones atmosféricas ni RILES. Las aguas servidas generadas por el personal del proyecto serán evacuadas a la red de alcantarillado existente.
	c) la frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera;	El proyecto no generará descargas de RILES ni emisiones a la atmósfera. Las aguas servidas generadas por el personal del proyecto serán evacuadas a la red de alcantarillado existente.
	d) la composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos;	De acuerdo a lo expuesto en el punto 12, la generación de residuos sólidos será en baja cantidad, consistiendo normalmente en residuos de tipo no peligroso. en casos eventuales (derrames) se generarán residuos peligrosos que serán manejados de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 148, de tal forma que no generarán efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables.
	e) la frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos;	No se contemplan riesgos por este concepto sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables. Los residuos serán manejados como se señala en el punto 12.

	<p>f) la diferencia entre los niveles estimados de inmisión de ruido con proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación;</p>	<p>El proyecto se emplaza en un sector de tipo Industrial Exclusivo, colinda con propiedades industriales y no tiene poblados cercanos, sin identificarse fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación.</p>
	<p>g) las formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el proyecto o actividad;</p>	<p>La tesis no considera emisiones de energía, radiación o generación de vibraciones.</p>
	<p>h) los efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos y/o generados por el proyecto o actividad;</p>	<p>Como se señala en el punto 12, la tesis no contempla la emisión de contaminantes.</p>
	<p>i) la relación entre las emisiones de los contaminantes generados por el proyecto o actividad y la calidad ambiental de los recursos naturales renovables;</p>	<p>El proyecto no generará descargas de RILES ni emisiones a la atmósfera. Las aguas servidas generadas por el personal del proyecto serán evacuadas a la red de alcantarillado particular existente. De esta forma, no existe riesgo para la calidad ambiental de los recursos naturales renovables por este concepto.</p>
	<p>j) la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad;</p>	<p>La tesis no afectará la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad.</p>
	<p>k) la cantidad y superficie de vegetación nativa intervenida y/o explotada, así como su forma de intervención y/o explotación;</p>	<p>La tesis no contempla intervención ni explotación de vegetación nativa.</p>
	<p>l) la cantidad de fauna silvestre intervenida y/o explotada, así como su forma de intervención y/o explotación;</p>	<p>La tesis no contempla intervención ni explotación de fauna silvestre.</p>
	<p>m) el estado de conservación en que se encuentren especies de flora o de fauna a extraer, explotar, alterar o manejar, de acuerdo a lo indicado en los listados nacionales de especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas;</p>	<p>La tesis no contempla extracción, explotación, alteración ni manejo de especies de flora o fauna.</p>
	<p>n) el volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en: n.1. vegas y/o bofedales ubicados en las Regiones I y II, que pudieren ser afectadas por el ascenso o</p>	<p>La tesis contempla intervención y explotación de recursos hídricos de napas subterráneas existentes en el lugar, sin embargo cabe mencionar que la planta de almacenamiento requiere cantidades mínimas de agua, lo cual no produce un impacto significativo en los niveles naturales de agua que poseen las</p>

	<p>descenso de los niveles de aguas subterráneas;</p> <p>n.2. áreas o zonas de humedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales;</p> <p>n.3. cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas milenarias y/o fósiles;</p> <p>n.4. una cuenca o subcuenca hidrográfica transvasada a otra;</p> <p>n.5. lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles;</p>	<p>napas subterráneas.</p>
	<p>ñ) las alteraciones que pueda generar sobre otros elementos naturales y/o artificiales del medio ambiente la introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna; así como la introducción al territorio nacional, o uso, de organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares;</p>	<p>La tesis no contempla la introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna ni introducción o uso de organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares.</p>
	<p>o) la superficie de suelo susceptible de perderse o degradarse por erosión, compactación o contaminación;</p>	<p>La tesis no generará afectaciones al suelo.</p>
	<p>p) la diversidad biológica presente en el área de influencia del proyecto o actividad, y su capacidad de regeneración.</p>	<p>La tesis se desarrollará al interior de una instalación industrial ubicada en una Zona Industrial Exclusiva, no afectando la diversidad biológica presente en el área ni su capacidad de regeneración.</p>
Conclusión	<p>El Proyecto no generará efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.</p>	

Artículo 8	<p>GENERA REASENTAMIENTO DE COMUNIDADES HUMANAS O ALTERACIÓN SIGNIFICATIVA DE LOS SISTEMAS DE VIDA Y COSTUMBRES DE GRUPOS HUMANOS</p>	
	<p>Norma</p>	<p>Análisis</p>
	<p>Se considerará el desplazamiento y reubicación de grupos humanos que habitan en el área de influencia del proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones asociadas.</p>	<p>La tesis no contempla desplazamiento ni reubicación de grupos humanos.</p>
	<p>Asimismo, a objeto de evaluar si el proyecto o actividad genera alteración significativa de los sistemas de</p>	<p>La tesis no generará efectos adversos por este concepto.</p>

	<p>vida y costumbres de grupos humanos, se considerará el cambio producido en las siguientes dimensiones que caracterizan dicho sistema de vida:</p>	
	<p>a) dimensión geográfica, consistente en la distribución de los grupos humanos en el territorio y la estructura espacial de sus relaciones, considerando la densidad y distribución espacial de la población; el tamaño de los predios y tenencia de la tierra; y los flujos de comunicación y transporte;</p>	<p>La tesis no generará efectos adversos por este concepto.</p>
	<p>b) dimensión demográfica, consistente en la estructura de la población local por edades, sexo, rama de actividad, categoría ocupacional y status Migratorio, considerando la estructura urbano rural; la estructura según rama de actividad económica y categoría ocupacional; la población económicamente activa; la estructura de edad y sexo; la escolaridad y nivel de instrucción; y las Migraciones;</p>	<p>La tesis no generará efectos adversos por este concepto.</p>
	<p>c) dimensión antropológica, considerando las características étnicas; y las manifestaciones de la cultura, tales como ceremonias religiosas, peregrinaciones, procesiones, celebraciones, festivales, torneos, ferias y mercados;</p>	<p>La tesis no generará efectos adversos por este concepto</p>
	<p>d) dimensión socio económica, considerando el empleo y desempleo; y la presencia de actividades productivas dependientes de la extracción de recursos naturales por parte del grupo humano, en forma individual o asociativa;</p>	<p>La tesis no generará efectos adversos por este concepto</p>
	<p>e) dimensión de bienestar social básico, relativo al acceso del grupo humano a bienes, equipamiento y servicios, tales como vivienda, transporte, energía, salud, educación y sanitarios.</p>	<p>La tesis no generará efectos adversos por este concepto</p>
Conclusión	<p>El proyecto no contempla el reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.</p>	

Artículo 9	PROYECTO O ACTIVIDAD SE LOCALIZA PRÓXIMO A POBLACIÓN, RECURSOS Y ÁREAS PROTEGIDAS SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS, ASÍ COMO EL VALOR AMBIENTAL DEL TERRITORIO EN QUE SE PRETENDE EMPLAZAR	
	Norma	Análisis
	a) la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas donde habite población protegida por leyes especiales;	La tesis no se ubica en o alrededor de áreas donde habite población protegida por leyes especiales, por lo que no generará efectos adversos por este concepto.
	b) la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas donde existen recursos protegidos en forma oficial;	La tesis no se ubica en o alrededor de áreas donde habite población protegida por leyes especiales, por lo que no generará efectos adversos por este concepto.
	c) la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas protegidas o colocadas bajo protección oficial.	La tesis no se ubica en o alrededor de áreas donde habite población protegida por leyes especiales, por lo que no generará efectos adversos por este concepto.
Conclusión	El proyecto o actividad no se localiza próximo a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como tampoco altera el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.	

Artículo 10	ALTERACIÓN SIGNIFICATIVA, EN TÉRMINOS DE MAGNITUD O DURACIÓN, DEL VALOR PAISAJÍSTICO O TURÍSTICO DE UNA ZONA	
	Norma	Análisis
	a) la duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a zonas con valor paisajístico;	La tesis no generará efectos adversos por este concepto.
	b) la duración o la magnitud en que se alteren recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico;	La tesis no generará efectos adversos por este concepto.
	c) la duración o la magnitud en que se obstruye el acceso a los recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico;	La tesis no generará efectos adversos por este concepto.
	d) la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en un área declarada zona o centro de interés turístico nacional, según lo dispuesto en el Decreto Ley N° 1.224 de 1975.	La tesis no contempla intervención o emplazamientos en áreas declaradas zona o centro de interés turístico nacional.
Conclusión	El proyecto no altera el valor paisajístico o turístico de la zona.	

Artículo 11	SU PROYECTO O ACTIVIDAD GENERA O PRESENTA ALTERACIÓN DE MONUMENTOS, SITIOS CON VALOR ANTROPOLÓGICO, ARQUEOLÓGICO, HISTÓRICO Y, EN GENERAL, LOS PERTENECIENTES AL PATRIMONIO CULTURAL
-------------	--

	Norma	Análisis
	a) la proximidad a algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288;	No aplica.
	b) la magnitud en que se remueva, destruya, excave, traslade, deteriore o se modifique en forma permanente algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288;	No aplica.
	c) la magnitud en que se modifique o deteriore en forma permanente construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad, pertenecen al patrimonio cultural;	No aplica.
	d) la proximidad a lugares o sitios en que se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folclore de algún pueblo, comunidad o grupo humano.	No aplica.
Conclusión	El proyecto no genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.	

Conclusión del análisis de los artículos 5 al 11 del D.S N° 95/2001 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

En virtud de lo expuesto en el presente Anexo, La tesis *“Sitio de almacenamiento de carga peligrosa”* **no requiere la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental** para ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, por lo cual se debe presentar una Declaración de Impacto Ambiental.

Tabla 53: Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

Anexo D: Plan de contingencias.

Plan de contingencias Celta-GDS

Objetivo General

Establecer un conjunto de acciones que permitan controlar las situaciones que puedan ser causa de una emergencia, en el área de bodegas y en área de almacenamiento de líquidos (sustancias Peligrosas).

Este plan de emergencia y evacuación tiene como objetivo primordial: establecer, organizar, planear, dirigir, controlar e implementar los procedimientos que permitan potenciar destrezas de los trabajadores de la empresa Celta-GDS para protegerse de desastres o amenazas que pudieran poner en peligro la integridad de sus trabajadores, instalaciones y medio ambiente, mediante acciones rápidas, coordinadas y confiables.

Alcance

- La organización del personal y la disponibilidad de los funcionarios para prevenir el riesgo de alguna eventualidad inesperada.
- Hacer cumplimiento a la normativa vigente en materia de higiene y seguridad (Decreto Supremo 594, que Aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo)
- Tener informados y capacitados a los funcionarios de Celta-GDS para actuar ante una emergencia.

Procedimiento en caso de incendios.

- El primer ataque del fuego debe realizarse con extintores.
- Cualquier persona debidamente capacitada que detecte el inicio de un foco de incendio está autorizada para hacer uso de los extintores y extinguirlo.
- Si el fuego no es controlado el personal debe: informar al jefe de planta indicando el lugar preciso del suceso.
- Si el jefe de planta autoriza la evacuación del personal, dirigirse hacia el punto de zona segura.

- Es importante verificar antes de una emergencia de incendio algunas medidas preventivas:
- Conocer el plan y plano de evacuación
- Reconocer señalética correspondiente a salidas de emergencia y zonas seguras.
- Saber cómo usar un extintor.
- No obstruir áreas o pasillos de salidas
- No correr, ni gritar. Causa mayor alarma.
- Si le corresponde ser el último en salir, intente cortar el suministro de luz eléctrica.

Procedimiento en caso de sismos.

Ante la presencia de los signos físicos que presenta un sismo, los trabajadores deberán:

- No provocar pánico entre sus compañeros de trabajo.
- Mantener la calma
- Dirigirse a la zona de seguridad dispuesta para esos casos.
- Apagar todo elemento que pueda producir un incendio.
- No salir del sitio de almacenaje de sustancias peligrosas sin dar aviso al jefe de planta.
- Si durante el sismo sufre una caída o una lesión, ubíquese de inmediato en un sector alejado de las vías de escape y proceda a dar aviso a sus compañeros.

Procedimiento en caso de derrame.

- Dar la voz de alarma.
- Al detectarse un derrame de sustancias peligrosas informar al jefe de planta, indicando la ubicación (zona de bodegas o zona de estanques de almacenamiento), material derramado, cantidad u otro dato de importancia.
- Contar con la información de la sustancia peligrosa y evaluar los riesgos.
- Asegurar el área del derrame. Acordeonar, alejar fuentes de ignición, evitando que el personal entre en contacto directo con el material derramado.
- Usar equipo de protección personal adecuado antes de realizar cualquier actividad para controlarlo.

- El material derramado, de ser necesario se debe absorber con arena, colocándolo en contenedores etiquetados.
- Descontaminar. Remover las sustancias peligrosas remanentes en personal, equipos y herramientas.
- Establezca una zona de descontaminación para limpiar equipos y herramientas.
-

Equipos de protección personal

La totalidad de los trabajadores de la planta, debe contar con un equipo de protección personal que será de uso obligatorio, excepto para el personal administrativo, que solo deberán contar con zapatos de seguridad. Adicionalmente se disponen de equipos necesarios para hacer frente a una emergencia, entre los cuales están:

- Guantes de nitrilo.
- Zapatos de seguridad
- Overol
- Casco de seguridad
- Mascara para gases (cuando corresponda)
- Lentes de seguridad

Responsabilidades y deberes del plan de emergencia.

Son las personas designadas que deben tener conocimientos acerca de las labores que se están ejecutando acerca del plan de emergencia, se debe tener jefes del plan general y local.

Las personas encargadas de llevar a cabo el plan deben tener en conocimiento lo siguiente:

- Conocer, implementar, dirigir, mantener actualizados los planes de emergencia.
- Conocer a sus trabajadores y la expertis de cada uno.
- Conocer amenazas y fortalezas que tiene Celta-GDS para actuar frente a una emergencia.
- Capacidad de sobreponerse ante emergencias dentro del sitio de almacenamiento de Celta-GDS.

Deberes de los jefes a cargo.

- Deben tener total conocimiento del plan de emergencia y saber cómo evacuar al resto del personal (personal, visitas y otros).
- Distribuir, implementar y mantener el plan de emergencia en áreas de trabajo.
- Exigir y asegurar el conocimiento y cumplimiento del plan de emergencia a sus trabajadores y colaboradores.
- Deben ser líderes dentro de la planta, motivar e incentivar el procedimiento a seguir.
- Verificar la aplicabilidad del plan de emergencia.
- Deben aplicar las normas de higiene y seguridad del decreto supremo N° 594.
- Hacer cumplir e instruir a los trabajadores sobre el uso de equipo de protección personal y verificar que se hace uso de ellos.

Deberes del personal Post-Emergencia.

- Personal: conocer y ayudar a cumplir el plan de emergencia cuando se encuentre dentro del área de la bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Visitas y otros: Cumplir las instrucciones del trabajador designado que esté a cargo de su persona o quien le designen cuando se encuentre dentro del sitio de almacenaje de carga peligrosa.

Actividades a realizar en caso de evacuación.

El jefe del plan de emergencia dirigirá las siguientes actividades:

- La evacuación hacia el punto de zona segura.
- Verificar el número de personas.
- Mantener la calma al personal que se encuentre en las labores de trabajo y a las personas exteriores que se encuentren dentro del establecimiento.
- Prestar la ayuda a compañeros de trabajo en caso que lo necesitan.
- Tener las actitudes de líder en aquel momento determinado.

Anexo E: Calculo dimensiones de estanques de almacenamiento

Dimensionamiento Estanques de Almacenamiento.

El dimensionamiento de los estanques para el almacenamiento de sustancias peligrosas se estimó de acuerdo al máximo volumen estimado según las proyecciones realizadas para el último año de estudio.

De acuerdo a la Figura 28 correspondiente a los tamaños de los tanques especificados de acuerdo a las normas y/o códigos establecidos por la API.

Capacidad en BLS	Diámetro en pies	Altura en pies
500	15	18
1000	20	18
2000	24'6"	24
3000	30	24
5000	31'8"	36
10000	42'6"	40'
15000	58	32
20000	60	40
30000	73'4"	40
55000	100	40
80000	120	40
100000	134	40
150000	150	48
200000	180	48
500000	280	48

Figura 26: Tamaños de estanques atmosféricos especificados de acuerdo a las normas y/o códigos establecidos por la API (American Institute of Petroleum). Fuente ⁽⁴⁸⁾

Para estimar de acuerdo a la Figura 28 se estableció un volumen para los tres estanques correspondiente a 320 m³ con el fin de obtener un margen en función de los volúmenes máximos a almacenar.

Sabiendo que:

$$1 \text{ BLS} = 42 \text{ Gal} = 158,98 \text{ L}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

Por lo tanto

$$320 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ BLS}}{158,98 \text{ L}} = 2012,83$$

De acuerdo a esta conversión, la Figura 28 establece los siguientes valores para el diámetro y la altura.

$$\text{Diametro} = 24'6''; \text{Altura} = 24'$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ pie} = 0,3049 \text{ m}$$

$$1 \text{ pulgada} = 0.025400 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$24 \text{ pie} * \frac{0,3049 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 7,3146 \text{ m}$$

$$6 \text{ pulg} * \frac{0,025400 \text{ m}}{1 \text{ pulg}} = 0,1524 \text{ m}$$

En consecuencia, de acuerdo al volumen estimado, se puede establecer un Diámetro y una Altura referencial para los estanques de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Dimensiones Estanques Almacenamiento Líquidos a Granel			
	Ortoxileno	2 Etil Hexanol	Isobutanol
Volumen Estimado Estanque (m ³)	320	320	320
Vol. Máximo a Almacenar (m ³)	295	278	304
Diámetro (m)	7.5	7.5	7.5
Altura (m)	7.3	7.3	7.3

Tabla 54: Dimensiones aproximadas de almacenamiento de líquidos a granel. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo F: Dimensionamiento tanques de almacenamiento

Diseño de Tanque (TK2): Isobutanol

Datos Generales del diseño y condiciones

Norma de Referencia: API STANDARD 650, Welded Steel.

Líquido a Almacenar: Isobutanol

Densidad: 800 Kg/m³

Gravedad Específica (Isobutanol): 0.800

Volumen Máximo a Almacenar: 304 m³

Diámetro nominal: 7,5 m (24'6")

Altura: 7,3 m (24')

Altura de Líquido: 6,9 m (22,64')

Presión de diseño: Atmosférica equivalente a 14.7Psia o 101.352 Kpa o 1 atm

Temperatura máxima de operación 93°C.

Material a utilizar: Acero Carbono A-36.

Esfuerzo para prueba de diseño $S_d = 23200$ Psi

Esfuerzo para prueba hidrostática $S_t = 24900$ Psi

Esfuerzo de fluencia del material $S_y = 36000$ Psi

Determinación del número de anillos.

Las dimensiones de planchas de acero carbono A-36 a utilizar para el diseño corresponden a:

- Ancho: 1,83 m
- Largo: 6,10 m

Para determinar la cantidad de anillos se utilizó la siguiente relación:

$$\frac{H}{\text{Ancho Plancha}} = \frac{7,3 \text{ m}}{1,83 \text{ m}} = 3,98 \approx 4 \text{ anillos}$$

Calculo Espesor de anillos del cuerpo del tanque.

En base a la norma API 650⁽¹³⁾, determinaremos el espesor del primer anillo mediante las siguientes fórmulas (Método de Un Pie):

Para diseño:

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

Para prueba hidrostática:

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

En donde:

t_d : Espesor de diseño del anillo en plg,

t_t : Espesor en prueba hidrostática del anillo, en plg,

D: Diámetro nominal del tanque, en pie,

H: Nivel de líquido de diseño, en pie. (Altura desde la base del anillo del fondo, al nivel de diseño del líquido especificado por el cliente)

G: Gravedad específica de diseño del líquido a ser almacenado especificada por el cliente.

