

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA
Y MECANICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CAMION
CISTERNA DE 1500 GALONES PARA EL CUERPO DE
BOMBEROS DEL D.M. DE QUITO BAJO NORMA
N.F.P.A 1901, DESARROLLADO EN LA EMPRESA
INDUSTRIAS CLAVEC CIA. LTDA.”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

OSCAR SALAZAR BOTTA.

DIRECTOR: ING. CARLOS NARANJO

CODIRECTOR: ING. FERNANDO OLMEDO

Sangolquí, 2009 – 07 – 31

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CAMION CISTERNA DE 1500 GALONES PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL D.M. DE QUITO BAJO NORMA N.F.P.A 1901, DESARROLLADO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS CLAVEC CIA. LTDA.**” fue realizado en su totalidad por OSCAR SALAZAR BOTTA, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Carlos Naranjo
DIRECTOR

Ing. Fernando Olmedo
CODIRECTOR

Sangolquí, 2009 – 07 – 31

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CAMION CISTERNA
DE 1500 GALONES PARA EL CUERPO DE BOMBEROS
DEL D.M. DE QUITO BAJO NORMA N.F.P.A 1901,
DESARROLLADO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS CLAVEC
CIA. LTDA.”**

ELABORADO POR:

OSCAR SALAZAR BOTTA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Ing. Emilio Tumipamba

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA MECANICA

Sangolquí, 2009 – 07 – 31

DEDICATORIA

La realización de este proyecto la dedico a todas las personas que me apoyaron a lo largo de toda mi carrera como estudiante, principalmente a mi padres los cuales con mucho empeño supieron encaminarme para que sea un buen profesional y una mejor persona.

OSCAR SALAZAR BOTTA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padre por retarme a ser lo que soy, a mi madre por dejar muchas cosas de su vida para enseñarme las cosas importantes de la misma, a la institución que quiero como mía y a las personas que la conforman que me abrieron las puertas y me dieron la confianza para cumplir esta meta.

OSCAR SALAZAR BOTTA

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	2
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	12
ÍNDICE DE TABLAS.....	13
CAPÍTULO 1.....	14
GENERALIDADES	14
1.1.- ANTECEDENTES:.....	14
1.2.- OBJETIVOS:.....	15
1.2.1.- OBJETIVO GENERAL:.....	15
1.2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
1.3.- ALCANCES:.....	15
1.4.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA:.....	16
CAPÍTULO 2.....	17
REQUISITOS DE DISEÑO	17
2.1.- DISEÑO CONCURRENTE:	17
2.1.1.- INTRODUCCION:.....	17
2.1.2.- INGENIERIA CONCURRENTE:	17
2.1.3.- FUENTES DE INFORMACION:	19
2.1.4.- SIMULACION:	19
2.1.5.- MODULARIDAD:.....	20
2.1.6.- MODULARIDAD VS COMPLEJIDAD:.....	21
2.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS, REQUERIDAS POR EL C.B.D.M.Q.:.....	22
2.3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS, REQUERIDAS POR LA NORMA N.F.P.A. 1901 EDICION 2003:.....	26
2.4.- OTRAS NORMAS A CUMPLIR:	29
CAPÍTULO 3.....	30
DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS.....	30

3.1.- TANQUE:.....	30
3.1.1.- CARGAS POR VIENTO:	30
3.1.2.- CARGAS VIVAS (DINAMICAS):.....	34
3.1.3.- CARGAS MUERTAS:.....	37
3.1.4.- COMBINACIÓN DE CARGAS:.....	37
3.1.5.- ESFUERZOS PERMISIBLES MAXIMOS:.....	38
3.1.6.- ESFUERZOS NORMALES DE OPERACION:	38
3.1.7.- ESFUERZOS DINAMICOS EXTREMOS:	40
3.1.8.- MATERIAL:	42
3.1.9.- CUERPO:.....	43
3.1.9.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:.....	44
3.1.10.- VENTEO/SOBRELLENADO:.....	46
3.1.11.- SUMIDERO:	47
3.1.12.- ESPEJOS O ROMPEOLAS:.....	48
3.1.12.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:.....	49
3.1.13.- TAPAS:.....	51
3.1.13.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:.....	51
3.1.14.- VALIDACION TANQUE:.....	53
3.1.14.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:.....	54
3.2.- DISEÑO COMPARTIMIENTOS LATERALES:	55
3.2.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:.....	57
3.3.- DISEÑO COMPARTIMIENTO POSTERIOR:	58
3.3.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:.....	59
3.4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL:	61
3.4.1.- SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO:.....	61
3.4.2.- SISTEMA DE CONTROL E INTERFAZ CON EL MOTOR DEL VEHICULO:.....	61
3.4.3.- SISTEMA DE CONTROL OPERADOR:.....	62
3.5.- SELECCION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS:.....	65
3.5.1.- SELECCION BOMBA:.....	66
3.5.2.- SELECCION VALVULAS:	69
3.5.3.- SELECCION DE EQUIPOS DE MEDICION:.....	70
3.5.4.- SELECCION CARRETE:.....	72
CAPITULO 4.....	74

PRUEBAS	74
4.1.- DESEMPEÑO DEL VEHICULO:.....	74
4.1.1.- ACELERACION:.....	74
4.1.2.- VELOCIDAD LIMITE MINIMA:	75
4.1.3.- FRENADO:.....	75
4.2.- ESTANQUEIDAD (PRUEBA DE VACIO):	76
4.3.- CAPACIDAD DE LA BOMBA:.....	76
4.4.- SISTEMA ELECTRICO:.....	77
4.4.- SISTEMA ELECTRICO:.....	77
4.5.- BOMBEO EN MOVIMIENTO:	77
CAPITULO 5.....	78
ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO.....	78
5.1.- COSTOS:.....	78
5.1.1.- COSTOS DIRECTOS:.....	78
5.1.1.1.- HONORARIOS PROFESIONALES:	78
5.1.1.2.- MATERIALES Y EQUIPOS:.....	79
5.1.1.3.- OTROS COSTOS DIRECTOS:.....	79
5.1.2.- COSTOS INDIRECTOS:	80
5.1.2.1.- MATERIALES DE OFICINA:.....	80
5.1.2.2.- MISCELANEOS:	80
5.1.3.- TOTALES:	80
5.1.4.- FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO:.....	81
5.2.- RELACION COSTO BENEFICIO:.....	81
5.2.1.- RELACION COSTO BENEFICIO C.B.D.M.Q:	81
5.2.2.- RELACION COSTO BENEFICIO INDUSTRIAS CLAVEC:	83
5.2.3.- RELACION COSTO BENEFICIO ESTUDIANTE:.....	84
5.2.4.- RELACION COSTO BENEFICIO SOCIEDAD D.M.Q.:	84
CAPITULO 6.....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
6.1.- CONCLUSIONES:	85
6.2.- RECOMENDACIONES:.....	86
ANEXOS:.....	88
ANEXO A: PLANOS	89
ANEXO B: SISTEMA ELECTRICO.....	90

ANEXO C: HOJAS DE DATOS PRUEBAS	91
ANEXO D: MANUALES EQUIPOS Y ACCESORIOS	92
ANEXO E: FOTOGRAFÍAS	93
ANEXO F: MANUAL BÁSICO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	94
ANEXO G: CARTA DE SATISFACCION.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	96
MATERIALES CONSULTADOS:.....	97
DIRECCIONES DE INTERNET:.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2.1: Zonas de Advertencia para los dispositivos de advertencia ópticos.....	28
Figura 3.1: Esquema de Barlovento y Sotavento que se generan en la parte delantera del tanque.	31
Figura 3.2: Esquema de Barlovento y Sotavento que se generan en la parte lateral del tanque.....	31
Figura 3.3: Esquema de Combinación de Cargas.....	37
Figura 3.4: Esquema de Distribución de Cargas del Cuerpo.	43
Figura 3.5: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (a)	44
Figura 3.6: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (b)	45
Figura 3.7: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (c).....	45
Figura 3.8: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (d)	46
Figura 3.9: Esquema Venteo y Sobrellenado.....	47
Figura 3.10: Esquema Sumidero.....	48
Figura 3.11: Esquema de Distribución de Cargas Espejos.	49
Figura 3.12: Distribución de Esfuerzos Espejo (a)	49
Figura 3.13: Distribución de Esfuerzos Espejo (b)	50
Figura 3.14: Esquema Distribución de Cargas Tapas.....	51
Figura 3.15: Distribución de Esfuerzos Tapas (a).	52
Figura 3.16: Distribución de Esfuerzos Tapas (b).	52
Figura 3.17: Distribución de Esfuerzos Ensamble Tanque (a).	53
Figura 3.18: Distribución de Esfuerzos Ensamble Tanque (b).	54
Figura 3.19: Distribución de Esfuerzos Ensamble Tanque (c).	54
Figura 3.20: Esquema Distribución de Cargas Compartimiento Lateral.....	56
Figura 3.21: Esquema Compartimiento Lateral.....	56
Figura 3.22: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Lateral (a).....	57
Figura 3.23: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Lateral (b).	58
Figura 3.24: Esquema Distribución de Cargas Compartimiento Posterior.	59
Figura 3.25: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Posterior (a).....	59
Figura 3.26: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Posterior (b).....	60
Figura 3.27: Esquema Panel de Control.	63
Figura 3.28: Esquema Bomba Waterous CLVK.	67

Figura 3.29: Esquema Bomba Vacio.....	68
Figura 3.30: Esquema Sistema para Regulación de Presión.....	68
Figura 3.31: Esquema Componentes Válvulas.	69
Figura 3.32: Esquema Enfo III.....	71
Figura 3.33: Esquema Intelli Tank.....	72

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1: Panel de Control (a).....	64
Fotografía 3.2: Panel Control (b).....	65
Fotografía 3.3: Carrete Pre Conectado	73
Fotografía 5.1: Equipo de Similares Características 1	82
Fotografía 5.2: Equipo de Similares Características 2	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.1: Colores de Zona.....	27
Tabla 3.1.1: Propiedades Acero AISI 304	43
Tabla 3.4.2.1: Especificaciones Motor Chevrolet Kodiak 211	62
Tabla 3.5.1.1: Especificaciones Bomba	67
Tabla 3.5.2.1: Denominación Válvulas Seleccionadas.....	69
Tabla 3.5.3.1: Manómetros Seleccionadas	70

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1.- ANTECEDENTES:

El Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, con el afán de realizar una modernización completa de los equipos y estaciones para el combate de incendios, se planteo para el 2006 - 2007 un plan operativo dentro del cual como punto de inicio del mismo estuvo el de adquirir 20 camiones cisterna (tanqueros) equipados de acuerdo a la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, implementados y en pleno funcionamiento en todas y cada una de las estaciones de bomberos del D.M.Q., para apoyo del servicio contra incendios y emergencias relacionadas en todo el D.M.Q., cuyo presupuesto contaba con 2'200.00 dólares americanos.

En el afán de obtener los mejores equipos el Cuerpo de Bomberos del D.M.Q. realizo dicha búsqueda en países extranjeros, encontrándose con que dichos equipos superaban el presupuesto establecido y que el Ministerio de Industrias y Competitividad, planteaba que dichos equipos se los podía realizar en el país y así apoyar a la industria ecuatoriana. Razón por la cual LA UNIDAD DE PLANIFICACIÓN Y PROYECTOS del C.B.D.M.Q. realiza una investigación y posteriormente realiza un concurso a nivel nacional en el cual las empresas PROAUTO e INDUSTRIAS CLAVEC CIA. LTDA. realizan una alianza en la cual PROAUTO aportaba con un chasis cabinado CHEVROLET KODIAK 211 y la empresa Industrias CLAVEC CIA. LTDA. dedicada al diseño y manufactura de equipo pesado, realizaba el diseño y construcción de todos los componentes, sistemas y facilidades para que el vehículo tenga las características especificadas en la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003.

1.2.- OBJETIVOS:

1.2.1.- OBJETIVO GENERAL:

Obtener un prototipo que cumpla con todo lo estipulado en la Norma N.F.P.A. 1901 edición 2003, referente a camiones cisterna, operando y que apruebe todas las pruebas que estipula la Norma, sobre un chasis cabinado CHEVROLET KODIAK 211.

1.2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Simular chasis cabinado marca CHEVROLET modelo KODIAK 211
- 2) Estudiar la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003 en los capítulos referentes a camiones cisterna.
- 3) Seleccionar accesorios y componentes que cumplan con la funcionalidad expuesta en la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003.
- 4) Simulación de las facilidades del camión cisterna montado sobre un vehículo marca CHEVROLET modelo KODIAK 211.
- 5) Generar Planos de construcción, montaje y taller.
- 6) Construcción de un prototipo totalmente operativo que cumpla con la NORMA N.F.P.A 1901 edición 2003.
- 7) Aprobación de todas las pruebas expuestas en la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003

1.3.- ALCANCES:

El alcance de este proyecto es diseñar, construir y verificar un prototipo funcional y totalmente equipado para el combate de incendios en áreas urbanas, que cumpla con todo lo estipulado en la Norma N.F.P.A. 1901 edición 2003.

1.4.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA:

El proyecto está justificado desde el punto de vista mecánico ya que implica el diseño y aplicación de normas, la manufactura y fabricación de un auto-tanque, y desde el punto de vista económico ya que le ahorra el 50 % de divisas al CUERPO DE BOMBEROS del D.M.Q. con lo que podría cumplir con el presupuesto establecido en el PLAN OPERATIVO de dicha institución.

Con la ejecución del proyecto, la empresa auspiciante ganara prestigio no solo nacional sino también internacional, ya que sería el primer vehículo desarrollado en el país que cumpla con todas las especificaciones técnicas que requiere la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003.

CAPÍTULO 2

REQUISITOS DE DISEÑO

2.1.- DISEÑO CONCURRENTENTE:

2.1.1.- INTRODUCCION:

En Los últimos años la ingeniería se ha ido desarrollando de tal manera que el diseño cada vez abarca mayores responsabilidades. El efecto que conlleva esta tendencia es tener una concepción global que entiende no solo los criterios clásicos del diseño sino también, las facilidades en la fabricación y montaje, la ergonomía, funcionalidad, y facilidad de operar el producto o servicio.

Esta nueva perspectiva se denomina *Ingeniería Concurrente* y se apoya en nuevos métodos (Diseño para la fabricación y montaje, Diseño para la calidad, Diseño para el entorno), nuevas herramientas tecnológicas (diseño CAD, fabricación CAM, herramientas integradoras PDM, redes locales, internet) y nuevas formas organizativas.

2.1.2.- INGENIERIA CONCURRENTENTE:

La nueva tendencia de diseño que toma en consideración de forma simultánea los requerimientos funcionales y de fabricación se denomina *Diseño para la fabricación y montaje*, que también tiene como completo el diseño para facilitar el mantenimiento y reducir los impactos ambientales. Estos principios junto con nuevas herramientas tecnológicas y formas organizativas ha ido confluyendo a una nuevo concepto que toma el nombre de *Ingeniería Concurrente*.

Este nuevo concepto de ingeniería global e integrada concurren las siguientes perspectivas:

1. Desde el punto de vista del producto, se toman en consideración tanto la gama que se fabrica y ofrece a la empresa como los requerimientos de las distintas etapas del ciclo de vida y los costes o recursos asociados.
2. Desde el punto de vista de los recursos humanos, colaboran profesionales que actúan de forma colectiva en tareas de asesoramiento y de decisión o de forma individual en gestión e impulsión del proyecto, dichos profesionales pueden pertenecer a la empresa o ser externos a ella.
3. Desde el punto de vista de los recursos materiales se toman en cuenta las nuevas herramientas basadas en la tecnología de la información y comunicación.

La ingeniería concurrente tiene dos orientaciones:

1. Al Producto, cuyos rasgos principales son:
 - a. Asegura que el producto o servicio cumple con las necesidades de los usuarios.
 - b. Toma en cuenta desde el inicio tanto las herramientas como la inversión necesaria para cumplir a cabalidad con el diseño.
 - c. Asegura la calidad y la rentabilidad de los recursos para fabricar y comercializar el producto.
2. Al entorno, cuyos rasgos principales son:
 - a. Ergonomía. Que trata de la relación entre el hombre y la maquina.
 - b. Seguridad. Que trata de evitar el riesgo de daños personales o materiales.
 - c. Medioambiente. Propugna el uso adecuado de los materiales y la energía, tanto en la fabricación como en la utilización.
 - d. Reciclaje. Que trata de reutilizar o recuperar los materiales al final de la vida útil del producto.

2.1.3.- FUENTES DE INFORMACION:

Dado que es una tendencia nueva, que toma fuerza con los adelantos tecnológicos es evidente que la información y la globalización de la misma es un aspecto importante dentro del diseño concurrente.

En el desarrollo de un producto mientras mejor sea la información disponible sobre el tema, mejor será el producto final.

Las principales fuentes de información que aplica la ingeniería concurrente son:

- a. Bibliografía: Textos de referencia revistas especializadas, catálogos, manuales de instrucción y mantenimiento.
- b. Ferias y Visitas: Observación de novedades y adelantos tecnológicos, principales tendencias.
- c. Productos de la competencia: Análisis de soluciones, deducción de materiales y procesos de fabricación.

2.1.4.- SIMULACION:

Una simulación es la representación del funcionamiento, comportamiento y apariencia de un sistema por medio de otro.

- La visualización y animación es un punto primordial dentro de las simulaciones, ya que gracias a los adelantos tecnológicos de los modelos CAD tridimensionales, le permite al diseñador validar tanto el aspecto, disposición y movimientos principales que tendrá el producto antes de materializar el producto.
- Método de los elementos finitos, es una herramienta poderosa para simplificar el diseño que consta en la fragmentación del elemento a diseñarse en elementos sencillos, para poder aplicar las principales leyes físicas (mecánica, calor, etc) y verificar su comportamiento frente a estas.

2.1.5.- MODULARIDAD:

Los productos modulares están organizados según una estructura de diversos bloques (módulos), orientados a implantar y facilitar las diferentes funciones, así como las operaciones de composición del producto. Existen dos tipos de módulos que son:

- **Módulos funcionales:** Orientados a materializar una o más funciones del producto.
- **Módulos constructivos:** Orientados a facilitar las operaciones de composición de un producto, a través de la división de secuencias de menor complejidad del conjunto completo.

Las principales ventajas de las estructuras modulares son:

1. Facilitar la división del proyecto así como la subcontratación, lo que permite el desarrollo de varios módulos en paralelo, gracias a esto se puede disminuir el tiempo final de diseño.
2. Facilitar el montaje ya que se tienen componentes e interfaces claramente definidas.
3. Mejorar la fiabilidad del conjunto ya que se parte de módulos previamente verificados.
4. Facilitar el mantenimiento ya que permite un diagnóstico rápido, y agiliza el montaje y desmontaje de elementos.

Las desventajas de una estructura modular son:

1. Una estructura muy fragmentada incrementa su complejidad dada la cantidad de interfaces entre módulos.
2. Cualquier modificación a una estructura modular conlleva a cambios o verificaciones en todos los módulos de la estructura, ya que se encuentran intrínsecamente aliados.

Toda estructura modular propende a una estructura funcional la cual tiene gran atención a los modos de operación del producto, es así que los modos de operación de un producto o servicio se los puede clasificar en:

1. Modos de operación principales: Los cuales se derivan de la o las funciones principales del producto en condiciones normales de operación.
2. Modos de operación ocasionales: Los cuales deben darse de manera puntual para la correcta realización de los modos de operación principales.
3. Modos de operación accidentales: Se pueden producir de manera accidental generando posibles daños, gracias a un mal manejo del producto o a través de agentes externos.

