

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, LIMPIEZA Y
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL, PARA LA EMPRESA
MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

JHON EDISON ANGEL MUÑOZ

FUNDACIÓN UNIVERISDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTAD.C.
2020

DISEÑO DE UN SISTEMA UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, LIMPIEZA Y
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL, PARA LA EMPRESA
MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

JHON EDISON ANGEL MUÑOZ

Proyecto integral de grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERISDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTAD.C.
2020

Nota de aceptación

Presidente del Jurado
Ing.

Jurado 1
Ing. Eric Fabian Navarro Arquez

Jurado 2
Ing. Edgar Arturo Chalá Bustamante

Bogotá D.C. septiembre 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dr. Alexandra Mejía Guzmán

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director del programa de ingeniería mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a toda mi familia, especialmente a mis padres Oscar Angel y Nancy Muñoz por permitirme estudiar esta dura carrera que tantos retos me impuso, agradezco a ellos y a mi señora esposa Tatiana Bocanegra por tener paciencia y palabras de aliento para continuar adelante una y otra vez con la culminación de mi sueño de ser Ingeniero Mecánico; además dedico este logro también a mi hijo Oscar Santiago Angel y a mi hermano que en estos momentos se encuentra lejos de todos nosotros.

Jhon Edison Angel Muñoz

CONTENIDO

	pág
RESUMEN	21
INTRODUCCIÓN	22
1. SITUACIÓN ACTUAL Y GENERALIDADES DEL PROCESO	23
1.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	23
1.2 CONTAMINACIÓN EN EL COMBUSTIBLE	24
1.2.1 Componentes orgánicos.	24
1.2.2 Formación de microorganismos.	24
1.2.3 Agua presente en el combustible.	25
1.3 SISTEMAS ACTUALES PARA FILTRACIÓN DE COMBUSTIBLE	25
1.4 METODOLOGÍA ACTUAL DE TRABAJO EN LA EMPRESA	26
1.5 CAPACIDAD DE TRABAJO	28
1.6 SITUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL	29
2. PARAMETRIZACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	31
2.1. DEDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	31
2.2. GENERALIDAD DE LA INYECCIÓN DIÉSEL	31
2.3. NORMAS ISO PARA FILTRACIÓN DE FLUIDOS	32
2.4 PARÁMETROS DEL SISTEMA	32
3. DISEÑO CONCEPTUAL Y ALTERNATIVAS	34
3.1 DISEÑO CONCEPTUAL	34
3.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO	35
3.3 MÉTODO PARA LA SOLUCIÓN MULTICRITERIO SCORING.	35
3.3.1 Asignación de la ponderación.	35
3.3.2 Ponderación para cada criterio.	35
3.3.3 Establecimiento del rating.	37
3.5 CÁLCULO DE SCORE PARA CADA ALTERNATIVA	38

4. DISEÑO DETALLADO	41
4.1 DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	41
4.1.1 Selección del material.	41
4.1.2 Geometría del depósito de combustible.	41
4.1.3 Presiones de operación, diseño y prueba.	44
4.1.4 Determinación del espesor mínimo del cuerpo del tanque.	45
4.1.5 Geometría y cálculo de los espesores mínimos de las tapas o cabezales.	47
4.1.6 Calculo del centro de gravedad.	53
4.1.7 Diseño de las silletas.	59
4.1.8 Calculo de las tensiones.	61
4.1.8.1 Tensiones longitudinales por la flexión.	61
4.1.8.2 Tensiones de corte tangencial.	65
4.1.8.3 Tensiones circunferencial.	66
4.1.9 Diseño de aberturas.	69
4.1.9.1 Diseño de coples roscados.	69
4.1.10 Diseño de orejas de izaje.	71
4.1.11 Diseño de boquilla de inspección.	73
4.1.12 Base de las bombas.	74
4.2 SELECCIÓN DE LOS FILTROS DEL SISTEMA	83
4.2.1 Base para elementos filtrantes.	83
4.2.2 Filtro primario.	83
4.2.3 Filtro secundario.	84
4.3 SISTEMA HIDRÁULICO	85
4.3.1 selección de bomba del sistema.	85
4.3.1.1 Velocidad del fluido dentro de las tuberías.	86
4.3.1.2 Determinación del régimen del fluido.	87
4.3.1.3 Factor de fricción.	87
4.3.1.4 Perdidas primarias en la tubería galvanizada.	88
4.3.1.5 Perdidas primarias en la manguera R100.	89
4.3.2 Perdidas secundarias en accesorios.	89

4.3.3 Pérdida total de energía.	93
4.3.4 Determinación de la cabeza total de la bomba.	94
4.3.5 Selección de las bombas.	97
4.3.6 Selección de válvulas y racores.	98
4.3.6.1 Válvula de cierre.	98
4.3.6.2 Válvula de pie.	99
4.3.6.3 Válvula de retención o válvula check.	99
4.3.6.4 Racor T	99
4.3.6.5 Codos a 90°.	100
4.3.7 Control del sistema.	100
4.3.8 Manguera flexible.	101
4.3.9 Pistola surtidora de combustible.	102
5. ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS	103
5.1 ANÁLISIS DE LAS SILLETAS	103
5.2 ANÁLISIS DE LAS OREJAS DE IZAJE	106
5.3 ANÁLISIS DE LA BASE DE LAS BOMBAS	108
6. PLANOS DE FABRICACIÓN	112
7. MANUALES	113
7.1 MANUAL DE ENSAMBLE	113
7.1.1 Ensamble del tanque de almacenamiento y estructura.	113
7.1.2 Ensamble de las líneas hidráulicos.	118
7.1.3 Ensamble de los accesorios.	128
7.2 MANUAL DE INSTALACIÓN	131
7.3 MANUAL DE OPERACIÓN	133
7.3.1 Manual de operación para extraer, filtrar y almacenar el combustible del vehiculó.	133
7.3.2 Manual de operación para el retorno del combustible al tanque del vehículo.	138

7.3.3 Manual para uso de línea by-pass.	140
7.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO	141
7.4.1 Rutina 1	141
7.4.2 Rutina 2.	142
7.4.3 Correcciones en caso de falla.	143
7.5 MANUAL DE SEGURIDAD	146
7.5.1 Identificación del peligro.	146
7.5.2 Almacenamiento seguro.	146
7.5.3 Medidas para extinción de incendios.	146
7.5.4 Elementos de protección.	146
8. EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO	149
8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	149
8.2 MEDIDAS DE CONTROL	153
9. ANÁLISIS FINANCIERO	154
10. CONCLUSIONES	162
11. RECOMENDACIONES	163
BIBLIOGRAFÍA	164
ANEXOS	169

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Ponderación de criterios	36
Tabla 2. Matriz de puntuación Sub-Sistema de almacenamiento (Geometría del tanque)	37
Tabla 3. Matriz de puntuación Sub-Sistema hidráulico (Sistema de filtración)	38
Tabla 4. Cálculo de score (Geometría del tanque)	39
Tabla 5. Cálculo de score (Sistema de filtración)	40
Tabla 6. Propiedades típicas de aceros	51
Tabla 7. Derivaciones para coples roscados en el tanque	69
Tabla 8. Tamaños mínimos de cordón para placa gruesa	72
Tabla 9. Dimensiones para la oreja de izaje	73
Tabla 10. Interpolación de la altura manométrica exacta	98
Tabla 11. Silleta – Propiedades de pieza, material y estudio	104
Tabla 12. Silleta- resultados de tensión	105
Tabla 13. Silleta- resultados de desplazamiento	105
Tabla 14. Orejas de Izaje – Propiedades de pieza, material y estudio	106
Tabla 15. Orejas de Izaje- resultados de tensión	107
Tabla 16. Orejas de Izaje- resultados de desplazamiento	107
Tabla 17. Base para las bombas – Propiedades de pieza, material y estudio	109
Tabla 18. Soporte de bombas- resultados de tensión	110
Tabla 19. Soporte de bombas- resultados de desplazamiento	111

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Esquema de un sistema de Inyección con bomba en línea	23
Figura 2. Componentes orgánicos presentes en el diésel	24
Figura 3. Microorganismos presentes en el diésel	24
Figura 4. Agua emulsionada y libre en los depósitos de combustibles	25
Figura 5. Equipo para limpiar el tanque de consumo de combustible por recirculación	26
Figura 6. Carritos de Limpieza de Combustible	26
Figura 7. Metodología aplicada en la actualidad para mantenimiento de tanques de combustible	27
Figura 8. Extracción manual del combustible en la actualidad	27
Figura 9. Deposito plástico de 5 galones	28
Figura 10. Recepción de camiones en la bodega	28
Figura 11. Recepción de tracto-mulas en la bodega	28
Figura 12. Generación de reclamos por parte de los clientes de la empresa	29
Figura 13. Distribución de bodega y sus áreas de servicio	31
Figura 14. Tobera de un sistema de inyección actual	32
Figura 15. Parámetros del sistema	33
Figura 16. Diseño conceptual del sistema de extracción, filtración y almacenamiento de combustible diésel	34
Figura 17. Volumen del tanque de almacenamiento	42
Figura 18. Propiedades del diésel en Colombia	43
Figura 19. Tanque de combustible	43
Figura 20. Localización típica de uniones soldadas categorías A, B, C Y D	46
Figura 21. Tipos de uniones soldadas	46
Figura 22. Tipos de cabezales	47
Figura 23. Dimensiones de las tapas toriesfericas	49
Figura 24. Esquema de deflexión de una placa circular	49
Figura 25. Placa circular con borde empotrado	50
Figura 26. Flexión pura en placa circular	50
Figura 27. Dimensiones de la lámina para el cilindro del tanque	52
Figura 28. Inclinación del tanque para drene total del liquido	53
Figura 29. División geométrica para hallar las coordenadas del centro de masa	54
Figura 30. Dimensiones del rectángulo	54
Figura 31. Coordenadas del centro de masa del rectángulo	55
Figura 32. Dimensiones y áreas. de los triángulos amarillos	55
Figura 33. Dimensiones y áreas. de los triángulos rojos	56
Figura 34. Dimensiones y áreas. de los triángulos blancos	57
Figura 35. Dimensiones y áreas de los triángulos blancos	57

Figura 36. Centro de gravedad con el tanque lleno	58
Figura 37. Dimensiones de soporte tipo sillín	59
Figura 38. Expansión y contracción del tanque debido a su temperatura	60
Figura 39. Fuerza horizontal crítica en las silletas	60
Figura 40. Valores de la constante K11	61
Figura 41. Recipiente de presión horizontal, apoyado en soportes tipo montura	62
Figura 42. Tensiones en un cuerpo cilíndrico sometido a presión interior	62
Figura 43. Espesor requerido de pared por presión interna para tuberías de 1/2 in	70
Figura 44. Oreja de elevación	73
Figura 45. Saliente usando brida deslizable en pulgadas	73
Figura 46. Base para sujetar las electro-bombas	74
Figura 47. Perfil tipo canal	75
Figura 48. Distribución de cargas en el perfil	75
Figura 49. Tramo de perfil ($0 \leq x \leq 0.224$)	76
Figura 50. Tramo de perfil ($0.224 \leq x \leq 0.344$)	76
Figura 51. Tramo de perfil ($0.344 \leq x \leq 0.735$)	77
Figura 52. Tramo de perfil ($0.735 \leq x \leq 0.855$)	77
Figura 53. Tramo de perfil ($0.855 \leq x \leq 1.088$)	78
Figura 54. Tramo de perfil ($0 \leq x \leq 0.22$) para balance de momentos	79
Figura 55. Tramo de perfil ($0.224 \leq x \leq 0.344$) para balance de momentos	79
Figura 56. Tramo de perfil ($0.344 \leq x \leq 0.735$) para balance de momentos	79
Figura 57. Tramo de perfil ($0.735 \leq x \leq 0.855$) para balance de momentos	80
Figura 58. Tramo de perfil ($0.855 \leq x \leq 1.088$) para balance de momentos	80
Figura 59. Propiedades mecánicas de acero estructuras A36	81
Figura 60. Cabezal base filtro	83
Figura 61. Filtro primario de combustible	84
Figura 62. Filtro secundario de combustible	84
Figura 63. Plano de las líneas hidráulicas de aspiración, retorno y bypass	85
Figura 64. Perdida de carga de los cabezales de filtros	92
Figura 65. Perdidas de carga en los filtros del sistema	92
Figura 66. Perdida de carga para pistola surtidora	93
Figura 67. Plano de alturas hidráulicas red de aspiración-bypass	95
Figura 68. Plano de alturas hidráulicas red de retorno	96
Figura 69. Características de las bombas necesarias para el sistema	97
Figura 70. Bombas seleccionadas para el sistema	98
Figura 71. Válvula de bola	99
Figura 72. Válvula de pie	99
Figura 73. Válvula de retención.	99
Figura 74. Racor tipo T	100
Figura 75. Codos a 90°	100

Figura 76. Interruptor de flotador	100
Figura 77. Mirilla de nivel en cristal	101
Figura 78. Manguera SAE 100R1	101
Figura 79. Especificaciones de manguera SAE 100R1AT	102
Figura 80. Pistola surtidora de combustible	102
Figura 81. partes que serán analizados por elementos finitos	103
Figura 82. Localización de la carga y restricciones	103
Figura 83. Silleta- visualización de los resultados de tensión	104
Figura 84. Silleta- visualización de los resultados de desplazamiento	105
Figura 85. Orejas de izaje- visualización de los resultados de tensión	107
Figura 86. Orejas de izaje- visualización de los resultados de desplazamiento	107
Figura 87. Localización de las bombas	108
Figura 88. Sitio de la carga aplicada en el soporte de las bombas	109
Figura 89. Base bombas- visualización de los resultados de tensión	110
Figura 90. Base de bombas- visualización de los resultados de desplazamiento	110
Figura 91. Instalación soporte tubo de aspiración	113
Figura 92. Instalación tubo de aspiración	114
Figura 93. Encaje de tapas laterales al tanque	114
Figura 94. Posición final de las tapas para soldadura	115
Figura 95. Posicionamiento de las uniones	115
Figura 96. Ensamble junta slip-on con cilindro manhole	116
Figura 97. Posicionamiento de manhole en el tanque	116
Figura 98. Ensamble de las silletas	117
Figura 99. Ensamble de las silletas en el tanque	117
Figura 100. Ubicación de las orejas de izaje	118
Figura 101. Ubicación mesa de bombas	118
Figura 102. Ubicación y fijación de las bombas en su sitio	119
Figura 103. Instalación línea de retorno primer segmento	119
Figura 104. Instalación línea de retorno segundo segmento	120
Figura 105. Instalación línea de retorno tercer segmento	120
Figura 106. Acople rápido y filtro secundario	121
Figura 107. Modo de instalación del filtro	121
Figura 108. Segmento cuarto de línea de retorno	122
Figura 109. Finalización de acople de línea de retorno	122
Figura 110. Ensamble total de la línea hidráulica de retorno	123
Figura 111. Comienzo de ensamble de la línea de aspiración	123
Figura 112. Segundo y tercer segmento de la línea de aspiración	124
Figura 113. Cuarto segmento de la línea de retorno y cabezal de filtro	124
Figura 114. Acople rápido e instalación de filtro primario	125
Figura 115. Continuación tubería línea de aspiración	125
Figura 116. Sexto segmento de línea de aspiración con cabezal y filtro	126

Figura 117. Línea by-pass e instalación de válvulas bola	126
Figura 118. Instalación final de las válvulas	127
Figura 119. Líneas hidráulicas ensambladas totalmente	127
Figura 120. Instalación de válvula de purga	128
Figura 121. Instalación del sensor de nivel	128
Figura 122. Instalación de válvula de seguridad	129
Figura 123. Instalación de visor de nivel	129
Figura 124. Visor de nivel y tapón superior	130
Figura 125. Sistema totalmente ensamblado	130
Figura 126. Dimensiones máximas del sistema	131
Figura 127. Distancia entre pernos de sujeción	131
Figura 128. Elevación del tanque para su instalación	132
Figura 129. Sistema diseñado instalado en la bodega de la empresa	132
Figura 130. Verificación de la posición de cierre de la válvula de purga	133
Figura 131. Punta con acople macho rápido en manguera 1	134
Figura 132. Indicación de la conexión de la manguera para acoplar al sistema	134
Figura 133. Punta con filtro de pie	135
Figura 134. Posición de las válvulas para llenado del tanque	135
Figura 135. Bombas de aspiración y retorno de combustible del vehículo	136
Figura 136. Accionamiento de bomba de aspiración	136
Figura 137. Nivel de combustible depositado en el sistema	137
Figura 138. Apagado de bomba de aspiración	137
Figura 139. Punta con acople macho rápido en manguera 2	138
Figura 140. Conexión de manguera de nitrilo a línea de retorno	138
Figura 141. Punta de la manguera con pistola de llenado	139
Figura 142. Encendido de la bomba de retorno para llenar el tanque del vehículo	139
Figura 143. Apagado de la bomba de retorno	140
Figura 144. Acoplamiento del sistema by-pass	140
Figura 145. Inspección a bombas del sistema	141
Figura 146. Inspección de tuberías, codos y cabezales	141
Figura 147. Toma de muestra de combustible	142
Figura 148. Recambio de elementos filtrantes	142
Figura 149. Entrada hombre al interior del tanque	143
Figura 150. Guantes de caucho	147
Figura 151. Botas caucho	147
Figura 152. Traje tychem	148
Figura 153 Identificación para el contenido al interior del tanque	148

LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro 1. Falla en el proceso actual de desmontaje de los tanques	30
Cuadro 2. Matriz formó lógica de alternativas	35
Cuadro 3. Área y coordenadas del centro de masa del rectángulo verde	55
Cuadro 4. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los triángulos amarillos	56
Cuadro 5. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los triángulos rojos	56
Cuadro 6. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los triángulos blancos	57
Cuadro 7. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los semicírculos	58
Cuadro 8. Coordenadas en X y Y del centro de gravedad	58
Cuadro 9. Dimensiones de las silletas	59
Cuadro 10. Actividades a realizar en caso de fallas	144
Cuadro 11. Impacto ambiental	149
Cuadro 12. Parámetros, criterios y valoraciones de los impactos	150
Cuadro 13. Evaluación del impacto ambiental en diseño del sistema	151
Cuadro 14. Evaluación del impacto ambiental de fabricación del tanque del sistema y su estructura	151
Cuadro 15. Evaluación del impacto ambiental en la operación del sistema	152
Cuadro 16. Evaluación del impacto ambiental en el mantenimiento del sistema	152
Cuadro 17. Medidas de control para los procesos que impactan moderadamente al ambiente	152
Cuadro 18. Costo de ingeniería del proyecto	154
Cuadro 19. Costos de los materiales necesarios para la elaboración del sistema	155
Cuadro 20. Costos de mantenimiento y postpuesta en marcha del sistema	156
Cuadro 21. Costos de la mano de obra para la fabricación del tanque e instalaciones	157
Cuadro 22. Costo total para el diseño y la construcción del sistema de extracción, almacenamiento y limpieza de combustible Diesel	157
Cuadro 23. Comparación de costos; sistemas comerciales vs sistema diseñado	158
Cuadro 24. Flujo de caja del sistema de extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel	160

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Ponderación por cada tipo de reclamo	29
Grafica 2. Esfuerzo cortante	78
Grafica 3. Momento Flector	81

LISTA DE ECUACIONES

	pág
Ecuación 1. Cálculo de score por cada alternativa	38
Ecuación 2. Densidad	43
Ecuación 3. Presión manométrica	44
Ecuación 4. Presión de diseño	44
Ecuación 5. Presión de prueba	45
Ecuación 6. Espesor mínimo para el cuerpo cilíndrico	45
Ecuación 7. Espesor mínimo para la tapa	48
Ecuación 8. Flecha máxima en el centro de la tapa	50
Ecuación 9. constante D para implementar en flecha máxima	51
Ecuación 10. Dimensiones de la lámina para el cilindro del tanque	52
Ecuación 11. masa total del tanque “caso crítico”	53
Ecuación 12. Fuerza horizontal en el punto más crítico del soporte	61
Ecuación 13. Tensión longitudinal en las silletas	63
Ecuación 14. Esfuerzo debido a la presión interna	64
Ecuación 15. Tensión longitudinal en el plano medio del recipiente	65
Ecuación 16. Esfuerzo cortante tangencial	66
Ecuación 17. Tensión circunferencial en el cuerno de la silleta	67
Ecuación 18. Tensión circunferencial en la parte inferior de la silleta	68
Ecuación 19. Espesor mínimo de la oreja de izaje	71
Ecuación 20. Carga sobre la soldadura a tensión	71
Ecuación 21. Dimensión del patín de la soldadura	72
Ecuación 22. Esfuerzo cortante en el tramo ($0 \leq x \leq 0.224$)	76
Ecuación 23. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.224 \leq x \leq 0.344$)	77
Ecuación 24. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.344 \leq x \leq 0.735$)	77
Ecuación 25. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.735 \leq x \leq 0.855$)	77
Ecuación 26. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.735 \leq x \leq 0.855$)	78
Ecuación 27. Momento flector en el tramo ($0 \leq x \leq 0.224$)	79
Ecuación 28. Momento flector en el tramo ($0.224 \leq x \leq 0.344$)	79
Ecuación 29. Momento flector en el tramo ($0.344 \leq x \leq 0.735$)	80
Ecuación 30. Momento flector en el tramo ($0.735 \leq x \leq 0.855$)	80
Ecuación 31. Momento flector en el tramo ($0.855 \leq x \leq 1.088$)	80
Ecuación 32. Esfuerzo de diseño	81
Ecuación 33. Módulo de sección	82
Ecuación 34. Módulo de sección igualado a sección rectangular	82
Ecuación 35. Deflexión máxima del perfil	82
Ecuación 36. tasa de flujo volumétrico	86
Ecuación 37. Reynolds	87
Ecuación 38. Factor de fricción para flujo laminar	88
Ecuación 39. Perdidas primarias en tuberías	88

Ecuación 40. Perdidas menores de carga en accesorios	89
Ecuación 41. Pérdida total de carga en la línea aspiración-bypass	94
Ecuación 42. Pérdida total de carga en la línea de retorno	94
Ecuación 43. Ecuación general de la energía	95
Ecuación 44. cabeza de la bomba en línea aspiración-bypass	96
Ecuación 45. cabeza de la bomba en línea de retorno	97
Ecuación 46. Valor presente neto	160

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Capacidad total de combustible en vehiculos que llegan a la empresa	170
Anexo B Códigos de limpieza iso	171
Anexo C Tabla ucs 23, selección del material y sus propiedades	172
Anexo D Parametros para determinar la eficiencia de una soldadura	174
Anexo E Dimensiones de las silletas bajo la norma	175
Anexo F Catalogo de soldadura	176
Anexo G Espesores de tuberias comerciales	177
Anexo H Catalogo de juntas	178
Anexo I Catalogo de filtros	180
Anexo J Ficha tecnica de pistola surtidora	186
Anexo K Catálogo de bombas	188
Anexo L Planos de fabricación	190
Anexo M Hoja de seguridad del acpm	210
Anexo N Cotización nipleria, codos, uniones, válvulas, filtros de tubería y demás accesorios	211
Anexo O Cotización de cabezales y filtros	212
Anexo P Cotización de electrobombas	213
Anexo Q Cotizacion laminas	214
Anexo R Cotización mano de obra	215
Anexo T Cotización bomba con filtro y contador digital	217
Anexo U Factura de la empresa de trabajo realizado	218

RESUMEN

El proyecto presente se inicia con una pequeña introducción del por qué y cómo se realiza mantenimiento a los tanques de combustible, en este procedimiento se detectan fallas en el desmontaje de estos de los vehículos, por lo cual se plantea el proyecto como solución a la problemática que existe en la actualidad.

Posteriormente se realiza un parámetro de diseño partiendo de la variable tiempo, obteniendo un caudal aproximado ya que se indicó el tiempo en el que se desea extraer el combustible de un vehículo, el volumen final del depósito será de 520 galones, este volumen se obtiene con una estimación capacidad de trabajo máxima.

Se estudia como alternativa la geometría del tanque y la manera en que se va a limpiar el combustible de los vehículos.

Los demás parámetros se fueron dando conforme se iba diseñando el sistema, al igual que el costo final de este.

PALABRAS CLAVE: almacenamiento, sistema, extracción, silletas y limpieza.

INTRODUCCIÓN

MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S es una empresa perteneciente al sector metalmeccánico que produce y realiza reparaciones a autopartes de vehículos de carga terrestres, principalmente ejecutan mantenimientos correctivos a los tanques de combustible haciendo necesario retirar el diésel presente para desmontarlos. En la actualidad no cuentan con un sistema adecuado para extraer y depositar el ACPM de manera correcta, esto afecta el tiempo de entrega y lo más preocupante, contamina el Diesel afectando el sistema de inyección de los vehículos, perjudicando el rendimiento de este y afectando al medio ambiente; esta problemática genera reclamaciones e insatisfacciones por parte de los clientes

En el mercado existen sistemas que filtran combustible haciendo que este recircule en el mismo tanque del automotor, pero lo que busca la empresa es un sistema en donde además de filtrar el combustible, este se pueda almacenar en un depósito diferente al del vehículo mientras se realiza la reparación del tanque.

Por lo cual, en vista de las dificultades presentadas, la empresa ha solicitado realizar el diseño de un sistema que contemple a la vez extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel.

Es por ello que surge la idea de desarrollar un proyecto como trabajo de grado, cuyo objetivo principal fuera el “Diseño de un sistema para extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel, para la empresa MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S.”, el cual tiene como objetivos específicos:

- Analizar la situación actual del proceso.
- Establecer parámetros funcionales y requerimientos.
- Plantear diseño conceptual y alternativas.
- Desarrollar el diseño detallado.
- Analizar la estructura del tanque de almacenamiento por el método de elementos finitos.
- Elaborar planos de fabricación.
- Elaborar manuales de instalación, operación, mantenimiento y seguridad.
- Evaluar el impacto ambiental del proyecto.
- Analizar financieramente el proyecto.

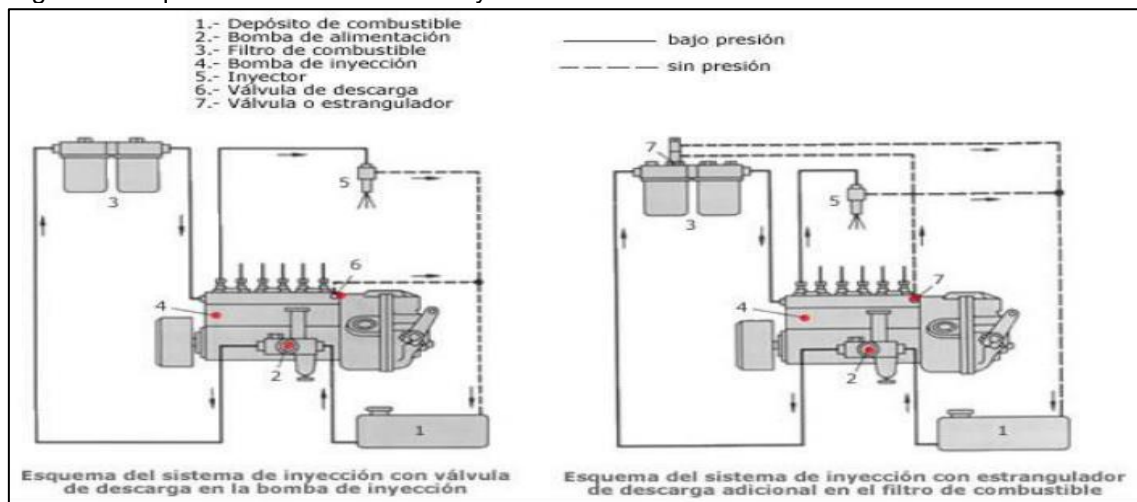
1. SITUACIÓN ACTUAL Y GENERALIDADES DEL PROCESO

Antes de entrar en detalle en el proceso que realiza la empresa para reparar los tanques de los vehículos. Es importante hacer una descripción breve de los componentes de un sistema de combustible en un motor diésel, de la forma en que el combustible se contamina y los equipos que existen para limpiarlos para entender mejor la manera en que procede la compañía.

1.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

La función del sistema de suministro de combustible (**Figura 1**) es almacenar y filtrar el combustible requerido y abastecer de éste al sistema de inyección a la presión de operación requerida. Además, se encarga del retorno del combustible sobrante al depósito de combustible y, en algunos casos, la refrigeración de éste antes de devolverlo al depósito¹.

Figura 1. Esquema de un sistema de Inyección con bomba en línea



Fuente: CASTILLEJO CALLE, Alejandro. Sistemas de Inyección en Motores Diesel. [en línea]. Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla Sevilla, 2014 [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: [http://bibing.us.es/proyectos/ abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf). pag26

¹ Fuente: CASTILLEJO CALLE, Alejandro. Sistemas de Inyección en Motores Diesel. [en línea]. Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla Sevilla, 2014 [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: [http://bibing.us.es/proyectos/ abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf). pag38

1.2 CONTAMINACIÓN EN EL COMBUSTIBLE

Los contaminantes más comunes que se encuentran en el combustible diésel son:

1.2.1 Componentes orgánicos. Los componentes orgánicos del combustible pueden convertirse en contaminantes tales como los asfaltenos. Se producen como resultado de²:

- Oxidación o degradación del combustible
- Estabilidad térmica (capacidad para manipular el calor)
- Reacciones a temperaturas frías (encerado)
- Reacción inestable a la mezcla de aditivos.

Figura 2. Componentes orgánicos presentes en el diésel



Fuente: INDUSTRIAS DONSSON. Filtración de Combustible. [en línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: http://donsson.com/portal/admincd/_lib/file/doccapacitaciones/Filtracion%20de%20Combustible.pdf. Pag.17

1.2.2 Formación de microorganismos. El crecimiento de microorganismos se produce cuando una mezcla de agua y combustible diésel permanece almacenada sin uso durante un determinado período de tiempo. Estos microorganismos viven en el agua, se alimentan del combustible diésel y pueden desarrollarse en todo tipo de interfaz de combustible³.

Figura 3. Microorganismos presentes en el diésel



Fuente: INDUSTRIAS DONSSON. Filtración de Combustible. [en línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: http://donsson.com/portal/admincd/_lib/file/doccapacitaciones/Filtracion%20de%20Combustible.pdf. Pag.17

² INDUSTRIAS DONSSON. Filtración de Combustible. [en línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: http://donsson.com/portal/admincd/_lib/file/doccapacitaciones/Filtracion%20de%20Combustible.pdf. pag.17

³ Ibid. p17

1.2.3 Agua presente en el combustible. El agua en el combustible puede presentarse en dos formas: libre y emulsionada⁴.

- Agua libre. Es el agua que no es arrastrada con el combustible y se elimina en un período de tiempo breve.
- Agua emulsionada. Es arrastrada con el combustible y se elimina con mayor dificultad. El agua se une al combustible cuando la mezcla de combustible/agua pasa a través de una bomba de combustible.

Figura 4. Agua emulsionada y libre en los depósitos de combustibles



Fuente: INDUSTRIAS DONSSON. Filtración de Combustible. [en línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: http://donsson.com/porta/admincd/_lib/file/doocapacitaciones/Filtracion%20de%20Combustible.pdf.Pag.21

Cuando el combustible lleva agua, se pueden presentar diversas fallas tales como:

- Fallas prematuras en los componentes. Se puede reducir la vida útil de los componentes, aumentando los costos de funcionamiento y el tiempo de inactividad por fallas.
- Desgaste y corrosión. A consecuencia de esto, en la bomba de transferencia se pueden producir presiones y flujos reducidos, que usualmente se advierten por problemas en el arranque.

1.3 SISTEMAS ACTUALES PARA FILTRACIÓN DE COMBUSTIBLE

1.3.1 Equipo para limpieza de tanques de combustible. distribuido por la empresa ENRIQUE FREYRE S.A.C. trabaja mediante recirculación para limpiar el tanque de combustible, sin tener que extraer el tanque del vehículo. Utiliza una bomba neumática de doble diafragma y una unidad de filtración.

⁴ Ibid. p21

Figura 5. Equipo para limpiar el tanque de consumo de combustible por recirculación



Fuente: ENRIQUE FREYRE S.A.C. [en línea]. Lima Perú. Productos [Consultado el 26/10/2018]. Disponible en: <http://www.efreyre.com/products/equipo-para-limpieza-de-tanques-de-combustible-en-vehiculos-mediante->

Figura 6. Carritos de Limpieza de Combustible

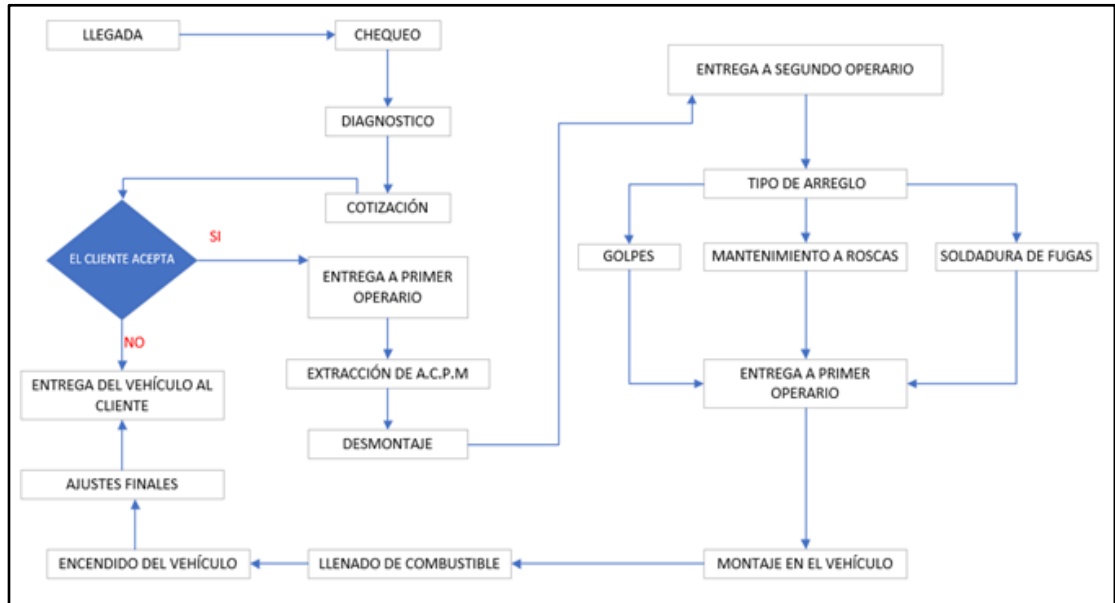


Fuente: Donaldson Filtrations solutions. [en línea]. Aguas Calientes México. Motores Filtros y Partes [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/products/bulk-fluids/filter-kits-carts/diesel-carts/>

1.4 METODOLOGÍA ACTUAL DE TRABAJO EN LA EMPRESA

Los tanques son parte vital en el sistema de combustible de todo vehículo, es por ello que, si se desea obtener el mayor rendimiento posible de un automotor, estos deben estar en perfectas condiciones, por lo que se convierten en prioritarias las reparaciones y mantenimientos. Se muestra el procedimiento (**Figura 7**) aplicado por la empresa en el mantenimiento y reparación de los tanques, desde la llegada del vehículo, hasta la entrega del mismo.

Figura 7. Metodología aplicada en la actualidad para mantenimiento de tanques de combustible



Fuente: elaboración propia, con base en: MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A. S

El primer operario realiza la extracción (**Figura 8**) del combustible con una bomba de paletas manual y un caudal aproximado de 1.5 galones cada minuto.

Figura 8. Extracción manual del combustible en la actualidad



Fuente: Elaboración propia, con base en: MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

El combustible que se extrae se deposita en contenedores plásticos (Figura 9) con capacidad para 5 galones, la cantidad de estos depende de la cantidad de diésel en el vehículo.

Figura 9. Deposito plástico de 5

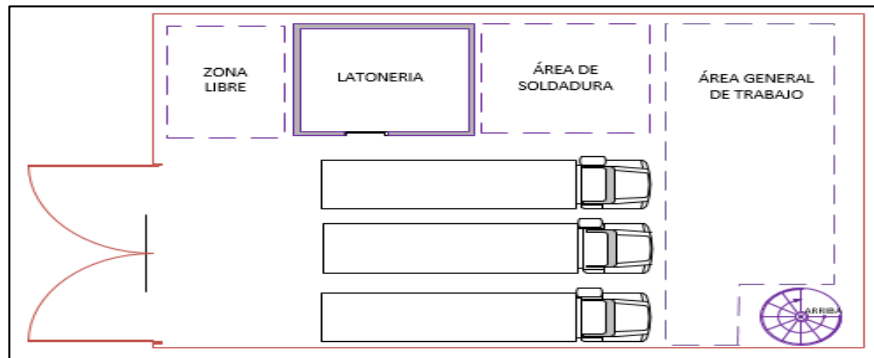


Fuente: Elaboración propia, con base en:
MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

1.5 CAPACIDAD DE TRABAJO

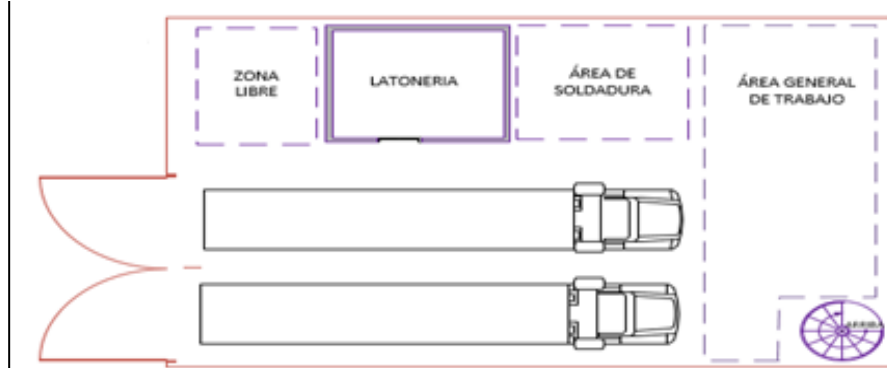
Actualmente la empresa recibe máximo tres vehículos tipo camión (**Figura 10**) o dos vehículos tipo tractomula (**Figura 11**) y está en capacidad de reparar 4 tanques al día.

Figura 10. Recepción de camiones en la bodega



Fuente: Elaboración propia con base en la compañía MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

Figura 11. Recepción de tracto-mulas en la bodega

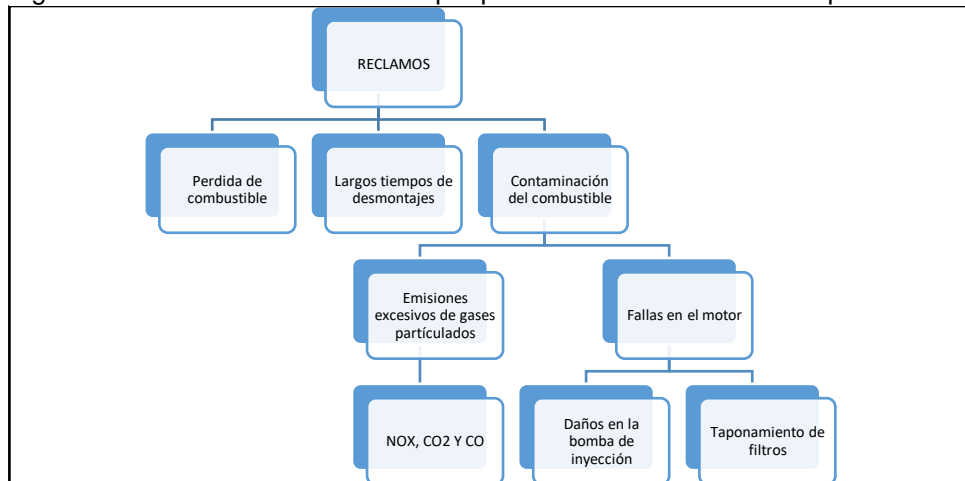


Fuente: Elaboración propia con base en la compañía MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

1.6 SITUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

Para la empresa MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S las demandas por el tratamiento que se le da al diésel extraído como se observa en las Figuras 8 y 9 del inciso 1.4 han crecido y a través del tiempo han identificado las principales causas de reclamaciones y estas se muestran en la **Figura 12**.

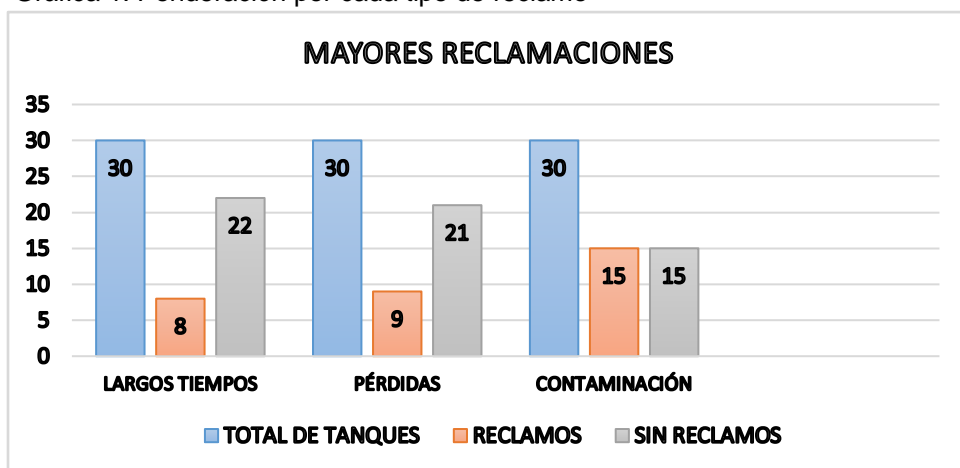
Figura 12. Generación de reclamos por parte de los clientes de la empresa



Fuente: Elaboración propia base en la compañía MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

En la **gráfica 1** se muestran las reclamaciones que la empresa obtiene por parte de los clientes por cada 30 tanques que llegan a la semana.

Gráfica 1. Ponderación por cada tipo de reclamo



Fuente: Elaboración propia, con base en la compañía MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

En la **gráfica 1** observamos que por cada 30 tanques tenemos reclamaciones del casi 27 % en largos tiempos en la extracción del combustible,30 % en pérdidas de combustible y el 50% en contaminación de este.

Cuadro 1.Falla en el proceso actual de desmontaje de los tanques

FALLA	CAUSA	CONSECUENCIA
Tiempos altos en la extracción del diésel en los tanques de los automotores	Los operarios que se encargan de desmontar los tanques, utilizan una bomba de manivela de forma manual para extraer el combustible	Retrasos en los tiempos de entrega de los tanques a los clientes
Perdidas en la cantidad de diésel	Al extraer el combustible, se deposita en varios contenedores platicos de 5 o 15 galones, incrementando la perdida de este por derrames	Derrames del diésel en el suelo, generando contaminación y reclamos por parte de los clientes
Manipulación incorrecta del combustible extraído	Los contenedores plásticos se encuentran contaminados con elementos ajenos al diésel debido a que no son sellados	Contaminación del diésel desencadenado emisiones nocivas al medio ambiente y posibles daños en los sistemas de inyección de los motores

Fuente: elaboración propia

Por motivo de los reclamos, en conjunto con la empresa se revisa la metodología aplicada en el trabajo mencionado y por ello se hace la elaboración del cuadro 1, en el cual se pone en contexto como atacan el proceso de desmontaje de los tanques, las fallas, sus causas y las consecuencias.

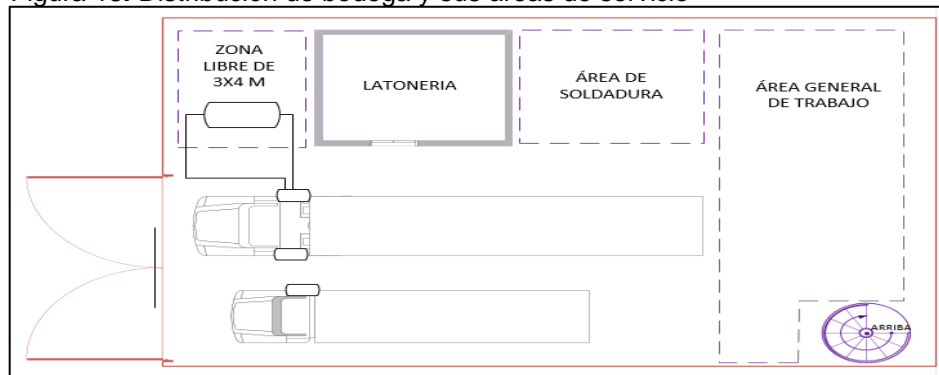
2. PARAMETRIZACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Con el fin de optimizar la etapa de desmontaje para agilizar el proceso de mantenimiento de los tanques de combustibles, la empresa Multipersianas Y Boceles S.A.S. requiere que se diseñe un sistema que retire, limpie y almacene el Diesel del vehículo mientras se realiza la reparación de este.

2.1. DEDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

La empresa trabaja con vehículos de carga pesada que funcionan con motores Diesel y llevan un registro de los tipos de vehículos que llegan a sus instalaciones, específicamente al área de mantenimiento de tanques (**Figura 13**) en donde existe una zona libre en la cual debe estar el sistema.

Figura 13. Distribución de bodega y sus áreas de servicio



Fuente: elaboración propia, con base en MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S

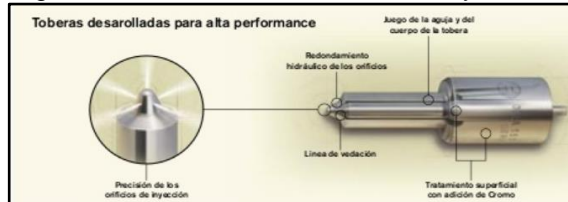
De los registros de la compañía, se elabora una tabla plasmada en el Anexo A donde observamos los volúmenes máximos de A.C.P.M en cada tipo de vehículo que llega a la compañía; En el inciso 1.5 se habla de reparar máximo 4 tanques por día, suponiendo que estos lleguen totalmente llenos (120 galones cada uno según el Anexo A) la capacidad para el almacenamiento del combustible en el sistema será de 480 galones, pero la empresa plantea la posibilidad de que llegue un vehículo de más con capacidad pequeña (35 galones según el Anexo A) por lo cual solicitan un sobredimensionamiento para aproximadamente 45 galones más para una capacidad de almacenamiento aproximada a 525 galones.

2.2. GENERALIDAD DE LA INYECCIÓN DIÉSEL

Hoy en día los inyectores de diésel tienen menor tolerancia cada año. Algunas marcas tienen menos de 2 micrones de tolerancia para que pase el diésel. Si el sistema de inyección empuja partículas de 5 micrones por un espacio de 2 micrones con 2000 bares de presión, el inyector se desgasta causando mayor consumo de

diésel, mayor producción de hollín, periodos más cortos entre cambios de aceite, más contaminación al medio ambiente, etc⁵.

Figura 14. Tobera de un sistema de inyección



Fuente: Bosch. [en línea]. Sistemas de Inyección Diesel; [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/Jordan2009/sistemas-de-inyección-diesel-bosch>. Pag 17

2.3. NORMAS ISO PARA FILTRACIÓN DE FLUIDOS

Cuando se entrega cada galón de combustible sin filtrar, este puede contener casi 5 millones de partículas de 14 micras o mayor tamaño, más de 45 millones de partículas de 6 micras, y casi 100 millones de partículas de 4 micras⁶. Esto se traduce en un combustible muy contaminado con partículas que pueden generar problemas en la inyección del vehículo y mayor contaminación al medio ambiente.

Es por ello que se recurre a los códigos de limpieza ISO Anexo B, estos tienen 3 conjuntos de números separados que se refieren a rangos que indican la cantidad de partículas de un "tamaño mayor a 4 micrones, 6 micrones y 14 micrones" por 1 mililitro⁷, el código de limpieza que se desea obtener según norma ISO 14/13/11 que significa que deben haber de 8.000 a 16.000 partículas con tamaño de 4 micras, de 4.000 a 8.000 partículas con tamaño de 6 micras y de 1.000 a 2.000 partículas con tamaño de 14 micras por cada 100 mililitros del fluido.

2.4 PARÁMETROS DEL SISTEMA

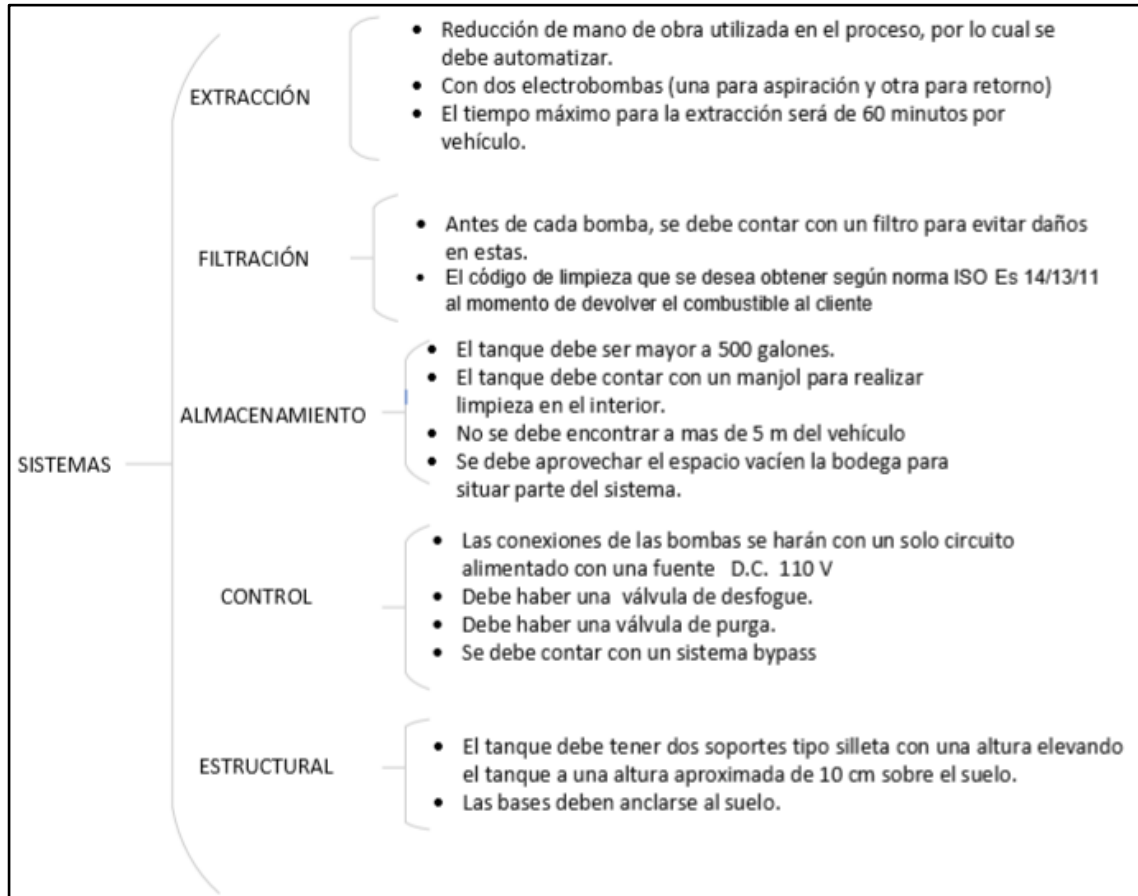
los parámetros de diseño se establecen mediante los requerimientos descritos anteriormente y dados por la empresa Multipersianas Y Boceles S.A.S, siendo estos los que se muestran en la **Figura 15**.

⁵ REYES Murillo John William, Optimización del sistema de combustible en los mixer de la planta San Eduardo de Holcim Ecuador. Tesis de grado previo a la obtención de ingeniero industrial, Guayaquil Ecuador, Abril 2015, p. 19

⁶ DONALDSON, Filtration Solutions. Clean Diesel Kits. What is dirty diesel costing you? Achieve More. [En línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulicsbulk/literature/northamerica/bulk-fluids/f111504-ENG/Clean-Diesel-Kits-Brochure.pdf>

⁷ DONALDSON, Filtration Solutions. filter motors and parts. ISO cleaning codes. [En línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/technical-articles/understanding-iso-cleanliness-codes/>

Figura 15. Parámetros del sistema



Fuente: Elaboración propia

Los parámetros del diseño de la máquina son enfocados para cumplir con todos los requerimientos anteriores y con estos podemos tener datos de entrada y plantear diseños preliminares al definitivo del sistema.

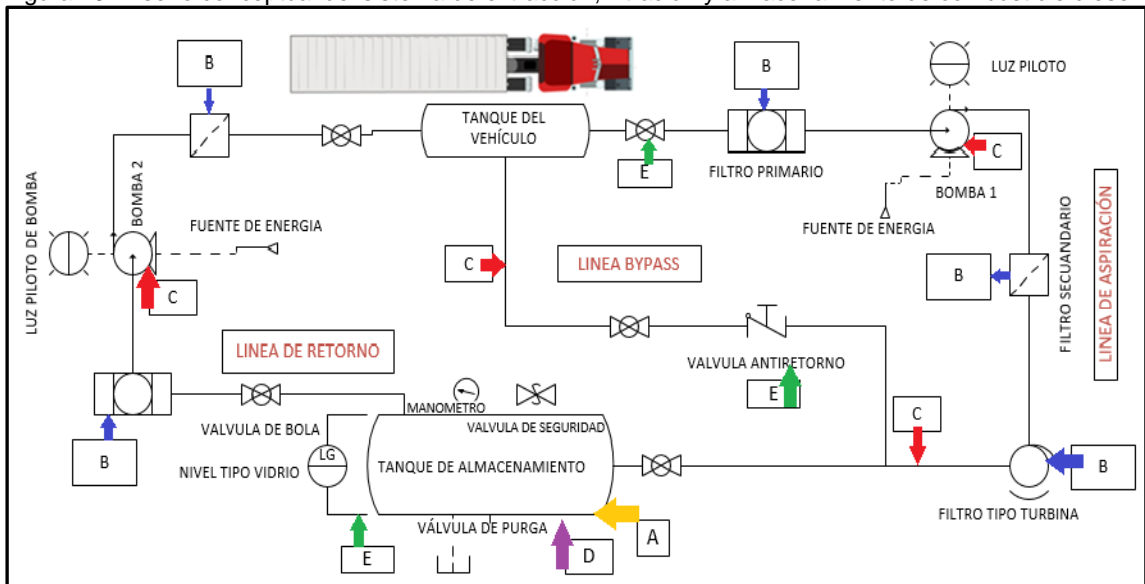
3. DISEÑO CONCEPTUAL Y ALTERNATIVAS

3.1 DISEÑO CONCEPTUAL

Con base en los requerimientos exigidos por la empresa, se desarrolla un primer bosquejo del sistema a diseñar ilustrado en la **Figura 16** conformados por 5 subsistemas explicados a continuación.

- **Parte A, tanque de almacenamiento.** deposito estacionario de A.C.P.M con capacidad para por lo menos 500 galones diseñado para acoplarse al sistema.
- **Parte B, filtros del sistema.** son los componentes que se encargaran de limpiar el combustible extraído de los vehículos.
- **Parte C, sistema hidráulico.** Se refiere a las dos líneas hidráulicas, la de aspiración y la de retorno las cuales, constan de mangueras, acoples, racores, registros, bombas y demás accesorios.
- **Parte D, estructura del sistema.** debido a la capacidad del tanque, este deberá estar debidamente soportada por bases que puedan soportar la gran carga y a la vez estas deberán de estar ancladas al suelo.
- **Parte E, sistema de control.** de vital importancia para controlar las cantidades de combustibles depositadas y extraídas en el tanque perteneciente a el sistema.

Figura 16. Diseño conceptual del sistema de extracción, filtración y almacenamiento de combustible diésel


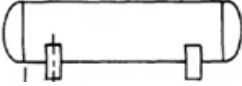
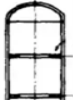



Fuente: Elaboración propia

3.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

El sistema se divide en 2 sub-partes, en las cuales por cada una se plantean 3 alternativas distintas como se observa en el **Cuadro 2** Seleccionando mediante el método scoring.

Cuadro 2. Matriz formó lógica de alternativas

Sub-Sistema	Alternativa /Función	Alternativa 1 (Ri1)	Alternativa 2 (Ri2)	Alternativa 3 (Ri3)
Almacenamiento	Geometría del tanque	 Rectangular	 Cilindrico horizontal	 Cilindrico vertical
		Hidraulico	Sistema de filtración	 kit 1 bomba y 2 filtros

Fuente: elaboración propia

3.3 MÉTODO PARA LA SOLUCIÓN MULTICRITERIO SCORING.

Meta 1. Extraer y filtrar (tamaño de 10 micras de partícula) hasta 240 galones de combustible diésel de las tractomulas o camiones en el área de mantenimiento de la empresa en un tiempo máximo de 60 minutos y depositarlo en un tanque horizontal con capacidad superior a 500 galones.

Meta 2. Realizar diálisis del combustible aspirándolo hacia la primera línea de filtros y retornándola al tanque del vehículo repitiendo este proceso hasta limpiar el combustible.