C_A : Corrosión admisible, en in., especificada por el cliente.

S_d : Esfuerzo admisible para la condición de diseño, en psi.

S_t : Esfuerzo admisible para la condición de prueba hidrostática, en psi.

Calculo del primero anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * (22,64 \text{ pie} - 1) * 0,800}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,127 \text{ plg} = 3,23 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * (22,64 \text{ pie} - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,056 \text{ plg} = 1,42 \text{ mm}$$

Calculo del segundo anillo.

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((22,64 \text{ pie} - 6 \text{ pie}) - 1) * 0,800}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,115 \text{ plg} = 2,92 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((22,64 \text{ pie} - 6) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,040 \text{ plg} = 1,02 \text{ mm}$$

Calculo del tercer anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((22,64 \text{ pie} - 12 \text{ pie}) - 1) * 0,800}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,101 \text{ plg} = 2,57 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((22,64 \text{ pie} - 12) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,025 \text{ plg} = 0,64 \text{ mm}$$

Calculo del cuarto anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((22,64 \text{ pie} - 18 \text{ pie}) - 1) * 0,800}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,088 \text{ plg} = 2,24 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad \text{Ec. 8.2}$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((22,64 \text{ pie} - 18) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,009 \text{ plg} = 0,23 \text{ mm}$$

La Tabla 55 muestra los espesores mínimos y los espesores adoptados para los cuatro anillos que componen el cuerpo del tanque.

Espesores del cuerpo del tanque				
Anillos	Espesor mínimo (plg)	Espesor mínimo (mm)	Espesor adoptado (plg)	Espesor adoptado (mm)
1°	0,127	3,23	0,200	5
2°	0,115	2,92	0,200	5
3°	0,101	2,57	0,200	5
4°	0,088	2,24	0,200	5

Tabla 55: Espesores mínimos y adoptados del cuerpo del tanque (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

Calculo fondo del tanque

En la Figura 29, se observa el mínimo espesor de diseño a considerar para las láminas del fondo del tanque, considerando el Esfuerzo de Prueba Hidrostática y el Espesor del Primer Anillo.

Plate Thickness ^a of First Shell Course (in.)	Stress ^b in First Shell Course (lbf/in. ²)			
	≤ 27,000	≤ 30,000	≤ 32,000	≤ 36,000
$t \leq 0.75$	0.236	0.236	$9/32$	$11/32$
$0.75 < t \leq 1.00$	0.236	$9/32$	$3/8$	$7/16$
$1.00 < t \leq 1.25$	0.236	$11/32$	$15/32$	$9/16$
$1.25 < t \leq 1.50$	$5/16$	$7/16$	$9/16$	$11/16$
$1.50 < t \leq 1.75$	$11/32$	$1/2$	$5/8$	$3/4$

Figura 27: Espesor mínimo de diseño para láminas de fondo de estanque ⁽¹⁴⁾

Tomando en cuenta que el Esfuerzo de Prueba Hidrostática es de 24900 psi para el Material A-36 y que el espesor de diseño para el primer anillo será de 0,200 plg., entonces el espesor mínimo de diseño será de 6 mm en base a la Figura 29.

Sin embargo para alargar la vida útil del tanque de almacenamiento y contrarrestar la corrosión que se enfoca en el fondo del tanque, principalmente porque es ahí en donde se depositan los sólidos del producto almacenado, provocando de esta manera un mayor desgaste en esta zona, se tomara para el diseño, un espesor de 8 mm para las placas del fondo.

Calculo de espesor de techo del tanque

El tipo de Techo del Tanque será Cónico Autosoportado. Esto quiere decir que descansará en todo el perímetro de las paredes del tanque.

Estos techos son diseñados y calculados para tanques que no exceden de un diámetro de 60 pies, pero es recomendable fabricar estos en un diámetro máximo de 40 pies.

Por lo tanto, el diámetro del Tanque en cuestión, equivalente a 24,61 pies (7,5 m), corresponde a un diámetro menor a 60 pies, consideración para no requerir una estructura con soporte.

El ángulo de inclinación transversal del techo tendrá que estar en un rango de 9,5° a 37°, o con una pendiente desde 9:12 a 2:12, respectivamente ⁽¹⁵⁾.

El espesor mínimo de diseño será el calculado por la siguiente fórmula:

$$e = \frac{D}{400 * \sin \theta} * \sqrt{\frac{T}{45}} \quad Ec 8.3$$

Dónde:

e = Espesor mínimo de diseño del techo del tanque en pulgadas

D = Diámetro nominal del tanque en pies

θ = Angulo transversal de elevación del techo en grados

T = Carga Total (Peso del techo del tanque) más Carga Viva consideradas para el diseño del techo por pie cuadrado (lb/pie²). DL + Lr

DL = Carga Muerta

Lr = Carga Viva del Techo ⁽¹⁶⁾ = 20 lb/pie²

El Peso por Gravedad equivale a (T):

$$T = D_L + L_r$$
$$T = 6487,4 + 12720,4 = 19207,8 \text{ (lb)}$$

Área total del techo (Att): 636,02 pie²

El valor de la Carga por Gravedad por unidad de área P equivale a:

$$T = \frac{D_L + L_r}{Att} = \frac{19.207,8}{636,02} = 30,19 \text{ lb/pie}^2$$

Por lo tanto, reemplazando en:

$$e = \frac{D}{400 * \sin \theta} * \sqrt{\frac{T}{45}} \quad \text{Ec 8.3}$$

Dónde:

$$D = 24,61 \text{ pie}$$

$$\theta = 17^\circ$$

$$T = 30,19 \text{ lb/pie}^2$$

$$e = \left(\frac{24,61}{400 * \sin 17} * \sqrt{\frac{30,19}{45}} \right) \text{ plg} = 0,172 \text{ plg} = 4,37 \text{ mm}$$

Por lo tanto el espesor adoptado será de 5 mm.

Requerimientos para el diseño de escaleras helicoidales

Los requerimientos técnicos para la construcción e instalación de escaleras helicoidales corresponden a los mismos mencionados en el punto 8.4

Resumen del dimensionamiento para el diseño del tanque

En la Tabla 56 se detallan las dimensiones calculadas para cada uno de los componentes que conforman el diseño del tanque de 320 m³ de capacidad que almacenara Isobutanol.

Espesores de Planchas (mm)	
Piso	8
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	5
Techo	5
Área de las partes del tanque (m²)	
Piso	58,08
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	172,00
Techo	59,09
Volúmenes de las partes del tanque (m³)	
Piso	0,46
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	0,86
Techo	0,29
Pesos de las partes del tanque (kg)	
Piso	3615,6
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	6759,6
Techo	2279,4

Tabla 56: Dimensiones de componentes principales de tanque de almacenamiento de Isobutanol.
Fuente: Elaboración Propia.

Masa efectiva contenida en el tanque

Para determinar las masas efectivas W_1 y W_2 se obtendrán multiplicando por las relaciones W_1/WT y W_2/WT correspondientes a la Figura 30 y de la relación D/H .

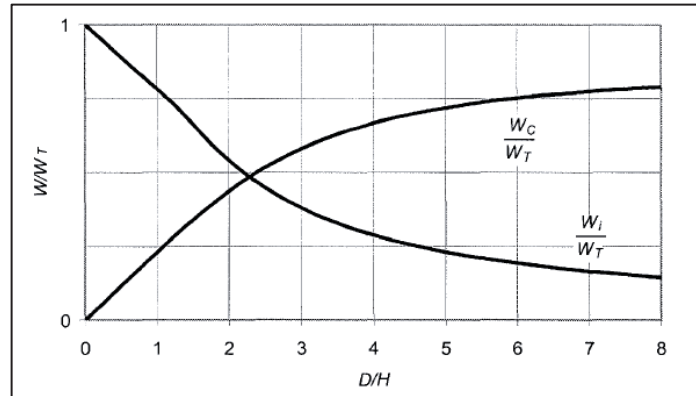


Figura 28: Masa Efectiva de líquido. ⁽¹⁷⁾

WT = Peso total del fluido del tanque (Kg.).

D = Diámetro nominal del tanque (cm.)

H = Altura total del cuerpo del tanque (cm.)

Entonces,

$WT = 243.200$ Kg.

$D = 750$ cm.

$H = 730$ cm.

$D/H = 1,03$

Con la relación de la Figura 30 se procede a encontrar el peso de la masa efectiva contenida en el tanque que se mueve acorde con el cuerpo (W_1) y el peso efectivo de la masa contenida por el tanque que se mueve en el primer oleaje (W_2).

Por lo tanto:

$$W_1 = WT * (0,75) = 182.400 \text{ kg}$$

$$W_2 = WT * (0,25) = 60.800 \text{ kg}$$

Para determinar las alturas desde el fondo del tanque a los centroides de las fuerzas sísmicas laterales aplicadas a W_1 y W_2 , (X_1 y X_2), se determinan multiplicando la altura (H) por las relaciones X_1/H y X_2/H respectivamente de acuerdo a la Figura 31 y de la relación D/H .

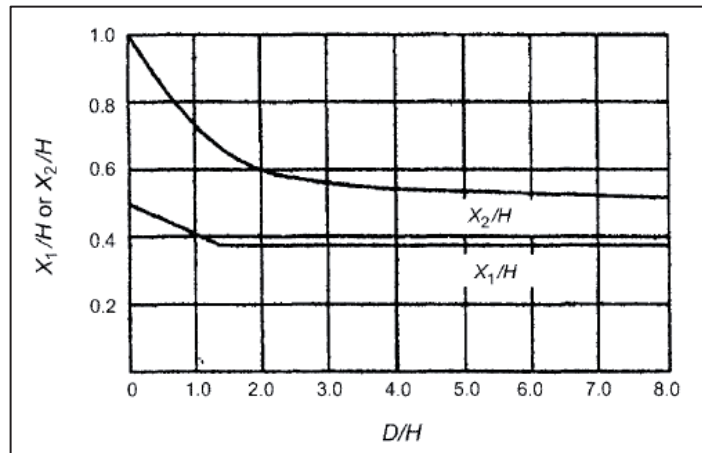


Figura 29: Centro de Acción para las fuerzas efectivas. ⁽¹⁸⁾

Por lo tanto:

$$X_1 = H * (0,4) = 2,92 \text{ m}$$

$$X_2 = H * (0,73) = 5,33 \text{ m}$$

Coeficientes de fuerzas laterales

De acuerdo a la norma API 650, el coeficiente C_1 de fuerza lateral corresponde a 0,6.

El coeficiente C_2 de la fuerza lateral será determinado por la función del período natural T y las condiciones del terreno donde se sitúe el tanque.

Además de acuerdo a la siguiente relación:

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{S}{T} \tag{Ec 8.6}$$

$$T > 4,5 ; C_2 = 1,35 * \frac{S}{T^2} \tag{Ec 8.7}$$

Dónde:

S = factor de amplificación Figura 32

T = período natural de la ondulación en segundos = $KD^{0,5}$

K = factor determinado en la Figura 33 y la relación D/H .

La figura xxxc muestra el factor de amplificación (S) de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de Suelo	Factor de Amplificación (S)
I	1.0
II	1.2
III	1.5

Figura 30: Factor de amplificación (S). ⁽¹⁹⁾

Los terrenos se clasifican en tres tipos básicos, de acuerdo con su rigidez.

- I) Terrenos firmes; como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla muy compacta o suelo con características similares.
- II) Suelo de baja rigidez; como arenas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana compacidad o suelos de características similares.
- III) Arcillas blandas muy compresibles.

De acuerdo a esta clasificación podemos mencionar que el terreno donde se emplazaran los tanques corresponde a un tipo de suelo II.

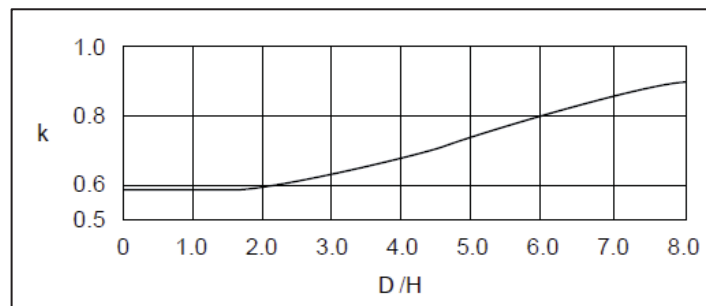


Figura 31: Factor K ⁽⁴⁶⁾

Entonces:

$$T = 1,81 * K * (D^{0,5}) \quad \text{Ec 8.8}$$

$$T = 1,81 * 0,58 * (7,5^{0,5}) = 2,874 \text{ (s)}$$

En consecuencia si:

$$T < 4,5; C_2 = 0,3 * \frac{S}{T} \quad \text{Ec 8.6}$$

O bien:

$$T < 4,5; C_2 = 0,3 * \frac{1,2}{2,874} = 0,125$$

Una vez realizados los cálculos, reemplazamos en la ecuación para el cálculo del momento de volteo.

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

Dónde:

M = Momento de volteo (Kg - m).

Z = 0,4 (Zona sísmica 4 API / Zona Sísmica 3 NCh 2369-2003)

I = 1,2

C₁ = 0,6

C₂ = 0,125

W_s = 6.759,6 (Kg.).

X_s = 3,65 (m.).

W_r = 8.712,52 (Kg.)

H = 7,3(m.)

W₁ = 182.400 (Kg.)

X₁ = 2,92 (m.).

W₂ = 60.800 (Kg)

X₂ = 5,33 (m).

Reemplazando los datos en la ecuación:

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

$$M = 0,4 * 1,2 * (0,6 * 6.759,6 * 3,65 + 0,6 * 8.712,52 * 7,3 + 0,6 * 182.400 * 2,92 + 0,125 * 60.800 * 5,33)$$

$$M = 193.100,66 \text{ kg} - m$$

Resistencia a la Volcadura respecto del fondo del tanque

$$W_L = 0,29369 * T_b * (S_y * G * H)^{0,5} \quad Ec 8.9$$

Dónde:

W_L = Peso máximo del líquido contenido en el tanque que puede ser usado para resistir la volcadura (Kg – m.), de la circunferencia del cuerpo.

T_b = Espesor de la placa del fondo del tanque (cm.).

S_y = Esfuerzo de fluencia del material usado (Kg /cm²).

G = Densidad relativa del líquido.

Reemplazando:

$$W_L = 0,29369 * 0,8 \text{ cm} * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0,800 * 730 \text{ cm} \right)^{0,5} = 285,59 \text{ kg}$$

Resistencia a la volcadura respecto del cuerpo del tanque

Reemplazando los datos en la Ec 8.10:

$$\frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} \leq 0,785 \quad Ec 8.10$$

$$193.100,66 \text{ kg} - m / [(7,5\text{m})^2 * (9.039 \text{ kg} + 285,59 \text{ kg})] \leq 0,785$$

$$0,368 \leq 0,785$$

Por lo tanto, reemplazando en la Ec 8.11:

$$b = W_t + 1,273 * \frac{M}{D^2} \quad Ec 8.11$$

$$b = 9.039 \text{ kg} + 1,273 * \frac{193.100,66 \text{ kg} - m}{(7,5\text{m})^2} = 13.409,08 \text{ kg}/m$$

Compresión máxima permisible del cuerpo

Reemplazando los datos en la Ec 8.17:

$$0,0002278 * G * H * \frac{D^2}{t^2} \geq 10^6 \quad \text{Ec 8.17}$$

$$0,0002278 * 0,800 * 730\text{cm} * (750\text{cm})^2 / (0,5\text{cm})^2 \geq 10^6$$

$$299.329,2 \geq 10^6$$

Por lo tanto, reemplazando en la Ec 8.18:

$$F_a = 170676000 * \frac{t}{D} \quad \text{Ec 8.18}$$

$$F_a = 170676000 * \frac{0,5}{750} = 113.784 \text{ kg/cm}^2$$

Sin embargo, siempre y cuando de acuerdo a la Ec 8.21:

$$f_a = 2,02333 * \frac{b}{t} < F_a \quad \text{Ec 8.21}$$

No exceda el esfuerzo máximo permisible de compresión (F_a), el tanque se considera estructuralmente estable.

Entonces;

$$f_a = 2,02333 * \frac{b}{t} < F_a, \text{ para que el tanque sea estructuralmente estable}$$

$$f_a = 2,02333 * \frac{13.794.30 \text{ kg/m}}{0,5} < 113.784 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = 55.820,84 < 113.784 \text{ kg/cm}^2; \text{ cumple!!!}$$

De esta manera se concluye que el diseño del tanque para almacenamiento de Isobutanol de 320 m³ capacidad es estructuralmente estable y no requiere anclas o incrementos de espesores en su estructura.

Adicionalmente se puede considerar que el factor de seguridad (FS), como resultado del diseño bajo Norma API 650 de este tanque es:

$$FS = \frac{F_a}{f_a} = \frac{113.784 \text{ kg/cm}^2}{55.820,84 \text{ kg/cm}^2} = 2,04$$

Presión del viento

La presión del viento de diseño será:

$$PV_1 = \left(18 \text{ lb}_f / \text{pie}^2 \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.22}$$

En la vertical de las áreas proyectadas de superficies cilíndricas.

$$PV_2 = \left(30 \text{ lb}_f / \text{pie}^2 \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.23}$$

En áreas horizontales proyectada de las superficies cónicas o curvas⁽²¹⁾.

A partir de la información de los gráficos 14, 15 y 16 se puede constatar que las velocidades de viento promedio más altas registradas, corresponden al mes de noviembre del año 2010, con un pico promedio de 13 mph.

Se considerara para el cálculo de presión de viento adoptar un factor de sobredimensionamiento de 3,35, de esta manera se utilizara el valor máximo de 43,5 mph para efectos de cálculo.

Por lo tanto:

$$PV_1 = \left(18 \text{ lb}_f / \text{pie}^2 \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.22}$$

Reemplazando en la Ec 8.22;

$$PV_1 = \left(18 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{43,5}{120} \right)^2 = 2,37 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Además:

$$PV_2 = \left(30 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad Ec 8.23$$

Reemplazando en la Ec 8.23;

$$PV_2 = \left(30 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{43,5}{120} \right)^2 = 3,94 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Ahora, la mayor presión de diseño por viento, no debe exceder de 1,6 veces la presión de diseño determinado de la Norma API 650⁽⁴⁷⁾, que es 2,5 lb_f/pie²

Entonces,

$$PV_2 < 1,6 * 2,5 \frac{lb_f}{pie^2}$$

$$3,94 \frac{lb_f}{pie^2} < 4 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Con esto se verifica que el diseño del tanque y las condiciones externas bajo las cuales estará operando, son seguras para su óptimo desempeño.

Diseño de Tanque (TK3): 2 Etil Hexanol

Datos Generales del diseño y condiciones

Norma de Referencia: API STANDARD 650, Welded Steel.

Líquido a Almacenar: 2 Etil Hexanol

Densidad: 830 Kg/m³

Gravedad Específica (Isobutanol): 0.830

Volumen Máximo a Almacenar: 278 m³

Diámetro nominal: 7,5 m (24'6")

Altura: 7,3 m (24')

Altura de Líquido: 6,3 m (20,67')

Presión de diseño: Atmosférica equivalente a 14.7Psia o 101.352 Kpa o 1 atm

Temperatura máxima de operación 93°C.

Material a utilizar: Acero Carbono A-36.

Esfuerzo para prueba de diseño $S_d = 23200$ Psi

Esfuerzo para prueba hidrostática $S_t = 24900$ Psi

Esfuerzo de fluencia del material $S_y = 36000$ Psi

Determinación del número de anillos.