2.1.6.- MODULARIDAD VS COMPLEJIDAD:

La modularidad puede aportar con grandes beneficios, pero hasta donde se puede fragmentar un producto es una pregunta difícil de contestar es por ello que a continuación se presentan algunas recomendaciones para no perder el horizonte del principal objetivo del producto:

1. Generar estructuras modulares que faciliten el funcionamiento y la ejecución de las tareas para las cuales han sido diseñadas.
2. La aparición de varias piezas de un mismo tipo en un entorno es un ejemplo claro de una subdivisión en exceso.
3. La aparición de interfaces complejas denota una escasa fragmentación.
4. Eliminar en lo posible cualquier elemento que no sea indispensable para el correcto funcionamiento del sistema.

2.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS, REQUERIDAS POR EL C.B.D.M.Q.:

- **La altura máxima para los manómetros o visualizadores**
La altura máxima para cualquier elemento como manómetros o visualizadores será de 1.8 m.

- **Documentación:**
Toda la documentación de servicio y operación, se entregara en idioma castellano.

- **Mangueras preconectadas:**
Se requieren dos áreas para acomodar líneas de manguera preconectadas; se requiere que estas áreas estén ubicadas en la parte superior del módulo de operación de bomba, detrás de la cabina del vehículo, de manera longitudinal, donde se conectaran mangueras de 1 ½ pulg.

- **Manqueras de succión:**
 - 20 pies (6m) de manguera de succión del tipo rígido en 2 secciones de 10 pies c/u, con acoples NST de 4 pulg.
 - 15 pies (4.5m) de manguera de succión suave de 4 pulg.
 - Para efectos de transporte (mangueras de succión rígidas), se ubicarán con sus respectivos soportes en lugar apropiado según el diseño del tanquero.
 - Se requieren 400 pies (120m) de manguera de 1 ½ pulgadas.
 - Se requieren 2 pitones de combinación de un mínimo de 95 GPM (360L/min.) de 1 ½ y 2 ½ pulgadas respectivamente

- **Equipos auto contenidos:**
 - Los equipos auto contenidos en cumplimiento con NFPA 1981 requeridos serán dos (2) equipos.

- Los cilindros de reposición por cada equipo de respiración auto contenida requeridos será uno por cada equipo totalizando dos (2) cilindros.

- **El botiquín de primeros auxilios:**
 - Será del tipo “SOPORTE VITAL BASICO” y contendrá lo siguiente:
 - 2 mascarillas para RCP
 - 1 juego de dispositivos oro faríngeos (cánulas de mayo) en tamaños del 0 al 7
 - 1 linterna pupilar metálica tipo lapicero
 - 1 estetoscopio
 - 1 tensiómetro, con brazalete para adultos, niño y lactante
 - 1 tijera corta todo (tipo paramédico)
 - 1 manta ignifuga de 203 x 157 cm. de 70% lana y 30% materiales sintéticos
 - 1 linterna de mano de 15 cm. impermeable
 - 25 vendajes adhesivos de 3 x 8 a.m.
 - 2 vendas para trauma de 30 x 76 cm.
 - 25 vendas estériles de 10 x10cm
 - 2 rollos de cinta adhesiva de 12 cm. x 5m.
 - 5 vendas elásticas de 9 cm.
 - 10 vendas triangulares
 - 5 gasas de petrolato de 8x23cm
 - 5 apósitos abdominales de 13x23cm
 - 1 compresa fría de 15x23cm
 - 5 pares de guantes de látex para manejo inicial de pacientes
 - 5 pares de guantes estériles de vinilo
 - 5 mascarillas faciales para boca-nariz
 - 1 frasco de 20ml de alcohol
 - 1 frasco de 20ml de suero fisiológico
 - 1 frasco de 20ml de sablon

- 1 frasco de 20ml de torundas con alcohol
- 1 frasco de 20ml de torundas secas
- 1 libreta pequeña para apuntes
- 1 esferográfico color negro
- 4 bolsas plásticas color negro

- **Equipo Adicional:**

- Una reducción de 2 ½ pulg. a 1 ½ pulg. rosca NST elaborada en bronce.
- Una llave T elaborada en hierro para manipular la válvula de paso de hidrante.
- Un adaptador cromado, doble hembra, giratorio de 4 x 2 ½ pulg. para succión y toma desde hidrante.
- Un adaptador cromado, doble hembra, giratorio de 6 x 4 pulg. y tapón para vaciado posterior del agua.

- **Carrete pre conectado de intervención rápida:**

Un carrete de enrollamiento eléctrico y manual con manivela, con manguera de 100 pies (30.49m) de longitud, de 1 pulgada de diámetro con su respectivo pitón de cierre de bola, mismo que será conectado a un conducto y válvula de accionamiento rápido de 2 pulg. (52mm). El accionamiento de esta válvula será desde el tablero del operador.

- **Angulo de Despegue:**

Se requiere que el ángulo de aproximación y despegue sea de mínimo de 25° para aproximación y despegue.

- **Requerimiento de bomba contra incendios:**

- Se requiere una capacidad estimada mínimo de **350 GPM** (galones por minuto) a una presión neta de la bomba de 150 psi. (libras por pulgada cuadrada). La entrada a bomba será de 4 pulg.

- Se requieren 2 (dos) tomas de succión de 4 pulg. rosca macho NST con sus respectivas tapas cromadas, dichas tomas estarán ubicadas a cada lado del vehículo.
- Se requiere una toma de descarga de 2 ½ pulg. (65mm) rosca macho NST con su respectiva tapa, ubicadas a cada lado del vehículo, con válvula de apertura rápida y un desagüe o válvula de drenado de un mínimo de ¾ de pulg. (19mm) con conexión roscada para drenar fuera la presión de una manguera conectada a las tomas.
- Una toma de descarga de 1 ½ pulgadas rosca macho NST con su tapa respectiva fijada en el área de líneas de mangueras pre conectadas, alimentada por un conducto y válvula de 2 pulgadas de apertura rápida, la cual será controlada desde el tablero del operador.
- Se requiere que el cebador sea capaz de cebar sin lubricante (cebador de tipo seco)
- Se requiere que el tablero de operación de bomba sea elaborado con material anticorrosivo y resistente al impacto, estará ubicado en el lado izquierdo del vehículo, entre el tanque de agua y la cabina del vehículo.

- **Tanque de Agua:**

- La capacidad certificada requerida del tanque será de 1500 galones americanos.
- El tanque será de forma elíptica construido en acero inoxidable AISI 304.
- Se requiere que el indicador de nivel se encuentre ubicado en el tablero del operador de bomba y sea del tipo de luces indicadoras según el nivel del agua en el tanque.
- Se requiere que el tanque sea proporcionado con 4 tomas de 2 ½ pulg. ubicadas individualmente dos a cada lado del tanque, para llenado del mismo.

- Se requiere una toma de descarga rápida del tanque, debe estar ubicada en la parte posterior del vehículo y sea de 6 pulg. rosca NH macho con tapa y su respectiva válvula de apertura rápida. Si el tanque por su diseño no llega hasta la parte posterior de la carrocería, se proporcionaran medios para llevar la descarga hasta ese lugar. La altura desde el suelo hasta el centro de la descarga no podrá ser de menos de 75 cm.
- **Torres de iluminación:**
 - Se requiere que el vehículo cuente con una torre de iluminación de escena de tipo telescópico, de longitud 1.5m, de accionamiento manual, con dos reflectores direccionales

TODOS LOS COMPONENTES (VALVULAS, ACOPLER, REDUCCIONES, CODOS, ILUMINACION) DEBERAN SER HOMOLOGADOS NFPA

TODAS LAS ETIQUETAS DEL TABLERO DEL OPERADOR Y EQUIPO ASOCIADO DEBERAN ESTAR EN IDIOMA CASTELLANO.

2.3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS, REQUERIDAS POR LA NORMA N.F.P.A. 1901 EDICION 2003:

Dado que en las bases precontractuales de la licitación se especifica que de haberse omitido algún requisito de diseño deberá incluirse previa aceptación del C.D.M.Q., se incluye también:

- Maniobrabilidad (con el vehículo totalmente equipado):
 - EL vehículo podrá lograr una velocidad de 55 kph. dentro de 25 seg. En un camino nivelado.
 - El vehículo será capaz de alcanzar una mínima velocidad máxima de 80 kph. en un camino nivelado.

- El vehículo será capaz de mantener una velocidad de por lo menos 30kmh. en cualquier o inclinación del terreno.
- El vehículo será capaz de realizar una parada completa desde una velocidad inicial de 32.2 kph. en una distancia que no exceda 10.7 m medidos, en un camino de superficie dura, nivelada y que esté libre de material suelto, aceite o grasa.
- Un mínimo de 0.6 m³ de compartimientos cerrados resistentes a la corrosión para almacenamiento de equipos.
- El peso del personal des-equipado será calculado a 200 lb por persona.
- No serán permitidos sistemas de apagado automático del motor.
- Al vehículo le será proporcionado un dispositivo audio-visible que alerte de las altas o bajas temperaturas, presión de aceite y voltaje de carga de la batería.
- Los colores permisibles o combinación de colores en cada zona será de acuerdo a la tabla 2.2.1 y la figura 2.2.1.
- Una toma de entrada con acople tipo hembra válvula de 2 ½” y cernidera incluida ubicada en el panel de control.
- Una franja de 96 pulg² de material reflectivo en cada área de conducción o tripulación.

Color	Requiriendo derecho de vía	Bloqueando derecho de vía
Rojo	Cualquier zona	Cualquier zona
Azul	Cualquier zona	Cualquier zona
Amarillo	Cualquier zona excepto A	Cualquier zona
Blanco	Cualquier zona excepto C	No permitido

Tabla 2.2.1: Colores de Zona

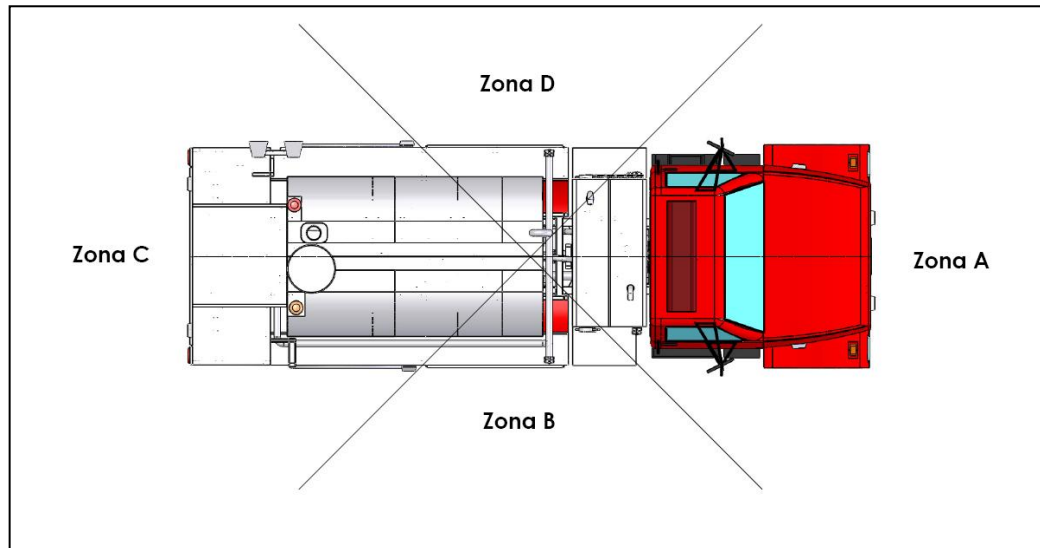


Figura 2.2.1: Zonas de Advertencia para los dispositivos de advertencia ópticos.

- Una franja de 4 pulg. de anchura total en:
 - 50 % de la cabina.
 - 50 % de longitud de la carrocería a cada lado.
 - 50 % del ancho de la parte posterior del vehículo.
 - 25 % del ancho de la parte frontal del vehículo.
- Placa con curva de calibración de la bomba.
- El equipo de advertencia audible no deberá estar montado sobre el techo del vehículo.
- Cada compartimiento del vehículo y de la bomba deberá tener iluminación.
- Todo equipo requerido para ser usado durante una respuesta de emergencia estará asegurado adecuadamente.
- La apertura de acceso en el tablero de la bomba será mínimo de 460 mm en todas las dimensiones.
- Todos los peldaños tendrán un área mínima de 22580 mm², será de tal forma que un disco de 125 mm de diámetro no se doble por ningún lado cuando sea puesto en el peldaño y deberá estar dispuesto para proporcionar al menos 200 mm de espacio entre el borde principal del peldaño y cualquier obstrucción.
- Todos los peldaños, plataformas, o escaleras sostendrán una carga estática mínima de 227 kg sin deformación.

- Cualquier área de almacenamiento de manguera diseñada para llevar mangueras de 2 ½ pulg. O mayor será de un mínimo de 1.5 m en longitud.

2.4.- OTRAS NORMAS A CUMPLIR:

Dentro de la Norma N.F.P.A. 1901 edición 2003 se especifica que esta hace referencia a fragmentos de otras normas, es así que refiere algunas normas de diseño para la mayoría de los elementos de un auto bomba, pero en ningún caso se toma en cuenta los esfuerzos dinámicos que se dan en el tanque, por el movimiento del mismo. Actualmente existe una entidad que regula el transporte de todo tipo de sustancia ya sean sólidos, líquidos, gases, etc. a nivel internacional esta entidad es Departamento de Transporte DOT.

Ya que este código no contempla el transporte de sustancias que no sean peligrosas tomaremos en cuenta la similitud de los esfuerzos que se dan en un tanque de transporte de una sustancia peligrosa para asociarlos al presente diseño.

CAPÍTULO 3

DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

3.1.- TANQUE:

En un vehículo de estas características se tienen diversas cargas (estáticas y dinámicas), siendo las más relevantes para el diseño las cargas dinámicas que se generan por el movimiento del fluido dentro del tanque, es así que se puede enumerarlas a todas ellas:

- La presión hidrostática, que ejerce el fluido sobre el tanque.
- Cargas por el peso del agua.
- Cargas por viento.
- Cargas por aceleración y frenado.
- Cargas generadas por el movimiento del fluido en el transporte.

Todas estas cargas serán calculadas y posteriormente se simularán en un programa de estudios estructural mediante elementos finitos (FEA), para validar el diseño.

3.1.1.- CARGAS POR VIENTO:

Las cargas por viento que se tomarán en cuenta para el diseño del tanque son dos:

- La carga por viento que recibe el tanque por la parte frontal. Dicha carga podría ser despreciada por la aerodinámica de la cabina, la cual va a romper la presión de viento contra el tanque.

CASO1

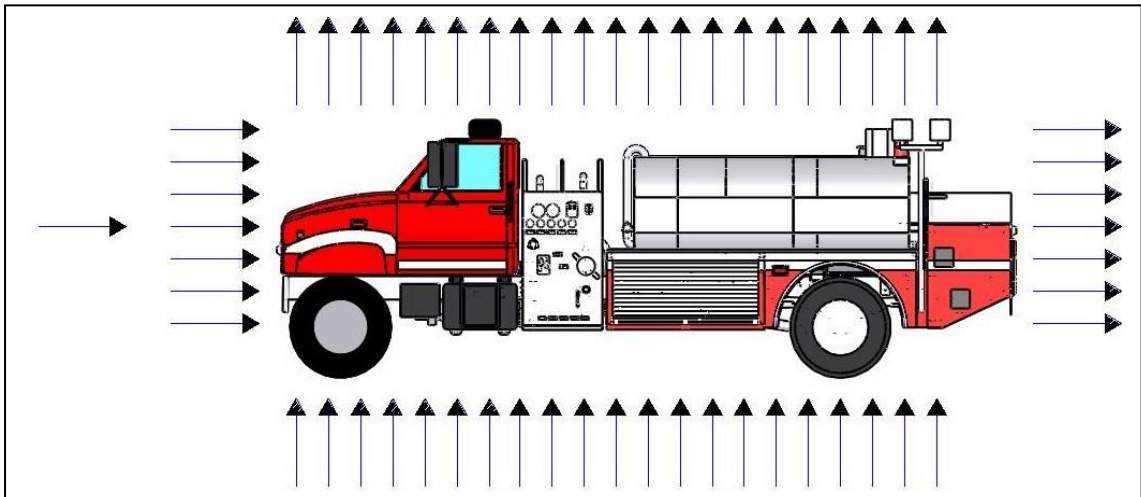


Figura 3.1: Esquema de Barlovento y Sotavento que se generan en la parte delantera del tanque.

- Cargas que se generan en la parte lateral del tanque

CASO 2

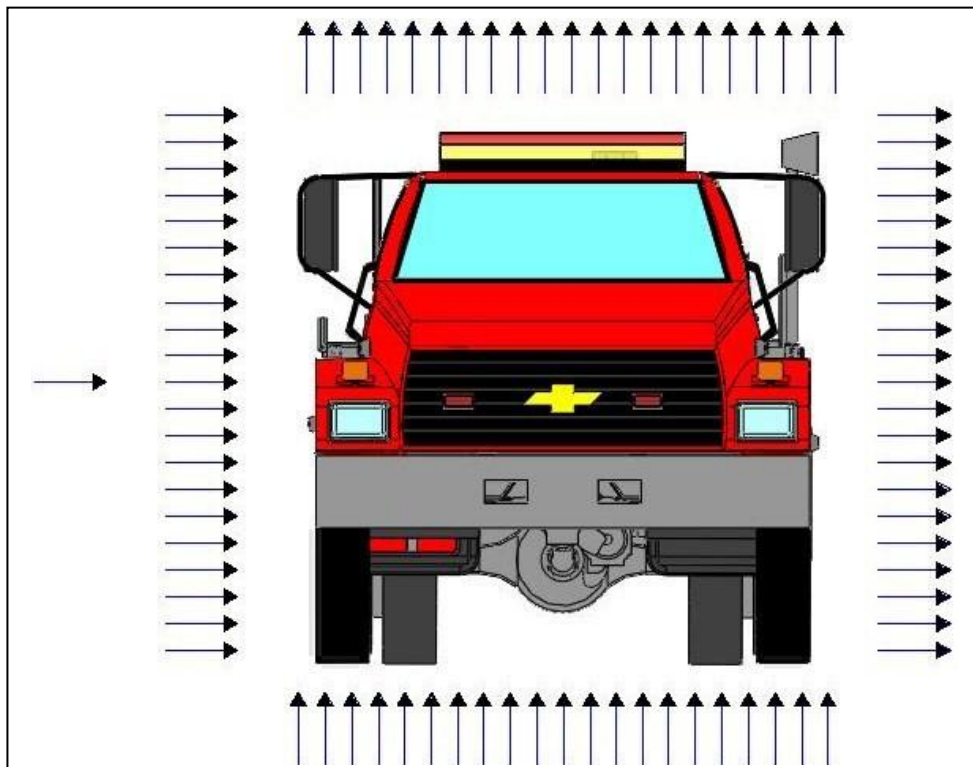


Figura 3.2: Esquema de Barlovento y Sotavento que se generan en la parte lateral del tanque.

El código ASCE (Minimum Design Loads for Buildings and other Structures), nos recomienda que un valor medio de velocidad de viento para diseño es 110 MPH.

La fuerza estática que se genera debido a la presión del aire se calcula con la fórmula:

$$F := q \cdot G \cdot C_f \cdot A_{\text{proy1}} \quad (3.1)$$

Donde:

q = Velocidad de la presión de aire.

G = Factor de ráfaga.

C_f = Coeficiente de fuerza.

A_{proy1} = Área proyectada.

- ✓ La velocidad de presión de viento se calcula mediante la fórmula:

$$q := 0.00256 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot I \cdot V_v^2 \quad (3.2)$$

Donde:

k_z = Factor de exposición de presión a una altura dada.

k_{zt} = Factor topográfico.

I = Factor de importancia.

V_v = Velocidad del viento.

