



Señores
Comité Trabajo de Grado
Facultad de Ingeniería Mecánica
UPB- Seccional Bucaramanga

Respetuosamente me dirijo a ustedes con el fin de notificarles que el proyecto de grado DISEÑO DE PROTOTIPO DE CENTRO DE ACOPIO PARA LA FIRMA ALBEDO SAS ESP A TRAVES DEL ANÁLISIS, EVALUACIÓN DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS contará con la supervisión del docente Juan Manuel Arguello Espinoza.

Gracias por su atención.


FACULTAD
INGENIERIA MECANICA
FECHA: 18-03-19
HORA: 13:04
RECIBIDO POR: Auz Dory 2


Firma del director
Juan Manuel Arguello Espinoza
Diseñador Industrial


Firma del Estudiante
Juan Diego Rosero Ariza
000262287
juan.rosero.2014@upb.edu.co

DISEÑO DE PROTOTIPO DE CENTRO DE ACOPIO PARA LA FIRMA ALBEDO
SAS ESP, A TRAVES DEL ANÁLISIS, EVALUACIÓN DE MATERIALES Y
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

JUAN DIEGO ROSERO ARIZA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2019

DISEÑO DE PROTOTIPO DE CENTRO DE ACOPIO PARA LA FIRMA ALBEDO
SAS ESP, A TRAVES DEL ANÁLISIS, EVALUACIÓN DE MATERIALES Y
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

JUAN DIEGO ROSERO ARIZA

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR

JUAN MANUEL ARGUELLO ESPINOSA

DOCENTE INTERNO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2019

Nota de aceptación:

Firma del director

Bucaramanga (29/03/2019)

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo General.....	15
3.2 Objetivos Específicos	15
4. ALCANCE	17
5. METODOLOGÍA.....	18
6. MARCO TEORICO.....	19
6.1 Residuos Sólidos	20
6.2 Sistema de manejo de RS	21
6.3 Disposición final.....	22
6.4 Condiciones del sitio de almacenamiento.....	22
6.5 Condiciones específicas según peligrosidad	23
6.6 Condiciones de la operación	26
6.7 Metodología de diseño	26
6.7.1 Metodología lineal.....	27
6.7.2 Diseño complejo	28
6.7.3 Design Thinking (DT)	29
6.8 Lugar de Ubicación del centro de acopio.....	30
7. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	32
7.1 Recepción de residuos peligrosos.....	32

7.1.1 Clase 3 (líquidos inflamables).....	33
7.1.2 Clase 4 (Sólidos inflamables)	34
7.1.3 Clase 5 (sustancias comburentes y peróxidos orgánicos).....	37
7.1.4 Clase 8 (Sustancias Corrosivas).....	38
7.1.5 Clase 9 (Sustancias y objetos peligrosos varios).....	39
7.1.6 Residuos No peligrosos.....	40
7.1.7 Residuos ordinarios	40
7.2 Capacidad	41
7.3 Disposición espacial - Segregación	42
7.4 Materiales de encerramiento	47
7.4.1 Lámina Hot Rolled (ASTM A-36)	47
7.4.2 Lámina Hot Rolled (ASTM A-572) Grado 50	48
7.4.3 Lámina Hot Rolled (ASTM A-588)	48
7.4.4 Lámina Galvanizada.....	49
7.5 Perfilería	49
7.5.1 Tubo Cuadrado y Rectangular.....	50
7.5.2 Tubo estructural circular	50
7.5.3 Perfil angular.....	50
7.6 Ventilación	51
7.6.1 Mallas plásticas	52
7.6.2 Mallas eslabonadas	52
7.6.3 Malla de P.V.C.....	53
7.7 Sistema de recolección de lixiviados y piso.....	53
7.7.1 Rejilla lobular	53