Las dimensiones de planchas de acero carbono A-36 a utilizar para el diseño corresponden a:

- Ancho: 1,83 m
- Largo: 6,10 m

Para determinar la cantidad de anillos se utilizó la siguiente relación:

$$\frac{H}{\text{Ancho Plancha}} = \frac{7,3 \text{ m}}{1,83 \text{ m}} = 3,98 \approx 4 \text{ anillos}$$

Calculo Espesor de anillos del cuerpo del tanque

En base a la norma API 650⁽¹³⁾, determinaremos el espesor del primer anillo mediante las siguientes fórmulas (Método de Un Pie):

Para diseño:

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad \text{Ec. 8.1}$$

Para prueba hidrostática:

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

En donde:

t_d : Espesor de diseño del anillo en plg,

t_t : Espesor en prueba hidrostática del anillo, en plg,

D: Diámetro nominal del tanque, en pie,

H: Nivel de líquido de diseño, en pie. (Altura desde la base del anillo del fondo, al nivel de diseño del líquido especificado por el cliente)

G: Gravedad específica de diseño del líquido a ser almacenado especificada por el cliente.

C_A : Corrosión admisible, en in., especificada por el cliente.

S_d : Esfuerzo admisible para la condición de diseño, en psi.

S_t : Esfuerzo admisible para la condición de prueba hidrostática, en psi.

Calculo del primero anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * (20,67 \text{ pie} - 1) * 0,830}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,125 \text{ plg} = 3,18 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * (20,67 \text{ pie} - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,051 \text{ plg} = 1,30 \text{ mm}$$

Calculo del segundo anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((20,67 \text{ pie} - 6\text{pie}) - 1) * 0,830}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,111 \text{ plg} = 2,82 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((20,67 \text{ pie} - 6) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,035 \text{ plg} = 0,89 \text{ mm}$$

Calculo del tercer anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad Ec. 8.1$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((20,67 \text{ pie} - 12 \text{ pie}) - 1) * 0,830}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,097 \text{ plg} = 2,46 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad Ec. 8.2$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((20,67 \text{ pie} - 12) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,020 \text{ plg} = 0,51 \text{ mm}$$

Calculo del cuarto anillo

Cálculo de Espesor de Diseño del cuerpo en (plg.)

$$t_d = \frac{2,6 * D * (H - 1) * G}{S_d} + C_A \quad \text{Ec. 8.1}$$

$$t_d = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((20,67 \text{ pie} - 18 \text{ pie}) - 1) * 0,830}{23200 \text{ psi}} + 0,08 \text{ plg}$$

$$t_d = 0,084 \text{ plg} = 2,13 \text{ mm}$$

Cálculo de Espesor del cuerpo en prueba hidrostática, en (plg.)

$$t_t = \frac{2,6 * D * (H - 1)}{S_t} \quad \text{Ec. 8.2}$$

$$t_t = \frac{2,6 * 24,61 \text{ pie} * ((20,67 \text{ pie} - 18) - 1)}{24900 \text{ psi}}$$

$$t_t = 0,004 \text{ plg} = 0,10 \text{ mm}$$

La Tabla 57 muestra los espesores mínimos y los espesores adoptados para los cuatro anillos que componen el cuerpo del tanque.

Espesores del cuerpo del tanque				
Anillos	Espesor mínimo (plg)	Espesor mínimo (mm)	Espesor adoptado (plg)	Espesor adoptado (mm)
1°	0,125	3,18	0,200	5
2°	0,111	2,82	0,200	5
3°	0,097	2,46	0,200	5
4°	0,084	2,13	0,200	5

Tabla 57: Espesores mínimos y adoptados del cuerpo del tanque (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

Calculo fondo del tanque

En la Figura 34, se observa el mínimo espesor de diseño a considerar para las láminas del fondo del tanque, considerando el Esfuerzo de Prueba Hidrostática y el Espesor del Primer Anillo.

Plate Thickness ^a of First Shell Course (in.)	Stress ^b in First Shell Course (lb/in. ²)			
	≤ 27,000	≤ 30,000	≤ 32,000	≤ 36,000
$t \leq 0.75$	0.236	0.236	$\frac{9}{32}$	$\frac{11}{32}$
$0.75 < t \leq 1.00$	0.236	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$
$1.00 < t \leq 1.25$	0.236	$\frac{11}{32}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{9}{16}$
$1.25 < t \leq 1.50$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{11}{16}$
$1.50 < t \leq 1.75$	$\frac{11}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$

Figura 32: Espesor mínimo de diseño para láminas de fondo de estanque ⁽¹⁴⁾

Tomando en cuenta que el Esfuerzo de Prueba Hidrostática es de 24900 psi para el Material A-36 y que el espesor de diseño para el primer anillo será de 0,200 plg., entonces el espesor mínimo de diseño será de 6 mm en base a la Figura 34.

Sin embargo para alargar la vida útil del tanque de almacenamiento y contrarrestar la corrosión que se enfoca en el fondo del tanque, principalmente porque es ahí en donde se depositan los sólidos del producto almacenado, provocando de esta manera un mayor desgaste en esta zona, se tomara para el diseño, un espesor de 8 mm para las placas del fondo.

Calculo de espesor de techo del tanque

El tipo de Techo del Tanque será Cónico Autosoportado. Esto quiere decir que descansará en todo el perímetro de las paredes del tanque.

El espesor mínimo de diseño será el calculado por la siguiente fórmula:

$$e = \frac{D}{400 * \sin \theta} * \sqrt{\frac{T}{45}} \quad Ec 8.3$$

Dónde:

e = Espesor mínimo de diseño del techo del tanque en pulgadas

D = Diámetro nominal del tanque en pies

θ = Angulo transversal de elevación del techo en grados

T = Carga Total (Peso del techo del tanque) más Carga Viva consideradas para el diseño del techo por pie cuadrado (lb/pie²). DL + Lr

DL = Carga Muerta

Lr = Carga Viva del Techo⁽¹⁶⁾ = 20 lb/pie²

El Peso por Gravedad equivale a (T):

$$T = D_L + L_r$$

$$T = 6487,4 + 12720,4 = 19207,8 \text{ (lb)}$$

Área total del techo (Att): 636,02 pie²

El valor de la Carga por Gravedad por unidad de área P equivale a:

$$T = \frac{D_L + L_r}{Att} = \frac{19.207,8}{636,02} = 30,19 \text{ lb/pie}^2$$

Por lo tanto, reemplazando en:

$$e = \frac{D}{400 * \sin \theta} * \sqrt{\frac{T}{45}}$$

Dónde:

D = 24,61pie

$\theta = 17^\circ$

T = 30,19 lb/pie²

$$e = \left(\frac{24,61}{400 * \sin 17} * \sqrt{\frac{30,19}{45}} \right) plg = 0,172 plg = 4,37 \text{ mm}$$

Por lo tanto el espesor adoptado será de 5 mm.

Requerimientos para el diseño de escaleras helicoidales

Los requerimientos técnicos para la construcción e instalación de escaleras helicoidales corresponden a los mismos mencionados en el punto 8.4.

Resumen del dimensionamiento para el diseño del tanque

En la Tabla 58 se detallan las dimensiones calculadas para cada uno de los componentes que conforman el diseño del tanque de 320 m³ de capacidad que almacenara 2 Etil Hexanol.

Espesores de Planchas (mm)	
Piso	8
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	5
Techo	5
Área de las partes del tanque (m²)	
Piso	58,08
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	172,00
Techo	59,09
Volúmenes de las partes del tanque (m³)	
Piso	0,46
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	0,86
Techo	0,29
Pesos de las partes del tanque (kg)	
Piso	3615,6
Cuerpo (1°-2°-3° y 4° anillos)	6759,6
Techo	2279,4

Tabla 58: Dimensiones de componentes principales de tanque de almacenamiento de 2 Etil Hexanol.
Fuente: Elaboración Propia.

Masa efectiva contenida en el tanque

Para determinar las masas efectivas W_1 y W_2 se obtendrán multiplicando por las relaciones W_1/WT y W_2/WT correspondientes a la Figura 35 y de la relación D/H .

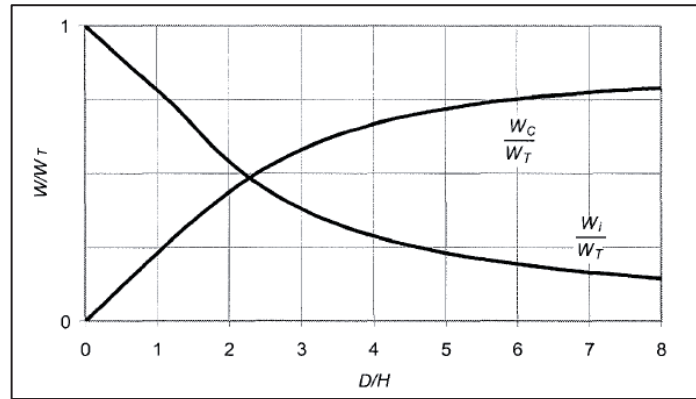


Figura 33: Masa Efectiva de líquido. ⁽¹⁷⁾

WT = Peso total del fluido del tanque (Kg.).

D = Diámetro nominal del tanque (cm.)

H = Altura total del cuerpo del tanque (cm.)

Entonces,

$WT = 230.740$ Kg.

$D = 750$ cm.

$H = 730$ cm.

$D/H = 1,03$

Con la relación de la Figura 35 se procede a encontrar el peso de la masa efectiva contenida en el tanque que se mueve acorde con el cuerpo (W_1) y el peso efectivo de la masa contenida por el tanque que se mueve en el primer oleaje (W_2).

Por lo tanto:

$$W_1 = WT * (0,75) = 173.055 \text{ kg}$$

$$W_2 = WT * (0,25) = 57.685 \text{ kg}$$

Para determinar las alturas desde el fondo del tanque a los centroides de las fuerzas sísmicas laterales aplicadas a W_1 y W_2 , (X_1 y X_2), se determinan multiplicando la altura (H) por las relaciones X_1/H y X_2/H respectivamente de acuerdo a la Figura 36 y de la relación D/H .

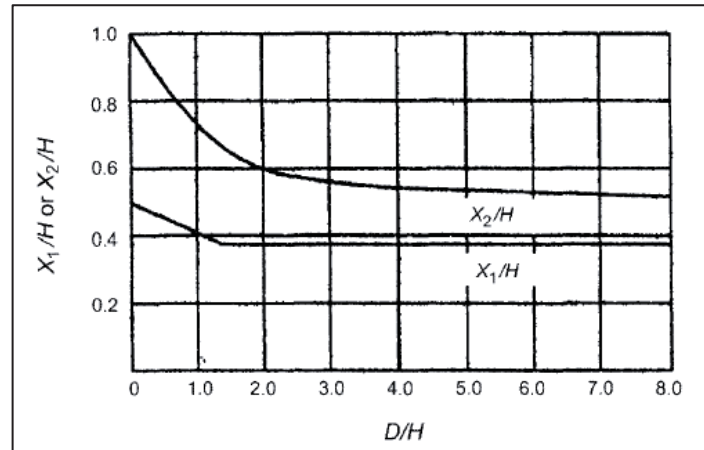


Figura 34: Centro de Acción para la fuerzas efectivas. ⁽¹⁸⁾

Por lo tanto:

$$X_1 = H * (0,4) = 2,92 \text{ m}$$

$$X_2 = H * (0,73) = 5,33 \text{ m}$$

Coeficientes de fuerzas laterales

De acuerdo a la norma API 650, el coeficiente C_1 de fuerza lateral corresponde a 0,6.

El coeficiente C_2 de la fuerza lateral será determinado por la función del período natural T y las condiciones del terreno donde se sitúe el tanque.

Además de acuerdo a la siguiente relación:

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{S}{T} \quad \text{Ec 8.6}$$

$$T > 4,5 ; C_2 = 1,35 * \frac{S}{T^2} \quad \text{Ec 8.7}$$

Dónde:

S = factor de amplificación Figura 37

T = período natural de la ondulación en segundos = $KD^{0,5}$

K = factor determinado en la Figura 38 y la relación D/H .

La Figura 37 muestra el factor de amplificación (S) de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de Suelo	Factor de Amplificación (S)
I	1.0
II	1.2
III	1.5

Figura 35: Factor de amplificación (S). ⁽¹⁹⁾

Los terrenos se clasifican en tres tipos básicos, de acuerdo con su rigidez.

- I) Terrenos firmes; como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla muy compacta o suelo con características similares.
- II) Suelo de baja rigidez; como arenas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana compacidad o suelos de características similares.
- III) Arcillas blandas muy compresibles.

De acuerdo a esta clasificación podemos mencionar que el terreno donde se emplazaran los tanques corresponde a un tipo de suelo II.

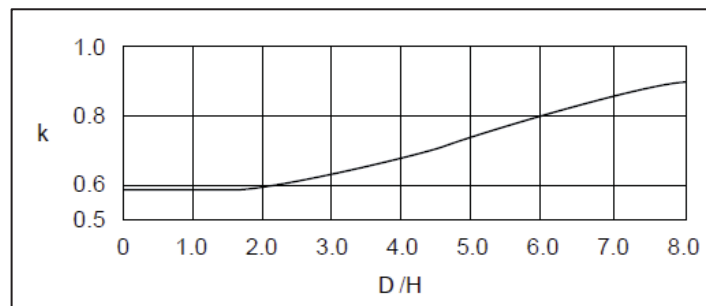


Figura 36: Factor K ⁽⁴⁶⁾

Entonces:

$$T = 1,81 * K * (D^{0,5}) \quad \text{Ec 8.8}$$

$$T = 1,81 * 0,58 * (7,5^{0,5}) = 2,874 \text{ (s)}$$

En consecuencia si:

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{S}{T} \quad \text{Ec 8.6}$$

O bien:

$$T < 4,5 ; C_2 = 0,3 * \frac{1,2}{2,874} = 0,125$$

Una vez realizados los cálculos, reemplazamos en la ecuación para el cálculo del momento de volteo.

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

Dónde:

M = Momento de volteo (Kg - m).

Z = 0,4 (Zona sísmica 4 API / Zona Sísmica 3 NCh 2369-2003)

I = 1,2

C₁ = 0,6

C₂ = 0,125

W_s = 6.759,6 (Kg.).

X_s = 3,65 (m.).

W_r = 8.712,52 (Kg.)

H = 7,3(m.)

W₁ = 173.055 (Kg.)

X₁ = 2,92 (m.).

W₂ = 57.685 (Kg)

X₂ = 5,33 (m).

Reemplazando los datos en la ecuación:

$$M = Z * I * (C_1 * W_s * X_s + C_1 * W_r * H + C_1 * W_1 * X_1 + C_2 * W_2 * X_2) \quad Ec 8.5$$

$$M = 0,4 * 1,2 * (0,6 * 6.759,6 * 3,65 + 0,6 * 8.712,52 * 7,3 + 0,6 * 173.055 * 2,92 + 0,125 * 57.685 * 5,33)$$

$$M = 189.402,88 \text{ kg} - \text{m}$$

Resistencia a la Volcadura respecto del fondo del tanque

$$W_L = 0,29369 * T_b * (S_y * G * H)^{0,5} \quad Ec 8.9$$

Dónde:

W_L = Peso máximo del líquido contenido en el tanque que puede ser usado para resistir la volcadura (Kg – m.), de la circunferencia del cuerpo.

T_b = Espesor de la placa del fondo del tanque (cm.).

S_y = Esfuerzo de fluencia del material usado (Kg /cm²).

G = Densidad relativa del líquido.

Reemplazando:

$$W_L = 0,29369 * 0,8 \text{ cm} * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0,830 * 730 \text{ cm} \right)^{0,5} = 290,89 \text{ kg}$$

Resistencia a la volcadura respecto del cuerpo del tanque

Reemplazando los datos en la Ec 8.10:

$$\frac{M}{[D^2 * (W_t + W_L)]} \leq 0,785 \quad Ec 8.10$$

$$189.402,88 \text{ kg} - m / [(7,5m)^2 * (9.039 \text{ kg} + 290,89 \text{ kg})] \leq 0,785$$

$$0,361 \leq 0,785$$

Por lo tanto, reemplazando en la Ec 8.11:

$$b = W_t + 1,273 * \frac{M}{D^2} \quad Ec 8.11$$

Por lo tanto, reemplazando en:

$$b = 9.039 \text{ kg} + 1,273 * \frac{189.402,88 \text{ kg} - m}{(7,5m)^2} = 13.325,39 \text{ kg}/m$$

Compresión máxima permisible del cuerpo

$$0,0002278 * G * H * \frac{D^2}{t^2} \geq 10^6 \quad Ec 8.17$$

$$0,0002278 * 0,830 * 730cm * (750cm)^2 / (0,5cm)^2 \geq 10^6$$

$$310.554,05 \geq 10^6$$

Por lo tanto, reemplazando en la Ec 8.18:

$$F_a = 170676000 * \frac{t}{D} \quad Ec 8.18$$

$$F_a = 170676000 * \frac{0,5}{750} = 113.784 \text{ kg/cm}^2$$

Sin embargo, siempre y cuando de acuerdo a la Ec 8.21:

$$f_a = 2,02333 * \frac{b}{t} < F_a \quad Ec 8.21$$

No exceda el esfuerzo máximo permisible de compresión (F_a), el tanque se considera estructuralmente estable.

Entonces;

$$f_a = 2,02333 * \frac{b}{t} < F_a, \text{ para que el tanque sea estructuralmente estable}$$

$$f_a = 2,02333 * \frac{13.794.30 \text{ kg/m}}{0,5} < 113.784 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = 55.820,84 < 113.784 \text{ kg/cm}^2; \text{ cumple!!!}$$

De esta manera se concluye que el diseño del tanque para almacenamiento de 2 Etil Hexanol de 320 m³ capacidad es estructuralmente estable y no requiere anclas o incrementos de espesores en su estructura.

Adicionalmente se puede considerar que el factor de seguridad (FS), como resultado del diseño bajo Norma API 650 de este tanque es:

$$FS = \frac{F_a}{f_a} = \frac{113.784 \text{ kg/cm}^2}{55.820,84 \text{ kg/cm}^2} = 2,04$$

Presión del viento

La presión del viento de diseño será:

$$PV_1 = \left(18 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.22}$$

En la vertical de las áreas proyectadas de superficies cilíndricas.

$$PV_2 = \left(30 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.23}$$

En áreas horizontales proyectada de las superficies cónicas o curvas⁽²¹⁾.

A partir de la información de los gráficos 14, 15 y 16 se puede constatar que las velocidades de viento promedio más altas registradas, corresponden al mes de noviembre del año 2010, con un pico promedio de 13 mph.

Se considerara para el cálculo de presión de viento adoptar un factor de sobredimensionamiento de 3,35, de esta manera se utilizara el valor máximo de 43,5 mph para efectos de cálculo.

Por lo tanto:

$$PV_1 = \left(18 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad \text{Ec 8.22}$$

Reemplazando en la Ec 8.22;

$$PV_1 = \left(18 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{43,5}{120} \right)^2 = 2,37 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Además:

$$PV_2 = \left(30 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{V}{120} \right)^2 \quad Ec 8.23$$

Reemplazando en la Ec 8.23;

$$PV_2 = \left(30 \frac{lb_f}{pie^2} \right) * \left(\frac{43,5}{120} \right)^2 = 3,94 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Ahora, la mayor presión de diseño por viento, no debe exceder de 1,6 veces la presión de diseño determinado de la Norma API 650⁽⁴⁷⁾, que es 2,5 lb_f/pie²

Entonces,

$$PV_2 < 1,6 * 2,5 \frac{lb_f}{pie^2}$$

$$3,94 \frac{lb_f}{pie^2} < 4 \frac{lb_f}{pie^2}$$

Con esto se verifica que el diseño del tanque y las condiciones externas bajo las cuales estará operando, son seguras para su óptimo desempeño.

Anexo G: Dimensiones de Válvulas de Alivio

Dimensión de Válvula Blanketing.