- El factor de exposición se encuentra en la tabla 6.3 del código ASCE, mediante la altura del tanque $h_{\text{tank}}=1179$ [mm] y el tipo de caso D que es el correspondiente a este diseño $k_z=1.03$.
- En ambos casos tomaremos un factor topográfico de $k_{zt}=1$, ya que los vehículos se encontraran en diferentes zonas del distrito metropolitano de Quito.
- El factor de importancia de acuerdo a la categoría de diseño II es de $I=1$.

- ✓ El factor de ráfaga G por una exposición de tipo D es de 0.85.

✓ El coeficiente de fuerza es de $C_f=0.85$ para elipses.

Caso 1:

Area proyectada del tanque cara frontal:

$$A_{\text{proy1}} := 21.046 \text{ [ft}^2\text{]}$$

Presión de la velocidad de viento:

$$W := 110 \text{ [mph]}$$

$$I := 1$$

$$k_z := 1.03$$

$$k_{zt} := 1$$

$$q := 0.00256 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot I \cdot W^2$$

$$q = 31.905 \text{ [lb/pies}^2\text{]}$$

Fuerza ejercida por el viento

$$G := 0.8$$

$$C_f := 0.85$$

$$F := q \cdot G \cdot C_f \cdot A_{\text{proy1}}$$

$$F = 456.605 \text{ [lb]}$$

$$F := F \cdot \frac{1}{2.20422}$$

$$F = 207.151 \text{ [kg]}$$

Caso 2

Area proyectada del tanque cara lateral

$$A_{\text{proy1}} := 37.4583 \text{ [ft}^2\text{]}$$

Presión de la velocidad de viento:

$$V_w := 110 \text{ [mph]}$$

$$I := 1$$

$$k_z := 1.03$$

$$k_{zt} := 1$$

$$q := 0.00256 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot I \cdot V_w^2$$

$$q = 31.905 \text{ [lb/pies}^2\text{]}$$

Fuerza ejercida por el viento

$$G := 0.8$$

$$C_f := 0.85$$

$$F := q \cdot G \cdot C_f \cdot A_{\text{proy1}}$$

$$F = 812.68 \text{ [lb]}$$

$$F := F \cdot \frac{1}{2.20422}$$

$$F = 368.693 \text{ [kg]}$$

3.1.2.- CARGAS VIVAS (DINAMICAS):

Las cargas vivas en tu tanque de estas características son aquella generadas por la aceleración, desaceleración, y cuando el vehículo genere un salto por la irregularidad del piso. Estas fuerzas se aplican sobre las paredes del tanque, generando cargas longitudinales, laterales y verticales.

La presión hidrostática es una carga importante en el cálculo de la resistencia del tanque, la cual se calcula:

$$\delta_{H_2O} := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h_{\text{Tank}} := 1200 \text{ mm}$$

$$P_h := \delta_{H_2O} \cdot g \cdot h_{\text{Tank}}$$

$$P_h = 1.707 \cdot \text{psi}$$

El código DOT especifica que se debe considerar cargas generadas por el movimiento del fluido dentro del tanque y también se deben encontrar las cargas por riesgos de accidentes.

La consideración para una carga de prevención de accidente es de 2.45 m/s^2 que es un cuarto de la aceleración de la gravedad. Esta carga debe ser simulada en todos los baffles y una de las tapas, ya que se efectuaría en aceleración o frenado del auto tanque.

Fuerza ejercida por riesgo de accidente:

$$NBaffles := 2$$

$$Vol := 1500 \text{ ga}$$

$$MH2O := \rho_{H2O} \cdot Vol$$

$$MH2O = 5.678 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$MTanque := 1190.03 \text{ kg}$$

$$MTOTAL := MH2O + MTanque$$

$$MTOTAL = 6.868 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$g1 := 0.25 \cdot 9.98 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$Fra := \frac{MH2O}{NBaffles + 1} \cdot g1$$

$$Fra = 4.722 \times 10^3 \text{ N}$$

Carga vertical debido a los saltos del vehículo:

$$Frs := MH2O \cdot g1$$

$$Frs = 1.417 \times 10^4 \text{ N}$$

A más de estas cargas es importante tomar en consideración la carga a la que va estar sujeto el tanque cada vez que el vehículo acelere o desacelere, para dicha consideración tomaremos en cuenta el desempeño del vehículo que debe ser de alcanzar una velocidad 55 kph en 25 segundos.

Con estos datos se calcula la aceleración:

$$a_1 := \frac{(V_f - V_o)}{t_f}$$

Donde:

V_f = Velocidad final del auto tanque.

V_o = Velocidad inicial del auto tanque.

t_f = Tiempo de demora en alcanzar V_f .

$$V_f := 55 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

$$V_o := 0 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

$$t_f := 25\text{s}$$

$$a_1 := \frac{(V_f - V_o)}{t_f}$$

$$a_1 = 0.611 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Fuerza generada al arrancar o frenar:

$$F_{ad} := \frac{MH_{2O}}{NB_{afles} + 1} \cdot a_1$$

$$F_{ad} = 1.157 \times 10^3 \text{ N}$$

Esta fuerza se suma a la carga por riesgo de accidentes, siendo esta la mayor de acuerdo al código DOT.

3.1.3.- CARGAS MUERTAS:

Las cargas muertas que aplican al diseño del tanque son las generadas por el peso del fluido (agua), más el peso de accesorios y el peso mismo del tanque.

3.1.4.- COMBINACIÓN DE CARGAS:

Una vez obtenidas las cargas vivas, muertas y de viento se introduce en un programa de cálculo estructural para validar el diseño del mismo.

El siguiente esquema muestra el diagrama de cargas que se debe validar.

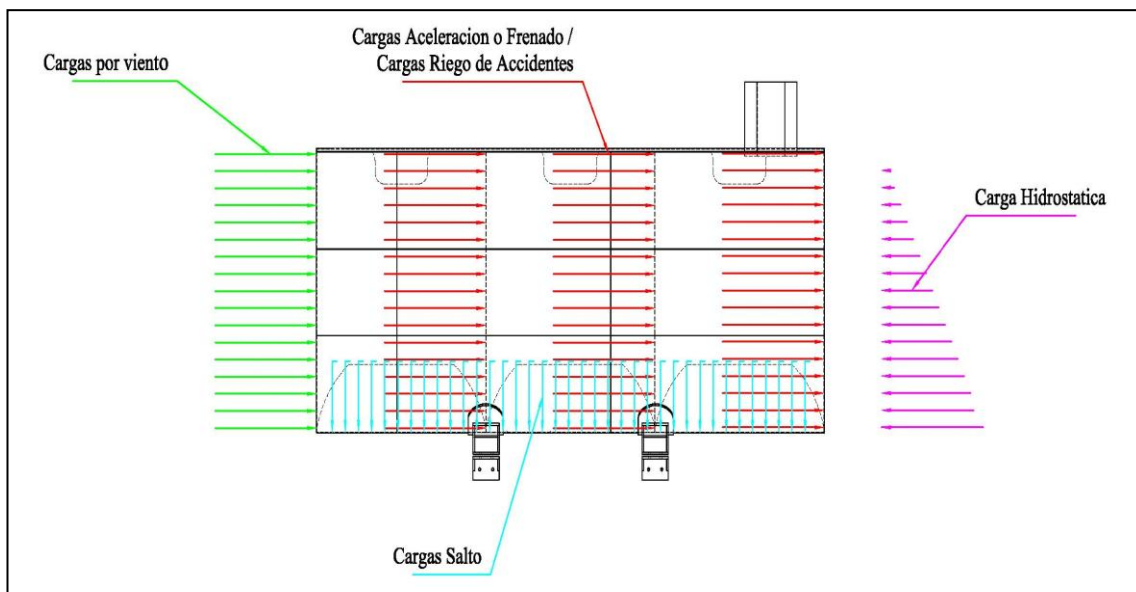


Figura 3.3: Esquema de Combinación de Cargas.

El software de diseño estructural que se usara es Cosmos Works 2006, dicho software está en la capacidad de facilitar al diseñador la simulación de diversas cargas en un elemento, así como el comportamiento que tendrá el mismo.

3.1.5.- ESFUERZOS PERMISIBLES MAXIMOS:

Los esfuerzos permisibles máximos para el diseño del tanque, están especificados en el código DOT, en las especificaciones generales de diseño de tanques transportados por vehículos y que estén sometidos solo a presión atmosférica se indica que el máximo esfuerzo de diseño calculado no deberá exceder el 25% del esfuerzo de tensión del material usado para el diseño.

3.1.6.- ESFUERZOS NORMALES DE OPERACION:

Las cargas normales de operación esta definidas por la combinación del máximo esfuerzo principal y el esfuerzo sobre el cuerpo del tanque.

El máximo esfuerzo principal en cualquier punto se lo puede determinar por la siguiente fórmula:

$$\sigma = 0.5(Sy + Sx) \pm [0.25(Sy + Sx)^2 + Ss^2]^{0.5} \quad (3.3)$$

σ = Máximo esfuerzo principal en cualquier punto proveniente de la carga estática y la operación normal.

Sy = Esfuerzo circunferencial generado por la presión máxima de trabajo permitida y la presión externa, cuando sea aplicable, mas la cabeza de presión hidrostática en psi.

Sx = Esfuerzo longitudinal neto generado por las siguientes cargas estáticas y cargas generadas en condiciones normales de operación:

1. El esfuerzo longitudinal resultado de la presión máxima de trabajo permitida y la presión externa de ser el caso, mas la cabeza de presión estática, en combinación con el esfuerzo de flexión generado por el peso

¹ Código DOT, 178.345-3 página 837

del tanque totalmente cargado, elementos estructurales, equipamientos y accesorios que soporta las paredes del tanque.

2. El esfuerzo de tensión o compresión resultado de la aceleración o desaceleración en condiciones normales de operación. En cada caso las fuerzas aplicadas deben ser 0.35 veces la reacción vertical que ejerce la carretera y que es transmitida a las paredes del tanque a través de la suspensión del vehículo durante las operaciones de aceleración y desaceleración. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque. Las siguientes cargas deben estar incluidas en dicho análisis:
 - a. La carga axial generada por la fuerza de desaceleración.
 - b. El momento de flexión generado por la fuerza de desaceleración.
 - c. La carga axial generada por una fuerza de aceleración.
 - d. El momento de flexión generado por la fuerza de aceleración.
3. El esfuerzo de tensión o compresión generado por el momento de flexión resultado de la fuerza de aceleración normal de operación vertical es igual 0.35 veces la reacción vertical que ejerce la carretera y que es transmitida a las paredes del tanque a través de la suspensión del vehículo. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.

S_s = Esfuerzo cortante generado por las siguientes cargas estáticas y cargas generadas en condiciones normales de operación:

1. El esfuerzo cortante estático resultado de la reacción vertical del sistema de suspensión o los anclajes y miembros de soporte si existen. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.
2. El esfuerzo cortante vertical generado por una fuerza de aceleración en condiciones normales de operación es igual a 0.35 veces la reacción vertical del sistema de suspensión, o los anclajes y miembros de soporte

si existen. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.

3. El esfuerzo cortante lateral generado por una fuerza lateral de aceleración en condiciones normales de operación que es igual a 0.2 veces la reacción vertical del sistema de suspensión aplicada a la superficie de la carretera y que es transmitida a las paredes del tanque a través del mismo sistema de suspensión o anclajes y miembros de soporte del tanque si existen. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.
4. El esfuerzo cortante torsional generado por las mismas fuerzas laterales descritas en los párrafos anteriores.

3.1.7.- ESFUERZOS DINAMICOS EXTREMOS:

Los esfuerzos dinámicos extremos son direccionados al tanque a través de todos los componentes de anclaje y son resultado de fuerzas dinámicas extremas. El esfuerzo efectivo (máximo esfuerzo principal en cualquier punto) debe ser determinado con la siguiente fórmula:

$$\sigma = 0.5(Sy + Sx) \pm [0.25(Sy + Sx)^2 + Ss^2]^{0.5} \quad (3.4)$$

σ = Esfuerzo efectivo en cualquier punto proveniente de una combinación de cargas estáticas y dinámicas que pueden estar actuando al mismo tiempo.

Sy = Esfuerzo circunferencial generado por la presión máxima de trabajo permitida y la presión externa, cuando sea aplicable, mas la cabeza de presión hidrostática en psi.

² Código DOT, 178.345-3 página 837

S_x = Esfuerzo longitudinal neto generado por las siguientes cargas estáticas y cargas dinámicas generadas en condiciones normales de operación:

1. El esfuerzo longitudinal resultado de la presión máxima de trabajo permitida y la presión externa de ser el caso, mas la cabeza de presión estática, en combinación con el esfuerzo de flexión generado por el peso del tanque totalmente cargado, elementos estructurales, equipamientos y accesorios que soporta las paredes del tanque.
2. El esfuerzo de tensión o compresión resultado de la aceleración o desaceleración extrema. En cada caso las fuerzas aplicadas deben ser 0.7 veces la reacción vertical que ejerce la carretera y que es transmitida a las paredes del tanque a través de la suspensión del vehículo durante las operaciones de aceleración y desaceleración. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque. Las siguientes cargas deben estar incluidas en dicho análisis:
 - a. La carga axial generada por la fuerza de desaceleración.
 - b. El momento de flexión generado por la fuerza de desaceleración.
 - c. La carga axial generada por una fuerza de aceleración.
 - d. El momento de flexión generado por la fuerza de aceleración.
3. El esfuerzo de tensión o compresión generado por el momento de flexión resultado de la fuerza extrema de aceleración es igual 0.7 veces la reacción vertical que ejerce la carretera y que es transmitida a las paredes del tanque a través de la suspensión del vehículo. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.

S_s = Esfuerzo cortante generado por las siguientes cargas estáticas y cargas dinámicas extremas:

1. El esfuerzo cortante estático resultado de la reacción vertical del sistema de suspensión o los anclajes y miembros de soporte si existen. La

reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.

2. El esfuerzo cortante vertical generado por una fuerza de aceleración extrema es igual a 0.7 veces la reacción vertical del sistema de suspensión, o los anclajes y miembros de soporte si existen. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.
3. El esfuerzo cortante lateral generado por una fuerza lateral de aceleración extrema es igual a 0.4 veces la reacción vertical del sistema de suspensión aplicada a la superficie de la carretera y que es transmitida a las paredes del tanque a través del mismo sistema de suspensión o anclajes y miembros de soporte del tanque si existen. La reacción vertical debe ser calculada basándose en el peso estático del tanque totalmente cargado con todos sus componentes estructurales, equipos y accesorios que soporten las paredes del tanque.
4. El esfuerzo cortante torsional generado por las mismas fuerzas laterales descritas en los párrafos anteriores.

3.1.8.- MATERIAL:

De acuerdo a la licitación realizada por el C.B.D.Q, el tanque deberá realizarse en acero inoxidable AISI 304, y por condiciones de un sobrante de material de un proyecto anterior en la empresa auspiciante el espesor será de 6mm. Dicho material esta en formato estándar es decir 1220mm x 2440mm

Tabla 3.1.1: Propiedades Acero AISI 304

PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD
Modulo de Elasticidad	190000	N/mm ²
Coficiente Poisson	0.29	N/A
Modulo de Rigidez	75000	N/mm ²
Densidad	8000	Kg/m ³
Resistencia Final a la Tracción	517.017	N/mm ²
Resistencia Fluencia	206.807	N/mm ²

FUENTE: Base de Datos COSMOSWORKS 2006.

3.1.9.- CUERPO:

El cuerpo del tanque tiene restricciones en cuanto a la forma por cuanto en la licitación presentada por el C.B.D.M.Q el tanque debe ser forma elíptica, además de esto tenemos una restricción en el dimensionamiento del mismo ya que por razones de ahorro de tiempo se pretende conformar el cuerpo del tanque soldado previamente, siendo la longitud máxima de conformado de la maquina a usarse 2900 mm. Las cargas aplicadas para la simulación estructural son:

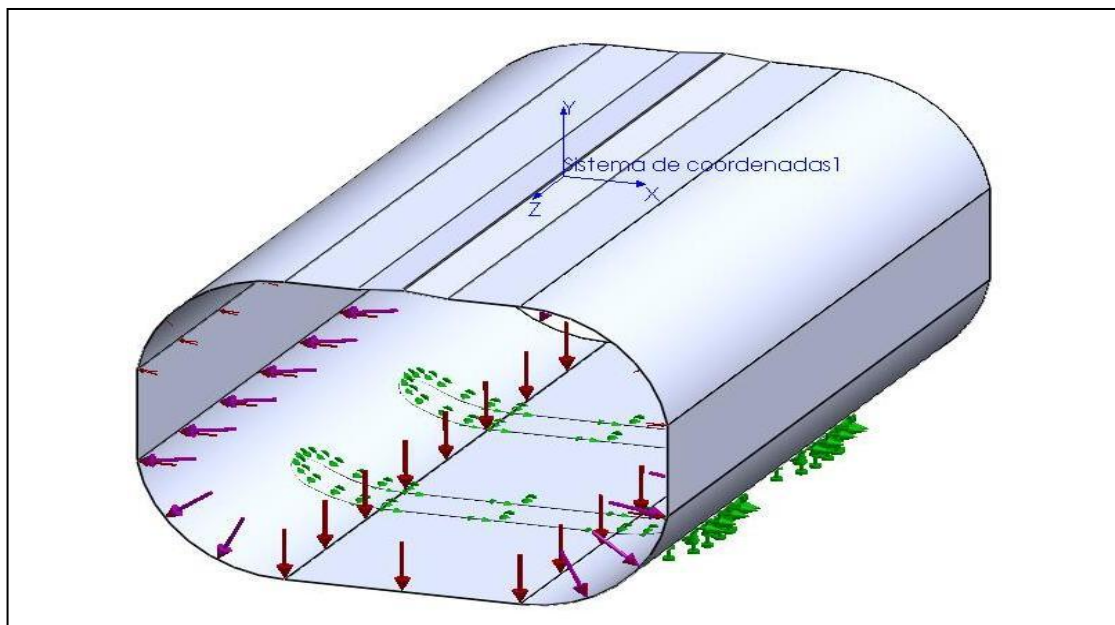


Figura 3.4: Esquema de Distribución de Cargas del Cuerpo.

- Carga hidrostática del fluido 1.707 PSI
- Carga generada por la aceleración de la masa de fluido al momento de que el vehículo pase por un defecto en la superficie de la carretera 14170 N.
- Las restricciones son las posiciones de los refuerzos de las sillas.

3.1.9.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:



Figura 3.5: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (a)

Esfuerzo Máximo: 1428 [Mpa]

Factor de Seguridad:

$$S_y := 207 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{\max} := 1428 \quad [\text{MPa}]$$

$$FS := \frac{S_y}{\sigma_{\max}}$$

$$FS = 0.362$$

Este factor de seguridad es aceptado, ya que como se ve en las Figuras de Distribución de Carga el punto más crítico es en los lugares donde se colocaran los espejos que cumplen una tarea de rigidizar el tanque también.