7.7.2	Malla para pisos de seguridad (mallas especiales)	55
7.7.3	Bandejas de lixiviados.....	56
7.8	Techo	56
8.	ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	57
8.1	Sistema rígido	58
8.2	Sistema modular	60
8.3	Adaptación de container de 20 pies	63
9.	PIEZAS Y SELECCIÓN DE MATERIALES	71
9.1	Pisos	71
9.2	Muros Laterales.....	75
9.3	Techos.....	80
9.4	Entradas.....	80
9.5	Elementos de unión.....	82
10.	CENTRO DE ACOPIO MODULAR (CAM).....	84
10.1	Características principales	84
10.1.1	Módulos ilimitados	84
10.1.2	Diferentes ubicaciones espaciales	84
10.1.3	Ampliación en el mercado.....	85
10.1.4	Facilidad de transporte en operación	85
11.	Visualización del modelado en 3D de un módulo.....	86
11.1	Vista frontal	86
11.2	Vista lateral derecha.....	86
11.3	Vista superior	87
11.4	Vista isométrica	87

12.	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL CAM.....	89
12.1	Induobras Ingeniería SAS	89
12.2	Universo de estructuras metálicas.....	89
13.	CRONOGRAMA	90
14.	PRESUPUESTO.....	91
15.	ANEXOS.....	92
16.	BIBLIOGRAFIA	99

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Vista adecuada y no adecuada de un centro de almacenamiento. ..	23
Ilustración 2. Topologías de diseño	29
Ilustración 3. Rótulo de residuo de líquidos inflamables	34
Ilustración 4. Etiqueta de sólido inflamable	35
Ilustración 5. Etiqueta de sustancias de combustión espontánea	36
Ilustración 6. Etiqueta para sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.	36
Ilustración 7. Etiqueta para sustancias comburentes clase 5.1	37
Ilustración 8. Etiqueta para peróxidos orgánicos clase 5.2	38
Ilustración 9. Etiqueta para la clase 8 (sustancias corrosivas)	39
Ilustración 10. Etiqueta para la clase 9 (sustancias y objetos peligrosos varios) ...	40
Ilustración 11. Condiciones de ventilación natural.	51
Ilustración 12. Rejilla lobular.	54
Ilustración 13. Tipos de mallas.....	55
Ilustración 14. Bosquejo de sistema rígido.....	58
Ilustración 15. Bosquejo del sistema modular	60
Ilustración 16. Bosquejo de la adaptación del contenedor de 20 pies.....	63
Ilustración 17. Vista isométrica de los pisos.....	73
Ilustración 18. Análisis estático de los pisos para una carga de 25000 N.....	74
Ilustración 19. Vista isométrica de los muros laterales.....	78
Ilustración 20. Vista frontal de las entradas.	82
Ilustración 21. Vista isométrica del CAM.....	88

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fuentes de generación de RS según su tipo	20
Tabla 2. Segregación de sustancias	43
Tabla 3. Comparación de tipos de aceros.....	49
Tabla 4. Tabla de resistencia de la rejilla lobular.	54
Tabla 5. Dimensiones preliminares del sistema rígido	59
Tabla 6. Dimensiones preliminares del sistema modular	61
Tabla 7. Dimensiones preliminares de la adaptación del container	63
Tabla 8. Matriz de selección de alternativas.	65
Tabla 9. Escala de medición para la matriz de selección.....	65
Tabla 10. Convención para la matriz AMFE.....	66
Tabla 11. AMFE del sistema rígido	67
Tabla 12. AMFE del sistema modular	68
Tabla 13. AMFE de la adaptación del container.....	69
Tabla 14. Selección de perfil rectangular	72
Tabla 15. Distribución longitudinal para los pisos por material.....	75
Tabla 16. Selección del perfil cuadrado	76
Tabla 17. Distribución longitudinal para cada muro por material.....	78
Tabla 18, Distribución longitudinal de las entradas.....	81
Tabla 19. Descripción de tornillería.....	82
Tabla 20. Cronograma de actividades	90
Tabla 21. Presupuesto	91

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Perfiles estructurales rectangulares.	92
Anexo B. Perfiles Estructurales Cuadrados	93
Anexo C. Perfil angular negros Grado 50	94
Anexo D. Perfil circular	95
Anexo E. Especificaciones de láminas galvanizadas.....	96
Anexo F. Cotización Induobras Ingeniería SAS	97
Anexo G. Cotización de Universos de estructuras metálicas.....	98

RESUMEN

9/10/2019

www.upbbga.edu.co/biblioteca/formaton.php

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DISEÑO DE PROTOTIPO DE CENTRO DE ACOPIO PARA LA FIRMA ALBEDO SAS ESP, A TRAVES DEL ANÁLISIS, EVALUACIÓN DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