Alternativas. Se plantean 3 alternativas de posible y correcto funcionamiento del sistema, se escogerá la alternativa con mayores beneficios en diseño, mantenimiento, utilidad y economía para la operación del mismo.

Criterios. Costo, facilidad de instalación, facilidad en la obtención, facilidad para el diseño, normatividad y mantenibilidad.

3.3.1 Asignación de la ponderación. Se asignarán 3 tipos de importancia.

1= Poco importante 2= Importante 3= Importancia Media 4=Muy importante

3.3.2 Ponderación para cada criterio. Ahora se asignamos en la Tabla 1 la ponderación antes mencionada según sea su relevancia.

Tabla 1. Ponderación de criterios

Criterios	Ponderación W_i
Calidad del elemento	3
Costo	2
Facilidad de instalación	4
Facilidad de obtención	3
Facilidad en el diseño	4
Mantenibilidad baja	2
Normatividad vigente	4
Riesgo en seguridad	4

Fuente: elaboración propia

Seguidamente, se hace referencia a cada criterio para selección de alternativa con una breve descripción.

- **Calidad del elemento:** Se tiene en cuenta materiales con los que están construidas los elementos, funcionamiento operativo y su garantía (Se le asigna una ponderación $W_i=3$).
- **Costo:** Muy Importante para que posteriormente conjunto a la empresa se ejecute la elaboración del sistema. Por ello se plantearon las diferentes alternativas en los elementos de los subsistemas teniendo en cuenta materiales, mano de obra, instalación, etc. (Se le asigna una ponderación $W_i=2$)
- **Facilidad de instalación:** Fácil adaptación y rapidez al momento de ensamblar el sistema, de cada uno de los elementos, buscando que estos cumplan con las necesidades de la empresa. (Se le asigna una ponderación $W_i=4$)
- **Facilidad de obtención:** Esto hace referencia a que los elementos elegidos sean en lo posible comerciales en Colombia y que se encuentren específicamente a nivel de Bogotá para la fácil adquisición de estos. (Se le asigna una ponderación $W_i=3$)
- **Facilidad en el diseño:** Elegir la alternativa del elemento que tenga la mayor información para incluir en el desarrollo del diseño del sistema. (Se le asigna una ponderación $W_i=4$)
- **Mantenibilidad baja:** Existen equipos y accesorios que como en el caso las electrobombas, válvulas o sensores que con una adecuada instalación se facilita

su mantenimiento (lubricación, limpieza, inspección periódica y demás ajustes) para el correcto funcionamiento del sistema. (Se le asigna una ponderación $W_i=2$)

- Normatividad vigente: El elemento seleccionado debe tener una normativa actualizada para el fácil diseño del sistema. (Se le asigna una ponderación $W_i=4$)
- Riesgo en seguridad: Se tiene en cuenta la seguridad del operario que manipule el sistema, además de evitar operaciones riesgosas que afecten las instalaciones de la empresa y el proceso como tal. (Se le asigna una ponderación $W_i=4$)

3.3.3 Establecimiento del rating. Se establece una escala de 9 puntos.

1= Extra bajo
2= Muy bajo
3= Bajo

4= Poco bajo
5= Medio
6= Poco alto

7= Alto
8= Muy alto
9= Extra alto

A continuación, se establece la puntuación en las **Tabla 2 y 3** a los elementos de cada subsistema dependiendo de los diferentes criterios.

Tabla 2. Matriz de puntuación Sub-Sistema de almacenamiento (Geometría del tanque)

Criterios	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}
Calidad del elemento	5	7	7
Costo	6	6	6
Facilidad de instalación	6	8	6
Facilidad de obtención	6	5	6
Facilidad en el diseño	5	9	8
Mantenibilidad baja	5	6	5
Normatividad vigente	5	9	9
Riesgo en seguridad	5	7	6

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Matriz de puntuación Sub-Sistema hidráulico (Sistema de filtración)

Criterios	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}
Calidad del elemento	5	6	7
Costo	4	5	6
Facilidad de instalación	8	8	8
Facilidad de obtención	7	7	7
Facilidad en el diseño	8	8	8
Mantenibilidad baja	6	7	9
Normatividad vigente	6	6	8
Riesgo en seguridad	6	6	7

Fuente: elaboración propia

3.5 CÁLCULO DE SCORE PARA CADA ALTERNATIVA

Modelo que se empleó para calcular el score:

Ecuación 1. Cálculo de score por cada alternativa

$$S_j = \sum_i W_i r_{ij}$$

Fuente: BENITEZ, Jesus Alberto. Diagnóstico y propuesta de optimización de un sistema para el tratamiento de aguas residuales producidas en el manejo de residuos sólidos peligrosos [en línea]. Trabajo de grado ingeniero ambiental. Valledupar: Universidad Popular del Cesar. Facultad De Ingenierías Y Tecnologías. 2016.[Consultado 10 abril 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/82712923-Universidadpopular-del-cesar-facultad-de-ingenierias-ytecnologias-programa-de-ingenieria-ambientaly-sanitaria.html>

Donde:

r_{ij} = Rating de la alternativa en función del criterio i

W_i = Ponderación para cada criterio

S_j = Score para cada alternativa j

Tabla 4. Cálculo de score (Geometría del tanque)

Criterios	Ponderación W_i	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}
Calidad del elemento	3		5	7
Costo	2		6	6
Facilidad de instalación	4		6	8
Facilidad de obtención	3		6	5
Facilidad en el diseño	4		5	9
Mantenibilidad baja	2		5	6
Normatividad vigente	4		5	9
Riesgo en seguridad	4		5	7
SCORE $S(j)$			139	192

Fuente: elaboración propia

Empleamos los datos en la ecuación para las tres alternativas planteadas.

$$S_j = \sum_i W_i r_{ij}$$

$$S_{j1} = 3(5) + 2(6) + 4(6) + 3(6) + 4(5) + 2(5) + 4(5) + 4(5) = 139$$

$$S_{j2} = 3(7) + 2(6) + 4(8) + 3(5) + 4(9) + 2(6) + 4(9) + 4(7) = 192$$

$$S_{j3} = 3(7) + 2(6) + 4(6) + 3(6) + 4(8) + 2(5) + 4(9) + 4(6) = 177$$

Siendo r_{i2} (Cilíndrico horizontal) el resultado con mayor puntaje, debido a que el depósito tiene un volumen superior a 500 galones y una geometría rectangular necesita refuerzos para soportar las cargas en las paredes y fondo del tanque de almacenamiento, el cilíndrico horizontal es inadecuado para un volumen tan pequeño comparado al con el que se almacena en este tipo de tanques, además se cuenta con el espacio suficiente para instalar el sistema con un tanque cilíndrico horizontal y más importante fácil cuenta con la norma ASME BPVC sección VIII-división 1 para los cálculos necesarios para el diseño.

Tabla 5. Cálculo de score (Sistema de filtración)

Criterios	Ponderación W_i	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	
Calidad del elemento	3		5	6	7
Costo	2		4	5	6
Facilidad de instalación	4		8	8	8
Facilidad de obtención	3		7	7	7
Facilidad en el diseño	4		8	8	8
Mantenibilidad baja	2		6	7	9
Normatividad vigente	4		6	6	8
Riesgo en seguridad	4		6	6	7
SCORE $S(j)$			168	175	196

Fuente: elaboración propia

Empleamos los datos en la ecuación para las tres alternativas planteadas.

$$S_j = \sum_i W_i r_{ij}$$

$$S_{j1} = 3(5) + 2(4) + 4(8) + 3(7) + 4(8) + 2(6) + 4(6) + 4(6) = 168$$

$$S_{j2} = 3(6) + 2(5) + 4(8) + 3(7) + 4(8) + 2(7) + 4(6) + 4(6) = 175$$

$$S_{j3} = 3(7) + 2(6) + 4(8) + 3(7) + 4(8) + 2(9) + 4(8) + 4(7) = 196$$

Siendo r_{i3} (Fijar el sistema hidráulico al tanque con 2 bombas y 4 filtros) el resultado con mayor puntaje, debido a que las otras dos alternativas traen como desventaja el no estar fijo al tanque, pudiendo este afectarse por la manipulación constante e incorrecta por parte del operario al tener que implementarlo para el llenado y vaciado del tanque, además al elegir la tercera alternativa, se pueden seleccionar por criterio propio y conveniencia los filtros y sus recambios.

4. DISEÑO DETALLADO

Para comenzar con nuestro diseño se tendrá en cuenta el diseño conceptual, los parámetros requeridos para el sistema y las alternativas de elementos seleccionados para cada subsistema siendo estos:

- Almacenamiento
- Control
- Extracción
- Filtración

Se comienza a diseñar en orden de subsistema establecido.

4.1 DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Para este proyecto, los recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles se dividen en tanques para baja presión “diseñados para trabajar a presiones comprendidas entre 0.5 y 15 lb/pulg² manométricas, inclusive”⁸ y recipientes sujetos a presión “tanque o recipiente de almacenamiento diseñado para trabajar a presiones superiores a 15 lb/pulg² manométrica”⁹.

Estos tanques pueden construirse de acuerdo con el código ASME para recipientes a presión, sección VIII¹⁰.

4.1.1 Selección del material. En el **Anexo C** se observa la tabla UCS-23 en la que se identifican los aceros al carbono y de baja aleación, escogemos estos aceros debido a que tienen altos valores en esfuerzos de cedencia, resistencias a la tensión, resistencia a la corrosión, y bajos valores en coeficientes de dilatación térmica.

Descrito lo anterior y en conveniencia con nuestro diseño, escogemos un acero SA-285 Tipo C en donde indicamos sus propiedades principales para realizar los cálculos pertinentes.

4.1.2 Geometría del depósito de combustible. Para comenzar con el cálculo del volumen y entendiendo que, se debe usar el espacio disponible de 3X4 m en las instalaciones del área de mantenimiento de la empresa, la geometría será redonda con tapas laterales tipo tori-esférica según normas ASME en sentido horizontal.

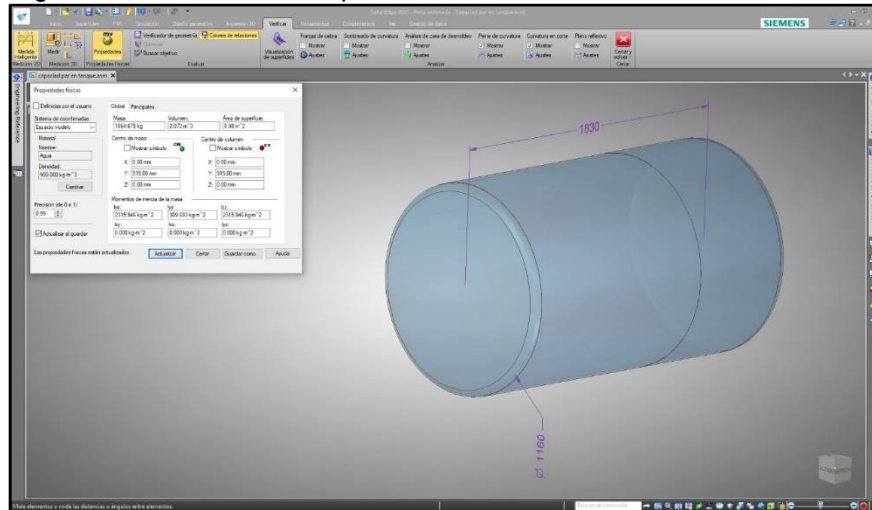
⁸ F MEGYESY, Eugene. Recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles. En: Manual de Recipientes a Presión. México D. F: Editorial Limusa, 1992, pag154. ISBN 968-18-1985-3

⁹ Ibid, pag154

¹⁰ Ibid, pag154

Teniendo en cuenta lo anterior, se comienza a dimensionar (**Figura 17**) el tanque empleando una lámina comercial con una superficie de 1829 X 6096 para obtener el volumen del cilindro de 1830 mm de largo X 1160 mm de diámetro (teniendo en cuenta los abombados de las tapas) con ayuda del software Solid Edge 2020.

Figura 17. Volumen del tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia

Se obtiene un volumen de almacenamiento aproximado (V_{aprox}) de 552 galones para el tanque (totalmente lleno del líquido, caso crítico), este valor será el óptimo para realizar nuestros cálculos de tensiones y esfuerzos, pero el volumen de almacenamiento real (V_r) y conveniente según norma NFPA 30 para el fluido será el 95% del V_{aprox} del tanque, por lo cual:

$$V_r = V_{\text{aprox}} / 1,05$$

$$V_r = 552 \text{ galones} / 1,05 = 525,7 \text{ galones}$$

Pero como ya se mencionó anteriormente, se trabajará con $V_{\text{aprox}} = 552$ galones para efecto de los cálculos a realizar; primeramente, hallamos la masa del combustible teniendo en cuenta la densidad (**Figura 18**) del combustible colombiano.

Figura 18. Propiedades del diésel en Colombia

PARÁMETRO	UNIDADES	ESPECIFICACIÓN Vigencia (Febrero 1° de 2007)	MÉTODOS DE ENSAYO
Densidad a 15 °C	Kg/m ³	860 – 900	ASTM D 4052 ASTM D 1298 ASTM D 287 ISO 3675 ISO 12185
Viscosidad (cinemática a 40 °C)	mm ² /s	1,9 – 5,0	ASTM D 445 ISO 3104

Fuente: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. [sitio web]. Resolución no. 180782 de mayo 30 de 2007. Por la cual se modifican los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diésel como componente de la mezcla con el combustible diésel de origen fósil en procesos de combustión [Consulta: 13 de julio 2020]. Disponible en: <https://aescolombia.com.co/Descargables/FichasTecnicas/Ficha-tecnica-Densidad-Biocombustible-ACPM.pdf>

Se utiliza la (**ecuación 2**) de la densidad:

Ecuación 2. Densidad

$$\rho = m/V$$

Fuente: Robert L. Mott (2006). Mecánica de fluidos (Pg. 2). México: Pearson educación

Donde:

ρ = densidad del diésel en Colombia (**Figura 18**).

m= masa total de combustible (552 galones)

V= volumen de almacenamiento aproximado (V_{aprox} de 552 galones)

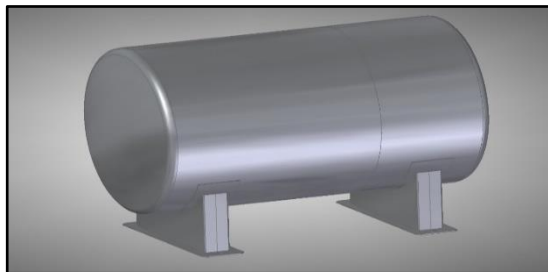
Primero se realiza la conversión de los 552 galones obteniendo 2,08 m³ y se despeja la masa de la ecuación 2 obteniendo:

$$m = \rho V \Rightarrow m = 900 \text{ kg/m}^3 * 2,08 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{"552 gal"combustible}} \approx 1872 \text{ kg}$$

Basándonos en la norma ASME, diseñaremos un tanque de presión interna cilíndrico con bases tipo montura como se observa en la **Figura 19**.

Figura 19. Tanque de combustible



Fuente: elaboración propia

4.1.3 Presiones de operación, diseño y prueba. La presión de trabajo es la presión manométrica a la cual estará sometido un equipo en condiciones de operación normal¹¹. Esta presión se puede calcular mediante la siguiente expresión:

Ecuación 3. Presión manométrica

$$P_{\text{manométrica}} = \rho gh$$

Fuente: Robert L. Mott (2006). Mecánica de fluidos (Pg. 2). México: Pearson educación

Donde:

ρ = densidad del diésel en Colombia.

g = aceleración de la gravedad.

h = altura máxima de la columna de combustible.

Teniendo en cuenta que el diámetro exterior del tanque es de 1160 mm y restando el espesor de su material que será tentativamente 6 mm, la altura del fluido será de 1148 mm, se procede a reemplazar los datos en la **ecuación 3** y se obtiene:

$$P_{\text{manométrica}} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1,148\text{m} = 10,135 \text{ KPA} \approx 1,47 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{\text{manométrica}} = P_{\text{operación}} = 10,135 \text{ KPA} \approx 1,47 \text{ lb/pulg}^2$$

La presión de diseño es el valor que debe utilizarse en las ecuaciones para el cálculo de las partes constitutivas de los recipientes sometidos a presión¹² dicho se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Presión de diseño

$$\text{Si } P_o \leq 2068,4 \text{ KPA; } P = P_o + 206,84 \text{ KPA.}$$

Fuente: LEON ESTRADA. Juan Manuel. Diseño y cálculo de recipientes a presión. [sitio web]. [consultado:7 marzo2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/julio mrkt/167486440-disenoycalculoderecipientesapresionpdf.p.10>

Donde:

P = es la presión de diseño

P_o = es la presión de operación.

$$P = 10,135 \text{ KPA} + 206,84 \text{ KPA} = 216,97 \text{ KPA}$$

¹¹ LEON ESTRADA, Juan Manuel. Diseño y Calculo de Recipientes Sujetos a Presión [en línea]. [consultado: 7 marzo 2020]. Disponible en <https://www.udocz.com/read/disenoy-calculo-de-recipientes-a-presion-juan-manuel-leon-estrada>

¹² Ibid.p.10

La presión de prueba se entenderá por presión hidrostática de prueba y se cuantificará por medio de la siguiente ecuación¹³:

Ecuación 5. Presión de prueba

$$P_p = P (1.5) \text{ Sta./Std}$$

Fuente: LEON ESTRADA. Juan Manuel. Diseño y cálculo de recipientes a presión. [sitio web]. [consultado:7 marzo2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/julio mrkt/167486440-disenoycalculoderecipientesapresionpdf.p.10>

Donde:

P_p = Presión de prueba.

Sta = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura ambiente (**Anexo C**).

Std = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura de diseño (**Anexo C**).

$$P_p = 216,97 \text{ KPA} * 1.5 * 1 = 325,45 \text{ KPA}$$

Este será el valor al que someteremos nuestro tanque para realizar nuestra prueba hidrostática.

4.1.4 Determinación del espesor mínimo del cuerpo del tanque. Teniendo en cuenta que el material a usar en el casco es un acero SA 285 grado C, el espesor requerido en función de la presión interior puede calcularse a partir del radio interno¹⁴; se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Espesor mínimo para el cuerpo cilíndrico

$$t_r = \frac{P * R}{S * E - 0,6P}$$

Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [sitio web]. [consultado: 7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_pdf.pag390

Donde:

t_r = Espesor mínimo requerido para el cuerpo (m).

P = Presión interior de diseño (KPA).

R = Radio interior del cilindro (m).

S = Tensión máxima admisible (KPA **Anexo C**)

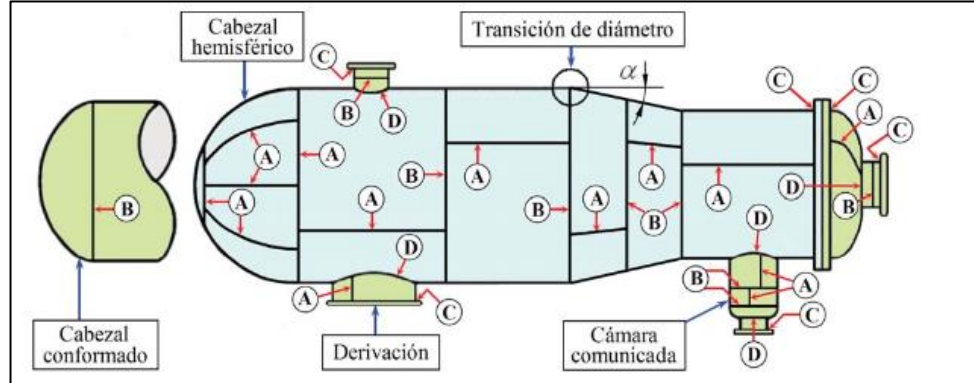
¹³ Ibid. p. 11

¹⁴ Ibid. p. 390

E = Eficiencia de la junta de las soldaduras.

La eficiencia de las juntas soldadas la podemos determinar mediante la **Figura 20**.

Figura 20. Localización típica de uniones soldadas categorías A, B, C Y D



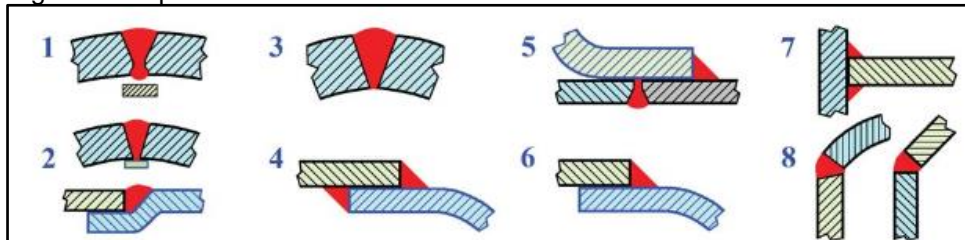
Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [sitio web]. [consultado: 7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_pdf. P.401

De donde determinamos la categoría para definir la localización de la unión soldada en el recipiente siendo en nuestro caso categoría B que son uniones circunferenciales en¹⁵:

- Cuerpo principal.
- Cámaras comunicadas.
- Derivaciones o transiciones de diámetro.

Además de las categorías, para determinar la eficiencia, es importante describir los tipos de uniones soldadas mostradas en la **Figura 21**, además de sus descripciones enlistadas en la tabla UW12 situada en el **Anexo D**.

Figura 21. Tipos de uniones soldadas



Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [sitio web]. [consultado: 7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_pdf. Pag401

¹⁵ Ibid. p. 385

Elegimos el tipo de junta 1 para todas las uniones que se tendrán en el cuerpo del cilindro.

Ahora nos dirigimos al **Anexo D** en donde se fijarán las pautas para determinar la eficiencia de la junta siendo $E=0,9$; ya con esta magnitud y con los demás datos, se puede hallar el espesor mínimo de pared del tanque:

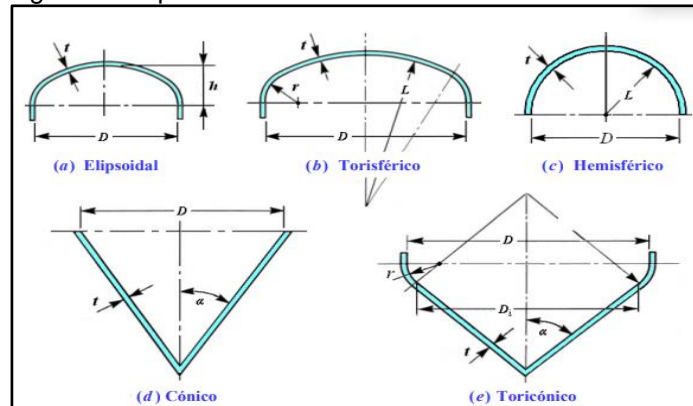
$$t_r = \frac{216,97 \text{ Kpa} * 1,16\text{m}}{95147\text{Kpa} * 0,9 - 0,6 * 216,97 \text{ Kpa}} = 2,94 \times 10^{-3} \text{m} = 2,94 \text{mm}$$

$$t_r + C(\text{Sobre espesor por corrosión}) = 3,71 \text{ mm}$$

Comercialmente la lámina que se vende por encima de ese espesor es la de 3/16 de pulgada que es aproximadamente 4,8 mm además por de ser el correcto por el sobre espesor por corrosión que es de 1/16 de pulgada para una vida útil superior a 12 años.

4.1.5 Geometría y cálculo de los espesores mínimos de las tapas o cabezales. Para “cerrar” recipientes cilíndricos, existen varios tipos de tapas¹⁶: planas, planas con ceja, abombadas, toriesféricas, semielípticas, tapas 80-10, tapas cónicas, etc.

Figura 22. Tipos de cabezales



Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. sitio web]. consultado: [7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-59ea-b0e608bbc54b08e659cb_.pdf.

En la **Figura 22** se observan diferentes configuraciones de tapas, finalmente se selecciona la tapa tipo toriesférica ya que soportan altas presiones manométricas, además de ser fácilmente fabricable. Su característica principal es que el radio de abombado es aproximadamente igual al diámetro y se pueden fabricar en

¹⁶ Ibid. P. 15

diámetros desde 0.3 hasta 6 metros. Se emplea la ecuación para el cálculo de su espesor mínimo:

Ecuación 7. Espesor mínimo para la tapa

$$t_{rt} = \frac{0,885PL}{SE - 0,1P}$$

Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. sitio web]. consultado: [7 marzo2020] . Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-Calculo-estructural-ii-_5_9ea_b0_e608bbc54b08e659cb_.pdf. p.392

Donde:

t_{rt} = espesor mínimo de la tapa (m)

P = presión interior de diseño (KPA)

S = tensión máxima admisible del material (KPA **Anexo C**)

E = Eficiencia de la junta de las soldaduras.

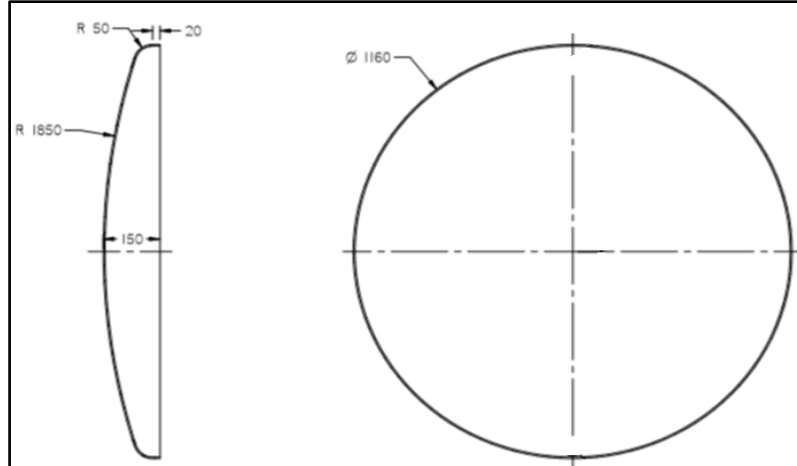
Reemplazando los valores

$$t_{rt} = \frac{0,885 * 216,97 \text{ KPA} * 0,915\text{m}}{95147\text{KPA} * 0,9 - 0,1 * 318,4 \text{ KPA}} = 2,052 \times 10^{-3} \text{m} = 2,052\text{mm}$$

$$t_{rt} + C(\text{Sobre espesor por corrosión}) = 2,822 \text{ mm}$$

El calibre comercial más cercano por encima es de 1/8 pulgadas (3,17 mm) además por de ser el correcto por el sobre espesor (1/16 in) que se debe tener por el factor corrosión. Según norma y con el cálculo de espesor determinado anteriormente, se deducen las dimensiones (**Figura 23**) de las tapas.

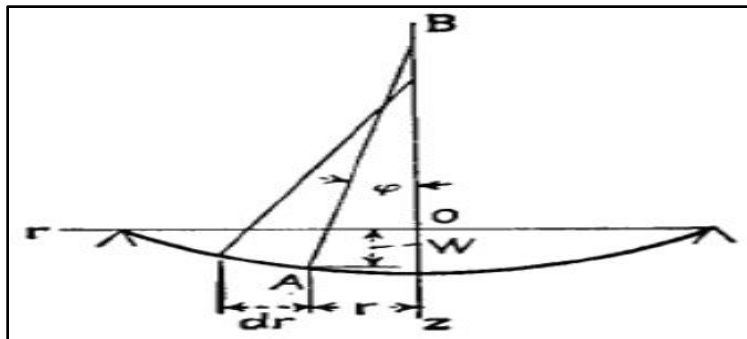
Figura 23. Dimensiones de las tapas toriesfericas



Fuente: elaboración propia

Ahora se determinará la deflexión que sufrirá la tapa al abombarla y para ello se trabaja con la teoría de flexión simétrica de placas circulares bajo cargas transversales. Cuando se aplica una carga igualmente distribuida alrededor del eje vertical de simetría de la placa su plano medio también se deformará simétricamente. La deflexión será la misma en todos los puntos equidistantes del centro de la placa, con esto podemos suponer una flecha en una sección que pase por el eje vertical de simetría. En la **figura 24** se puede apreciar que el punto O es el centro de la placa, r puede ser cualquier punto de distancia radial del plano medio y w la flecha que se genera¹⁷.

Figura 24. Esquema de deflexión de una placa circular

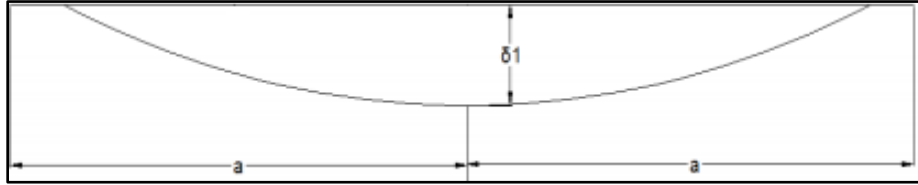


Fuente: ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p16.pdf>

¹⁷ ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p16.pdf>

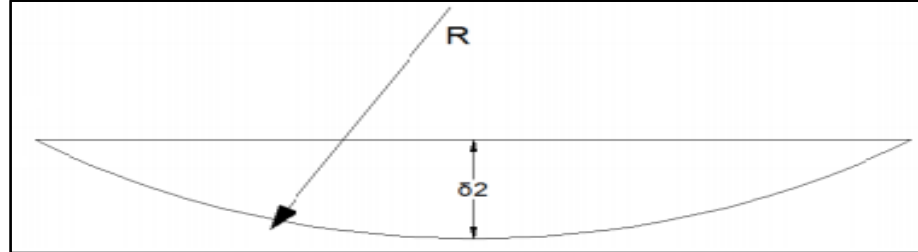
Para hallar el sobredimensionamiento de la lámina, se combinar el método de empotramiento de la placa (**Figura 25**) y el de flexión pura (**Figura 26**).

Figura 25. Placa circular con borde empotrado



Fuente: ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p21.pdf>

Figura 26. Flexión pura en placa circular



Fuente: ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p21.pdf>

Resultando la **ecuación 8** (deflexión máxima en el centro):

Ecuación 8. Flecha máxima en el centro de la tapa

$$W_{max_{tapa}} = \frac{(5 + \nu)qa^4}{64(1 + \nu)D}$$

Fuente: ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p21.pdf>

Donde:

$W_{max_{tapa}}$ = flecha máxima

ν = módulo de poisson

q = carga aplicada

a = sobredimensionamiento de la tapa

D = constante

La constante D se obtiene empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 9. constante D para implementar en flecha máxima

$$D = \frac{Et^2}{12(1 - \nu^2)}$$

Fuente: ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p21.pdf>

Los datos de los esfuerzos requeridos se extraen de la **Tabla 6**.

Tabla 6. Propiedades típicas de aceros

material y condición	Resistencia máxima, Su		Resistencia a la cedencia, Sy		Porcentaje de alargamiento	Densidad		Módulo de elasticidad	
	Ksi	Mpa	Ksi	Mpa		lb/in3	kg/m3	lb/in2	Gpa
Aceros									
AISI 430	75	517	40	276	30	0.28	8030	28000000	200
AISI 301	185	1280	140	965	8	0.29	8030	28000000	193
SA-285 C	60	414	35	240	21	0.28	7750	29000000	201

Fuente: elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 715p. ISBN: 978-607-442-047-0

Donde:

E = módulo de elasticidad del material de la tapa (Tabla)

t = espesor de la tapa (m)

Reemplazando los valores;

$$D = \frac{201 \times 10^9 \text{ PA} * 3,17 \times 10^{-3} \text{ m}}{12(1 - 0,3^2)} = 58348901 \text{ N/m}$$

Ahora utilizamos la ecuación Flecha máxima en el centro de la tapa en donde la fuerza q debe ser mayor a resistencia a la cedencia $Sy= 240 \text{ MPA}$ y menor a la resistencia máxima (esfuerzo ultimo) $Su=414 \text{ MPA}$ por lo cual usaremos un esfuerzo de 300 MPA ; despejando a de la ecuación y reemplazando los valores obtenemos:

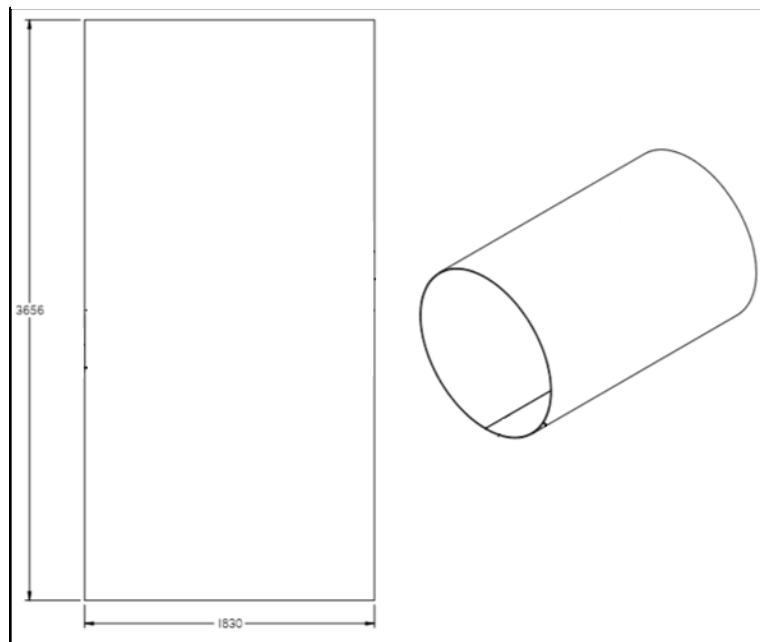
$$a = \sqrt[4]{\frac{Wmax_{tapa} * 64(1 + \nu)D}{(5 + \nu)q}}$$

$$a = \sqrt[4]{\frac{150 \times 10^{-3} \text{ m} * 64(1 + 0,3)58348901}{(5 + 0,3) * 300 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}} = 0,458 \text{ m} = 458 \text{ mm}$$

458 mm es el sobredimensionamiento que se realiza al diámetro de la tapa para su posterior abombado y que esta quede con las dimensiones deseadas.

Se procede de la misma manera para el cálculo de la masa del tanque sumando el volumen del cilindro cuyas dimensiones se observan en la **Figura 27** y los dos volúmenes de las tapas con dimensiones plasmadas en la **Figura 23**, además se debe sumar el sobredimensionamiento por abombado.

Figura 27. Dimensiones de la lámina para el cilindro del tanque



Fuente: elaboración propia

El volumen del material del cuerpo del cilindro será de $1,83 \text{ m} * 3,656 \text{ m} * 4,8 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,0321 \text{ m}^3$; el volumen de cada tapa es $\pi * ((1,16 \text{ m} + 0,458 \text{ m})/2)^2 * 3,17 \times 10^{-3} \text{ m} = 6,52 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ y el volumen de las dos tapas es de $6,52 \times 10^{-3} \text{ m}^3 * 2 = 0,013 \text{ m}^3$. calculando el volumen total del tanque con la siguiente ecuación:

Ecuación 10. Dimensiones de la lámina para el cilindro del tanque

$$Volumen_{total-tanque} = Volumen\ del\ cilindro + Volumen\ de\ las\ dos\ tapas$$

Fuente: elaboración propia

$$Volumen_{total-tanque} = 0,0321 \text{ m}^3 + 0,013 \text{ m}^3 = 0,045 \text{ m}^3 = 45 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

Ahora empleando la ecuación de la densidad, hallamos la masa del tanque:

$$m = \rho V \rightarrow m = 7750 \text{ kg/m}^3 * 0,045 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{cuerpo del tanque}} \approx 348,75 \text{ kg}$$

Finalmente obtenemos la masa total del tanque con la ecuación:

Ecuación 11. masa total del tanque "caso crítico"

$$m_{\text{cuerpo del tanque}} + m_{\text{"552 gal" combustible}} + \text{accesorios del tanque}$$

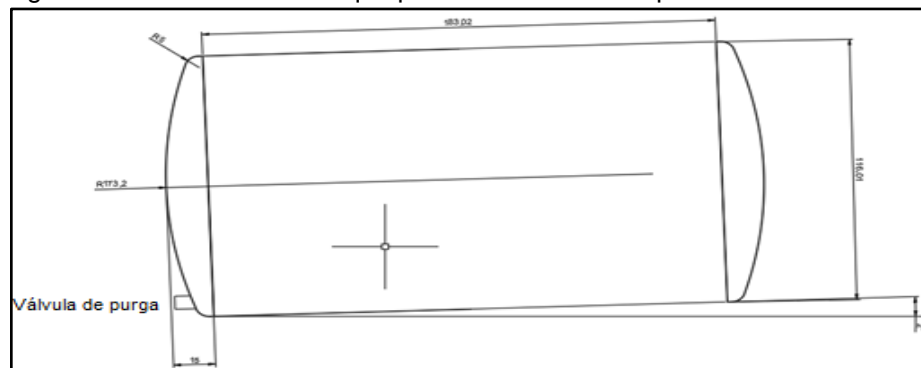
Fuente: elaboración propia

Suponiendo que en accesorios (bombas, bridas, filtros, instrumentación, tuberías, uniones y demás) la masa sea de 100 kg en el caso crítico. Reemplazamos los valores y se obtiene:

$$m_{\text{total del tanque-caso critico}} = 1872 \text{ kg} + 348,75 \text{ kg} + 100 \text{ kg} = 2320 \text{ kg}$$

4.1.6 Calculo del centro de gravedad. Primero hallaremos Los recipientes sujetos a corrosión deberán tener una abertura de purga (Norma UG-25 f)¹⁸, por lo cual el tanque tiene una inclinación de 2° (**Figura 28**) para la purga total de líquido cuando se desee limpiar.

Figura 28. Inclinación del tanque para drene total del liquido



Fuente: elaboración propia

¹⁸ Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 100. ISBN 0-914458-21-3

Se calcula el centro de gravedad del tanque lleno para determinar la distribución de la carga que debe soportar cada silleta, para ello se debe calcular el centro para figuras geométricas regulares como se observa en la **figura 29** y sumarlas para obtener la coordenada en donde se encuentra el centroide.

Figura 29. División geométrica para hallar las coordenadas del centro



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

Además, en la **figura 30** se observa que el tanque se ubica en el plano XY para calcular los centros de masa y determinar las coordenadas de cada figura, para esto se debe contar con el área, por lo cual en la **figura 24** se observan las dimensiones del rectángulo verde.

Figura 30. Dimensiones del rectángulo



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

Teniendo en cuenta que el centro de gravedad de un rectángulo es $X/2$, $Y/2$. En la **figura 31** se determina el centro de gravedad de este.

Figura 31. Coordenadas del centro de masa del rectángulo



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

De la figura 30 y 31 se deducen área y coordenadas x_i , y_i para determinar el **cuadro 3** que será necesario para determinar el centro de masa general del tanque.

Cuadro 3. Área y coordenadas del centro de masa del rectángulo verde

Pieza	Nombre	x_i	y_i	A_i	$x_i A_i$	$y_i A_i$
A	Rectángulo Verde	106,5	61,34	19646,2	2092320,3	1205097,908

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el centro de gravedad un triángulo $X/3$, $Y/3$. En la **figura 32** con las dimensiones que se observan se determina área y centro de gravedad de los triángulos amarillos.

Figura 32. Dimensiones y áreas. de los triángulos amarillos



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

De la **figura 32** se deducen áreas y coordenadas x_i , y_i para determinar el **cuadro 4** que será necesario para determinar el centro de masa general del tanque.

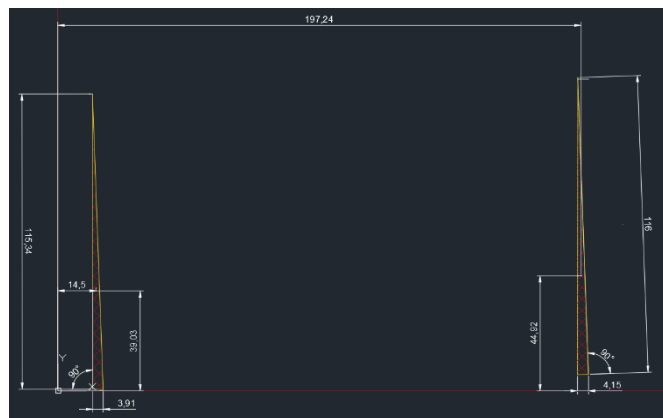
Cuadro 4. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los triángulos amarillos

Pieza	Nombre	x_i	y_i	A_i	$x_i A_i$	$y_i A_i$
B	Triangulo amarillo 1	15,77	77,35	234,75	3702,0075	18157,9125
	Triangulo amarillo 2	198,73	83,33	236,94	47087,0862	19744,2102

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el centro de gravedad de un triángulo $X/3$, $Y/3$. En la **figura 33** con las dimensiones que se observan se determina área y centro de gravedad de los triángulos rojos.

Figura 33. Dimensiones y áreas. de los triángulos rojos



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

De la **figura 33** se deducen áreas y coordenadas x_i , y_i para determinar el **cuadro 5** que será necesario para determinar el centro de masa general del tanque.

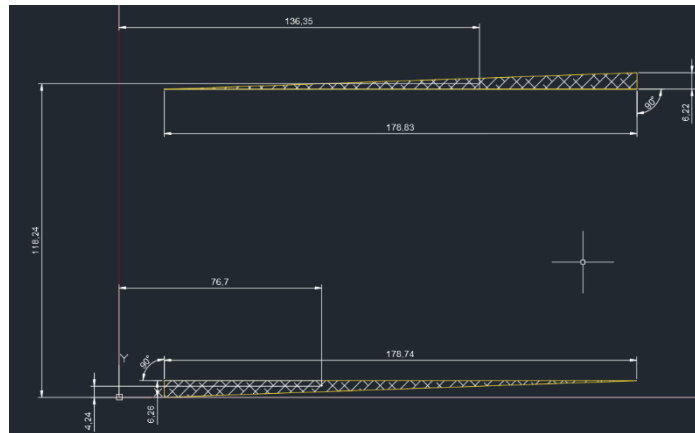
Cuadro 5. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los triángulos rojos

Pieza	Nombre	x_i	y_i	A_i	$x_i A_i$	$y_i A_i$
C	Triangulo rojo 1	14,5	39,03	225,48	3269,46	8800,4844
	Triangulo rojo 2	197,24	44,92	240,7	47475,668	10812,244

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el centro de gravedad de un triángulo $X/3$, $Y/3$. En la **figura 34** con las dimensiones que se observan se determina área y centro de gravedad de los triángulos blancos.

Figura 34. Dimensiones y áreas. de los triángulos blancos



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

De la **figura 34** se deducen áreas y coordenadas x_i , y_i para determinar el **cuadro 6** que será necesario para determinar el centro de masa general del tanque.

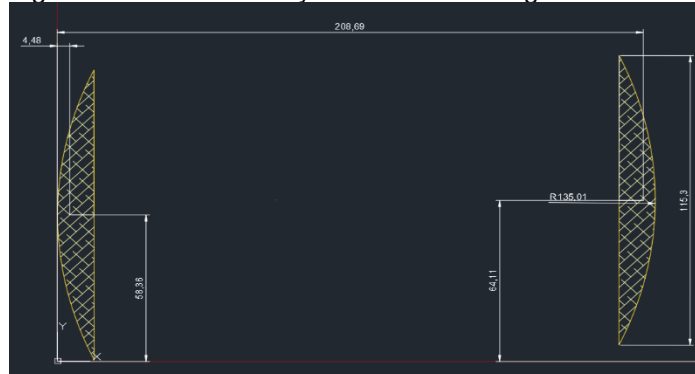
Cuadro 6. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los triángulos blancos

Pieza	Nombre	x_i	y_i	A_i	$x_i A_i$	$y_i A_i$
D	Triangulo Blanco 1	76,7	4,24	559,4	42905,98	2371,856
	Triangulo Blanco 2	136,35	118,24	556,16	75832,416	65760,3584

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el centro de gravedad un semicírculo es $4X/3\pi$, $Y/2$. En la **figura 35** con las dimensiones que se observan se determina área y centro de gravedad de los semicírculos.

Figura 35. Dimensiones y áreas de los triángulos blancos



Fuente: elaboración propia, con base en AutoCAD

De la **figura 35** se deducen áreas y coordenadas x_i , y_i para determinar el **cuadro 7** que será necesario para determinar el centro de masa general del tanque.

Cuadro 7. Áreas y coordenadas de los centros de masa de los semicírculos

Pieza	Nombre	x_i	y_i	A_i	$x_i A_i$	$y_i A_i$
E	Semicirculo 1	4,48	58,36	955,58	4280,9984	55767,6488
	Semicirculo 2	208,69	64,11	952,26	198727,1394	61049,3886

Fuente: elaboración propia

Teniendo cada área y cada coordenada de las figuras, se realizan las sumatorias de estas para obtener valores totales de A_i , $X_i A_i$ y $Y_i A_i$ obteniendo para coordenada en $X = X_i A_i / A_i$ y $Y = Y_i A_i / A_i$.

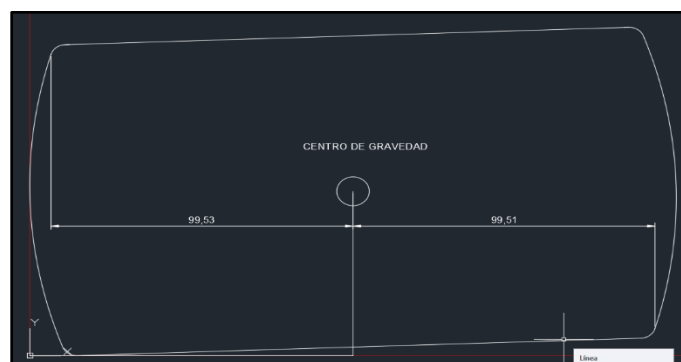
Cuadro 8. Coordenadas en X y Y del centro de gravedad

Pieza	Nombre	x_i	y_i	A_i	$x_i A_i$	$y_i A_i$
A	Rectángulo Verde	106,5	61,34	19646,2	2092320,3	1205097,908
B	Triangulo amarillo 1	15,77	77,35	234,75	3702,0075	18157,9125
	Triangulo amarillo 2	198,73	83,33	236,94	47087,0862	19744,2102
C	Triangulo rojo 1	14,5	39,03	225,48	3269,46	8800,4844
	Triangulo rojo 2	197,24	44,92	240,7	47475,668	10812,244
D	Triangulo Blanco 1	76,7	4,24	559,4	42905,98	2371,856
	Triangulo Blanco 2	136,35	118,24	556,16	75832,416	65760,3584
E	Semicirculo 1	4,48	58,36	955,58	4280,9984	55767,6488
	Semicirculo 2	208,69	64,11	952,26	198727,1394	61049,3886
				Σ	23607,47	2515601,056
centro de gravedad	Coordenadas	106,5595	61,31796			

Fuente: elaboración propia

El centro de gravedad del tanque se encuentra en las coordenadas $x=106,5$ y $Y=61,3$.

Figura 36. Centro de gravedad con el tanque lleno



Fuente: elaboración propia

La distancia desde el centro del tanque hasta las esquinas del mismo es similar, por lo cual la carga será uniformemente distribuida.

4.1.7 Diseño de las silletas. Se dirige directamente al Anexo E en donde según norma ASME se encuentran tabuladas las dimensiones correctas que deben de tener las silletas, de ay se crea el cuadro 4 propia para el sistema que se está diseñando con dimensiones dadas en centímetros y pulgadas.

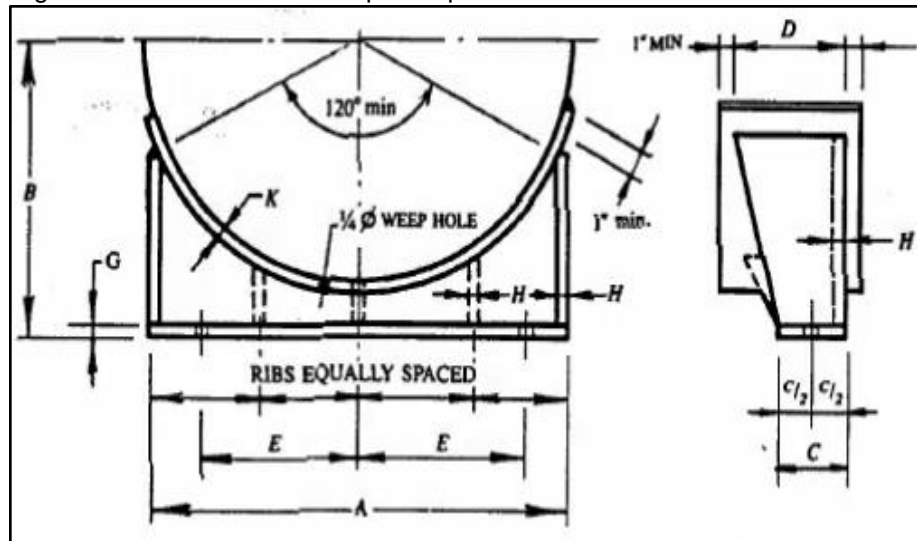
Cuadro 9. Dimensiones de las silletas

ϕ nominal del tanque (cm)	Dimensiones						# de esfuerzos	Espesor de placa			Peso máx del tanque (kg)
	A (cm)	B(cm)	C(cm)	D(cm)	E(cm)	ϕ de los pernos (in)		G	H	K	
121	106	76	15	28	30	3/4	0	3/4	3/8	3/8	11430

Fuente: elaboración propia con base en: MEGYESY, Eugene.pressure vesel handbook.12 ed. Tulsa, Oklahoma: Presure Vessel publishing inc,2001. P. 101. ISBN 0-914458-21-3

En la **Figura 37** observamos las dimensiones mencionadas anteriormente.

Figura 37. Dimensiones de soporte tipo sillín

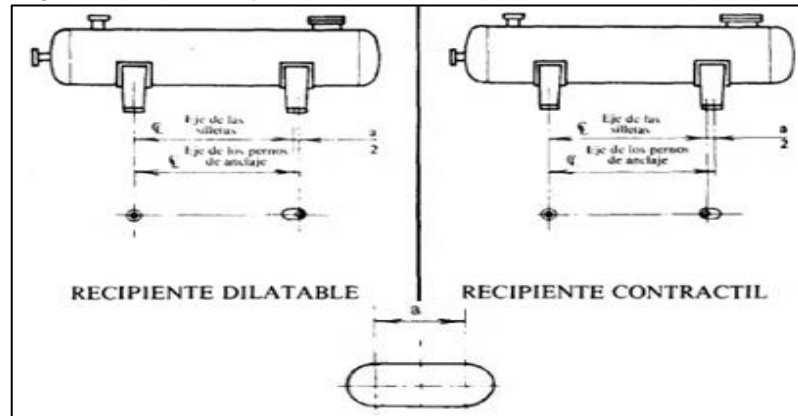


Fuente: MEGYESY, Eugene.pressure vesel handbook.12 ed. Tulsa, Oklahoma: Presure Vessel publishing inc,2001. p. 100. ISBN 0-914458-21-3

Para absorber la expansión y contracción térmica, debe permitirse el movimiento de una de las silletas (**Figura 38**) de preferencia la del lado opuesto al de las conexiones de las tuberías¹⁹.

¹⁹ Ibid,p.99

Figura 38. Expansión y contracción del tanque debido a su temperatura

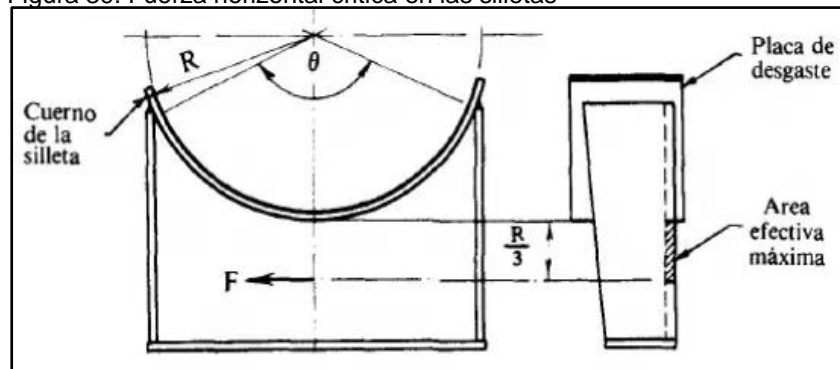


Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc,2001. p. 99. ISBN 0-914458-21-3

Se determina que la longitud mínima de a será igual a el diámetro del tornillo que es 0,75 in más 0,25 in para que $a=1$ in.

En su sección más baja, la silleta debe resistir la fuerza horizontal **Figura 39**. La sección transversal eficaz de la silleta que resiste esta carga es la tercera parte del radio del recipiente²⁰.

Figura 39. Fuerza horizontal crítica en las silletas



Fuente: MEGYESY, Eugene. Pressure vessel handbook.12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc,2001. p. 98. ISBN 0-914458-21-3

²⁰ Ibid,p.98

Para calcular la fuerza se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 12. Fuerza horizontal en el punto más crítico del soporte

$$F = K_{11} Q$$

Fuente: MEGYESY, Eugene, pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 98. ISBN 0-914458-21-3

Donde:

F= Fuerza horizontal en el punto más crítico del soporte (Kg)

K_{11} = constante (tomada de la figura 27)

Q= Carga sobre una de las silletas (kg)

Figura 40. Valores de la constante K_{11}

Angulo de contacto, θ	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
K_{11}	.204	.222	.241	.259	.279	.298	.318

Fuente: MEGYESY, Eugene, pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 98. ISBN 0-914458-21-3

Reemplazando los valores en la **ecuación 11** y siendo $Q = \frac{m_{total\ del\ tanque-caso\ critico}}{2} = 1160\ kg$, obtenemos:

$$F = 0,204 * 1160kg \rightarrow F = 236,71\ kg$$

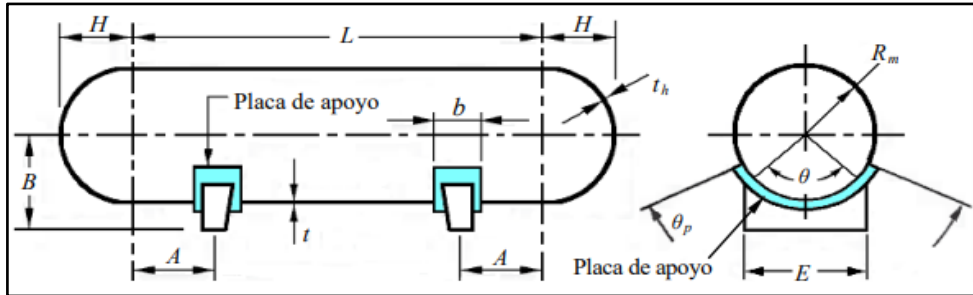
Esta fuerza se ubica aproximadamente a 0,19m por debajo de la placa alma de la silleta.

4.1.8 Calculo de las tensiones. Para el cálculo de las tensiones en un recipiente horizontal con apoyos tipo montura se deben considerar las siguientes particularidades del caso²¹:

- Las condiciones de carga por peso propio y por contenido varían de acuerdo al porcentaje de llenado. Se recomienda para el cálculo el considerar el recipiente totalmente lleno.
- Las tensiones en el recipiente dependen del ángulo de contacto θ de los soportes indicado en la **figura 41**.
- Debido a la presión interna P, la tensión longitudinal es la mitad de la tangencial observados en la figura.

²¹ Ibid. p. 392

Figura 41. Recipiente de presión horizontal, apoyado en soportes tipo montura

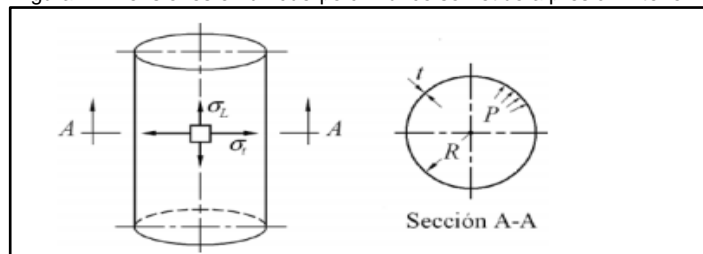


Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [en línea]. [consultado: 7 marzo 2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_.pdf. p.407

Según la norma ASME, se deben verificar las tensiones:

- Tensiones longitudinales por flexión.
- Tensiones de corte.
- Tensiones circunferenciales.

Figura 42. Tensiones en un cuerpo cilíndrico sometido a presión interior



Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [en línea]. consultado: [7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-Calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_.pdf. P.390

4.1.8.1 Tensiones longitudinales por la flexión. Las tensiones longitudinales se deben calcular en el plano medio del recipiente y en los planos de los apoyos²².

- Tensiones longitudinales en el plano de los soportes del recipiente. Las tensiones máximas en estos planos se calculan mediante la siguiente ecuación:

²²Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [en línea]. consultado: [7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-Calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_.pdf. p. 393

Ecuación 13. Tensión longitudinal en las silletas

$$S_1 = \pm \frac{QA}{KR_m^2 t} \left(1 - \frac{1 - A/L + (R_m^2 - H^2)/2AL}{1 + 4H/3L} \right)$$

Fuente: Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [en línea]. consultado: [7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-Calculo-estructural-ii-_5_9ea_b0_e608bbc54b08e659cb_.pdf. p.392

Donde:

Q = Carga sobre cada soporte.