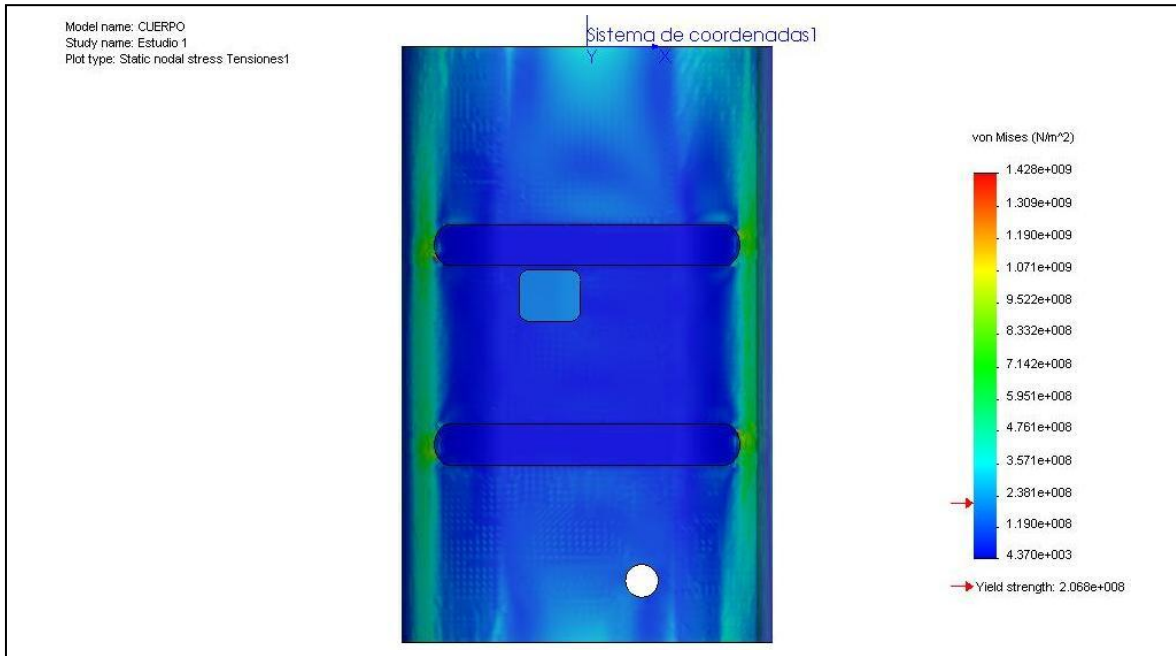


Figura 3.6: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (b)

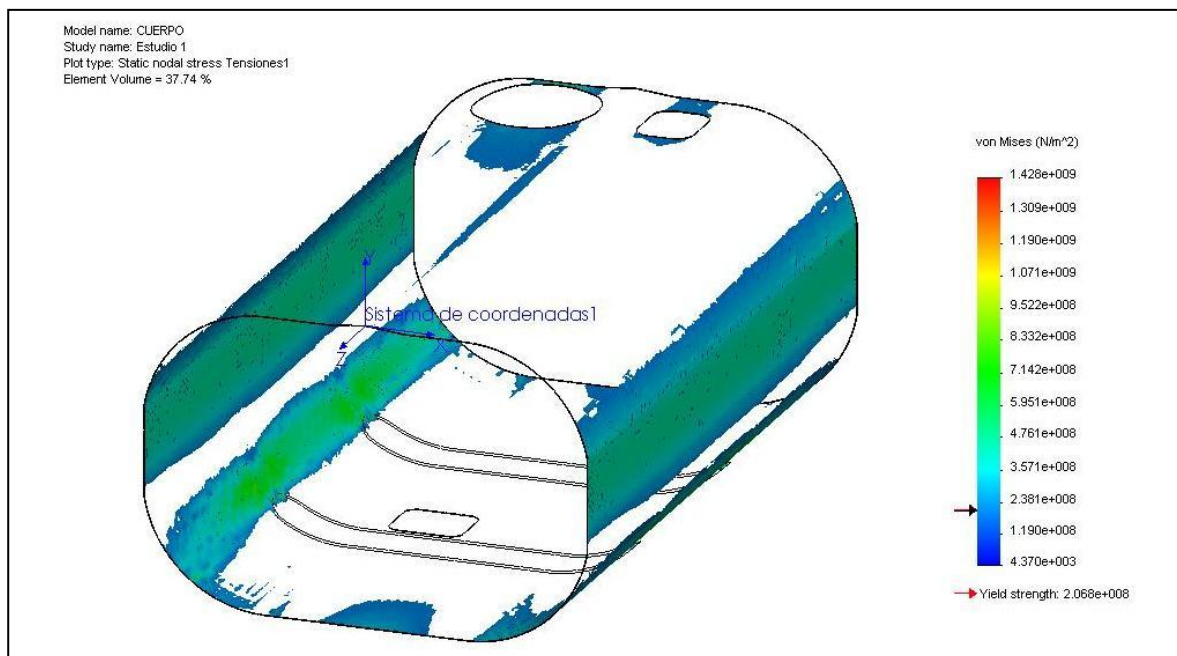


Figura 3.7: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (c)

Como se puede observar solo el 37,74 % de todo el tanque está sometido a esfuerzos superiores al esfuerzo de fluencia del material, se debe recordar que el presente trabajo esta trabajándose bajo Norma DOT la cual se refiere solo a transporte de materiales peligrosos por lo cual sus exigencias son superiores a los deseadas.

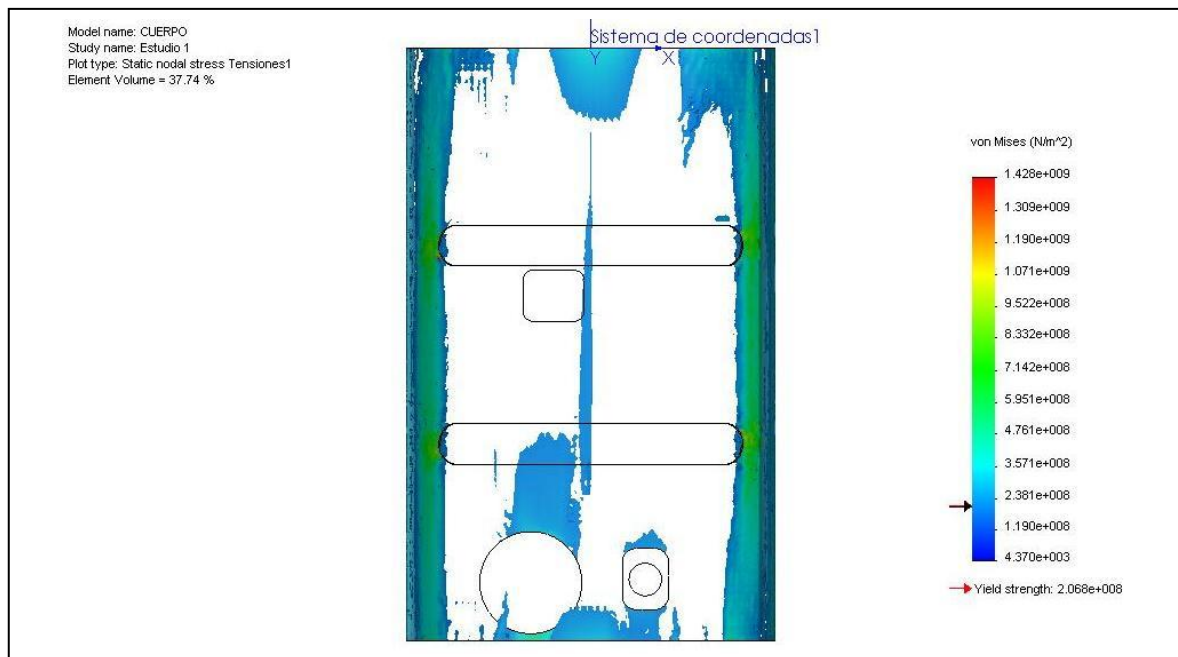
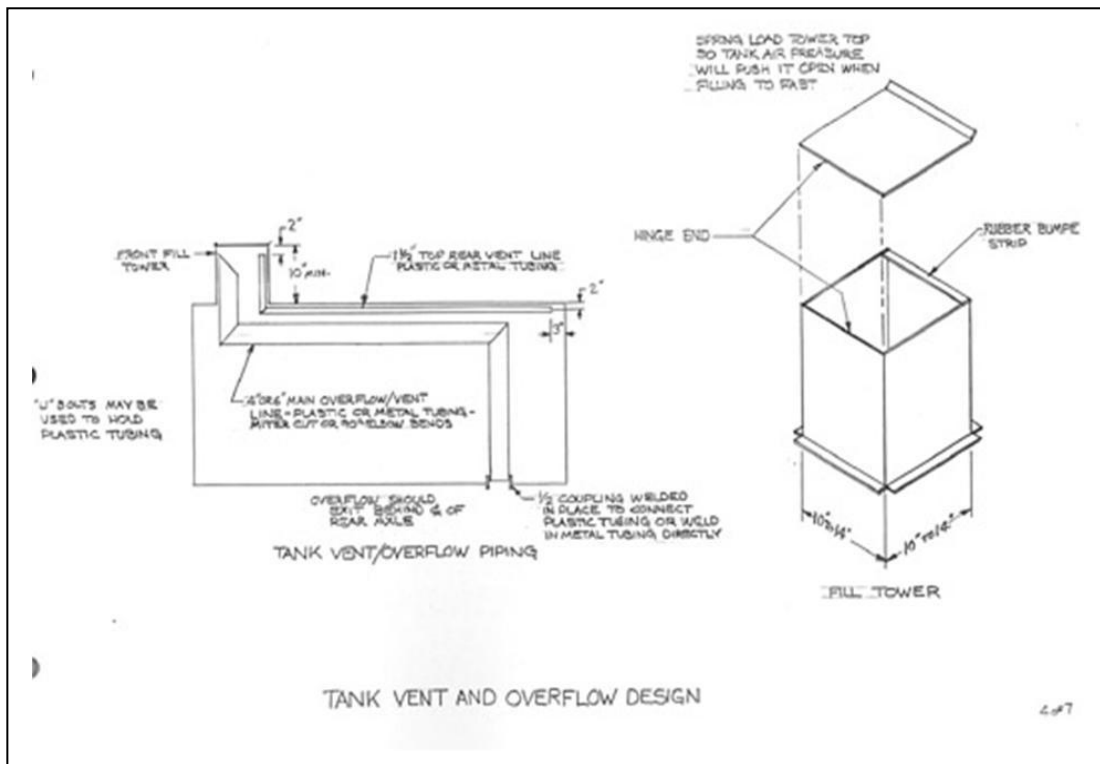


Figura 3.8: Distribución de Esfuerzos Cuerpo (d)

3.1.10.- VENTEO/SOBRELLENADO:

De acuerdo al literal 19.4.2 de la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, el tanque debe ser provisto de un agujero de sobrellenado y venteo con un radio equivalente al de la descarga máxima, este agujero deberá dirigir cualquier exceso de agua a la parte posterior del eje trasero de modo de no interferir con la tracción posterior del vehículo. Como se mostro en el capítulo anterior el diseño concurrente base para el presente trabajo, expresa que el benchmarking y alianzas estratégicas pueden ser herramientas importantes a la hora de diseñar nuevos productos.

Es así que con la experiencia de especialistas en el diseño de vehículos para rescate se tomo el siguiente diseño del agujero de venteo y sobrellenado como base.

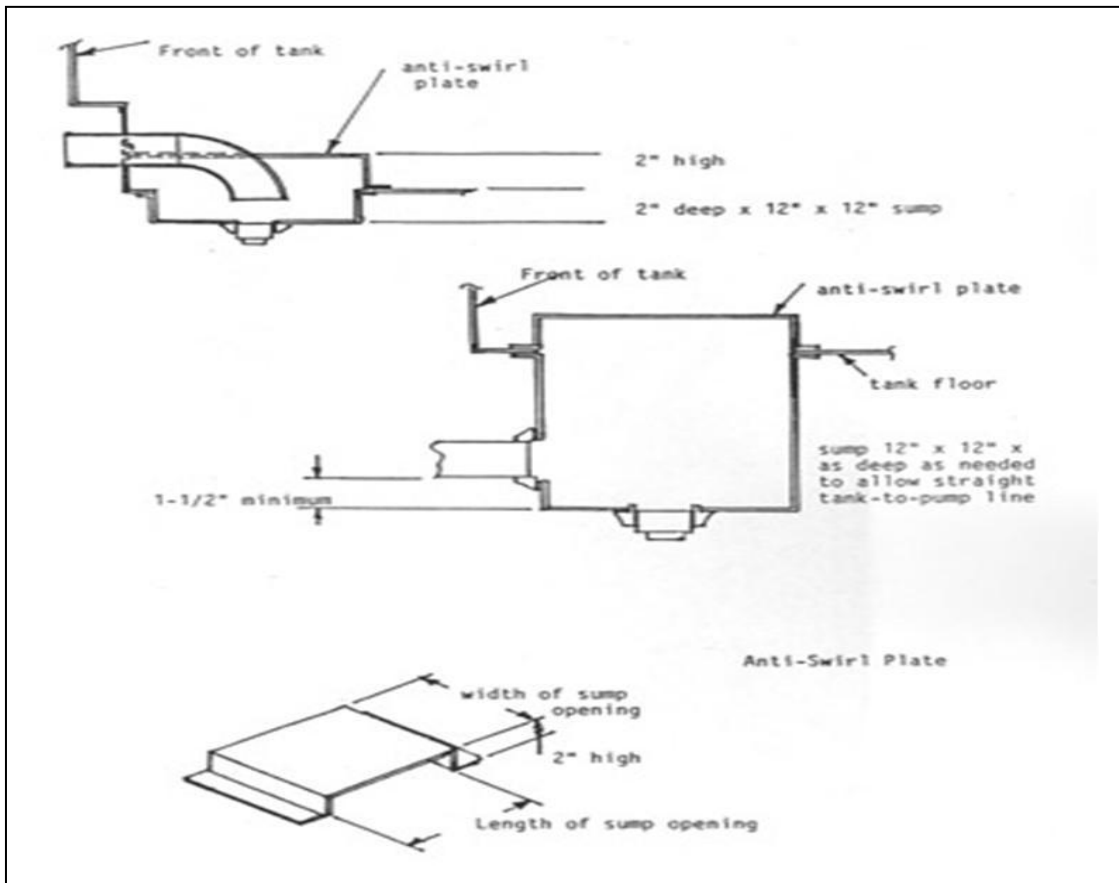


FUENTE: HALE INDEX CORPORATION

Figura 3.9: Esquema Venteo y Sobrellenado

3.1.11.- SUMIDERO:

En conformidad con el literal 19.2.6 de la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, se debe proporcionar un sumidero para limpieza del tanque, con un tapón de 3" o más, y si este sirve para la conexión de TANQUE – BOMBA el diseño prevendrá que el lodo o escombros ingresen a la bomba. Como en el caso del orificio de venteo y sobrellenado tomaremos como base el diseño de HALE INDEX CORPORATION para adaptarlo a nuestro caso.



FUENTE: HALE INDEX CORPORATION

Figura 3.10: Esquema Sumidero

3.1.12.- ESPEJOS O ROMPEOLAS:

Según el literal 19.2.5 de la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, todos los tanques de agua deben estar provistos de espejos o rompeolas particionados de modo que brinden contención con un método dinámico del control del movimiento del agua. La Norma especifica que:

1. Debe haber una distancia máxima de 1220 mm entre cualquier combinación de paredes verticales del tanque y los rompeolas.
2. Cada espejo o rompeolas cubrirá al menos un 75 % del área del plano que contiene el rompeolas.

La carga utilizada para hacer el estudio estructural es:

- Carga por Riesgo de Accidentes, 2361 N.

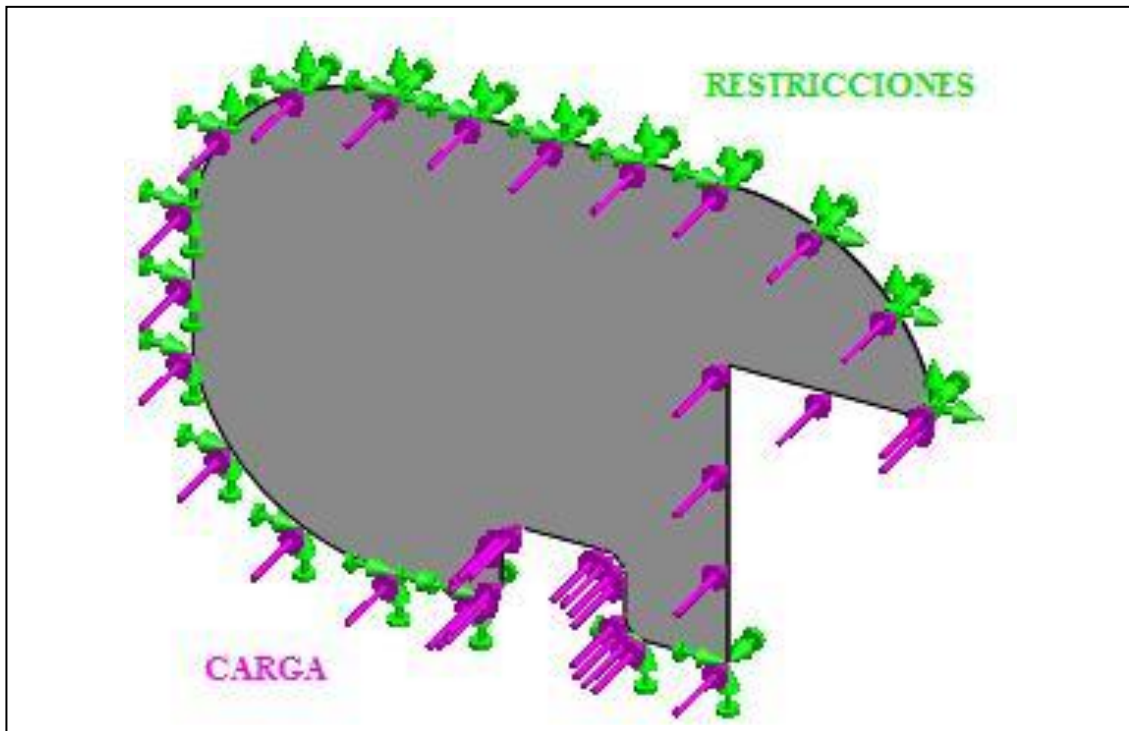


Figura 3.11: Esquema de Distribución de Cargas Espejos.

- Las restricciones son los lugares donde el espejo va estar soldado al tanque.