AUTOR(ES): Juan Diego Rosero Ariza

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): Juan Manuel Arguello Espinosa

RESUMEN

Dentro de su línea de procesos misionales, la firma ALBEDO SAS, ubicada en el Parque Industrial 1, Manzana G, Bodega C-25 Girón- Santander realiza el servicio de venta de Centros de Acopio para almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos, servicio enfocado en la solución a aquellos clientes que por su actividad no tienen una base fija de operación, y/o que necesitan estas estructuras móviles para trasladar según lo requieran. Los centros de acopio se caracterizan por ser modulares y móviles, permitiendo a los usuarios de estos trasladarlos al lugar que sea pertinente; cumpliendo con la normatividad para el manejo y disposición temporal de las sustancias en caso de que su característica sea de naturaleza peligrosa y/o especial. El objetivo, por ende, es realizar un nuevo diseño de un centro de acopio foco del servicio generando una alternativa desde la estructuración y proyección del servicio, que permita finalmente obtener un producto de mejores condiciones, con mayor facilidad en el proceso de transporte, disminuyendo el peso sin afectar el volumen de almacenamiento y cumpliendo con la Guía Técnica para Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

PALABRAS CLAVE:

Centro de Acopio, Residuos Industriales

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT

9/10/2019

www.upbga.edu.co/biblioteca/formatol.php

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: DESIGN OF A COUPLE CENTER PROTOTYPE FOR ALBEDO SAS ESP, THROUGH ANALYSIS, EVALUATION OF MATERIALS AND TECHNICAL SPECIFICATIONS

AUTHOR(S): Juan Diego Rosero Ariza

FACULTY: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: Juan Manuel Arguello Espinosa

ABSTRACT

Within its line of mission processes, the firm ALBEDO SAS, located in Industrial Park 1, Manzana G, Bodega C-25 Girón- Santander, performs the sale service of Collection Centers for temporary storage of dangerous and non-dangerous waste, service focused on the solution to those customers who, due to their activity, do not have a fixed base of operation, and / or who need these mobile structures to move as required. The collection centers are characterized by being modular and mobile, allowing the users of these to move them to the place that is pertinent, complying with the regulations for the handling and temporary disposal of the substances in case their characteristic is of a dangerous and / or special nature. The objective, therefore, is to make a new design of a collection center focusing on the service generating an alternative from the structuring and projection of the service, which finally allows obtaining a product of better conditions, with greater ease in the transport process, decreasing the weight without affecting the volume of storage and complying with the Technical Guide for Storage of chemical substances and hazardous waste of the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development.

KEYWORDS:

collection center, industrial waste

Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En búsqueda de estar a la vanguardia en la recolección de residuos industriales, Albedo SAS ESP, dentro de su línea de servicio, comercializa centros de acopio para el almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos con capacidad de cinco hasta diez toneladas. Con el fin de tener una alternativa para la línea de servicio, se realizará el diseño de un prototipo de centro de acopio para capacidades de cinco toneladas siguiendo una metodología de diseño complejo, mediante la distribución estrella. Esta permite realizar el diseño de las partes por separado para su posterior ensamble.

Adicionalmente, se realizarán matrices de selección para conocer la alternativa más viable para el diseño del prototipo de centro de acopio, y una vez elegida se procederá a identificar los requerimientos de diseño junto con la elección de materiales, los análisis pertinentes y planimetría. Finalmente, se contactará con las empresas fabricantes con el fin de conocer el costo de fabricación del prototipo de centro de acopio y así presentar la tabla de precios para la futura fabricación del centro de acopio modular.

1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

ALBEDO SAS ESP, “es una empresa que provee soluciones especializadas para empresas con grandes pasivos ambientales y residuos”¹, en busca de mantenerse a la vanguardia en el manejo de residuos, ALBEDO fabrica centros de acopio de tipo pesado y tipo liviano, para el correcto almacenamiento de sustancias de característica peligrosa y No peligrosa; con capacidad de 5 a 10 toneladas.