A = distancia entre el centro del soporte y la unión de cuerpo/tapa.

L = Longitud del cuerpo.

R_m = Radio medio.

H = Altura del cabezal.

t = Espesor del cuerpo.

K = Factor adimensional, cuyo valor depende de lo que pasa en los planos de los soportes.

Teniendo en cuenta que la longitud L será de 1,83 m, la distancia entre el centro del soporte y la unión de cuerpo/tapa se determina de la siguiente manera:

$$A \leq 0,2 L$$

$$A \leq 0,2 * 183cm \rightarrow A \leq 36,6cm$$

$$A = 36 cm = 0,36 m$$

El factor adimensional K se obtiene en el **Anexo D** tomando el primer valor de K_1 seleccionado según el ángulo de contacto θ que en este diseño será de 120° .

Siendo $K_1=0,335$. Los demás datos se determinan según el criterio del diseño.

$R_m= 0,58$ m; $H=0,15$ m ; $t= 5$ mm ya que se calcula sin espesor por corrosión; Reemplazando los valores en la ecuación 12, obtenemos:

$$S_1 = - \frac{1160kg*0,36m}{0,335*0,58m^2*0,00294m} \left(1 - \frac{1 - 0,36m/1,83m + \frac{(0,58m^2 - 0,15m^2)}{2*0,36m*1,83m}}{1 + \frac{4*0,15m}{3*1,83}} \right)$$

$$S_1 = 437136,7 \text{ kg/m}^2 * 9,806 = 4286,5 \text{ KPA}$$

Ahora, se calcula el esfuerzo debido a la presión interna **ecuación 14** generada por el líquido.

Ecuación 14. Esfuerzo debido a la presión interna

$$S_L = \left(\frac{PR_0}{2t} \right)$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 88. ISBN 0-914458-21-3

Donde:

R_0 = Radio exterior del cilindro (m)

P= Presión de diseño (Kpa)

t = Espesor del material (m) del cilindro considerando sobre espesor por corrosión.

Reemplazando los valores en la **ecuación 13**, obtenemos:

$$S_L = \left(\frac{216,97 \text{ Kpa} * 0,586 \text{ m}}{2 * 0,0064 \text{ m}} \right) = 993,31 \text{ KPA}$$

La suma de S_1 y S_L será la que soporta cada silleta y debe de ser menor al esfuerzo permitido por el material del cuerpo multiplicado por la eficiencia de la costura circunferencial.

$$S_1 + S_L \leq SE$$

Ahora se verifica que la condición se cumpla

$$4286,5 \text{ KPA} + 993,31 \text{ KPA} \leq 137,9 \text{ MPA} * 0,9$$

$$5,28 \text{ MPA} \leq 124,11 \text{ MPA}$$

Bajo este parámetro se asegura que el material del cilindro en el plano que se apoya este en las silletas no fallara.

- Tensión longitudinal en el plano medio del recipiente. esta máxima tensión se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 15. Tensión longitudinal en el plano medio del recipiente

$$S_1 = \frac{QL}{4\pi R^2 t} \left(\frac{\frac{1 + 2R^2 - H^2}{L^2}}{1 + \frac{4H}{3L}} - \frac{4A}{L} \right)$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 88. ISBN 0-914458-21-3

Reemplazando los valores en la **ecuación 15**, obtenemos:

$$S_1 = \frac{1160 \text{kg} * 1,83 \text{m}}{4\pi * 0,58 \text{m}^2 * 0,00294 \text{m}} \left(\frac{\frac{1 + 2 * 0,58 \text{m}^2 - 0,15 \text{m}^2}{1,83 \text{m}^2}}{1 + \frac{4 * 0,15 \text{m}}{3 * 1,83 \text{m}}} - \frac{4 * 0,36 \text{m}}{1,83 \text{m}} \right)$$

$$S_1 = 12020,7 \text{ kg/m}^2 * 9,806 = 117,875 \text{ KPA}$$

La suma de S_1 y S_L será la carga que soporta el recipiente en el centro y debe de ser menor al esfuerzo permitido por el material del cuerpo multiplicado por la eficiencia de la costura circunferencial.

$$117,875 \text{ Kpa} + 14476,75 \text{ KPA} \leq 137,9 \text{ MPA} * 0,9$$

$$14,59 \text{ MPA} \leq 124,11 \text{ M}$$

Bajo este parámetro se asegura que el material del cilindro en el plano que se apoya este en las silletas no fallara.

4.1.8.2 Tensiones de corte tangencial. En un casco no atiesado el esfuerzo cortante máximo ocurre en el cuerno de la silleta²³.

Para comenzar con el cálculo, primero se verifica esta condición para aplicar la ecuación correcta.

$$A > R/2$$

$$0,36 \text{m} > 0,58 \text{m}/2$$

²³ MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 89. ISBN 0-914458-21-3

$$0,36\text{m} > 0,29\text{m}$$

Al cumplir la condición, se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 16. Esfuerzo cortante tangencial

$$S_2 = \frac{K_2 Q}{Rt} \left(\frac{L - 2A}{L + 4/3H} \right)$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 88. ISBN 0-914458-21-3

El valor de la constante $K_2=1,171$ se toma del **Anexo D**; Se reemplazan los valores en la **ecuación 16**, obteniendo:

$$S_2 = \frac{1,171 * 1160 \text{ kg}}{0,58\text{m} * 0,00294\text{m}} \left(\frac{1,83\text{m} - 2 * 0,3\text{m}}{1,83\text{m} + \frac{4}{3} * 0,15\text{m}} \right)$$

$$S_2 = 482668 \text{ kg/m}^2 * 9,806 = 4733,165 \text{ KPA}$$

El esfuerzo de S_2 no debe superar en más de 0,8 veces el esfuerzo permitido del material del recipiente²⁴.

$$4733,165 \text{ KPA} \leq 137,9 \text{ MPA} * 0,8$$

$$4,733 \text{ MPA} \leq 110,32 \text{ MPA}$$

Bajo este parámetro se asegura que el material del cilindro en el plano que se apoya este en el cuerno de la silleta no fallara.

4.1.8.3 Tensiones circunferencial. Primero se calcula este esfuerzo en el cuerno de la silleta. Pero antes se debe cumplir con la siguiente condición para utilizar la ecuación correcta.

$$L < 8R$$

$$1,83 \text{ m} < 8 * 0,58 \text{ m}$$

$$1,83 \text{ m} < 4,64\text{m}$$

²⁴ Ibid. p. 88

Para el cálculo de este esfuerzo, se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 17. Tensión circunferencial en el cuerno de la silleta

$$S_4 = -\frac{Q}{4t_s(b + 1,56\sqrt{Rt_s})} - \frac{12K_6QR}{Lt_s}$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 86. ISBN 0-914458-21-3

Donde:

S_4 = Tensión circunferencial en el cuerno de la silleta (KPA)

t_s = Espesor total (m)

b = ancho de la silleta (m)

K_6 = constante adimensional

Como se utiliza una placa alma, el espesor t_s será la suma del espesor del cuerpo cilíndrico y el espesor de la placa.

$$\begin{aligned} t_s &= t + G \\ t_s &= 0,00371 \text{ m} + 0,0095 \text{ m} \\ t_s &= 0,01321 \text{ m} \end{aligned}$$

K_6 se puede determinar en el Anexo con un θ de contacto de 120° y una relación $A/R = 0,62$.

$$K_6 = 0,0135$$

El ancho de la silleta b se extrae de la tabla de dimensiones de las silletas.

$$b = 0,28 \text{ m}$$

Reemplazamos los valores en la ecuación y se obtiene:

$$S_4 = -\frac{1160 \text{ Kg}}{4 * 0,0135 \text{ m} \left(0,28 \text{ m} + 1,56\sqrt{0,58 \text{ m} * 0,0135 \text{ m}} \right)} - \frac{12 * 0,013 * 1170 \text{ Kg} * 0,58 \text{ m}}{1,83 \text{ m} * 0,0135 \text{ m}}$$

$$S_4 = -47975 \text{ Kg/m}^2 * 9,806 = -470,45 \text{ KPA}$$

S_4 no debe ser mayor de 1,5 veces el valor de esfuerzo a la tensión permitida del material del casco²⁵ que en este caso es acero A 285 Tipo C.

$$S_4 < S * 1.5$$

$$-470,45 \text{ Kpa} < 137895 \text{ Kpa} * 1.5$$

$$-470,45 \text{ Kpa} < 206842 \text{ Kpa}$$

Ahora se calcula tensión circunferencial en la parte inferior de la silleta, para el cálculo de este esfuerzo, se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 18. Tensión circunferencial en la parte inferior de la silleta

$$S_5 = - \frac{k_7 Q}{t_s (b + 1.56 \sqrt{R t_s})}$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 88. ISBN 0-914458-21-3

El valor de la constante $k_7 = 0.67$ se halla en el Anexo y se reemplazan los valores en la ecuación.

$$S_5 = - \frac{0,67 * 1160 \text{ kg}}{0,0135 \text{ m} (0,28 \text{ m} + 1.56 \sqrt{0,58 \text{ m} * 0,0135 \text{ m}})}$$

$$S_5 = -118188 \text{ Kg/m}^2 * 9.806 = - 1158951 \text{ KPA}$$

S_5 no debe ser mayor de 0,5 veces el valor del punto de fluencia a compresión del valor del casco²⁶ que es 20684 KPA.

$$S_5 < 20684 \text{ Kpa} * 0.5$$

$$- 1158951 \text{ Kpa} < 20684 \text{ Kpa} * 0.5$$

$$- 1158951 \text{ Kpa} < 10342 \text{ Kpa}$$

²⁵ Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 88. ISBN 0-914458-21-3

²⁶ Ibid. p. 89

Se han calculado y verificado los esfuerzos críticos que sufren los soportes y el cuerpo del tanque confirmando que estos no fallaran con los espesores y tipos de acero seleccionados.

4.1.9 Diseño de aberturas. Para el cálculo de las aberturas el código tiene en cuenta el concepto de “áreas equivalentes” que establece que el área faltante por la abertura debe ser reemplazada por²⁷:

- El área en exceso del cuerpo del recipiente.
- El área de la derivación propiamente dicha.
- El área en las soldaduras que fijan la derivación.
- Agregando material extra (refuerzo)

4.1.9.1 Diseño de coples roscados. El tanque se dota con boquillas para las conexiones de los diferentes elementos hidráulicos del sistema; estas derivaciones se enlistan en la siguiente Tabla 6.

Tabla 7. Derivaciones para coples roscados en el tanque

Conexión (Roscas NPT)	Descripción	Cantidad	Tamaño (in)
Línea de aspiración	Se ubica un cople roscado en la parte superior del cilindro colocando un tubo que aspire líquido desde la parte inferior del tanque	1	1
Línea de retorno	Se ubica en la parte superior del cilindro este cople roscado en donde se colocara un codo de pulgada para que el combustible retorne al deposito.	1	1
Válvula de purga	Se ubica un cople roscado en una de las tapas del tanque en la parte inferior con cierto grado de inclinación.	1	1
Válvula de desfogue	Se ubica un cople roscado en la parte superior del cilindro para instalar la válvula de alivio del sistema	1	1/2
Mirilla de Nivel	Se ubican dos coples roscados en una de las tapas del tanque, una en la parte inferior y el otro en la parte superior.	2	1/2
Sensor de nivel	Se ubican dos coples roscados en una de las tapas del tanque, una en la parte inferior y el otro en la parte superior.	2	1/2

Fuente: Elaboración propia

Considerando que la derivación es un cuerpo cilíndrico, el espesor requerido por la tensión tangencial se calcula con la ecuación 5.

²⁷ Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [sitio web]. [consultado: 7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_pdf.pag381

$$t_r = \frac{P * R}{S * E - 0,6P}$$

Donde:

t_r = Espesor de pared sin tener en cuenta margen por corrosión. (in)

E = Eficiencia de la junta soldada (0,9 se extrae del Anexo B)

R = radio en de la rosca del tubo en donde se conecta la válvula de purga (0.5 in)

S = Esfuerzo del cople roscado (248 KPA)

P = Presión de diseño (216,97 KPA)

Primero se hallan los espesores para los coples de 1 in siendo:

$$t_r = \frac{318,4 \text{ Kpa} * 0,5 \text{ in}}{120658\text{Kpa} * 0,9 - 0,6 * 318,4\text{Kpa}} = 0,0014 \text{ in}$$

A el valor t_r se le suma el sobre espesor por corrosión siendo el espesor de pared calculado mínimo en la tubería 0,0636 in; el valor comercial que está por encima de este valor se extrae de la Figura 30 con un espesor de pared real de 0.375 in.

Ahora se hallan los espesores de pared para los coples de 1/2 in.

$$T_r = \frac{216,97 \text{ Kpa} * 6,35 \times 10^{-3} \text{ m}}{120658\text{Kpa} * 0,9 - 0,6 * 216,97\text{Kpa}}$$

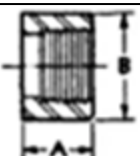
$$t_r = 1,27 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,0005 \text{ in} + \text{ Sobre espesor por corrosión.}$$

$$t_r = 0,0775 \text{ in}$$

El valor comercial que está por encima de este valor se extrae de la Figura 30 con un espesor de pared real de 0.312 in.

Figura 43. Espesor requerido de pared por presión interna para tuberías de 1/2 in

Tamaño nominal de la tubería (in)	Medio cople	
	Longitud A (in)	Diámetro B (in)
1/2	15/16	1 1/8



Fuente: elaboración propia con base en: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. P. 354. ISBN 0-914458-21-3

4.1.10 Diseño de orejas de izaje. Estos son soportes (**Figura 44**) que ayudan a remolcar. Acomodar e instalar el tanque en un sitio determinado, la carga a tensión que la oreja debe soportar es el peso del tanque completamente vacío que es aproximadamente de 600 kg o 1322,7 lb primero se obtiene el espesor de la oreja con la siguiente ecuación:

Ecuación 19. Espesor mínimo de la oreja de izaje

$$t_o = \frac{W_{\text{tanque}}}{SD}$$

Fuente: J. M. León Estrada, Diseño Y Cal-culo De Recipientes A Presión, Edición 2001, México: Ingeniería León S.A. de C.V., 2001.en línea <http://inglesa.com.mx/books/DYCRP.PDF>

Donde:

t_o = Espesor mínimo de la oreja (in)

W_{tanque} = Peso del recipiente vacío (448,75kg = 989,32 lb)

S = esfuerzo máximo a tensión del material de la oreja (12700 psi)

D = Diámetro del orificio (7/8 in)

Se reemplazan los valores y se obtiene:

$$t_o = \frac{989,32 \text{ lb}}{12700 \text{ psi} * 0,875 \text{ in}} = 0,089 \text{ in}$$

Se escoge material de 1/8 de pulgada de espesor que equivale a 0,125 pulgadas ya que es el que se encuentra comercialmente y se calcula la soldadura que se aplica en esta oreja con la fuerza a tensión que actúa sobre está empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 20. Carga sobre la soldadura a tensión

$$W_{\text{soldadura}} = \frac{P_{\text{axial}}}{A_w}$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. Pressure vessel handbook.12 ed
Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc,2001. p.440.
ISBN 0-914458-21-3

Donde:

$W_{\text{soldadura}}$ = Carga sobre la soldadura

P_{axial} = Carga axial concentrada y permitida (Klb)

A_w = Longitud de la soldadura (in)

Reemplazando los valores en la **ecuación 20**:

$$W_{\text{soldadura}} = \frac{989,32 \text{ Klb}}{6 \text{ in}} = 0,22 \text{ Klb/in}$$

La dimensión del patín de la soldadura será calculada mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 21. Dimensión del patín de la soldadura

$$w = \frac{W_{\text{soldadura}}}{f}$$

Fuente: MEGYESY, Eugene. Pressure vessel handbook. 12 ed Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 440 ISBN 0-914458-21-3.

Donde:

f = carga permitida en la soldadura (9.6 Klb/in²)

Reemplazando.

$$W = \frac{0,22 \text{ Klb/in}}{9.6 \text{ Klb/in}^2} = 0,0229 \text{ in}$$

Concluyendo los cálculos realizados anteriormente, se obtiene que el tamaño mínimo del cordón de soldadura de filete es de 0,187 pulgadas, debido a que el espesor de la placa es menor a 0,5 in, la **Tabla 8** indica lo mencionado.

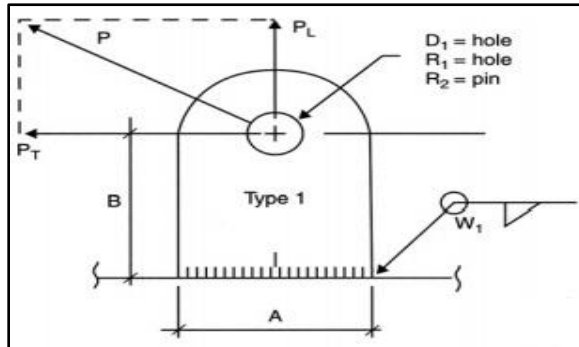
Tabla 8. Tamaños mínimos de cordón para placa gruesa

Espesor de la placa (In)	Tamaño máximo del lado para soldadura de chaflan (in)
≤ 1/2	3/16
≥ 1/2 - 3/4	1/4
≥ 3/4-1 1/2	5/16

Fuente: elaboración propia con base en MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. 4 ed. México, Pearson Educación, 2006. 787p. ISBN: 970 26 0812 0

Se selecciona un electrodo de 3/16 de pulgada como se observa en la **tabla 7**, y se recomienda usar el electro AWS E7018-1, esta selección se puede apreciar en el **Anexo F**.

Figura 44. Oreja de elevación



Fuente: pressure vessel design manual. Transportation and erection of pressure vessels En línea. <http://pvmanage.com/wp-content/uploads/2019/01/Pages-from-Pages-from-PRESSURE-VESSEL-DESIGN-MANUAL10-1.pdf>

las dimensiones de las dos orejas se encuentran en la Tabla 9.

Tabla 9. Dimensiones para la oreja de izaje

W_L KIPS	A (in)	D_1 (in)	B (in)	t_L (in)	W_1 (in)
1,32	3	0,88	1,5	0,125	0,187

Fuente: elaboración propia con base en: pressure vessel design manual. Transportation and erection of pressure vessels. En línea. Disponible en: <http://pvmanage.com/wp-content/uploads/2019/01/Pages-from-PRESSURE-VESSEL-DESIGN-MANUAL10-1.pdf>

4.1.11 Diseño de boquilla de inspección. Todos los recipientes sujetos a presión sometidos a corrosión interna, erosión o abrasión mecánica deben proveerse de un registro hombre, un registro para la mano u otras aberturas de inspección para ser revisados y limpiados²⁸ según el código UG 46 para un recipiente con un diámetro mayor a 36 pulgadas debe de tener una boquilla de inspección de mínimo 14 pulgadas internas, la longitud de la saliente se observa en la **Figura 45**.

Figura 45. Saliente usando brida deslizable en pulgadas

Diámetro nominal del tubo	Presión de la brida (lb)
	150
14	10
15	10
16	10

Fuente: Elaboración propia con base en Eugene. Pressure vessel handbook 12 ed Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 107 ISBN 0-914458-21-3

²⁸ Fuente: MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 103. ISBN 0-914458-21-3

Considerando que la boquilla es un cuerpo cilíndrico, el espesor requerido se calcula con la **ecuación 6**.

$$t_r = \frac{P * R}{S * E - 0,6P}$$

Donde:

t_r = Espesor de pared sin tener en cuenta margen por corrosión. (in)

E = Eficiencia de la junta soldada (1)

R = radio interno de la boquilla (7.5 in)

S = Esfuerzo máximo del material de la boquilla (15000 psi)

P = Presión de diseño (216,97 KPA = 31,46 in)

$$t_r = \frac{31,46 \text{ in} * 7.5 \text{ in}}{15000 \text{ psi} * 1 - 0,6 * 31,46 \text{ in}} = 0,015 \text{ in} + \text{sobre espesor por corrosión}$$

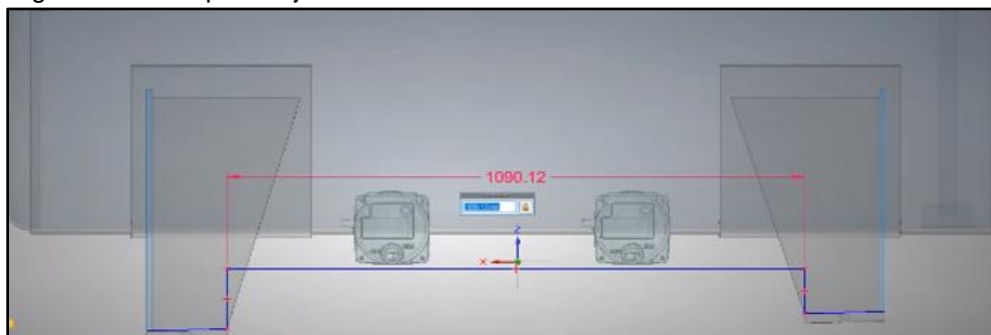
$$t_r = 0,015 \text{ in} + 0,0625 = 0,0782 \text{ in}$$

En el **Anexo G** observamos la tubería cedula 10 con un espesor de pared de 0,25pulgadas, este valor está por encima del espesor mínimo de 0,0782 pulgadas y se usa para soldar a la brida tipo slip-on, la longitud de la tubería es de 10 pulgadas.

Las dimensiones comerciales de la brida que se suelda al tubo y la brida ciega que funciona como tapa se encuentran en el **Anexo H**.

4.1.12 Base de las bombas. El sistema lleva dos electro-bombas que se sujetan a una base (Figura 46) que se diseñara en acero comercial A 36, esta se sujeta a los pernos que anclan las dos silletas bases del tanque.

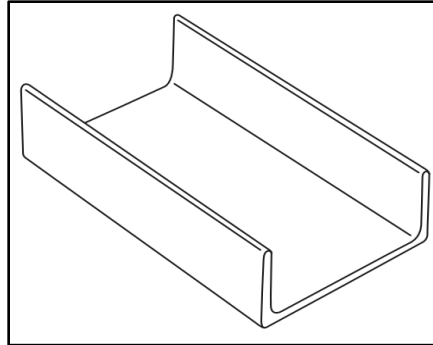
Figura 46. Base para sujetar las electro-bombas



Fuente. Elaboración propia con base en Solid Edge versión 2020

Para poder hallar su espesor correcto, la base puede considerarse como una viga tipo canal **Figura 47**.

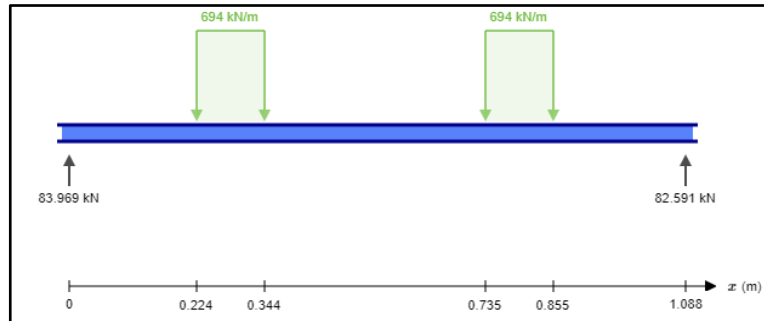
Figura 47. Perfil tipo canal



Fuente: De Acero. Canales estructurales. Canal, Especificaciones del perfil en línea file:///E:/Users/USUARIO/Downloads/canales-estructurales-deacero-ficha-tecnica.pdf

Primero se realiza la distribución del peso de las dos bombas, cada una pesa aproximadamente $8,5 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 83,38 \text{ N}$, $0,12 \text{ m} = 694 \text{ N/m}$, esta magnitud se distribuye según la **Figura 48** a lo largo del perfil.

Figura 48. Distribución de cargas en el perfil



Fuente. Elaboración propia.

W representa la fuerza total causada por la carga distribuida.

$$\text{Carga 1: } W_1 = 694 [(0.344) - (0.224)] = 83,28\text{N}$$

$$\text{Carga 2: } W_2 = 694 [(0.855) - (0.735)] = 83,28\text{N}$$

Realizando sumatoria de momentos desde R_1 .

$$\sum M = 0 \rightarrow R_2(1.088\text{m}) - W_1(0.284\text{m}) - W_2(0.795\text{m}) = 0$$

$$R_2(1.088\text{m}) - 83,28\text{N}(0.284\text{m}) - 83,28\text{N}(0.795\text{m}) = 0$$

$$R_2 = 82,59\text{N}$$

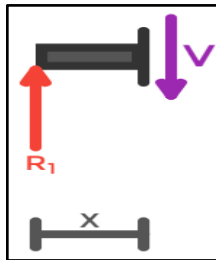
Realizando equilibrio de fuerzas en y, se obtiene.

$$\begin{aligned}\sum F_y=0 &\rightarrow W_1+W_2-R_1-R_2=0 \\ R_1+R_2 &= 18.3936\text{N} \\ R_1 &= 83,96\text{ N}\end{aligned}$$

Ahora se procede a realizar los cortes correspondientes para calcular el esfuerzo cortante y su respectiva grafica.

$$\sum F_y+V(x)=0$$

Figura 49. Tramo de perfil ($0 \leq x \leq 0.224$)



Fuente: elaboración propia

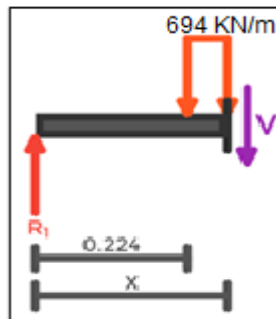
Ecuación 22. Esfuerzo cortante en el tramo ($0 \leq x \leq 0.224$)

$$V(x)=83,69$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Ahora se procede a realizar el segundo corte a la viga para hallar su respectiva ecuación.

Figura 50. Tramo de perfil ($0.224 \leq x \leq 0.344$)



Fuente: elaboración propia

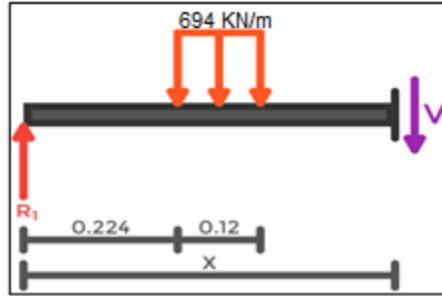
Ecuación 23. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.224 \leq x \leq 0.344$)

$$V(x) = -694x + 26.4402$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Ahora se procede a realizar el tercer corte a la viga para hallar su respectiva ecuación.

Figura 51. Tramo de perfil



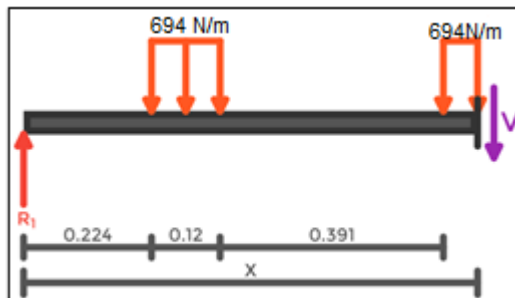
Fuente: elaboración propia

Ecuación 24. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.344 \leq x \leq 0.735$)

$$V(x) = 0.0761$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Figura 52. Tramo de perfil ($0.735 \leq x \leq 0.855$)



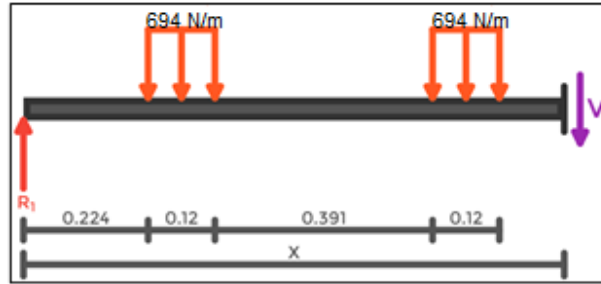
Fuente: elaboración propia

Ecuación 25. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.735 \leq x \leq 0.855$)

$$V(x) = -138,59 + 56.4065$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Figura 53. Tramo de perfil ($0.855 \leq x \leq 1.088$)



Fuente: elaboración propia

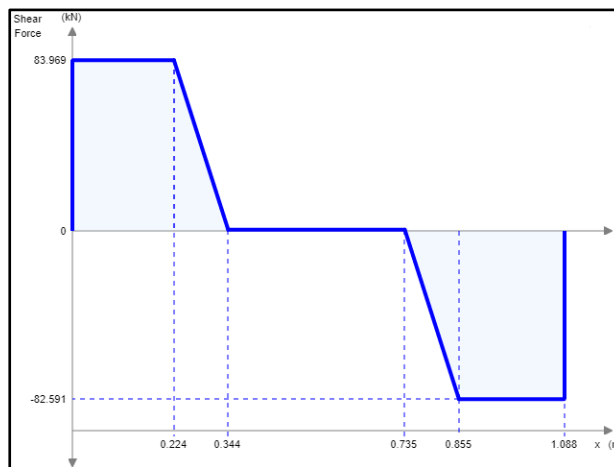
Ecuación 26. Esfuerzo cortante en el tramo ($0.735 \leq x \leq 0.855$)

$$V(x) = -82,59$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Con las 5 ecuaciones de esfuerzo cortante obtenidas, se puede obtener la **gráfica 2** a lo largo del perfil su esfuerzo.

Gráfica 2. Esfuerzo cortante

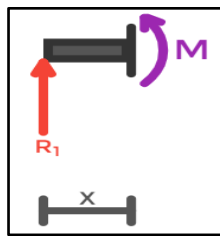


Fuente: elaboración propia

Para encontrar el momento flector es necesario proceder de la misma manera que se hizo con el esfuerzo cortante, esto quiere decir que hay que realizar balance de momentos por cada uno de los tramos del perfil que se cortaron.

$$\sum Fy + \sum M = 0$$

Figura 54. Tramo de perfil ($0 \leq x \leq 0.22$) para balance de momentos



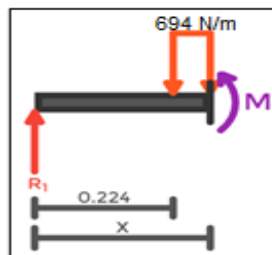
Fuente: elaboración propia

Ecuación 27. Momento flector en el tramo ($0 \leq x \leq 0.224$)

$$M(x) = 9.2729x$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Figura 55. Tramo de perfil ($0.224 \leq x \leq 0.344$) para balance de momentos



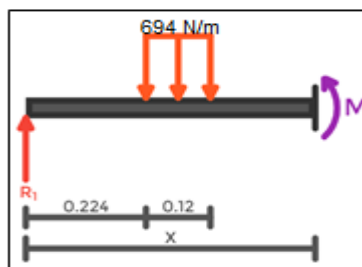
Fuente: elaboración propia

Ecuación 28. Momento flector en el tramo ($0.224 \leq x \leq 0.344$)

$$M(x) = -38.32x^2 + 26.4402x - 1.9227$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Figura 56. Tramo de perfil ($0.344 \leq x \leq 0.735$) para balance de momentos



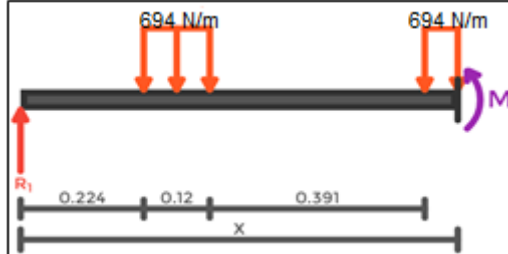
Fuente: elaboración propia

Ecuación 29. Momento flector en el tramo ($0.344 \leq x \leq 0.735$)

$$M(x) = 0.0761x + 2.6119$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Figura 57. Tramo de perfil ($0.735 \leq x \leq 0.855$) para balance de momentos



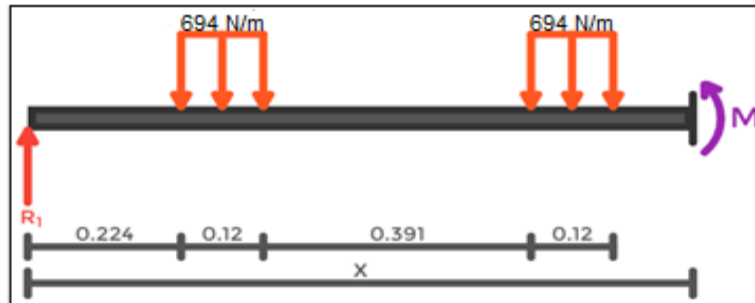
Fuente: elaboración propia

Ecuación 30. Momento flector en el tramo ($0.735 \leq x \leq 0.855$)

$$M(x) = -38.32x^2 + 56.4065x - 18.0895$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Figura 58. Tramo de perfil ($0.855 \leq x \leq 1.088$) para balance de momentos



Fuente: elaboración propia

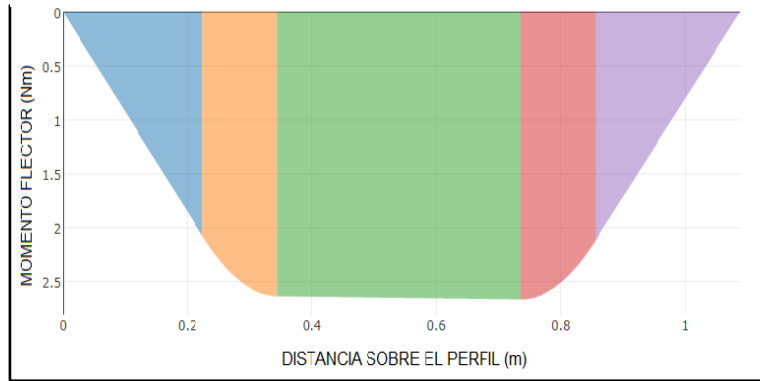
Ecuación 31. Momento flector en el tramo ($0.855 \leq x \leq 1.088$)

$$M(x) = -9.1207x + 9.9233$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Con las 5 ecuaciones de momento flector obtenidas, se puede obtener la **gráfica 3** a lo largo del perfil su esfuerzo.

Gráfica 3. Momento Flector



Fuente: elaboración propia

Ahora se desea obtener las dimensiones indicadas para el diseño de la base de las bombas, esto se logra con la siguiente primero calculando el esfuerzo de diseño con la siguiente ecuación.

Ecuación 32. Esfuerzo de diseño

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

Fuente: Elaboración propia con base en Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 452p. ISBN: 978-607-442-047-0

Donde:

σ_d = Esfuerzo de diseño (Mpa)

S_y = Esfuerzo de fluencia acero A36 (248Mpa)

N = Factor de seguridad (2)

Figura 59. Propiedades mecánicas de acero estructuras A36

Material ASTM núm. y productos	Resistencia máxima, s_u^*		Resistencia a la cadencia, s_y^*		Porcentaje de alargamiento, en 2 in
	ksi	MPa	ksi	MPa	
A36-Perfiles, placas y barras de acero al carbón	58	400	36	248	21

Fuente: Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 717p. ISBN: 978-607-442-047-0

Reemplazando lo valores se obtiene,

$$\sigma_d = \frac{248\text{Mpa}}{2} = 124 \text{ Mpa}$$

Ahora se calcula el valor mínimo del módulo de sección para limitar el esfuerzo real a un valor no mayor que el esfuerzo de diseño, esto se hace con la ecuación:

Ecuación 33. Módulo de sección

$$S = \frac{\text{Momento Flector Máximo}}{\text{Esfuerzo de Diseño}}$$

Fuente: Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 370p. ISBN: 978-607-442-047-0

Se toma el valor de Momento Flector de la **gráfica 3** y el valor del esfuerzo de diseño antes calculado y se reemplaza obteniendo,

$$S = \frac{24 \text{ KNm}}{124000 \text{ KN/m}^2} = 1,93 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Ahora igualamos el modulo de sección con el módulo de una sección rectangular mediante la siguiente ecuación y de allí se despeja h para obtener la dimensión mínima del perfil.

Ecuación 34. Módulo de sección igualado a sección rectangular

$$S = \frac{I}{c} = \frac{bh^3}{12(h/2)}$$

Fuente: Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 370p. ISBN: 978-607-442-047-0

Reemplazando los valores se obtiene,

$$h = 10,2 \text{ cm}$$

Seguidamente al hallar las dimensiones mínimas, se procede a calcular la deflexión máxima que puede tener el perfil mediante la ecuación 29:

Ecuación 35. Deflexión máxima del perfil

$$y_{\text{máx}} = -\frac{Pa}{24EI} (3l^2 - 4a^2)$$

Fuente: Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 370p. ISBN: 978-607-442-047-0

Donde:

$y_{\text{máx}}$ = Deflexion máxima

P = carga aplicada

E = Resistencia a la cedencia del material A36

I = Momento de inercia del perfil rectangular
a = Distancia a la que se aplica la carga

Reemplazando los valores se obtiene,

$$y_{\text{máx}} = - \frac{9,19 \text{ N} * 0.284\text{m}}{24 * 248 \times 10^6 \text{ pas} * 1.01 \times 10^{-6} \text{ m}^4} * (3 * 1.088 \text{ m}^2 - 4 * 0.248 \text{ m}^2)$$

$$y_{\text{máx}} = 1,4 \text{ mm}$$

con este valor se concluye que el perfil para las bombas debe tener una dimensión mínima de 1,52 mm de espesor por 102 mm y este se deflectara un máximo de 1,4 mm sin llegar a un estado plástico, ya que esto se ha calculado con un factor de seguridad de 2.

4.2 SELECCIÓN DE LOS FILTROS DEL SISTEMA

4.2.1 Base para elementos filtrantes. Llamados también cabezales **Figura 60** de filtro, comunican las líneas hidráulicas con el elemento filtrante para limpiar el fluido.

Figura 60. Cabezal base filtro



Fuente: <http://www.mycleandiesel.com/Resources/F111524%20Single%20Filter%20Head%20P570329%20Data%20Sheet.pdf>

4.2.2 Filtro primario. Se debe proporcionar un código de limpieza ISO 14/13/11 con una eficiencia de limpieza de 4 micras para ello se usa un filtro compacto enroscable con referencia DBB5333 DONALDSON BLUE algún otro filtro equivalente, este elemento genera una baja restricción al flujo del combustible y su función principal además de filtrar es el de proteger la bomba de los contaminantes de mayor tamaño por ellos se coloca antes de la entrada, sus características técnicas se encuentran en el **Anexo I**.

Figura 61. Filtro primario de combustible



Fuente: DONALDSON, Filtrations solutions. Clean Fuel & Lubricant Solutions Single Filter Head [en línea]. [Consultado el 12/05/2020]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulics-bulk/literature/north-america/bulk-fluids/f111524-eng/Single-Filter-Head-P570329.pdf>

4.2.3 Filtro secundario. Se usa para absorber el agua que se encuentra mezclado con el Diesel reteniendo hasta el 95% de la humedad, para ello se usa un filtro a granel enrosicable con referencia DBB0248 DONALDSON BLUE o algún otro filtro equivalente, sus características técnicas se encuentran en el Anexo I.

Figura 62. Filtro secundario de combustible



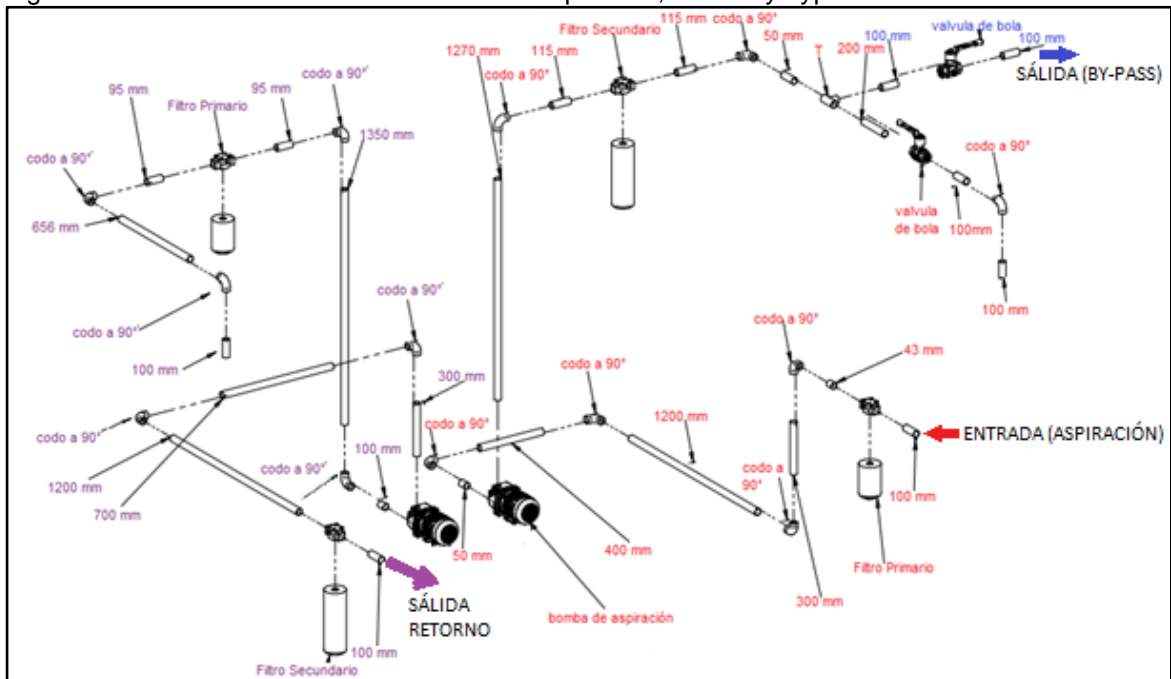
Fuente: DONALDSON, Filtrations solutions. Clean Fuel & Lubricant Solutions Single Filter Head [en línea]. [Consultado el 12/05/2020]. Disponible en: https://shop.donaldson.com/store/cartridges/ProductDetails-DCI/?_DARGS=/store/cartridges/ProductDetails-DCI/ProductDetails-DCI.jsp.1#

4.3 SISTEMA HIDRÁULICO

En este inciso se encuentra lo relacionado a las bombas, una de aspiración y la otra de retorno, además de los accesorios instalados en estas.

4.3.1 selección de bomba del sistema. Primero se hallan las pérdidas de carga que sufrirá la bomba por concepto de longitud de tubería, los cambios de dirección de esta y los accesorios pertinentes, plasmados en la **Figura 63**.

Figura 63. Plano de las líneas hidráulicas de aspiración, retorno y bypass



Fuente: elaboración propia

Las líneas hidráulicas se dividen en tres (aspiración, bypass y retorno) en la **Figura 63** se observa el plano hidráulico de donde se designan las longitudes totales de las tuberías de acero galvanizado, y accesorios para calcular las pérdidas en la carga de la bomba; en el plano la línea roja designa la línea de aspiración, la línea azul designa la línea bypass y la línea morada designa la línea de retorno.

En la línea (roja) de aspiración o succión con diámetro interno de 1 ½ pulgada y longitud de tubería galvanizada igual a 4043 mm, tiene siete codos a 90°, una T de conexión hidráulica, dos registros de bola, dos filtros y una bomba; además se debe tener en cuenta que junto a la tubería galvanizada se conectan 5 metros de manguera de nitrilo flexible tipo R100 que es la que se encarga de transportar el combustible del vehículo al depósito del sistema diseñado y esta cuenta en una de sus puntas con una válvula de pie.

En la línea (azul) bypass o de recirculación de combustible (limpiado y filtrado) con diámetro interno de 1 ½ pulgada y longitud de tubería galvanizada igual a 3643 mm, tiene seis codos a 90°, una T de conexión hidráulica, dos registros de bola, dos filtros y una bomba; además, se debe tener en cuenta que junto a la tubería galvanizada se conecta (a la entrada) por medio de un acople rápido 5 metros de manguera de nitrilo flexible tipo R100 la cual tiene una válvula de pie anexa en la punta (la que se introduce en el tanque del vehículo). La manguera se encarga de transportar el combustible del vehículo a dos filtros para limpiarlo, y seguida a esta se conecta 5 metros más de manguera flexible tipo R100 para conectar la línea bypass y así recircular y filtrar el combustible en el mismo tanque del vehículo.

En la línea (morada) de retorno con diámetro interno de 1 ½ pulgada y longitud de tubería galvanizada igual a 4696 mm, tiene cinco codos a 90°, dos filtros y una bomba; además se debe tener en cuenta que junto a la tubería galvanizada se conectan (a la salida) por medio de un acople rápido 5 metros de manguera de nitrilo flexible tipo R100 y anexa a esta esta una pistola de servicio cuyo diámetro de entrada es de ¾ de pulgada y se encarga de devolver el combustible desde el depósito de almacenamiento hasta el tanque del vehículo, esta cuenta con una pistola accionadora en su punta.

El caudal se calcula basados en el inciso 2 (parámetros de diseño), en donde se plasma que se desea extraer 120 galones en un tiempo máximo de 60 minutos, pero bajo criterio propio, se quiere que el sistema sea más eficiente en cuanto al ahorro de tiempo por lo cual se establece que el tiempo máximo sea de 30 minutos; de allí se calcula el caudal $Q = 120 \text{ galones} / 30 \text{ minutos} = 4 \text{ gal/min}$.

4.3.1.1 Velocidad del fluido dentro de las tuberías. Para fluidos incompresibles la velocidad adecuada se determina por el caudal (**ecuación 35**).

Ecuación 36. tasa de flujo volumétrico

$$Q = V * A$$

Fuente: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 2 p. ISBN 970-26-0805-8

Donde:

Q = tasa de flujo (4 galones/minuto = 0.0151416 m³/minuto)

A = área de la tubería (m²)

V = Velocidad del fluido (m/s)

Despejamos de la ecuación la velocidad y se reemplazan los datos obteniendo;

$$V = Q/A$$

$$V = \frac{0.0151416 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}}{\pi * 0,01905\text{m}^2} = 13,2 \frac{\text{m}}{\text{min}} \approx 0,22 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Siendo 0,22 m/seg la velocidad del fluido en las tres líneas del sistema.

4.3.1.2 Determinación del régimen del fluido. Determinamos por medio de la ecuación de Reynolds (**ecuación 36**) si el fluido se comporta en un régimen laminar o turbulento en las diferentes líneas para posteriormente hallar las pérdidas primarias por fricción en las tuberías.

Ecuación 37. Reynolds

$$\text{Re} = \frac{D * V}{\vartheta}$$

Fuente: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 2 p. ISBN 970-26-0805-8

Donde:

Re = Numero de Reynolds.

ϑ = viscosidad cinemática ($5 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$).

D =Diámetro en las líneas (tubería 1.5 in=0.0381 m y manguera $\frac{3}{4}$ in=0.019 m).

V =Velocidad del fluido (0,22 m/s).

Reemplazando los valores conocidos se calcula Re para la tubería galvanizada.

$$\text{Re} = \frac{0,0381\text{m} * 0,22 \text{ m/s}}{5 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}} = 1676,4$$

Reemplazando los valores conocidos se calcula Re para la manguera flexible.

$$\text{Re} = \frac{0.019 \text{ m} * 0,22 \text{ m/s}}{5 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}} = 836$$

Ya que los valores de Reynolds son menores a 2000, se dice que el fluido en las líneas tiene un régimen laminar.

4.3.1.3 Factor de fricción. Debido a que el régimen del fluido es laminar, se puede emplear la ecuación; Este factor adimensional se empleará posteriormente para calcular las pérdidas de energía o de carga en el sistema.

Ecuación 38. Factor de fricción para flujo laminar

$$f = \frac{64}{Re}$$

Fuente: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 234 p. ISBN 970-26-0805-8

Donde:

f = Factor de fricción.

Re = Numero de Reynolds

Se reemplazan los valores y se obtiene el siguiente valor de fricción para el tubo galvanizado.

$$f = \frac{64}{1676,4} = 0,038$$

Se reemplazan los valores y se obtiene el siguiente valor de fricción para la manguera flexible.

$$f = \frac{64}{836} = 0,076$$

4.3.1.4 Perdidas primarias en la tubería galvanizada. Aplicando la ecuación de Darcy se calcula la perdida de carga producido por el roce de las partículas del A.C.P.M con la tubería galvanizada.

Ecuación 39. Perdidas primarias en tuberías

$$h_L = f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Fuente: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 2 p. ISBN 970-26-0805-8

Donde:

h_{L1} , h_{L2} y h_{L3} = Perdidas de carga primaria en succión, bypass y retorno.

f = Factor de fricción en las líneas (0,038).

l = Longitud de la tubería total (aspiración= 4.043 m, línea bypass= 3.643 m y línea de retorno 4.696m).

V = Velocidad del fluido (0.22 m/s).

D = Diametro de la tubería en las líneas (1,5 in = 0,0381 m).

g = Aceleración de la gravedad ($9.81 \frac{m}{s^2}$).

Reemplazando obtenemos para la línea de succión:

$$h_{L1} = 0,038 * \frac{4.043 \text{ m}}{0,0381 \text{ m}} * \frac{\left(0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 9.94 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Reemplazando obtenemos para la línea de bypass:

$$h_{L2} = 0,038 * \frac{3.643 \text{ m}}{0,0381 \text{ m}} * \frac{\left(0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 8.96 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Reemplazando obtenemos para la línea de retorno:

$$h_{L3} = 0,038 * \frac{4.696 \text{ m}}{0,0381 \text{ m}} * \frac{\left(0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.0115 \text{ m}$$

4.3.1.5 Perdidas primarias en la manguera R100. Aplicando la ecuación de Darcy se calcula la perdida de carga producido por el roce de las partículas de diésel con las mangueras flexibles; reemplazando obtenemos para las tres líneas.

$$h_m = 0,076 * \frac{5 \text{ m}}{0,0381 \text{ m}} * \frac{\left(0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.0246 \text{ m}$$

4.3.2 Perdidas secundarias en accesorios. Pueden darse en accesorios del sistema como lo son los codos a 90° que se tienen en las líneas, la válvula check (válvula de retención), la válvula de pie con filtro (será la primera en la línea), la conexión hidráulica Te, los filtros y la pistola surtidora; cada uno se calcula con la siguiente ecuación a excepción de los filtros y la pistola, ya que los fabricantes proporcionan las curvas de perdida de carga según el caudal.

Ecuación 40. Perdidas menores de carga en accesorios

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

Fuente: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 282 p. ISBN 970-26-0805-8

Donde:

h_f = Pérdidas de carga secundarias por accesorios.

k = Coeficiente k para accesorios.

V = Velocidad en la tubería.

g = Aceleración de la gravedad.

El coeficiente k tiene diferentes valores dependiendo del accesorio y se pueden calcular de la siguiente manera Siendo f el factor de fricción.

Para codos siendo que estos se encuentran solo en la tubería galvanizada a 90° .

$$K_{\text{codos } 90^\circ} = 30 * f \longrightarrow K_{\text{codos } 90^\circ} = 30 * 0,038 = 1.14$$

Para la válvula con pie de filtro recordando que se ubica en la manguera flexible.

$$k_{\text{válvula pie de filtro}} = 75 * f \longrightarrow k_{\text{válvula pie de filtro}} = 75 * 0,076 = 5.7$$

Para las dos válvulas check, una ubicada en línea aspiración-bypass y la otra en la línea de retorno el valor será el mismo.

$$k_{\text{válvula check en aspiración-bypass y retorno}} = 100 * 0.038 = 3.8$$

Para las válvulas de bola ya que están ubicadas en las tuberías galvanizadas, su valor será el mismo.

$$k_{\text{válvula de bola}} = 150 * f \longrightarrow k_{\text{válvula de bola}} = 150 * 0.038 = 5.7$$

Para conexión Te, siendo la única en la línea aspiración-bypass.

$$k_{\text{Conexión T}} = 60 * f \longrightarrow k_{\text{Conexión T}} = 60 * 0.038 = 2.28$$

Reemplazamos en la ecuación para calcular cada pérdida menor por accesorio.

Se calcula la pérdida de carga o energía para los 19 codos contenidos en el sistema.

$$h_{f(19 \text{ codos a } 90^\circ \text{ succión})} = 1.14 * \frac{(0.22 \text{ m})^2}{2 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2.812 \times 10^{-3} \text{ m} * 19 = 0.053 \text{ m}$$

Se calcula la pérdida de carga o energía para el único filtro de pie que tiene el sistema.

$$h_{f(\text{válvula con pie de filtro})} = 5.7 * \frac{(0.22 \text{ m})^2}{2 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.014 \text{ m}$$

Se calcula la pérdida de carga o energía para las dos válvulas check que tiene el sistema.

$$h_{f(2 \text{ válvulas check})} = 3.8 * \frac{(0.22 \text{ m})^2}{2 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 9.374 \times 10^{-3} \text{ m} * 2 = 0.018 \text{ m}$$

Se calcula la pérdida de carga o energía para las dos válvulas de bola que tiene el sistema.

$$h_{f(\text{válvula de bola})} = 5.7 * \frac{(0.22 \text{ m})^2}{2 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,014 \text{ m} * 2 = 0.028 \text{ m}$$

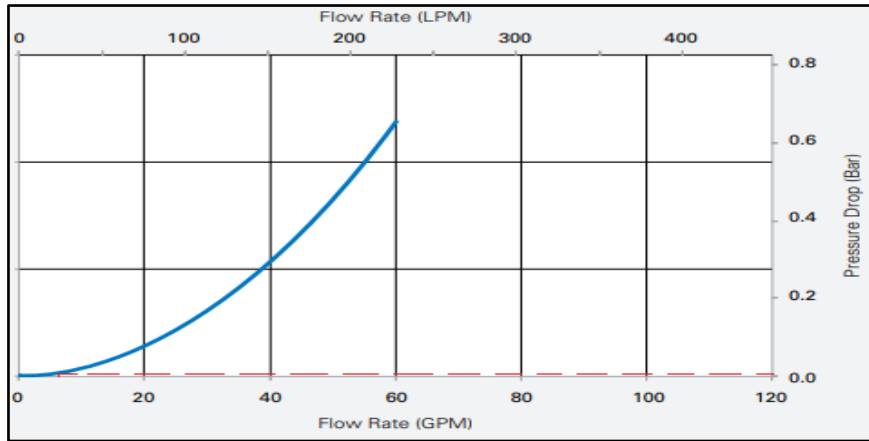
Se calcula la pérdida de carga o energía para la Te de conexión hidráulica.

$$h_{f(\text{Te de conexión hidráulica})} = 2.28 * \frac{(0.22 \text{ m})^2}{2 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5.624 \times 10^{-3} \text{ m}$$

los valores de pérdida de carga para los cabezales, filtros y la pistola de abastecimiento las proporcionan los diferentes fabricantes en curvas de pérdidas de carga plasmadas en los **Anexos I-J**.

para hallar la pérdida de energía o carga que sufren las líneas por causa de los cabezales de los filtros se observa la **figura 64**.

Figura 64. Perdida de carga de los cabezales de filtros



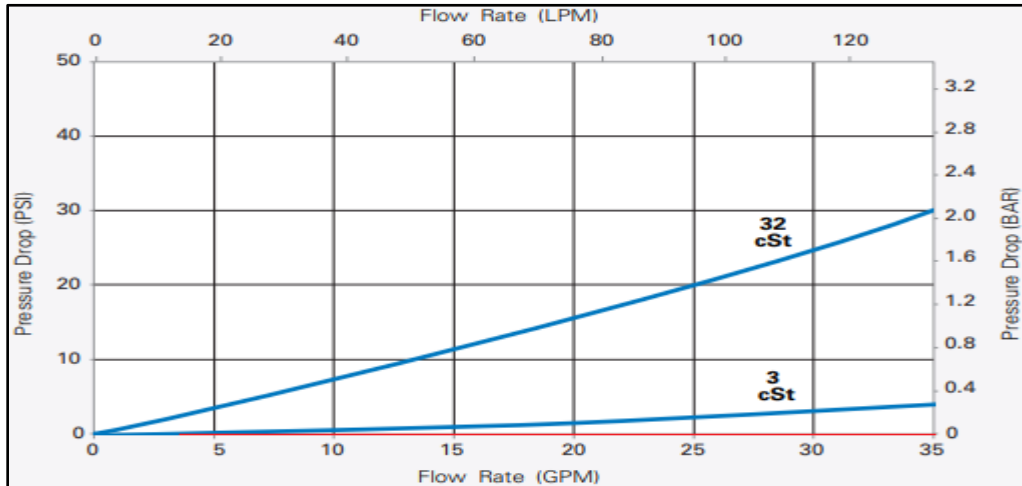
Fuente: DONALDSON, Filtrations solutions. Clean Fuel & Lubricant Solutions Single Filter Head [en línea]. [Consultado el 12/05/2020]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulics-bulk/literature/north-america/bulk-fluids/f111524-eng/Single-Filter-Head-P570329.pdf>

De la figura se extrae el valor de perdida de carga con solo saber el valor del caudal que es de 4 galones/minutos, este valor es de 0.01 Bar \approx 0.1 mca por lo cual:

$$h_{f(4 \text{ cabezales de filtros})} = 0.1 * 4 = 0.4m$$

para hallar la perdida de energía o carga que sufren las líneas por causa de los filtros se observa la **figura 65**, de allí se sigue la curva de 3 cSt debido a que el rango de la viscosidad cinemática es de 1.9 hasta 5 cSt.