3.1.12.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:

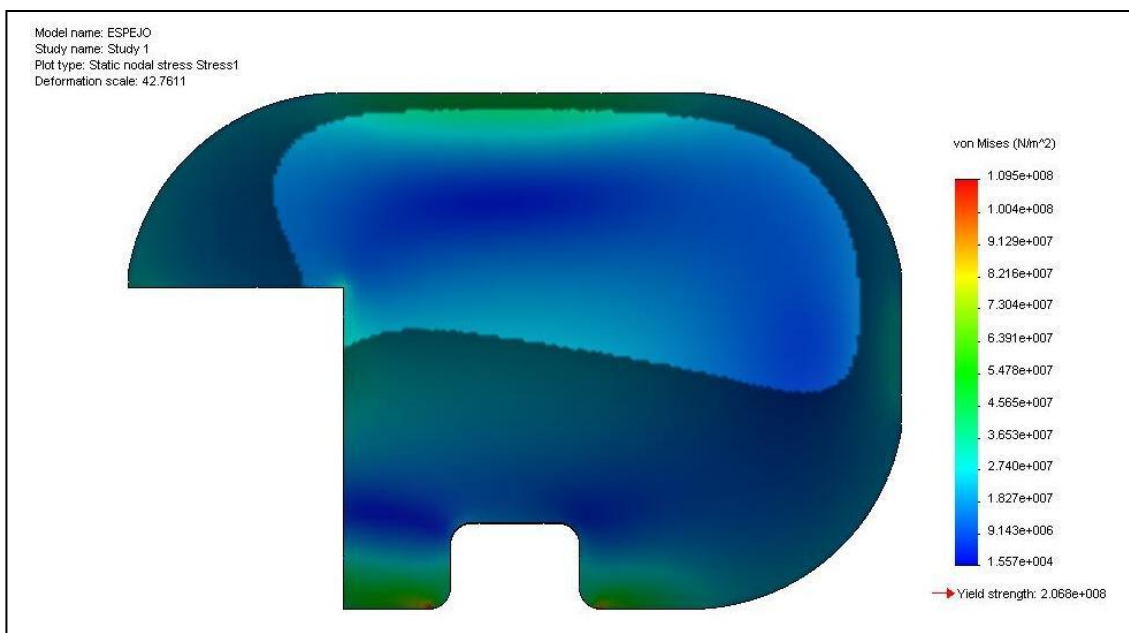


Figura 3.12: Distribución de Esfuerzos Espejo (a)

Esfuerzo Máximo: 109 [Mpa]

Factor de seguridad:

$$S_y := 207 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{\text{max}} := 100 \quad [\text{MPa}]$$

$$FS := \frac{S_y}{\sigma_{\text{max}}}$$

$$FS = 2.07$$

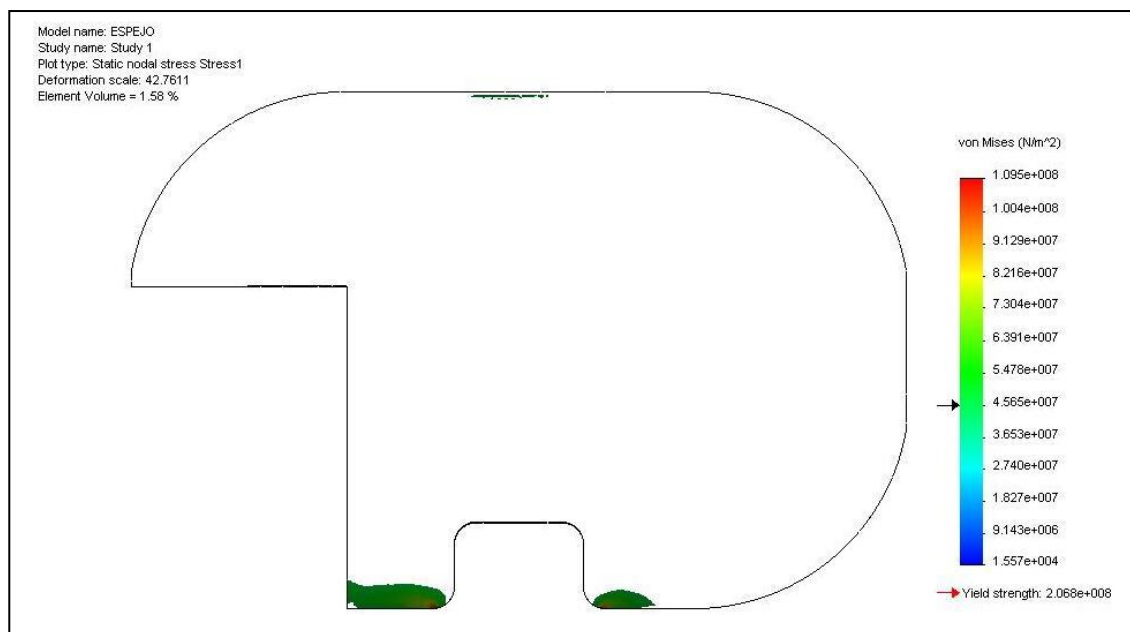


Figura 3.13: Distribución de Esfuerzos Espejo (b)

Este factor de seguridad es aceptado ya que como se ve en la figura tan solo un 1.58% de toda la estructura del espejo está sometido a esfuerzos cercanos al esfuerzo máximo mencionado, siendo estos de tal magnitud que no son perjudicial a la integridad del mismo.

3.1.13.- TAPAS:

Las cargas para la simulación estructural de las tapas son las siguientes:

- Carga Hidrostática 1.707 PSI.
- Carga por Riesgo de Accidentes 4722 N.
- Carga por Aceleración o Frenado 1157 N.
- Las Restricciones son los lugares donde la tapa va estar soldada al cuerpo del tanque.

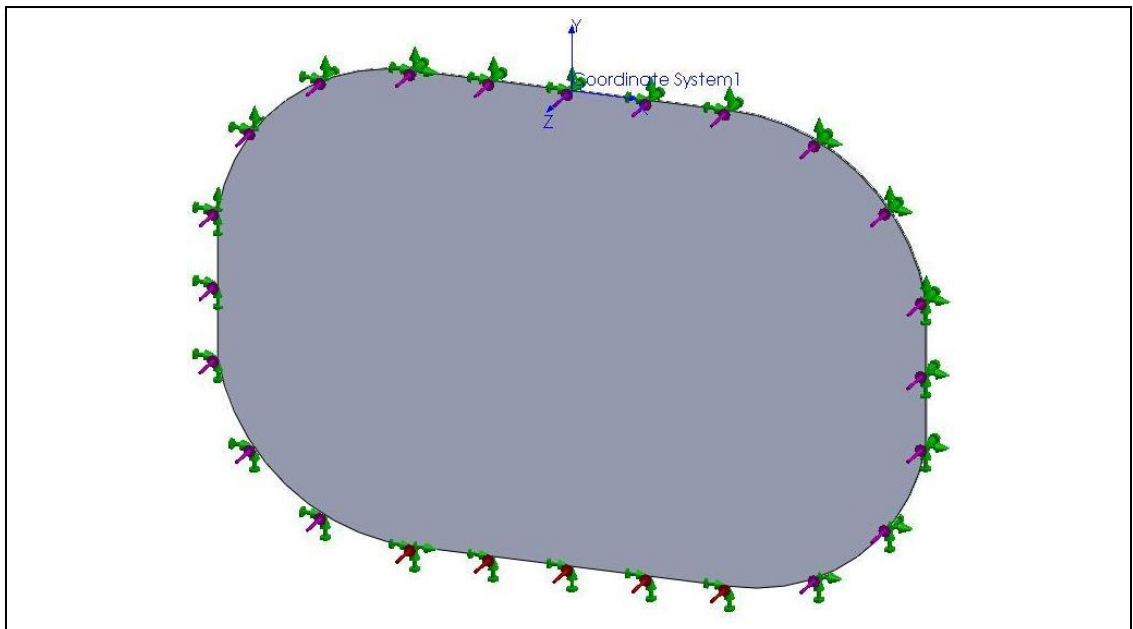


Figura 3.14: Esquema Distribución de Cargas Tapas.

3.1.13.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:

Esfuerzo máximo: 93.3 [MPa]

Factor de Seguridad:

$S_y := 207$ [MPa]

$\sigma_{max} := 93.3$ [MPa]

$$FS := \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

FS = 2.219

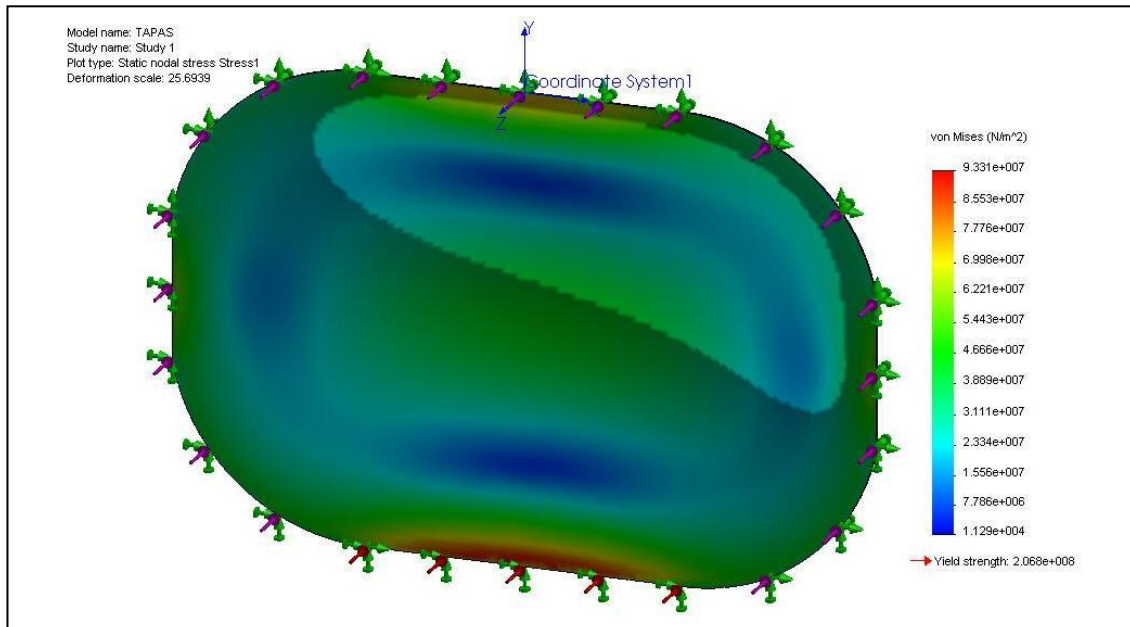


Figura 3.15: Distribución de Esfuerzos Tapas (a).

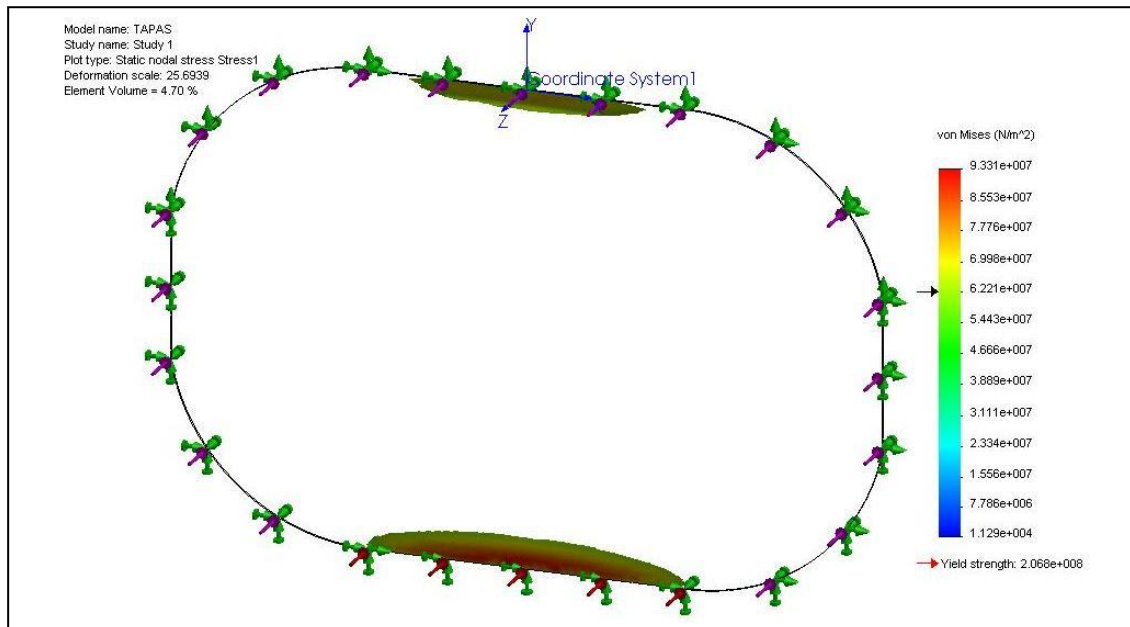


Figura 3.16: Distribución de Esfuerzos Tapas (b).

El Factor de Seguridad es aceptado ya que menos 4.7 % de la estructura de la tapa está sometida a esfuerzos cercanos al máximo, siendo estos de tal magnitud que no son perjudiciales para la integridad del misma.

3.1.14.- VALIDACION TANQUE:

Una vez analizados todos los elementos de manera independiente se debe validar el ensamble del tanque con todos sus componentes. Las cargas que van estar presentes en la simulación estructural son:

- Carga Hidrostática en el fondo del tanque 1.707 PSI.
- Carga por Riesgo de Accidentes aplicada sobre las tapas y espejos 4722 N.
- Carga por Aceleración o Frenado aplicada sobre las tapas y espejos 1157 N.
- Carga generada por la aceleración de la masa de fluido al momento de que el vehículo pase por un defecto en la superficie de la carretera 14170 N.
- Las restricciones son los lugares donde están posicionadas las sillas del tanque.

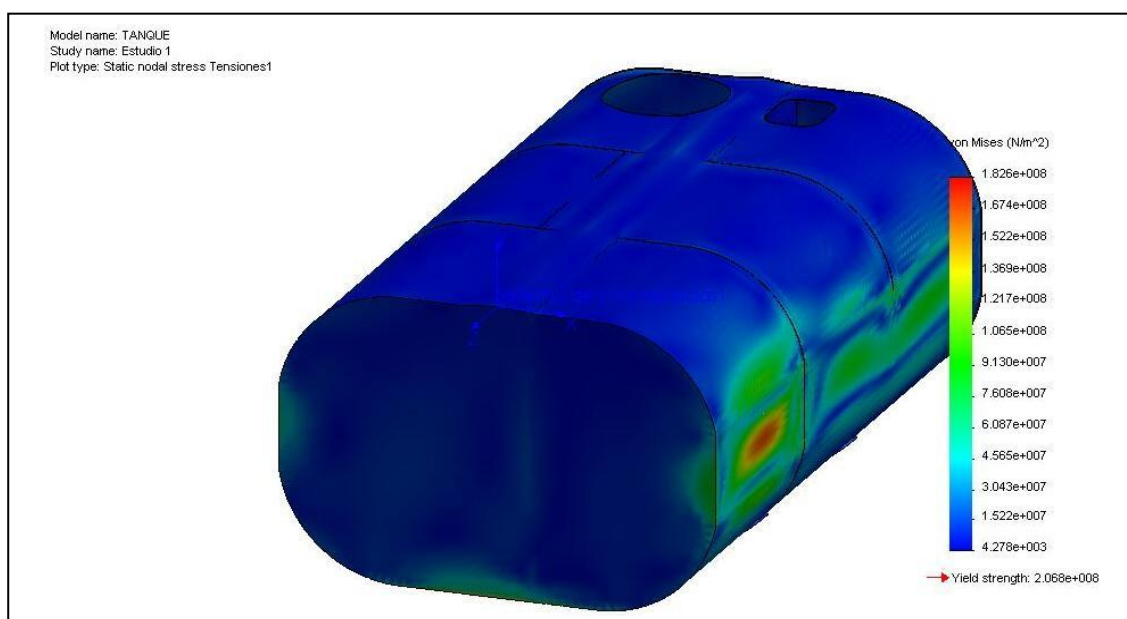


Figura 3.17: Distribución de Esfuerzos Ensamble Tanque (a).

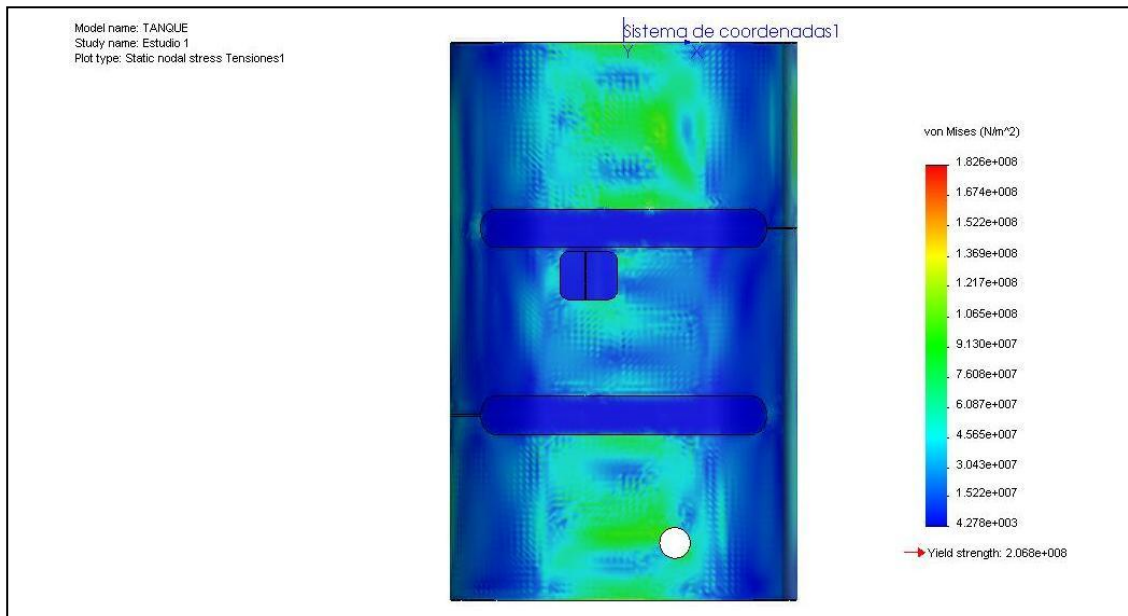


Figura 3.18: Distribución de Esfuerzos Ensamble Tanque (b).

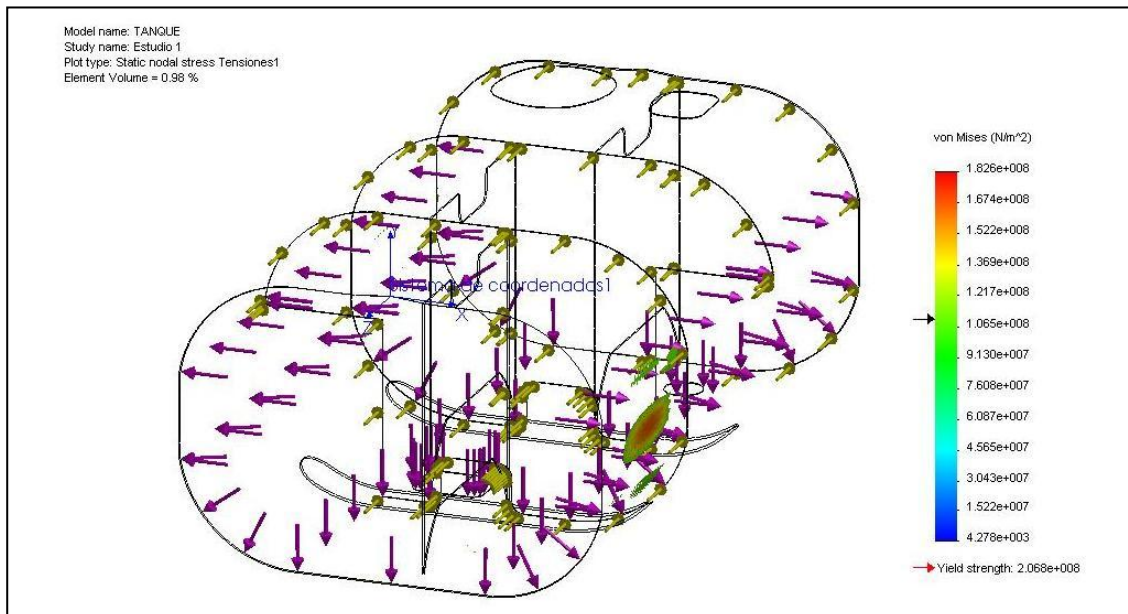


Figura 3.19: Distribución de Esfuerzos Ensamble Tanque (c).

3.1.14.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:

Esfuerzo Máximo: 182.6 [MPa]

Factor de Seguridad:

$$S_y := 207 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{\max} := 182 \quad [\text{MPa}]$$

$$FS := \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

$$FS = 1.137$$

El factor de seguridad aunque alto es aceptado, ya que como se ve en la figura menos de 1 % de la estructura total del tanque está sometido a esfuerzos cercanos al máximo, siendo estos calculados con la Norma D.O.T la cual percibe el transporte solo de materiales peligrosos, razón por la cual tiene exigencias muy altas que en este caso solo sirven para la comprobación y validación del presente diseño.