Actualmente la empresa busca una nueva alternativa de producto, con el fin de mejorar las condiciones de almacenamiento temporal de residuos de los clientes actuales y potenciales de la línea. El enfoque del equipo de trabajo consistirá en el diseño, construcción y proyección de un prototipo de centro de acopio, que permita finalmente obtener un producto de mejores condiciones, con mayor facilidad en el proceso de transporte, disminuyendo el peso sin afectar el volumen de almacenamiento y cumpliendo con la Guía Técnica para Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.²

El objetivo principal, consiste en solucionar el problema de almacenamiento de residuos de los clientes en el sitio en donde están operando, de forma asequible, conveniente, práctica y económicamente factible.

1 Albedo, «Albedo dirigimos procesos ambientales ESP,» [En línea]. Disponible: <https://albedo.com.co/nosotros-2/>. [Último acceso: 3 de marzo de 2019].

2 Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. [En línea]. Disponible: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenam_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf. [Último acceso: 3 de marzo de 2019]

2. JUSTIFICACIÓN

Albedo SAS ofrece un servicio enfocado en la solución a la disposición temporal de materiales y residuos, el cual facilita a las empresas el qué hacer con sus residuos. Los centros de acopio de residuos tienen como finalidad realizar en forma adecuada, secuencial y detallada el manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos (RESPEL) de tal forma que se cumpla con una eficiente separación en fuente y acondicionamiento desde el origen, aspectos que favorecerán la cadena de gestión interna y externa de los residuos generados, incluyendo el componente de recolección, almacenamiento, transporte y disposición final adecuada y segura de dichos residuos.

Por tanto, se desarrollará un prototipo funcional, de un centro de acopio para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos, de manera que este cumpla con la norma técnica y precisa con las expectativas que puedan llegar a tener los clientes, para que sea satisfactorio y recomendable adquirir el servicio.

El prototipo de centro de acopio se basará en la Guía Técnica para Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial³

³ IBID.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar un prototipo de un centro de acopio, que permita realizar la separación en la fuente y el acondicionamiento desde el origen de forma asequible, conveniente, práctica y económicamente factible; de residuos sólidos industriales.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los requerimientos de diseño del centro de acopio tales como capacidad, materiales, elementos estructurales mediante la revisión bibliográfica y necesidades del cliente. **Resultado:** Requerimientos que permitan realizar la propuesta. **Indicador:** Elementos estructurales, funcionales y formales para el diseño de centro de acopio.
- Desarrollar una propuesta que permita cumplir con las condiciones de almacenamiento temporal por medio del diseño estructural del prototipo de un centro de acopio. **Resultado:** Componentes, sistemas y especificaciones que constituirán el centro de acopio. **Indicador:** Carta de diseño en la cual se muestran las dimensiones y tipologías de los diferentes elementos.
- Realizar la documentación técnica que permita la construcción del centro de acopio por medio del modelado 3D, simulaciones y planimetría pertinente. **Resultado:** Planos técnicos para la construcción, modelamiento CAD, simulaciones de movimiento y análisis de cargas. **Indicador:** Documentación técnica.

- Evaluar la viabilidad técnico-económica de la propuesta, mediante la descripción de costos y procesos necesarios para la fabricación del centro de acopio. **Resultado:** Tabla de costos y descripción de procesos de producción. **Indicador:** Análisis económicos que determinan la viabilidad de construcción.

4. ALCANCE

El alcance del proyecto es el diseño, selección de materiales, viabilidad económica, simulación en 3D, requerimientos físicos y especificaciones técnicas de un prototipo de centro de acopio que permita el almacenamiento de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos para la firma Albedos S.A.S, el cual cumplirá con la Guía Técnica para Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; que permita la disposición de manera temporal de residuos provenientes de empresas industriales de la región y el país.

5. METODOLOGÍA

Se utilizará la metodología de diseño complejo utilizando la topología de estrella, la cual se explica en el capítulo 6. En primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica de la Guía Técnica para Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la cual se especifica los requerimientos físicos para el almacenamiento de sustancias peligrosas, una vez finalizada la revisión, se le solicitará a Albedo S.A.S las especificaciones que requieren para el desarrollo del centro de acopio, finalmente se elaborará la lista de elementos. Posteriormente se realizará el análisis de tres alternativas para el desarrollo del centro de acopio, esta selección se presentará en el capítulo 10

Posteriormente se realizará una propuesta de centro de acopio mediante el software de simulación SolidWorks en el cual se elaborará cada parte de este, las cuales son: pisos, muros, techos y entradas. Se realizará el diseño de cada una por separado y al finalizar se llevará a cabo un ensamblaje de dichas partes con el fin de obtener el prototipo de centro de acopio.