Figura 65. Perdidas de carga en los filtros del sistema

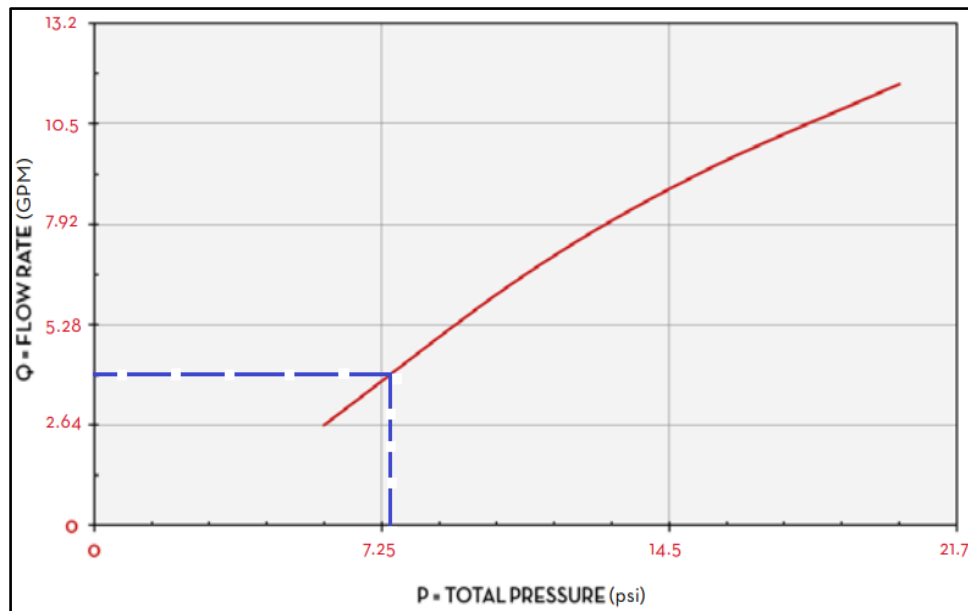


Fuente: DONALDSON, Filtrations solutions. Clean Fuel & Lubricant Solutions Single Filter Head [en línea]. [Consultado el 12/05/2020]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulics-bulk/literature/north-america/bulk-fluids/f111509-eng/Compact-Diesel-Filter.pdf>

De la figura se extrae el valor de pérdida de carga con solo saber el valor del caudal que es de 4 galones/minutos, este valor es casi 0 por lo cual se omite el valor de pérdida de carga en los filtros.

para hallar la pérdida de energía o carga que sufre la línea de retorno debido a la pistola surtidora, se observan sus propiedades contenidas en el **Anexo J**, de donde se puede extraer la **figura 66**.

Figura 66. Pérdida de carga para pistola surtidora



Fuente: JOSE, Gonzales. Gasolineras y Montallantas. PIUSI, USA. Suzzarablue a60 [en línea]. [Consultado el 12/05/2020]. Disponible en: https://www.gasolinerasymontallantas.co/sites/default/files/producto/ficha/pistola_piusi_para_adbluer_en_acero_inoxidable.pdf

De la **figura 66** se extrae el valor de 7.5 psi \approx 5.27 mca por lo cual.

$$h_{f(\text{pistola})} = 5.27 \text{ m}$$

4.3.3 Pérdida total de energía. Se van a utilizar dos bombas, una para la línea hidráulica aspiración-bypass y otra para la línea hidráulica retorno; con lo cual se realiza la sumatoria de las pérdidas de carga primarias y secundarias por cada red hidráulica y así hallar en el sistema la pérdida total de carga.

La ecuación resultante para calcular las pérdidas en la línea de aspiración-bypass teniendo en cuenta el h_L de mayor valor entre succión y bypass; se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 41. Pérdida total de carga en la línea aspiración-bypass

$$h_{T.Aspiración-bypass} = 1h_{f(valvula\ check)} + 1h_{f(valvula\ con\ pie\ de\ filtro)} + 7h_{f(codo\ 90^{\circ}succion)} + 2h_{f(válvula\ de\ bola)} + 1h_{f(Conexión\ T)} + h_{L1} + h_m + 2h_{f(cabezales\ de\ filtros)}$$

Fuente: elaboración propia con base en: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 282 p. ISBN 970-26-0805-8

Reemplazando los valores:

$$h_{T.Aspiración-bypass} = 9.374 \times 10^{-3} \text{ m} + 0.014 \text{ m} + 7 * 2.812 \times 10^{-3} \text{ m} + 2 * 0.014 \text{ m} + 5.624 \times 10^{-3} \text{ m} + 9.94 \times 10^{-3} \text{ m} + 0.0246 \text{ m} + 2 * 0.1 \text{ m}$$

$$h_{T.Aspiración-bypass} = 0.311 \text{ m}$$

La ecuación resultante para calcular las perdidas en la línea de retorno se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 42. Pérdida total de carga en la línea de retorno

$$h_{retorno} = 1h_{f(valvula\ check)} + 5h_{f(codo\ 90^{\circ}succion)} + h_{L3} + h_m + 2h_{f(cabezales\ de\ filtros)} + h_{f(pistola)}$$

Fuente: elaboración propia con base en: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 282 p. ISBN 970-26-0805-8

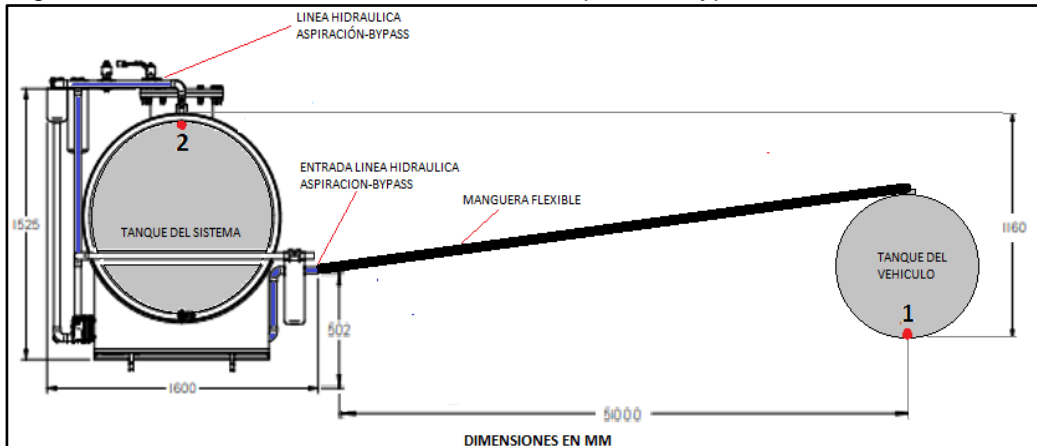
Reemplazando los valores en la **ecuacion 41**:

$$h_{retorno} = 9.374 \times 10^{-3} \text{ m} + 5 * 2.812 \times 10^{-3} \text{ m} + 0.0115 \text{ m} + 0.0246 \text{ m} + 2 * 0.1 \text{ m} + 5.27 \text{ m}$$

$$h_{retorno} = 5.53 \text{ m}$$

4.3.4 Determinación de la cabeza total de la bomba. con este valor se puede seleccionar directamente de un catálogo las bombas adecuadas para el sistema, pero para ello primero se deben tener en cuenta las alturas hidráulicas entre los puntos por donde se quiere hacer circular el combustible, esta altura para la línea aspiración-bypass se puede determinar en la **figura 67**.

Figura 67. Plano de alturas hidráulicas red de aspiración-bypass



Fuente: elaboración propia

De la figura se deduce que la altura a la que se desea llevar el combustible en la red succión-bypass es desde el punto 1 al punto 2 (1.16m), dato importante para emplear en la ecuación para hallar la cabeza de la primera bomba a seleccionar.

Ecuación 43. Ecuación general de la energía

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 + H_{\text{bomba}} - H_{\text{fricción}} - H_{\text{extraído}} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$

Fuente: elaboración propia con base en: MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos México: Pearson educación, 2006. 282 p. ISBN 970-26-0805-8

Donde:

H_{bomba} = Cabeza total de la bomba.

$H_{\text{fricción}}$ = pérdidas de carga del sistema por fricción.

$H_{\text{extraído}}$ = pérdidas de carga por turbinas y demás elementos.

Z_1 = Altura de combustible en el tanque del vehículo.

Z_2 = Altura a la que se desea llevar el combustible al sistema.

P_1 = presión en la línea de aspiración-bypass.

P_2 = presión en la línea de descarga.

γ = Peso específico del A.C.P.M.

v_1 = Velocidad en la línea de aspiración-bypass.

v_2 = Velocidad en la línea de descarga.

g = aceleración de la gravedad.

Se comienza a simplificar la ecuación cancelando términos como $[P_1/\gamma]$ debido a que el tanque del vehículo está abierto a la atmósfera, pero debido a que en la ecuación se trabaja con presiones manométricas esta $P_1=0$ por lo cual se anula el término anterior; $Z_1=0$ y se anula debido a que desde el fondo del tanque (punto 1)

del vehículo se comienza a medir la altura hidráulica; $H_{\text{extraído}}=0$ y se anula debido a que el sistema no tiene turbinas. Obviando estos términos se simplifica la ecuación y despejamos H_{bomba} , quedando una nueva **ecuación 44** para hallar la cabeza de la bomba para la línea de succión-bypass.

Ecuación 44. cabeza de la bomba en línea aspiración-bypass

$$H_{\text{bomba1}} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + Z_2 + H_{\text{fricción}}$$

Fuente: elaboración propia con base en ecuación general de la energía

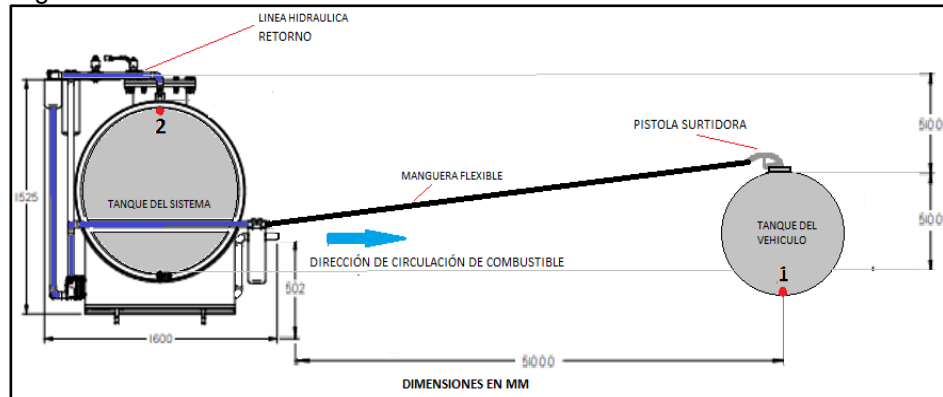
Uno de los datos que no se tiene aún es el peso específico del A.C.P.M. que se halla fácilmente multiplicando la densidad y la gravedad por lo cual $\gamma = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8829 \text{ N/m}^3$; tampoco se tiene el valor de la v_1 que es diferente a v_2 debido a que tiene una sección circular diferente, por lo cual, $v_1 = Q/A = 0.01514 / (\pi * 0,095^2)$; $v_1 = 0.89 \text{ m/s}$ Se reemplazan los valores en la **ecuación 44** para finalmente hallar la altura manométrica.

$$H_{\text{bomba1}} = \frac{325000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{8829 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}} + \frac{(0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} - \frac{(0.89 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 1.16\text{m} + 0.311 \text{ m}$$

$$H_{\text{bomba1}} = 38.2 \text{ m}$$

El valor de la altura manométrica para la bomba en la red hidráulica succión-bypass es de 38.2 m

Figura 68. Plano de alturas hidráulicas red de retorno



Fuente: elaboración propia

De la **figura 68** se deduce que la altura a la que se desea llevar el combustible en la red succión-bypass es desde el punto 2 al punto 1 (-1m), dato importante para emplear en la ecuación para hallar la cabeza de la primera bomba a seleccionar; se procede a simplificar la ecuación de la energía de la misma forma en que se hizo anteriormente y se deduce la ecuación para hallar la cabeza de la bomba en la línea de retorno.

Ecuación 45. cabeza de la bomba en línea de retorno

$$H_{\text{bomba2}} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} - Z_1 + H_{\text{fricción}}$$

Fuente: elaboración propia con base en ecuación general de la energía

Se reemplazan los valores en la **ecuación 45** para finalmente hallar la altura manométrica en la bomba de la línea.

$$H_{\text{bomba2}} = \frac{325000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{8829 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}} + \frac{(0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} - \frac{(0.89 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} - 1 \text{ m} + 5.53 \text{ m}$$

$$H_{\text{bomba2}} = 41.3 \text{ m}$$

El valor de la altura manométrica para la bomba en la red hidráulica de retorno es de 41.3 m.

4.3.5 Selección de las bombas. Con los datos de altura manométrica y caudal calculados, se puede seleccionar con facilidad las bombas que el sistema requiere, estas se pueden elegir bajo criterio propio al observar que los rangos de las dos variables mencionadas se encuentren por encima del valor calculado.

Figura 69. Características de las bombas necesarias para el sistema

Modelo		CV	A		CAUDAL METROS CÚBICOS/HORA						Ø ASP/ IMP
					0,3	0,6	1,2	1,8	2,4	2,7	
230 v.	230/400 v.		230 v.	400 v.	ALTURA MANOMÉTRICA METROS						
MD-75e	MD-75e-T	0,75	5	1,7	46	42	32	22	12	7	1"

Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

En la **figura 69** se observa el caudal que la bomba suministra a cierta altura manométrica, por lo cual se realiza la **tabla 10** en donde se interpola el valor de la altura manométrica calculada y se halla el valor de caudal exacto.

Tabla 10. Interpolación de la altura manométrica exacta

Altura Manométrica (m)	Caudal (Litros/Hora)	Caudal (Galones/minuto)
32	1.2	5.28
38.2	0.828	3.64
41.3	0.642	2.82
42	0.6	2.64

Fuente: elaboración propia con base en catálogo de bombas veneto

se obtiene que con las bombas seleccionadas el caudal en aspiracion-bypass será de 3.64 Gal/min y en retorno de 2.82 Gal/min, valores que están encima del valor de 2 Gal/min exigidos como mínimo por la empresa.

En el **Anexo k** encontramos la ficha técnica de las bombas seleccionadas (**Figura 70**) que son de tipo volumétrica de paletas apropiada en operaciones de trasiego de gasoil (incluso volátiles).

Figura 70. Bombas seleccionadas para el sistema



Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

4.3.6 Selección de válvulas y racores. Estos son importantes para el correcto funcionamiento del sistema bypass, entradas, salidas de las bombas, entradas y salidas de los filtros.

4.3.6.1 Válvula de cierre. Seleccionamos un registro o válvula de bola **Figura 71**.

Figura 71. Válvula de bola



Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

4.3.6.2 Válvula de pie. Indispensable en la línea de succión o de aspiración para retener las partículas más grandes sin que estas tengan la posibilidad de obstruir las líneas, se observa en la Figura.

Figura 72. Válvula de pie



Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

4.3.6.3 Válvula de retención o válvula check. Las válvulas son utilizadas para no dejar regresar un fluido dentro de una línea.

Figura 73. Válvula de retención.



Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

4.3.6.4 Racor T. Accesorio en forma **de T** que permite realizar una conexión a tres bandas.

Figura 74. Racor tipo T



Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

4.3.6.5 Codos a 90°. Son instalados en los extremos de tubería y accesorios en áreas clasificadas y se usa para el cambio de dirección a 90° del fluido.

Figura 75. Codos a 90°



Fuente: Catálogo de Bombas para gasoil. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>

4.3.7 Control del sistema. básicamente lo único que se debe controlar del sistema es el llenado total del tanque, para ello se instala un interruptor de flotador para montajes horizontales, este desactivara la bomba de aspiración cuando el tanque se encuentre en un nivel cercano a los 520 galones.

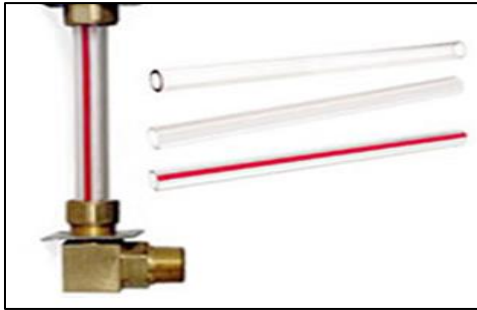
Figura 76. Interruptor de flotador



Fuente: INSTRUMENTOS WIKA. Hoja técnica WIKA. LM 30.06. Disponible en: <file:///E:/Users/USUARIO/Desktop/interruptor%20de%20flotador.pdf>

En el caso de que falle este sensor, el tanque se diseña con una mirilla de cristal para observar el nivel contenido en el tanque, además de servir como guía al operario del aforo al momento del llenado del tanque.

Figura 77. Mirilla de nivel en cristal



Fuente: INSTRUMENTOS WIKA. Hoja técnica WIKA. LM 30.06. Disponible en: file:///E:/Users/USUARIO / Desktop/interruptor%20de%20flotador.pdf

4.3.8 Manguera flexible. Diseñada para trabajar en líneas hidráulicas de media presión. Cumple o supera los requisitos de la SAE 100R1 (Figura) Tipo AT y SAE 100R1 Tipo S y requisitos de la norma EN 853 1SN fabricada con características principales tales como: Resistencia a la corrosión, aceite, gasolina, combustible diésel y humedad. Provee un 75% menos de peso comparada con la tubería. Disponible en diámetros exteriores de: 1/8, 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 5/8 y 3/4 y en milímetros de: 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm y 16mm. Rango de presión hasta 800PSI. Rango de temperatura: - 40°C a + 93°C²⁹.

Figura 78. Manguera SAE 100R1



Fuente: MANPLESCO S.A.S. [en línea]. Ficha técnica de mangueras hidráulicas. [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://manplesco.com/wp-content/uploads/2019/02/MANPLESCO-FICHAS-TECNICAS.pdf>

Se elige trabajar con una manguera con diámetro de 0.75 pulgadas sus especificaciones se encuentran en la figura.

²⁹ MANPLESCO S.A.S. [en línea]. Ficha técnica de mangueras hidráulicas. [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://manplesco.com/wp-content/uploads/2019/02/MANPLESCO-FICHAS-TECNICAS.pdf>

Figura 79 Especificaciones de manguera SAE 100R1AT

Hose I.D. (In.)	Hose O.D. (In.)	Working Pressure (psi)	Min. Burst Pressure (psi)	Min. Bend Radius (In.)	CONSTRUCCION		
					TUBO	REFUERZO	CUBIERTA
3/16	0.47	3.630	14.520	3.0	Nitrilo Constante -40°C +100°C (T max aire = +70°C) Temperatura ambiente -40°C +80°C	1 Trenza, Alambre	NBR/PVC
1/4	0.53	3.270	13.080	4.0			
5/16	0.59	3.120	12.480	4.5			
3/8	0.69	2.610	10.440	5.0			
1/2	0.82	2.320	9.280	7.0			
5/8	0.94	1.890	7.560	8.0			
3/4	1.10	1.530	6.120	9.0			

Fuente: MANPLESCO S.A.S. [en línea]. Ficha técnica de mangueras hidráulicas. [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://manplesco.com/wp-content/uploads/2019/02/MANPLESCO-FICHAS-TECNICAS.pdf>

4.3.9 Pistola surtidora de combustible. Esta (**Figura 80**) va en un extremo de la manguera flexible anexa a la red hidráulica de retorno, con ella se pretende devolver el combustible al tanque del vehículo evitando derrames de A.C.P.M por llenado o por caída accidental de la manguera con relación al tanque del vehículo.

Figura 80. Pistola surtidora de combustible

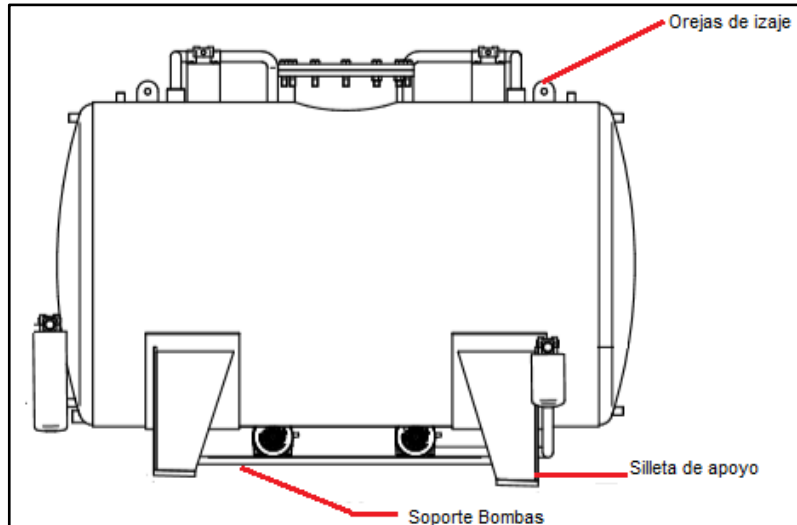


Fuente: PIUSI USA. [en línea]. Bogotá: Gasolineras y Montallantas, Pistola Piusi para AdBlue® en acero inoxidable [20 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.gasolinerasymontallantas.co/sites/default/files/producto/ficha/pistola_piusi_para_adbluer_en_acero_inoxidable.pdf

5. ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS

Mediante el software Solid Edge 2020, se analizan los elementos más críticos del tanque de almacenamiento por elementos finitos **Figura 81**; Estos serán las silletas soportes, las orejas de izaje y la base de las bombas.

Figura 81. partes que serán analizadas por elementos finitos

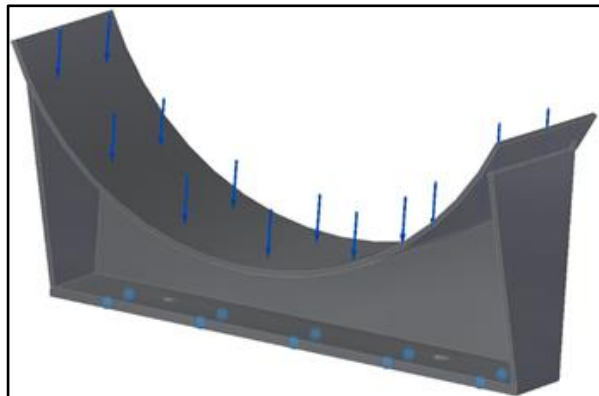


Fuente: Elaboración propia

5.1 ANÁLISIS DE LAS SILLETAS

Para comenzar con el análisis, primero se restringe el contacto de la platina inferior de la silleta con el suelo ya que el sistema será anclado a este **Figura 82**, posteriormente es aplicada una carga de 11573 N considerando que el tanque está completamente lleno de Diesel.

Figura 82. Localización de la carga y restricciones



Fuente: Elaboración propia

Para el análisis se deben tener en cuenta las siguientes propiedades de la pieza, material y condiciones para la simulación **Tabla 11**.

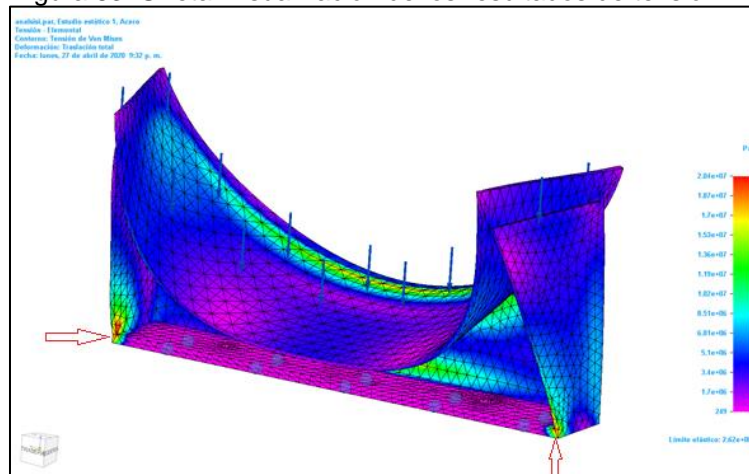
Tabla 11. Silleta – Propiedades de pieza, material y estudio

Propiedades de la Silleta	
Masa	88,2 kg
Volumen	0,011 m ³
Peso	864,3 N
Propiedades del material	
Nombre del material	Acero A283 C
Densidad de masa	7,883 kg/m ³
Módulo de Young	199947,953 Mpa
Coefficiente de Poisson	0,29
Coefficiente de expansión térmica	0000013/C
Conductividad Térmica	0,032 KW/m-C
Límite Elástico	262,001 Mpa
Resistencia a la rotura	358,527Mpa
Propiedades del Estudio	
Tipo de malla	Tetraédrica
Número de elementos	12,934
Número de nodos	26,257

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Se realiza el análisis con las cargas aplicadas (**Figura 83**) y el programa arroja los resultados de tensión mostrados en la **Tabla 11**.

Figura 83. Silleta- visualización de los resultados de tensión



Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

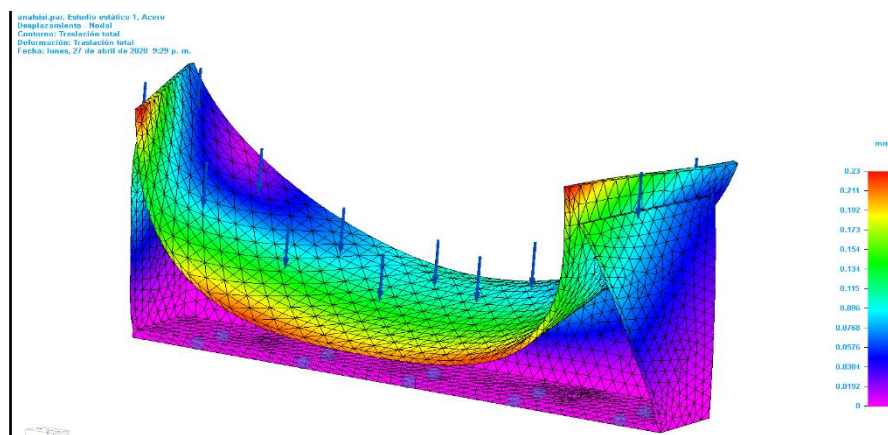
Tabla 12. Silleta- resultados de tensión

Tipo	Extensión	Valor	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Tensión de Von mises	Mínima	0,00249 Mpa	-317,4	369,9	-746,9
	Máxima	20,4 Mpa	-11,7	220	-742,7

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

El valor máximo de tensión se presenta en los puntos rojos que se señalan en la **Figura 83**; los resultados de desplazamiento se indican en la **Tabla 13** y las zonas rojas en la **Figura 84** es en donde se dan.

Figura 84. Silleta- visualización de los resultados de desplazamiento



Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Tabla 13. Silleta- resultados de desplazamiento

Tipo	Extensión	Valor	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Desplazamiento resultante	Mínima	0	311,11	294,4	-763,8
	Máxima	0,23	-531,09	530	-247,65

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Del análisis realizado para las silletas, se puede afirmar que este elemento del sistema puede soportar cargas hasta de 11.573 N obteniendo un desplazamiento máximo de 0,23 mm en los cuernos que es la parte que se muestra en rojo en la **Figura 84**, sin embargo, el elemento regresa a su posición original ya que la máxima tensión que experimenta en ese punto es de aproximadamente 17 MPa el cual está dentro del límite de elasticidad del material que es de 262 Mpa sin llegar a la tensión de rotura manteniéndose dentro del factor de seguridad.

5.2 ANÁLISIS DE LAS OREJAS DE IZAJE

Para el análisis se deben tener en cuenta las siguientes propiedades de la pieza, material y condiciones para la simulación **Tabla 14**.

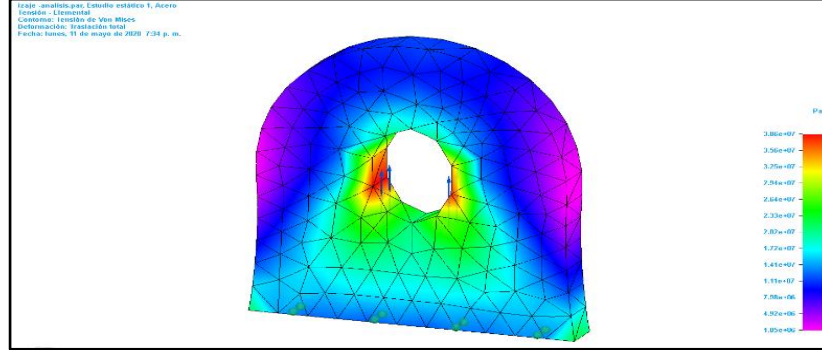
Tabla 14. Orejas de Izaje – Propiedades de pieza, material y estudio

Propiedades de las Orejas	
Masa	0,357 kg
Volumen	0,0000,1 m ³
Peso	3,496 N
Propiedades del material	
Nombre del material	Acero A283 C
Densidad de masa	7,883 kg/m ³
Módulo de Young	199947,953 Mpa
Coefficiente de Poisson	0,29
Coefficiente de expansión térmica	0000013/C
Conductividad Térmica	0,032 KW/m-C
Límite Elástico	262,001 Mpa
Resistencia a la rotura	358,527Mpa
Propiedades del Estudio	
Tipo de malla	Tetraédrica
Número de elementos	1,317
Número de nodos	2,389

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Se realiza el análisis aplicando una carga de 2943 N a Tensión y restringiendo la pieza en la zona en que se va a soldar, teniendo en cuenta que el tanque se encuentra desocupado y que además se distribuye la carga en las dos orejas que tiene el tanque (**Figura 85**) y el programa arroja los resultados de tensión mostrados en la **Tabla 15**.

Figura 85. Orejas de Izaje- visualización de los resultados de tensión



Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

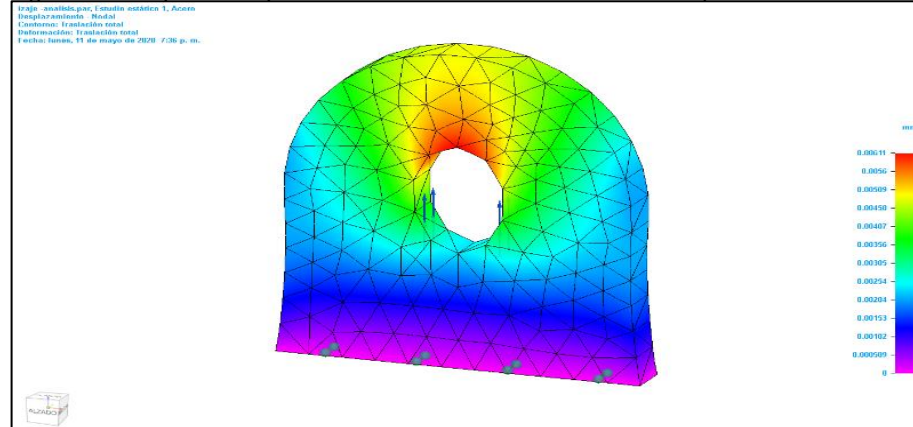
Tabla 15. Orejas de Izaje- resultados de tensión

Tipo	Extensión	Valor (Mpa)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Tensión de	Mínima	1,85	-37,45	4,7	45,1
Von Mises	Máxima	38,6	-10,56	4,7	34,6

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

El valor máximo de tensión se presenta en los puntos rojos que se señalan en la **Figura 85**; los resultados de desplazamiento se indican en la **Tabla 16** y las zonas rojas en la **Figura 86** es en donde se dan.

Figura 86. Orejas de Izaje- visualización de los resultados de desplazamiento



Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Tabla 16. Orejas de Izaje- resultados de desplazamiento

Tipo	Extensión	Valor (mm)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Desplazamiento	Mínima	0,00	10,391	4,750	0,000
Resultante	Máxima	0,0061	0,000	-4,750	49,213

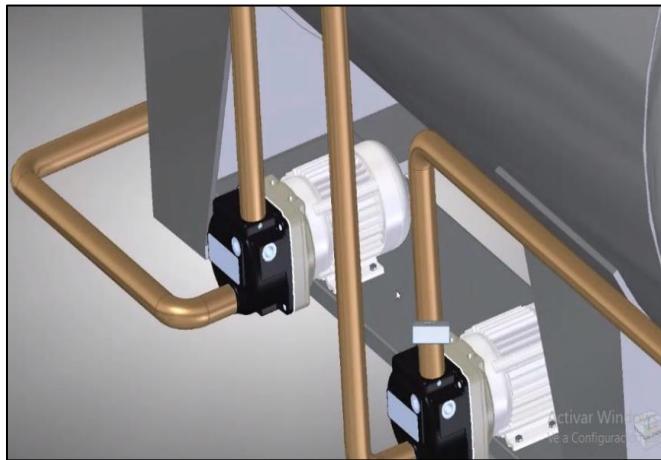
Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Del análisis realizado para las dos orejas de Izaje, se puede afirmar que este elemento del sistema puede soportar cargas hasta de 2.943 N obteniendo un desplazamiento máximo de 0,0061 mm en la parte superior del agujero del perno que se muestra en rojo en la **Figura 86**, sin embargo, el elemento regresa a su posición original ya que la máxima tensión que experimenta en ese punto es de aproximadamente 13,2 MPa el cual está dentro del límite de elasticidad del material que es de 262 Mpa sin llegar a la tensión de rotura que es de 358 Mpa y el esfuerzo máximo que soportara cada oreja será de 38,6 Mpa, manteniéndose dentro del factor de seguridad.

5.3 ANÁLISIS DE LA BASE DE LAS BOMBAS

Antes de entrar en detalles, es bueno saber la posición de las bombas para entender mejor como y con que se soportan y se conectan al sistema.

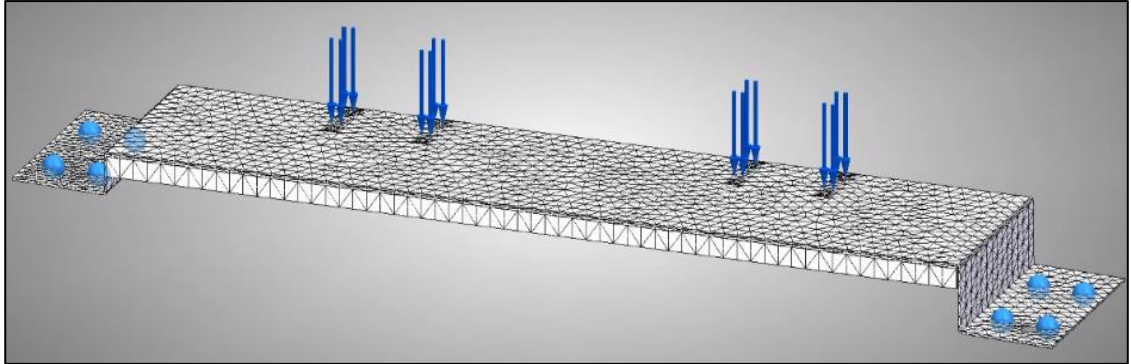
Figura 87. Localización de las bombas



Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

En la **Figura 87** se puede observar que las bombas se encuentran en la parte inferior del tanque, por lo cual se diseña una platina para soportar las dos, estas a su vez se aseguran con los mismos pernos que aseguraran las silletas al suelo; Ahora que se conoce en donde está el soporte y su función, se aplica una carga de 157 N que es el peso aproximado de cada bomba y se restringe en la zona en donde se atornilla como se observa en la **Figura 88**.

Figura 88. Sitio de la carga aplicada en el soporte de las bombas



Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Además, para el análisis se deben tener en cuenta las siguientes propiedades de la pieza, material y condiciones para la simulación **Tabla 17**.

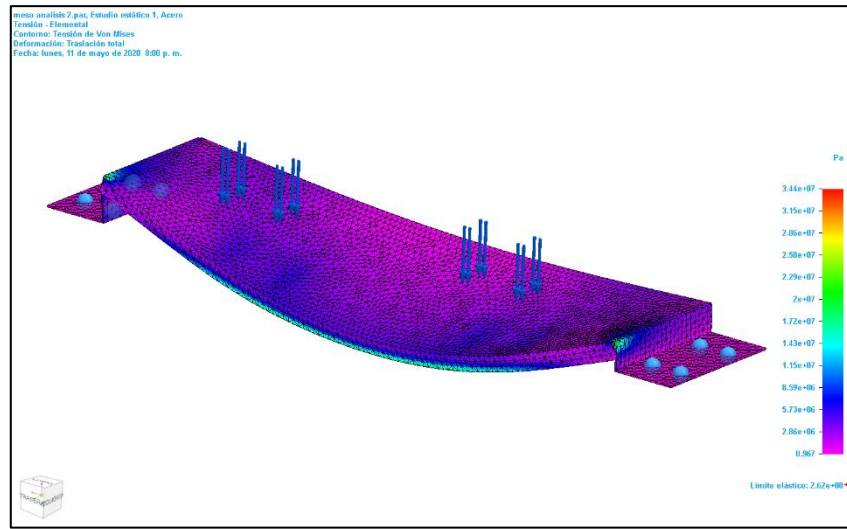
Tabla 17. Base para las bombas – Propiedades de pieza, material y estudio

Propiedades de la base de las bombas	
Masa	10,4 kg
Volumen	0,0000,1 m ³
Peso	10,2 N
Propiedades del material	
Nombre del material	Acero A283 C
Densidad de masa	7,883 kg/m ³
Módulo de Young	199947,953 Mpa
Coefficiente de Poisson	0,29
Coefficiente de expansión térmica	0000013/C
Conductividad Térmica	0,032 KW/m-C
Límite Elástico	262,001 Mpa
Resistencia a la rotura	358,527Mpa
Propiedades del Estudio	
Tipo de malla	Tetraédrica
Número de elementos	25151
Número de nodos	50,7

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Se realiza el análisis con las cargas aplicadas (**Figura 89**) y el programa arroja los resultados de tensión mostrados en la **Tabla 18**.

Figura 89. Base bombas- visualización de los resultados de tensión



Fuente: elaboración propia

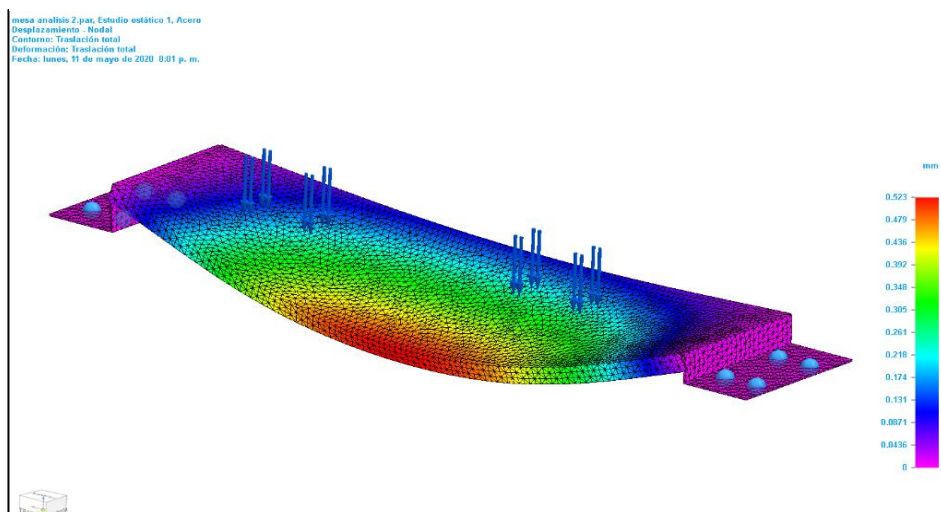
Tabla 18. Soporte de bombas- resultados de tensión

Tipo	Extensión	Valor (Mpa)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Tension de Von	Mínima	0,90	-660,780	67,400	-60,057
Mises	Máxima	34,4000	-539,800	120,800	-14,242

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

El valor máximo de tensión se presenta en los puntos rojos que se señalan en la Figura 69; los resultados de desplazamiento se indican en la Tabla 19 y las zonas rojas en la Figura 90 es en donde se dan

Figura 90. Base de bombas- visualización de los resultados de desplazamiento



Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Soporte de bombas- resultados de desplazamiento

Tipo	Extensión	Valor (mm)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Desplazamiento	Mínima	0,00	669,239	79,093	-97,631
	Resultante	Máxima	0,5230	4,277	125,000

Fuente: Elaboración propia, basado en: Solid Edge 2020

Del análisis realizado para el soporte de las dos bombas, se puede afirmar que este elemento de la máquina puede soportar cargas hasta de 200 N obteniendo un desplazamiento máximo de 0,523 mm deflactándose en la zona que se muestra en rojo **Figura 90**, sin embargo, el elemento regresa a su posición original ya que la máxima tensión que experimenta en ese punto es de aproximadamente 14,3 MPa el cual está dentro del límite de elasticidad del material que es de 262 Mpa sin llegar a la tensión de rotura que es de 358 Mpa y el esfuerzo máximo que soportara cada oreja será de 34,4 Mpa, manteniéndose dentro del factor de seguridad.

6. PLANOS DE FABRICACIÓN

Los planos se encuentran en el Anexo K, a continuación, se realiza un listado de los planos:

- Plano 1. Vista general
- Plano 2. Vistas principales
- Plano 3. Explosionado tanque
- Plano 4. Explosionada red hidráulica
- Plano 5. Cilindro cuerpo tanque
- Plano 6. Tapa purga
- Plano 7. Tapa de lectura de nivel
- Plano 8. Cuerno silleta
- Plano 9. Cara lateral silleta corta
- Plano 10. Cara lateral silleta larga
- Plano 11. Placa base
- Plano 12. Refuerzo silleta corta
- Plano 13. Refuerzo silleta larga
- Plano 14. Uniones para las conexiones
- Plano 15. Tubo de aspiración roscado
- Plano 16. Soporte tubo de aspiración
- Plano 17. Cilindro manhole
- Plano 18. Oreja de izaje
- Plano 19. Mesa bombas
- Plano 20. Indicaciones de soldadura

7. MANUALES

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, es necesario crear los manuales correspondientes a ensamblaje, instalación, operación, mantenimiento y seguridad.

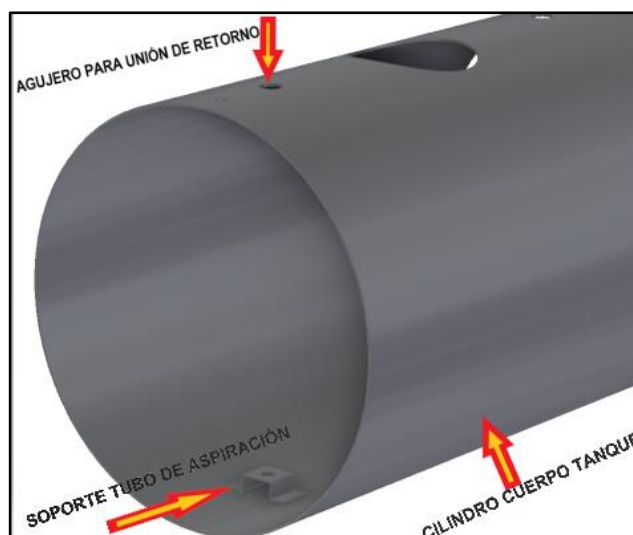
7.1 MANUAL DE ENSAMBLE

Aunque el sistema se entregara totalmente armado y funcionando, cabe la situación que este se necesite transportar y armar totalmente en el sitio, por lo cual en este manual se encuentra la manera correcta para armar todo, vale aclarar que el ensamble se divide en tres partes, la primera es todo lo que se relaciona con tanque de almacenamiento, la segunda con las líneas hidráulicas del sistema y la tercera con los accesorios e instrumentos. todas estas piezas se encuentran en el Anexo de planos y las piezas comerciales en los Anexos de catálogos.

7.1.1 Ensamble del tanque de almacenamiento y estructura. Con el fin de realizar un buen ensamble y garantizar el buen funcionamiento del sistema, es necesario seguir el paso a paso.

Paso1: Instale el soporte tubo de aspiración (Anexo “plano 16”) soldándolo en el cilindro cuerpo tanque (Anexo “plano 1”) justamente debajo del agujero para la unión de la línea hidráulica de retorno como se observa en la **Figura 91**.

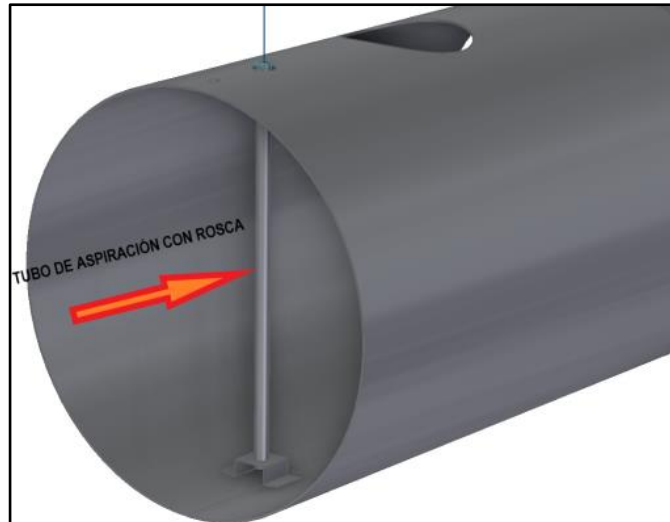
Figura 91. Instalación soporte tubo de aspiración



Fuente: elaboración propia

Paso 2: Inserte el tubo de aspiración (Anexo “plano 15”) en su base para posteriormente roscarlo en la unión como se observa en la **Figura 92**.

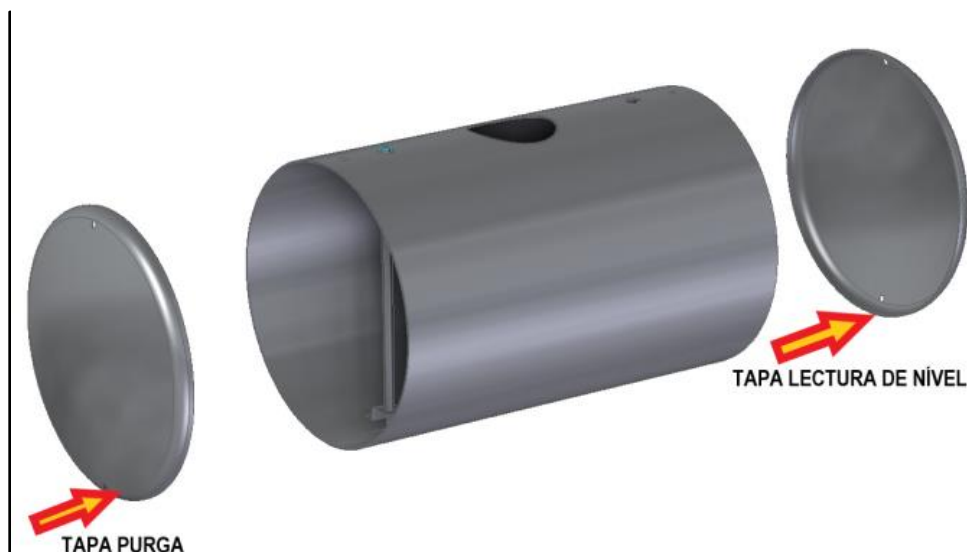
Figura 92. Instalación tubo de aspiración



Fuente: elaboración propia

Paso 3: Encaje la tapa purga (Anexo “plano 6”) en el costado del cuerpo cilíndrico en donde se encuentra el tubo de aspiración, posteriormente realice la misma operación con la tapa de lectura de nivel (Anexo “plano 7”) en el lado opuesto como se observa en la **Figura 93**.

Figura 93. Encaje de tapas laterales al tanque



Fuente: elaboración propia

Quedando finalmente como se observa en la **Figura 94** para proceder posteriormente con la respectiva aplicación de soldadura.

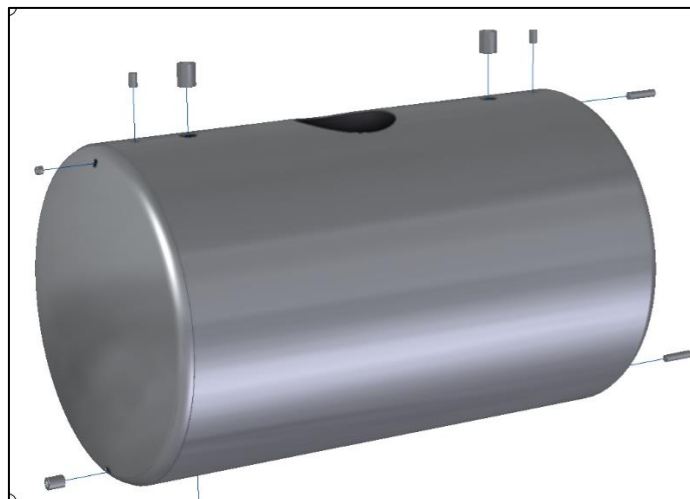
Figura 94. Posición final de las tapas para soldadura



Fuente: elaboración propia

Paso 4: Posicionar todas las uniones de líneas hidráulicas y accesorios (**Anexo L** “plano 14”) en el cuerpo cilíndrico y tapas laterales como se observa en la **Figura 95** y respectivamente aplique las soldaduras correspondientes.

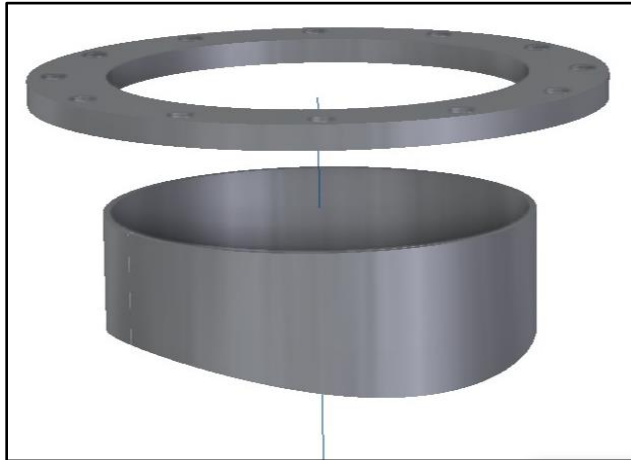
Figura 95. Posicionamiento de las uniones



Fuente: elaboración propia

Paso 5: Soldar la junta slip-on (**Anexo H** “Medida Comercial”) al cilindro manhole (**Anexo L** “plano 17”) como se observa en la Figura.

Figura 96. Ensamble junta slip-on con cilindro manhole



Fuente: elaboración propia

Posteriormente que se obtenga el manhole ensamblado, se debe ubicar en el agujero correspondiente en el tanque como se observa en la Figura 97 y realice su correspondiente soldadura.

Figura 97. Posicionamiento de manhole en el tanque



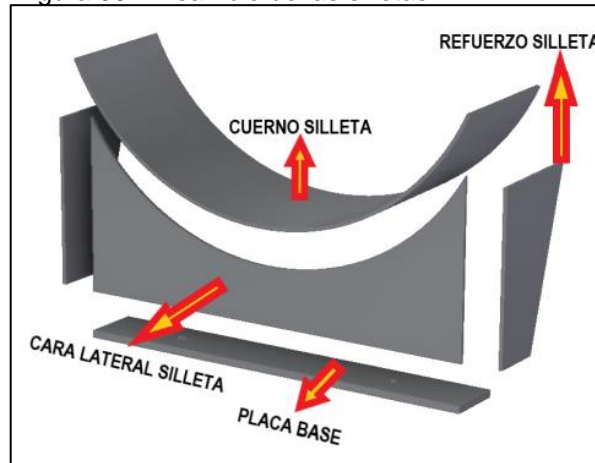
Fuente: elaboración propia

Y con este paso se termina la construcción del cuerpo del tanque, ahora se continua con el estructuramiento y soportaría de este.

Paso 6: Armar las dos silletas bases del tanque como se indica en la **Figura 98**, primero se comienza con la placa base (**Anexo L** “plano 11”), luego se coloca la cara lateral de la silleta teniendo en cuenta que ay una mas alta que otra (**Anexo L** “plano 9”y “plano 10”), luego se ubican los refuerzos y de la misma manera ay dos mas altos que los otros (**Anexo L** “plano 11”y “plano 12”), luego ubique se cuerno

de la silleta dejando en voladizo en cada extremo 5 cm y por último se realizan sus respectivas soldaduras.

Figura 98. Ensamble de las silletas



Fuente: elaboración propia

Paso 7: Se ubica la silleta corta en el lado de la tapa de purga y la larga en el lado de la tapa del visor de nivel a 22 cm desde las orillas de estas como se indica en el **plano 20** del **Anexo L** y por último se sueldan al cuerpo del tanque.

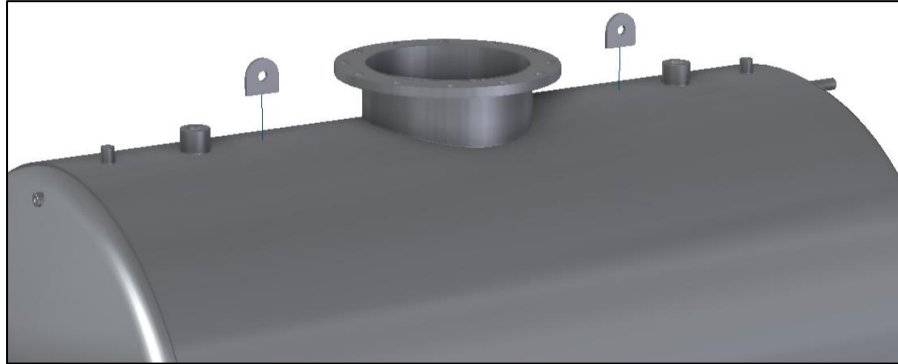
Figura 99. Ensamblaje de las silletas en el tanque



Fuente: elaboración propia

Paso 8. Ubique las orejas de izaje (**Anexo L "plano 18"**) ubicándolas según el **Anexo L plano 20** y por último se debe aplicar la soldadura como se observa en la **Figura 100**.

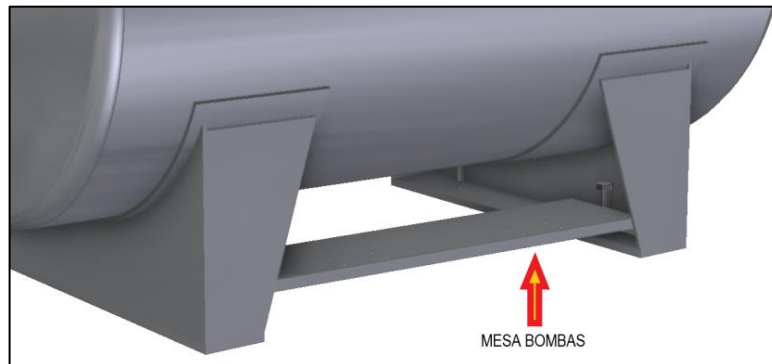
Figura 100. Ubicación de las orejas de izaje



Fuente: elaboración propia

Paso 9: se ubica la mesa para las bombas (**Anexo L** “plano 19”) entre silletas y posteriormente se aseguran a los tornillos de anclaje al suelo del tanque.

Figura 101. Ubicación mesa de bombas



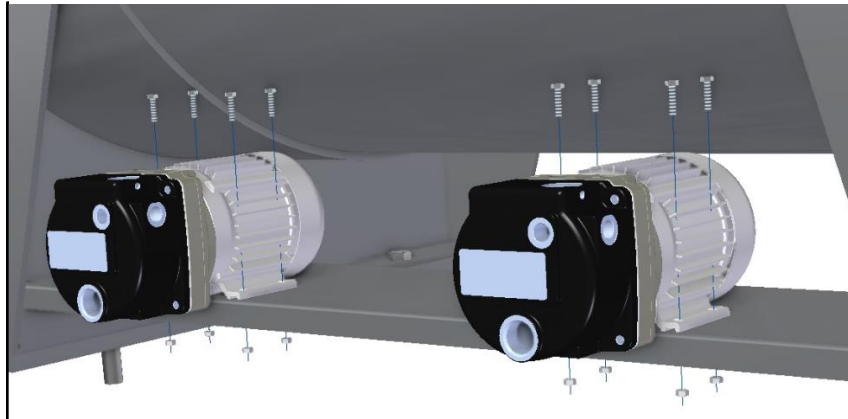
Fuente: elaboración propia

Con este último paso se termina el ensamble del tanque de almacenamiento y su estructura.

7.1.2 Ensamble de las líneas hidráulicos. Con el fin de realizar un buen ensamble y garantizar el buen funcionamiento del sistema, es necesario seguir el siguiente paso a paso.

Paso1: ubique las bombas **Anexo K** en el soporte y ubique en los agujeros que esta tiene y asegure con los tornillos y tuercas (**Anexo L**).

Figura 102. Ubicación y fijación de las bombas en su sitio



Fuente: elaboración propia

Paso 2: después de ubicadas las bombas se comienza con el acoplamiento de las líneas hidráulicas y se comienza por la línea de retorno como se observa en la **Figura 103** primer segmento y **Figura 104** segundo segmento.