3.2.- DISEÑO COMPARTIMIENTOS LATERALES:

En la Norma N.F.P.A. 1901 edición 2003 se especifica que para vehículos contra incendios de abastecimiento (TANQUEROS) se debe tener un mínimo de 0.6 m³ de compartimientos cerrados resistentes a la corrosión para almacenamiento de equipos, con una capacidad de carga de 455 Kg para equipo misceláneo.

El diseño de los compartimientos laterales se restringe al ancho de la cabina, esto por motivos de maniobrabilidad y estética del vehículo, mientras que el tamaño en dirección longitudinal al chasis está restringido por la posición de las manos de la suspensión posterior y el tamaño del compartimiento de la bomba y válvulas, que por experiencia de HALE PRODUCTS debe tener un ancho aproximado de 34 in, para este tipo de equipos.

Las cargas que estarán presentes en el análisis estructural de los compartimientos laterales son:

- Carga solicitada para almacenamiento de equipo misceláneo 1115 N.

- Las restricciones serán los lugares donde el compartimiento va estar emperrado al chasis del vehículo.

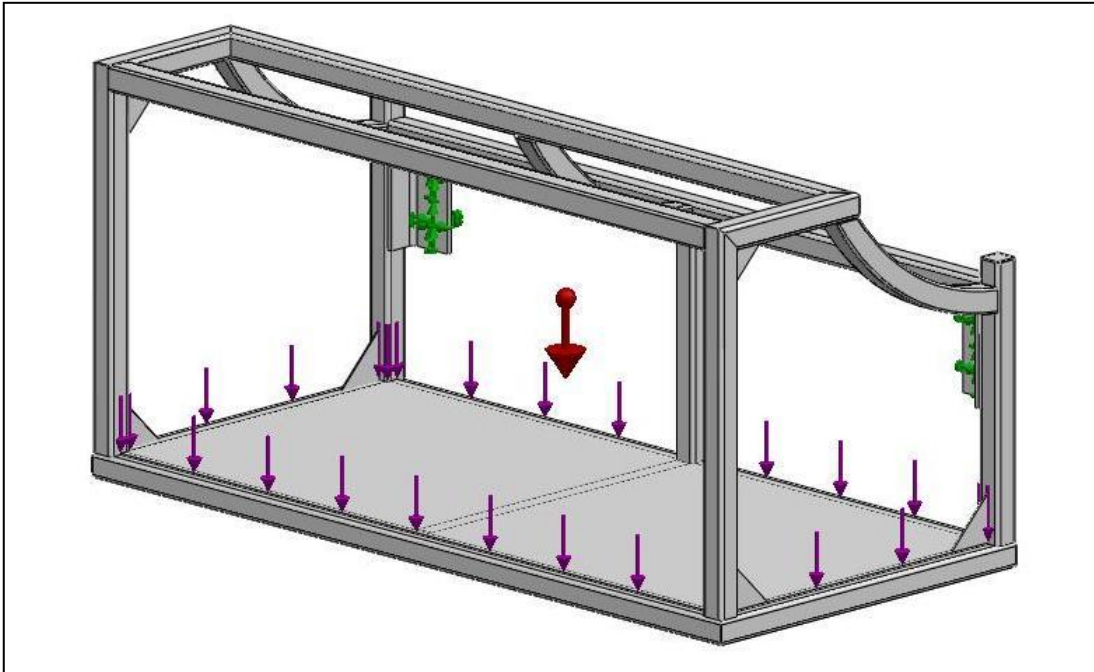


Figura 3.20: Esquema Distribución de Cargas Compartimiento Lateral.

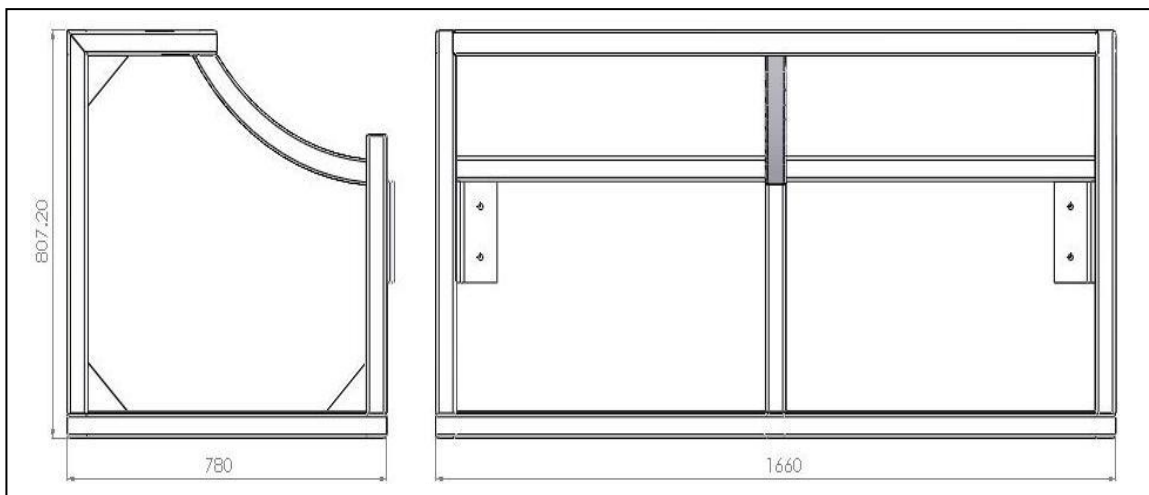


Figura 3.21: Esquema Compartimiento Lateral.

3.2.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:

Esfuerzo Máximo: 126 [Mpa]

Factor de Seguridad:

$$S_y := 250 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{\max} := 126 \quad [\text{MPa}]$$

$$FS := \frac{S_y}{\sigma_{\max}}$$

$$FS = 1.984$$



Figura 3.22: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Lateral (a).

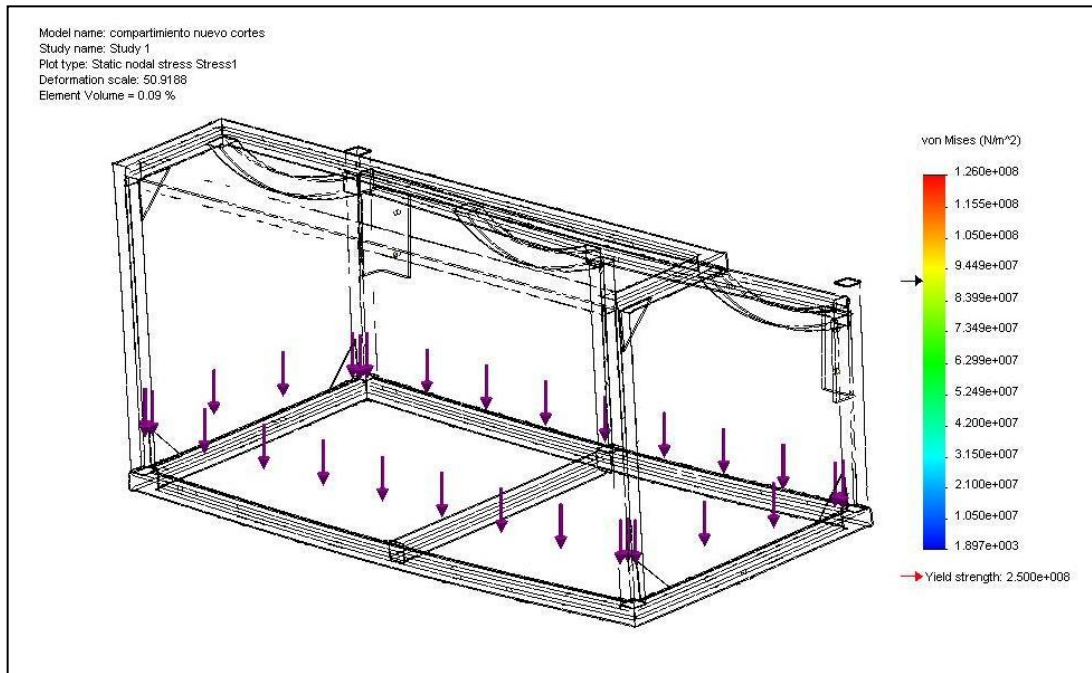


Figura 3.23: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Lateral (b).

El Factor de Seguridad es aceptado ya que menos del 1% de todo el compartimiento lateral está sujeto a esfuerzos considerables, siendo ellos muy bajos como para afectar la integridad del compartimiento.

3.3.- DISEÑO COMPARTIMIENTO POSTERIOR:

El diseño del compartimiento posterior se rige de manera dimensional al ancho de la cabina, esto por motivos de estética y maniobrabilidad, y al ángulo de aproximación y despegue requerido en la licitación del C.B.D.M.Q de 25°, así mismo como los compartimientos laterales tendría que soportar una carga de 455 kg dividida entre el numero de compartimientos disponibles para equipo misceláneo.

Las cargas que estarán presentes en el análisis estructural del compartimiento posterior son:

- Carga solicitada para almacenamiento de equipo misceláneo 1115 N.

- Las restricciones serán los lugares donde el compartimiento va estar empernado al chasis del vehículo

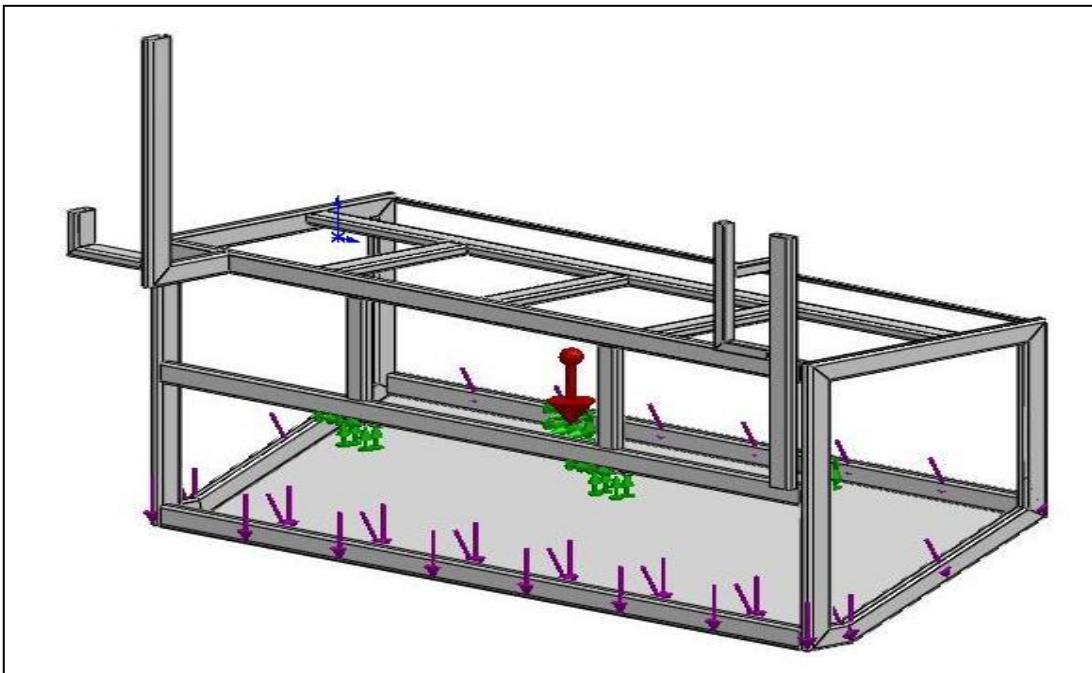


Figura 3.24: Esquema Distribución de Cargas Compartimiento Posterior.

3.3.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS:

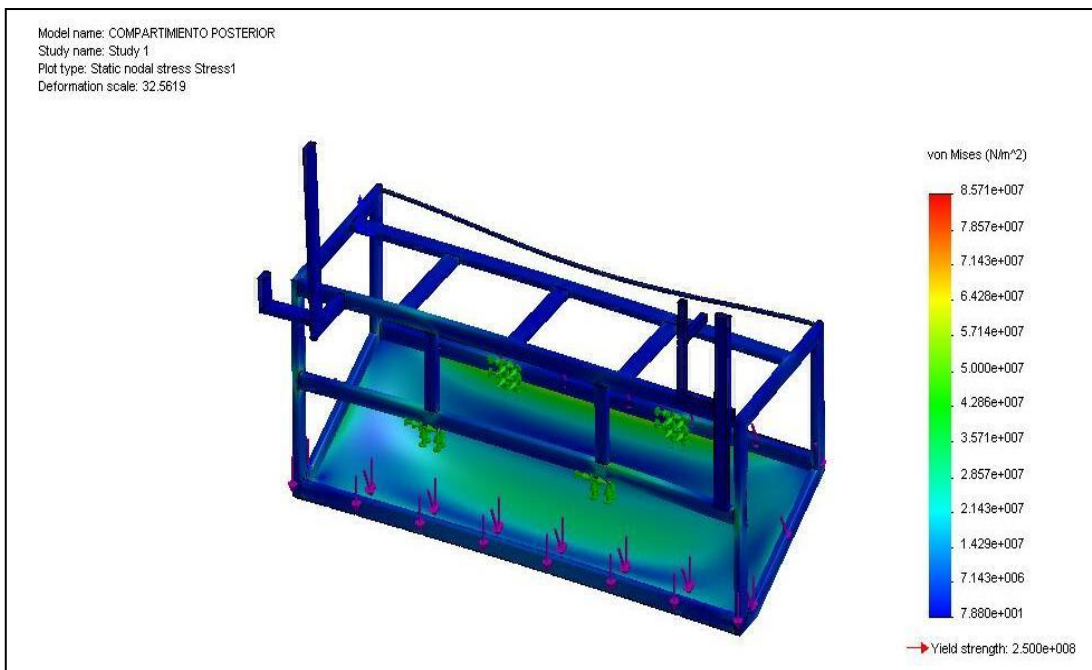


Figura 3.25: Distribución de Esfuerzos Compartimiento Posterior (a).

Esfuerzo Máximo: 85.7 [Mpa]

Factor de Seguridad:

$S_y := 250$ [MPa]

$\sigma_{max} := 85.7$ [MPa]

$$FS := \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

FS = 2.917

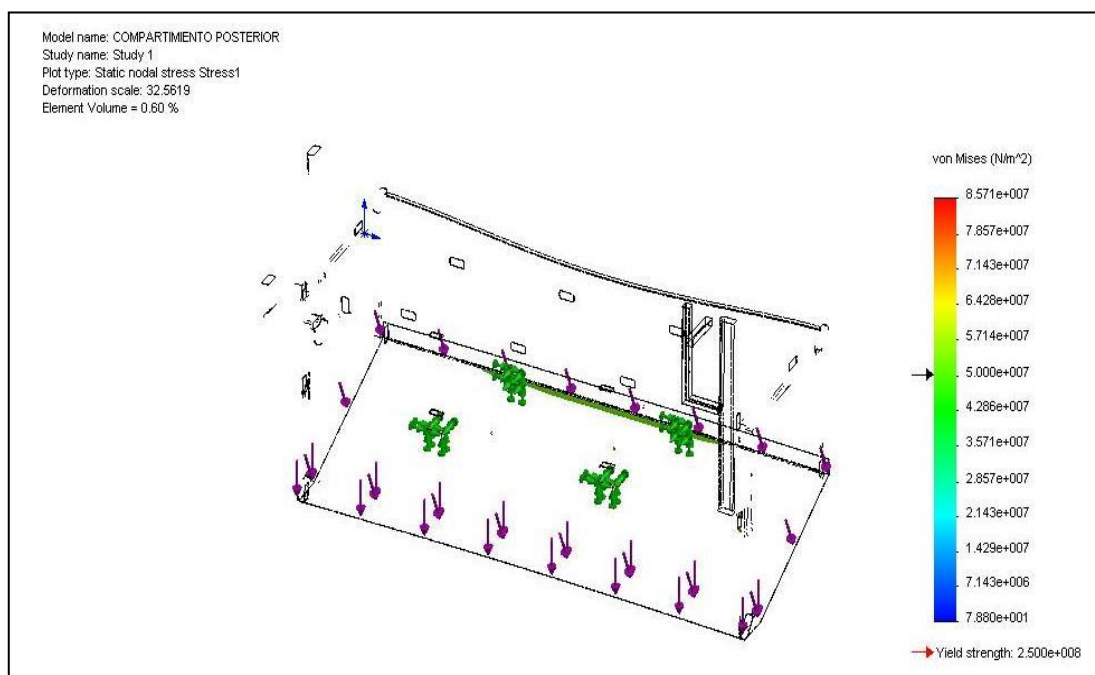


Figura 3.26: Distribución de Esfuerzos Compartimento Posterior (b).

El Factor de Seguridad es aceptado ya que menos del 1% de todo el compartimento lateral está sujeto a esfuerzos considerables, siendo ellos muy bajos como para afectar la integridad del compartimento.

3.4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL:

El diseño del sistema de control del auto tanque se dividió en 3 partes claramente definidas por su función y desarrollo del mismo, es así que se tiene los siguientes subsistemas de control:

- Sistema de control eléctrico.
- Sistema de control e interfaz con el motor del vehículo.
- Sistema de control de operador.

3.4.1.- SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO:

El sistema de control fue concebido por el Ing. Víctor Zúñiga, ingeniero eléctrico experto en el desarrollo de tableros de control, subcontratado por la empresa auspiciante para el desarrollo y certificación del mismo, en el ANEXO B es posible encontrar los diferentes diagramas y detalles del sistema de control eléctrico.

Posteriormente veremos las pruebas de evaluación requeridas por la NORMA N.F.P.A. 1901, para la aceptación del sistema de control y las cargas que se deben tomar en cuenta para las mismas.

3.4.2.- SISTEMA DE CONTROL E INTERFAZ CON EL MOTOR DEL VEHICULO:

Aunque en la licitación original no se requiere un interfaz con el motor del vehículo, de acuerdo a la NORMA N.F.P.A. 1901 edición 2003 se requiere un sistema que evite el apagado automático del vehículo y otro para verificar algunos parámetros importantes para la operación del auto tanque como son:

- Velocidad del motor.
- Temperatura del motor.
- Voltaje de las baterías.
- Pasi3n de aceite en el motor.

MODELO	ELECTRONICO
	211"
Tipo	CATERPILLAR 3126E EPA 2000NB
Posici3n	Longitudinal
Alimentaci3n	Turbo-Cargado
Desplazamiento	7.2 L
No. Cilindros	6 en lnea
Diámetro por carrera	110.0 x 127.0 mm.
Potencia Bruta SAE (HP @ rpm)	207 @ 2,500
Torque Bruto SAE (Kg-m @ rpm)	71.89 (520 lb-ft) @ 1,440
Relaci3n de Compresi3n	16 : 1
Combustible	DIESEL
Potencia de Retardo freno motor (HP @ rpm)	160 @ 2600

Tabla 3.4.2.1: Especificaciones Motor Chevrolet Kodiak 211

Como se muestra en la Tabla 3.4.2.1. el motor disponible para el chasis cabinado usado en este caso, es de marca CATERPILLAR, raz3n por la cual el desarrollo de la interfaz estuvo a cargo del Ing. Mauricio Espn, t3cnico especialista en motores CATERPILLAR perteneciente a la empresa IASA CATERPILLAR, representate de dicha marca en el Ecuador.

Por razones de confidencialidad no se puede presentar los pines habilitados y los deshabilitados en el motor, para lograr la interfaz y la des habilitaci3n del sistema de apagado automático del motor.

3.4.3.- SISTEMA DE CONTROL OPERADOR:

El sistema de control del operador, como su nombre lo indica es el sistema que permitir3 controlar al operador desde un solo punto las principales operaciones del auto tanque, como son:

1. Succi3n.
2. Descarga.

3. Medición de parámetros
 - a. Presión de succión principal.
 - b. Presión de descarga principal.
 - c. Presión de descarga en cada una de las descargas disponibles.
 - d. Nivel de agua en el tanque.
 - e. Velocidad del motor.
 - f. Voltaje en las baterías.
 - g. Temperatura del motor.
 - h. Presión de aceite en el motor.
4. Control de presión y válvula de alivio.
5. Accionamiento de la bomba de cebado
6. Llenado del tanque.
7. Drenaje de los diferentes sistemas.