Una vez diseñadas y ensambladas cada parte del centro de acopio se llevará a cabo la documentación técnica, en esta se incluirán planimetría y análisis ingenieril mediante SolidWorks.

Una vez desarrollado todo el diseño se presentará una tabla de costos en la cual se presentarán los costos para la futura fabricación del centro de acopio móvil.

6. MARCO TEORICO

Tal como dice Albedo S.A.S⁴ la empresa se encarga de proveer soluciones especializadas a empresas grandes con grandes pasivos ambientales y residuos. Es una empresa que tiene 17 años de experiencia, la cual cuenta con un grupo interdisciplinario que se encarga de cumplir con los objetivos cambiantes en la gestión de calidad del medio ambiente, cuenta con permisos ambientales y brinda soporte técnico y de infraestructura a todo tipo de proyectos.

Dentro de los servicios que brinda Albedo⁵ se encuentran unidades modulares, las cuales constan de divisiones de acopio, dichas divisiones están adecuadas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4741 de 2005⁶. El modelo estándar cuenta con cuatro celdas de almacenamiento de residuos peligrosos, no peligroso, posconsumo y ordinarios, también posee bandejas de captura de líquidos en la zona húmeda y su capacidad estará entre las 5 y las 10 toneladas; teniendo en cuenta que para realizar la disposición final de los residuos que generan las empresas, se requiere un mínimo de toneladas para que la disposición final no eleve su costo.

⁴ Albedo. OB.CIT.

⁵ Albedo, «Albedo dirigimos procesos ambientales ESP,» [En línea]. Disponible: <https://albedo.com.co/cam/>. [Último acceso: 29 de marzo de 2019].

⁶ COLOMBIA, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Decreto 4741 (30, diciembre, 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. [En línea]. Disponible: <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1524/02-28/Decreto4741de2005.pdf>. [Último acceso: 23 de mayo de 2019]

La realización de este proyecto se basó en que las unidades que tiene la empresa pueden llegar a tener un mejor funcionamiento, por lo tanto, se realizará el diseño de un prototipo funcional que cumpla con la normativa mencionada con anterioridad.

Para lograr el objetivo se realizó una investigación acerca de los tipos de residuos, requerimientos normativos, metodologías de diseño y lugares óptimos para la instalación del prototipo del centro de acopio que se diseñará.

6.1 Residuos Sólidos

Albedo SAS tiene a su disposición servicio de almacenamiento de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, con el fin de solucionar este problema se plantea el diseño de un prototipo de centro de acopio, pero antes es pertinente conocer los diferentes residuos que se producen. Para ello, en la Tabla 1 se clasifican diferentes tipos de residuos determinando su fuente y naturaleza.

Tabla 1. Fuentes de generación de RS según su tipo

<i>TIPO</i>	<i>FUENTE</i>	<i>NATURALEZA</i>
<i>Domésticos</i>	Casas y edificios, unifamiliares y multifamiliares	Comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cueros, maderas, vidrio, aluminio, residuos especiales y domésticos peligrosos
<i>Industriales</i>	Industrias de manufactura y producción de bienes.	Aluminio, cartón, papel, plástico, maderas, vidrio, metales, residuos orgánicos, residuos especiales

Comerciales	Tiendas, restaurantes, hoteles, supermercados y centros comerciales	Papel cartón, plásticos, aluminio, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos, y residuos peligrosos
Institucionales	Centros educativos, hospitales, cárceles, universidades y otras.	Papel, cartón, plástico, maderas, vidrio, metales, residuos orgánicos, residuos especiales.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería y granjas.	Residuos orgánicos, plásticos, cartón, vidrio, residuos peligrosos, envases de plaguicidas.
Construcción	Nuevas construcciones, obras, pavimentos rotos y demoliciones.	Madera, vidrio, concreto, escombros, acero, plástico.
Servicios Distritales	Barrido y limpieza de calles, paisajismo, podas, parques y playas.	Recortes de árboles y plantas, arena, papel, plástico, vidrio, acero.