Figura 103. Instalación línea de retorno primer segmento



Fuente: elaboración propia

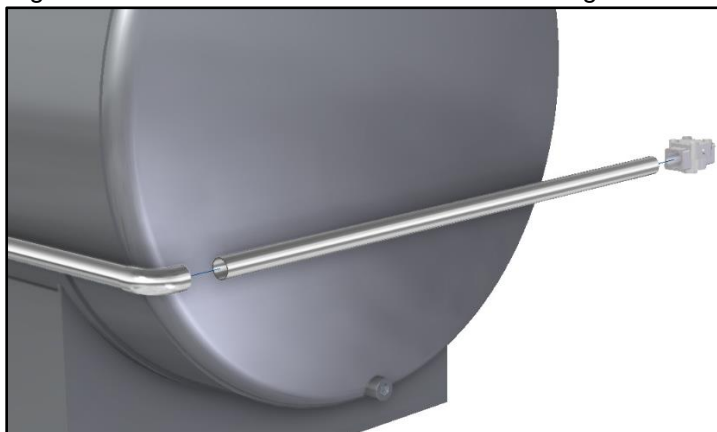
Figura 104. Instalación línea de retorno segundo segmento



Fuente: elaboración propia

Paso 3: Acoplar el tercer segmento de la tubería y en este instalar uno de los cuatro cabezales de los filtros como se observa en la Figura 85.

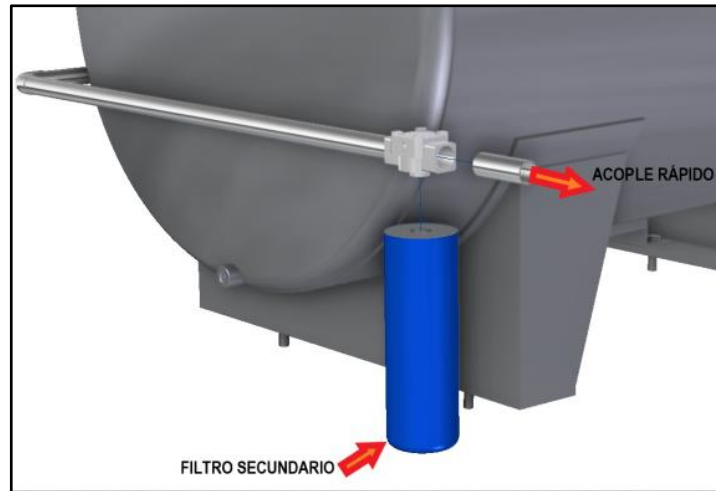
Figura 105. Instalación línea de retorno tercer segmento



Fuente: elaboración propia

Paso 4: en la misma línea, a la salida del cabezal instale un acople rápido para incorporar las mangueras que van a ir al tanque del vehículo como se observa en la Figura y por último instale uno de los dos filtros secundarios **Anexo I** con medio giro hacia la derecha como se indica en la Figura. uno de los dos filtros secundarios como se indica en la **Figura 106**.

Figura 106. Acople rápido y filtro secundario



Fuente: elaboración propia

Figura 107. Modo de instalación del filtro



Fuente: elaboración propia

Paso 5: se debe seguir acoplando la tubería de la línea de retorno hasta el depósito de combustible del sistema diseñado como se observa en la **Figura 108**.

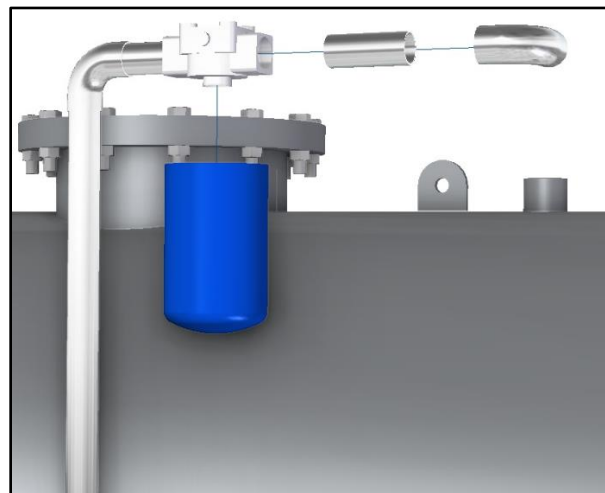
Figura 108. Segmento cuarto de línea de retorno



Fuente: elaboración propia

Paso 6: Instale el segundo de los cuatro cabezales e instale uno de los dos filtros primarios como se indicó anteriormente en el paso 4

Figura 109, Finalización de acople de línea de retorno



Fuente: elaboración prop

La línea de retorno ensamblada en su totalidad queda como se observa en la **Figura 110**.

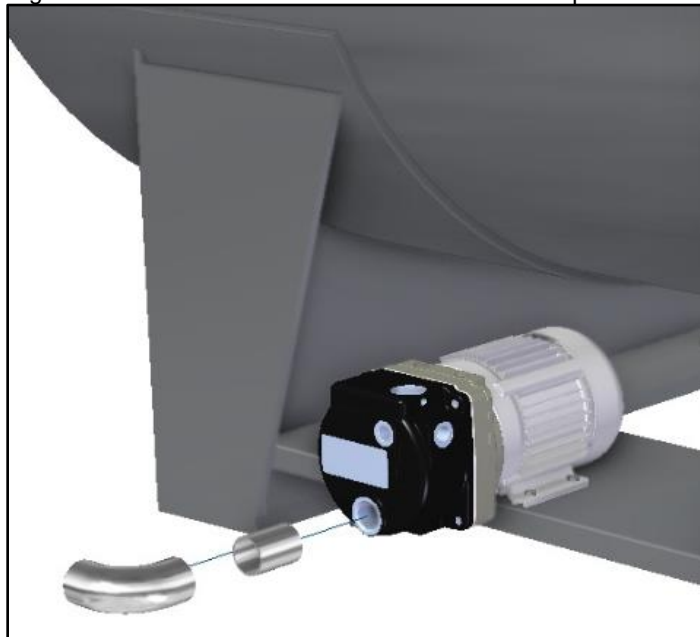
Figura 110. Ensamble total de la línea hidráulica de retorno



Fuente: elaboración propia

Paso 7: desde la bomba se comienza a ensamblar toda la línea hidráulica de aspiración como se observa en la **Figura 111**.

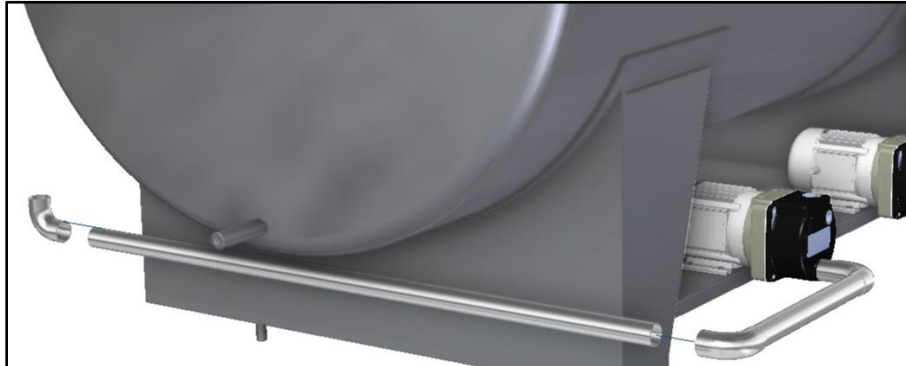
Figura 111. Comienzo de ensamble de la línea de aspiración



Fuente. elaboración propia

Paso 8: se sigue ensamblando con el segundo y tercer segmento de la línea de aspiración como se observa en la **Figura 112**.

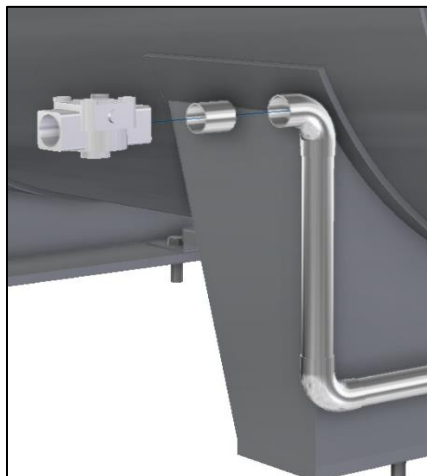
Figura 112. Segundo y tercer segmento de la línea de aspiración



Fuente: elaboración propia

Paso 9: se ensambla el cuarto segmento de la línea de aspiración y se instala el tercero de los cuatro cabezales de filtro como se observa en la **Figura 113**.

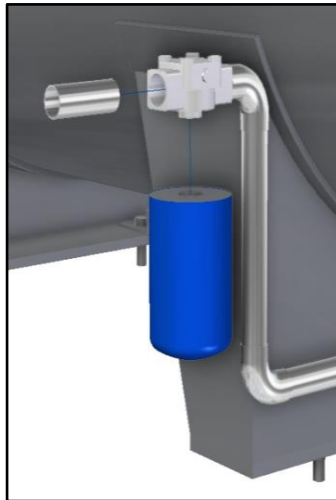
Figura 113. Cuarto segmento de la línea de retorno y cabezal de filtro



Fuente: elaboración propia

Paso 10: se instala el acople rápido en la salida del cabezal y el segundo de los dos filtros primarios como se indica en la **Figura 114** con la misma indicación dada en los pasos anteriores.

Figura 114. Acople rápido e instalación de filtro primario



Fuente: elaboración propia

Paso 11: de la línea de aspiración se continúa con el quinto segmento de tubería que se dirige hacia la línea by-pass y el tanque de almacenamiento como se observa en la **Figura 115**.

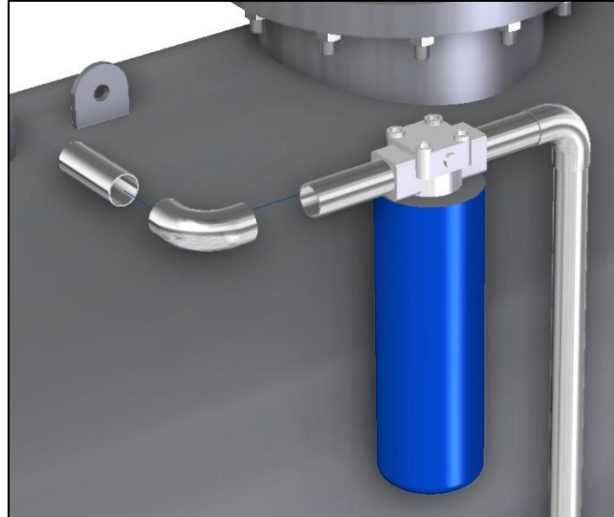
Figura 115. Continuación tubería línea de aspiración



Fuente: elaboración propia

Paso 12: en el sexto segmento de tubería se instala el ultimo cabezal de filtro y además se acopla el último de los filtros como se observa en la **Figura 116**.

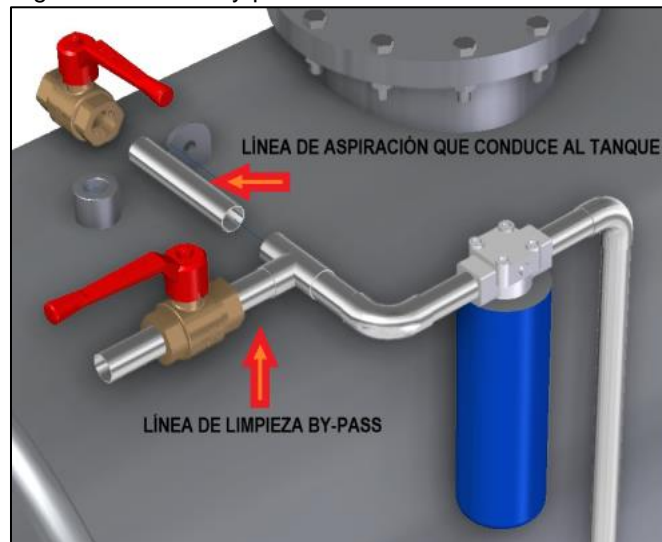
Figura 116. Sexto segmento de línea de aspiración con cabezal y filtro



Fuente: elaboración propia

Paso 13: se debe instalar la te para realizar una división para generar una línea by-pass para que el combustible recircule solo por los filtros y no se deposite en el tanque del sistema, para ello se instalan dos válvulas como se observa en la **Figura 117**.

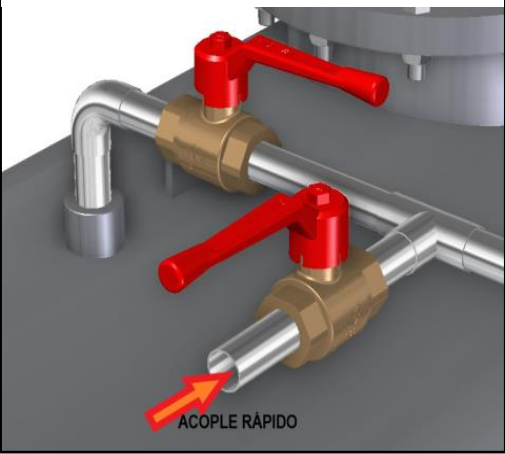
Figura 117. Línea by-pass e instalación de válvulas bola



Fuente: elaboración propia

En el acople rápido se instala la manguera que va directamente al tanque del vehículo **Figura 118**.

Figura 118. Instalación final de las válvulas



Fuente: Elaboración propia

Terminando así el ensamble de las líneas hidráulicas como se observa en la **Figura 119**.

Figura 119. Líneas hidráulicas ensambladas totalmente

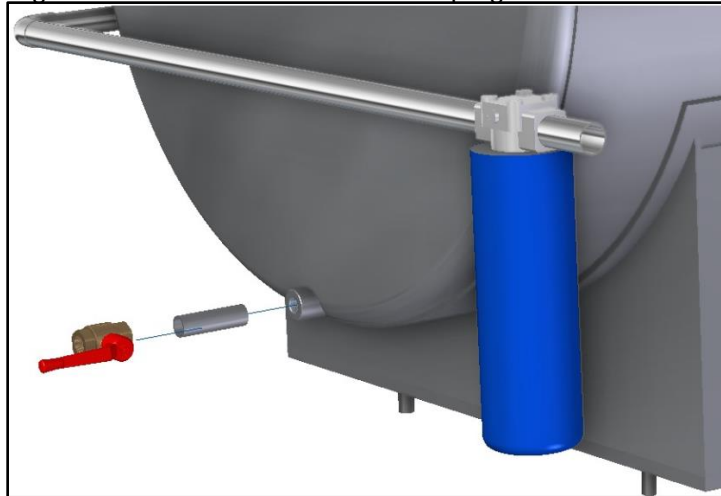


Fuente: elaboración propia

7.1.3 Ensamble de los accesorios. Con el fin de realizar un buen ensamble y garantizar el buen funcionamiento de estos en el sistema, es necesario seguir el siguiente paso a paso.

Paso 1: se debe instalar primeramente el miple de 1x100 en la unión de 1 pulgada para instalar la válvula de purga como se observa en la **Figura 120**.

Figura 120. Instalación de válvula de purga



Fuente: elaboración propia

Paso 2: instalar el sensor de nivel en la unión de ½ pulgada correspondiente como se observa en la **Figura 121**.

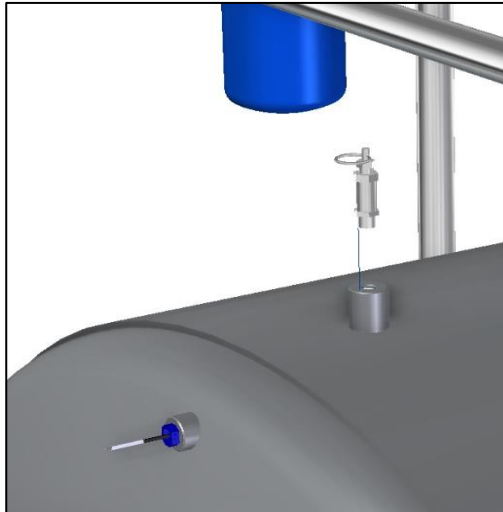
Figura 121. Instalación del sensor de nivel



Fuente: elaboración propia

Paso 3: instalar el sensor la válvula de alivio de presión o desfogue como se observa en la **Figura 122**.

Figura 122. Instalación de válvula de seguridad



Fuente: elaboración propia

Paso 4. Instalar los dos codos junto con el tubo para acoplar el visor de nivel de combustible como se observa en la **Figura 123**.

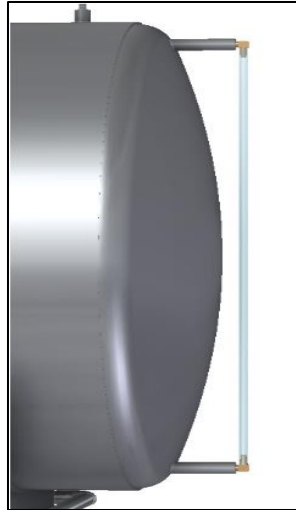
Figura 123. Instalación de visor de nivel



Fuente: elaboración propia

Paso 5: Instalar un tapón de ½ pulgada en la unión que queda libre como se observa en la **Figura 124**.

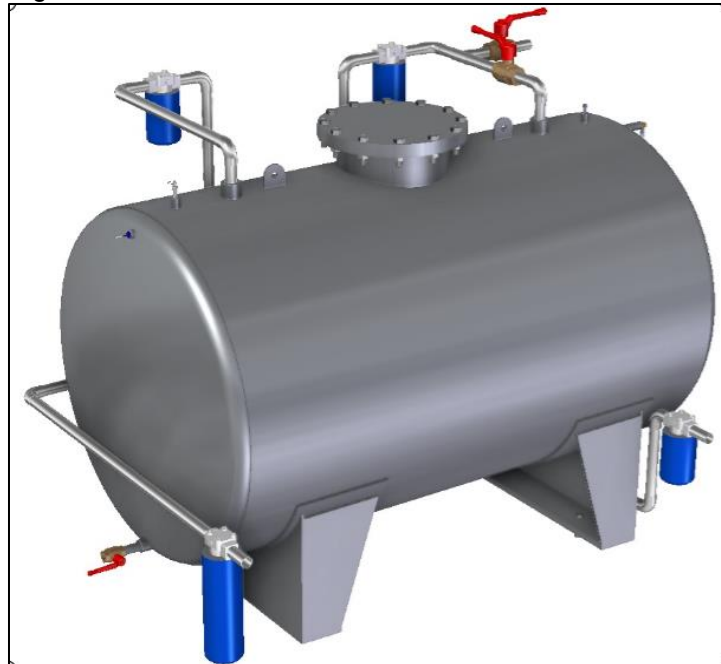
Figura 124. Visor de nivel y tapón superior



Fuente: elaboración propia

Con este último paso, se termina de ensamblar por completo el sistema **Figura 125**.

Figura 125. Sistema totalmente ensamblado

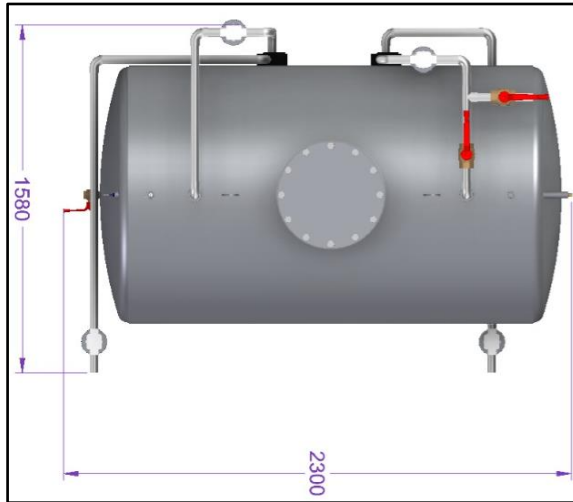


Fuente: elaboración propia

7.2 MANUAL DE INSTALACIÓN

Cuando el sistema se encuentre totalmente armado, el sistema tendrá las dimensiones observadas en la **Figura 126**.

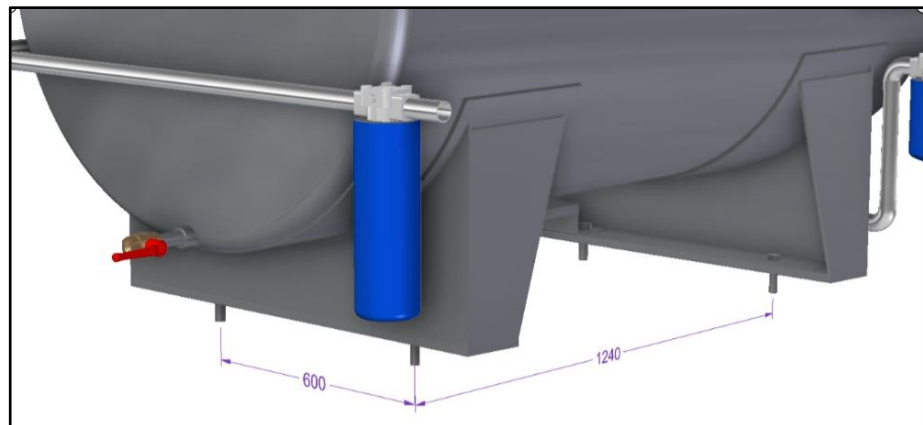
Figura 126. Dimensiones máximas del sistema



Fuente: elaboración propia

Es importante resaltar que el suelo en donde se desea anclar el tanque debe ser en concreto, totalmente nivelado y debe de tener los pernos empotrados según las cotas mostradas en la **Figura 127**, finalmente se ubica todo el sistema en el sitio previsto y se aseguran las silletas por medio tuercas en los pernos.

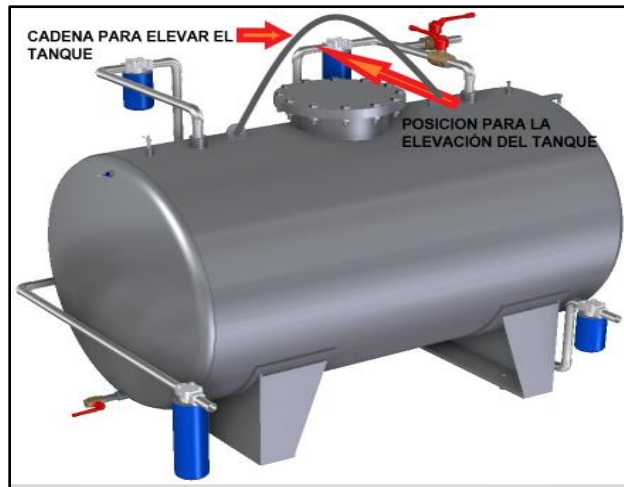
Figura 127. Distancia entre pernos de sujeción



Fuente: elaboración propia

El tanque cuenta con las orejas de izaje cuya función es dar los puntos de apoyo para que el recipiente pueda ser elevado por medio de un montacarga o grúa y de esta manera para colocarlo en su posición final de instalación y funcionamiento.

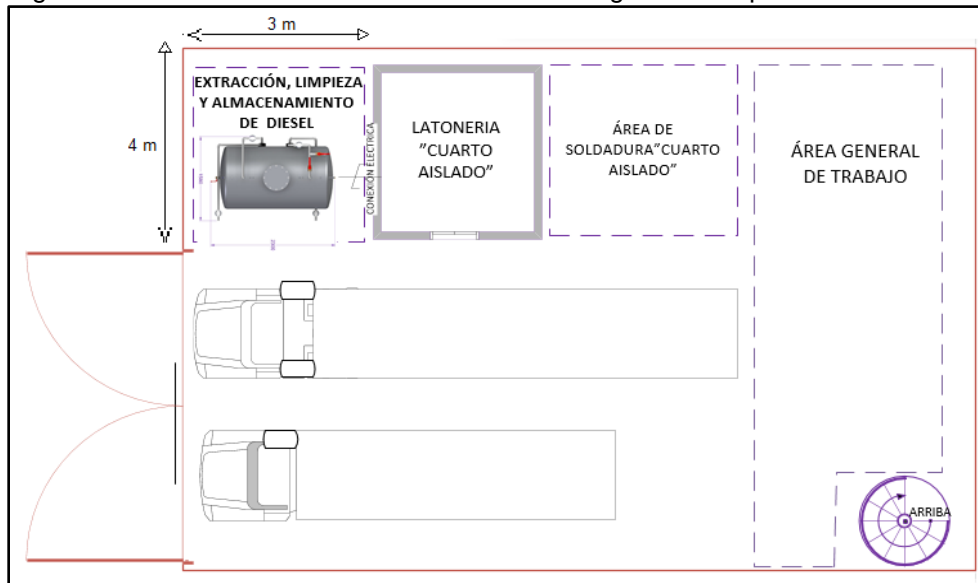
Figura 128. Elevación del tanque para su instalación



Fuente: elaboración propia

Finalmente, el tanque debe quedar instalado en la bodega en el sitio libre que se solicitaba como se observa en la **figura 129**, además se debe asegurar que en el sitio donde se instala el sistema se cuente con una fuente de alimentación de 110 voltios a una distancia no mayor a 1 metro para energizar las bombas y demás instrumentos.

Figura 129. Sistema diseñado instalado en la bodega de la empresa



Fuente: elaboración propia

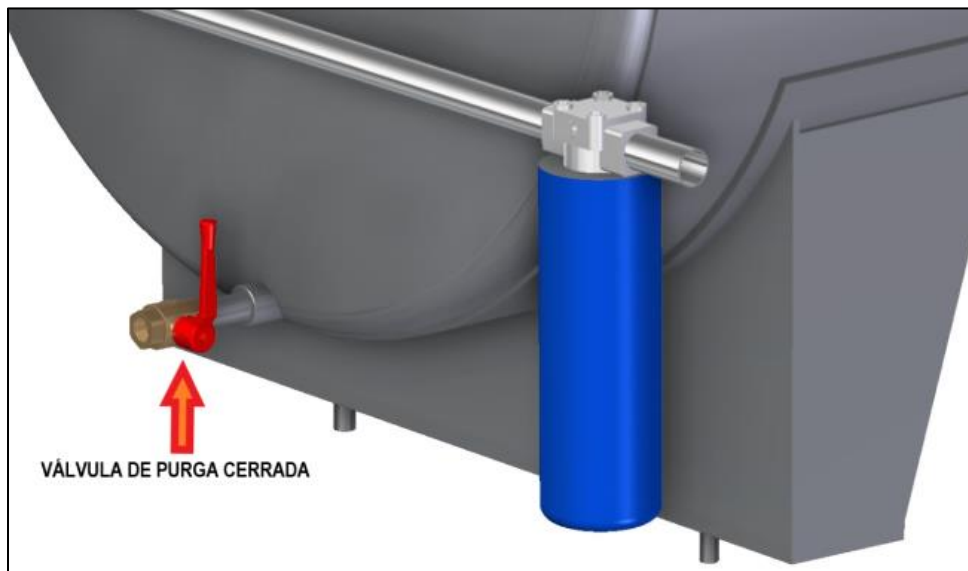
7.3 MANUAL DE OPERACIÓN

Este manual se divide en tres partes, la primera es extraer, filtrar y almacenar el combustible del vehículo en el sistema; la segunda es el retorno del combustible al tanque del vehículo; la tercera y última parte es cuando se desea solo filtrar el combustible del vehículo sin que este llegue al depósito del sistema.

7.3.1 Manual de operación para extraer, filtrar y almacenar el combustible del vehiculó. La persona que opere el sistema debe tener en cuenta este manual y su paso a paso para aspirar de manera correcta y depositar libre de impurezas el combustible del vehículo en el tanque del sistema.

Paso 1: Primer y más importante paso, verificar que la válvula de purga se encuentra cerrada como se observa en la **Figura 130** para que cuando se esté llenando el depósito no se vierta el fluido al suelo.

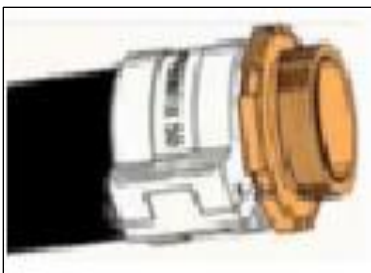
Figura 130. Verificación de la posición de cierre de la válvula de purga



Fuente: elaboración propia

Paso2: conexión tanque vehículo al sistema de extracción; primero se debe tener en cuenta que se trabaja con una manguera de nitrilo de 5 metros en cuyas puntas tiene terminaciones distintas, una de las puntas **Figura 131** tiene una conexión macho con acoplamiento rápido, esta punta de la manguera se conecta al sistema como se indica en la **Figura 131**.

Figura 131. Punta con acople macho rápido en manguera 1



Fuente: Productos Elaflex [en línea]. HOSE FITTINGS [Consultado: 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://elaflex.com.ar/productos-catalogo>

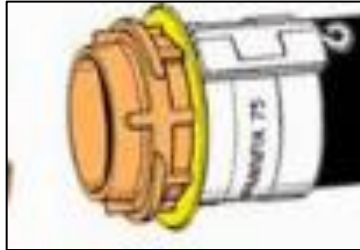
Figura 132. Indicación de la conexión de la manguera para acoplar al sistema



Fuente: elaboración propia

la otra punta de la manguera tiene un filtro (**Figura 133**) para que no ingresen objetos de tamaños mayores a 100 micras al sistema como y debe ir directamente en el tanque del vehículo.

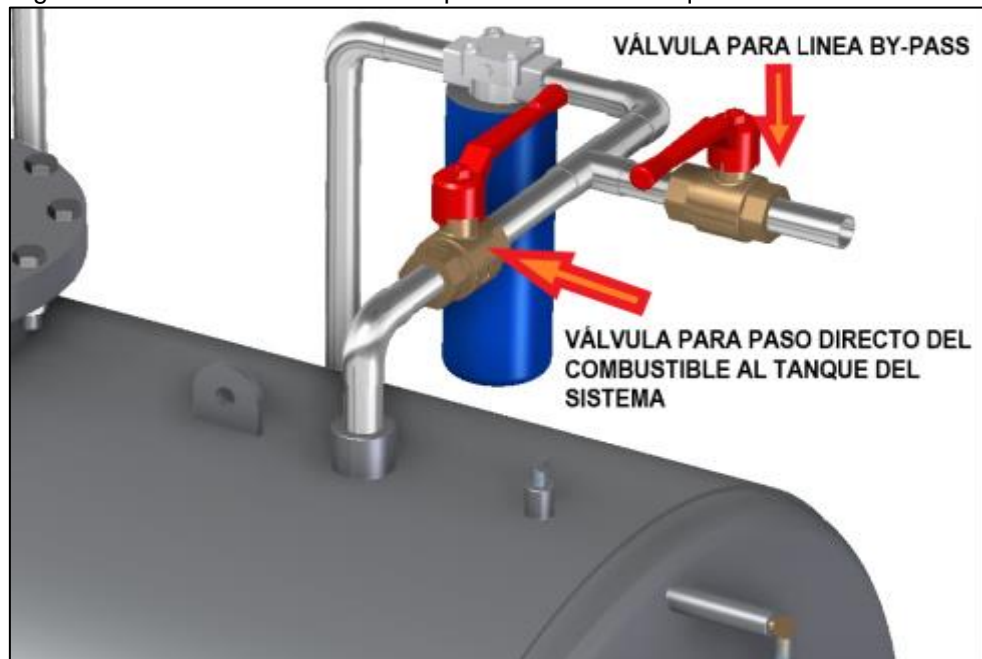
Figura 133. Punta con filtro de pie



Fuente: Productos Elaflex [en línea]. HOSE FITTINGS [Consultado: 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://elaflex.com.ar/productos-catalogo>

Paso 3: Filtrado de combustible y llenado de tanque de almacenamiento; si se desea extraer el combustible del vehículo y almacenarlo en el tanque del sistema, primero se debe verificar que la válvula de la línea by-pass debe estar cerrada y la de la línea de aspiración debe de estar abierta como se observa en la **Figura 134**.

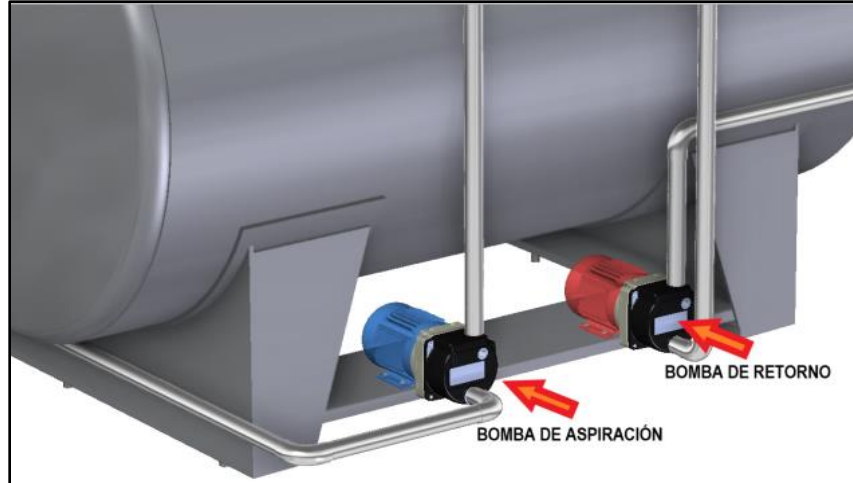
Figura 134. Posición de las válvulas para llenado del tanque



Fuente: elaboración propia

Para que comience la extracción del combustible del vehículo y la filtración de este, se debe accionar la bomba de aspiración observada en la **Figura 135**.

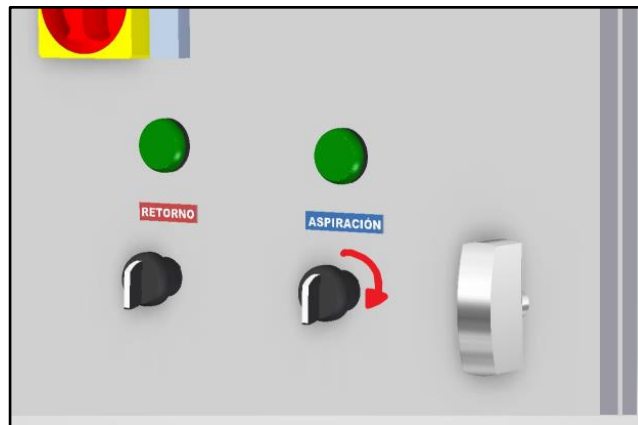
Figura 135. Bombas de aspiración y retorno de combustible del vehículo



Fuente: elaboración propia

Esto se realiza girando hacia la derecha el interruptor que está marcado en azul con la palabra “ASPIRACIÓN” encontrándose en el tablero de control (**Figura 136**), una vez encendida la bomba, la luz piloto verde se activara indicando el llenado del tanque.

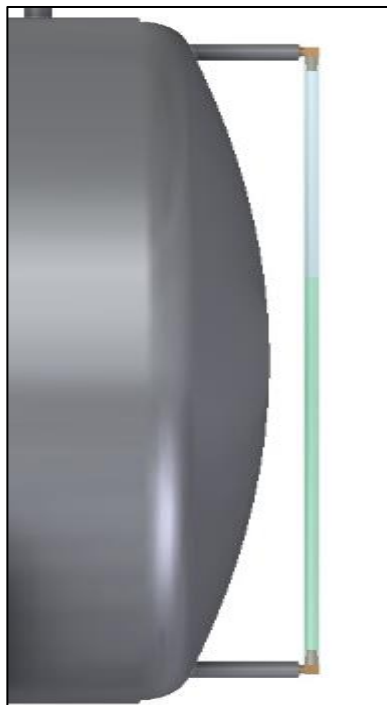
Figura 136. Accionamiento de bomba de aspiración



Fuente: elaboración propia

Se puede observar la cantidad de combustible que se depositó en el tanque del sistema como se observa en la **Figura 137**.

Figura 137. Nivel de combustible depositado en el sistema



Fuente: elaboración propia

Paso 4: al terminar de extraer el combustible del vehículo apague la bomba de aspiración girando a la izquierda el interruptor que está marcado en azul con la palabra “ASPIRACIÓN” encontrándose en el tablero de control (**Figura 138**), una vez apagada la bomba, la luz piloto verde se desactivará.

Figura 138. Apagado de bomba de aspiración



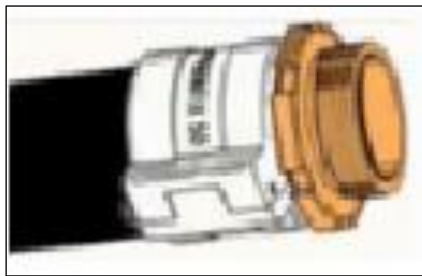
Fuente: elaboración propia

Con este último paso se concluye el manual de operación para extraer, filtrar y almacenar el combustible del vehículo. **Nota:** la bomba no debe estar activa por más de media hora de forma continua.

7.3.2 Manual de operación para el retorno del combustible al tanque del vehículo. La persona que opere el sistema debe tener en cuenta este manual y su paso a paso para que el combustible llegue limpio y en la misma cantidad al tanque del vehículo.

Paso 1: conexión tanque de almacenamiento a tanque del vehículo; se debe tener en cuenta que se trabaja con una manguera de nitrilo de 5 metros en cuyas puntas tiene dos terminaciones distintas, una de las puntas **Figura 139** tiene una conexión macho con acoplamiento rápido.

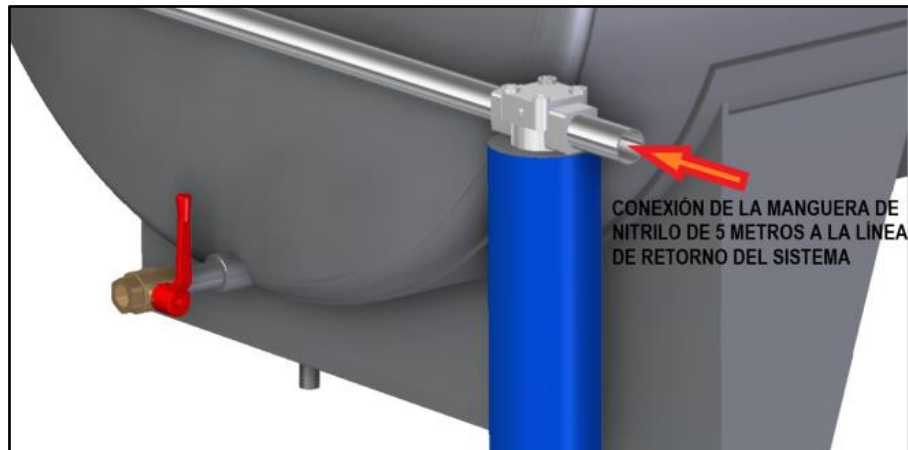
Figura 139. Punta con acople macho rápido en manguera 2



Fuente: Productos Elaflex [en línea]. HOSE FITTINGS [Consultado: 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://elaflex.com.ar/productos-catalogo>

esta punta de la manguera se conecta al sistema en la línea de retorno como se indica en la **Figura 140**.

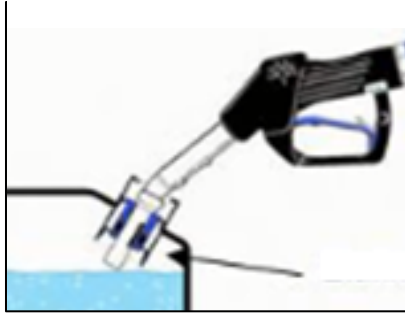
Figura 140. Conexión de manguera de nitrilo a línea de retorno



Fuente: elaboración propia

Y la otra punta se lleva directamente al tanque del vehículo como se observa en la **Figura 141**.

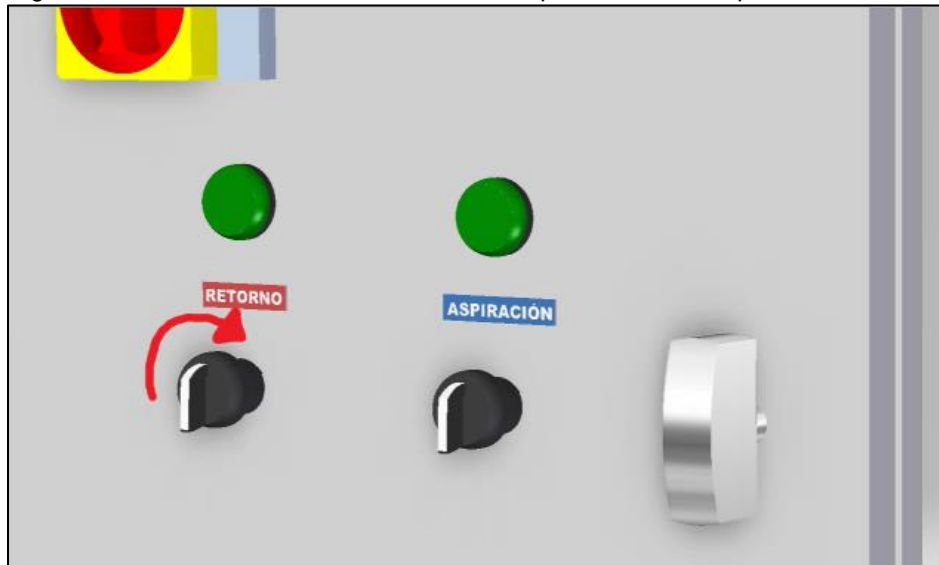
Figura 141. Punta de la manguera con pistola de llenado



Fuente: Productos Elaflex [en línea]. HOSE FITTINGS [Consultado: 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://elaflex.com.ar/productos-catalogo>

Una vez se tenga la manguera en los sitios correctos, encienda la bomba de línea de retorno girando hacia la derecha el interruptor que está marcado en rojo con la palabra “RETORNO” encontrándose en el tablero de control (**Figura 142**), inmediatamente se activa el piloto que se encuentra en la parte superior, en ese momento accione la pistola para llenar el tanque del vehículo.

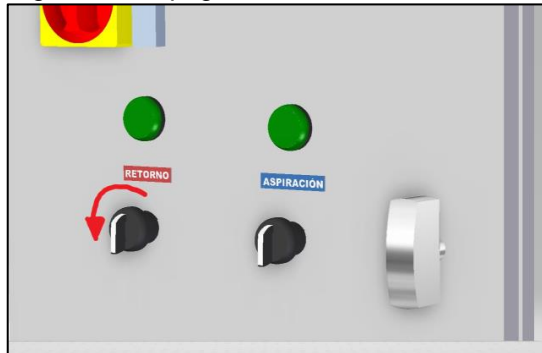
Figura 142. Encendido de la bomba de retorno para llenar el tanque del vehículo



Fuente: elaboración propia

Una vez terminado de llenar el tanque del vehículo apague la bomba de retorno como se indica en la **Figura 143**.

Figura 143. Apagado de la bomba de retorno



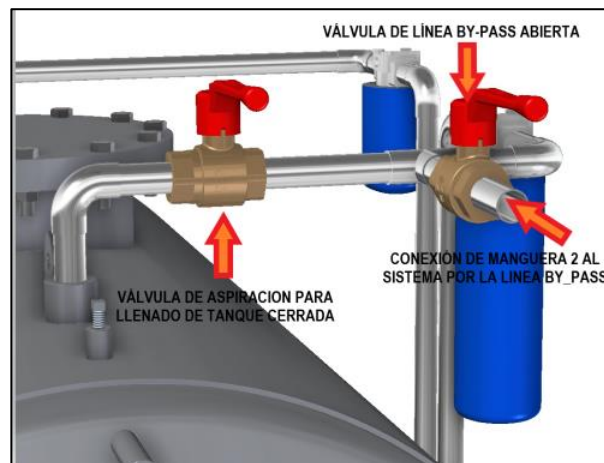
Fuente: elaboración propia

Con este último paso se concluye el manual de operación para el retorno del combustible al tanque del vehículo. **Nota:** la bomba no debe estar activa por más de media hora de forma continua.

7.3.3 Manual para uso de línea by-pass. Esta parte del sistema se usa cuando se desea limpiar el combustible sin necesidad de almacenarlo en el tanque del sistema, lo cual se conoce como recirculación de combustible entre los filtros de la línea de aspiración y el tanque del vehículo; el operario debe seguir el paso a paso que se expone en este manual.

Paso 1: conecte la manguera 2 en el acople rápido, cierre la válvula aspiración-llenado del tanque y abra la válvula de la línea by-pass como se observa en la **Figura 144**.

Figura 144. Acoplamiento del sistema by-pass



Fuente: elaboración propia,

Paso 2: Encienda la bomba de aspiración como se indicó en el manual anterior para recircular el combustible por un tiempo máximo de 30 minutos de manera continua.

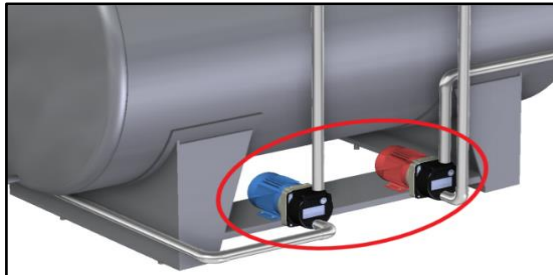
7.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para garantizar la vida útil y el correcto funcionamiento de todo el sistema es necesario realizar las siguientes rutinas de mantenimiento.

7.4.1 Rutina 1. Las siguientes actividades se deben realizar cada 20 días.

- Inspeccionar que las bombas estén trabajando correctamente (**Figura 145**) sin ningún tipo de obstrucción o fuga.

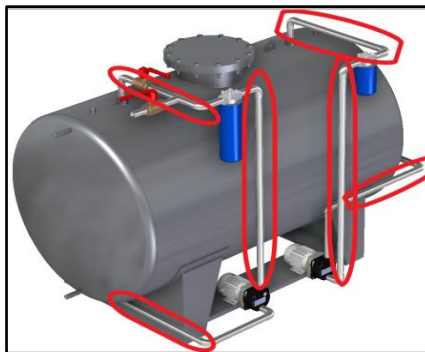
Figura 145. Inspección a bombas del sistema



Fuente: elaboración propia

- Inspeccionar que las líneas hidráulicas no tengan fugas u obstrucciones **Figura 146**.

Figura 146. Inspección de tuberías, codos y cabezales

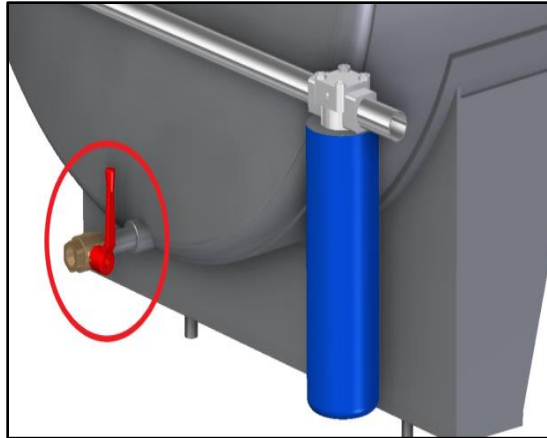


Fuente: elaboración propia

- Inspeccionar que el tanque no tenga fugas de combustible.
- Abrir el registro de purga (**Figura 147**) y extraer una muestra para determinar la limpieza del combustible, si se encuentran partículas abrasivos o sedimentos, es

señal de que se debe hacer cambio de filtros y desocupar el contenido del tanque para que se realice una limpieza en la parte interior.

Figura 147. Toma de muestra de combustible



Fuente: Elaboración propia

7.4.2 Rutina 2. Las siguientes actividades de mantenimiento se deben realizar por lo menos una vez cada tres meses.

- Inspeccionar el cableado eléctrico, contactores, clavijas y demás conexiones que estén defectuosas por desgaste, corrosión o conexiones sin contacto, si este es el caso realice limpieza ajuste fuertemente los empalmes.
- Inspeccionar el estado de los elementos filtrantes y de ser necesario cambiarlos como se observa en la **Figura 148**.

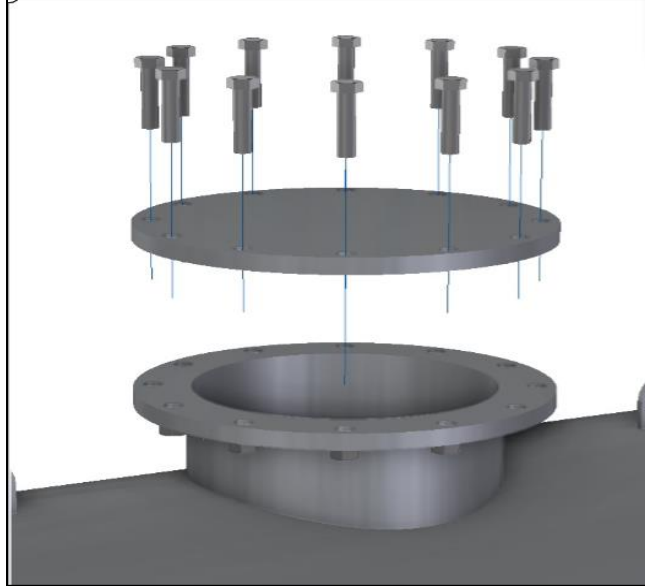
Figura 148. Recambio de elementos filtrantes



Fuente: Premium filters. [en línea]. Catálogo de productos [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://premiumfilters.co/wpcontent/uploads/2019/02/catalogzzpremium-filters-2019.pdf> pag 14

- Se debe desocupar totalmente el tanque, luego retirar la tapa del manhole (**Figura 149**) y realizar limpieza interna del tanque.

Figura 149. Entrada hombre al interior del tanque



Fuente: Elaboración propia

7.4.3 Correcciones en caso de falla. Se presenta el **Cuadro 10** en donde se indica la forma de proceder en caso de falla de alguno de los componentes del sistema de extracción, limpieza y almacenamiento.

Cuadro 10. Actividades a realizar en caso de fallas

FALLA	ACTIVIDAD	RECUROS
CORTOCIRCUITO EN BOMBAS E INSTRUMENTACION	Desconectar de la fuente de alimentación eléctrica las bombas e instrumentos, verificar el estado de las conexiones en el tablero de control y demás puntos eléctricos para corregir el corto, posteriormente se debe cerciorar de que ningún componente se haya afectado y posteriormente habilitar nuevamente el sistema	técnico, elementos de protección personal y herramientas básicas
DESCONEXION DE BOMBAS E INSTRUMENTACION	verificar el estado de las conexiones, verificar continuidad del cableado, determinar y corregir los puntos de desconexión o rotura de este	técnico, elementos de protección personal y herramientas básicas
DETECCION DE IMPUREZAS EN EL INTERIOR DEL DEPOSITO (TANQUE DE ALMACENAMIENTO)	tomar una muestra de diésel en la válvula de purga, si esta contiene abrasivos se debe desocupar totalmente el combustible del tanque para su limpieza interior con mezcla agua y jabón "de baja espuma" y posterior secado con aire comprimido, posteriormente se habilita el sistema; por otro lado si en la muestra que se toma, el color del diésel es muy oscuro pero este no tiene abrasivos notables a la vista, se procede a hacer un cambio de los filtros del sistema según especificaciones para posteriormente habilitar el sistema.	operario del sistema, elementos de protección personal, elementos de limpieza y herramientas básicas
ROTURA TOTAL O PARCIAL DE TRAMO DE TUBERIA O ACCESORIOS DE LAS LINEAS HIDRAULICAS (FUGAS DE COMBUSTIBLE)	inspeccionar visualmente el sitio en que se produce la fuga, habrá sitios en donde se hace necesario desocupar el combustible de la línea hidráulica, para ello se debe encender la bomba para el vaciado total de combustible, posteriormente se debe realizar el cambio del accesorio o soldadura en los tubos "si es viable". posteriormente habilitar el sistema.	operario del sistema, técnico especializado, elementos de protección personal, elementos de limpieza, herramientas básicas, equipo de soldadura y compresor

Continuación (Cuadro 10)

FALLA	ACTIVIDAD	RECUROS
ROTURA TOTAL O PARCIAL DEL CUERPO DEL TANQUE (FUGAS DE COMBUSTIBLE)	inspeccionar visualmente el sitio en que se produce la fuga, desocupar completamente el combustible del tanque de almacenamiento, para ello se debe encender la bomba para el vaciado total de combustible, posteriormente se debe realizar lavado del tanque con mezcla agua jabón, luego se realiza una prueba hidrostática con aire comprimido para determinar el punto exacto de la fuga, realizar la reparación con soldadura según indicaciones del expertos, después de aplicada la soldadura se debe hacer una nueva prueba hidrostática con aire comprimido y una vez verificado que se ha sellado la fuga, se habilita el sistema.	operario del sistema, técnico especializado, elementos de protección personal, elementos de limpieza, herramientas básicas, equipo de soldadura y compresor
TAPONAMIENTO, BLOQUEO U OBSTRUCCION EN ELEMENTOS DE LAS LINEAS HIDRAULICAS	si se está extrayendo combustible de un vehículo y almacenándolo en el depósito de almacenamiento y se observa por la mirilla que el nivel no sube, se debe apagar la bomba para observar primeramente el estado de los filtros y limpiarlos, si definitivamente sigue la obstrucción, se debe observar cada uno de los accesorios y determinar si se debe cambiar o basta con solo limpieza; se procede del mismo modo en las demás líneas hidráulica (Bypass-succión y aspiración)	operario del sistema, técnico especializado, elementos de protección personal, elementos de limpieza, herramientas básicas y compresor

Fuente: elaboración propia

Se definen como recursos a los elementos que se deben tener disponibles para solucionar la falla.

- **Elementos de protección personal:** son los mismos elementos de los que se hablan en el inciso 7.5.4
- **Herramientas básicas:** juego de llaves, juego de copas, juego de atornilladores, juego de alicates, martillo, pulidora, etc.
- **Operario del sistema:** personal de la empresa apta para manipular el sistema.
- **Técnico especializado:** persona calificada para realizar mantenimiento o reparación a elementos del sistema.
- **Equipo de soldadura:** equipo TIG, MIG O AUTOGENA que se utiliza para reparar las fugas según criterio del técnico especializado.
- **Compresor:** necesario para realizar pruebas hidrostáticas para determinar las fugas.

7.5 MANUAL DE SEGURIDAD

En este manual se construye a partir de la hoja de seguridad del ACPM indicado en el **Anexo M** encuentran los elementos de seguridad con los que el operario debe contar al momento de manipular el sistema ya que este contendrá combustible Diesel, además de instrucciones a seguir en caso de derramamientos o incendio del mismo.

7.5.1 Identificación del peligro. Líquido inflamable, peligro moderado de incendio o explosión del líquido o el vapor en presencia de calor, chispas o llamas. La inhalación de vapor a altas concentraciones puede causar mareos y adormecimiento. El líquido puede producir irritación de la piel y los ojos. Puede absorberse por la piel³⁰.

7.5.2 Almacenamiento seguro. Se debe evitar toda fuente de ignición (chispas, llamas, calor, cigarrillos encendidos) para ello el tanque debe estar muy bien sellado, el sistema debe tener alguna conexión a tierra, además de asegurar que el sitio donde se encuentra el sistema tenga constante ventilación.

7.5.3 Medidas para extinción de incendios. Los vapores pueden desplazarse a nivel del suelo hasta una fuente de ignición y devolverse ardiendo hasta su lugar de origen. El líquido puede flotar sobre el agua hasta una fuente de ignición y regresar en llamas. El vertimiento del producto a desagües puede causar peligro de fuego o explosión. Produce gases tóxicos por combustión, por lo cual se debe evacuar el área del incendio en 25 a 50 metros en todas direcciones. Si hay fuga del producto, deténgala antes de intentar apagar el fuego, si puede hacerlo en forma segura. Enfríe el depósito en forma de rocío. No introduzca agua al tanque. El agua puede ser inefectiva para extinguir el fuego, dado que el producto es insoluble. Aproxímese al fuego en la misma dirección del viento. Se debe utilizar como medio de extinción dióxido de carbono, polvo químico seco, espuma regular o agua en forma de rocío o niebla. Nota: No se debe usar agua en forma de chorro³¹.

7.5.4 Elementos de protección. por parte del operario que manipula el sistema. Como se mencionó en la identificación del peligro, el contacto directo del ACPM con la piel o ojos puede causar problemas en la salud de una persona, por lo cual es apropiado que la persona que esta trabajando con el sistema use elementos de protección como lo son:

- Guantes de caucho de nitrilo. Se usa este tipo de guante (**Figura 150**) según norma NTC 1726.

³⁰ AES COLOMBIA. ARP SURA [en línea]. Hoja de seguridad ACPM [Consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en: file:///E:/Users/USUARIO/Desktop/HOJA-DE-SEGURIDAD-ACPM.pdf

³¹ Ibid. p 1.

Figura 150. Guantes de caucho



Fuente: SEGURIDAD Y DEMAS AL DÍA [en línea]. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN LABORAL [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://seguridadydemasaldia.blogspot.com/2013/12/elementos-de-proteccion-laboral-el.html>

- Botas de caucho. Si la exposición dura mas de 8 horas, es recomendable usar botas de caucho según NTC 1741.

Figura 151. Botas caucho



Fuente: SEGURIDAD Y DEMAS AL DÍA [en línea]. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN LABORAL [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://seguridadydemasaldia.blogspot.com/2013/12/elementos-de-proteccion-laboral-el.html>

- Traje en tychem. Si el trabajo con el sistema dura mas de 8 horas, es aconsejable la utilización de este traje (**Figura 152**) o sus equivalentes.