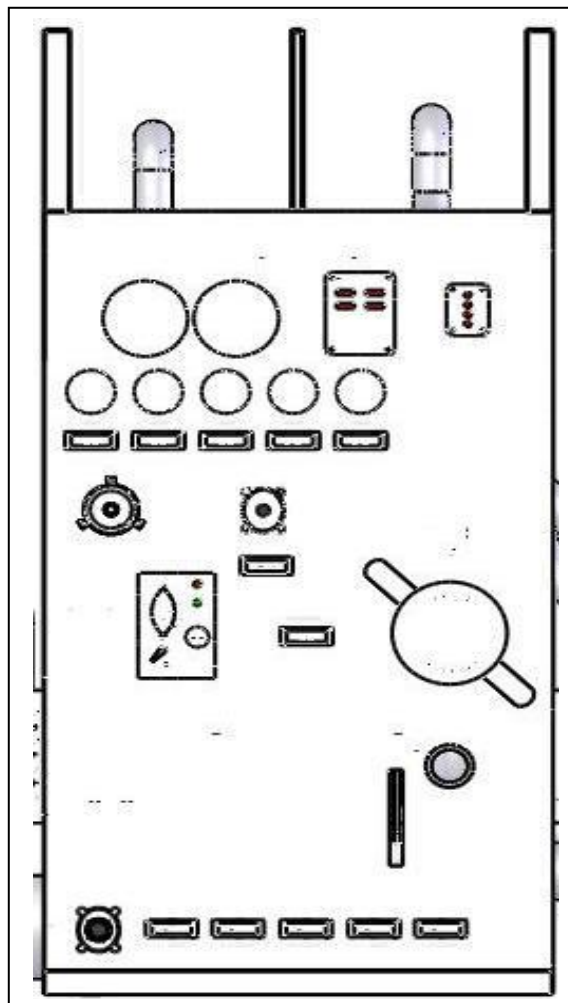
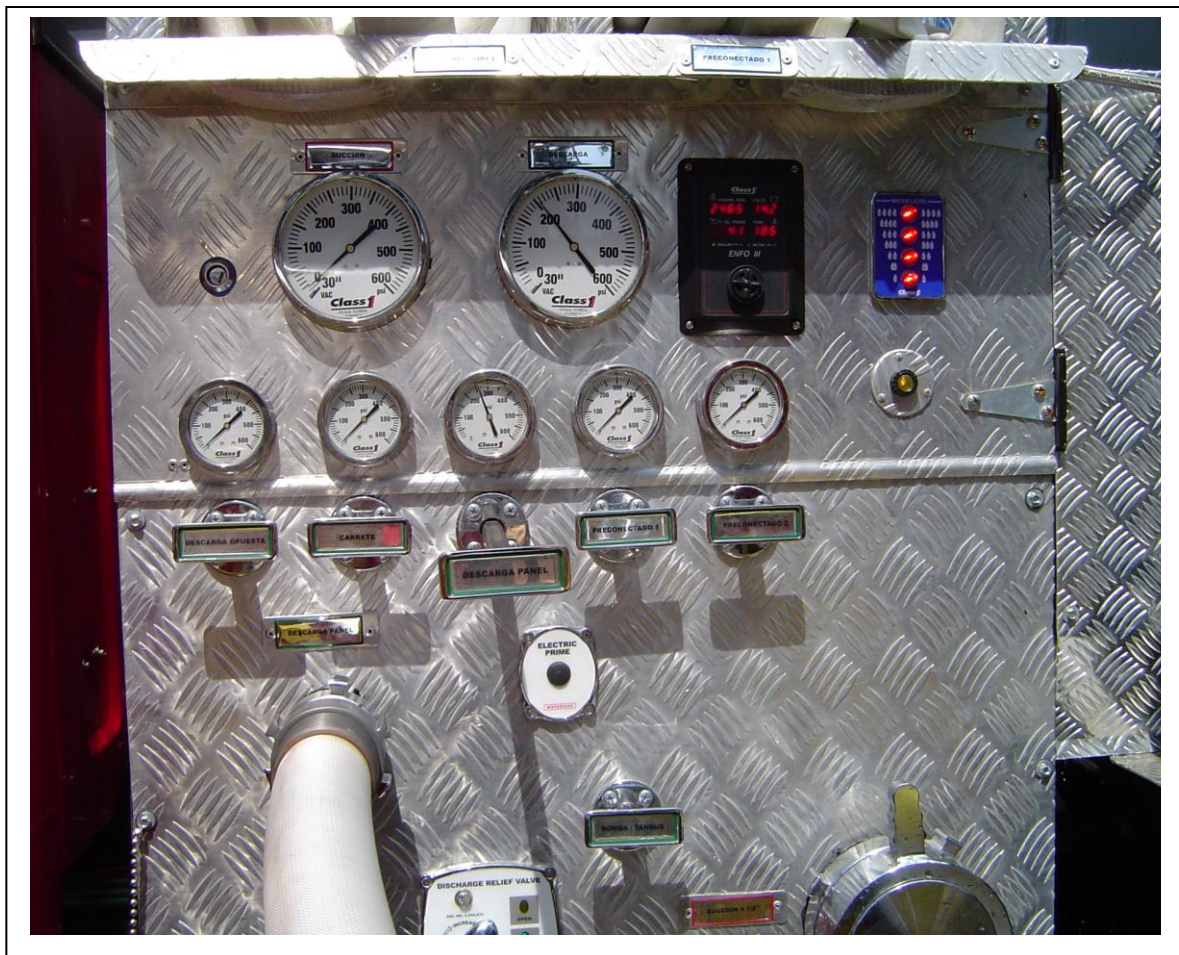


Figura 3.27: Esquema Panel de Control.

La acción más importante del operador sin lugar a duda es la de entregar la cantidad correcta de agua a cada una de las descargas operativas, esto se logra verificando que la presión en cada una de las descargas este dentro de los rangos establecidos.

La NORMA N.F.P.A. 1901 edición 2003, estipula que:

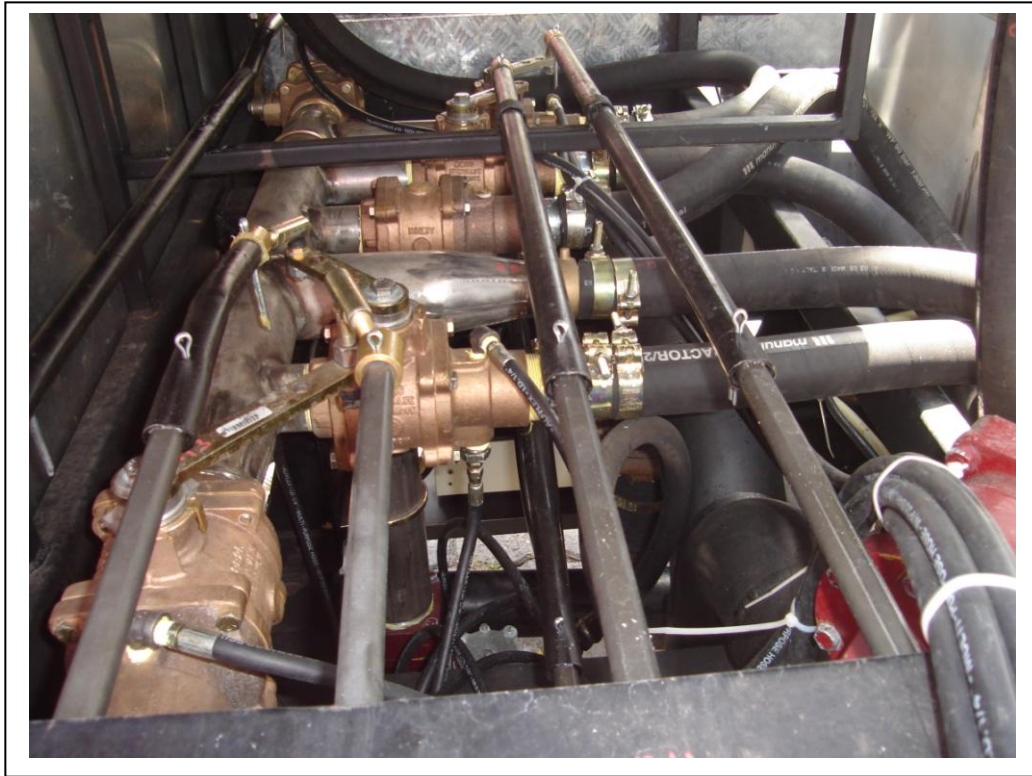
“Un sistema será proporcionado a fin de que, cuando sea ajustado de acuerdo a las instrucciones del fabricante, automáticamente controlara la presión de la descarga a un máximo de 30 psi sobre la presión anteriormente prefijada cuando todas las válvulas de descarga están cerradas no más rápidamente de 3 segundos y no más despacio que en 10 segundos”³



Fotografía 3.1: Panel de Control (a).

³ NORMA N.F.P.A 190, edición 2003. Literal 16.10.13.1

En cumplimiento con esto, todas las bombas diseñadas para el combate de incendios tienen varios accesorios que facilitan el control y alivio de presiones excesivas en los manifold de descarga. Estos accesorios funcionan con presiones diferenciales que se generan en los manifold de succión y descarga.



Fotografía 3.2: Panel Control (b).

Con la verificación continua de presión en cada una de las descargas operativas y con la ayuda de estos accesorios el operador puede tener noción de lo que está sucediendo con sus compañeros en casos en los cuales el no tenga visibilidad sobre los mismos. Es por ello que el tablero de control debe ser de fácil manejo y debe constar la rotulación necesaria, para un entendimiento completo del mismo.

3.5.- SELECCION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS:

Para la selección de equipos y accesorios se debe tener en cuenta que en la licitación se estipula que deben ser homologados con la misma Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, razón por la cual se optó por realizar alianzas estratégicas y

convenios de cooperación con los principales productores de equipos para combate contra incendios como son:

- WATEROUS
- CAST PRODUCTS INC
- AKRON BRASS COMPANY
- CLASS 1
- GORTITE
- ZICO ZIAMATIC CORP
- DARLEY

De estas alianzas y convenios de cooperación se lograron trabajos en conjunto con la finalidad de un producto terminado más eficaz.

3.5.1.- SELECCION BOMBA:

Se debe tener muy claro varios componentes y escenarios al momento de realizar la selección de un equipo de bombeo para un vehículo de rescate, parámetros tales como:

- Capacidad de la Bomba.
- Presión requerida.
- Tipo de acople al vehículo.
- Torque requerido por la bomba.
- Velocidad requerida por la bomba.

Luego de la verificación obtenida en el banco de pruebas de WATEROUS la bomba que mejor se adapta a este caso en particular es:

MARCA: WATEROUS

SERIE : CLVK

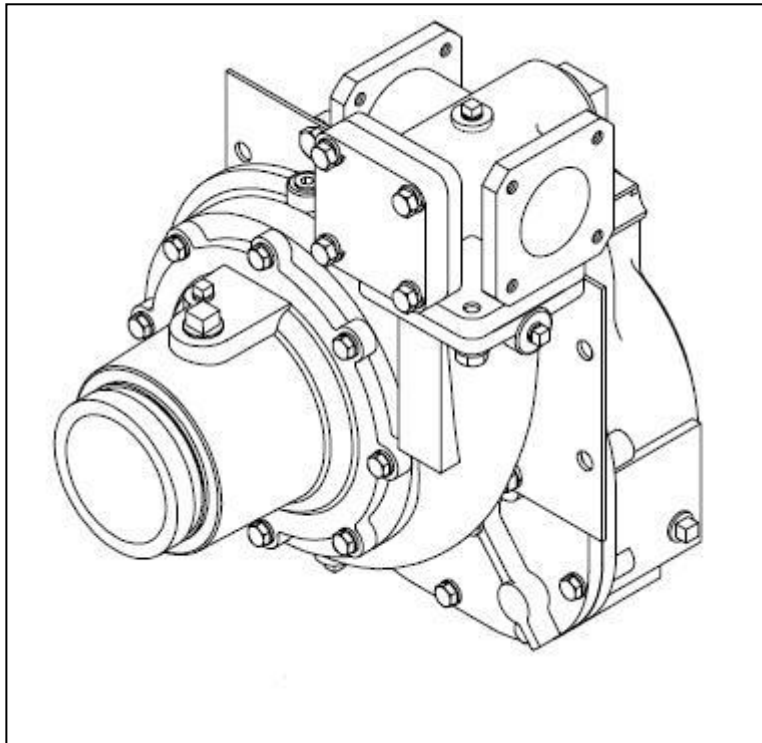


Figura 3.28: Esquema Bomba Waterous CLVK.

DESCRIPCION	DETALLE
FABRICANTE	WATEROUS
PROCEDENCIA	U.S.A.
TIPO	Centrifuga
CAPACIDAD	500 GPM @ 150 PSI
SERIE	CL (Una Etapa)
ACOPLE AL VEHICULO	V (PTO)
CAJA	K (i:2.14)

Tabla 3.5.1.1: Especificaciones Bomba

Como se puede apreciar la bomba seleccionada está sobredimensionada respecto a la solicitada en la licitación, la razón para esto es que el torque y la velocidad requerida para tener una descarga de 350 GPM @ 150 PSI es mucho mayor en bombas de menor capacidad, siendo estos valores excesivos y perjudiciales para el vehículo.

Junto con la bomba también se debe seleccionar los accesorios para misma como son:

- Bomba de Vacío:

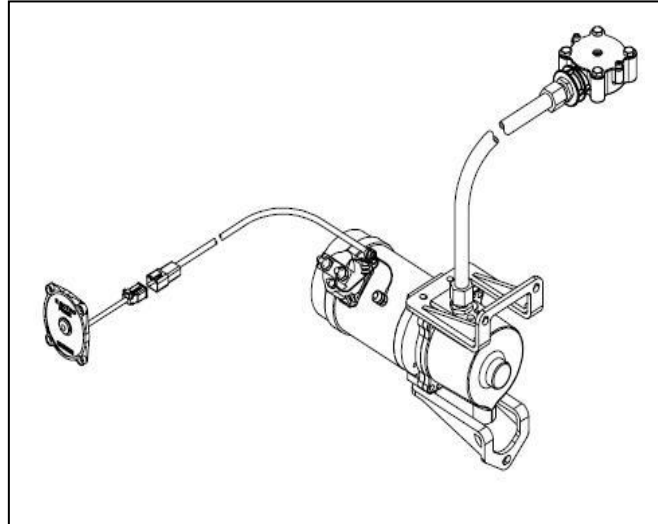


Figura 3.29: Esquema Bomba Vacío

- Sistema para Regulación de Presión:

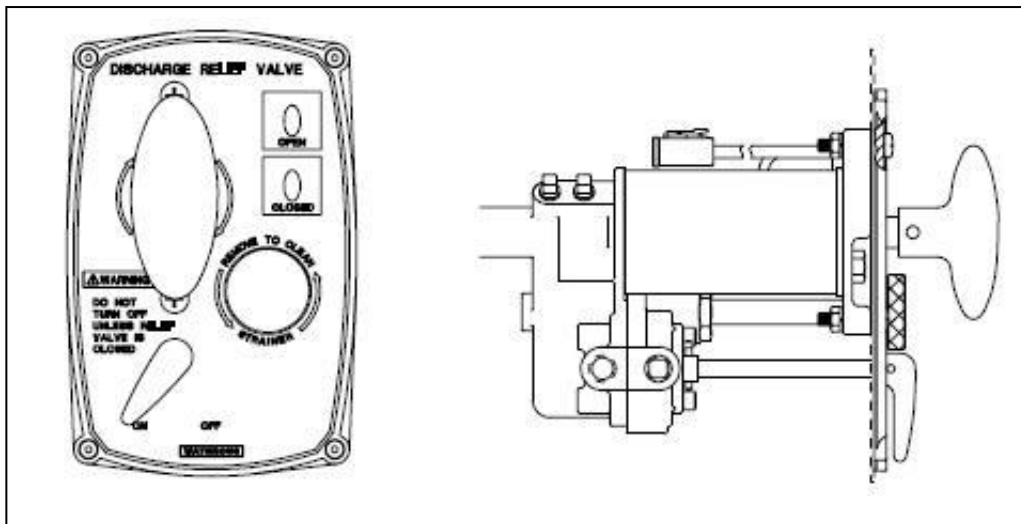


Figura 3.30: Esquema Sistema para Regulación de Presión

- Drenaje Master:

3.5.2.- SELECCION VALVULAS:

La válvula más eficaz y que tiene mayor apego a las exigencias de un equipo para el ataque de incendios es la de tipo esfera, ya que es de fácil manejo y no requiere mayor mantenimiento.

DESCRIPCION	MARCA	DENOMINACION	TAMAÑO
Válvula Tanque – Bomba	Akron	8830 X PS1 X VT1S X R1	3”
Válvula Bomba – Tanque	Akron	8820 X P1S X P2S X R1	2”
Válvula Descarga Panel	Akron	8825 X P1S X P2S X R1	2 ½”
Válvula Descarga Opuesta	Akron	8825 X P1S X P2S X R1	2 ½”
Válvula Pre Conectado 1	Akron	8820 X P1S X P2S X R1	2”
Válvula Pre Conectado 2	Akron	8820 X P1S X P2S X R1	2”
Válvula Carrete	Akron	8820 X P1S X P2S X R1	2”
Válvula Descarga Rápida	Akron	-	6”

Tabla 3.5.2.1: Denominación Válvulas Seleccionadas



Figura 3.31: Esquema Componentes Válvulas.

La denominación expuesta es la impuesta por el fabricante para realizar pedidos, en donde:

8820: Cuerpo de la Válvula (2”).

P1S: Adaptador de Entrada (NPT RIGIDO).

P2S: Adaptador Salida (NPT RIGIDO CON TOMA PARA MANOMETRO).

R1: Tipo de Manija (MANIJA PARA OPERACIÓN REMOTA).

3.5.3.- SELECCION DE EQUIPOS DE MEDICION:

Como se menciona anteriormente la función más importante de un operador es entregar la cantidad correcta de agua a las descargas operativas, razón por la cual debe tener en cuenta parámetros claves como:

- Velocidad del motor.
- Temperatura del motor.
- Presión de Descarga.
- Presión de Succión.
- Cantidad de Agua.

DESCRIPCION	TAMAÑO	MARCA
Manómetro Principal Descarga	4 ½”	Class 1
Manómetro Principal Succión	4 ½”	Class 1
Manómetro Descarga Panel	2 ½”	Class 1
Manómetro Descarga Opuesta	2 ½”	Class 1
Manómetro Pre Conectado1	2 ½”	Class 1
Manómetro Pre Conectado2	2 ½”	Class 1
Manómetro Carrete	2 ½”	Class 1

Tabla 3.5.3.1: Manómetros Seleccionadas

Para medir los parámetros del motor existe un equipo que aparte de entregar los parámetros más importantes como son:

- Velocidad del motor.
- Temperatura del motor.
- Voltaje de las baterías y alternador.
- Presión de aceite.

En conformidad a la NORMA N.F.P.A. 1901 edición 2003, emite una alarma audible cuando uno de estos parámetros no está dentro de los rangos permitidos.



Figura 3.32: Esquema Enfo III.

Para controlar el nivel de agua en el tanque, existe un equipo de bajo consumo eléctrico y de fácil lectura de datos.