Fuente: CORONADO C. Olga L.; SOTELO R. Hernando; CHÁVEZ P. Álvaro. Fuentes de generación de RS según su tipo [En línea]. Colombia. 2016. p.5. Disponible en: https://www.umng.edu.co/documents/10162/745280/V3N1_3.pdf. [Último acceso: 3 de marzo de 2019]

6.2 Sistema de manejo de RS

El sistema de manejo de RS está compuesto en varios subsistemas los cuales son: generación, recolección y transporte, tratamiento y disposición. Para la finalidad del proyecto solo se hará alusión al tratamiento y disposición de los residuos, en este se encuentra la selección y aplicación de tecnologías pertinentes para cumplir apropiadamente el control y proceso de los residuos peligrosos. Para el manejo de

almacenamiento de residuos se posee la recolección selectiva la cual clasifica y segrega productos para su posterior utilización.⁷

6.3 Disposición final

Para la operación final controlada y ambientalmente pertinente de los residuos, dependiendo de sus características específicas se tienen en cuenta lugares donde se disponen definitivamente. La disposición final de los residuos se puede realizar en vertederos municipales, diferentes tipos de relleno sanitario, plantas de tratamiento y de recuperación, conociendo que las instalaciones deben estar adecuadas según las las condiciones higiénico – sanitarias, ambientales, de protección y seguridad, según se establece en la legislación y normativas vigentes.⁸

6.4 Condiciones del sitio de almacenamiento

Dentro de la planeación para el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se recomienda que dentro del desarrollo de centros de acopio se contemplen los requisitos descritos en los siguientes ítems⁹.

⁷ CORONADO C. Olga L.; SOTELO R. Hernando; CHÁVEZ P. Álvaro. Fuentes de generación de RS según su tipo [En línea]. Colombia. 2016. p.7. Disponible en: https://www.umng.edu.co/documents/10162/745280/V3N1_3.pdf. [Último acceso: 3 de marzo de 2019]

⁸ IBID., p.7-8

⁹ Op.Cit. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. p 11

Ilustración 1. Vista adecuada y no adecuada de un centro de almacenamiento.



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Sin nombre [imagen]. En: Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. 2006. [Consultado: 3 de marzo de 2019]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenam_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf.

- Ubicación: Para la adecuada ubicación de un centro de acopio de sustancias y residuos peligrosos debe estar alejado de zonas densamente pobladas. En la ilustración 1, se puede apreciar la forma correcta e incorrecta de un sitio de almacenamiento.¹⁰
- Diseño: El centro de acopio debe permitir separación de materiales incompatibles por sus características de composición, mediante muros cortafuego o separadas por precauciones aceptables.¹¹

6.5 Condiciones específicas según peligrosidad¹²

Según el residuo que se vaya a almacenar en el centro de acopio, su almacenamiento debe tener ciertas características, a continuación se presentan los requisitos que se deben tener según la peligrosidad del residuo.

¹⁰ Op.Cit. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. p 11

¹¹ Op.Cit. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. p 11-12

¹² Op.Cit. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. p 21-23

- Explosivos:
 - Los residuos explosivos se deben ubicar a una distancia suficientemente alejada de todo edificio o zona habitada, carreteras y vías férreas, realizando el análisis pertinente de la cantidad de explosivos y detonantes que se van a almacenar. El acceso debe estar restringido a personal autorizado.
 - Los componentes del centro de acopio deben estar contruidos sólidamente a prueba de fuego y el techo debe ser liviano.
 - La ventilación e iluminación que se le adjudique al centro de almacenamiento debe ser preferiblemente natural. Si se requiere iluminar artificialmente el área alrededor y dentro de la infraestructura, deberá hacerse por medio de proyectores a distancia, con linternas o equipo de alumbrado eléctrico de tipo antichispas.
 - Deberá estar protegido con un sistema de pararrayos que cubra su área total, sin que ninguna de la partes del sistema tenga contacto con la estructura.