Datos del tanque (TK2): Isobutanol

Presión de Vapor del producto a almacenar: 4,82 inch WC

Capacidad del tanque: 11.300,7 pie³

Flujo de llenado: 47 m³ = 1659,79 pie³/h

Flujo de vaciado: 47 m³ = 1659,79 pie³/h

Diámetro de tubería de llenado: 4 (plg)

Diámetro de tubería de vaciado: 4 (plg)

Por lo tanto para la selección de la válvula de blanketing:

Flujo: se toma el de mayor valor (ya sea llenado o descarga) + 20%

$1659,79 + 331,96 = 1991,75$ pie³/h (Capacidad máxima de válvula de blanketing)

Presión: la del diseño del tanque -20%.

$4,82 - 0,96 = 3,86$ inch WC (Presión por la válvula de banketing)

Selección Válvula de seguridad presión-Vacío

Presión:

Calibración de presión: 4,82 inch WC

Vacío: siempre será 0,5 Oz/plg²

Diámetro: se toma como base el de mayor diámetro de tubería (ya sea llenado o descarga)

Por lo tanto 4 (plg) sería el diámetro de la válvula de seguridad.

Datos del tanque (TK3): 2 Etil Hexanol

Presión de Vapor del producto a almacenar: 0,19 inch WC

Capacidad del tanque: 11.300,7 pie³

Flujo de llenado: 47 m³ = 1659,79 pie³/h

Flujo de vaciado: 47 m³ = 1659,79 pie³/h

Diámetro de tubería de llenado: 4 (plg)

Diámetro de tubería de vaciado: 4 (plg)

Por lo tanto para la selección de la válvula de blanketing:

Flujo: se toma el de mayor valor (ya sea llenado o descarga) + 20%

$1659,79 + 331,96 = 1991,75$ pie³/h (Capacidad máxima de válvula de blanketing)

Presión: la del diseño del tanque -20%.

$0,19 - 0,04 = 0,15$ inch WC (Presión por la válvula de blanketing)

Selección Válvula de seguridad presión-Vacío

Presión:

Calibración de presión: 0,19 inch WC

Vacío: siempre será 0,5 Oz/plg²

Diámetro: se toma como base el de mayor diámetro de tubería (ya sea llenado o descarga)

Por lo tanto 4 (plg) sería el diámetro de la válvula de seguridad.

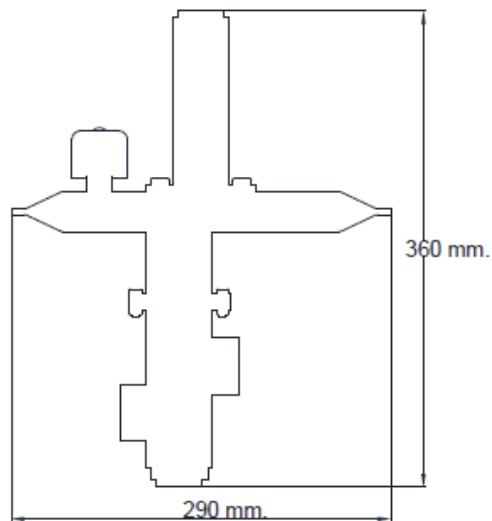


Figura 37: Dimensiones de Válvula de Alivio Tank Blanketing Serie 1080⁽²⁴⁾.

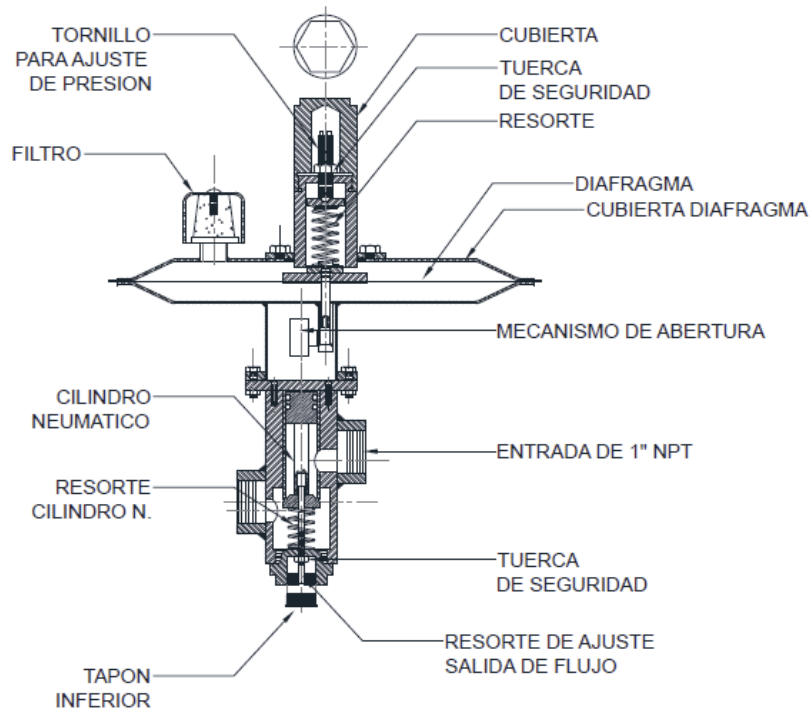


Figura 38: Partes de Válvula de Alivio Tank Blanketing Serie 1080⁽²⁴⁾.

Anexo H: Dimensionamiento equipos de impulsión

Dimensionamiento Equipos de impulsión estanque N° 2 (TK2)

Para realizar el dimensionamiento de los equipos de impulsión para realizar las operaciones de almacenaje de sustancias peligrosas líquidas a granel se tomó como referencia la Figura 7 en la cual se señala la dirección del flujo, el tramo de succión y el tramo de descarga de la bomba.

Datos:

Sustancia a transportar: Isobutanol

Densidad (ρ): 800 Kg/m^3

Viscosidad Dinamica (ν): $4 * 10^{-3} \text{ kg/m} * \text{s}$

Caudal: $0,01221 \text{ m}^3/\text{s}$

Tiempo estimado llenado camión: 22 min

Velocidad de Succión: $1,524 \text{ m/s}$

Velocidad Descarga: $2,500 \text{ m/s}$

Diametro de Cañería: $0,101 \text{ m} = 4 \text{ plg}$

Material Líneas: Acero Carbono A-53, SCHEDULE 40 (C/C)

Descarga desde camión hacia estanque (TK2)

Calculo perdidas de carga para Descarga (TK2)

Para determinar las pérdidas de carga que se producen a lo largo de las líneas de operación producto de los fitting se debe determinar el factor de fricción producido por estas.

La Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa tiene como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad Ec 10.7$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: $0,101 \text{ m}$

$V =$ Velocidad de descarga: 2,500 m/s
 $\nu =$ Viscosidad Dinámica: $4 * 10^{-3} \text{ kg/m * s}$

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{800 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 2,5 \text{ m/s}}{4 * 10^{-3} \text{ kg/m * s}} = 50.500 = 5,05 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101 \text{ mm}$.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,022$$

La tabla xx muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	3	1,8	5.4
Válvula de bola 4"	1	1,37	1,37
Cañería 4"	1	11,5	11,5
Reducción de 4" a 2"	1	0,82	0,82
			19,09

Tabla 59: Detalle para cálculo de largo equivalente Descarga (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Perdidas de carga para descarga} \quad Ec 10.4$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 19,09 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,022

V = Velocidad de descarga: 2,500 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m/Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.4:

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,022 * \left(\frac{19,09}{0,101} * \frac{2,5^2}{2 * 9,81} \right) = 1,325 \text{ (Kg}_f \text{ * m/Kg)}$$

Calculo perdidas de carga para Succión (TK2)

Para determinar las pérdidas de carga para la succión se debe determinar la Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa, que tienen como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 1,524 m/s

ν = Viscosidad Dinámica: $4 * 10^{-3} \text{ kg/m * s}$

Reemplazando los datos en la ecuación de Reynolds:

$$Re = \frac{800 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 1,524 \text{ m/s}}{4 * 10^{-3} \text{ kg/m * s}} = 30.784,8 = 3,07 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,024$$

La Tabla 60 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Te 4"	1	1,8	1,80
Válvula de bola 4"	2	1,37	2,74
Cañería 4"	1	3	4,00
Reducción de 2" a 4"	1	0,7	0,70
Codos 4"	2	1,8	3,60
			12,84

Tabla 60: Detalle para cálculo de largo equivalente Succión (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Perdidas de carga para succión} \quad Ec 10.3$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo 12,84 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,024

V = Velocidad de descarga: 1,524 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.3:

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,024 * \left(\frac{12,84}{0,101} * \frac{1,524^2}{2 * 9,81} \right) = 0,361 \text{ (Kg}_f \text{ * m / Kg)}$$

Calculo Balance de Energía desde camión hacia estanque (TK2)

Para determinar el balance de energía se utilizara la ecuación de Bernoulli, en la Tabla 61 se muestran los datos para reemplazar.

Datos para cálculo de Balance de Energía		
Datos	Valores	Unidades
$\Delta P / \rho$	0	---
$\Delta V^2 / 2 * g_c$	0,200	Kg _f * m / Kg
ΔZ	6,5	m
hf_s	0,361	Kg _f * m / Kg
hf_d	1,325	Kg _f * m / Kg

Tabla 61: Datos para Calculo Balance de Energía desde camión hacia Estanques (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad Ec 10.5$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = 0, (Estanque y camión abiertos a la atmosfera)$$

Reemplazando los datos de la Tabla 61 en la Ec 10.5:

$$-W = 0,200 + 6,5 + (0,361 + 1,325) = 8,386 (Kg_f * m/Kg)$$

Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia estanques (TK2)

Para determinar la potencia de la bomba se utilizara la ecuación de Bernoulli, en la Tabla 62 se muestran los datos para reemplazar.

Datos para cálculo de potencia de la Bomba		
Datos	Valores	Unidades
$-W$	8,386	$Kg_f * m/Kg$
ρ	800	Kg/m^3
Q	0,013	m^3/s
η	0,600	----

Tabla 62: Datos para Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia Estanques (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad Ecuacion de Potencia \quad Ec 10.6$$

Reemplazando los datos de la Tabla 62 en la ecuación de potencia:

$$P = \frac{8,386 * 800 * 0,013}{0,600} = 145,36 (Kg_f * m/s)$$

Sabiendo que:

$$1 HP = 75 Kg_f * m/s$$

Realizando la conversión:

$$P = \frac{145,36 (Kg_f * m/s)}{75 Kg_f * m/s} = 1,94 HP$$

Considerando un 10% de sobredimensionamiento:

$$P = 1,94 HP * 1,1 = 2,13 \approx 3 HP$$

Descarga desde estanque hacia camión (TK2)

La Figura 8 se señala la dirección del flujo, el tramo de succión y el tramo de descarga de la bomba.

Calculo perdidas de carga para descarga (TK2)

La Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa tiene como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 2,500 m/s

ν = Viscosidad Dinámica: $4 * 10^{-3} \text{ kg/m * s}$

Reemplazando los datos en la ecuación de Reynolds:

$$Re = \frac{800 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 2,5 \text{ m/s}}{4 * 10^{-3} \text{ kg/m * s}} = 50.500 = 5,05 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f (Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,022$$

La Tabla 63 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	4	1,8	7,20
Válvula de bola 4"	3	1,37	4,11
Cañería 4"	1	12	12
Te 4"	1	1,8	1,8
Reducción de 4" a 2"	1	0,82	0,82
			25,93

Tabla 63: Detalle para cálculo de largo equivalente Descarga (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Perdidas de carga para descarga} \quad Ec 10.4$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 25,93 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,023

V = Velocidad de descarga: 2,500 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.4:

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,023 * \left(\frac{25,93}{0,101} * \frac{2,5^2}{2 * 9,81} \right) = 1,881 \text{ (Kg}_f \text{ * m / Kg)}$$

Calculo perdidas de carga para Succión (TK2)

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \text{ Ecuacion de Reynolds} \quad Ec 10.7$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 1,524 m/s

ν = Viscosidad Dinámica: $4 * 10^{-3}$ kg/m * s

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{800 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 1,524 \text{ m/s}}{4 * 10^{-3} \text{ kg/m} * \text{s}} = 30.784,8 = 3,07 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,024$$

La Tabla 64 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	1	1,8	1,8
Válvula de bola 4"	1	1,37	1,37
Cañería 4"	1	14,5	14,5
Reducción de 2" a 4"	1	0,7	0,7
			18,37

Tabla 64: Detalle para cálculo de largo equivalente Succión (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Perdidas de carga para succión} \quad Ec 10.3$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 18,37 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,026

V = Velocidad de descarga: 1,524 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.3:

$$h_{fs} = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,024 * \left(\frac{18,37}{0,101} * \frac{1,524^2}{2 * 9,81} \right) = 0,518 \text{ (Kg}_f \text{ * m/Kg)}$$

Calculo Balance de Energía desde Estanques hacia camión (TK2)

Datos calculo balance de energía		
Datos	Valores	Unidades
$\Delta P / \rho$	0	---
$\Delta V^2 / 2 * g_c$	0,200	$Kg_f * m/Kg$
ΔZ	5,5	m
h_{fs}	0,518	$Kg_f * m/Kg$
h_{fd}	1,881	$Kg_f * m/Kg$

Tabla 65: Datos para Calculo Balance de Energía desde Estanques hacia camión (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad Ec 10.5$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = 0, \text{ (Estanque y camión abiertos a la atmosfera)}$$

Reemplazando los datos de la Tabla 65 en la Ec 10.5:

$$-W = 0,200 + 5,5 + (0,518 + 1,881) = 8,099 \text{ (Kg}_f \text{ * m/Kg)}$$

Calculo Potencia de Bomba desde estanques hacia camión (TK2)

Datos cálculo de potencia de la bomba		
Datos	Valores	Unidades
$-W$	8,099	$Kg_f * m/Kg$
ρ	800	Kg/m^3
Q	0,013	m^3/s
η	0,600	----

Tabla 66: Datos para Calculo Potencia de Bomba desde Estanques hacia camión (TK2). Fuente: Elaboración Propia.

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad \text{Ecuacion de Potencia} \quad \text{Ec 10.6}$$

Reemplazando los datos de la Tabla 66 en la Ec 10.6:

$$P = \frac{8,099 * 800 * 0,013}{0,600} = 140,38 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ HP} = 75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}$$

Realizando la conversión se obtiene:

$$P = \frac{140,38 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}}{75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}} = 1,88 \text{ HP}$$

Considerando un 10% de sobredimensionamiento:

$$P = 1,88 \text{ HP} * 1,1 = 2,1 \approx 3 \text{ HP}$$

Dimensionamiento Equipos de impulsión estanque N° 3 (TK3)

Para realizar el dimensionamiento de los equipos de impulsión para realizar las operaciones de almacenaje de sustancias peligrosas líquidas a granel se tomó como referencia la Figura 7 en la cual se señala la dirección del flujo, el tramo de succión y el tramo de descarga de la bomba.

Datos:

Sustancia a transportar: 2 Etil Hexanol

Densidad (ρ): 830 Kg/m^3

Viscosidad Dinámica: $0,01 \text{ kg/m} * \text{s}$

Caudal: $0,01221 \text{ m}^3/\text{s}$

Tiempo estimado llenado camión: 22 min

Velocidad de Succión: $1,524 \text{ m/s}$

Velocidad Descarga: $2,500 \text{ m/s}$

Diametro de Cañería: $0,101 \text{ m} = 4 \text{ plg}$

Material Líneas: Acero Carbono A-53, SCHEDULE 40 (C/C)

Descarga desde camión hacia estanque (TK3)

Calculo perdidas de carga para Descarga (TK3)

Para determinar las pérdidas de carga que se producen a lo largo de las líneas de operación producto de los fitting se debe determinar el factor de fricción producido por estas.

La Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa tiene como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: $0,101 \text{ m}$

V = Velocidad de descarga: $2,500 \text{ m/s}$

ν = Viscosidad Dinámica: $0,01 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{830 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 2,5 \text{ m/s}}{0,01 \text{ kg/m} \cdot \text{s}} = 20.957,5 = 2,09 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101 \text{ mm}$.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,027$$

La Tabla 67 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	4	1,8	7,20
Válvula de bola 4"	1	1,37	1,37
Cañería 4"	1	14	21,5
Reducción de 4" a 2"	1	0,82	0,82
			30,89

Tabla 67: Detalle para cálculo de largo equivalente Descarga (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Perdidas de carga para descarga} \quad \text{Ec 10.4}$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 30,89 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,027

V = Velocidad de descarga: 2,500 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m/Kgf * s²)

Reemplazando los datos en la ecuación de pérdidas de carga:

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,027 * \left(\frac{30,89}{0,101} * \frac{2,5^2}{2 * 9,81} \right) = 2,631 \text{ (Kg}_f \text{ * m / Kg)}$$

Calculo perdidas de carga para Succión (TK3)

Para determinar las pérdidas de carga para la succión se debe determinar la Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa, que tienen como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 1,524 m/s

ν = Viscosidad Dinámica: 0,01 kg/m * s

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{830 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 1,524 \text{ m/s}}{0,01 \text{ kg/m * s}} = 12,775,7 = 1,27 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f \left(Re, \frac{\epsilon}{D} \right)$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,032$$

La Tabla 68 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Te 4"	1	1,8	1,8
Válvula de bola 4"	2	1,37	4,11
Cañería 4"	1	3	4
Reducción de 2" a 4"	1	0,7	0,7
Codos 4"	2	1,8	3,6
			14,21

Tabla 68: Detalle para cálculo de largo equivalente Succión (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Perdidas de carga para succión} \quad \text{Ec 10.3}$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 14,21 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,032

V = Velocidad de descarga: 1,524 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.3:

$$h_{fs} = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,032 * \left(\frac{14,21}{0,101} * \frac{1,524^2}{2 * 9,81} \right) = 0,533 \quad (Kg_f * m / Kg)$$

Calculo Balance de Energía desde camión hacia estanque (TK3)

Para determinar el balance de energía se utilizara la ecuación de Bernoulli, en la Tabla 69 se muestran los datos para reemplazar.

Datos para cálculo de Balance de Energía		
Datos	Valores	Unidades
$\Delta P/\rho$	0	---
$\Delta V^2/2 * g_c$	0,200	$Kg_f * m/Kg$
ΔZ	6,5	m
hf_s	0,533	$Kg_f * m/Kg$
hf_d	2,631	$Kg_f * m/Kg$

Tabla 69: Datos para Calculo Balance de Energía desde camión hacia Estanques (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad Ec 10.5$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = 0, (Estanque y camión abiertos a la atmosfera)$$

Reemplazando los datos de la Tabla 69 en la Ec 10.5:

$$-W = 0,200 + 6,5 + (0,533 + 2,631) = 9,864 (Kg_f * m/Kg)$$

Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia estanques (TK3)

Para determinar la potencia de la bomba se utilizara la ecuación de para determinar la potencia de la bomba, en la Tabla 70 se muestran los datos para reemplazar.

Datos para cálculo de potencia de la Bomba		
Datos	Valores	Unidades
$-W$	9,864	$Kg_f * m/Kg$
ρ	830	Kg/m^3
Q	0,013	m^3/s
η	0,600	----

Tabla 70: Datos para Calculo Potencia de Bomba desde camión hacia Estanques (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad \text{Ecuacion de Potencia} \quad \text{Ec 10.6}$$

Reemplazando los datos de la Tabla 70 en la Ec 10.6:

$$P = \frac{9,864 * 830 * 0,013}{0,600} = 177,39 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ HP} = 75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}$$

Realizando la conversión:

$$P = \frac{177,39 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}}{75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}} = 2,37 \text{ HP}$$

Considerando un 10% de sobredimensionamiento:

$$P = 2,37 \text{ HP} * 1,1 = 2,61 \approx 3 \text{ HP}$$

Descarga desde estanque hacia camión (TK3)

La Figura 8 en la cual se señala la dirección del flujo, el tramo de succión y el tramo de descarga de la bomba.