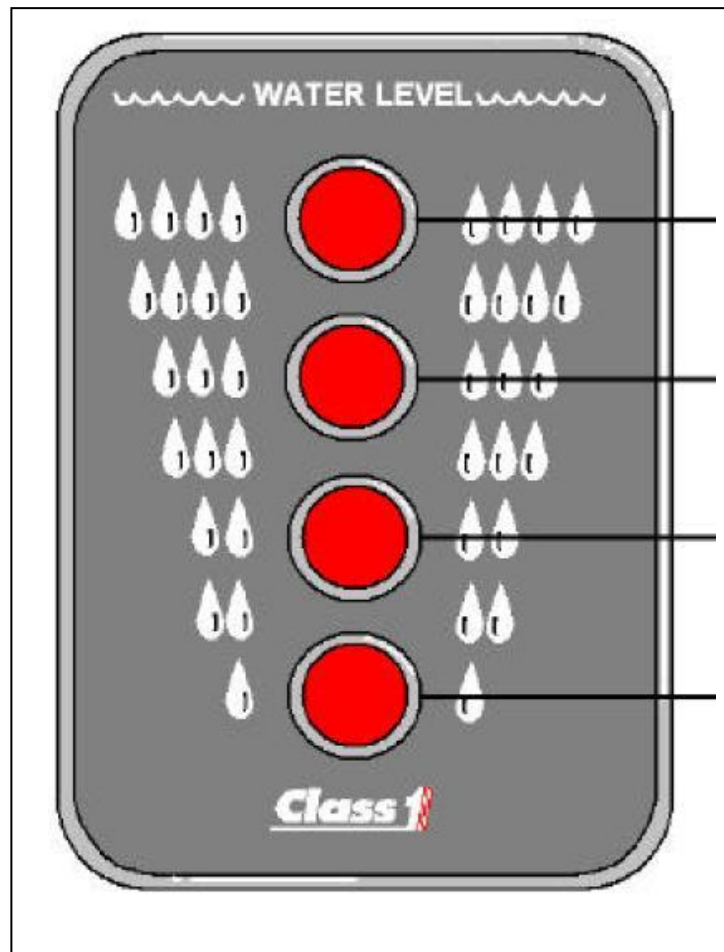


Figura 3.33: Esquema Intelli Tank.

3.5.4.- SELECCION CARRETE:

En conformidad con la licitación se debe proporcionar un carrete de accionamiento eléctrico y manual. Para la selección de equipos de esta categoría se debe tener en cuenta el voltaje de trabajo y la capacidad de almacenamiento, que en este caso es de 100 pies de manguera de 1", no siendo de menor importancia las facilidades que ofrece al momento del mantenimiento y el accionamiento manual del mismo.



Fotografía 3.3: Carrete Pre Conectado

CAPITULO 4

PRUEBAS

4.1.- DESEMPEÑO DEL VEHICULO:

La NORMA N.F.P.A. 1901 edición 2003 hace referencia algunas pruebas de desempeño y maniobrabilidad, a las que debe ser sometido un vehículo de estas características, dentro de las cuales tenemos:

1. Pruebas de aceleración.
2. Pruebas de velocidad limite mínimas.
3. Pruebas de frenado.

Cabe recalcar que todas las pruebas deben ser realizadas por personal calificado, que en este caso es un chofer profesional.

4.1.1.- ACELERACION:

El vehículo debe alcanzar una velocidad de 55 km/h desde el alto total dentro de un tiempo estimado de 25 seg.

Esta prueba debe realizarse con el vehículo totalmente equipado y cargado, en un lugar y de una manera que no viole las leyes de tránsito, en un camino pavimentado nivelado y seco que esté en buenas condiciones.

La prueba se da por superada, ya que como se muestra en hoja 1 del ANEXO C el vehículo logra tal velocidad a los 18 seg.

4.1.2.- VELOCIDAD LIMITE MINIMA:

El vehículo debe alcanzar una velocidad limite mínima de 80 km/h.

Esta prueba debe realizarse con el vehículo totalmente equipado y cargado, en un lugar y de una manera que no viole las leyes de tránsito, en un camino pavimentado nivelado y seco que esté en buenas condiciones.

A mas de esto el vehículo estará en la capacidad de mantener al menos 30 km/h en un camino cuya pendiente sea 6%.

La prueba se da por aceptada, ya que como se muestra en la hoja 1 y hoja 2 del ANEXO C, el vehículo alcanza sin mayor dificultad los 100 km/h, y puede mantener velocidades superiores a los 30 km/h en pendientes de 6% de inclinación.

4.1.3.- FRENADO:

EL vehículo deberá lograr una parada completa desde una velocidad inicial de 43 km/h en una distancia que no exceda los 10.7 m.

Esta prueba debe realizarse con el vehículo totalmente equipado y cargado, en un lugar y de una manera que no viole las leyes de tránsito, en un camino pavimentado nivelado y seco que esté en buenas condiciones y que esté libre de material suelto, aceite o grasa.

La prueba se da por aceptada, como se muestra en la hoja 3 del ANEXO C, el vehículo logra una para completa desde los 32.2 km/h en una distancia máxima de 6.5 mts.

4.2.- ESTANQUEIDAD (PRUEBA DE VACIO):

La prueba de estanqueidad consiste en lograr una presión de vacío de 20 pulg. Hg por medio de la bomba de cebado y mantener dicha presión por lo menos 5 min. con una pérdida que no exceda 10 pulg. Hg.

La prueba se da por superada, ya que como se puede apreciar en la hoja 4 del ANEXO C, el equipo alcanza 18 pulg de Hg. a los 30 seg. de accionar la bomba de vacío y transcurridos los 5 min. de la prueba la caída de presión es de 2 pulg. Hg.

4.3.- CAPACIDAD DE LA BOMBA:

La prueba de capacidad de la bomba es una prueba estipulada por la NORMA N.F.P.A. 1901 edición 2003, para que el operador del equipo tenga la certeza de los alcances de la bomba en cuestión, por motivos de conformidad al CUERPO DE BOMBEROS DE C.D.M.Q., las pruebas realizadas serán realizadas en conformidad a una bomba de 350 GPM como se estipula en la licitación.

La bomba debe estar en la capacidad de realizar descargas al 100 % de su capacidad durante 30 min culminada esta prueba, la bomba deberá realizar descargas al 70 % de su capacidad durante 10 min seguido de esta prueba la bomba deberá realizar descargas al 50 % de su capacidad durante 10 min.

La prueba se acepta, ya que como se muestra en la hoja 5 del ANEXO C, la bomba logra presiones de 150 PSI durante 30 min ininterrumpidos, seguido lo cual logra presiones de descarga de 200 PSI durante 10 min, y finalmente logra presiones de 250 PSI en descarga durante 10 min.

4.4.- SISTEMA ELECTRICO:

Las pruebas del sistema eléctrico tienen la finalidad de exigir al vehículo corrientes mínimas y máximas de operación a las cuales debería estar sujeto al momento de una operación de rescate.

Las pruebas se dan por superadas ya que como se muestra en la hoja 6 del ANEXO C, el vehículo logra mantener la carga durante los tiempos establecidos en la NORMA N.F.P.A 1901 edición 2003.

4.5.- BOMBEO EN MOVIMIENTO:

La prueba de bombeo en movimiento a más de ser requerido específicamente en la licitación del C.B.D.M.Q., es una prueba estipulada por la NORMA N.F.P.A 1901 edición 2003.

Esta prueba consiste en realizar descargas de 20 GPM @ 80 PSI, a una velocidad máxima de 3.2 Km/h.

La prueba se da por superada, ya que como se puede apreciar en la hoja 7 del ANEXO C, el vehículo logra realizar descargas con presiones de 80 PSI a una velocidad de 3 Km/h.

CAPITULO 5

ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

5.1.- COSTOS:

Dentro del cualquier análisis de costos se debe desglosar de tal manera que los costos directos y los costos indirectos sean claramente perceptibles.

Por razones de confidencialidad de la empresa auspiciante, se realizara un análisis superficial de costos.

5.1.1.- COSTOS DIRECTOS:

5.1.1.1.- HONORARIOS PROFESIONALES:

NOMBRE	CARGO	HORAS - HOMBRE	VALOR H-H	COSTO TOTAL
Ing. Carlos Naranjo	Director	40	15	600.00
Ing. Fernando Olmedo	Codirector	40	15	600.00
Ing. Victor Zuñiga	Ing. Electrico	70	15	1,050.00
Ing. Brian Reeber	Servicios Especializados	80	25	2,000.00
Sr. Oscar Salazar Botta	Encargado Proyecto	1200	2.5	3,000.00
			TOTAL	7,250.00

5.1.1.2.- MATERIALES Y EQUIPOS:

ARTICULO	CANTIDAD [Kg]	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Materiales y Equipos	N/A	N/A	34,841.24
Plancha A.Inox 10mm 1220 x 2440 (304)	23.52	4.67	109.85
Plancha A.Inox 6mm 1220 x 2440 (304)	49.39	5.47	270.15
Plancha A.Inox 4mm 1220 x 2440 (304)	856.01	3.87	3,315.24
Plancha A.Inox 3mm 1220 x 2440 (304)	14.11	4.5	63.50
AM-MANHOLS ACERO INOXIDABLE	1.00	466.46	466.46
Plancha 10mm 1220 x 2440 A-36	11.68	0.88	10.33
Plancha 8mm 1220 x 2440 A-36	9.32	1.00	9.32
Plancha 6mm 1220 x 2440 A-36	35.05	0.89	31.31
Plancha 5mm 1220 x 2440 A-36	5.84	0.87	5.06
Plancha 2mm 1220 x 2440 A-36	105.16	0.88	92.72
Plancha 1,40mm 1220 x 2440 A-36	93.24	0.86	80.18
Plancha 1,10mm 1220 x 2440 A-36	32.13	0.79	25.38
Plancha Alu Antides. 3mm 1220 x 2440 A-366	80.08	5.18	414.81
Plancha Alu Antides. 2mm 1000 x 2000 A-366	43.63	5.11	222.93
Plancha Alu Antides. 2.5mm 1000 x 2000 A-366	32.88	5.15	169.33
Plancha Alu Antides. 1.5mm 1000 x 2000 A-366	8.97	4.93	44.21
TUB-REC 80 X 40 X 4 MM	80.52	1.17	94.28
TUB-REC 80 X 40 X 3 MM	105.88	1.12	118.74
TUB-REC 80 X 40 X 2 MM	140.98	1.15	161.66
TUB-CUA 50 X 50 X 3 MM	44.63	0.98	43.70
TUB-CUA 50 X 50 X 2 MM	44.83	1.05	47.19
TUB-CUA 40 X 40 X 2 MM	27.72	1.10	30.57
TUB SCH-40 5" A-53 B	31.84	1.79	57.01
TUB SCH-40 2 1/2" A-53 B	10.36	1.19	12.36
TUB INOX SCH-5 6" A-304-L	11.18	7.23	80.86
TUB INOX SCH-40 3" A-304-L	10.32	7.63	78.75
TUB INOX SCH-40 2" A-304-L	3.86	6.87	26.54
TUB INOX SCH-40 2 1/2" A-304-L	2.63	6.67	17.55
TUB INOX SCH-10 3" A-304-L	7.87	10.51	82.77
Chasis Cabinado	1.00	47,000.00	47,000.00
		TOTAL	88,024.00

5.1.1.3.- OTROS COSTOS DIRECTOS:

RUBROS	COSTO TOTAL
Pago Derechos de Grado	600.00
Otros	200.00
TOTAL	800.00

5.1.2.- COSTOS INDIRECTOS:

5.1.2.1.- MATERIALES DE OFICINA:

CANTIDAD	DESCRIPCION	C/UNIDAD	COSTO TOTAL
1	Caja CD	9.00	9.00
2	Resma de Papel A4	4.00	8.00
1	Resma de Papel A3	8.00	8.00
4	Cartuchos Impresora	12.00	48.00
1000	Copias	0.02	20.00
TOTAL			93.00

5.1.2.2.- MISCELANEOS:

ARTICULO	COSTO TOTAL
Transporte Terrestre	200.00
Servicios Basicos	300.00
Internet	200.00
Manuntencion	300.00
TOTAL	1,000.00

5.1.3.- TOTALES:

TOTAL COSTOS DIRECTOS	96,074.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	1,093.00
IMPREVISTOS	971.67
TOTAL	98,138.67

5.1.4.- FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO:

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO					
RUBROS	PRESUPUESTO	RECUSOS PROPIOS	% FINANCIAMIENTO PROPIO	RECUSOS EXTERNOS	% FINANCIAMIENTO EXTERNO
COSTOS DIRECTOS	96,074.00	2,000.00	2.08	94,074.00	97.92
COSTOS INDIRECTOS	1,093.00	543.00	49.68	550.00	50.32
IMPREVISTOS	971.67	971.67	100.00	0.00	0.00
TOTAL	\$ 98,138.67	\$ 3,514.67	3.58	\$ 94,624.00	96.42

5.2.- RELACION COSTO BENEFICIO:

A la relación costo beneficio se la puede analizar desde algunos puntos de vista siendo estos:

5.2.1.- RELACION COSTO BENEFICIO C.B.D.M.Q:

Desde el punto de vista de C.B.D.M.Q. la relación costo beneficio es muy alta, ya que se logro cumplir a cabalidad con el presupuesto planteado para este proyecto, sin dejar de lado todos los aspectos de la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, la funcionalidad y versatilidad que presentara el vehículo hará de este un modelo para las futuras adquisiciones de los diferente Cuerpos de Bomberos del todo el país.

La relación de costos con un equipo de similares características fabricado en el extranjero se pudo apreciar en una feria de equipos de rescate realizada en la ciudad Houston Texas, en dicha feria se exponen todo tipo de equipos para rescate y combate de incendios, a mas de eso los principales productores de equipos para combate de incendios presentan sus nuevos productos así como las ventajas de los mismos.

En dicha feria el valor de un equipo de estas características era de \$138.850, cabe recalcar que el valor no incluye el equipo ni los aranceles que se deberían pagar por ley.



Fotografía 5.1: Equipo de Similares Características 1



Fotografía 5.2: Equipo de Similares Características 2

5.2.2.- RELACION COSTO BENEFICIO INDUSTRIAS CLAVEC:

La relación costo beneficio del presente proyecto para la empresa auspiciante (INDUSTRIAS CLAVEC CIA. LTDA) es alta, ya que abrirá un mercado virgen

en el cual nunca antes había incurrido, siendo un vehículo que cumple con las mayores exigencias de normas internacionales, se pretende realizar proyectos similares de mayor o de menor escala.

5.2.3.- RELACION COSTO BENEFICIO ESTUDIANTE:

La relación costo beneficio para el estudiante será alta, ya que afianzara la teoría y práctica del Diseño Concurrente. Con la experiencia que se adquirirá en el presente proyecto el estudiante se encontrara en la capacidad de realizar diseños similares de mayor o menor escala

5.2.4.- RELACION COSTO BENEFICIO SOCIEDAD D.M.Q.:

La relación costo beneficio para la sociedad que habita en el D.M.Q. será extremadamente alta, ya que contara con un vehículo que fiable para el combate eficaz de incendios.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES:

1. Se ha logrado cumplir con el objetivo obtener un prototipo que cumpla con todo lo estipulado en la Norma N.F.P.A. 1901 edición 2003, referente a camiones cisterna, operando y que apruebe todas las pruebas que estipula la Norma, sobre un chasis cabinado CHEVROLET KODIAK 211.
2. La simulación de un prototipo agiliza el proceso del diseño conceptual, disminuyendo la cantidad de errores al momento de la ejecución del mismo.
3. La simulación de un prototipo, presenta una ventaja al momento de realizar cambios en el diseño del mismo, ya que se puede prever de antemano las consecuencias que tenga mismo en el diseño final.
4. El análisis por elementos finitos permite al diseñador tener un entendimiento tanto particular como global del funcionamiento del equipo, lo que facilita la toma de decisiones.
5. La simulación de un prototipo agiliza el proceso de selección de equipos y accesorios, ya que se tiene una idea tangible del producto final.
6. La simulación de un prototipo entrega una idea global del funcionamiento en conjunto de todos los sistemas y sub sistemas que conforman el prototipo final.
7. El diseño concurrente es una aplicación inherente de todos los diseñadores, que se ve explotada de diferente manera según el grado de experiencia que tenga el diseñador.

8. El equipo se encuentra en capacidad de realizar maniobras con las más altas exigencias, esto está demostrado con la aprobación de las pruebas estipuladas por la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003.
9. El entrenamiento en funcionamiento y principios básicos de operación del equipo es imprescindible para el correcto desempeño del operador.
10. La eficiencia del equipo solo se puede verificar con un operador experimentado, ya que es una fusión hombre maquina, que se retroalimenta continuamente.
11. El desarrollo de programas de mantenimiento e instrucción fortalece el entendimiento de del funcionamiento del equipo, así como sus posibles debilidades.

6.2.- RECOMENDACIONES:

1. El equipo ha sido desarrollado según la Norma N.F.P.A 1901 edición 2003, para desarrollo de quipos de rescate y combate de incendios. Es por ello que se debe incentivar el aprendizaje y normas básicas de dicha Norma para el entendimiento total del quipo.
2. Generar programas de aprendizaje y puesta en marcha del equipo, así como las diferentes etapas y modos de operación del equipo facilita al operador novato en el aprendizaje de la operación del equipo.
3. Mantener un programa de aprendizaje no solo para operadores, sino también para todos los involucrados permitirá prescindir del operador en casos excepcionales.

4. El programa de mantenimiento debe ser ejecutado por personal con entrenamiento previo y que tenga conocimientos de los diferentes sistemas que conforman el equipo.

5. El desarrollo de un prototipo en un software de ingeniería permite al diseñador, tomar decisiones rápidas y concretas pero jamás se debe perder el horizonte en el cual se separa el modelismo de la realidad y factibilidad del proceso.

ANEXOS:

ANEXO A: PLANOS

ANEXO B: SISTEMA ELECTRICO

ANEXO C: HOJAS DE DATOS PRUEBAS

ANEXO D: MANUALES EQUIPOS Y ACCESORIOS

ANEXO E: FOTOGRAFÍAS

**ANEXO F: MANUAL BÁSICO DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO**

ANEXO G: CARTA DE SATISFACCION

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. RIBA CARLES, Diseño Concurrente. Ediciones UPC. Enero 2002.
2. N.F.P.A 1901, Standar for Automotive Fire Apparatus, 2003 edition.
3. DEPARMENT OF TRANSPORTATION, CFR 49 DOT, 178.345.
4. SHIGLEY JOSE E. Y MISCHKE CHARLES. Diseño en Ingeniería Mecánica. Traducido al español por Javier León Cárdenas. 6^{ta} ed. México, McGraw Hill, Febrero 2004.
5. MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, Traducido al español por Francisco Noriega. 3^{ra} ed. México, McGraw Hill, Noviembre 2002.
6. DEUTSCHMAN AARON, MICHELS WALTER Y WILSON CHARLES, Diseño de Maquinas. Traducido al español por José Garza. 4^{ta} ed. México, Continental S.A, Marzo 1991.

MATERIALES CONSULTADOS:

1. CD. Pressure Vessel Handbook. Pressure Vessels Inc. 1997.
2. CD. Ecuador 1. Hale Products. 2000.
3. CD. Engineering Manual V6.00. Waterous.
4. CD. Cast Products Inc Catalog V 06-02. 2006.
5. CD. Akron-Brass-Catalog.
6. CD. Darley Catalog.

DIRECCIONES DE INTERNET:

1. <http://www.haleproducts.com/Main/Content,1,1.aspx>.
2. http://www.waterousco.com/index_US.html.
3. <http://www.getcpi.com/>.
4. <http://www.akronbrass.com/index.aspx>.
5. <http://www.darley.com/>.
6. <http://www.darley.com/videos/pumps/cafs-pump-demo.html>