- Gases comprimidos: inflamables, no inflamables y tóxicos:
 - Para almacenar estos residuos se debe poseer un área exclusiva para estos, lejos de fuentes térmicas.
 - El material elegido para la construcción del centro de acopio debe ser incombustible, el techo liviano y el piso sólido; los muros pueden ser metálicos o de rejillas.
 - La bodega debe contar con ventilación suficiente para evitar concentración de gases que puedan originar explosión, asfixia o envenenamiento.
 - Dependiendo de la compatibilidad de los gases, debe realizarse su almacenamiento por separado.
 - Para el almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo, se deben seguir los requisitos estipulados en la Resolución numero 80505 de marzo 17 de 1997. “Por la cual se dicta el reglamento técnico al cual debe someterse el

almacenamiento, manejo, comercialización mayorista y distribución de Gas Licuado del Petróleo, GLP”.

- Sólidos inflamables:
 - Al momento de almacenar sólidos inflamables lo recomendado es que los muros externos tengan la capacidad de resistir el fuego por un tiempo de tres horas.
 - Los muros no deben tener aberturas.
 - Para los muros divisores internos del mismo centro de acopio, elementos soportantes verticales y horizontales, se recomienda que la duración de resistencia al fuego sea de 120 minutos hasta la cubierta.
 - Respecto al techo, lo recomendado es que posea resistencia al fuego menor a 60 minutos, sin planchas metálicas.
 - Se debe poseer un sistema de control de derrame, el cual posea elementos absorbentes que permitan retirar fácilmente la sustancia peligrosa o bien, poseer cámara de contención exterior a la bodega.
 - Se debe contar con un sistema de detección automático de incendio.
 - En caso de requerir instalaciones eléctricas deberán estar protegidas adecuadamente y presentar conexión a tierra.

- Líquidos inflamables:
 - Se aplican las mismas condiciones de los sólidos inflamables. Para el almacenamiento de combustibles líquidos derivados del petróleo se deben aplicar las disposiciones dadas en el Decreto 283/90. “Por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carrotanques de petróleo crudo” y el Decreto 1521/98 “Por el cual se reglamenta el

almacenamiento, manejo, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, para estaciones de servicio”.

6.6 Condiciones de la operación¹³

En el manejo de residuos peligrosos se debe documentar para que el personal tenga acceso a esta documentación, esta documentación debe tener:

- Guía de operación segura y correcta de todos los equipos incluyendo equipo de protección personal y del almacenamiento de los materiales peligrosos.
- Las sustancias peligrosas almacenadas deben estar acompañadas de su respectiva Hoja de Seguridad.
- Instrucciones y procedimientos sobre higiene, seguridad y medio ambiente.
- Instrucciones y procedimientos sobre emergencias.

6.7 Metodología de diseño

Para la realización del prototipo de centro de acopio para la firma Albedo S.A.S, se seleccionará una metodología de las siguientes: metodología lineal, diseño complejo y design thinking, a continuación, se mencionarán brevemente cada una de estas y la selección.

¹³ Op.Cit. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. p 23

6.7.1 Metodología lineal¹⁴

En la metodología lineal se presentan tres fases principales las cuales se describirán a continuación:

- Fase 1: Diseño conceptual, el cual consiste en definir conceptos o principios para solucionar el problema planteado, para esto se realiza un análisis en el cual, se sintetiza una o varias posibles soluciones y se evalúan con respecto a restricciones (especificaciones) impuestas.
- Fase 2: Diseño preliminar, en este diseño se realiza concretización de una solución al problema, en esta fase se determinan los componentes e interacciones necesarias para poder evaluar objetivamente. Posteriormente, se obtienen formas específicas, selección de materiales y planos generales con dimensiones generales, que representan al producto como un conjunto de componentes y acoplamientos.
- Fase 3: Diseño detallado, corresponde a la generación de todas las especificaciones pertinentes para llevar a cabo la solución al problema planteado. En esta fase se lleva a cabo la elaboración de planos de detalle, la determinación de etapas de fabricación, la identificación de proveedores, etc.