Calculo perdidas de carga para descarga (TK3)

La Ecuación de Reynolds junto con la Rugosidad Relativa tiene como función determinar el factor de fricción que se espera obtener en las cañerías de operaciones.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 2,500 m/s

ν = Viscosidad Dinámica: 0,01 kg/m * s

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{830 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 2,5 \text{ m/s}}{0,01 \text{ kg/m * s}} = 20.957,5 = 2,09 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,027$$

La Tabla 71 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	6	1,8	10,80
Válvula de bola 4"	3	1,37	4,11
Cañería 4"	1	12	12
Te 4"	1	1,8	1,8
Reducción de 4" a 2"	1	0,82	0,82
			28,53

Tabla 71: Detalle para cálculo de largo equivalente Descarga (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \text{ Perdidas de carga para descarga} \quad Ec 10.4$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 28,53 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,027

V = Velocidad de descarga: 2,500 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.4:

$$hf_d = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,027 * \left(\frac{28,53}{0,101} * \frac{2,5^2}{2 * 9,81} \right) = 2,430 \text{ (Kg}_f \text{ * m / Kg)}$$

Calculo perdidas de carga para Succión (TK3)

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\nu} \quad \text{Ecuacion de Reynolds} \quad \text{Ec 10.7}$$

Dónde:

Re = N° de Reynolds

D = Diámetro de Cañería: 0,101 m

V = Velocidad de descarga: 1,524 m/s

ν = Viscosidad Dinámica: 0,01 kg/m * s

Reemplazando los datos en la Ec 10.7:

$$Re = \frac{830 \text{ Kg/m}^3 * 0,101 \text{ m} * 1,524 \text{ m/s}}{0,01 \text{ kg/m * s}} = 12,775,7 = 1,27 * 10^4$$

De acuerdo a la Figura 41 la Rugosidad absoluta para el acero comercial corresponde a ϵ : 0,05 y el diámetro de la tubería corresponde a $D=101$ mm.

$$\text{Rugosidad Absoluta} = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,05}{101} = 0,0004$$

Por lo tanto el factor de fricción de las líneas es una función de $f(Re, \frac{\epsilon}{D})$, de acuerdo al Grafico de Moody (Figura 40).

$$f = 0,032$$

La Tabla 72 muestra el detalle considerado para determinar el largo equivalente de la línea de operación:

Detalle largo Equivalente			
detalle	cantidad	Valor (m)	Total (m)
Codo 4"	2	1,8	3,6
Válvula de bola 4"	2	1,37	2,74
Cañería 4"	1	13,5	13,5
Cañería de 2" a 4"	1	0,7	0,7
			20,54

Tabla 72: Detalle para cálculo de largo equivalente Succión (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$hf_s = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \quad \text{Perdidas de carga para succión} \quad \text{Ec 10.3}$$

Dónde:

L_{Eq} = Largo equivalente 20,54 (m)

f = factor de fricción de fitting 0,026

V = Velocidad de descarga: 1,524 (m/s)

g_c = Contante de gravedad 9,81 (Kg * m / Kg_f * s²)

Reemplazando los datos en la Ec 10.3:

$$h_{fs} = f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) = 0,032 * \left(\frac{20,54}{0,101} * \frac{1,524^2}{2 * 9,81} \right) = 0,770 \quad (Kg_f * m / Kg)$$

Calculo Balance de Energía desde Estanques hacia camión (TK3)

Datos calculo balance de energía		
Datos	Valores	Unidades
$\Delta P/\rho$	0	---
$\Delta V^2/2 * g_c$	0,200	$Kg_f * m/Kg$
ΔZ	5,5	m
hf_s	0,770	$Kg_f * m/Kg$
hf_d	2,430	$Kg_f * m/Kg$

Tabla 73: Datos para Calculo Balance de Energía desde Estanques hacia camión (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$-W = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 * g_c} + \Delta Z + \left[f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) + f \left(\frac{L_{Eq}}{D} * \frac{V^2}{2 * g_c} \right) \right] \quad Ec 10.5$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = 0, (Estanque y camión abiertos a la atmosfera)$$

Reemplazando los datos de la Tabla 73 en la Ec 10.5:

$$-W = 0,200 + 5,5 + (0,770 + 2,430) = 8,90 (Kg_f * m/Kg)$$

Calculo Potencia de Bomba desde estanques hacia camión (TK3)

Datos cálculo de potencia de la bomba		
Datos	Valores	Unidades
$-W$	8,90	$Kg_f * m/Kg$
ρ	830	Kg/m^3
Q	0,013	m^3/s
η	0,600	----

Tabla 74: Datos para Calculo Potencia de Bomba desde Estanques hacia camión (TK3). Fuente: Elaboración Propia.

$$P = \frac{-W * \rho * Q}{\eta} \quad \text{Ecuacion de Potencia}$$

Ec 10.6

Reemplazando los datos de la Tabla 74 en la Ec 10.6:

$$P = \frac{8,90 * 830 * 0,013}{0,600} = 160,05 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ HP} = 75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}$$

Realizando la conversión se obtiene:

$$P = \frac{160,05 \text{ (Kg}_f \text{ * m/s)}}{75 \text{ Kg}_f \text{ * m/s}} = 2,13 \text{ HP}$$

Considerando un 10% de sobredimensionamiento:

$$P = 2,13 \text{ HP} * 1,1 = 2,34 \approx 3 \text{ HP}$$

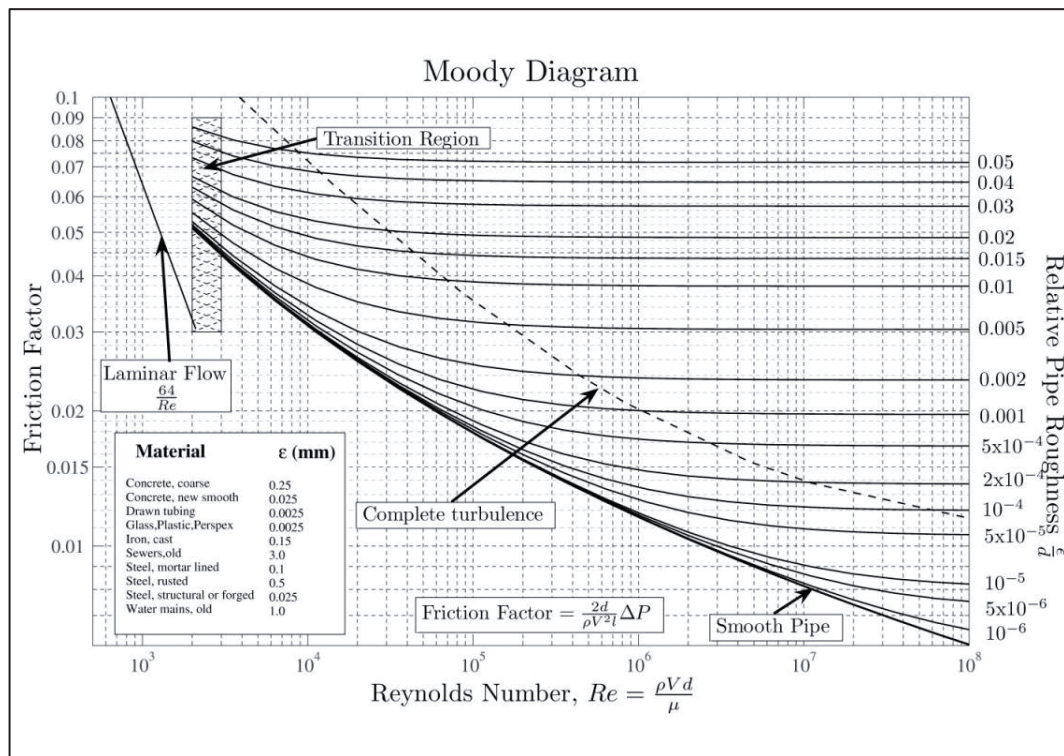


Figura 39: Diagrama de Moody. Fuente ⁽⁴⁹⁾

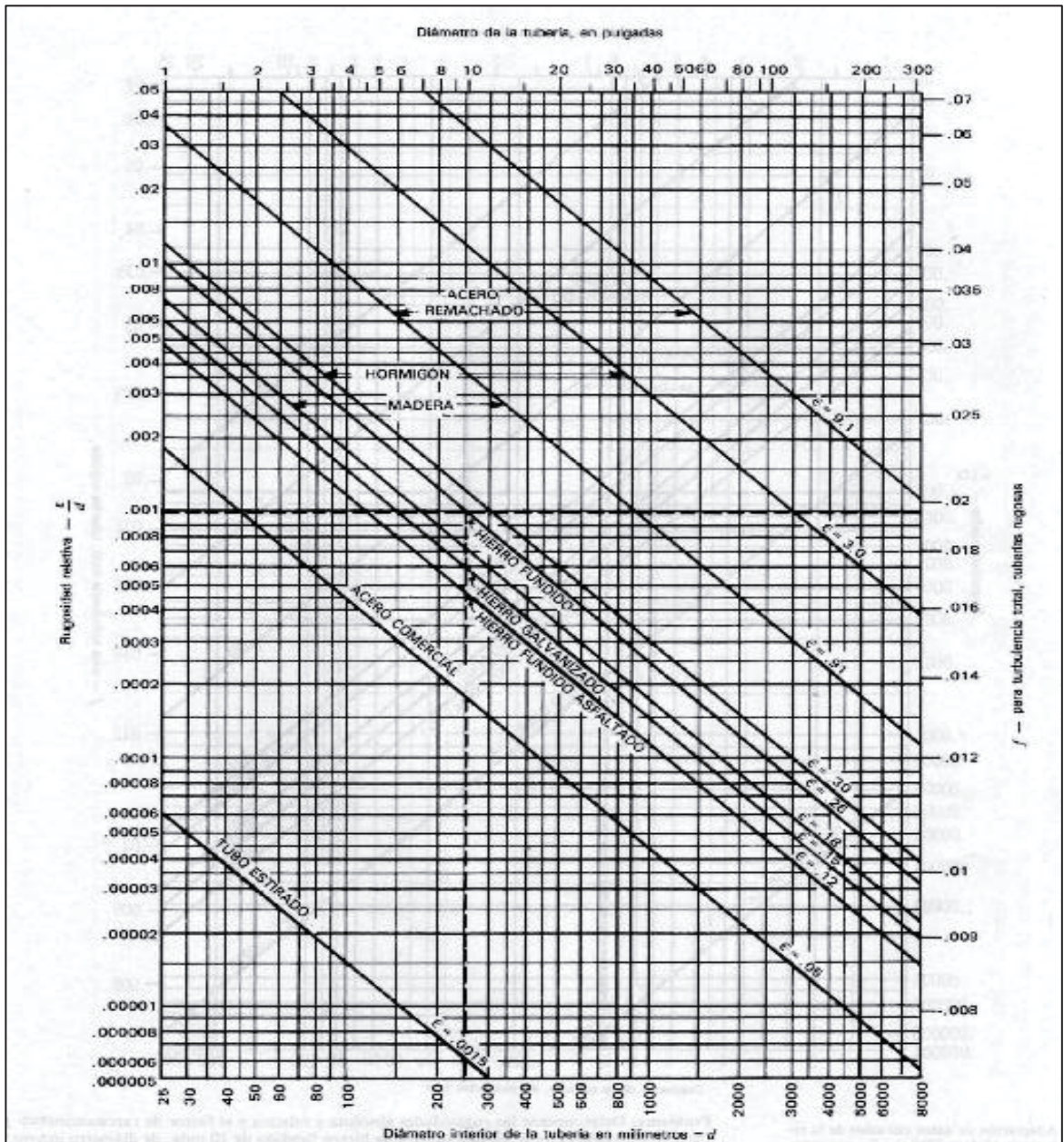


Figura 40: Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total. Fuente ⁽⁵⁰⁾

Anexo I: Características Equipos de Impulsión

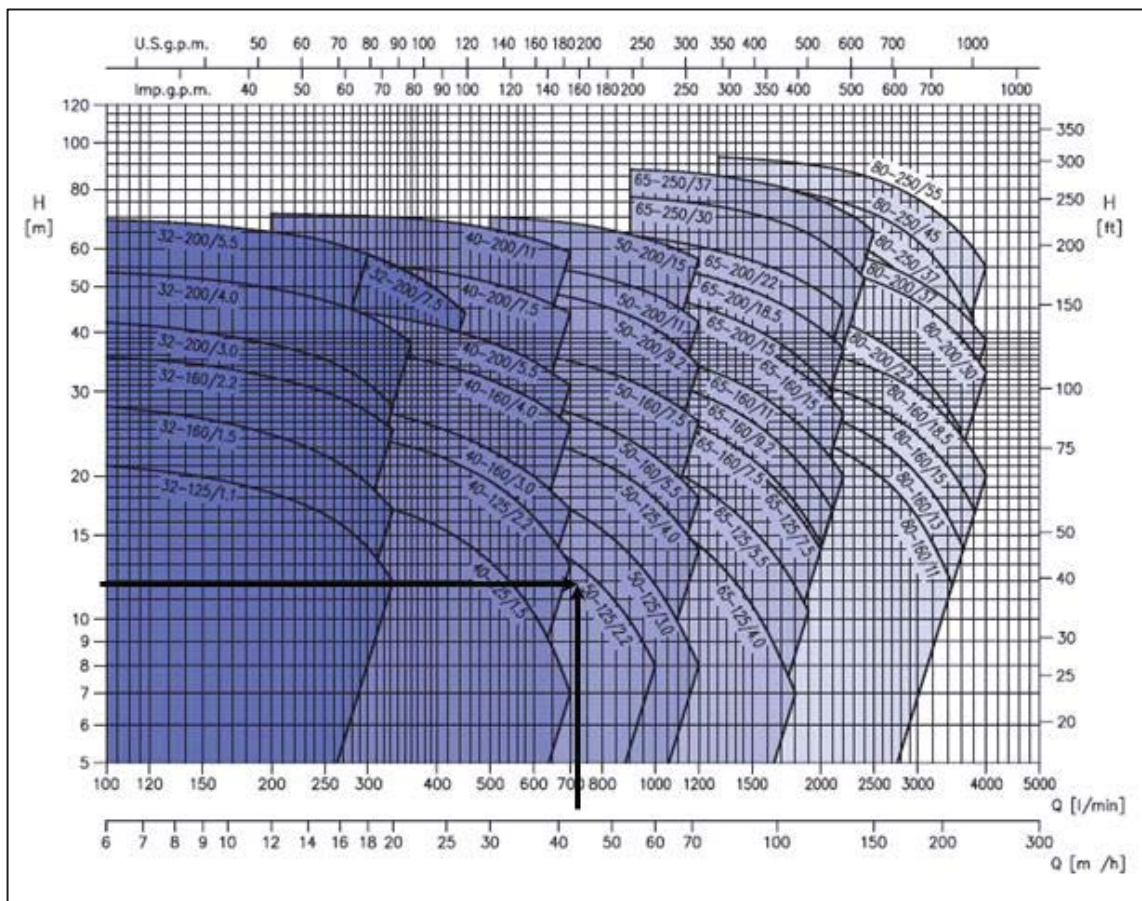


Figura 41: Campo de trabajo de bombas centrífugas a 2900 rpm⁽⁵¹⁾.

Bomba	kW	CV	l/min m³/h	Q=Caudal																
				100	200	300	333	400	500	600	700	1000	1200	1700	1900	2100	2200	2300	2400	2500
				6	12	18	20	24	30	36	42	60	72	102	114	126	132	138	144	150
				H=Altura manométrica total (m)																
32-125/1.1 (M)	1,1	1,5		21	18,4	14,1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32-160/1.5 (M)	1,5	2		28	24,5	19,2	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32-160/2.2 (M)	2,2	3		35,5	32	27	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32-200/3.0	3	4		42	37,5	31	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32-200/4.0	4	5,5		53,5	49,5	43,5	40,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32-200/5.5	5,5	7,5		69	65	58,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32-200/7.5	7,5	10		69	65	58,3	55,5	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
40-125/1.5 (M)	1,5	2		-	19	17,6	17	15,7	13,2	10,3	7	-	-	-	-	-	-	-		
40-125/2.2 (M)	2,2	3		-	25,5	24	23,5	22	19,5	16,4	13	-	-	-	-	-	-	-		
40-160/3.0	3	4		-	29,5	27,5	27	25,5	22,5	20	17	-	-	-	-	-	-	-		
40-160/4.0	4	5,5		-	38,5	37	36	34,5	32	29	25,5	-	-	-	-	-	-	-		
40-200/5.5	5,5	7,5		-	45,5	44	43	41	38	35	31	-	-	-	-	-	-	-		
40-200/7.5	7,5	10		-	57	55,5	55	53,5	51	47,5	44	-	-	-	-	-	-	-		
40-200/11	11	15		-	71	70	70	68,5	66	63	59	-	-	-	-	-	-	-		
50-125/2.2 (M)	2,2	3		-	-	-	-	17,5	16,3	14,9	13,4	8	-	-	-	-	-	-		
50-125/3.0	3	4		-	-	-	-	20,5	19,6	18,4	17	11,8	8	-	-	-	-	-		
50-125/4.0	4	5,5		-	-	-	-	26	25	24	22,5	17,9	14	-	-	-	-	-		
50-160/5.5	5,5	7,5		-	-	-	-	31	30	28,5	27	22	18	-	-	-	-	-		
50-160/7.5	7,5	10		-	-	-	-	38,5	37,5	36	35	30	26	-	-	-	-	-		
50-200/9.2	9,2	12,5		-	-	-	-	50	49	47,5	40,5	34	-	-	-	-	-	-		
50-200/11	11	15		-	-	-	-	56	55	54	48	42	-	-	-	-	-	-		
50-200/15	15	20		-	-	-	-	70	69	68	62	57	-	-	-	-	-	-		
65-125/4.0	4	5,5		-	-	-	-	-	20	19,4	16,5	14,4	8,6	6,3	-	-	-	-		
65-125/5.5	5,5	7,5		-	-	-	-	-	25	24,5	21,5	19,1	13,3	10,8	8	-	-	-		
65-125/7.5	7,5	10		-	-	-	-	-	30,5	29,5	27	24,7	18,7	16,1	13,4	12	-	-		
65-160/7.5	7,5	10		-	-	-	-	-	-	30	27	25,9	19,9	17,1	14,2	-	-	-		
65-160/9.2	9,2	12,5		-	-	-	-	-	-	34,5	32	29,9	23,9	21,1	18,3	16,8	-	-		
65-160/11	11	15		-	-	-	-	-	-	38,5	36	34,2	28,4	25,8	23	21,5	20	-		
65-160/15	15	20		-	-	-	-	-	-	45,5	43	41	35,3	32,6	29,6	28	26,5	-		
65-200/15	15	20		-	-	-	-	-	-	51	48	45,5	38,4	35,3	31,8	30	-	-		
65-200/18.5	18,5	25		-	-	-	-	-	-	58,5	55,5	53	46	43	39,7	38	36,3	-		
65-200/22	22	30		-	-	-	-	-	-	65,5	63	60,5	54	51	48	46,5	45	-		
65-250/30*	30	40		-	-	-	-	-	-	76	74,5	68	64,5	60	57,5	55	52	-		
65-250/37*	37	45		-	-	-	-	-	-	87	86,5	80,5	77,5	74	72	70	67,5	65		