Figura 152. Traje tychem



Fuente: DUPONT PERSONAL PROTECTION. [en línea]. TRAJES DUPONT™ TYCHEM® C Y TYCHEM® F. [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: https://www.sts-proteccion.com/documentos/tychem_CFCHA5CHA6.pdf

- Señalización. El depósito de combustible se debe identificar con la **Figura 153** para indicar que el contenido en su interior es ACPM y este es un líquido inflamable

Figura 153 Identificación para el contenido al interior del tanque



Fuente: elaboración propia

8. EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

El Decreto 2811 del 11 de diciembre de 1974 tiene por objeto lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, para beneficio de la salud y bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional además prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos³².

8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Con el fin de analizar el impacto ambiental que genera el sistema, se tendrán en cuenta las etapas de diseño, fabricación, operación y mantenimiento. Así se podrá determinar cuáles son los recursos afectados para posteriormente tomar medidas de control. en el **Cuadro 11** se observan los factores en las etapas con sus impactos definidos.

Cuadro 11. Impacto ambiental

Factor Ambiental	Impacto Ambiental
Diseño	Agotamiento de los recursos naturales
	Afectación a la Salud Humana
Fabricación	Agotamiento de los recursos naturales
	Afectación a la Salud Humana
	Contaminación del Recurso Aire
	Contaminación del Recurso Suelo
	Sobrepresión del Relleno Sanitario
	Alteración del Ambiente de Trabajo
Operación	Agotamiento de los recursos naturales
	Reducción de afectación al ambiente
	Aumento de Conciencia Ambiental
Mantenimiento	Sobrepresión del Relleno Sanitario

Fuente: elaboración propia

Se definen los parámetros en el **Cuadro 12**, estos se utilizarán para el estudio.

³² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. [sitio web]. Decreto 2811 (18, diciembre, 1974). Por la cual se establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente [Consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf.

Cuadro 12. Parámetros, criterios y valoraciones de los impactos

CRITERIOS DE VALORACIÓN	SIGNIFICADO	ESCALA DE VALOR		
ALCANCE (A)	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno donde se genera.	1 (puntual): El impacto queda confinado dentro del área donde se genera.	5 (local): trasciende los límites del área de influencia.	10 (regional): Tiene consecuencias a nivel regional o trasciende los límites del Distrito.
PROBABILIDAD (P)	Se refiere a la posibilidad que se de el impacto y está relacionada con la REGULARIDAD.	1 (Baja): Existe una posibilidad muy remota de que exista.	5 (Media): Existe una posibilidad media de que suceda.	10 (Alta): Es muy posible que suceda en cualquier instante.
DURACIÓN (D)	Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto positivo o negativo del impacto en el ambiente.	1 (Breve): Alteración del recurso durante un lapso de tiempo muy pequeño.	5 (Temporal): Alteración del recurso durante un lapso de tiempo moderado.	10 (Permanente): Alteración del recurso permanente en tiempo
RECUPERABILIDAD (R)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del recurso afectado por el impacto.	1 (Reversible): Puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas, restableciendo las propiedades originales del recurso.	5 (Recuperable): Se puede disminuir el efecto a través de medidas de control hasta un estándar moderado.	10 (Irrecuperable): Los recursos afectados no retoman sus propiedades originales por ningún método
CANTIDAD (C)	Se refiere a la magnitud del impacto o severidad con la que ocurre la afectación o riesgo sobre el recursos. Se asocia con la REGULARIDAD seleccionada.	1 (Baja): Alteración mínima del recurso. Existe baja probabilidad de perjuicio al recurso y medio ambiente.	5 (Moderada): Alteración moderada del recurso. Tiene una probabilidad de riesgo medio sobre el recurso y medio ambiente.	10 (alta): Alteración significativa del recurso. Tiene gran efecto sobre los recursos naturales y medio ambiente
NORMATIVIDAD (N)	Se refiere a la normatividad ambiental aplicable al impacto ambiental.	1 (Baja): No tiene normatividad asociada.	10 Tiene normatividad asociada.	

Fuente: elaboración propia

A continuación, se encontrarán las matrices de evaluación del impacto ambiental por cada factor que se generará con la implementación del sistema de extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel, en estas se podrá cuantificar el impacto al medio ambiente multiplicando los valores de $A \cdot P \cdot D \cdot R \cdot C \cdot N$, 125.000 a 1.000.000 se considera alta; si el dato esta entre 25.000 y 125.000 es moderado y por debajo de ese rango se estipula como bajo.

Ahora se evalúan las diferentes operaciones y teniendo en cuenta los criterios y parámetros de las **Cuadros 13, 14, 15 y 16** para llegar a algún tipo de conclusión.

Cuadro 13. Evaluación del impacto ambiental en diseño del sistema

PROCESO	IMPORTANCIA DEL IMPACTO						VALOR IMPORTANICA	SIGNIFICANCIA
	A	P	D	R	C	N		
CALCULOS Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA	5	10	5	5	1	1	1250	Bajo
ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO	5	10	1	1	1	1	50	Bajo

Fuente: Elaboración propia

En el diseño del sistema se tienen dos procesos que son cálculos, selección de los elementos y elaboración del documento, estos tienen bajos valores de importancia por lo cual no se encuentra ningún impacto al ambiente significativo.

Cuadro 14. Evaluación del impacto ambiental de fabricación del tanque del sistema y su estructura

PROCESO	IMPORTANCIA DEL IMPACTO						VALOR IMPORTANICA	SIGNIFICANCIA
	A	P	D	R	C	N		
CORTE DE PERFILERIA PARA LA ESTRUCTURA	1	1	1	1	1	1	1	Bajo
SOLDADURA DE ESTRUCTURA	5	1	5	5	5	10	6250	Bajo
ENSAMBLE DE PIEZAS EN LA ESTRUCTURA	1	1	1	1	1	1	1250	Bajo
CORTE DE LAMINA PARA EL TANQUE	1	1	1	1	1	1	50	Bajo
DOBLADO Y ROLADO DE LAMINA PARA EL TANQUE	1	1	1	1	1	1	1	Bajo
SOLDADURA DE TANQUE Y SUS UNIONES	5	1	5	5	5	10	6250	Bajo

Fuente: Elaboración propia

En la fabricación del tanque y la soportaría basados en código ASME para recipientes a presión, sección VIII y la norma NFPA 30, código de líquidos inflamables y combustibles; del sistema se tienen seis procesos, estos tienen bajos valores de importancia por lo cual no se encuentra ningún impacto al ambiente significativo.

Cuadro 15. Evaluación del impacto ambiental en la operación del sistema

PROCESO	IMPORTANCIA DEL IMPACTO						VALOR IMPORTANICA	SIGNIFICANCIA
	A	P	D	R	C	N		
ENCENDIDO DE ELECTROBOMBAS	1	1	1	1	1	1	1	Bajo
LLENADO Y VACIADO DE LOS TANQUES	5	1	5	5	5	10	6250	Bajo
GENERACIÓN DE VAPORES	1	1	1	1	1	1	1250	Bajo

Fuente: Elaboración propia

En la operación del sistema se tienen tres procesos estos tienen bajos valores de importancia por lo cual no se encuentra ningún impacto al ambiente significativo.

Cuadro 16. Evaluación del impacto ambiental en el mantenimiento del sistema

PROCESO	IMPORTANCIA DEL IMPACTO						VALOR IMPORTANICA	SIGNIFICANCIA
	A	P	D	R	C	N		
DERRAME DE LÍQUIDOS	1	1	1	1	1	10	10	Bajo
DESECHOS POR IMPUREZAS	5	5	1	5	1	10	1250	Bajo
DESECHOS SÓLIDOS	5	5	1	1	1	10	250	Bajo
DESECHO POR CAMBIO DE COMPONENTES	10	5	10	1	10	10	50000	Moderado

Fuente: Elaboración propia

En el mantenimiento del sistema se tienen cuatro procesos, de los cuales tres tienen bajos valores de importancia por lo cual no se encuentra ningún impacto al ambiente significativo en estos. El impacto al ambiente se presenta cuando se desechan los componentes de los elementos filtrantes debido a que se comienza a llenar los rellenos sanitarios. Por lo cual, en el **Cuadro 17** se plantea una solución para minimizar este impacto al ambiente.

Cuadro 17. Medidas de control para los procesos que impactan moderadamente al ambiente

PROCESO	MEDIDAS DE CONTROL
DESECHO POR CAMBIO DE COMPONENTES	DECANTAR EL ACPM QUE QUEDA EN EL FILTRO PARA POSTERIORMENTE COMPACTARLA EN LA PRENSA HIDRAULICA PARA POSTERIORMENTE RECICLARLOS.

Fuente: elaboración propia

8.2 MEDIDAS DE CONTROL

Como ya se comentó, el impacto ambiental se da cuando se realiza mantenimiento a los filtros del sistema y estos se deben desechar. Los filtros usados son considerados por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) como contaminantes, estos deben ser drenados por un período de 2 a 4 horas, operadores de empresas no informados encuentran que este proceso toma mucho tiempo y típicamente lo realizan por tan sólo unos minutos y una gran parte de fluido mal drenado se consideran residuos peligrosos y es por ello que, si se da un mal manejo a estos desechos, las compañías pueden ser multadas.

Es por ello que según normas EPA al extraer los elementos filtrantes del sistema, estos deben decantar los restos de A.C.P.M en un recipiente sellado, en el presente proyecto se puede recomendar un tambor para el reciclaje de hidrocarburos y seguir las instrucciones plasmadas “Convenio 063 de 2005 de cooperación científica, tecnológica y financiera para el diseño de las estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen automotor e industrial en el territorio nacional”.³³

Luego al decantar completamente los filtros se procede a compactarlos en la prensa hidráulica que posee la empresa para posteriormente desecharlos en la chatarra para su futuro reciclaje y reutilización.

³³COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. [sitio web]. Convenio de cooperación científica, tecnológica y financiera para el diseño de las estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen automotor e industrial en el territorio nacional Convenio 063 de 2005. Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados. [Consulta: 12 de julio 2020].

9. ANÁLISIS FINANCIERO

Los costos para la elaboración e implementación del sistema de extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel están divididos de la siguiente manera:

- Costos de ingeniería
- Costos de materiales
- Costos de mantenimiento
- Costos de transporte
- Costos de fabricación
- Costos totales de diseño y construcción

Primero se calculan los costos de ingeniería del proyecto (**Cuadro 18**), basados en salario mensual de un Ingeniero Mecánico que según *indeed*³⁴ a la fecha del 8 de mayo de 2020, los costos de transporte del sistema se pueden incluir como imprevistos debido a que no se conoce el valor real de un flete dentro de la misma ciudad.

Cuadro 18. Costo de ingeniería del proyecto

COSTOS DE INGENIERÍA				
Ítems	Unidad	Valor unitario	Cantidad	Total
Talento humano				
Proyectista	Horas Hombre	\$ 12.000	1000	\$ 12.000.000
Asesor	Horas Hombre	\$ 20.000	80	\$ 1.600.000
Total, Talento Humano				\$ 13.600.000
Gastos de Maquinaria Y Equipos				
Computador	Unidad	\$ 2.000.000	1	\$ 2.000.000
Software Solid Edge	Licencia	\$ 300.000	1	\$ 300.000
Total, Gastos de Maquinaria y Equipos				\$ 2.300.000
Fungibles				
Papel	Resma	\$ 10.000	1	\$ 10.000
Tinta	Cartucho	\$ 25.000	1	\$ 25.000
Total, Fungibles				\$ 35.000
Total, antes de imprevistos				\$ 15.935.000
Imprevistos 5%				\$ 796.750
Costo Total de la Ingeniería del Proyecto				\$ 16.731.750

Fuente: elaboración propia

³⁴ INDEED. Salarios de Ingeniero mecánico en Colombia. [en línea]. Colombia: Indeed. [Consultado: 13 de mayo de 2020]. Disponible: <https://co.indeed.com/salaries/Ingeniero-mec%C3%A1nico-Salaries>

Ahora se determina el costo de los materiales (**Cuadro 19**) según el listado de partes obtenidos en los planos de fabricación (**Anexo L**) y según las cotizaciones obtenidas (**Anexos N, O, P, Q y R**).

Cuadro 19 Costos de los materiales necesarios para la elaboración del sistema

COSTOS DE MATERIALES						
ID Planos		Elemento	Unidad	Cantidad	Valor	Valor Total
Explosionado tanque	Explosionado Red Hidráulica					
1		Plancha Hot Rolled A285 C espesor 3,71 mm 1829X6096	mm2	1	\$ 916.776	\$ 916.776
2		Lamina Hot Rolled A285 C espesor 3,17mm 1200X2400	mm2	1	\$321.300	\$321.300
21		Lamina Hot Rolled A36 espesor 3 mm 1200X1000	mm2	1	\$ 120.000	\$ 120.000
4,5,6,7,8,9		Platina Hot Rolled 3/8 X 5" X 6 mt	m	1	\$ 204.680	\$ 204.680
10		Union de 1" AC300 L	Unidad	1	\$ 2.500	\$ 2.500
11, 12,13		Union de 1/2" AC300 L	Unidad	5	\$ 1.500	\$ 7.500
14		Union de 1 1/2" AC300 L	Unidad	2	\$ 3.650	\$ 7.300
15		Niple de 1"x3	m	1	\$ 2.016	\$ 2.016
	7,9,10,11,12,13,4,15,16,17,18,1	Niple de 1 1/2"x3	m	6	\$ 3.200	\$ 19.200
Normalizado		Brida slip-on 440 X 22	mm	1	\$ 85.000	\$ 85.000
Normalizado		Brida Blind 440 X22	mm	1	\$ 105.000	\$ 105.000
Normalizado		Tornillo Hexagonal M20X80 DIN 933	Unidad	14	\$ 4.000	\$ 56.000
Normalizado		Tuerca M20 DIN 934	Unidad	12	\$ 500	\$ 6.000
Normalizado		Válvula de Bola 1" en Bronce	Unidad	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Normalizado		Válvula de Desfogue 1/2"	Unidad	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Normalizado		Tapon de 1/2" Galvanizado	Unidad	1	\$ 1.500	\$ 1.500
Normalizado		Racor Codo a 90° en Bronce	Unidad	2	\$ 6.500	\$ 13.000
Normalizado		Tubo transparente en PVC	Unidad	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Normalizado		Tornillo Hexagonal M25X80 DIN 933	Unidad	4	\$ 10.000	\$ 40.000
	Normalizado	Bomba Volumétrica de 3/4 Hp	Unidad	2	\$ 700.000	\$ 1.400.000
	Normalizado	Filtro Primario DD5333	Unidad	2	\$ 190.000	\$ 380.000
	Normalizado	Filtro Secundario DBB0248	Unidad	2	\$ 250.000	\$ 500.000
	Normalizado	Valvula de 1 1/2" Bronce	Unidad	2	\$ 47.780	\$ 95.560
	Normalizado	Tornillo Hexagonal M6X25 DIN 933	Unidad	8	\$ 950	\$ 7.600
	Normalizado	Tuerca Hexagonal M6 DIN 934	Unidad	8	\$ 350	\$ 2.800
	Normalizado	Tee de Unión de 1 1/2" Galvanizado	Unidad	1	\$ 7.200	\$ 7.200
	Normalizado	Electrodo AWS E7018-1	Kg	3	\$ 13.000	\$ 39.000
	Normalizado	Cabezal Filtro	Unidad	4	\$300.000	\$ 1.200.000
TOTAL						\$ 5.656.000

Fuente: elaboración propia

Los costos de mantenimiento se observan en el **Cuadro 20**; debido a que la compañía a la cual se le diseñó el sistema se especializa en soldaduras, los precios de las correcciones de fuga se plasman en una cotización **Anexo U** hecha por la misma empresa MULTIPERSIANAS Y BOCELES S.A.S a un cliente, de allí se utiliza el monto aproximado para este mantenimiento.

El costo de la revisión de la parte eléctrica del sistema se deduce del “salario promedio para un puesto de Electricista en Colombia es de \$1.138.632 al mes. Las estimaciones de salarios se basan en 340 salarios que empleados y usuarios que trabajan de Electricista enviaron a Indeed de forma anónima, y en los salarios que recopilamos de los anuncios de empleo que se publicaron en Indeed en los últimos 36 meses. La permanencia típica de un Electricista es de menos de 1 año”³⁵, Los demás costos se toman de las cotizaciones empleadas anteriormente.

Cuadro 20. Costos de mantenimiento y postpuesta en marcha del sistema

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
Elemento	Operación	Cantidad	Valor (Pesos Colombianos)	Valor Total (Pesos Colombianos)
Tanque de almacenamiento	Soldadura de fugas, refuerzos y desgastes	1	90.000	90.000
Tuberías de líneas hidráulicas	soldadura de la tubería galvanizada en las redes	1	90.000	90.000
Válvula de bola	(válvula de purga), cambio por desgaste	1	20.000	20.000
Filtro primario	Cambio por uso	2	190.000	380000
Filtro secundario	Cambio por uso	2	250.000	500000
Costo total de mantenimiento				\$ 1.080.000

Fuente: elaboración propia

Posteriormente se calcula la mano (**Cuadro 21**) de obra para la fabricación del tanque con cotizaciones que se realizaron y están plasmados en el **Anexo R**.

³⁵ INDEED. Salarios de Electricista Integral en Colombia. [en línea]. Colombia: Indeed. [Consultado: 2 de agosto de 2020]. Disponible: <https://co.indeed.com/salaries/electricistaSalaries#:~:text=El%20salario%20promedio%20para%20un,en%20Colombia%20es%20de%20%241.138.>

Cuadro 21. Costos de la mano de obra para la fabricación del tanque e instalaciones

COSTOS DE MANO DE OBRA				
Procedimiento a Realizar por Elemento	Unidad	Cantidad	Valor	Valor Total
Corte y Rolado de Cuerpo Cilíndrico	Unidad	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Corte y Abombado de Tapas Laterales Tanque	Unidad	2	\$ 48.000	\$ 96.000
Corte de Elementos de las Silletas	Unidad	10	\$ 30.000	\$ 300.000
Corte de Niplería y Roscado Según Planos	Unidad	24	\$ 2.500	\$ 60.000
Armar y Alistar Elementos Para Soldaduras	Unidad	1	\$ 350.000	\$ 350.000
Cordón de Soldadura Según Planos de Fabricación	Unidad	16	\$ 60.000	\$ 960.000
Pintura Electroestática a Todo el Tanque	Unidad	1	\$ 250.000	\$ 250.000
TOTAL				\$ 2.056.000

Fuente: elaboración propia

Obteniendo costos de ingeniería, costos de materiales y costos de fabricación se puede obtener un costo total como se observa en el **Cuadro 22**.

Cuadro 22. Costo total para el diseño y la construcción del sistema de extracción, almacenamiento y limpieza de combustible Diesel

COSTOS TOTALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	
Costos	Valor Total
Ingeniería e imprevistos (transporte)	\$ 16.731.750
Materiales	\$ 5.656.000
mantenimiento postfuncionamiento	\$ 1.124.000
Mano de Obra	\$ 2.056.000
Sub-Total	\$ 25.567.750
Total, imprevistos 5%	\$ 1.278.388
Costo total del Sistema	\$ 26.846.138

Fuente: elaboración propia

Al indagar el precio comercial de un tanque de almacenamiento para 2000 litros equivalente a 528, 3 galones, se estimó un costo promedio de \$ 7000 dólares (ver **ANEXO S**) realizando la conversión a pesos colombianos “Última actualización: 2020-05-26 21:12 UTC” ³⁶se obtiene un valor de \$26.102.186 y se cotiza el valor comercial de una bomba (ver **ANEXO T**) junto con su filtro y sistema de succión por un costo de \$3.720.000 pesos colombianos, sumando los dos

³⁶ Conversor de divisas XE: 1 USD a COP = 3.898,48 Colombian Pesos. [en línea]. [Consultado:26 mayo 2020 19:58:50]. <https://www.xe.com/es/currencyconverter/convert/?Amount=7000&From=USD&To=COP>

componentes da un costo total de \$29.822.186 pesos colombianos, esto sin tener en cuenta costo de envío y documentación aduanera del depósito.

Cuadro 23. Comparación de costos; sistemas comerciales vs sistema diseñado

COMPARACIÓN DE COSTOS				
Sistema	Ítem	Característica	Valor COP	Valor Total COP
Se deben combinar los dos ítems para obtener un sistema funcional para la empresa	Tanque de almacenamiento	No tiene bombas ni líneas hidráulicas, capacidad para 2000 litros.	\$ 26.102.186	\$ 29.822.186
	Bomba para aspiración y retorno con filtros FILL RITE FR 700	Esta bomba compacta y de desplazamiento positivo homologada por UL. Motor de 1/3 HP (115 VAC-60Hz). Filtro de fácil extracción. Válvula by-pass automática. Tapón roscado de 2 pulgadas para aberturas de tanques.	\$ 3.720.000	
Sistema diseñado y propuesto	Sistema de extracción, limpieza y almacenamiento de combustible Diesel	Tanque de almacenamiento horizontal diseñado bajo Norma ASME Sección VIII con capacidad para 504 galones, acoplamiento de líneas hidráulicas con aspiración, retorno y by-pass con caudales de hasta 5 Gal/min y filtración de combustible con tamaños de partículas de hasta 2 micras.	\$ 26.846.138	\$ 26.846.138

Fuente: elaboración propia

Comparando el valor comercial aproximado de \$29.822.186 con el presupuestado en el proyecto de \$26.846.138 que equivale a los costos totales de diseño y fabricación del sistema según las cotizaciones realizadas.

Se concluye que el costo de la máquina está en un rango de precios aceptable, con una disminución \$2.976.048 correspondiente al 11,08% del valor total en el que se encuentra normalmente en el comercio. Esto sin tener en cuenta que el tanque cotizado para la comparación no cuenta con las dimensiones exactas y/o similares a las seleccionadas para el diseño de la misma, y se encuentra fuera de Colombia, por lo que no está inmerso aun el costo por aranceles correspondientes, además de los costos de traslado vía aérea.

Ahora para calcular el retorno de la inversión hecha por parte de la empresa, se hace necesario calcular el flujo de caja evaluándolo en ocho trimestres.

La cantidad de mantenimientos a tanques salen de los datos iniciales que la empresa nos otorgó para los parámetros de diseño en donde se habló de 4 tanques reparados por día x 5 días a la semana (lunes-viernes) + dos tanques el día sábado para un total de 22 tanques por semana y 88 tanques por mes, pero debido a que

se evalúa trimestralmente, los 88 tanques se multiplican por 3 meses, lo cual nos da 264 tanques por periodo evaluado; el precio de \$40.000 lo extraemos del **Anexo U**, en donde encontramos una cotización de la empresa a un cliente del desmontaje del tanque.

La cantidad de filtraciones o limpieza de combustible se hace según lo planeado por la empresa a 2 tanques por día en el primer trimestre, arrojando 144 servicios; posteriormente en el segundo semestre se espera prestar el servicio a 3 tanques diarios arrojando 216 tanques en este trimestre;

Por último, a partir del tercer trimestre se espera prestar el servicio de limpieza de combustible a 4 tanques por día, lo cual arrojaría 288 servicios en los siguientes trimestres. El precio de \$60.000 por servicio de filtrado de A.C.P.M lo fija la empresa hasta el primer año, el segundo año se cobrará \$70.000 por cada servicio.

El pago de la nómina se fija para un operario, el cual se tasa en un salario mínimo que a la fecha es de \$ 980,657.000 a fecha de hoy incluyendo todas las prestaciones de ley; este valor se multiplica por tres dando como pago de nómina \$2.941.971.

Los impuestos se fijan en 25% teniendo en cuenta el 19% de IVA y redondeando con RteICA, RteFuente y demás impuestos en Colombia.

Fijando los anteriores parámetros, se obtiene el flujo de caja **Cuadro 24** del proyecto.

Cuadro 24. Flujo de caja del sistema de extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel

PERIODO DE TIEMPO TRIMESTRE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(+) INGRESOS (VENTAS)									
Cantidad de mantenimientos a tanques		264	264	264	264	264	264	264	264
Cantidad de filtraciones de tanques		144	216	288	288	288	288	288	288
Costo de mantenimientos a tanques		\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 45.000	\$ 45.000	\$ 45.000	\$ 45.000
Costo del alquiler del sistema para limpiar el combustible		\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000
Total recibido por mantenimientos		\$ 10.560.000	\$ 10.560.000	\$ 10.560.000	\$ 10.560.000	\$ 11.880.000	\$ 11.880.000	\$ 11.880.000	\$ 11.880.000
Total recibido por limpieza		\$ 8.640.000	\$ 12.960.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 20.160.000	\$ 20.160.000	\$ 20.160.000	\$ 20.160.000
(+) TOTAL DE INGRESOS		\$ 19.200.000	\$ 23.520.000	\$ 27.840.000	\$ 27.840.000	\$ 32.040.000	\$ 32.040.000	\$ 32.040.000	\$ 32.040.000
(-) EGRESOS (GASTOS)									
Inversion inicial del sistema		\$ 26.846.138	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
servicios publicos (luz)		\$ 120.000	\$ 150.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
pago nomina (operario)		\$ 2.941.971	\$ 2.941.971	\$ 2.941.971	\$ 2.941.971	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
mantenimiento		\$ 0	\$ 1.124.000	\$ 0	\$ 1.124.000	\$ 0	\$ 1.150.000	\$ 1.150.000	\$ 1.150.000
TOTAL EGRESOS (-)		\$ 29.908.109	\$ 4.215.971	\$ 3.141.971	\$ 4.265.971	\$ 3.200.000	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000
(-) DEPRECIACIÓN		\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		-\$ 14.063.876	\$ 15.948.262	\$ 21.342.262	\$ 20.218.262	\$ 25.484.233	\$ 24.334.233	\$ 24.334.233	\$ 24.334.233
(-) IMPUESTOS 25%		\$ 0	\$ 3.987.065	\$ 5.335.566	\$ 5.054.566	\$ 6.371.058	\$ 6.083.558	\$ 6.083.558	\$ 6.083.558
(=) UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		-\$ 14.063.876	\$ 11.961.196	\$ 16.006.697	\$ 15.163.697	\$ 19.113.175	\$ 18.250.675	\$ 18.250.675	\$ 18.250.675
(+) DEPRECIACIÓN		\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767	\$ 3.355.767
(=) FLUJO DE CAJA		-\$ 10.708.109	\$ 15.316.963	\$ 19.362.464	\$ 18.519.464	\$ 22.468.942	\$ 21.606.442	\$ 21.606.442	\$ 21.606.442

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al anterior flujo de caja, puede aplicarse la formula del VPN encontrada en la siguiente ecuación:

Ecuación 46. Valor presente neto

$$VPN = \frac{F}{(1 + TIO)^n}$$

Fuente: CHAIN, nassir. Preparación y evaluación de proyectos. Quinta edición. Mc Graw Hill, 2008. 321p.

Donde:

VPN= valor presente neto

F= flujo de caja

TIO= tasa de oportunidad interna

n= periodo

el proyecto se evalúa en 2 años en un periodo de 8 trimestres, la TIO que es la tasa de oportunidad interna es del 10% según lo indico la empresa

Reemplazando los datos en la **ecuación 46**:

$$\text{VPN} = \frac{-10708109}{(1+0,1)^1} + \frac{15316963}{(1+0,1)^2} + \frac{19362464}{(1+0,1)^3} + \frac{18519464}{(1+0,1)^4} + \frac{22468942}{(1+0,1)^5} + \frac{21606442}{(1+0,1)^6} + \frac{21606442}{(1+0,1)^7} + \frac{21606442}{(1+0,1)^8}$$

$$\text{VPN} = 77'435.155$$

El proyecto es financieramente viable ya que al reemplazar los valores de flujo de caja de cada trimestre el VPN arroja un valor de \$77'435.155, lo que significa que la empresa Multipersianas Y Boceles S.A.S no arriesga en absoluto la inversión inicial para el sistema de extracción, limpieza y almacenamiento de combustible diésel.

10. CONCLUSIONES

- Con la máxima capacidad de trabajo que son 4 tanques por día, suponiendo que estos lleguen con 120 galones cada uno, el tanque se diseñó para una capacidad de almacenamiento de 525 galones ideal para almacenar 45 galones mas que no estaban provistos para almacenar.
- Con la incorporación de las dos bombas al sistema la empresa ahorrara hasta 45 minutos en el desmontaje de cada tanque y ya que se recibe un promedio de 4 tanques diarios lo cual representa 5 horas de trabajo por día.
- Además de ahorrar filtros al vehículo por la limpieza que se le da al combustible en el sistema, este proyecto impacta positivamente al ambiente porque con un combustible limpio la combustión también lo será, lo que significa menos contaminación al medio ambiente.
- El tanque se diseño con una pendiente de 2° para facilitar la limpieza del tanque en su interior, esto se logra drenando la totalidad del líquido almacenado gracias a dicha inclinación.
- El centro de gravedad generado por la inclinación del tanque no es muy diferente al del tanque totalmente horizontal, por lo cual se supuso que las cargas eran igualmente distribuidas en los soportes para los respectivos cálculos de esfuerzos que se realizaron.
- En el análisis por elementos finitos no calculo la deflexión longitudinal del tanque como si se calculó en el diseño detallado debido a que esta es despreciable debido a la geometría cilíndrica del tanque y que además las sillas bases del tanque no están muy separadas, por lo cual se decide simular elementos más propensos a fallar.
- El costo total de diseño sería mucho más bajo, pero las cotizaciones se realizaron en su gran mayoría en el tiempo de pandemia por covid-19 factor que influye en el alza de los materiales de fabricación y diseño del sistema.
- En el flujo de caja, los ingresos se realizaron bajo el parámetro de los mantenimientos a tanques que la empresa hace normalmente, pero con la implementación del sistema diseñado, la empresa desea prestar un servicio nuevo que es la filtración del A.C.P.M fijando un precio y una demanda estimada, por lo cual el valor del VPN podría fluctuar dependiendo de las variaciones en estos parámetros.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar la misma referencia de los elementos filtrantes para obtener la escala de limpieza que se recomendó, ya que en el mercado hay elementos parecidos, pero no tienen la misma eficiencia en cuanto a limpieza.
- A la hora de ensamblar las líneas hidráulicas se recomienda seguir detalladamente el manual, debido a la gran cantidad de tubería con medidas desiguales.
- Si se desea trasladar de sitio el sistema, utilice de forma correcta las cadenas en las orejas de izaje para su levantamiento, también asegure que el sitio donde se valla a instalar tenga ventilación y este bajo techo.
- El líquido puede acumular cargas estáticas por transvase o agitación, entonces nunca se debe aislar el tanque del suelo.
- Debe recordarse que el tanque tiene un sobre espesor por corrosión diseñado para 12 años, este se realizó de manera teórica, por lo cual debe inspeccionarse la corrosión de los materiales del tanque de forma periódica.
- El sistema fue diseñado para almacenar y filtrar gasoil, por lo cual no se recomienda utilizarlo para hidrocarburos o líquidos diferentes.
- Realizar operaciones de recubrimientos y limpiezas de agentes abrasivos en el tanque cuando este lo necesite, esto es de gran importancia para alargar el tiempo de vida útil de todo el sistema.
- Realizar estudios a fondo de mercado y elaborar publicidad con alusión a la importancia de la limpieza del combustible para aumentar la demanda del servicio de filtrado y limpieza del diésel.

BIBLIOGRAFÍA

- AES COLOMBIA. ARP SURA [en línea]. Hoja de seguridad ACPM [Consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en: <file:///E:/Users/USUARIO/Desktop/HOJA-DE-SEGURIDAD-ACPM.pdf>
- ALIBABA. Alibaba.com. [en línea]. U.S.A: [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/2000L-hot-selling-High-quality-diesel_62234637988.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.19dc143b97NcF1&bypass=true
- BENITEZ, Jesus Alberto. Diagnóstico y propuesta de optimización de un sistema para el tratamiento de aguas residuales producidas en el manejo de residuos sólidos peligrosos [en línea]. Trabajo de grado ingeniero ambiental. Valledupar: Universidad Popular del Cesar. Facultad De Ingenierías Y Tecnologías. 2016.[Consultado 10 abril 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/82712923-Universidadpopular-del-cesar-facultad-de-ingenierias-ytecnologias-programa-de-ingenieria-ambientaly-sanitaria.html>
- Bosch. [en línea]. Sistemas de Inyección Diesel; [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/Jordan2009/sistemas-de-inyección-diesel-bosch>. Pag 17
- CASTILLEJO CALLE, Alejandro. Sistemas de Inyección en Motores Diesel. [en línea]. Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, 2014 [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf>. pag26
- Catálogo de Bombas para gasoil. [en línea]. Disponible en: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-Tarifa-Bombas-Veneto-2019.pdf>
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. [sitio web]. Convenio de cooperación científica, tecnológica y financiera para el diseño de las estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen automotor e industrial en el territorio nacional Convenio 063 de 2005. Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados. [Consulta: 12 de julio 2020].

- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. [sitio web]. Decreto 2811 (18, diciembre, 1974). Por la cual se establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente [Consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf.
- Conversor de divisas XE: 1 USD a COP = 3.898,48 Colombian Pesos. [en línea]. [Consultado:26 mayo 2020 19:58:50]. <https://www.xe.com/es/currencyconverter/convert/?Amount=7000&From=USD&To=COP>
- CHAIN, nassir. Preparación y evaluación de proyectos. Quinta edición. Mc Graw Hill,2008.321p.
- De Acero. Canales estructurales. Canal, Especificaciones del perfil en línea <file:///E:/Users/USUARIO/Downloads/canales-estructurales-deacero-ficha-tecnica.pdf>
- DONALDSON, Filtrations solutions. [en línea]. Aguas Calientes México. Motores Filtros y Partes [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/products/bulk-fluids/filter-kits-carts/diesel-carts/>
- DONALDSON, Filtrations solutions. Clean Fuel & Lubricant Solutions Single Filter Head [en línea]. [Consultado el 12/05/2020]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/content/dam/donaldson/engine-hydraulics-bulk/literature/north-america/bulk-fluids/f111524-eng/Single-Filter-Head-P570329.pdf>
- DONALDSON, Filtration Solutions. filter motors and parts. ISO cleaning codes. [En línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/technical-articles/understanding-iso-cleanliness-codes/>
- DUPONT PERSONAL PROTECTION. [en línea]. TRAJES DUPONT™ TYCHEM® C Y TYCHEM® F. [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: https://www.sts-proteccion.com/documentos/tychem_CFCHA5CHA6.pdf

- ENRIQUE FREYRE S.A.C. [en línea]. Lima Perú. Productos [Consultado el 26/10/2018]. Disponible en: <http://www.efreyre.com/products/equipo-para-limpieza-de-tanques-de-combustible-en-vehiculos-mediante-recirculacion>
- F MEGYESY, Eugene. Recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles. En: Manual de Recipientes a Presión. México D. F: Editorial Limusa, 1992, pag154. ISBN 968-18-1985-3
- HIDRÁULICA MATERIAL. Perdidas por fricción. [sitio WEB] http://dicyg.fic.unam.mx/~lilia_unam/HIDRAULICA/MATERIAL/MATERIALCLASE/PERDIDAS/Rugosidad%20absoluta.pdf
- INDEED. Salarios de Electricista Integral en Colombia. [en línea]. Colombia: Indeed. [Consultado: 2 de agosto de 2020]. Disponible: <https://co.indeed.com/salaries/electricistaSalaries#:~:text=El%20salario%20promedio%20para%20un,en%20Colombia%20es%20de%20%241.138>.
- INDEED. Salarios de Ingeniero mecánico en Colombia. [en línea]. Colombia: Indeed. [Consultado: 13 de mayo de 2020]. Disponible: <https://co.indeed.com/salaries/Ingeniero-mec%C3%A1nico-Salaries>
- INDUSTRIAS DONSSON. Filtración de Combustible. [en línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: http://donsson.com/portal/admincd/_lib/file/doccapacitaciones/Filtracion%20de%20Combustible.pdf.Pag.17
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogotá D.C.: El instituto, 2018. ISBN 9789588585673 p.153
- INSTRUMENTOS WIKA. Hoja técnica WIKA. LM 30.06. Disponible en: <file:///E:/Users/USUARIO/Desktop/interruptor%20de%20flotador.pdf>
- LEON ESTRADA, Juan Manuel. Diseño y Calculo de Recipientes Sujetos a Presión. [en línea]. [consultado: 7 marzo2020]. Disponible en <https://www.udocz.com/read/disen-y-calculo-de-recipientes-a-presion-juan-manuel-leon-estrada>
- Manplesco S.A.S. [en línea]. Ficha técnica de mangueras hidráulicas. [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://manplesco.com/wp-content/uploads/2019/02/MANPLESCO-FICHAS-TECNICAS.pdf>

- Massa, Julio. Giró, Juan. Giudici, Alejandro. Compendio de cálculo estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica. [sitio web]. [consultado: 7 marzo2020]. Disponible en: https://kupdf.net/download/compendio-calculo-estructural-ii-_59eab0e608bbc54b08e659cb_pdf.p.390
- MEGYESY, Eugene. pressure vessel handbook. 12 ed. Tulsa, Oklahoma: Pressure Vessel publishing inc, 2001. p. 100. ISBN 0-914458-21-3
- MERCADO LIBRE. Mercado libre Colombia. [en línea]. Colombia. [consultado el 10 de junio de 2020]. Disponible en: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-552290755-bomba-combustible-ca-20gpm-115v-13hp-marca-fill-rite-_JM#position=20&type=item&tracking_id=3951b587-22e2-4f28-a40e-9fbeb0b1edfe .
- ORTEGA MENA, Josue David. DUQUE LOMA, Flavio Andres. Ingeniería conceptual, básica y de detalle de una prensa hidráulica para el conformado de tapas de recipientes a presión para la empresa ACINDEC S.A [en línea]. trabajo de grado ingeniero mecánico. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de la ciencia de la energía y la mecánica. [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11461/1/T-ESPE-049268.p16.pdf>
- PIUSI USA. [en línea]. Bogotá: Gasolineras y Montallantas, Pistola Piusi para AdBlue® en acero inoxidable [Consultado. 20 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.gasolinerasymontallantas.co/sites/default/files/producto/ficha/pistola_piusi_para_adbluer_en_acero_inoxidable.pdf
- PREMIUM FILTERS. [en línea]. Catálogo de productos [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://premiumfilters.co/wpcontent/uploads/2019/02/catalogzzpremium-filters-2019.pdf.pag> 14
- Resistencia de Materiales de Robert L. Mott. 5 ed. México, Pearson Educación, 2009. 370p. ISBN: 978-607-442-047-0
- REYES Murillo John William, Optimización del sistema de combustible en los mixer de la planta San Eduardo de Holcim Ecuador. Tesis de grado previo a la obtención de ingeniero industrial, Guayaquil Ecuador
- SEGURIDAD Y DEMAS AL DÍA [en línea]. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN LABORAL [Consultado: 20 de agosto de 2019]. Disponible en:

<https://seguridadymasaldia.blogspot.com/2013/12/elementos-de-proteccion-laboral-el.html>

ANEXOS

ANEXO A
CAPACIDAD TOTAL DE COMBUSTIBLE EN VEHICULOS QUE LLEGAN
A LA EMPRESA

TIPO DE VEHÍCULO	MARCA	CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE X TANQUE (GALONES)	CANTIDAD DE TANQUES EN EL VEHÍCULO	CAPACIDAD TOTAL POR VEHICULO (GALONES)
TRACTO-MULA	KENWORTH T600-T800-T2000	120	2	240
TRACTO-MULA	INTERNATIONAL 9400-PRO STAR	120	2	240
TRACTO-MULA	INTERNATIONAL 8400	100	2	200
TRACTO-MULA	FREIGHTLINER COLUMBIA	120	2	240
TRACTO-MULA	FREIGHTLINER CASCADIA	120	2	240
TRACTO-MULA	CHEVROLET BRIGADIER	100	2	200
PATINETA	KENWORTH T300	90	1	90
PATINETA	INTERNATIONAL 7400	60	1	60
PATINETA	FREIGHTLINER M2	50	2	100
PATINETA	CHEVROLET FVR	50	1	50
CAMIÓN DOBLETROQUE	CHEVROLET BRIGADIER	80	1	80
CAMIÓN DOBLETROQUE	CHEVROLET KODIAK	60	2	120
CAMIÓN DOBLETROQUE	CHEVROLET FVR	60	1	60
CAMIÓN DOBLETROQUE	KENWORTH T300	90	1	90
CAMIÓN DOBLETROQUE	FREIGHTLINER M2	50	2	100
CAMION TIPO 600	CHEVROLET NPR	35	1	35
CAMION TIPO 601	JAC	30	1	30
CAMION TIPO 602	JMC	30	1	30
CAMION TIPO 300	CHEVROLET FTR	25	1	25
CAMION TIPO 301	mitsubishi CARTER	25	1	25

Fuente: elaboración propia con base en Multipersianas Y Boceles S.A.S

ANEXO B CÓDIGOS DE LIMPIEZA ISO

Código	Más de	Hasta e incluso
24	8.000.000	16.000.000
23	4.000.000	8.000.000
22	2.000.000	4.000.000
21	1.000.000	2.000.000
20	500.000	1.000.000
19	250.000	500.000
18	130.000	250.000
17	64.000	130.000
16	32.000	64.000
15	16.000	32.000
14	8.000	16.000
13	4.000	8.000
12	2.000	4.000
11	1.000	2.000

Fuente: DONALDSON, Filtration Solutions. filter motors and parts. ISO cleaning codes. [En línea]. [Consultado el 12/11/2018]. Disponible en: <https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/technical-articles/understanding-iso-cleanliness-codes/>

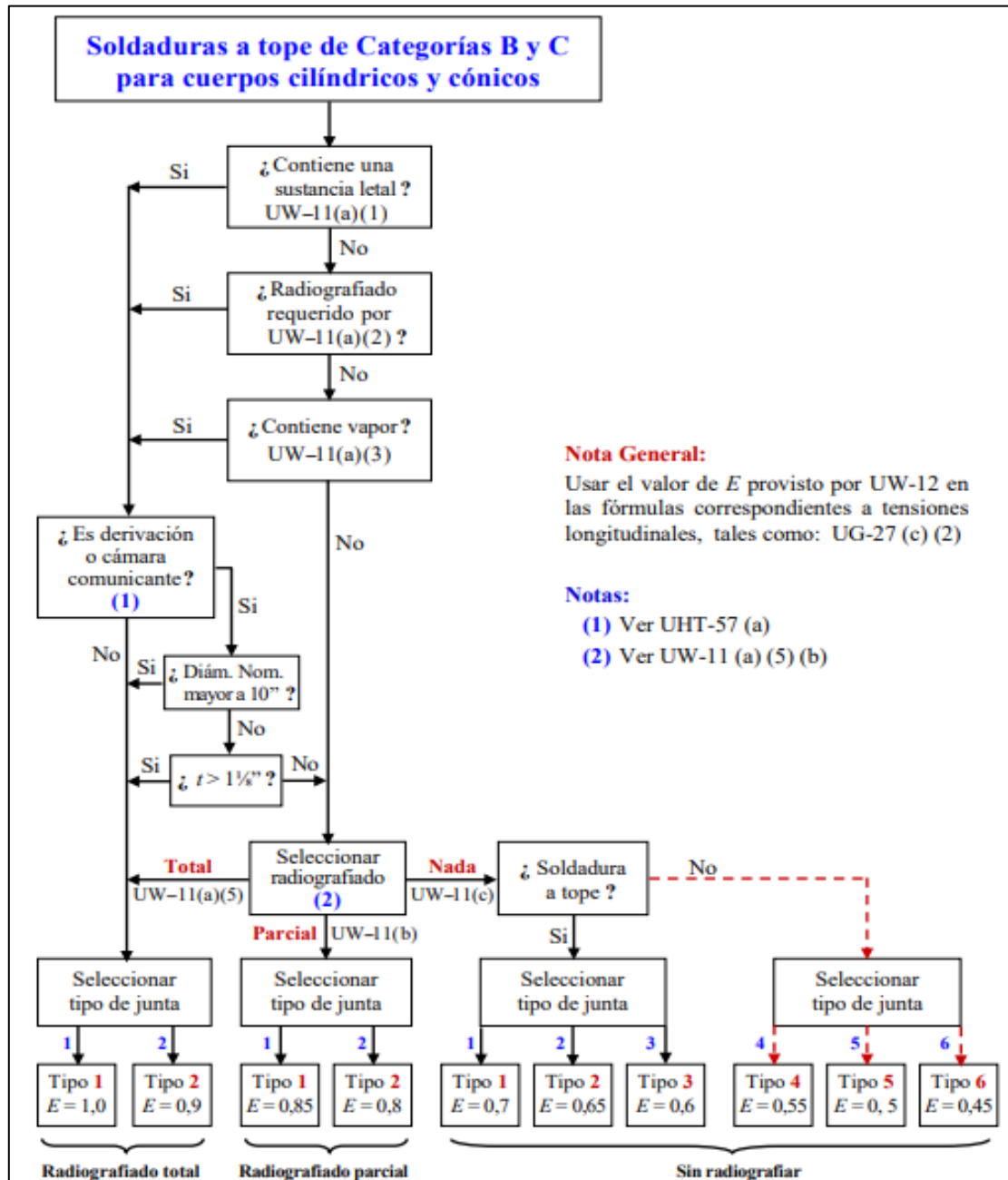
ANEXO C
TABLA UCS 23, SELECCIÓN DEL MATERIAL Y SUS PROPIEDADES

PROPERTIES OF MATERIALS				
CARBON & ALLOW STEEL*				
Form	Nominal Composition	Specifications		APPLICATION
		Number	Number	
Plate	C	SA-283	C	Structural quality. For pressure vessel may be used with limitations see note: 1
	C	SA-285	C	Boilers for stationary service and other pressure vessels.
	C-Si	SA-515	60	For intermediate and higher temperature
	C-Si	SA-515	65	For intermediate and higher temperature
	C-Si	SA-515	70	For intermediate and higher temperature
	C-Si	SA-516	55	For moderate and lower temperature service
	C-Si	SA-516	60	For moderate and lower temperature service
	C-Mn-Si	SA-516	65	For moderate and lower temperature service
	C-Mn-Si	SA-516	70	For moderate and lower temperature service
Flange & Fitting	C-Si	SA-234	WPB	For moderate and elevated temperature
	C-Mn-Si	SA-105	—	For ambient and higher temperature
	C-Si	SA-181	—	For general service
	C-Mn-Si	SA-350	LF1	For low temperature service
	C-Mn	SA-350	LF2	For low temperature service
Pipe	C-Mn	SA-53	B	For general service
	C-Mn	SA-106	B	For high temperature service
Bolting	1Cr-1/5 Mo	SA-193	B7	For high temperature service Bolt 2½ in. diam or less
	C	SA-194	2H	For high temperature service nut
	C	SA-307	B	Machine bolt for general use
Bar	C	SA-36	—	For general structural purposes
	C	SA-36	—	For general structural purposes

Especificación		Para temperatura del metal no mayor de, grados F										
Número	Grado	-20 a 650	700	750	800	850	900	950	1050	1100	1150	1200
SA-283	C	12.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA-285	C	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	-	-	-	-	-
SA-515	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-515	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-515	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-515	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-105		17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-181	I	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-350	LF1	15.0	14.4	13.0	10.8	7.8	5.0	3.0	1.5	-	-	-
	LF2	17.5	16.6	14.8	12.0	7.8	5.0	3.0	1.5	-	-	-
SA-53	B	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	-	-	-	-	-
SA-106	B	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-193	B7 ≤ 2½"	25.0	25.0	23.6	21.0	17.0	12.5	8.5	4.5	-	-	-

Fuente: F MEGYESY, Eugene. Recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles. En: Manual de Recipientes a Presión. México D. F: Editorial Limusa, 1992, page154. ISBN 968-18-1985-3

ANEXO D PARAMETROS PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE UNA SOLDADURA



Fuente: F MEGYESY, Eugene. Recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles. Disponible en: Manual de Recipientes a Presión. México D. F: Editorial Limusa, 1992, pag154. ISBN 968-18-1985-3

ANEXO E
DIMENSIONES DE LAS SILLETAS BAJO LA NORMA

SADDLE											
NOMINAL DIAM. OF VESSEL FT. - IN.	DIMENSIONS						NO. OF RIBS	PLATE THICKNESS INCHES			MAXIMUM WEIGHT ON VESSEL
	A FT. - IN.	B FT. - IN.	C IN.	D IN.	E FT. - IN.	BOLT DIAM. INCH		BASE G	WEB, FLANGE, RIBS H	WEAR K	
1-0	0-10½	1-0	4	4	0-3½	½	0	¼	¼	—	42000
1-2	1-½	1-1	4	4	0-4	½	0	¼	¼	—	50000
1-4	1-2	1-2	4	4	0-5	½	0	¼	¼	—	56000
1-6	1-3½	1-3	4	4	0-6	½	0	¼	¼	—	62000
1-8	1-5½	1-4	4	4	0-6½	½	0	¼	¼	—	70000
1-10	1-7	1-5	4	6	0-7	½	0	¼	¼	—	76000
2-0	1-9	1-6	4	6	0-7½	½	0	¼	¼	—	84000
2-2	1-10½	1-7	4	6	0-8	½	0	¼	¼	¼	90000
2-4	2-½	1-8	4	6	0-8½	½	0	½	¼	¼	98000
2-6	2-2	1-9	4	6	0-9	½	0	½	¼	¼	104000
2-8	2-4	1-10	4	6	0-9½	½	0	½	¼	¼	112000
2-10	2-5	1-11	6	11	0-10	½	0	½	¼	¼	128000
3-0	2-6½	2-0	6	11	0-11	½	0	½	¼	¼	134000
3-2	2-9	2-1	6	11	1-0	¾	0	½	¼	¼	144000
3-4	2-11	2-2	6	11	1-1	¾	0	½	¼	¼	210000
3-6	3-¼	2-3	6	11	1-2	¾	0	½	¼	¼	220000
4-0	3-6	2-6	6	11	1-4	¾	0	¾	¼	¼	252000
4-6	3-11	3-0	6	11	1-6	¾	0	¾	¼	¼	282000
5-0	4-4	3-3	6	11	1-8	¾	1	¾	¼	¼	312000
5-6	4-9½	3-6	6	11	1-10	¾	1	¾	¼	¼	344000
6-0	5-2½	3-9	9	18	2-0	¾	1	¾	¼	¼	402000
6-6	5-8	4-0	9	18	2-2	¾	1	¾	½	¼	436000
7-0	6-1	4-3	9	18	2-4	1	1	¾	½	¼	470000
7-6	6-6	4-6	9	18	2-6	1	1	¾	½	¼	502000

Fuente: F MEGYESY, Eugene. Recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles. Disponible en: Manual de Recipientes a Presión. México D. F: Editorial Limusa, 1992, pag154. ISBN 968-18-1985-3

ANEXO F CATALOGO DE SOLDADURA



CONSUMIBLES COMUNES
PARA SOLDAR

CARACTERISTICAS

WEST ARCO, cuenta con un metal de aporte para cada necesidad; en caso de no encontrar el indicado, consulte con nuestro departamento técnico para pasar de psi a MPa (N/mm²) dividir por 1000 y multiplicar por 6.894757
 * Corriente directa electrodos al positivo ** Corriente directa electrodos al negativo

Categoría	Clasificación AWS	Nombre WEST ARCO	Características y Aplicaciones	Resistencia a la Tracción (ksi)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Elongación (%)	Temperatura de Impacto (°C)	Tipo de Electrodo	Protección para soldar	AMPERIOS			
										3/32"	1/8"	5/32"	3/16"
ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO (AWS A5.1)	E6010	XL 010	Es un electrodos de alta penetración y rápida solidificación. Para soldar aceros de bajo carbono, láminas ordinarias y galvanizadas, cables, estructuras, tuberías de presión y acero laminado.	62,000 72,000	62,000 72,000	22 al 30	-20	100% D500021	100% dosp	50-60	70-115	90-120	120-210
	E6010	ZIP 10T	Es un electrodos de muy buena penetración, con pulso de llama, buena calidad metalúrgica especialmente diseñados para soldaduras, gasolinas, conexiones nuevas, estructuras de acero y recipientes a presión.	62,000 72,000	62,000 72,000	22 al 30	-20	37 a 100	100% dosp	50-60	70-120	90-115	120-210
	E6011	ACP 0110S	Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, conexiones nuevas, recipientes a presión, etc. Especialmente pensados para gasolinas y recipientes a presión.	62,000 72,000	62,000 72,000	22 al 35	-20	37 a 100	100% sc o dosp	50-60	70-115	90-120	120-210
	E6013	SUPER SW 613	Conexiones de hierro en general, carpintería metalúrgica con láminas delgadas, fabricación de piezas, varillas, ejes, ductos, montaje de carrocerías y ornamentación en general.	62,000 74,000	62,000 74,000	22 al 28	30	40 a 110	100% sc o dosp	60-90	90-120	120-150	
	E6013	SW 013	Carrocerías, muebles metálicos, ductos de alta acidez, tuberías, ejes, varillas y ornamentación en general.	62,000 74,000	62,000 74,000	22 al 28	30	50 a 110	100% sc o dosp	50-60	80-120	120-150	120-210
	E6013	SW 10	Electrodos de tipo ranura de fácil manipulación, diseñados para todo tipo de soldaduras que requieren poca penetración. Se emplea para conexiones de hierro en general, carpintería metalúrgica con láminas delgadas, fabricación de piezas, varillas, ejes, ductos, montaje de carrocerías y ornamentación en general. Pueden emplearse la técnica de aceros para gases, plumbos y hornos.	62,000 74,000	62,000 74,000	22 al 28	30	40 a 110	100% sc o dosp	60-90	90-120	120-150	
	E7014	ZIP 14	Conexiones de maquinaria, muelles de máquinas, implementos agrícolas, varillas de ornamentación, tuberías, recipientes de presión y sus accesorios. Ejeños de ferrocarril, conexiones nuevas y soldadura de acero inoxidable.	70,000 80,000	70,000 80,000	22 al 28	30	50 a 100	100% sc o dosp	70-110	110-120	120-200	175-275
	E7024	ZIP 24	Puentes y equipos pesados, aceros de construcción, implementos agrícolas, varillas de almacenamiento de petróleo y sus derivados, maquinaria de minería, carros de ferrocarril y ornamentación naval y en general para aceros de bajo contenido de carbono.	70,000 80,000	70,000 80,000	22 al 25	30	45 a 100	100% sc o dosp	140-180	180-210	210-250	
	E7018-1	WIZ 18	Se utiliza para soldaduras de acero al carbono de hasta 70,000 lb/psi* de resistencia a la tracción, en aplicaciones en estructuras, tuberías y varillas a presión especialmente cuando se requiere alta resistencia al impacto a bajas temperaturas.	70,000 70,000	70,000 70,000	22 al 16	-20	900 -46	sc o dosp	70-90	100-140	120-200	170-270
	E7018	WIZ 18 B	Se utiliza para soldaduras de acero al carbono de hasta 70,000 lb/psi* de resistencia a la tracción, en aplicaciones en estructuras, tuberías y varillas a presión, cables, varillas de ferrocarril, etc.	72,000 84,000	72,000 84,000	24 al 30	-20	70	sc o dosp	70-90	100-140	120-200	170-270
	E7010-A1	ZIP 710 A1	Tuberías, varillas de alta presión, cables y aplicaciones a los componentes de servicio típicas de los aceros con 0.1% de molibdeno. Aceros de tipo API 5L X grades X42, X48 y X52.	70,000 80,000	70,000 80,000	22 al 32	0	60 a 110	100% dosp	50-60	90-120	120-150	150-200
	E8010 G	XL 810 G	Tuberías y accesorios en aceros API X grades X42, X48 y X52 y otros aceros de resistencia a la tracción mínima especificada de hasta 80 ksi.	80,000 82,000	80,000 82,000	22 al 28	-10 -20	60 a 100 30 a 70	100% dosp	50-60	90-120	120-150	150-200
E9010 G	XL 910 G	Tuberías de acero API 2L X grades X42, X48 y X52 y otros aceros de resistencia a la tracción mínima especificada de hasta 90 ksi.	90,000 92,000	90,000 92,000	18 al 24	0	50 a 90	100% dosp		120-150	150-200		
E7018-A1	WIZ 718 A1	Se usa en soldaduras de aceros ASTM A-204, A-302 grado F1, A-306 clase F1 y otros con contenido de molibdeno de 0.5% empleados a temperaturas de servicio intermedias.	72,000 82,000	68,000 72,000	27 al 25			100% sc o dosp	100-140	150-200	200-270		
E7018 G	WIZ 18 G	Diseño especialmente para la soldadura de tuberías API 5L X grades X42 y X52 cuando se requiere alta resistencia al impacto a temperaturas del orden de 40° C.	70,000 80,000	70,000 80,000	22	-46	75	100% sc o dosp	80-100	100-140	120-150	150-200	
E7018-W1	WIZ 718 W1	Se utiliza en aplicaciones donde se requiere especial resistencia a las condiciones ambientales en la soldadura de aceros ASTM A36, A40, A44, A57 grados 42 y 50 y aceros con contenido de cobre, cloro y níquel en la versión no supera 70 ksi.	70,000 80,000	67,000 77,000	25 al 30	-18	50 a 140	100% sc o dosp	70-90	100-140	120-200		
E7018-W1	WIZ 718 W1	Se utiliza para soldar aceros de 0.5% cromo y 0.5% molibdeno tales como los ASTM, A-333 y A-350.	70,000 80,000	67,000 77,000	25 al 30	-18	50 a 140	100% sc o dosp	70-90	100-140	120-200		
ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO (AWS A5.1)	E8018-C3	WIZ 818 C3	Es un electrodos para soldar aceros ASTM A-106 grado 80-80, y similares. Se utiliza también para aceros de resistencia hasta de 80 ksi, especialmente si debe trabajar a bajas temperaturas hasta de orden de -40° C.	80,000 80,000	67,000 77,000	24 al 32	-40	50 a 100	100% sc o dosp	70-90	100-140	120-200	170-270
	E9018-B3	WIZ 918 B3	Se recomienda en aplicaciones tales como: ASTM A-106 grado, F-22, A-315 grado 1b y otros aceros en piezas que van a trabajar a temperaturas de 400° C. elevadas.	90,000 100,000	77,000 87,000	20 al 30			100% sc o dosp	70-90	100-140	120-200	170-270
	E9018-G	WIZ 918 G	Se recomienda aplicar en aquellos aceros cuya resistencia a la tracción sea hasta de 90,000 psi. Se puede utilizar en aceros laminados de alta resistencia metálica, en aceros para planchas resistentes, etc.	90,000 100,000	77,000 87,000	20 al 30	-20	40 a 100	100% sc o dosp	100-140	120-200	170-270	
	E9018-D1	WIZ 918 D1	Especialmente adecuado para la unión de aceros manganeso resistentes como el ASTM A502 grado B y en general aceros de bajo carbono o de bajo diseño con resistencia a la tracción mínima especificada hasta de 90 ksi, con requisitos de resistencia al impacto a baja temperatura.	90,000 100,000	77,000 86,000	24 al 32	-51	37 a 140	100% sc o dosp		100-140	120-200	170-270
	E11018-M	WIZ 1118 M	Especial para soldar aceros de baja aleación y alta resistencia, como el HY-40. Soldaduras que tienen alta resistencia al impacto en piezas sometidas a bajas temperaturas. Se usa en carrocerías de camión, partes resistentes, estructuras de explosión, etc.	110,000 120,000	96,000 102,000	20 al 30	-51	40 a 100	100% sc o dosp	70-90	100-140	120-200	170-270
ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDAR ACEROS INOXIDABLES (AWS A5.9)	E308L-15	CROMARCO 308L - 15	El CROMARCO 308L-15 se usa para soldar aceros de las clases AISI 304 y 304L, en todos los posiciones, en especial en vertical ascendente.	70,000 80,000		40 al 60			100% sc o dosp	70-90	100-120	120-150	150-200
	E308L-16	CROMARCO 308L - 16	El CROMARCO 308L-16 se usa para soldar aceros de las clases AISI 304 y 304L. Puede emplearse también para la soldadura de aceros AISI 204, 301, 302, 308 y 308L.	70,000 80,000		40 al 60			100% sc o dosp	40-70	70-90	100-120	120-150
	E309-16	CROMARCO 309 - 16	Está diseñado para soldaduras de aleaciones tipo 309, se usa en la unión de aceros al carbono con inoxidable. Tiene propiedades de resistencia a la corrosión a temperatura ambiente. Resiste la oxidación cuando se solda a alta temperatura. Es muy usado para unir aleaciones al 5% de cromo con aceros al carbono. Una aplicación es la soldadura de Chad Steel, tipo AISI 304.	80,000 90,000		30 al 45			100% sc o dosp	40-70	70-90	100-120	120-150
	E312-16	CROMARCO 312 - 16	El CROMARCO 312-16 se utiliza para la unión de aceros inoxidables con aceros al carbono y otros tipos de aceros duros. Se usa también como cátodo para recubrimientos duros. En recomposición de dientes de engranajes, pistones, ejes, etc.	160,000 120,000		22 al 30			100% sc o dosp	40-70	70-90	100-120	120-150
	E316L-16	CROMARCO 316L - 16	Para soldar aceros inoxidables AISI 316 y 316L. La resistencia al "Wittig" hace esta aleación útil en la industria textil, de papel e industrias químicas.	70,000 80,000		30 al 40			100% sc o dosp	40-70	70-90	100-120	120-150
	E347-16	CROMARCO 347 - 16	Para soldar aceros inoxidables AISI 347 y 301. Pueden utilizarse también en las mismas aplicaciones del CROMARCO 308L-16.	70,000 80,000		30 al 45			100% sc o dosp	40-70	70-90	100-120	120-150
	E308L-16	CROMARCO 308L-16 PREMIUM	El CROMARCO 308L-16 se usa para soldar aceros de clase AISI 304 y 304L. Puede emplearse también para la soldadura de aceros AISI 204, 301, 302, 308 y 308L.	70,000 80,000		35 al 60			100% sc o dosp	40-60	70-110	100-140	120-150
	E309L-16	CROMARCO 309L-16 PREMIUM	Está diseñado para soldaduras de aleaciones tipo 309, se usa en la unión de aceros al carbono con inoxidable. Tiene propiedades de resistencia a la corrosión a temperatura ambiente. Resiste la oxidación cuando se solda a alta temperatura. Es muy usado para unir aleaciones al 5% de cromo con aceros al carbono. Una aplicación es la soldadura de Chad Steel, tipo AISI 304 y 304L.	70,000 80,000		30 al 40			100% sc o dosp	40-60	70-110	100-140	120-150
	E312-16	CROMARCO 312-16 PREMIUM	El CROMARCO 312-16 se utiliza para la unión de aceros inoxidables con aceros al carbono y otros tipos de aceros duros. Se usa también como cátodo para recubrimientos duros. En recomposición de dientes de engranajes, pistones, ejes, etc.	160,000 120,000		22 al 30			100% sc o dosp	40-60	70-110	100-140	120-150
	E316L-16	CROMARCO 316L-16 PREMIUM	Para soldar aceros inoxidables AISI 316 y 316L. La resistencia al "Wittig" hace esta aleación útil en la industria textil, de papel e industrias químicas.	70,000 80,000		30 al 40			100% sc o dosp	40-60	70-110	100-140	120-150
ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDAR ACEROS INOXIDABLES (AWS A5.9)	E308L-16	WEST INOX 308L - 16	El WEST INOX 308L se usa para soldar varillas, tuberías y reactores de acero inoxidable tipo AISI 304 y 304L. Puede emplearse también para la soldadura de aceros AISI 204, 301, 302, 308 y 308L.	70,000 80,000		30 al 40			100% sc o dosp	40-60	70-110	100-140	120-150
	E309L-16	WEST INOX 309L - 16	Está diseñado para la unión de aceros tipo AISI 309 y 309L. Se usa también para uniones difíciles entre aceros al carbono y aceros inoxidables. Tiene propiedades de resistencia a la corrosión a temperatura ambiente. Resiste la oxidación cuando se solda a alta temperatura. Se emplea también para la unión de Chad Steel tipos AISI 304L y 304, lo mismo que para recubrimientos de aceros al carbono.	70,000 80,000		30 al 45			100% sc o dosp	40-60	70-110	100-140	120-150

Continúa al respaldo

ANEXO G ESPEORES DE TUBERIAS COMERCIALES

TAMAÑO NOMINAL DEL TUBO	DIAMETRO EXTERIOR	CEDULA 10	CEDULA 20	CEDULA 30	PESO NORMAL	CEDULA 40	CEDULA 60	EXTRA FUERTE	CEDULA 80	CEDULA 100	CEDULA 120	CEDULA 140	CEDULA 160	X X FUERTE
1/8	0.405	--	--	--	0.068	0.068	--	0.095	0.095	--	--	--	--	--
1/4	0.540	--	--	--	0.088	0.088	--	0.119	0.119	--	--	--	--	--
3/8	0.675	--	--	--	0.091	0.091	--	0.126	0.126	--	--	--	--	--
1/2	0.840	--	--	--	0.109	0.109	--	0.147	0.147	--	--	--	0.187	0.294
3/4	1.050	--	--	--	0.113	0.113	--	0.154	0.154	--	--	--	0.218	0.308
1	1.315	--	--	--	0.133	0.133	--	0.179	0.179	--	--	--	0.250	0.358
1 1/4	1.660	--	--	--	0.140	0.140	--	0.191	0.191	--	--	--	0.250	0.382
1 1/2	1.900	--	--	--	0.145	0.145	--	0.200	0.200	--	--	--	0.281	0.400
2	2.375	--	--	--	0.154	0.154	--	0.218	0.218	--	--	--	0.343	0.436
2 1/2	2.875	--	--	--	0.203	0.203	--	0.276	0.276	--	--	--	0.375	0.552
3	3.500	--	--	--	0.216	0.216	--	0.300	0.300	--	--	--	0.438	0.600
3 1/2	4.000	--	--	--	0.226	0.226	--	0.318	0.318	--	--	--	--	0.636
4	4.500	--	--	--	0.237	0.237	--	0.337	0.337	--	0.438	--	0.531	0.674
5	5.563	--	--	--	0.258	0.258	--	0.375	0.375	--	0.500	--	0.625	0.750
6	6.625	--	--	--	0.280	0.280	--	0.432	0.432	--	0.562	--	0.718	0.864
8	8.625	--	0.250	0.277	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.593	0.718	0.812	0.906	0.875
10	10.750	--	0.250	0.307	0.365	0.365	0.500	0.500	0.593	0.718	0.843	1.000	1.125	--
12	12.750	--	0.250	0.330	0.375	0.406	0.562	0.500	0.687	0.843	1.000	1.125	1.312	--
14	14.00	0.250	0.312	0.375	0.375	0.438	0.593	0.500	0.750	0.937	1.093	1.250	1.406	--
16	16.00	0.250	0.312	0.375	0.375	0.500	0.656	0.500	0.843	1.031	1.218	1.438	1.593	--
18	18.00	0.250	0.312	0.438	0.375	0.562	0.750	0.500	0.937	1.156	1.375	1.562	1.781	--
20	20.00	0.250	0.375	0.500	0.375	0.593	0.812	0.500	1.031	1.281	1.500	1.750	1.968	--
24	24.00	0.250	0.375	0.562	0.375	0.687	0.968	0.500	1.218	1.531	1.812	2.062	2.343	--
30	30.00	0.312	0.500	0.625	0.375	--	--	0.500	--	--	--	--	--	--

Fuente: F MEGYESY, Eugene. Recipientes para contener líquidos inflamables y combustibles. Disponible en: Manual de Recipientes a Presión. México D. F: Editorial Limusa, 1992, pag154. ISBN 968-18-1985-3

ANEXO H CATALOGO DE JUNTAS



Tower
No.1 No.258,
He-Bei Road, Sec. 4,
Taikang city 485, Town
T +86(0)2231 8058
F +86(0)2235 8238

Shanghai
Room 1803, No. 678,
Da-Bai Road,
Shanghai, China
T +86(21)6255 6690
F +86(21)6255 6688

DIE ERSTE INDUSTRY CO., LTD.
www.die-erste.com
info@die-erste.com

Forged/Cast Steel Flanges

ANSI RF & RTJ: CLASS 150/300/600/1500/2500
DIN: PN6/10/1625/40/64/100/160



DIE ERSTE INDUSTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. PHOTO BY SHANGHAI PHOTOGRAPHY CO., LTD.

DIE ERSTE offers flange products made by forged steel and stainless steel for connecting and assembling pipeline systems. All of DIE ERSTE flanges are produced with one-body steel construction to ensure the effectiveness. To achieve every customer's need, DIE ERSTE flanges are in accordance with major international, such as ASME B16.5 standard, DIN 2631 ~ 2638, and others. DIE ERSTE flanges are also designed and manufactured with different structures, pressure ratings, and sizes to be used in different applications. In addition, customized flanges can be manufactured according to client's design and drawing.

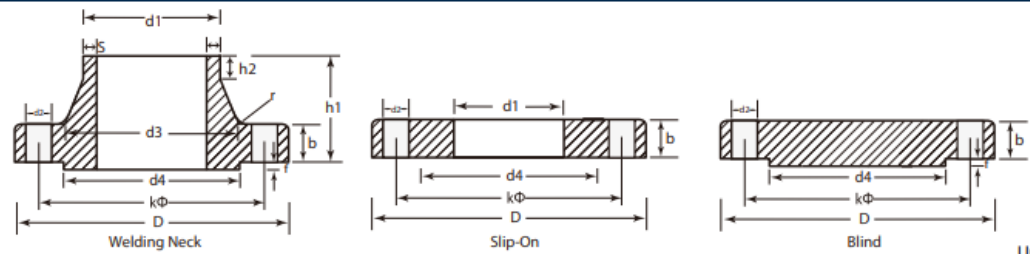
- **Flange Structures Provided:**
 - Slip-on Flange
 - Lap-joint Flange
 - Welding neck Flange
 - Blind Flange
 - Screwed end Flange
 - Socket-welding Flange
- **Flange Faces Provided:**
 - Raised Face
 - Flat Face
 - Ring Type Joint
 - Tongue and Groove
 - Male and Female

• DIN Flange Summary Chart

Description	Rated Pressure (in bar) (1 bar = 14.5 psi)					
	DIN					
	6	10	16	25	40	100
Welding neck Flanges	2631	2632	2633	2634	2635	2636
Flat flange for welding (slip-on)	2672	2676	2682	2684	2686	-
Blind Flanges	2627	2627	2627	2627	2627	-

- | | |
|--|---|
| 1 Raised Face ANSI CLASS 150 Forged/Cast Steel Flanges | 20 DIN PN 6 Welding Neck/Slip-on/Blind Flanges |
| 4 Raised Face ANSI CLASS 300 Forged/Cast Steel Flanges | 21 DIN PN 10 Welding Neck/Slip-on/Blind Flanges |
| 7 Raised Face ANSI CLASS 600 Forged/Cast Steel Flanges | 22 DIN PN 16 Welding Neck/Slip-on/Blind Flanges |
| 10 Raised Face ANSI CLASS 1500 Forged/Cast Steel Flanges | 23 DIN PN 25 Welding Neck/Slip-on/Blind Flanges |
| 13 Raised Face ANSI CLASS 2500 Forged/Cast Steel Flanges | 24 DIN PN 40 Welding Neck/Slip-on/Blind Flanges |
| 14 RTJ ANSI CLASS 150-2500 Forged/Cast Steel Flanges | 25 DIN PN 64 Welding Neck Flanges |
| | 26 DIN PN 100 Welding Neck Flanges |
| | 27 DIN PN 160 Welding Neck Flanges |

08-002-FLD-v02



Unit: mm

Pipe		Flange						Neck				Raised Face		Bolts			Arropx. Weight (kg)			
DN	d ₁ DIN (ISO)*	D	b			k	h ₁	d ₃ DIN (ISO)	s	r	h ₂	d ₄	f	#	Dia. of Bolt	d ₂	Weld- ing Nack	Slip- on	Blind	
			Welding Nack	Slip-on	Blind															
10	14 (17.2)	75	12	12	12	50	28	22 (26)	1.8	4	6	35	2	4	M10	-	11.5	0.34	0.36	0.33
15	20 (21.3)	80	12	12	12	55	30	28 (30)	2	4	6	40	2	4	M10	-	11.5	0.39	0.41	0.38
20	25 (26.9)	90	14	14	14	65	32	35 (38)	2.3	4	6	50	2	4	M10	-	11.5	0.59	0.60	0.59
25	30 (33.7)	100	14	14	14	75	35	40 (42)	2.6	4	6	60	2	4	M10	-	11.5	0.75	0.74	0.74
32	38 (42.4)	120	14	16	14	90	35	50 (55)	2.6	6	6	70	2	4	M12	1/2"	14	1.05	1.19	1.07
40	44.5 (48.3)	130	14	16	14	100	38	58 (62)	2.6	6	7	80	3	4	M12	1/2"	14	1.18	1.39	1.21
50	57 (60.3)	140	14	16	14	110	38	70 (74)	2.9	6	8	90	3	4	M12	1/2"	14	1.34	1.53	1.43
65	76.1	160	14	16	14	130	38	88	2.9	6	9	110	3	4	M12	1/2"	14	1.67	1.89	2.21
80	88.9	190	16	18	16	150	42	102	3.2	8	10	128	3	4	M16	5/8"	18	2.71	2.98	3.09
100	108 (114)	210	16	18	16	170	45	122 (130)	3.6	8	10	148	3	4	M16	5/8"	18	3.24	3.46	4.37
125	133 (139)	240	18	20	18	200	48	148 (155)	4	8	10	178	3	8	M16	5/8"	18	4.49	4.60	5.68
150	159 (166)	265	18	20	18	225	48	172 (184)	4.5	10	12	202	3	8	M16	5/8"	18	5.15	5.22	7.02
200	216 (219)	320	20	22	20	280	55	230 (236)	5.9	10	15	258	3	8	M16	5/8"	18	7.78	7.15	11.7
250	267 (273)	375	22	24	22	335	60	282 (290)	6.3	12	15	312	3	12	M16	5/8"	18	10.8	9.61	17.6
300	318 (323)	440	22	24	22	395	62	335 (342)	7.1	12	15	365	4	12	M20	3/4"	23	14.0	12.6	24.0
350	368 (355)	490	22	26	22	445	62	385	7.1	12	15	415	4	12	M20	3/4"	23	16.5	15.6	30.1
400	419 (406)	540	22	26	22	495	65	438	7.1	12	15	465	4	16	M20	3/4"	23	18.7	18.4	36.4

**ANEXO I
CATALOGO DE FILTROS**



Donaldson Delivers Clean Fuel Solutions™

Clean Diesel Kits





Clean Fuel & Lubricant Solutions

Single Filter Head

P570329

Clean Solutions filter heads can handle up to 85 gpm / 248 lpm. They feature robust, aluminum construction with steel inserts to minimize metal-to-metal galling between the head and the filter, even when used with diesel fuel.

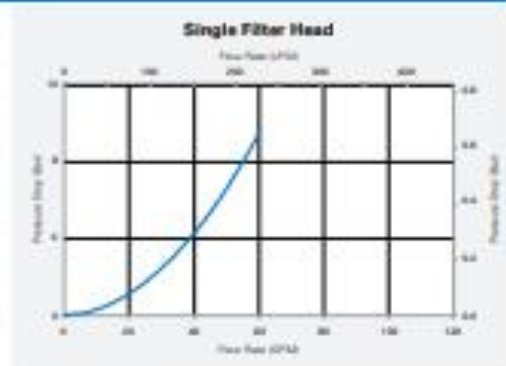
Viton® seals are compatible with the widest range of fluids and maintain integrity in cold weather. The head is leak-free, ensuring that fluids stay in and contaminants stay out.

For maximum cleanliness, use Clean Solutions heads with Clean Solutions filters.



SPECIFICATIONS

Connection	SAE-20 o-ring
Filter Quantity*	1
Max. Flow Range**	85 gpm / 248 lpm
Fluid Compatibility	All diesel fuels and lubricants
Working Pressure	350 psi / 2413 kPa / 24.1 bar
Rated Static Burst	800 psi / 5520 kPa / 55.2 bar
Operating Temperature	-40 to 245 °F / -40 to 118 °C
Indicator Port	Use to admit pressure gauges or sampling ports (sold separately)
Construction	Aluminum head with threaded steel inserts and Viton™ seals
Compatible Filters	DBS0954, DBS0600, DBS0000, DBS5303, DBS0248, DBS0777, DBS7732



*Filters sold separately

**Actual flow rate varies based on fluid viscosity, pumping pressure and filter loading.

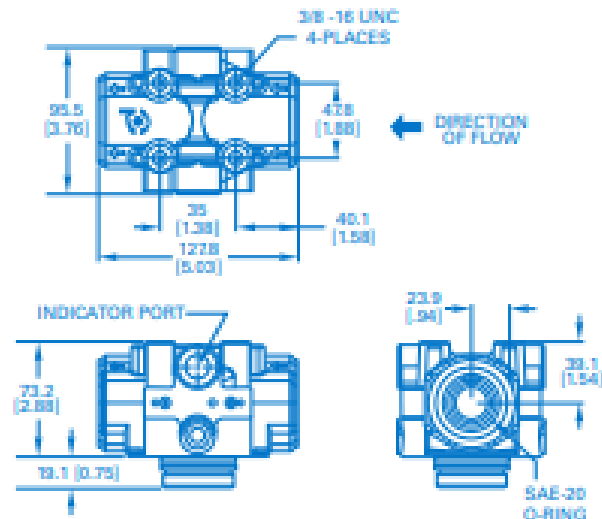
FEATURES

- Steel inserts safe for use with diesel fuel.
- Pre-poried for optional pressure gauges or service indicators.
- Leak-free SAE o-ring connection.
- Flow rates up to 85 gpm / 248 lpm.

APPLICATIONS

- For use with Clean Solutions filters.
- All diesel fuels and lubricants.
- Lower working pressure systems (up to 350 psi / 2413 kPa / 24.1 bar).

DIMENSIONS



INSTALLATION

- Install on pressure side of pump with arrows pointing in direction of flow
- If needed, use thread sealant to install pipe fittings to convert head to existing connections
- Install filter head(s) into the system per local codes and regulations
- Ensure sealing face is clean, then oil lightly o-rings on both head and filter
- Install filter on head by spinning clockwise, tighten 16 turn after filter seats in gasket
- Allow 1/8" / 38.1 mm clearance to change filters
- Not for use in high pressure applications (over 350 psi / 2413 kPa / 24.1 bar)

2 Single Heads in Series

Two filter heads may be installed in series to accommodate the addition of a water absorber in the secondary position.



REPLACEMENT PARTS & MAINTENANCE SCHEDULE

- Use with Clean Solutions filter models D8B8884, D8B8885, D8B8886, D8B5303, D8B0248
- Service filter when flow slows or predetermined differential pressure is reached
- Isolate filter and relieve pressure prior to servicing
- Loosen filter by rotating counter clockwise using strap wrench
- Install clean filter by rotating clockwise, tighten 16 turn after filter seats in gasket
- Use strap wrench if needed, but do not over tighten
- Dispose of used filter appropriately

MyCleanDIESEL 

Achieve More.
Visit MyCleanDiesel.com
for your own Clean Solutions.



Donaldson Company, Inc.
Minneapolis, MN USA

888-618-7384 (USA/Canada)

MyCleanDiesel.com
donaldsonfilters.com

Need a Clean Solution?

As a global organization, we have offices throughout the world. Please direct your inquiry to clean.solutions@filtron.donaldson.com. This will enable us to address your inquiry in the shortest possible time.

Mexico	Israel	South East Asia	Europe
Latin America	Europe & Middle East	Greater China	Australia
Caribbean	South Africa	Japan	India

Brochure No. F111024 ENG (2/16)

© 2014 Donaldson Company, Inc. All rights reserved. Donaldson Company, Inc. reserves the right to change or discontinue any model or specification at any time and without notice. Printed in the U.S.A.



Clean Fuel & Lubricant Solutions

Compact Clean Diesel Filter

DBB5333

The DBB5333 is a compact version of Donaldson's popular DBB8966 Clean Diesel Fuel Filter. It was designed specifically for use on mobile service trucks, inside fuel dispensers, slip tanks and other tight locations.

Donaldson bulk diesel filters provide the highest level of filtration efficiency, vital for today's high pressure common rail diesel engines. With fuel system pressures approaching 40,000 psi and clearances as small as 1 micron, fuel must be cleaner than ever before.



SPECIFICATIONS

Target ISO Cleanliness*	ISO 14/13/11 or better
Efficiency	4 micron @ Beta 2000
Fluid Compatibility	All diesel fuels and light oils
Working Pressure	350 psi / 2413 kPa / 24.1 bar
Element Collapse Pressure	150 psi / 1030 kPa / 10 bar
Rated Static Burst	800 psi / 5520 kPa / 55.2 bar
Max. Flow Range**	37 gpm / 122 lpm
D.E.R.T.™	Yes
Operating Temperature	-40 to 245 °F / -40 to 118 °C
Recommended Viscosity Range	< 100 cSt
Thread Size	1 1/2" - 12 UN
Compatible Heads	P570320, P570330, P560503



Select the proper filter by filter type and OE recommended ISO code. Do not over filter fuel. Doing so may result in the stripping of beneficial additives.

*Actual flow rate varies based on fluid viscosity, pumping pressure and filter loading.

**D.E.R.T.™ Donaldson Electrostatic Reducers Technology prevents media damage during high flow fuel applications.

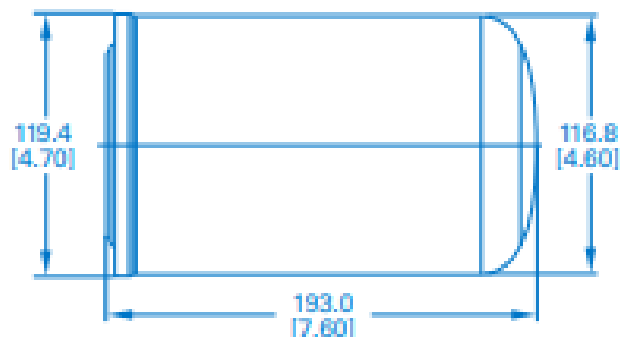
FEATURES

- Requires only 1 1/2" / 38 mm clearance for servicing
- Unsurpassed filter efficiency
- D.E.R.T. technology to prevent electrostatic discharge damage
- Spin-on design for fast, easy maintenance
- Use with diesel and biodiesel blends

APPLICATIONS

- Mobile service trucks
- Slip tanks, D-tanks
- Fuel dispensers
- Other tight spots and low volume applications

DIMENSIONS



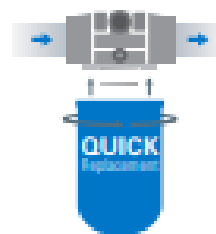
INSTALLATION

- Use with single or dual bulk filter heads, models P570329, P570330, P568583
- Install on pressure side of pump with arrows pointing in direction of flow
- Allow 1 1/8" / 38 mm clearance for servicing filter
- Lubricate filter and head O-rings with clean oil or diesel
- Install filter on head by spinning clockwise
- Use strap-wrench to tighten
- Also available in kit X011745, including P570330 head, P573681 pressure gauge and P573682 port adapter



REPLACEMENT PARTS & MAINTENANCE SCHEDULE

- Service filter when flow slows or predetermined differential pressure is reached (varies based on pump spec, system dP and clean filter dP)
- Isolate filter and relieve pressure prior to servicing
- Loosen filter by rotating counter clockwise using strap-wrench
- Install clean filter by rotating clockwise, tighten 1/2 turn after filter seats in gasket
- Dispose of used filter appropriately



MyClean**DIESEL** 

Achieve More.
Visit MyCleanDiesel.com
for your own Clean Solutions.



Donaldson Company Inc.
Morgantown, WV USA

855-519-7764 (USA/Canada)

MyCleanDiesel.com
donaldson.com
shop.donaldson.com

Brochure No. F11500 ENG (11/16)

© 2016 Donaldson Company, Inc. All rights reserved. Donaldson Company, Inc. reserves the right to change or discontinue any model or specification at any time and without notice. Printed in the U.S.A.

Need a Clean Solution?

As a global organization, we have offices throughout the world. Please direct your inquiry to salesolutions@donaldson.com. This will enable us to address your inquiry in the shortest possible time.

Mexico	Brazil	South East Asia	Europe
Latin America	Europe & Middle East	Greater China	Australia
Caribbean	South Africa	Japan	India



Especificaciones del producto



DBB0248

FILTRO A GRANEL, ENROSCABLE
ABSORBENTE DE AGUA DONALDSON
BLU

Atributos

Outer Diameter	119.38 MM (4.70 Pulgadas)
Thread Size	1 3/4-12 UN
Length	361.69 MM (14.24 Pulgadas)
Emulsified H2O Efficiency	95 POR CIENTO
Style	Spin-On
Media Brand	Synteq XP™
Marca	Donaldson BLUE®

ANEXO J FICHA TECNICA DE PISTOLA SURTIDORA



SUZZARABLUE A60

FEATURES

- **READY TO USE**
- **STURDY DESIGN**
- **STAINLESS STEEL BODY**

The Piusi SUZZARABLUE A60 is an automatic nozzle suitable to dispense DEF featuring a device that stops the dispensing when the tank is full. It comes with a hose-tail fitting.

PERFORMANCE

up to
11 GPM

FLOW RATE

50 PSI

PRESSURE



SUZZARABLUE NOZZLE - A60



PACKAGING

PART #	WEIGHT		PACKAGING		
	KG	LBS	MM	INCH	PCS/BOX
PDCWPC08	24	57	30733071276	14514.000A	1



FILTRATION



FLUID MONITORING



HOSE REELS



ACCESSORIES

PIUSI
USA



AIR



ANTIFREEZE



DEF



BIODIESEL



DIESEL



FOOD



GASOLINE



GREASE



KEROSENE



OIL

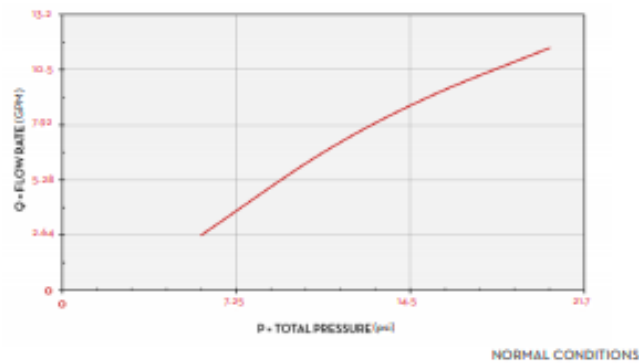


WATER



WINDSCREEN

CHARTS



IN THE BOX

- SUZZARABLU NOZZLE A60
- INSTRUCTION MANUAL

DETAILS

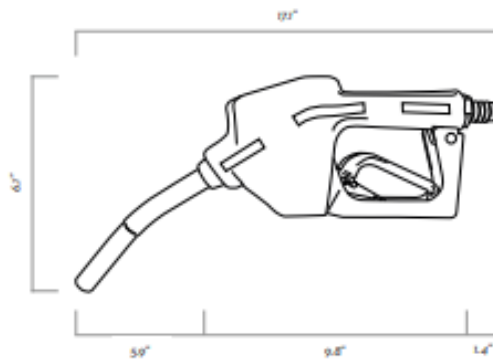


AUTOMATIC STOP



STAINLESS STEEL SPOUT

DIMENSIONS



Dimensions expressed in inches

MATERIALS

- SPOUT: STAINLESS STEEL
- BODY: STAINLESS STEEL

TECHNICAL DATA

ANEXO K
CATÁLOGO DE BOMBAS



Soluciones de bombeo



CATÁLOGO - TARIFA **2019**



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

* Cuerpo	Fundición y latón
* Turbina	Latón
* Eje	AISI 416
* Cierre mecánico	Cerámica / grafito
* Motor	Motor cerrado, servicio continuo IP 55, Clase F, 50 Hz. Protección térmica instalada
* Voltaje	II-230 v. ó III-230/400 v.



CAMPO DE TRABAJO (*)

* Temperatura	0 hasta 90°C
* Viscosidad	9 metros (5 con gasoil)

Modelo		CV	A		CAUDAL METROS CÚBICOS/HORA						B ASP/ IMP	F02 P.V.P. (€)
230 v.	230/400 v.		230 v.	400 v.	0,3	0,6	1,2	1,8	2,4	2,7		
ALTURA MANOMÉTRICA METROS												
MD-75e	MD-75e-T	0,75	5	1,7	46	42	32	22	12	7	1*	236

Equipos de Presión para Gasóleo

Los equipos de presión, realizados con las bombas centrifugas autoaspirantes de anillo líquido de la serie MD, están especialmente indicados para el abastecimiento de gasóleo a presión para la alimentación del quemador de las calderas de calefacción.



Opciones disponibles

Modelo	CV	Componentes	F02 P.V.P. (€)
MD-75e-G	0,75	Bomba, racor de 5 vías, presostato inversado para rearme manual, manómetro y acumulador de 5 lts. Para hidrocarburos	377
MD-75e-GB	0,75	Bancada, Interruptor, Bomba, racor de 5 vías, presostato inversado para rearme manual, presostato de seguridad, Valvula retención, filtro, manómetro y acumulador de 5 lts. Para hidrocarburos	603
2MD-75e-GB	2 x 0,75	Bancada, Cuadro eléctrico de protección con alternancia automática, 2 Bombas, 1 colector de impulsión con válvulas de corte, 2 presostato inversado para rearme manual, 2 valvulas retención, 2 filtro, manómetro y acumulador de 5 lts. para hidrocarburos.	1.148

Gasoil limpio y otros líquidos no agresivos con los materiales constructivos (*)

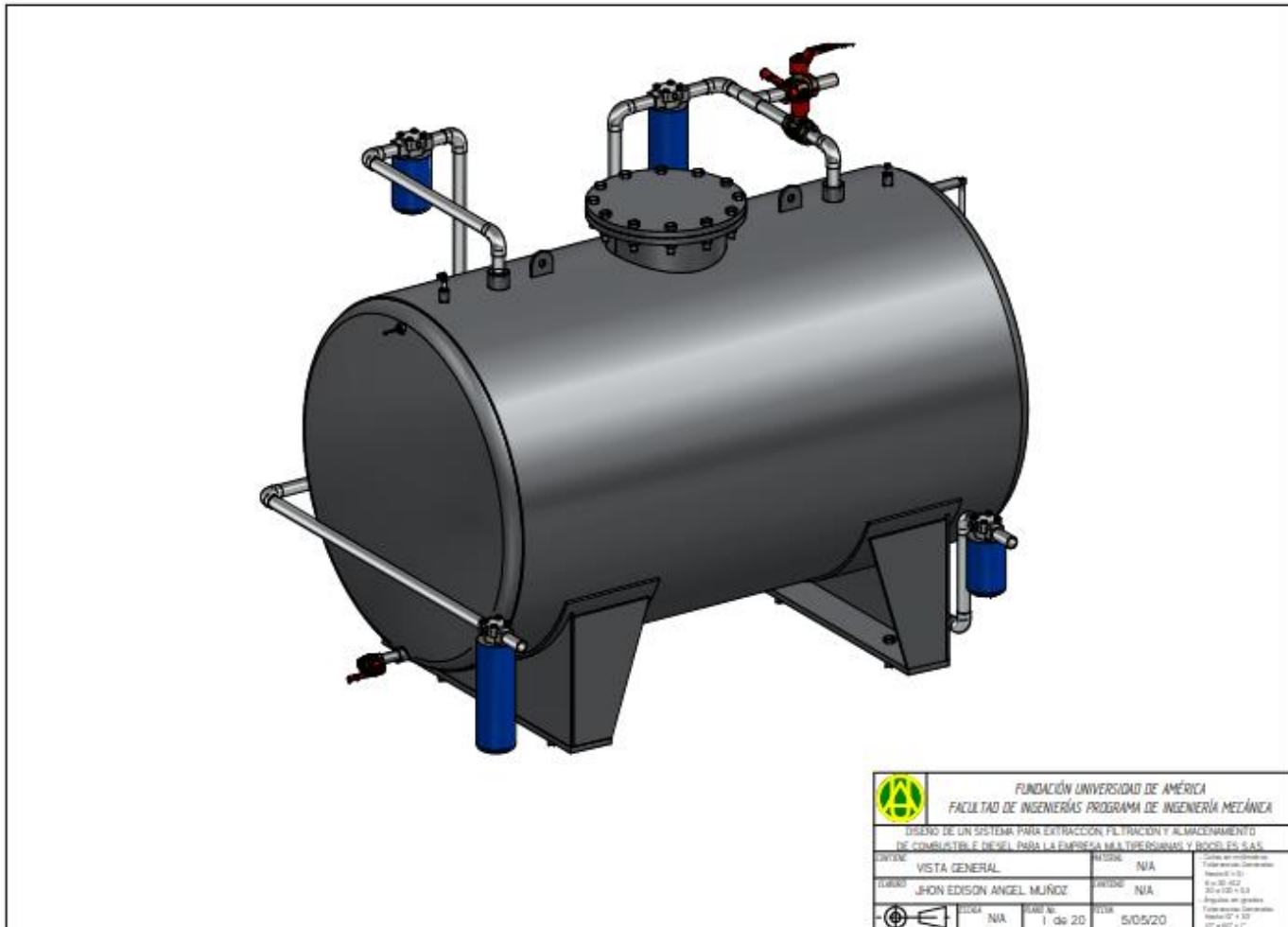
(*) Tabla con compatibilidad de materiales disponible al final de este catálogo.

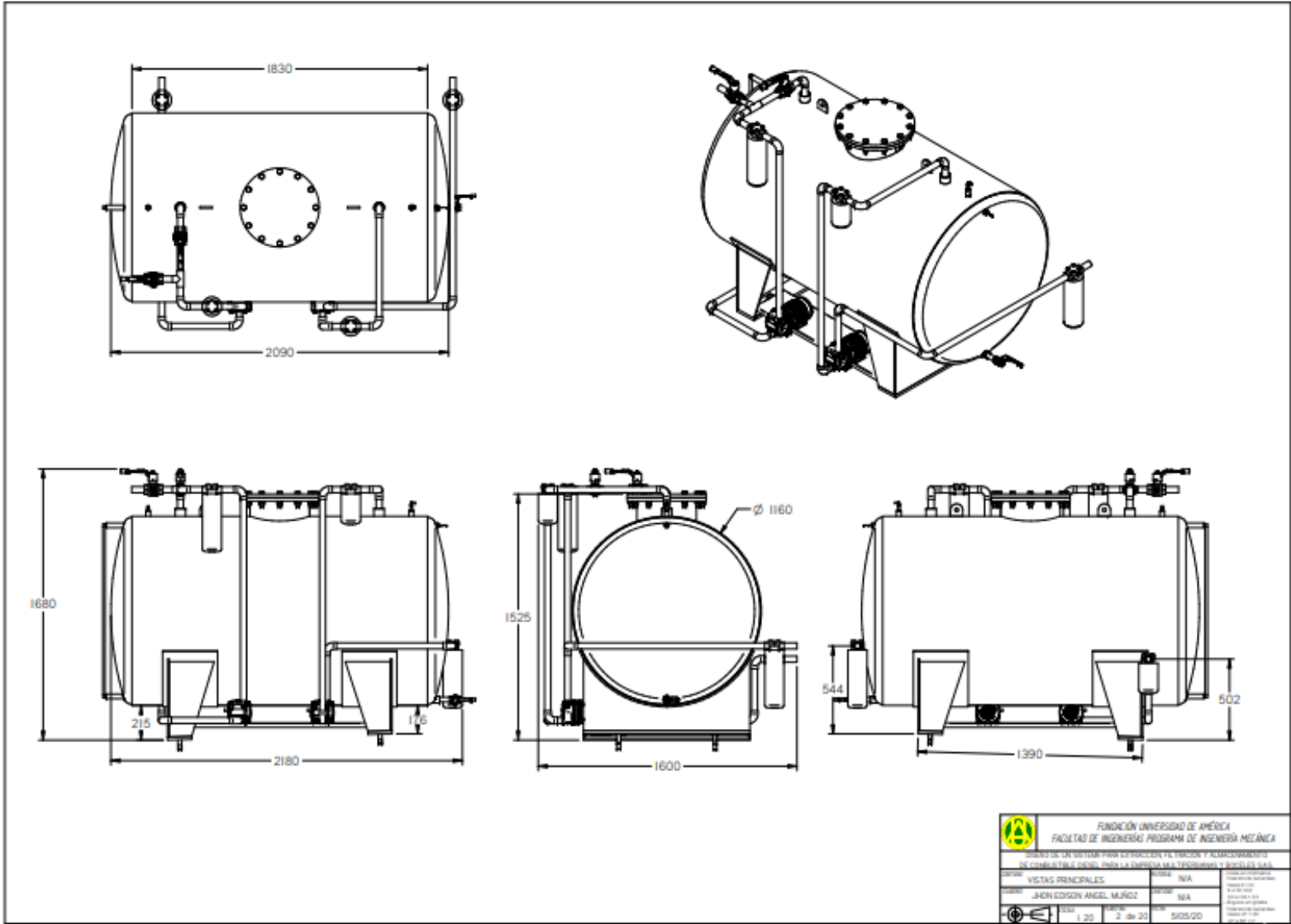


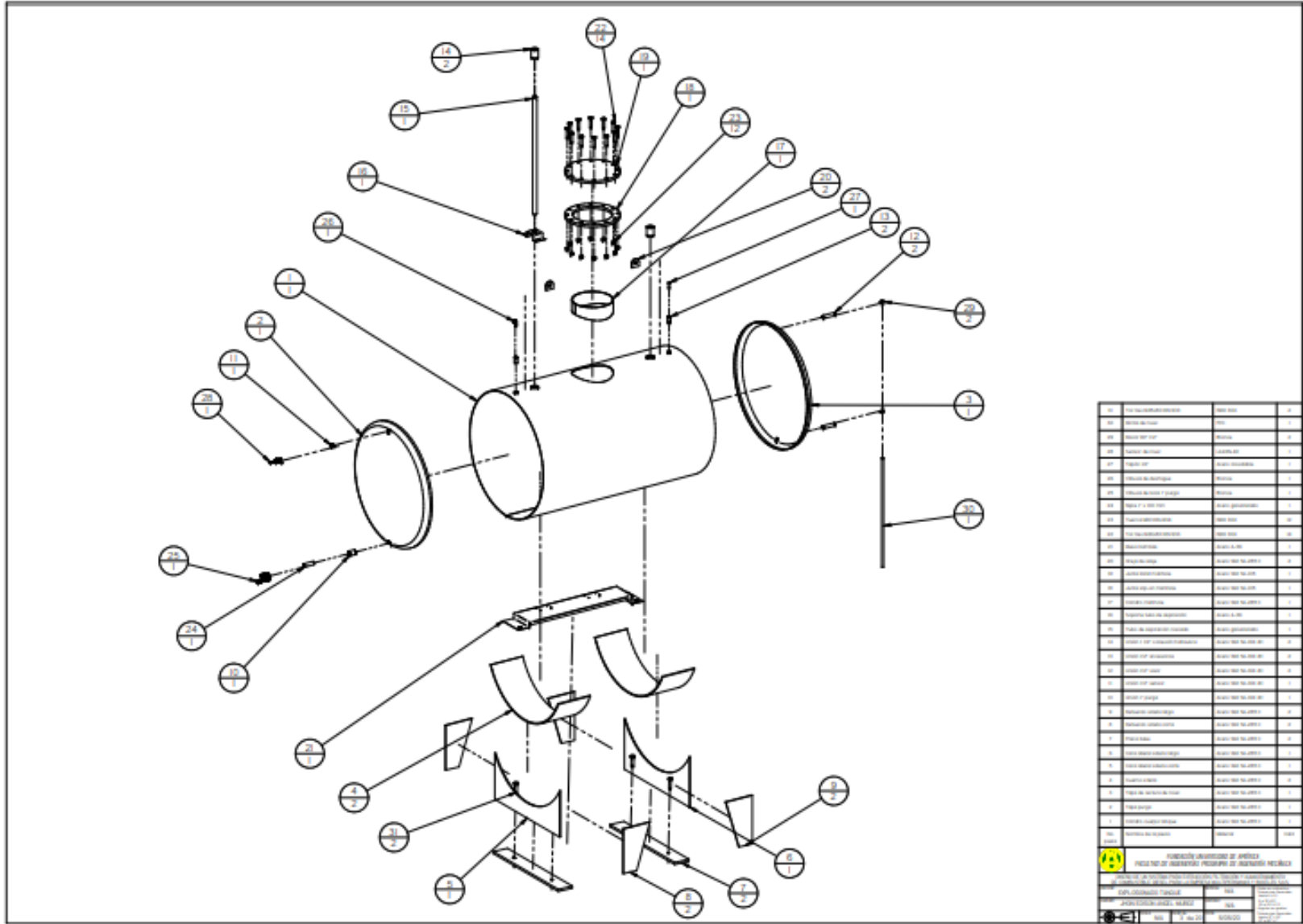
221

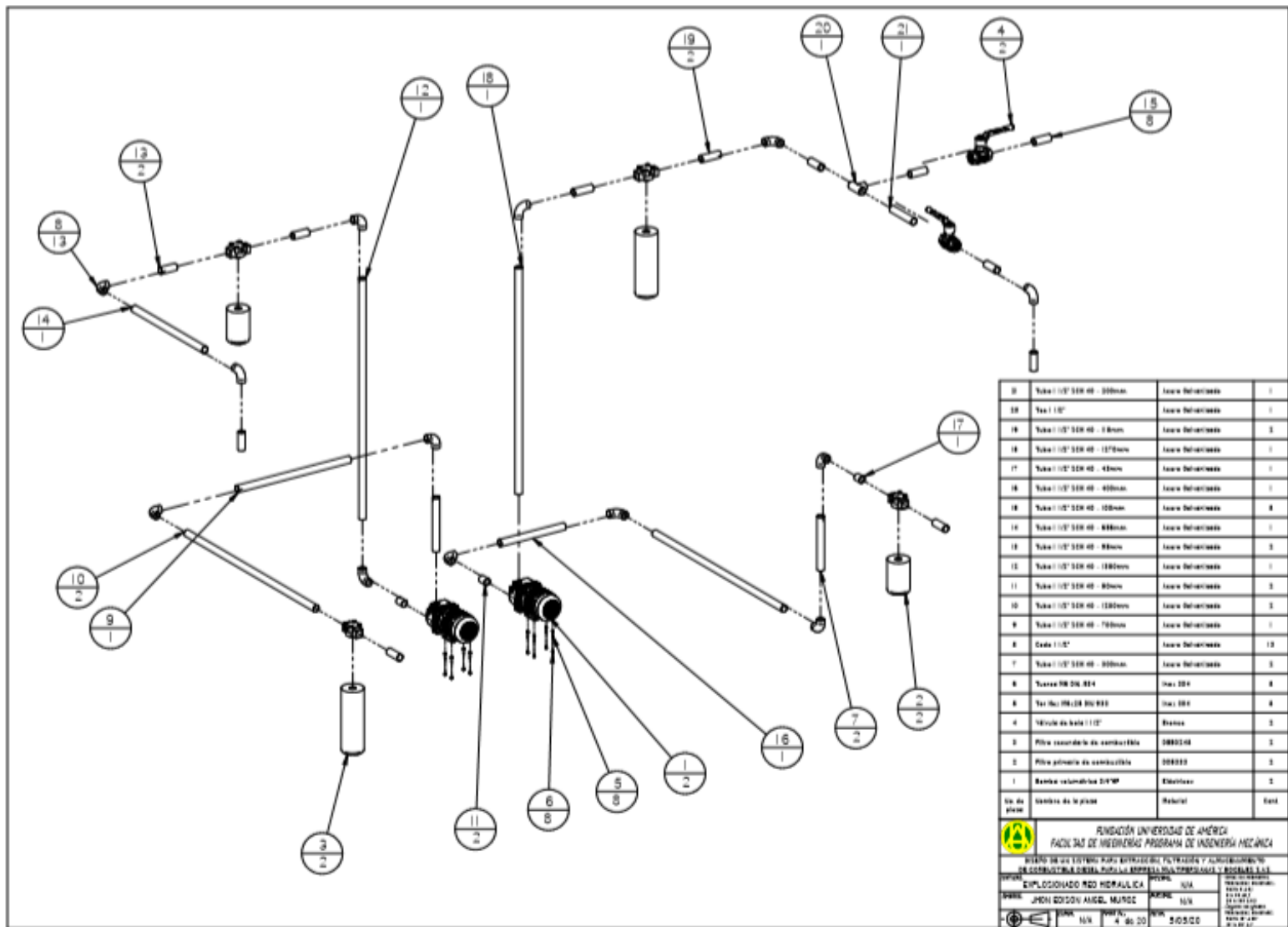
LÍQUIDOS
DIVERSOS

ANEXO L PLANOS DE FABRICACIÓN










19	Tubo 1/2" SDR 40 - 100mm	Acero galvanizado	1
20	Tubo 1/2"	Acero galvanizado	1
16	Tubo 1/2" SDR 40 - 180mm	Acero galvanizado	3
18	Tubo 1/2" SDR 40 - 100mm	Acero galvanizado	1
17	Tubo 1/2" SDR 40 - 40mm	Acero galvanizado	1
15	Tubo 1/2" SDR 40 - 40mm	Acero galvanizado	1
18	Tubo 1/2" SDR 40 - 100mm	Acero galvanizado	3
16	Tubo 1/2" SDR 40 - 40mm	Acero galvanizado	1
15	Tubo 1/2" SDR 40 - 80mm	Acero galvanizado	3
15	Tubo 1/2" SDR 40 - 180mm	Acero galvanizado	1
11	Tubo 1/2" SDR 40 - 80mm	Acero galvanizado	3
10	Tubo 1/2" SDR 40 - 180mm	Acero galvanizado	3
9	Tubo 1/2" SDR 40 - 70mm	Acero galvanizado	1
4	Codo 1/2"	Acero galvanizado	10
7	Tubo 1/2" SDR 40 - 200mm	Acero galvanizado	3
6	Tubo 3/8 DIA. 3/4	Acero 304	4
6	Tubo 3/8 DIA. 3/4	Acero 304	4
4	Módulo de solenoide	Branco	3
3	Filtro secundario de cartucho 5000	500004	3
2	Filtro primario de cartucho 5000	500003	3
1	Bombas volumétricas 200P	Electricas	3
10 de placa	Acabado de la placa	Rebrido	1000


FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA ESTRUTURAS FILTRADAS Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA LA EMPRESA GUAYMARSA S.A.S.