Figura 42: Tabla de características a 2900 rpm electrobomba modelos 3M/3LM⁽⁵²⁾

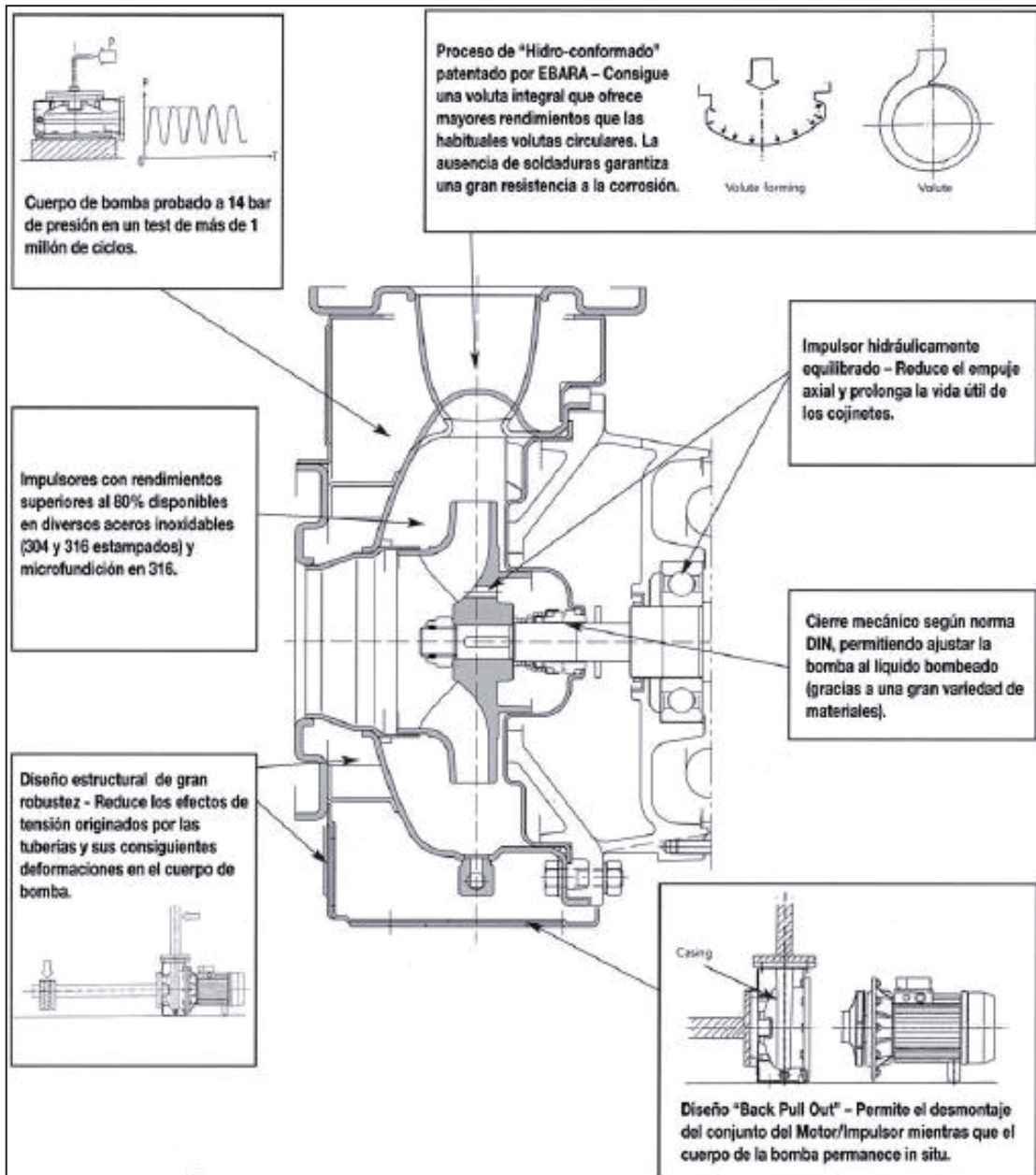


Figura 43: Caracterización Bombas Centrifugas. ⁽⁵³⁾

Anexo J: Estimación costo equipos principales

Estanques de almacenaje

De acuerdo a una cotización facilitada por Celta-GDS en cuanto a Estanques de almacenaje, se procedió a estimar los costos actualizados de estos equipos.

Estanques de Almacenaje	
Datos	Valores
Material	Acero Carbono
Capacidad	600 m ³
Año Cotización	2007
Lugar de Construcción	San Antonio
Costo	3954,75 UF

Tabla 75: Tabla: Datos para estimación de costos para estanques de almacenaje. Fuente: Elaboración Propia.

Escalamiento por Capacidad

De acuerdo a la fórmula:

$$C_f = C_i * (Q_f / Q_i)^x \text{ Relacion de escalamiento por capacidad}$$

Dónde:

$$C_f = \text{Costo final}$$

$$C_i = \text{Costo inicial}$$

$$Q_i = \text{Capacidad inicial}$$

$$Q_f = \text{Capacidad final}$$

$$X = \text{Factor de Escalamiento}$$

Datos para escalamiento en el año 2007:

$$C_f = \text{Costo final}$$

$$C_i = 3954,75$$

$$Q_i = 600 \text{ m}^3$$

$$Q_f = 320 \text{ m}^3$$

$$X = 0,67$$

Reemplazando los datos en la relación de escalamiento por capacidad para el año 2007:

$$C_f = 3954,75 * (320/600)^{0,67}$$

$$C_f = 2595,42 \text{ UF}$$

Estimación costo equipos en el presente.

Estanques de Almacenaje	
Datos	Valores
$C_p = \text{Costo Presente}$	-----
$C_0 = \text{Costo Pasado}$	2595,42
$I_p = \text{Index Presente}$	566,5 ⁽⁵⁴⁾
$I_0 = \text{Index Pasado}$	525,4 ⁽⁵⁴⁾

Tabla 76: Datos para estimación costo de equipos. Fuente: Elaboración propia.

$$C_p = C_0 * (I_p / I_0) \text{ Relacion para estimar costos en el presente}$$

En donde:

$$C_p = \text{Costo Presente}$$

$$C_0 = \text{Costo Pasado}$$

$$I_p = \text{Index Presente}$$

$$I_0 = \text{Index Pasado}$$

Reemplazando los datos de la Tabla 76 en la Relación para estimar costos en el presente:

$$C_p = 2595,42 * (566,5 / 525,4)$$

Por lo tanto el costo de un estanque para el año 2013 corresponderá a un total de:

$$C_p = 2798,45 \text{ UF}$$

Bombas centrifugas

De acuerdo a la estimación de la potencia requerida por los equipos (ANEXO H) se consultó el catalogo 2013 de la empresa EBARA ESPAÑA BOMBAS S.A, la cual está disponible en la web para realizar las respectivas consultas.

Electrobombas Centrifugas AISI 316 L		
Modelo	Potencia	Costo FOB
50-125/2,2	2,2 kW	1.266 €

Tabla 77: Datos de Electrobombas seleccionadas. Fuente ⁽³⁹⁾

Para conocer el precio estimado CIF se utiliza la siguiente expresion:

$$CIF = \frac{FOB}{0,8} \text{ Relacion para estimar el costo CIF}$$

En consecuencia sabiendo:

Valor Euro, 1° Agosto 2013: \$685,58 (pesos Chilenos)

Electrobombas Centrifugas AISI 316 L		
Modelo	Potencia	Costo FOB
50-125/2,2	2,2 kW	\$867.944,28

Tabla 78: Conversión a moneda chilena de costos de bombas centrifugas. Fuente ⁽²⁹⁾

Reemplazando los datos de la Tabla 78 para modelo 50-125/2,2:

$$CIF = \frac{\$867.944,28}{0,8} = \$1.084.930,35$$

Sabiendo que el valor UF, 1° Agosto 2013 que corresponde a \$22954,32.

$$CIF = \frac{\$1.084.930,35}{22.954,32 \text{ \$/UF}} = 47,26 \text{ UF}$$

Grúa Horquilla.

De acuerdo a la cotización realizada para Celta-GDS ⁽³⁷⁾ por parte de la empresa LINDE HIGH LIFT CHILE S.A, se determinó el costo del equipo.

Grúa Horquilla	
Equipo	
Modelo	H25T
Capacidad	2500 Kilos
Motor Alemán	VOLKSWAGEN 2.000 CC.
Mástil	Triplex
Altura/ Replegado	4.050/2.604 mm
Combustible	Gas
Horquillas	1.200 mm
Costo	326,74 UF

Tabla 79: Datos equipos grúa horquilla cotizada por Celta-GDS. Fuente ⁽³⁷⁾

Anexo K: Estimación Consumos de Servicios.

Estimación de requerimientos de electricidad

Para la estimación de la energía eléctrica requerida para el sitio de almacenaje, se procedió a calcular la cantidad de M³ totales de líquidos a granel a almacenar de la siguiente forma:

$$567 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 6.804 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Considerando que se operara a razón de 32 m³/Hora (dos camiones por cada hora):

$$\frac{6.804 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}{32 \frac{\text{m}^3}{\text{Horas de operacion}}} = 213,63 \frac{\text{Horas de operacion}}{\text{año}}$$

Las cuales corresponden a una modalidad, ya sea Carga o Descarga de líquidos.

En la Tabla 80 se muestra el total de Horas de Operación de Bombas centrifugas al Año.

Uso estimado Bombas Centrifugas					
Año	M ³ /mes	M ³ /año	Operación Carga (Horas/año)	Operación Descarga (Horas/año)	Uso total Bombas (Horas/año)
2014	567	6.804	212,63	212,63	425,25
2015	593	7.116	222,38	222,38	444,75
2016	624	7.488	234,00	234,00	468,00
2017	653	7.836	244,88	244,88	489,75
2018	688	8.256	258,00	258,00	516,00
2019	722	8.664	270,75	270,75	541,50
2020	757	9.084	283,88	283,88	567,75
2021	795	9.540	298,13	298,13	596,25
2022	834	10.008	312,75	312,75	625,50
2023	877	10.524	328,88	328,88	657,75

Tabla 80: Uso Estimado de Bombas Centrifugas en Operación. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los datos de la Tabla 80 se procedió a realizar el cálculo de Uso de energía estimada para bombas centrífugas durante las operaciones.

Operación Descarga Estanques (Bomba 3 Hp):

$$3 \text{ Hp} = 2,24 \text{ kW}$$

$$213,63 \frac{\text{Horas de operacion}}{\text{año}} * 2,24 \text{ kW} = 475,66 \text{ kW} - \text{hr}$$

En la Tabla 81 se muestra el total estimado de kW-hr para el periodo total del trabajo de tesis.

Consumo de Energía Estimada Bombas Centrífugas			
Año	Operación Carga Estanques. Kw-h	Operación Descarga Estanques Kw-h	Total Kw-h
2014	475,66	475,66	951,33
2015	497,48	497,48	994,95
2016	523,48	523,48	1.046,96
2017	547,81	547,81	1.095,62
2018	577,17	577,17	1.154,34
2019	605,69	605,69	1.211,39
2020	635,06	635,06	1.270,11
2021	666,94	666,94	1.333,87
2022	699,65	699,65	1.399,31
2023	735,73	735,73	1.471,45

Tabla 81: Uso de Energía estimada para bombas centrífugas en operación. Fuente: Elaboración Propia.

Requerimiento y Abastecimiento de Agua

Para la estimación de requerimientos y abastecimiento de agua para el sitio de almacenaje de carga peligrosa de Celta-GDS, se hará uso de Agua envasada para el consumo humano, se determinó de acuerdo a D.S 594/1999, Artículo N° 15, un abastecimiento mínimo diario correspondiente a 30L/Día/por trabajador.

La Tabla 82 muestra el Stock mínimo de agua envasada que se debe tener en las instalaciones de Celta-GDS.

Stock mínimo de agua para el consumo humano			
Año	(L/día)	(L/mes)	(L/año)
2014	150,00	390,00	4.680,00
2015	150,00	390,00	4.680,00
2016	150,00	390,00	4.680,00
2017	150,00	390,00	4.680,00
2018	150,00	390,00	4.680,00
2019	150,00	390,00	4.680,00
2020	150,00	390,00	4.680,00
2021	150,00	390,00	4.680,00
2022	150,00	390,00	4.680,00
2023	150,00	390,00	4.680,00

Tabla 82: Estimación Stock mínimo de agua para consumo humano dentro de sitio de almacenaje.
Fuente: Elaboración Propia.

Requerimiento de Combustible

La operación del proyecto requiere la utilización de dos grúas horquilla, que utilizan Gas Licuado de petróleo, para estimar la cantidad necesaria de GLP se procedió de la siguiente manera:

Es importante mencionar que cada camión rampla encargado del transporte, tiene capacidad para 22 maxisacos, o en su defecto contenedores con capacidad equivalente.

Para el caso de Hidrosulfuro de Sodio:

Se estima un recambio anual de 36 TonM, por lo tanto:

$$36 \frac{\text{TonM}}{\text{Año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = 3 \frac{\text{TonM}}{\text{mes}}$$

En consecuencia se estima que se moverán 3 TonM/mes (Ingreso al sitio de almacenaje) y 3 TonM/mes (Despacho a clientes), lo que significa que se realizarán 2 movimientos (Consolidación y Des consolidación de carga).

De la misma forma se procedió para las otras dos sustancias peligrosas (Ferrosilicio y Sulfuro de Sodio).

En las Tablas 83, 84 y 85 se muestran el detalle de los movimientos que deben realizar las grúas horquillas para las operaciones en bodega.

Uso Estimado de Grúas Horquilla (Hidrosulfuro de Sodio)			
Año	H. de Sodio TonM	Ingreso-Despacho (TonM/mes)	(Movimientos Grúas Horquilla)
2014	36,00	3,00	2,00
2015	38,00	3,17	2,00
2016	40,00	3,33	2,00
2017	42,00	3,50	2,00
2018	44,00	3,67	2,00
2019	46,00	3,83	2,00
2020	48,00	4,00	2,00
2021	51,00	4,25	2,00
2022	53,00	4,42	2,00
2023	56,00	4,67	2,00

Tabla 83: Uso estimado de Grúas Horquilla: Hidrosulfuro de Sodio. Fuente: Elaboración Propia.

Uso Estimado de Grúas Horquilla (sulfuro de Sodio)			
Año	S. de Sodio TonM	Ingreso-Despacho (TonM/mes)	(Movimientos Grúas Horquilla)
2014	206,00	17,17	2,00
2015	216,00	18,00	2,00
2016	227,00	18,92	2,00
2017	238,00	19,83	2,00
2018	250,00	20,83	2,00
2019	263,00	21,92	2,00
2020	276,00	23,00	2,00
2021	290,00	24,17	4,00
2022	304,00	25,33	4,00
2023	320,00	26,67	4,00

Tabla 84: Uso estimado de Grúas Horquilla: sulfuro de Sodio. Fuente: Elaboración Propia.

Uso Estimado de Grúas Horquilla (Ferrosilicio)			
Año	Ferrosilicio TonM	Ingreso-Despacho (TonM/mes)	(Movimientos Grúas Horquilla)
2014	581,00	48,42	6,00
2015	610,00	50,83	6,00
2016	640,00	53,33	6,00
2017	672,00	56,00	6,00
2018	706,00	58,83	6,00
2019	741,00	61,75	6,00
2020	778,00	64,83	6,00
2021	817,00	68,08	8,00
2022	858,00	71,50	8,00
2023	901,00	75,08	8,00

Tabla 85: Uso estimado de Grúas Horquilla: Ferrosilicio. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los datos entregados por las Tablas 83, 84 y 85 se procedió a estimar el consumo de GLP anual de la siguiente manera:

Se consideró que un Gas de 15 Kg tenía una duración aproximada de 5 movimientos de carga por grúa (5 Camiones, ya sea para operación de Consolidación de Carga y/o Desconsolidación de carga.

En consecuencia:

$$\frac{10 \frac{\text{movimientos}}{\text{mes}} * 15 \frac{\text{Kg GLP}}{\text{Grúa}} * 2\text{Grúa}}{5 \text{ movimientos}} = 60 \frac{\text{Kg GLP}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = 720 \frac{\text{Kg GLP}}{\text{año}}$$

Por lo tanto en la Tabla 86 se muestra el total estimado de Kg de GLP para el periodo de estudio del trabajo de Tesis.

Consumo Estimado de GLP por parte de Grúas Horquilla			
Año	Movimiento/mes	(Kg GLP/mes)	(Kg GLP/ año)
2014	10,00	60,00	720,00
2015	10,00	60,00	720,00
2016	10,00	60,00	720,00
2017	10,00	60,00	720,00
2018	10,00	60,00	720,00
2019	10,00	60,00	720,00
2020	10,00	60,00	720,00
2021	14,00	90,00	1.080,00
2022	14,00	90,00	1.080,00
2023	14,00	90,00	1.080,00

Tabla 86: Consumo estimado de GLP por parte de Grúas Horquillas en sitio de almacenaje de carga peligrosa. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo L: Hojas de datos de Seguridad sustancias peligrosas.

Sección 1: Identificación de la sustancia Química y del proveedor.

Nombre de la sustancia química: ISOBUTANOL

Código interno de la sustancia química: -----

Proveedor/Fabricante/comercializador: -----

Dirección: -----

Teléfono de emergencia en Chile: CITUC (emergencias químicas)

Fax: -----

Email: -----

Sección 2: Información sobre la sustancia o Mezcla

Nombre Químico (IUPAC): 2-metilpropanol

Formula Química: $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$

Sinónimos: Alcohol isobutílico, isopropilcarbinol.

N° CAS: 78-83-1

N° NU: 1212

Sección 3: Identificación de los Riesgos

Marca en etiqueta NCh.2190: INFLAMABLE

Clasificación de riesgos de la sustancia química

a) Riesgos para la salud de las personas: Es un anestésico que puede causar náuseas, mareos, dolor de cabeza e irritación del sistema respiratorio.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez): Es un irritante suave de la piel y las mucosas.

Inhalación: Causa irritación del sistema respiratorio. Si la exposición es prolongada, puede anesthesiarse la persona expuesta.

Contacto con la piel: La piel se reseca.

Contacto con los ojos: Provoca enrojecimiento, dolor y visión borrosa.

Ingestión: Genera diarrea, náuseas y vómitos.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): La exposición prolongada puede causar dermatitis.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto: las personas que sufren afecciones pulmonares crónicas o las que presentan problemas a la piel no deben ser expuestas a los vapores de este producto.

b) Riesgos para el medio ambiente: La entrada de este producto en aguas naturales es peligrosa en bajas concentraciones.

c) Riesgos especiales de la sustancia: El mayor peligro de este producto es la Inflamabilidad.

Sección 4: medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

Inhalación: Lleve a la víctima al aire libre y hágala respirar profunda y calmadamente. En caso necesario, ayude a la respiración. Contacte a un médico.

Contacto con la piel: Lave con abundante agua corriente, si el enrojecimiento persiste, contacte con un médico.

Contacto con los ojos: Lave con abundante agua corriente a lo menos por 15 minutos. A la brevedad contacte un médico.

Ingestión: Si el individuo está consciente, PROVOQUE LOS VOMITOS y de a beber agua o leche. Contacte un médico.

Notas para el médico tratante: Trate según los síntomas presentes y mantenga a la víctima en reposo.

Sección 5: medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción: Polvo químico seco, agua en forma de niebla, anhídrido carbónico o espuma para alcoholes.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Refrigere los contenedores expuestos al fuego para evitar su calentamiento. Al atacar el fuego procure tener el viento en su espalda.

Equipos de protección personal especiales para el combate del fuego: Proteja su sistema respiratorio con equipos autónomos. Proteja sus ojos contra posibles salpicaduras.

Sección 6: Medidas para controlar derrames y fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material: Aleje a todas las personas que no están directamente comprometidas en el dominio de la emergencia. Aísle la zona y señalice el peligro. Elimine las fuentes de ignición. Haga diques para evitar la entrada en fuentes naturales de aguas y alcantarillas. Recupere todo el material que sea posible sin riesgo personal.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Use traje químico tipo B (Espacio abierto), en el caso de los espacios confinados deberá ser utilizado traje encapsulado nivel A. Botas y guantes de protección química. Use trompa respiratoria con filtros para vapores orgánicos (amarillos) o equipo de respiración autónomo, según sea el caso (espacios abiertos o cerrados).

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: haga diques para evitar la entrada a cursos naturales de agua.

Métodos de limpieza: recupere todo el material que sea posible. El resto puede ser absorbido con absorbentes o con arena y guardado en tambores cerrados para su posterior disposición.

Método de eliminación de desechos: se recomienda su incineración en instalaciones especialmente diseñadas para tal efecto.

Sección 7: manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: Mantener alejadas las fuentes de ignición, tales como soldaduras y otras. En los recintos en que se manipule el producto debe haber buena ventilación.

Precauciones a tomar: Mantenga los contenedores cerrados. Al manipular, use siempre el equipo de protección personal recomendado.

Recomendaciones de manipulación segura, específicas: Saque del contenedor solo la cantidad necesaria para el proceso. Evite exponer cantidades mayores en forma innecesaria.

Condiciones de almacenamiento: Almacenar en lugar fresco, ventilado y a resguardo de la exposición al sol.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: Solo se deben utilizar envases metálicos. Producto de la posible generación de electricidad estática no deben ser utilizados tambores o recipientes plásticos.

Sección 8: Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: La buena ventilación es indispensable en los lugares en que se manipule el producto. Asimismo, es indispensable el uso de los equipos de protección personal recomendados.

Paramentos para control: Límites permisibles: 100 ppm

Límites permisibles (LPP-LPA-LPT): Dato no disponible.

Protección respiratoria: Trompa respiratoria con filtros para vapores orgánicos.

Guantes de protección de la vista: Guantes de puño largo, de protección química.

Protección de la vista: Lentes de protección química.

Otros equipos de protección: Botas de neopreno y delantal de PVC.

Ventilación: Debe existir en el lugar de la manipulación del producto, ya sea natural o forzada.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Líquido

Apariencia y olor: Incoloro, olor característico.

Concentración: 100%

PH concentración y temperatura: No corresponde, No Disponible.

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: No Disponible.

Puntos de inflamación: 28° C

Límites de inflamabilidad: No Disponible

Temperatura de auto ignición: 415° C

Peligros de fuego o explosión: Límite inferior de explosividad: 1,7%

Límite superior de explosividad: 10,9%

Presión de vapor a 20° C: 1,2 kPa

Densidad de vapor: 2,6

Densidad a 20° C: 0,8

Solubilidad en agua y otros solventes: 8,7 g/100 ml a 20° C

Sección 10: estabilidad y reactividad

Estabilidad: Estable

Condiciones que se deben evitar: Evite exponer los envases a la luz directa del sol.

Incompatibilidades (materiales que se deben evitar): Posibles riesgos por reacción con agentes oxidantes, ácidos minerales, halógenos, tricloruro de fósforo, trióxido de cromo. Con este último producto puede generar peligros de incendio. Incompatible con aldehídos, ésteres polimerizables, óxidos de alquenos, ácidos y anhídridos orgánicos. Ataca el plástico y el caucho.

Productos peligrosos de la descomposición: No descompone.

Productos peligrosos de la combustión: Solo los comunes en un incendio de material orgánico.

Polimerización peligrosa: No ocurrirá.

Sección 11: Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo: Por ingestión LD50=2460 mg/kg (rata Oral).

Toxicidad a largo plazo: Dermatitis de contacto

Efectos locales o sistemáticos: enrojecimiento de la piel, si se permite un contacto prolongado.

Sensibilidad alérgica: Puede producir dermatitis crónica.

Sección 12: información ecológica

Inestabilidad: Estable

Persistencia/degradabilidad: El Isobutanol es biodegradable en el mediano plazo, como muchos otros productos orgánicos no halogenados.

Bio-acumulación: No se producirá.

Efectos sobre el medio ambiente: Es nocivo para la vida acuática si entra en cursos de agua.

Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuo, desechos: Se recomienda la incineración en instalaciones especialmente diseñadas para tal efecto.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para eliminación de envases o embalajes contaminados: se recomienda asimismo su incineración en instalaciones especiales.

Sección 14: información sobre transporte

Transporte por carretera o ferrocarril: Clase 3,3, UN 1212

Vía marítima: Clase 3,3, UN 1212

Vía aérea: Clase 3,3, UN 1212

Vía fluvial/lacustre: Clase 3,3, UN 1212

Distintivos aplicables NCh.2190: INFLAMABLE

Numero NU: 1212

Sección 15: información reglamentaria

Normas internacionales aplicables: IMO/UN: Clase 3,3/1212

Normas nacionales aplicables: NCh 2190; NCh382; D.S 298; D.S 148

Marca en etiqueta: INFLAMABLE

Sección 16: Otras informaciones

No hay

Sección 1: Identificación de la sustancia Química y del proveedor.

Nombre de la sustancia química: ORTOXILENO

Código interno de la sustancia química: -----

Proveedor/Fabricante/comercializador: -----

Dirección: -----

Teléfono de emergencia en Chile: CITUC (emergencias químicas):

Fax: -----

Email: -----

Sección 2: Información sobre la sustancia o Mezcla

Nombre Químico (IUPAC): Ortóxileno

Formulación Química: $C_6H_4(CH_3)_2$

Sinónimos: Xilol; Dimetil-Benceno

N° CAS: 1330-20-7

N° NU: 1307

Sección 3: Identificación de los Riesgos

Marca en etiqueta NCh.2190: INFLAMABLE

Clasificación de riesgos de la sustancia química

a) Riesgos para la salud de las personas: Los vapores causan dolor de cabeza y mareos. El líquido irrita los ojos y la piel. Si llega a los pulmones causa tos fuerte, con rápido desarrollo de edema pulmonar. Si se ingiere, causa náuseas, vómitos, dolor de cabeza y coma. Puede ser fatal. Pueden ocurrir daños a los riñones e hígado.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):

Inhalación: Puede causar dolor de cabeza, respiración defectuosa o pérdida de la conciencia.

Contacto con la piel: Causa irritación de la piel.

Contacto con los ojos: Causa irritación de la conjuntiva.

Ingestión: Causa náuseas, vómitos, dolor de cabeza y puede llegar a producir coma.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): La exposición prolongada puede causar daños a los riñones e hígado.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto: las personas que tengan afecciones al pulmón, riñones o hígado no deben exponerse al producto.

b) Riesgos para el medio ambiente: Es peligroso para la vida acuática. Si entra en contacto con las tomas de agua, es peligroso.

c) Riesgos espaciales de la sustancia: El mayor peligro de este producto es la inflamabilidad.

Sección 4: medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

Inhalación: Lleve de inmediato a la persona al aire no contaminado. Si es necesario, ayude a la respiración. Consiga urgente ayuda médica.

Contacto con la piel: Lave con abundante agua y jabón.

Contacto con los ojos: Lave con abundante agua corriente a lo menos por 15 minutos. Consiga urgente atención médica.

Ingestión: Si la víctima esta consciente, dé a beber agua o leche. NO INDUZCA VOMITOS. Consiga urgente atención médica

Notas para el médico tratante: No existe ningún antídoto específico. Trate según los síntomas presentes.

Sección 5: medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción: Espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono. La niebla de agua puede no ser efectiva para extinguir estos incendios.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Refrigere los contenedores expuestos al fuego.

Equipos de protección personal especiales para el combate del fuego: Use equipo de protección respiratoria con cilindros y máscara completa. Casco con visor que permita reflejar el calor. Botas de seguridad.

Sección 6: Medidas para controlar derrames y fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material: Aísle el sector y aleje las posibles fuentes de ignición. Evacue el área en prevención de cualquier incendio.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Use traje y botas de protección química. Proteja las vías respiratorias con equipos de protección autónoma. Use guantes de protección química.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: haga diques para evitar la entrada del producto en alcantarillas. Absorba el material y recupere todo lo posible.

Métodos de limpieza: Los últimos restos pueden ser lavados con agua a presión. Se recomienda tratar de recoger estas aguas para tratarlas.

Método de eliminación de desechos: se recomienda su incineración en instalaciones especialmente diseñadas para tal efecto.

Sección 7: manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: Almacene los contenedores en lugares bien ventilados, en lo posible al aire libre. El almacenamiento al interior de edificios debe ser en un lugar especialmente acondicionado para el almacenamiento de inflamables.

Precauciones a tomar: Tome las precauciones normales para almacenar inflamables; lugares bien ventilados, con iluminación a prueba de explosión, con equipamiento cercano para el combate de incendios.

Recomendaciones de manipulación segura, específicas: Use anteojos de protección química, guantes de neopreno de puño largo y si las condiciones del lugar lo hacen necesario, trompa respiratoria con filtros para vapores orgánicos.

Condiciones de almacenamiento: El lugar debe ser bien ventilado, ojala al aire libre. En el interior, debe cumplir con las exigencias normales de un almacenamiento de líquidos inflamables.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: Solo se deben utilizar envases metálicos. Producto de la posible generación de electricidad estática no deben ser utilizados tambores o recipientes plásticos.

Sección 8: Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Los lugares en que se manipule el producto deben tener buena ventilación, natural o forzada.

Paramentos para control: Límites permisibles: Dato no disponible.

Límites permisibles (LPP-LPA-LPT): LPP: 80 ppm o 347mg/m³.

LPT: 150 ppm o 651 mg/m³.

Protección respiratoria: Si las condiciones del lugar lo hacen necesaria, use trompa respiratoria con filtros para vapores orgánicos.

Guantes de protección de la vista: Use guantes de neopreno o butilo, de puño largo.

Protección de la vista: Use anteojos de protección química.

Otros equipos de protección: Si la manipulación lo amerita, use delantal de PVC para proteger el cuerpo.

Ventilación: Debe ser buena, ya sea natural o forzada.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Líquido similar al agua.

Apariencia y olor: Incoloro, olor característico, dulce.

Concentración: <98%

PH concentración y temperatura: No corresponde, No Disponible.

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: No Disponible.

Puntos de inflamación: 30° C

Límites de inflamabilidad: No Disponible

Temperatura de auto ignición: 465° C

Peligros de fuego o explosión: Los vapores pueden extenderse un largo trecho, encender y retro explotar.

Presión de vapor a 20° C: 6,7 mbar.

Densidad de vapor: 3,67

Densidad a 20° C: 0,881

Solubilidad en agua y otros solventes: Insoluble en agua. Miscible con alcohol y éter.

Sección 10: estabilidad y reactividad

Estabilidad: Estable

Condiciones que se deben evitar: Proteja los contenedores contra daño físico. Separe de cualquier fuente de ignición.

Incompatibilidades (materiales que se deben evitar): Evite el contacto con materiales oxidantes.

Productos peligrosos de la descomposición: Descompone emitiendo humos acres e irritantes.

Productos peligrosos de la combustión: Al ser calentado a altas temperaturas emite humos acres.

Polimerización peligrosa: No ocurrirá.

Sección 11: Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo: Por ingestión; Grado 3: LD50=50 a 500 mg/kg.

Toxicidad a largo plazo: Produce daños a riñones e hígado.

Efectos locales o sistemáticos: En la piel produce sequedad e irritación.

Sensibilidad alérgica: No se producirá.

Sección 12: información ecológica

Inestabilidad: Es degradable.

Persistencia/degradabilidad: En un periodo relativamente corto, en condiciones adecuadas, es degradado.

Bio-acumulación: No se disponen de datos al respecto.

Efectos sobre el medio ambiente: Tóxico para la vida acuática en altas concentraciones.

Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuo, desechos: El método recomendado es la incineración.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para eliminación de envases o embalajes contaminados: Se recomienda su incineración.

Sección 14: información sobre transporte

Transporte por carretera o ferrocarril: Clase 3,3, NU 1307

Vía marítima: Clase 3,3, NU 1307

Vía aérea: Clase 3,3, NU 1307

Vía fluvial/lacustre: Clase 3,3, NU 1307

Distintivos aplicables NCh.2190: INFLAMABLE

Numero NU: 1307

Sección 15: información reglamentaria

Normas internacionales aplicables: IMO/UN: Clase 3,3/1307

Normas nacionales aplicables: NCh 2190; NCh382; D.S 298; D.S 148

Marca en etiqueta: INFLAMABLE

Sección 16: Otras informaciones

No hay

Sección 1: Identificación de la sustancia Química y del proveedor.

Nombre de la sustancia química: 2-ETIL HEXANOL

Código interno de la sustancia química: -----

Proveedor/Fabricante/comercializador: -----

Dirección: -----

Teléfono de emergencia en Chile: CITUC (emergencias químicas)

Fax: -----

Email: -----

Sección 2: Información sobre la sustancia o Mezcla

Nombre Químico (UPAC): 2-Etil Hexanol

Formula Química: CH₃ (CH₂)₃CH (CH₂CH₃) CH₂OH

Sinónimos: 2- etilhexan-1-OL, 2-etil-1-hexanol

N° CAS: 104-76-7

N° NU: 1987

Sección 3: Identificación de los Riesgos

Marca en etiqueta NCh.2190: INFLAMABLE

Clasificación de riesgos de la sustancia química

a) Riesgos para la salud de las personas: El producto es irritante para la piel, los ojos y las mucosas. Sus vapores, a elevadas concentraciones, tienen un efecto narcótico.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):

Inhalación: Puede irritar el tracto respiratorio.

Contacto con la piel: Puede haber acción irritante. Penetra a través de la piel.

Contacto con los ojos: El líquido es irritante para los ojos.

Ingestión: Puede causar efectos narcóticos, acompañados de náuseas y vómitos.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): Dato no disponible.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto: Dato no disponible.

b) Riesgos para el medio ambiente: Puede haber efectos adversos del producto sobre la vida acuática

c) Riesgos especiales de la sustancia: No hay peligros especiales del producto.

Sección 4: medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

Inhalación: Lleve a la persona al aire libre. Si es necesario, ayude a la respiración. Consiga ayuda médica.

Contacto con la piel: Lave con grandes cantidades de agua corriente. Si los síntomas persisten, busque ayuda médica. Bajo la ducha saque la ropa contaminada.

Contacto con los ojos: Lave con abundante agua corriente a lo menos por 15 minutos. Consiga pronta ayuda médica.

Ingestión: Si la persona está consciente, dé a beber agua o leche e INDUZCA LOS VOMITOS. Consiga ayuda médica inmediata.

Notas para el médico tratante: No existe un antídoto específico. Trate según los síntomas presentes.

Sección 5: medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción: CO₂ (anhídrido carbónico), polvo químico o agua en forma de niebla.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Evite el uso de espuma. Para refrigerar los contenedores expuestos a fuego use agua en forma de niebla (no en forma de chorros).

Equipos de protección personal especiales para el combate del fuego: Use equipo de respiración autónoma para atacar el fuego.

Sección 6: Medidas para controlar derrames y fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material: Elimine las fuentes de ignición. Asegure una buena ventilación del área. Trate de recuperar el material derramado. Si es necesario, haga diques para contener el derrame. No permita que entre en alcantarillado o cursos de agua.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Una protección personal completa, que incluye traje de protección, guantes y botas de neopreno. Si los vapores son muchos, use trompa respiratoria con filtros para productos orgánicos.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: Evite la entrada en cursos de agua y en alcantarillas.

Métodos de limpieza: Mezcle los residuos con un material absorbente y disponga de él en incineradores especialmente diseñados al efecto.

Método de eliminación de desechos: El material es combustible por lo que el método recomendado es la incineración.

Sección 7: manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: Mantenga alejado de fuentes de ignición. Los lugares en que se manipule el producto deben contar con buena ventilación, ya sea natural o forzada.

Precauciones a tomar: Evite respirar los vapores del producto. Evite el contacto con los ojos, piel y ropa.

Recomendaciones de manipulación segura, específicas: Mantenga alejado de oxidantes.

Condiciones de almacenamiento: Almacene en lugares protegidos de la luz solar y alejada de calor, ácida y oxidante. Mantenga los envases cerrados y en posición vertical. No vuelva a usar los envases desocupados: destrúyalos.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: Solo se deben utilizar envases metálicos. Producto de la posible generación de electricidad estática no deben ser utilizados tambores o recipientes plásticos.

Sección 8: Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Evite el contacto con el producto. Use su equipo de protección personal.

Límites permisibles: ponderado (LPP), absoluto (LPA) y temporal (LPT): Datos no disponible.

Protección respiratoria: Por lo general no es necesaria. Si las condiciones locales la hiciesen necesaria, use trompa respiratoria con filtros contra vapores orgánicos.

Guantes de protección de la vista: Guantes de neopreno, de puño largo.

Protección de la vista: Lentes de protección química.

Otros equipos de protección: Use delantal de neopreno o PVC.

Ventilación: En los lugares de manipulación del producto debe haber buena ventilación, ya sea natural o forzada.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Líquido

Apariencia y olor: Incoloro, olor característico.

Concentración: Dato no disponible.

PH concentración y temperatura: 7 a 8.5

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: Dato no Disponible.

Puntos de inflamación: 81° C

Límites de inflamabilidad: Dato no Disponible

Temperatura de auto ignición: 231° C

Peligros de fuego o explosión: Fuera de ser combustible, no cabe mencionar algún peligro especial.

Presión de vapor a 20° C: 48 Pa.

Densidad de vapor: 4,8

Densidad a 20° C: 0,83

Solubilidad en agua y otros solventes: Insoluble en agua, soluble en etanol, acetona, cloroformo, éter etílico.

Sección 10: estabilidad y reactividad

Estabilidad: Estable

Condiciones que se deben evitar: Temperaturas elevadas.

Incompatibilidades (materiales que se deben evitar): Evite el contacto con ácidos fuertes, oxidantes fuertes, álcalis.

Productos peligrosos de la descomposición: La descomposición térmica oxidativa del producto puede producir vapores de monóxido y dióxido de carbono.

Productos peligrosos de la combustión: CO, CO₂.

Polimerización peligrosa: No ocurrirá.

Sección 11: Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo: Es narcótico e irritante.

Toxicidad a largo plazo: Dato no disponible.

Efectos locales o sistemáticos: Irritante de la piel y de las mucosas.

Sensibilidad alérgica: Dato no disponible.

Sección 12: información ecológica

Inestabilidad: Estable

Persistencia/Degradabilidad: Aunque no hay datos disponibles, se estima que el producto es biodegradable.

Bio-acumulación: No se producirá.

Efectos sobre el medio ambiente: Es peligroso para la vida acuática.

Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuo, desechos: Se recomienda la incineración del producto en instalaciones especialmente diseñadas para ello.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para eliminación de envases o embalajes contaminados: Los envases no deben ser reusados, por lo que se recomienda su incineración.

Sección 14: información sobre transporte

Transporte por carretera o ferrocarril: Clase 3, NU 1987

Vía marítima: Clase 3, NU 1987

Vía aérea: Clase 3, NU 1987

Vía fluvial/lacustre: Clase 3, NU 1987

Distintivos aplicables NCh.2190: INFLAMABLE

Numero NU: 1987

Sección 15: información reglamentaria

Normas internacionales aplicables: IMO/NU: Clase 3/1987

Normas nacionales aplicables: NCh 382; NCh2190; NCh2137; D.S 298, D.S 148

Marca en etiqueta: INFLAMABLE

Sección 16: Otras informaciones

Tomar precauciones del caso para evitar la generación de chispas estáticas.

Sección 1: Identificación de la sustancia Química y del proveedor.

Nombre de la sustancia química: FERROSILICIO

Código interno de la sustancia química: -----

Proveedor/Fabricante/comercializador: -----

Dirección: -----

Teléfono de emergencia en Chile: CITUC (emergencias químicas):

Fax: -----

Email: -----

Sección 2: Información sobre la sustancia o Mezcla

Nombre Químico (IUPAC): Ferrosilicio

Formula Química: FeSi

Sinónimos: Aleaciones FeSi, Aleaciones ferrosilicio

N° CAS: 8049-17-0

N° NU: ---

Sección 3: Identificación de los Riesgos

Marca en etiqueta NCh.2190: SOLIDO INFLAMABLE

Clasificación de riesgos de la sustancia química

a) Riesgos para la salud de las personas: En forma de grano o piedra, puede producir cortes o arañazos. En polvo, por inhalación masiva o tiempo de exposición prolongado, puede ocasionar irritación en vías respiratorias y ojos.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez): Altas concentraciones de polvo pueden causar pequeña irritación en los ojos, nariz y garganta.

Inhalación: Irritación de garganta.