PROFESOR: EMPLEADO EN MECÁNICA **PROFESOR:** ISA

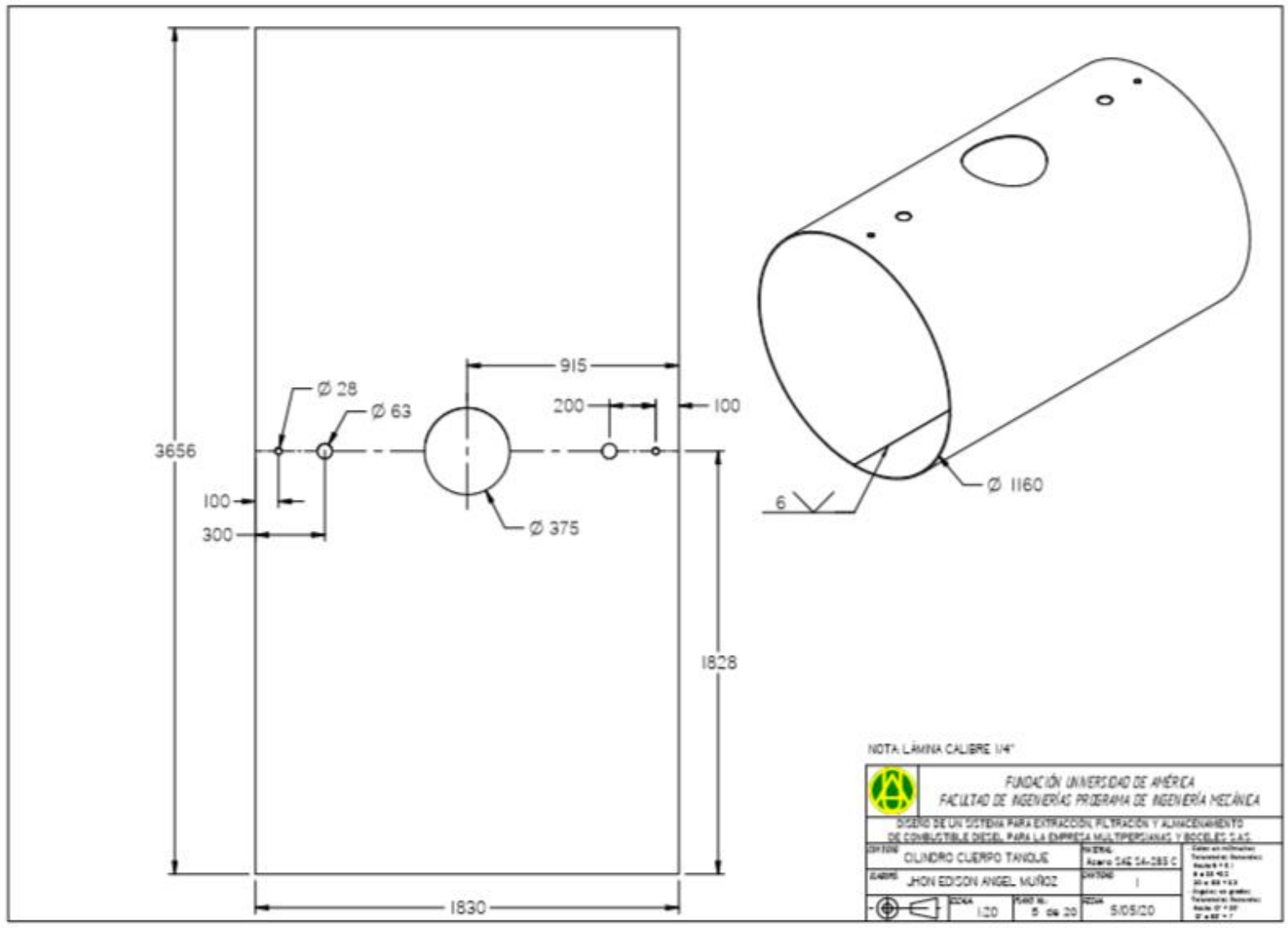
ALUMNO: JHON EDISON ANGEL MURCE **ALUMNO:** ISA

FECHA: 04/04/2020 **FECHA:** 04/04/2020

PROFESOR: ISA **PROFESOR:** ISA

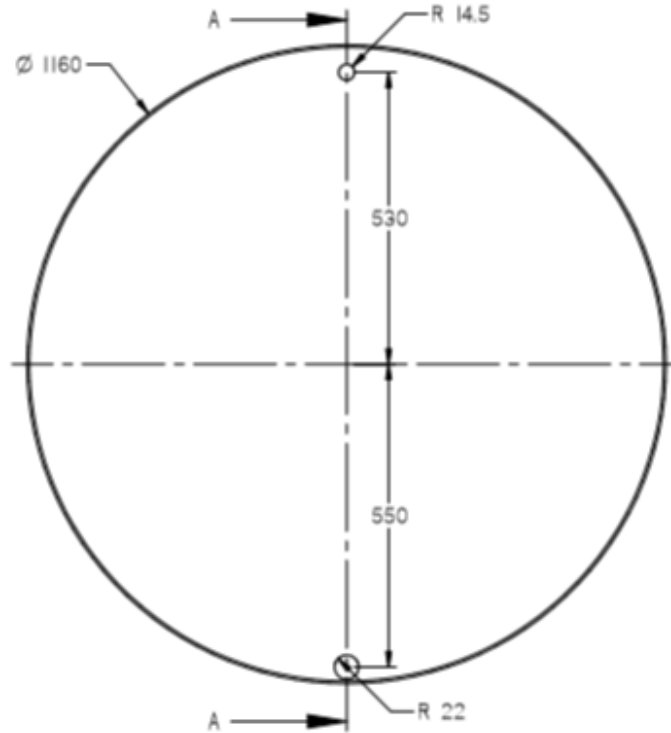
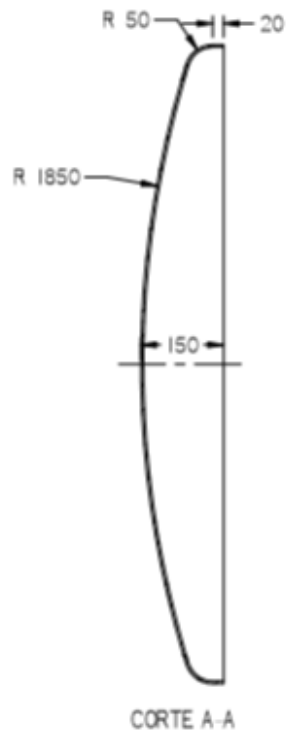
ALUMNO: MURCE **ALUMNO:** MURCE

FECHA: 04/04/2020 **FECHA:** 04/04/2020



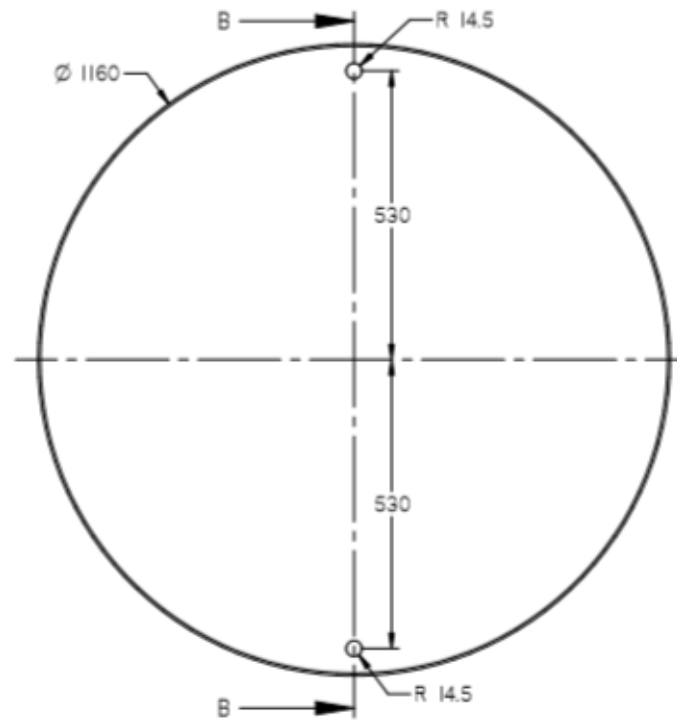
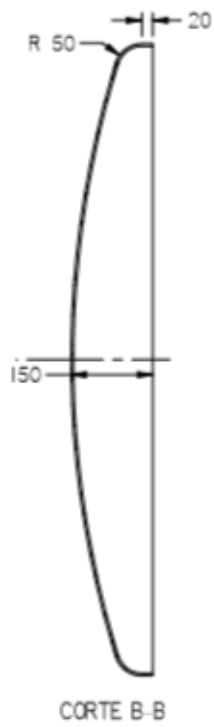
NOTA LÁMINA CALIBRE 1/4"

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERSONAS Y SOCIOES S.A.S.	
TÍTULO CILINDRO CUERPO TANQUE	MATERIA Acero SAE 5A-285 C	Escala en milímetros: Trazado: horizontal Número: 1-1	
AUTOR JHON EDICION ANGEL MUÑOZ	DISEÑO I	A 28 x 21 20 x 25 x 25 Dibujo en papel: Trazado: horizontal Escala: 1:1 20 x 25 x 25	
	ESCALA 1:20	FOLIO N. 5 DE 20	FECHA 5/05/20



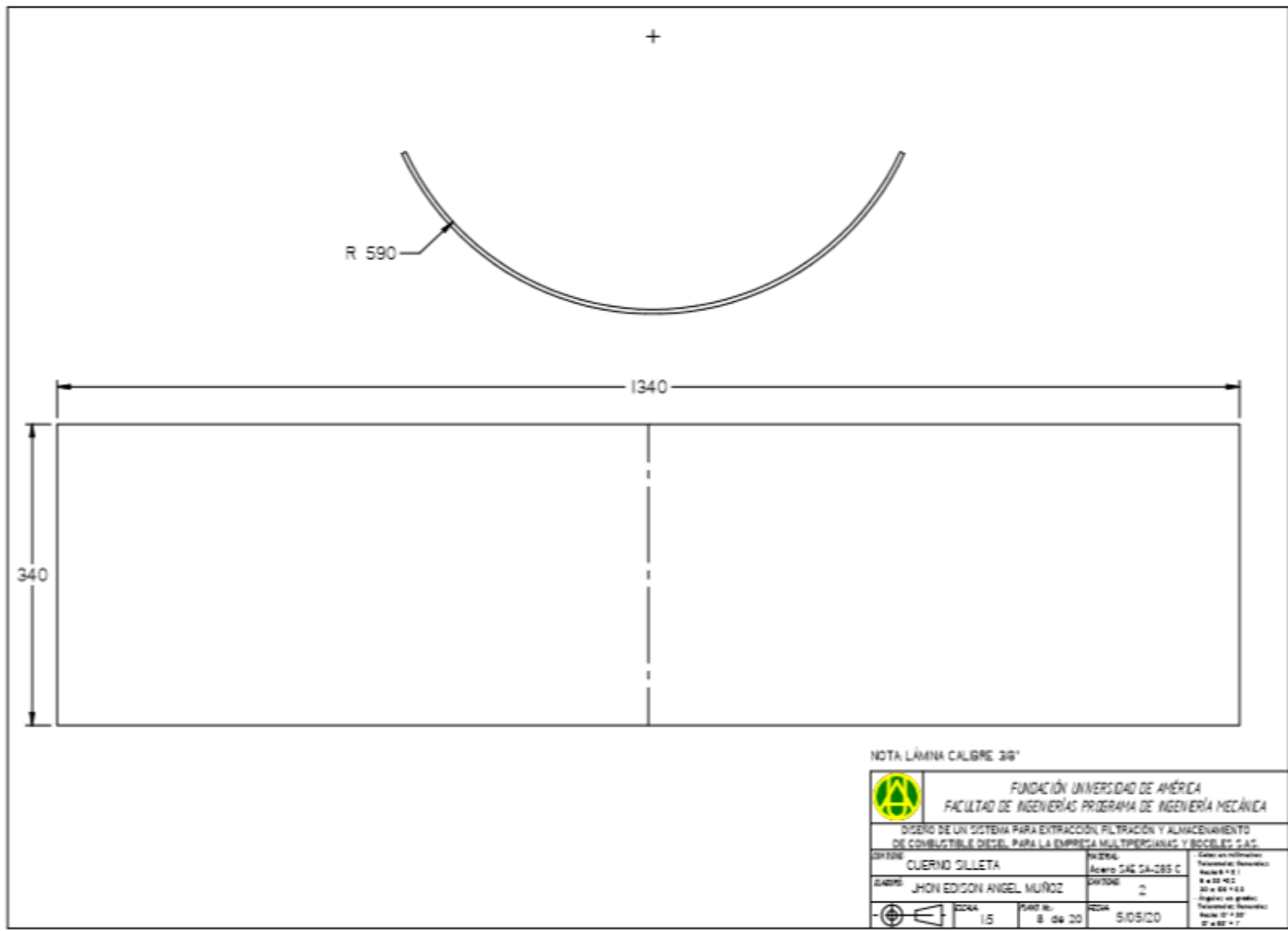
NOTA LÁMINA CALIBRE 3/16"

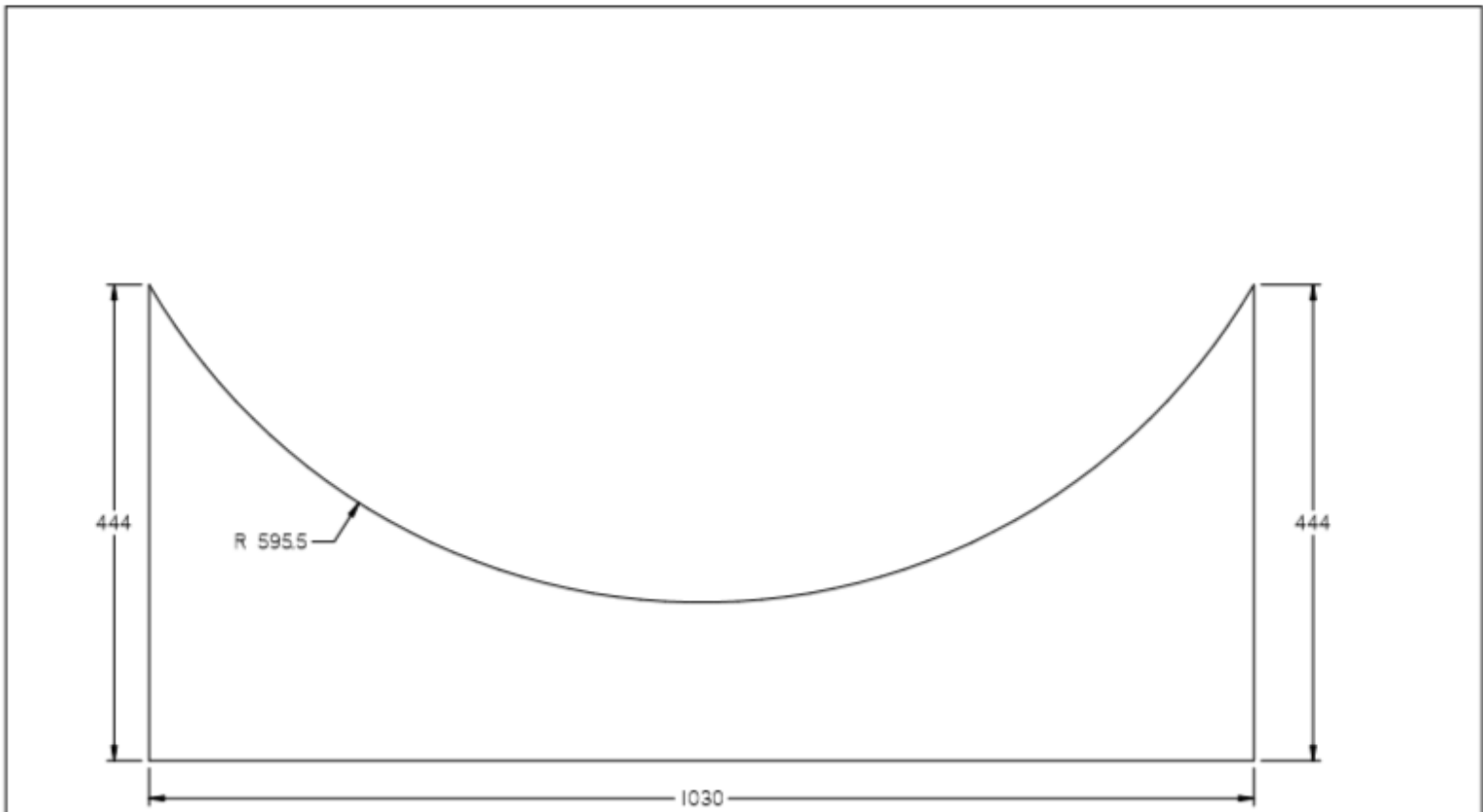
		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERUANAS Y BOCELES S.A.S.	
TÍTULO TAPA PURGA	MATERIA Acero SAE 1045 C	Escala en milímetros Formato: A4 A 4 x 6 x 1.5 Digital: en grados Formato: A4 A 4 x 6 x 1.5	
AUTOR JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	DISEÑO I	ESCALA 1:10	FECHA 6 DE 2010
		FECHA 5/05/20	



NOTA LÁMINA CALIBRE 3/16"

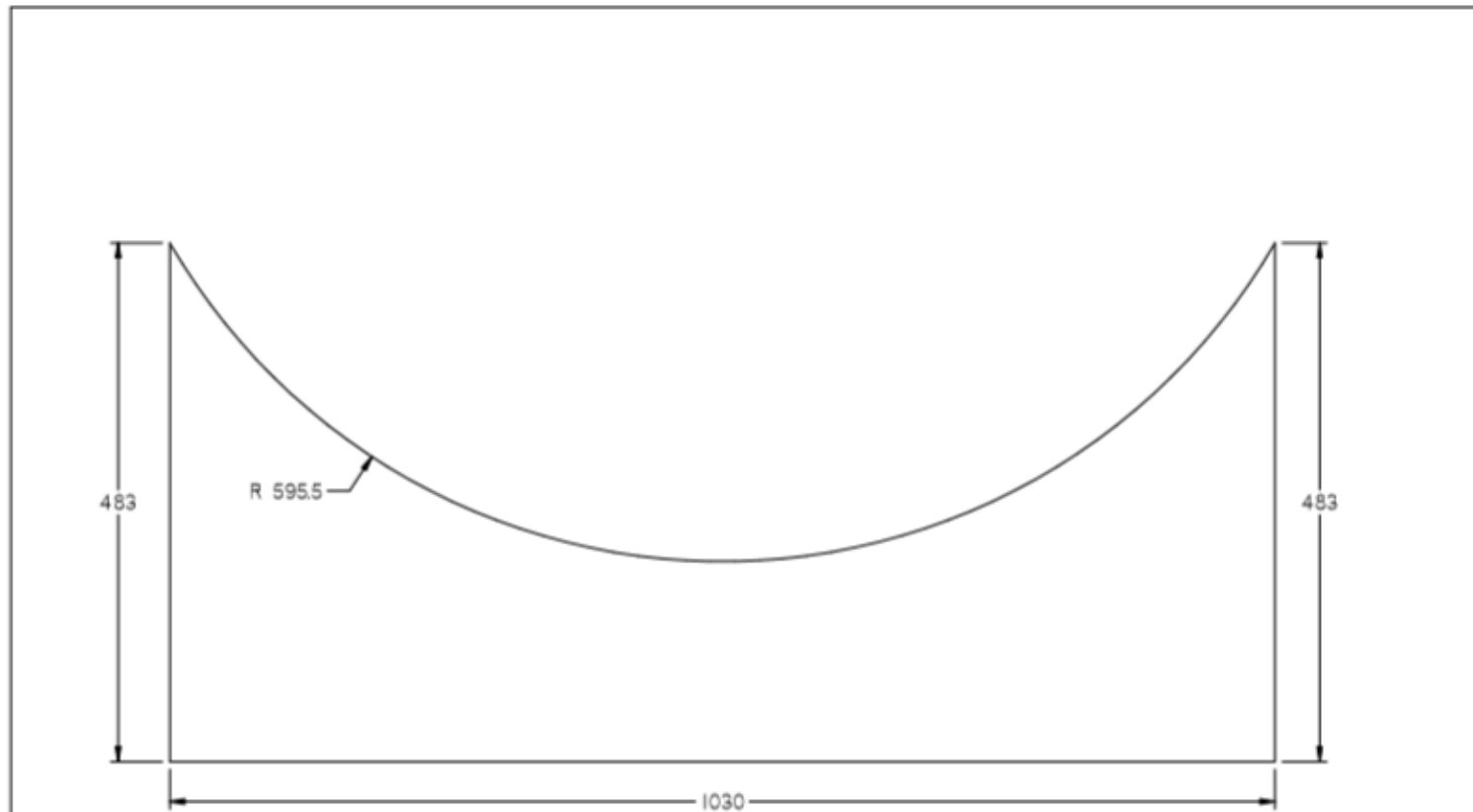
		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERUANAS Y BOCCLES S.A.S.	
TÍTULO TAPA DE LECTURA DE NIVEL	MATERIA Acero SAC SA-285 C	Escala en milímetros: Hoja N° 1 8 x 88 x 83 20 x 88 x 83 Hoja N° 2 8 x 88 x 83	
AUTOR JHON EDICION ANGEL MUÑOZ	DISEÑO 1	ESCALA 1:10	FECHA 7 de 20 5/05/20







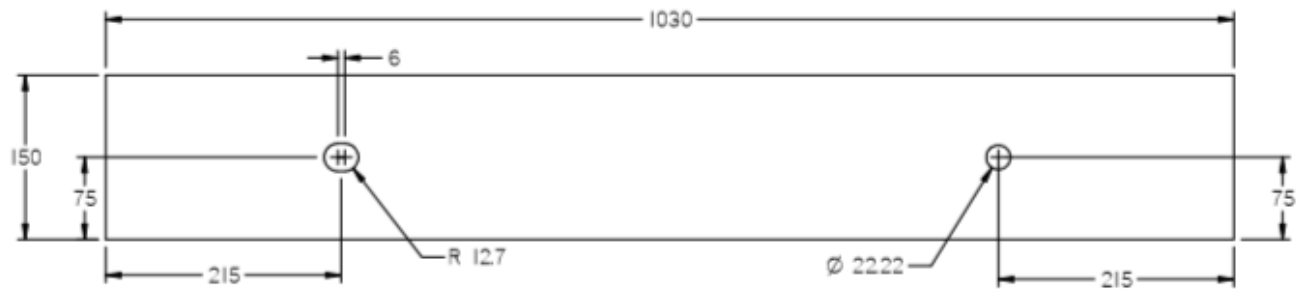
NOTA LÁMINA CALIBRE 30'

	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERJANAS Y BOCCLES S.A.S.	
DIVISIÓN: CARA LATERAL SILETA CORTA	MATERIAL: Acero SAE SA-285 C	Escala en milímetros: Trazado: Horizontal Muestra: 1:1 8 x 42 1/2 20 x 30 x 0.5 - Angulo en grados: Trazado: Horizontal Muestra: 0° - 90° 0° x 90° = 1
ALUMNO: JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	DIVISIÓN: I	
 ESCALA: 1:5	FECHA: 9 de 20	FECHA: 5/05/20





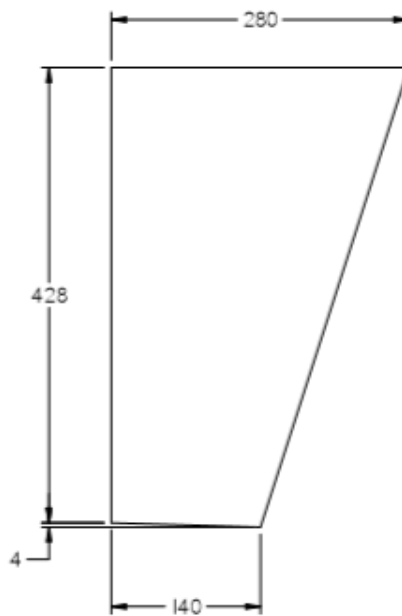
NOTA LÁMINA CALIBRE 30"

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERIGANAS Y SOCIBEL S.A.S.	
DESCRIPCIÓN CARA LATERAL SILETA LARGA	MATERIAL Acero SAC 2A-285 C	LADO DE MONTAJE Escala: 1:1 Formato: A4 Fecha: 05/05/20	
ELABORÓ JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	DIBUJÓ J	APROBADO EN PROYECTO Escala: 1:1 Formato: A4 Fecha: 05/05/20	
	ESCALA 1:1	FOLIO NO. 10 de 20	FECHA 5/05/20



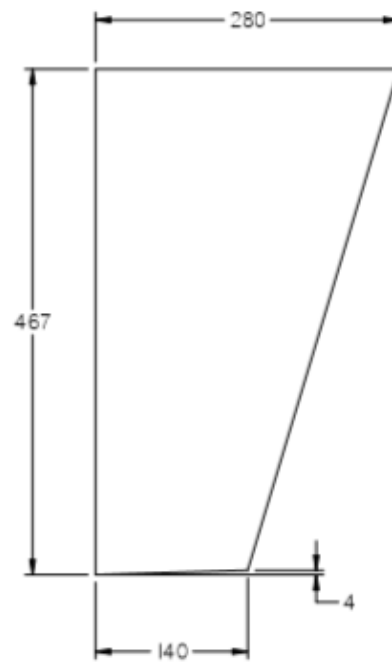
NOTA: LÁMINA CALIBRE 3/4"

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERSONAS Y SOCIES S.A.S.	
DISEÑO PLACA BASE	MATERIAL Acero SAE 5A-285 C	Escala en milímetros Tolerancias Dimensiones Hacia + 0.1 Hacia 0 - 0.1 Hacia - 0.2	
ALUMNO JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	DISEÑO 2	Aplicar en general Tolerancias Dimensiones Hacia + 0.10 Hacia - 0.1	
	ESCALA 1:5	FECHA 11 de 20	FECHA 5/05/20



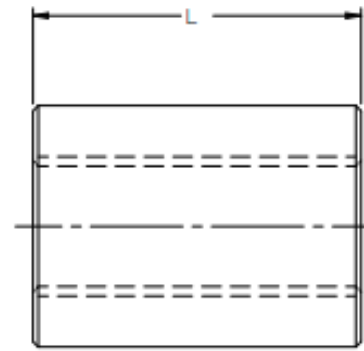
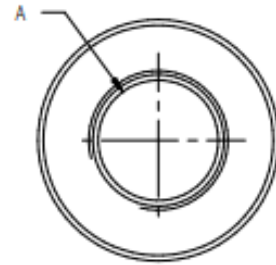
NOTA LÁMINA CALIBRE 30"

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPROPIANAS Y SOCIOES S.A.S	
DISEÑO REFUERZO DILLETA CORTA	MATERIA Acero SAC SA-285 C	Cálculo en milímetros Tolerancias Dimensiones Hacia + 0.1 Hacia - 0.2 30 y 40 + 0.3 Angulos en grados Tolerancias Dimensiones Hacia 0 + 0.07 0 a 90 - 0.7	
ELABORÓ JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	QUANTIDAD 15	FECHA 12 de 20	REVISÓ 5/05/20



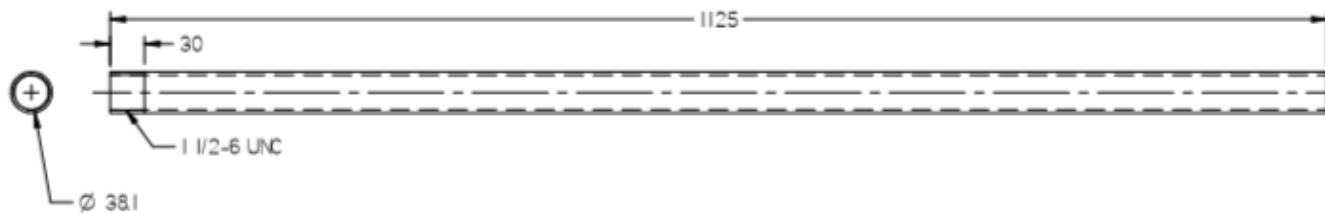
NOTA: LÁMINA CALIBRE 30"

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERSONAS Y SOCIOES S.A.S.	
DISEÑO REFUERZO DILLETA LARGA	MATERIA Acero SA4 5A-085 C	Escala en milímetros Hoja 1 de 1 8 x 10 A3	
DISEÑADO JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	DISEÑADO 	Hoja 1 de 1 Hoja 1 de 1	
 ESCALA 1:5	FECHA 13 de 20	FECHA 5/05/20	Hoja 1 de 1 Hoja 1 de 1





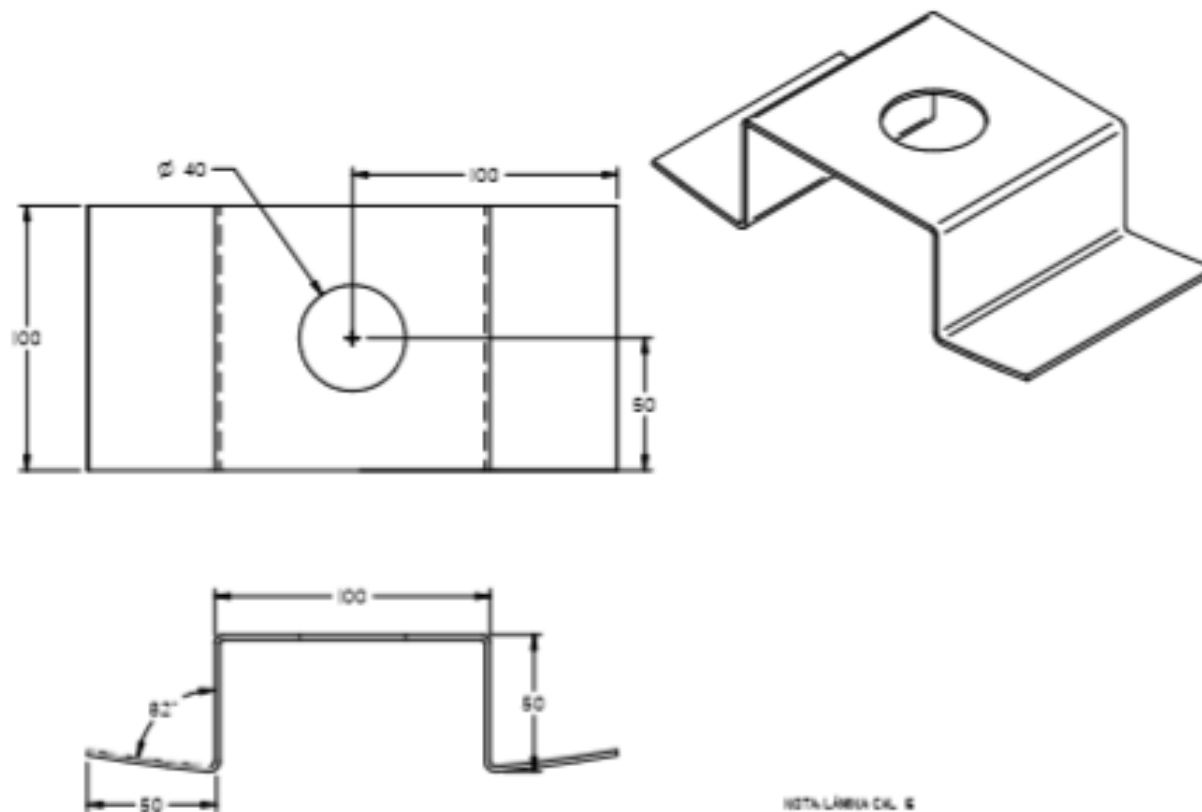
PIEZA	A diam. roscal	L long. mm	CANT.
Unión 1" purga	1"	60	1
Unión 1/2" sensor	1/2"	20	1
Unión 1/2" visor	1/2"	120	2
Unión 1/2" accesorios	1/2"	50	2
Unión 1/2" conexión hidráulica	1 1/2"	80	2

	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERSONAS Y BOCELES S.A.S.	
CONTENIDO UNIONES NORMALIZADAS	MATERIAL ACERO GALVANIZADO	1. Cálculo en milímetros de Tolerancias Dimensionales (Medida ± 0.1) 2. $8 \times 30 \times 40$ 3. $20 \times 100 \times 1.5$ 4. Ángulos en grados. Tolerancias Dimensionales (Medida 0.1 ± 0.2) 5. $10 \times 30 \times 1.5$
ELABORADO JHON EDISON ANGEL MUÑOZ	CANTIDAD SEGÚN TABLA	
	ESCALA N/A	FECHA 14 de 20
		FECHA 5/05/20





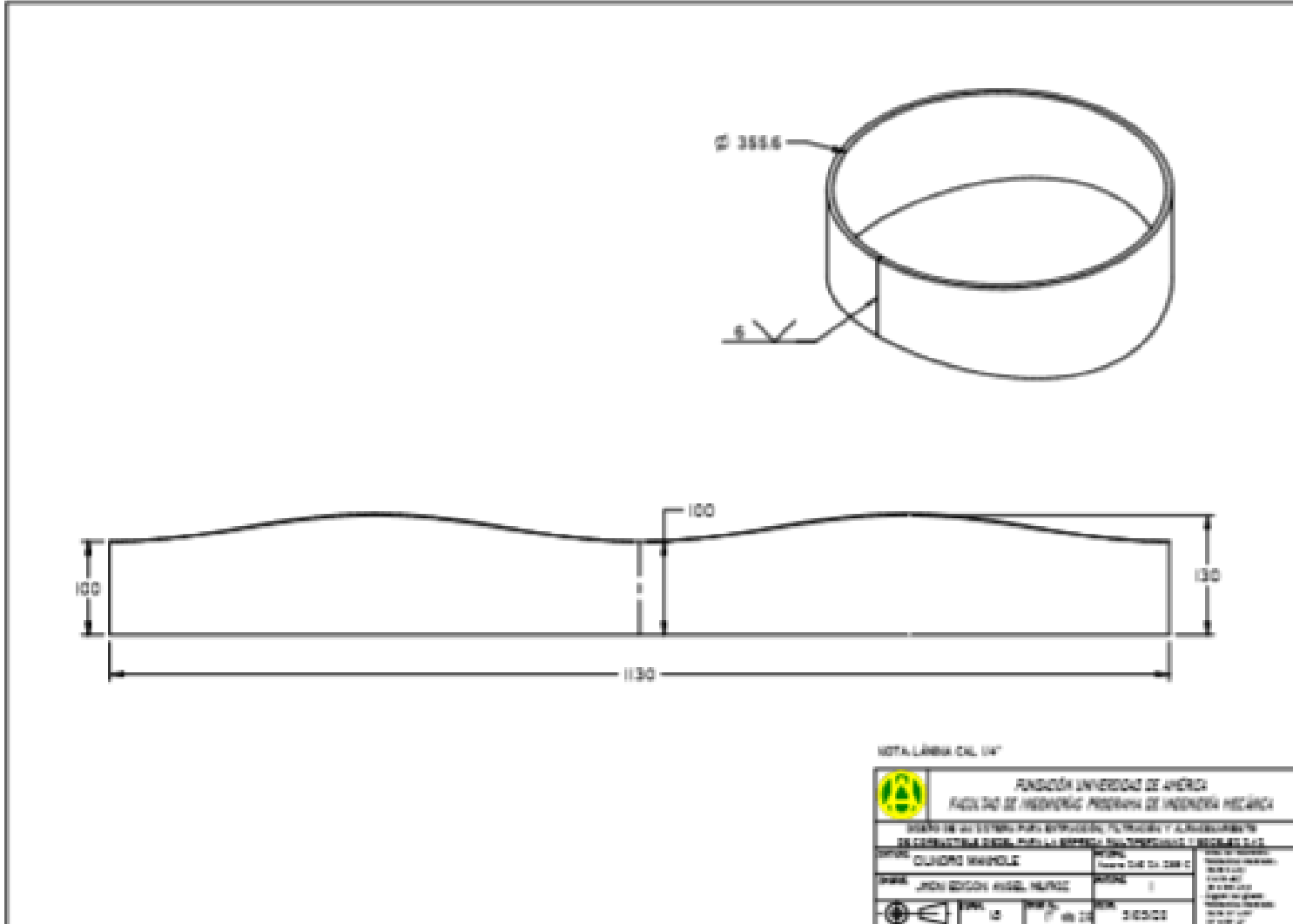
NOTA TUBERÍA 1 1/2" SCH 40

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN, FILTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA LA EMPRESA MULTIPERSONAS Y ROCELES S.A.S.	
DESCRIPCIÓN TUBO DE ASPIRACIÓN ROSCADO	MATERIA Acero galvanizado	Datos en milímetros: Escala: 1:1 A: 20 x 20 B: 20 x 20 C: 20 x 20	
ELABORADO JOHN EDISON ANGEL MUÑOZ	DIBUJADO 1	Escala en pulgadas: Tolerancia de Dimensiones: Macho: 0" ± 0.01 Hembra: 0" ± 0.01	
	ESCALA 1:5	PLANO NO. 15 de 20	FECHA 5/05/20





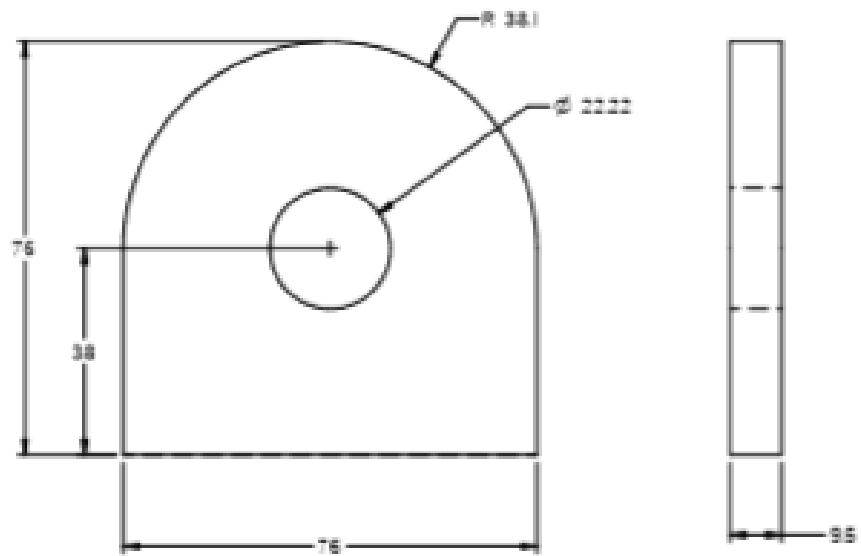
NOTA LÁMINA CAL. 6

		FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		<small>UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</small> <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	
TÍTULO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA	ASIGNATURA DISEÑO MECÁNICO	FECHA 10/05/2018	PROFESOR DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA
PROFESOR JHON EDISON AVALOS NAJERA	FECHA 10/05/2018	PROFESOR DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA	PROFESOR DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA
	ESCALA 1:1	FECHA 10/05/2018	PROFESOR DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA

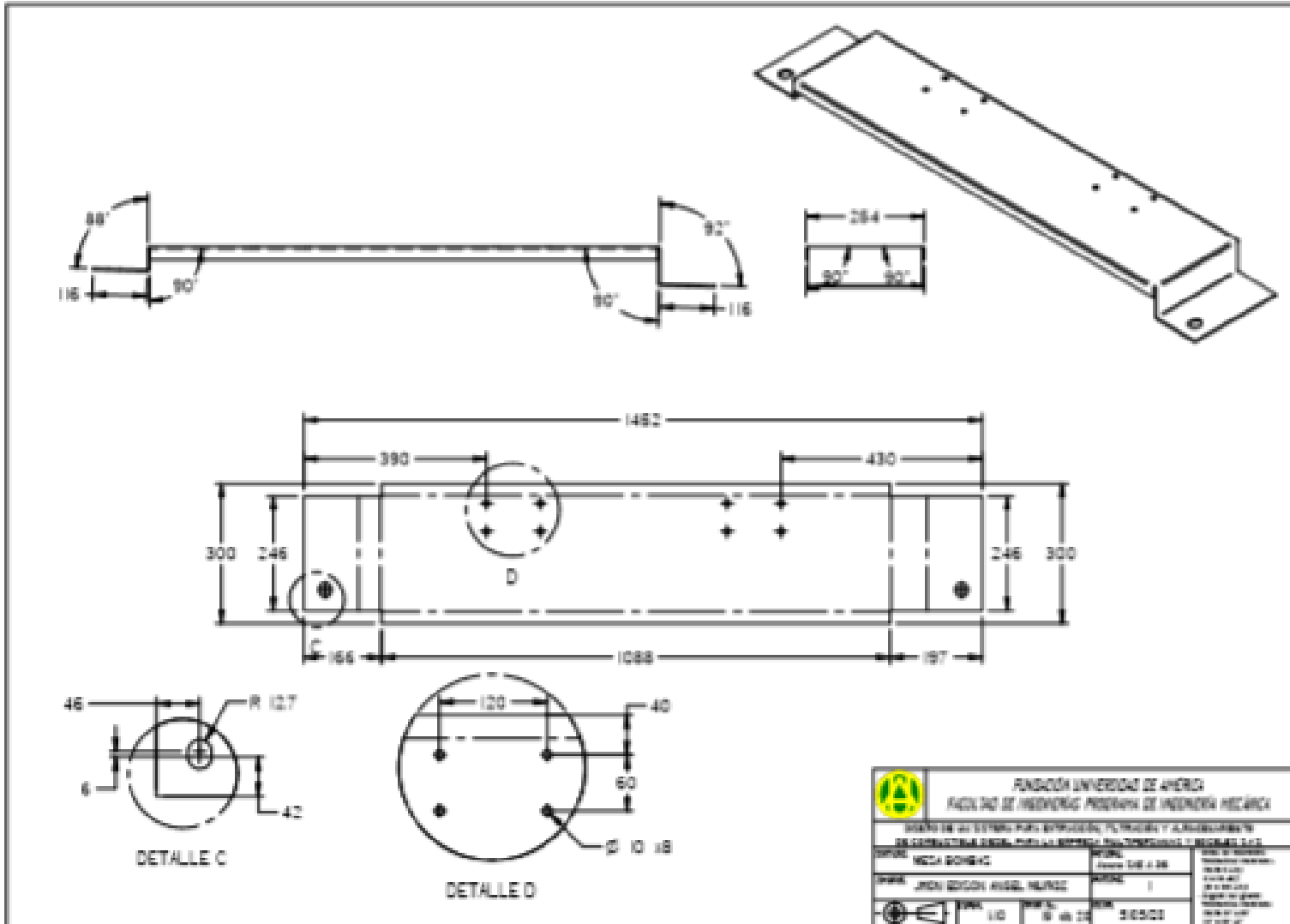


NOTA LÁMINA CAL 1/4"





	UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	<small>INSTITUTO VENEZOLANO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA</small>	
TÍTULO: CILINDRO HORIZONTAL	PROFESOR: Ing. Carlos Díaz	FECHA DE ENTREGA: 15/05/2011
ALUMNO: JONATAN EDISON ANGEL ALFARO	GRUPO: 1	FECHA DE ENTREGA: 15/05/2011
ESCALA:  1:1	FECHA DE ENTREGA: 15/05/2011	FECHA DE ENTREGA: 15/05/2011



	FACULTAD UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	<small>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y EDUCACIONALES EN INGENIERÍA MECÁNICA, FÍSICA, QUÍMICA, ELECTRICIDAD Y ENERGÍA S.A.S.</small>	
OPERA DE DISEÑO	GRUPO DE ALUMNOS:	<small>FECHA DE ENTREGA: 15/05/2023</small>
ALUMNO: JHON EDISON AVILA VELAZQUEZ	GRUPO: 2	<small>FECHA DE ENTREGA: 15/05/2023</small>
<small>PROFESOR:</small>	<small>FECHA:</small> 15/05/23	<small>NOTA:</small> 3.0000



ANEXO M HOJA DE SEGURIDAD DEL ACPM

<p>Emergencias: tel 018000 51 1414 (todo el país). Servicio 24 horas Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente</p>	 
HOJA DE SEGURIDAD	
ACPM	
SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO	 
<p>Sinónimos: Combustible Diesel; Diesel fueloil; aceite combustible N°2; destilado medio; aceite de calefacción doméstica; aceite combustible para motores Diesel. Líquido aceitoso incoloro o amarillo claro con olor característico a petróleo. Puede estar coloreado para identificación.</p>	
SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
<p>Líquido inflamable, peligro moderado de incendio o explosión del líquido o el vapor en presencia de calor, chispas o llamas. La inhalación de vapor a altas concentraciones puede causar mareos y adormecimiento. El líquido puede producir irritación de la piel y los ojos. Puede absorberse por la piel. Peligro de aspiración si es ingerido. Posibles efectos retardados. Algunos de sus componentes pueden causar cáncer según ensayos en animales.</p>	
SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES	
<p>Mezcla compleja de hidrocarburos entre C9 y C20, principalmente alifáticos y en menor proporción olefinicos, nafténicos y aromáticos. CAS [68476-30-2, 68476-34-6, 68334-30-5, 68474-34-6]</p>	
SECCIÓN 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
<p>Inhalación: Retire la víctima de la fuente de exposición y llévela al aire fresco. Si no respira, despeje las vías respiratorias; provea resucitación cardiopulmonar si está capacitado para hacerlo. Evite el contacto directo boca a boca. Si la víctima respira con dificultad, personal capacitado debe administrar oxígeno con monitoreo posterior del afectado en forma continua. Obtenga atención médica de inmediato.</p> <p>Contacto con la piel: Retire rápidamente el exceso del producto. Lave por completo el área contaminada con abundante agua y jabón durante por lo menos 15 minutos. Debajo de la corriente de agua retire la ropa, zapatos y artículos de cuero que estén contaminados. No intente neutralizar con agentes químicos. Obtenga atención médica si persiste irritación.</p> <p>Ingestión: Si la víctima está consciente, no convulsiona y puede ingerir líquido, dele a beber dos vasos de agua. NO INDUZCA AL VÓMITO. Si ocurre el vómito, mantenga la víctima inclinada para reducir el riesgo de aspiración, repita la administración de agua y observe si se presenta dificultad para respirar. Obtenga ayuda médica de inmediato.</p> <p>Contacto con los ojos: Lave de inmediato con abundante agua a baja presión y tibia preferiblemente, durante por lo menos 15 minutos. Durante el lavado separe los párpados para facilitar la penetración del agua. No intente neutralizar con agentes químicos o gotas sin la orden de un médico. Obtenga atención médica rápidamente.</p>	
<p>Consideraciones especiales: Líquido combustible. Puede formar mezclas explosivas a temperaturas iguales o superiores a su punto de inflamación. El líquido puede acumular cargas estáticas por transvase o agitación. Los vapores pueden desplazarse a nivel del suelo hasta una fuente de ignición y devolverse ardiendo hasta su lugar de origen. El líquido puede flotar sobre el agua hasta una fuente de ignición y regresar en llamas. El vertimiento del producto a desagües puede causar peligro de fuego o explosión. Produce gases tóxicos por combustión.</p> <p>Procedimiento: Evacue el área del incendio en 25 a 50 metros en todas direcciones. Si hay un contenedor o carro tanque involucrado, evacue en 800 metros. Si hay fuga del producto, deténgala antes de intentar apagar el fuego, si puede hacerlo en forma segura. Enfríe los contenedores con agua en forma de rocío, y retírelos del fuego si puede hacerlo sin peligro. No introduzca agua a los contenedores. El agua puede ser inefectiva para extinguir el fuego, dado que el producto es insoluble. Aproxímese al fuego en la misma dirección del viento. Para incendios masivos utilice boquillas con soportes. Alejese de los extremos de los contenedores.</p> <p>Utilice equipo de respiración autocontenido. La ropa normal de bomberos proporciona protección limitada para este producto y sólo se recomienda para operaciones rápidas de entrada-salida en casos especiales.</p> <p>Medios de extinción apropiados: Fuegos pequeños: dióxido de carbono, polvo químico seco, espuma regular.</p> <p>Fuegos grandes: espuma, agua en forma de rocío o niebla. No use agua en forma de chorro.</p> <p>NFPA: Salud 1; Inflamabilidad 2; Inestabilidad 0 (clasificación oficial según la NFPA).</p>	
SECCIÓN 6. MEDIDAS PARA ESCAPE ACCIDENTAL	
<p>Ubíquese en la dirección del viento. Evite zonas bajas. Elimine toda fuente de ignición como llamas o chispas. Detenga o controle la fuga, si puede hacerlo sin peligro. Ventile la zona del derrame. No use palas metálicas.</p> <p>Derrames Pequeños: Evacúe y aisle de 25 a 50 metros. Contenga el derrame con diques de poliuretano o calcetines especiales para aceites y absorba con absorbentes inertes como calcetines, almohadillas o tapetes para hidrocarburos, chemizorb o vermiculita.</p> <p>NO USE TIERRA, ARENA NI ASERRÍN. Deposite los residuos en contenedores cerrados y marcados. Lave el área con agua y jabón.</p> <p>Derrames Grandes: Evacúe y aisle el área 300 metros en todas direcciones. Utilice agua en forma de rocío para enfriar y dispersar los vapores y proteger al personal. Evite que el material derramado caiga en fuentes de agua, desagües o espacios confinados. Para ello disponga de diques prefabricados. Active su plan de emergencias.</p> <p>Vertimiento en agua: Utilice absorbentes especiales tipo espagueti para retirar el hidrocarburo de la superficie. Consulte con las autoridades ambientales sobre la posibilidad de utilizar agentes dispersantes o de hundimiento.</p> <p>Absorbentes Recomendados: Calcetines, Almohadas y Tapetes.</p>	
SECCIÓN 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO	
<p>Evite toda fuente de ignición (chispas, llamas, calor, cigarrillos encendidos). Conecte a tierra contenedores y tuberías. Use sistemas a prueba de chispas y de explosión. Evite generar vapores o neblinas. Nunca realice operaciones de sifón con la boca. Nunca use este producto para lavarse manos o brazos. Lávese muy bien las manos después de su manipulación. Evite contacto con ojos, piel y ropa. Almacene bien cerrado en lugar bien ventilado, alejado de materiales incompatibles y calor, a temperatura ambiente (entre 15 y 25 °C). El almacenamiento interno debe hacerse en recinto estándar para líquidos inflamables. Señalice adecuadamente las áreas de almacenamiento y los contenedores.</p>	

Fuente: AES COLOMBIA. ARP SURA [en línea]. Hoja de seguridad ACPM [Consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en: file:///E:/Users/USUARIO/Desktop/HOJA-DE-SEGURIDAD-ACPM.pdf

**ANEXO N
COTIZACIÓN NIPLERIA, CODOS, UNIONES, VÁLVULAS, FILTROS DE
TUBERÍA Y DEMÁS ACCESORIOS**



FERRETERIA RINCON Y CIA S.A. - NIT. 830.003.850 - 9
CALLE 15 No. 22 - 34 / TEL. (091) 3704807 - 3706981

FACTURA PRO FORMA NO.

1421

CLIENTE MULTIPERSIANAS Y BOCELES S A S
NIT 900958855 8
DIRECCIÓN
CIUDAD TELEFONO

BANCO DE OCCIDENTE - CUENTA CORRIENTE NO. 253 - 01877 - 4
BANCOLOMBIA - CUENTA CORRIENTE NO. 227 - 938689 - 27

FORMA DE PAGO	FECHA FACTURA	FECHA VENCIMIENTO
Cotado	18/05/2020	18/05/2020

POR CONCEPTO DE:
COTIZACIÓN

Fecha y Hora de Generación: 18/05/2020 10:02 Página 1 de 1

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	IVA	V. UNITARIO	TOTAL
10000975	4	VALVULA BOLA BRONCE 800 PSI 1/2"	19%	9.850	39.440
10000979	2	VALVULA BOLA BRONCE 800 PSI 1 1/2"	19%	47.780	95.560
110008956	1	FILTRO Y 150L 1"	19%	18.850	18.850
10000133	2	TEE GALVA 1 1/2"	19%	7.200	14.400
10000424	1	NIPLE GALVA 1" x 3"	19%	2.018	2.018
10000041	13	CODO GALVA 1 1/2"	19%	5.000	65.000
11000039	2	UNION AC 300L 1 1/2"	19%	3.650	7.300
11000037	1	UNION AC 300L 1"	19%	2.500	2.500
11000035	4	UNION AC 300L 1/2"	19%	1.500	6.000
10000321	1	TUBO GALVA RIAGUA 1 1/2"	19%	106.500	106.500

VALOR EN LETRAS:

CUATROCIENTOS DOCE MIL OCHOCIENTOS TREINTA PESOS MCTE

SUBTOTAL	357.888
DESCUENTO	10.850
I.V.A.	65.914
RET. FUENTE	0
RET. I.V.A.	0
RET. ICA	0
TOTAL	412.830

TODOS LOS PAGOS SE DEBEN HACER CON CHEQUE CRUZADO AL PRIMER BENEFICIARIO O TRANSFERENCIA BANCARIA A NUESTRAS CUENTAS A NOMBRE DE FERRETERIA RINCON Y CIA S.A.
LA MERCANCIA VAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL COMPRADOR.

ACEPTADA POR:

NOMBRE - FIRMA - C.C. - SELLO - FECHA

PAGINA WEB: WWW.FERRINCO.COM
WHATSAPP: +57 (318) 227 - 2814
DIRECCIÓN: CALLE 15 NO. 22 - 34
BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA
CORREO ELECTRÓNICO:
VENTAS@FERRINCO.COM

ANEXO O COTIZACIÓN DE CABEZALES Y FILTROS



NIT. 900.351.246-5

FABRICAMOS TODO TIPO DE ACOPLER HIDRÁULICOS Y PERMANENTES - ROSCAS MULTIMÉTRICAS ESPECIALES TAPA Y SOBRETAPA INOX PARA TODA CLASE DE CAMIONES Y TRACTOMULAS - GOLLETES EN ALUMINIO E INOX

RESPONSABLE IVA RÉGIMEN COMÚN - DOCUMENTO OFICIAL DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN DE FACTURACIÓN No. 18762014927108 DEL 2019-06-05
AUTORIZA NUMERACIÓN DE 7001 AL 8000 - POR UNA VIGENCIA DE 18 MESES - ACTIVIDAD ECONÓMICA 2892 - TARIFA 9.66X1000

CLIENTE:	NIT:
DIRECCIÓN:	
TELÉFONO:	
FECHA FACTURA:	FECHA VENCIMIENTO:

COTIZACIÓN

Nº 7750

	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
	2	FILTRO DONALDSON DBB533	\$ 190.000	\$ 380.000
	2	FILTRO DONALDSON DBB0948	\$ 250.000	\$ 500.000
	4	CABEZAL DE FILTRO	\$ 300.000	\$ 1.200.000



SON	SUB TOTAL	\$ 2.080.000
OBSERVACIONES:	IVA	\$ 395.200
	TOTAL	\$ 2.475.000
ESTA FACTURA DE VENTA SE ASIMILA PARA TODOS SUS EFECTOS LEGALES A UN TÍTULO Y REPRESENTA MERITO EJECUTIVO ART. 774 Y 772 DEL CÓDIGO DE COMERCIO ART. 3 LEY 1231 DE OCTUBRE 17 DE 2008. DECLARAMOS EN FORMA EXPRESA QUE HEMOS PRESTADO Y HEMOS RECIBIDO EN FORMA LEGAL Y MATERIAL LOS BIENES Y/O SERVICIOS DESCRITOS EN ESTE TÍTULO VALOR ESTA FACTURA DE VENTA SE ASIMILA EN TODOS SUS EFECTOS LEGALES A UNA LETRA DE CAMBIO SEGÚN ARTICULO 774 DEL CÓDIGO DE COMERCIO.	APROBADO POR:	ACEPTADO POR:
	Firma y Sello o Nit.	Firma y Sello o Nit.

Carrera 81F No. 13A-07 Barrio Andalucia - Bogotá, D.C. - Colombia
 Telefax: 424 5404 • Cel: 311 283 3445 • E-mail: indumec_soto@hotmail.com
 industriademecanizadosyacc@hotmail.com

DD INGRESORES - NIT. 17.178.664-7 - CEL. 310 619 21 68

ANEXO P
COTIZACIÓN DE ELECTROBOMBAS



COMERCIAL DE HERRAMIENTAS S.A.S.
CALLE 17 No. 103B - 26 TEL: 421 51 02 - 418 05 23
Correo: comhtas@hotmail.com

COTIZACIÓN. No. 2873

Fecha : 13-mar-2020
Vence :
Pago :

Vende:01
13-mar-2020 13:38

Codigo	Producto	Cant.	V/Unit.	V/Total
060SAIL32	BOMBA VOLUMETRICA DE 3/4" BARNES CON MOTOR DE 1 HP	2.	700,000	1,400,000

SUB TOTAL	1400,000
IVA	266,000
TOTAL:	\$ 1,666,000

ANEXO Q COTIZACION LAMINAS

Cotización
No 2321



NOMBRE DEL CLIENTE: MULTIPERSIANAS Y BOCELES SAS		FORMA DE PAGO: Contado	
NIT: 900559956 8	TELEFONO: 4118293	MEDIO DE PAGO:	
DIRECCIÓN: CL 12 80 D 04 F 1	FAX:	CPV S: CPV-00033371	
CIUDAD: BOGOTÁ D.C.	CIUDAD ENTREGA: BOGOTÁ D.C.	FECHA FACTURA: 2020-03-13 16:26 FECHA VENCIMIENTO: 2020-03-18	
DIRECCIÓN ENTREGA: CL 12 80 D 04 F 1		O.C:	
		VENDEDOR: CALLEJAS MARTINEZ HENRRY DAVID	

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN ITEM	CANTIDAD	U.M.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
430C184X8B APVC	LAMINA HR 3/16X 1829 X	1		\$ 770.400	\$770.400
334RED317C 18X6	LAMINA HR 1/8 X 1222 X 2440	1		\$ 270.000	\$ 270.000



SELLO DIGITAL DE LA FACTURA ELECTRONICA

y2C/MCCn29GDIV8LDgslF4kgY3D3-ETj0K0K020-B
 r0j0QRWm6slG6r0t2C0V0p0h0L0d0W0P0uE0F0R0K0G0C0s0yAS0g0lS0mh0W0p0q0m0W0m0p0H0Cp0h0R0B
 706w0R0CHT0D060370q0M
 7A0p0L0z0D0y07030C0V0E0R040F0A0W0Q0m0T0r0E0V0J0d0w0-00P0450A0K0D00010D0o0z0P0J0r000B0R0h0e0d0D0Ka0T0b0c0L0M0B0M0X0a0P0W0V
 10U0J0e0D0j0r0H0c0MA0h0K0E0s0R0V0T0h0AN0G0R090R0-4C0W0H0Q0-

CUFE: e26688dfacbc5214c0fad9da977e07eb7590c8324f35850e2255012c6310a35db66132417620dc588a40527990c810

PARA PAGOS: Bancolombia Cia.Cie 07203177164 / Banco de Bogotá Cia.Cie 114018682 Banco de Occidente Cia.Cie 435009774 / BBVA Cia.Cie 56906234 / Caja Social Cia.Cie 21000258015 CORTEACEROS S.A. NO SE RESPONSABILIZA POR PRODUCTO RESPUESTA DE RECIBIDO A SATISFACCION.	SUBTOTAL \$1040.400
	IVA \$197.600
	RETENCIONES
	TOTAL A PAGAR \$1238.000

De acuerdo a la ley 1231 2008, y su artículo 817 del Est. Trib. se seguirá entregando copia de la factura. Pasados 10 días ostendrán cobrados a partir de la fecha de recepción de la factura, sino se ha recibido una reclamación por escrito, esta se entenderá irrevocablemente aceptada. El pago no aparta ni causa cobro prejudicial sin previo aviso, con intereses. Esta factura de venta se asume en todos sus efectos a una tasa de cambio (Ar. 775 C.Civ). Según lo expresado en la ley 1231 de 2008 se tomara como comprobante para el cumplimiento de la obligación de pago.

Recibo el producto a satisfacción no se acepta devoluciones

RECIBE CONFORME: _____ CARGO: _____

IVA REGIMEN COMUN - GRANDES CONTRIBUYENTES
 AGENTES RETENEDORES DE IVA RES. 012635 14/12/2018
 AUTORIZACION NUMERACION DE FACTURACION No

ANEXO S COTIZACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Home > All Industries > Machinery > Chemical Machinery & Equipment > Chemical Storage Equipment [Subscribe to Trade Alert](#)

Note: Please be cautious and check with your supplier if this product is for virus protection purposes and if the coronavirus (COVID-19) will affect your order.

2000L hot selling High quality diesel fuel storage tank

\$7,000.00 / Set | 1 Set (Min. Order)

Quantity: Sets

Payments: [VISA](#) [Online Bank Payment](#) [T/T](#) [Pay Later](#) [WesternUnion/WU](#)

1 Sets **\$7,000.00**

Shipment to [United States](#) **To Be Negotiated**

Lead Time 10 days

Total **To Be Negotiated**

[Start Order](#)

[Contact Supplier](#)


[Add to cart](#)

Gold Supplier


Dongguan Yuanzhong Vessel Ma...
Manufacturer, Trading Company

CN 2YRS

88% Response Rate



[View larger image](#)




Fuente: ALIBABA. Alibaba.com. [en línea]. U.S.A: [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/2000L-hot-selling-High-quality-diesel_62234637988.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.19dc143b97NcF1&bypass=true

ANEXO T COTIZACIÓN BOMBA CON FILTRO Y CONTADOR DIGITAL

También puede interesarte: Herramientas - Hidrolevadora - Martillo - Serrucho - Taladro - Multimetro - Flexometro

Volver al listado | [Herramientas y Construcción](#) > [Herramientas](#) > [Herramientas Eléctricas](#) > [Motobomba](#) [Compartir](#) | [Vender uno igual](#)






Nuevo

**Bomba Combustible Ca
20gpm 115v 1/3hp. Marca
Fill Rite**


\$ 3.720.000

Stock disponible

36 cuotas de \$ 103.333

[Más información](#)

 Entrega a acordar con el vendedor
Soacha, Cundinamarca

[Ver costos de envío](#)

¡Único disponible!

[Comprar](#)

Fuente: ALIBABA. Alibaba.com. [en línea]. U.S.A: [Consultado 10 junio 2020]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/2000L-hot-selling-High-quality-diesel_62234637988.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.19dc143b97NcF1&bypass=true

ANEXO U FACTURA DE LA EMPRESA DE TRABAJO REALIZADO



MULTIPERSIANAS Y BOCELES SAS
NIT 900956855-8

AV CALLE 12 No. 80 D 04 SANTA CATALINA
310 569 2597 - 313 839 6602 - 320 463 9729
BOGOTÁ - COLOMBIA
multipersianasyboceles@hotmail.com

COTIZACION

COT0001

CLIENTE: ~~TOWERS GROUP COLOMBIA~~
NIT: ~~00000074~~
DIRECCION: ~~USHERA~~
TELEFONO: ~~00000000~~
CIUDAD:
CORREO: ~~jgarcia@towergroup.com~~

FECHA 11 / 8 / 2020
Ord. CLIENTE

PAGINA:1/1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNI	VALOR TOTAL
460	Soldadura tanque de combustible	1.00	90.000	90,000
470	Desmontaje y montaje del tanque del vehículo	1.00	40.000	40.000
VALOR EN LETRASDOS MILLONES VEINTE Y TRES MIL PESOS M/CTE			SUBTOTAL	130.000
			IVA	24.700
FORMA DE PAGO			RETE IVA	
OBSERVACIONES:			RTE FUENTE	
SEÑOR JUAN PABLO GARCIA .MEDIDAS 120 LARGO ANCHO 50 X ALTO 30			RTE ICA	
			TOTAL	154.700
<small>Esta factura cumple con todos los requisitos de ley 1231 de julio 17 de 2008 articulos 619 y 621 del codigo de comercio; 617 del estatuto tributario nacional y articulos 773 y 774 del decreto 410 de 1971. Numero autorización electronica 18763005872570 aprobado en 2020/15/05 prefijo FV desde el número 1 al 10000 Responsable de IVA-Actividad economica 2930 tarifa ICA 11.04 - ICA servicio 6.9x1000</small>				
MULTIPERSIANAS Y BOCELES		RECIBIDO CLIENTE		