Contacto con la piel: Irritación o posibles cortes.

Contacto con los ojos: Irritación.

Ingestión: No disponible,

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): Puede causar lesión pulmonar,

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto: Lesiones pulmonares.

b) Riesgos para el medio ambiente: No disponible,

c) Riesgos espaciales de la sustancia: No disponible.

Sección 4: medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

Inhalación: Eliminar de la exposición al aire fresco, inmediatamente. Si no está respirando, dar respiración artificial. Si está respirando con dificultad, dar oxígeno.

Contacto con la piel: Lavar cuidadosamente con agua y con jabón.

Contacto con los ojos: Lavar cuidadosamente con abundante agua. Si la irritación continua, consulte a un médico.

Ingestión: No disponible.

Notas para el médico tratante: Tratamiento de acuerdo a síntomas.

Sección 5: medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción: polvo químico seco o arena.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: No disponible.

Equipos de protección personal especiales para el combate del fuego: No disponible.

Sección 6: Medidas para controlar derrames y fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material: Si el material derramado no se contamina, barrer y recoger para la reutilización de los productos. Si el material derramado no se encuentra contaminado, recoger en un recipiente adecuado.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Se recomienda el uso de guantes y máscaras para polvo en suspensión.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: No disponible

Métodos de limpieza: no disponible.

Método de eliminación de desechos: No disponible

Sección 7: manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: El material fino (menor a 44 micrones) es débilmente combustible, puede ser encendido mientras se encuentra suspendido en el aire, donde se propagara una llama, pero no se espera generar la presión suficiente para explotar. El ferrosilicio en trozos de forma granular no es combustible.

Precauciones a tomar: Uso de guantes, protección ocular y protección respiratoria.

Recomendaciones de manipulación segura, específicas: Los residuos deben ser dispuestos según normas y regulaciones locales. La naturaleza y alcance de la contaminación, en su caso, podrá exigir el uso de métodos de eliminación especializados.

Condiciones de almacenamiento: Almacenar en un área seca, lejos de los ácidos fuertes y oxidantes.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: No disponible.

Sección 8: Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Almacenar en lugar fresco y seco.

Paramentos para control: Límites permisibles: No aplica.

Límites permisibles (LPP-LPA-LPT): No aplica.

Protección respiratoria: Mascara para protección polvo.

Guantes de protección: Uso de guantes de cuero.

Protección de la vista: Uso de antiparras.

Otros equipos de protección: Opcional.

Ventilación: Se recomienda una ventilación local que mantenga la concentración de polvo bajo los límites de exposición permitidos.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Solido en forma granular.

Apariencia y olor: metálico de color gris inodoro.

Concentración: No disponible

PH concentración y temperatura: No aplica.

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: No aplica.

Puntos de inflamación: No aplica.

Límites de inflamabilidad: No aplica.

Temperatura de auto ignición: No aplica.

Peligros de fuego o explosión: No aplica.

Presión de vapor a 20° C: No aplica.

Densidad de vapor: No aplica.

Densidad a 20° C: No Disponible.

Solubilidad en agua y otros solventes: No aplica.

Sección 10: estabilidad y reactividad

Estabilidad: Estable en lugar fresco y seco.

Condiciones que se deben evitar: Contacto con agua y presencia de humedad.

Incompatibilidades (materiales que se deben evitar): Ácidos Fuertes, Oxidantes.

Productos peligrosos de la descomposición: En contacto con agua, puedes producirse pequeñas cantidades de gas hidrogeno, el cual es inflamable y explosivo. Además, pueden generarse pequeñas cantidades de fosfina cuando el ferrosilicio fino esta en presencia de humedad.

Productos peligrosos de la combustión: No disponible.

Polimerización peligrosa: No Disponible.

Sección 11: Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo: Altas concentraciones de polvo pueden causar pequeña irritación en ojos, nariz y garganta.

Toxicidad a largo plazo: La exposición a altas concentraciones de polvo, sobre los límites de exposición recomendados pueden causar lesión pulmonar

Efectos locales o sistemáticos: Irritación en mucosas.

Sensibilidad alérgica: No disponible

Sección 12: información ecológica

Inestabilidad: No Disponible.

Persistencia/degradabilidad: No es un producto degradable

Bio-acumulación: No produce bioacumulacion

Efectos sobre el medio ambiente: No disponible

Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuo, desechos: Almacenar en recipientes adecuados.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para eliminación de envases o embalajes contaminados: No disponible,

Sección 14: información sobre transporte

Transporte por carretera o ferrocarril: Clase 4,3

Vía marítima: Clase 4,3

Vía aérea: Clase 4,3

Vía fluvial/lacustre: Clase 4,3

Distintivos aplicables NCh.2190: Clase 4,3

Numero NU: ----

Sección 15: información reglamentaria

Normas internacionales aplicables: IMO/UN: Clase 4,3

Normas nacionales aplicables: NCh 2190; NCh382; D.S 298; D.S 148

Marca en etiqueta: Solido Inflamable.

Sección 16: Otras informaciones

No hay

Sección 1: Identificación de la sustancia Química y del proveedor.

Nombre de la sustancia química: SULFURO DE SODIO

Código interno de la sustancia química: -----

Proveedor/Fabricante/comercializador: -----

Dirección: -----

Teléfono de emergencia en Chile: CITUC (emergencias químicas):

Fax: -----

Email: -----

Sección 2: Información sobre la sustancia o Mezcla

Nombre Químico (IUPAC): Sulfuro de Sodio

Formula Química: $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$

Sinónimos: Sulfuro de Disodio nonahidratado, Monosulfuro de Disodio nonahidratado

N° CAS: -----

N° NU: 1849

Sección 3: Identificación de los Riesgos

Marca en etiqueta NCh.2190: CORROSIVO

Clasificación de riesgos de la sustancia química

a) Riesgos para la salud de las personas:

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez): No disponible

Inhalación: El producto es altamente tóxico (560 a 100 ppm en el aire) se puede presentar acumulación de sulfuro de hidrógeno en lugares cerrados debido a la descomposición del sulfuro de sodio, o también por la reacción de este con ácidos, entre los síntomas están las conjuntivitis, dolor de cabeza, náuseas, dolor de garganta y en casos extremos edema pulmonar.

Contacto con la piel: En contacto con la piel produce quemaduras serias con dolor e inflamación y posible destrucción de la piel.

Contacto con los ojos: El producto es irritante, provoca la inflamación del tejido cerca de los ojos, el contacto severo puede provocar la destrucción del órgano.

Ingestión: El sulfuro de sodio es una base fuerte, es tóxico y corrosivo, puede causar quemaduras severas en la mucosa, su hidrólisis con los jugos gástricos produce sulfuro de hidrógeno, los síntomas y efectos son similares a los de la inhalación.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): No disponible.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto: Las personas con condiciones pre-existentes de problemas en la piel u ojos, problemas respiratorios, son más susceptibles de presentar problemas al contacto con esta sustancia.

b) Riesgos para el medio ambiente: Nocivo para la vida acuática en concentraciones muy bajas. Puede ser peligroso si entra en fuentes de agua.

c) Riesgos espaciales de la sustancia: No disponible.

Sección 4: medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

Inhalación: En caso de inhalación trasladar al aire fresco, si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno, mantener a la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención medica inmediatamente.

Contacto con la piel: En caso de contacto con la piel, retirar la ropa y zapatos contaminados, lavar la zona con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos, si la irritación persiste repetir el lavado, buscar atención médica.

Contacto con los ojos: En caso de contacto con los ojos lavar con abundante agua, mínimo 15 minutos, levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico, si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica,

Ingestión: En caso de ingestión lavar la boca con agua, si esta consciente suministrar abundante agua, no inducir al vómito, si este se presenta inclinar la victima hacia delante. Buscar atención medica inmediatamente, si esta consciente no dar a beber nada.

Notas para el médico tratante: Tratamiento de acuerdo a síntomas.

Sección 5: medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción: polvo químico seco, agua u otras sustancias para combatir el fuego.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: No disponible

Equipos de protección personal especiales para el combate del fuego: No disponible.

Sección 6: Medidas para controlar derrames y fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material: Despejar la zona afectada, evitar la formación de polvo, no inhalar el polvo, ventilar el recinto y limpiar los objetos y el suelo sucios, no permitir el contacto con los ácidos. No permitir el vertido al alcantarillado.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Equipo de protección autónomo y ropa de protección total.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: No eliminar a efluentes de agua.

Métodos de limpieza: no disponible.

Método de eliminación de desechos: No disponible

Sección 7: manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: Para su manipulación usar siempre protección personal, así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar ni comer en el sitio del trabajo. Usar las menores cantidades posibles, conocer en donde esta el equipo para la atención de emergencia.

Precauciones a tomar: Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados.

Recomendaciones de manipulación segura, específicas: Usar siempre equipo de protección personal.

Condiciones de almacenamiento: Almacenar en lugares frescos, secos y ventilados, lejos de fuentes de calor e ignición, separando de materiales incompatibles.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: No disponible.

Sección 8: Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Almacenar en lugar fresco, seco, ventilado y sin luz.

Paramentos para control: Límites permisibles: No aplica.

Límites permisibles (LPP-LPA-LPT): No aplica.

Protección respiratoria: Respirador con filtro para polvo.

Guantes de protección: Uso de guantes de cuero.

Protección de la vista: Uso de antiparras.

Otros equipos de protección: uso de overol.

Ventilación: Se recomienda una ventilación local que mantenga la concentración de polvo bajo los límites de exposición permitidos.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Solido en forma granular.

Apariencia y olor: Escamas, terrones o copos amarillos o de un color ladrillo, olor a amoniaco.

Concentración: No disponible

PH concentración y temperatura: Las soluciones son muy alcalinas.

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: No aplica.

Puntos de inflamación: No aplica.

Límites de inflamabilidad: No aplica.

Temperatura de auto ignición: No aplica.

Peligros de fuego o explosión: No aplica.

Presión de vapor a 20° C: No aplica.

Densidad de vapor: No aplica.

Densidad a 20° C: No Disponible.

Solubilidad en agua y otros solventes: No aplica.

Sección 10: estabilidad y reactividad

Estabilidad: Estable bajo condiciones normales de almacenamiento.

Condiciones que se deben evitar: Se debe evitar la luz y el agua.

Incompatibilidades (materiales que se deben evitar): Con los ácidos, los oxidantes fuertes, aluminio, zinc y sales de diazonio.

Productos peligrosos de la descomposición: Sulfuro de Hidrogeno que es un gas toxico.

Productos peligrosos de la combustión: Óxidos de azufre.

Polimerización peligrosa: No Ocurre.

Sección 11: Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo: Irritación y quemaduras.

Toxicidad a largo plazo: Dermatitis, alergias a la piel, no se acumula en el organismo.

Efectos locales o sistemáticos: Por inhalación irrita la nariz y garganta, por ingestión es irritante y venenoso. En la piel produce irritación y quemaduras, libera sulfuro de hidrogeno toxico en contacto con la piel. En los ojos produce irritación y quemaduras severas.

Sensibilidad alérgica: No disponible

Sección 12: información ecológica

Inestabilidad: No Disponible.

Persistencia/degradabilidad: No Disponible.

Bio-acumulación: No Disponible.

Efectos sobre el medio ambiente: Nocivo vida acuática.

Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuo, desechos: No disponible,

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para eliminación de envases o embalajes contaminados: No disponible,

Sección 14: información sobre transporte

Transporte por carretera o ferrocarril: Clase 8/ N° NU 1849

Vía marítima: Clase 8/ N° NU 1849

Vía aérea: Clase 8/ N° NU 1849

Vía fluvial/lacustre: Clase 8/ N° NU 1849

Distintivos aplicables NCh.2190: Clase 8/ N° NU 1849

Numero NU: 1849

Sección 15: información reglamentaria

Normas internacionales aplicables: IMO/UN: Clase 8

Normas nacionales aplicables: NCh 2190; NCh382; D.S 298; D.S 148

Marca en etiqueta: Corrosivo.

Sección 16: Otras informaciones

No hay

Sección 1: Identificación de la sustancia Química y del proveedor.

Nombre de la sustancia química: SULFURO DE SODIO.

Código interno de la sustancia química: -----

Proveedor/Fabricante/comercializador: -----

Dirección: -----

Teléfono de emergencia en Chile: CITUC (emergencias químicas):

Fax: -----

Email: -----

Sección 2: Información sobre la sustancia o Mezcla

Nombre Químico (IUPAC): Sulfuro de Sodio

Formula Química: Na₂S

Sinónimos: Monosulfuro de Sodio

N° CAS: 1330-82-2

N° NU: 1849

Sección 3: Identificación de los Riesgos

Marca en etiqueta NCh.2190: CORROSIVO

Clasificación de riesgos de la sustancia química

a) Riesgos para la salud de las personas: Es peligroso para la salud de las personas, sobre todo si entra en contacto con ácidos y libera ácido sulfhídrico. Este es letal en bajas concentraciones.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):

Inhalación: Si la inhalación es de ácido sulfhídrico puede ser fatal para la persona expuesta.

Contacto con la piel: En contacto con la piel puede llegar a producir quemaduras si el contacto se prolonga por mucho tiempo.

Contacto con los ojos: En contacto con los ojos puede producir quemaduras y hasta pérdida de la visión.

Ingestión: Es moderadamente tóxico por ingestión

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): No se conocen efectos por una exposición prolongada a este producto.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto: Las personas con afecciones respiratorias o del sistema nervioso central no deben ser expuestas al contacto con este producto.

b) Riesgos para el medio ambiente: Es peligroso para el medio ambiente. Tiene efectos tóxicos sobre la fauna marina aunque entre en pequeñas cantidades al agua.

c) Riesgos espaciales de la sustancia: Si el producto se seca por debajo del 30% de agua de hidratación se vuelve inflamable y puede entrar en combustión espontánea.

Sección 4: medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

Inhalación: Retire a la persona expuesta al aire puro. Ayude a la respiración, si ello se ve necesario. Consulte un médico.

Contacto con la piel: Lave la zona expuesta con abundante agua corriente a lo menos por 15 minutos. Si persiste un enrojecimiento, consulte a un médico.

Contacto con los ojos: Lave los ojos con abundante agua corriente a lo menos por 15 minutos. Mantenga los párpados abiertos bajo el chorro de agua. Consulte un médico,

Ingestión: Si la persona esta consciente, dé a beber agua o leche, Luego PROVOQUE LOS VOMITOS. Repita la operación. Lleve a un hospital para ser tratado. Si hay convulsiones, lleve de inmediato a un médico, sin provocar los vómitos.

Notas para el médico tratante: No existe ningún antídoto específico. Trate según los síntomas presentes.

Sección 5: medidas para lucha contra el fuego

Agentes de extinción: El producto es un sólido no inflamable en el estado de hidratación en el que se vende. En caso de estar expuesto a fuego puede llegar a secarse y a encender por ese motivo, dando óxidos de azufre y de sodio como resultado de esa combustión. Use agua para refrigerar y para atacar el posible fuego.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Refrigere los contenedores expuestos al fuego. Si se enciende algún contenedor con producto, proteja sus vías respiratorias para atacar al fuego.

Equipos de protección personal especiales para el combate del fuego: Equipos de respiración autónoma para atacar el incendio. Ataque el fuego desde la mayor distancia posible.

Sección 6: Medidas para controlar derrames y fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material: Evacue el área inmediatamente. Aleje las fuentes de ignición. Proporcione el máximo de ventilación. Permita presencia de personal debidamente equipado. Barra el material derramado y recójalo en tambores especiales.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Use equipos de protección autónoma. Proteja rostro, cuerpo, manos y pies.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: El producto no debe tomar contacto con ácidos. Recoja los derrames y evite la entrada de residuos en las alcantarillas.

Métodos de limpieza: Una vez barrida el área, humedezca suave con agua.

Método de eliminación de desechos: Los desechos recogidos deben ser tratados en una instalación especialmente diseñada para ello.

Sección 7: manipulación y almacenamiento

Recomendaciones técnicas: Mantenga los contenedores tapados. Use solo la cantidad necesaria para el proceso. No almacene en contenedores de cobre, aluminio o zinc.

Precauciones a tomar: Use protección respiratoria al haber mayor probabilidad de exposición.

Recomendaciones de manipulación segura, específicas: No permita el contacto con ácidos.

Condiciones de almacenamiento: Almacene en área ventilada, fría, lejos de los ácidos y de los agentes oxidantes fuertes.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: No almacene en contenedores de cobre, aluminio o zinc.

Sección 8: Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Use la protección personal recomendada cada vez que tenga que manipular el producto. En los lugares de manipulación debe haber buena ventilación, ya sea natural o forzada.

Paramentos para control: Límites permisibles: No se han fijado para el producto.

Límites permisibles (LPP-LPA-LPT): Datos no disponibles.

Protección respiratoria: Use trompa respiratoria con filtro para gases ácidos.

Guantes de protección: Use guantes de neopreno de puño largo.

Protección de la vista: Use anteojos de protección química.

Otros equipos de protección: Proteja el cuerpo con delantal de plástico,

Ventilación: Debe ser buena, ya sea natural o forzada.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Solido en Escamas.

Apariencia y olor: Escamas blancas a amarillas, poco olor a huevo podrido.

Concentración: App. 70%

PH concentración y temperatura: Fuertemente alcalino.

Temperaturas específicas y/o intervalos de temperatura: No Disponible.

Puntos de inflamación: No es inflamable.

Límites de inflamabilidad: No es inflamable.

Temperatura de auto ignición: No es inflamable.

Peligros de fuego o explosión: Al ser expuesto al calor, puede secarse puede explotar por calentamiento o por percusión.

Presión de vapor a 20° C: No corresponde.

Densidad de vapor: No corresponde.

Densidad a 20° C: 1,858

Solubilidad en agua y otros solventes: En agua, 15%.

Sección 10: estabilidad y reactividad

Estabilidad: Estable en condiciones normales de manipulación.

Condiciones que se deben evitar: Evite calentar el producto o exponerlo a fuentes de calor.

Incompatibilidades (materiales que se deben evitar): Evite el contacto con ácidos, debido a la generación de ácido sulfhídrico, y con agentes oxidantes fuertes, con los que puede reaccionar en forma explosiva.

Productos peligrosos de la descomposición: No descompone.

Productos peligrosos de la combustión: Al entrar en combustión desprende óxidos tóxicos de sodio y de azufre.

Polimerización peligrosa: No ocurrirá.

Sección 11: Información toxicológica

Toxicidad a corto plazo: Por ingestión; Grado 3: LD50 (ratas)=200, por ingestión mg/kg.

Toxicidad a largo plazo: No se conoce los efectos de largo plazo de este producto.

Efectos locales o sistemáticos: Irritación fuerte de los tejidos.

Sensibilidad alérgica: No se producirá.

Sección 12: información ecológica

Inestabilidad: Estable, aunque tiende a absorber agua y disolver.

Persistencia/degradabilidad: Tiende a oxidar a tiosulfato y a sulfato.

Bio-acumulación: No se producirá.

Efectos sobre el medio ambiente: Tóxico al entrar en aguas naturales, aunque en pequeñas cantidades.

Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuo, desechos: Los residuos deben tratarse en instalaciones especialmente diseñadas para esos efectos.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para eliminación de envases o embalajes contaminados: Se recomienda su incineración en instalaciones diseñadas especialmente para esos efectos.

Sección 14: información sobre transporte

Transporte por carretera o ferrocarril: Clase 8, NU 1849

Vía marítima: Clase 8, NU 1849

Vía aérea: Clase 8, NU 1849

Vía fluvial/lacustre: Clase 8, NU 1849

Distintivos aplicables NCh.2190: CORROSIVO

Numero NU: 1849

Sección 15: información reglamentaria

Normas internacionales aplicables: IMO/NU: Clase 8, NU 1849

Normas nacionales aplicables: NCh 2190; NCh382; D.S 298; D.S 148

Marca en etiqueta: CORROSIVO

Sección 16: Otras informaciones

No hay