¹⁴ CHAUR B. J. Capítulo 2. Ingeniería de diseño. En: Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa. [En línea]. Catalunya, 2005, pp. 15-48. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. [Último acceso 10 de marzo de 2019]

6.7.2 Diseño complejo¹⁵

Realizar un diseño resulta mejor estructurado mediante el enfoque de la teoría de sistemas complejos adaptativos, la cual ayuda a planear el diseño de una manera más sustentable para el sistema en el cual se desenvolverá y, por ende, dependiendo del caso puede hacerse adaptativo al entorno. El diseño complejo trata de resolver problemas o necesidades con los objetos y cosas diseñadas y solucionar sus características. Dentro de las topologías más usadas para el diseño se encuentran: estrella, anillo, bus y árbol¹⁶

- Topología en estrella. Se caracteriza por su facilidad de añadir nuevos elementos y un fallo de un elemento (no central) no afecta al resto.
- Topología en bus. Cada elemento suele estar identificado por una dirección única y se pueden comunicar dos elementos de forma simultánea.
- Topología en anillo. Se caracteriza porque los elementos están interconectados de tal forma que forman un anillo cerrado. Por lo mencionado anteriormente, la información transita por todos los elementos. Sus principales ventajas son: control sencillo. Como desventajas presenta vulnerabilidad a fallos, debidos a que si falla un elemento fallan todos los elementos
- Topología en árbol. Es una topología que mezcla parte de las anteriores, en particular de la estrella y del bus, esta topología permite establecer una jerarquía

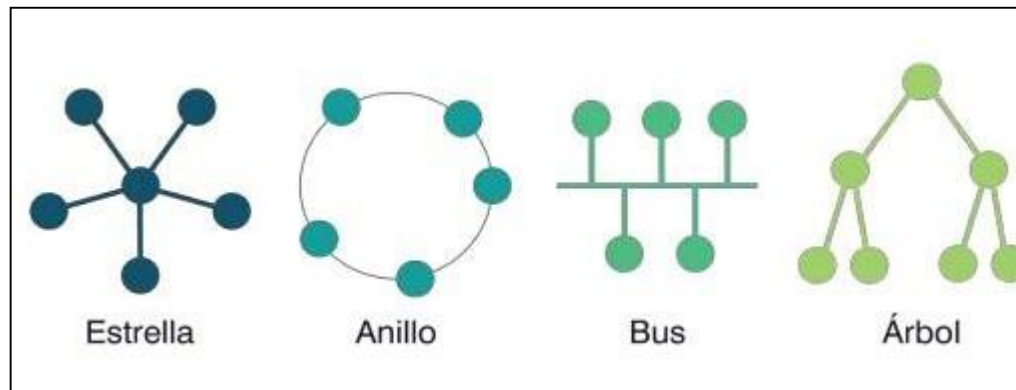
¹⁵ SOSA C. Liliana B. Diseño basado en sistemas complejos. [En línea] Nuevo León: FIVANA. Escobedo, 2017. p 44. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/13567/1/LIBRO%20DISE%C3%91O%20BASADO%20EN%20SISTEMAS%20COMPLEJOS%20compresed.pdf>. [Último acceso 23 de marzo de 2019]

¹⁶ IBID., p84.

entre los elementos de la red. Sus ventajas y desventajas dependen de la topología específica (estrella o bus) que se utilice.

En la ilustración 2 se observa las topologías de diseño mencionadas con anterioridad.

Ilustración 2. Topologías de diseño.



Fuente: SOSA C. Liliana B. Topologías de red más utilizadas en sistemas de gestión técnica, tales como la domótica [imagen]. En: Diseño basado en sistemas complejos. 2017. [Consultado: 23 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/13567/1/LIBRO%20DISE%C3%91O%20BASADO%20EN%20SISTEMAS%20COMPLEJOS%20compresed.pdf>

6.7.3 Design Thinking (DT)¹⁷

DT es una filosofía que se ha consolidado al momento de crear una empresa o empezar por el camino emprendedor. Los conceptos de DT en un proceso estructurado fueron de gran utilidad. Las soluciones pueden ser productos, servicios, entornos, organizaciones y modos de interacción.

¹⁷ SHAPIRA, Hila; KETCHIE, Adela; NEHE, Meret. Journal of cleaner production. The integration of Design Thinking and Strategic Sustainable. [En línea]. 1 de enero de 2017, vol 140, parte 1. pp. 278-279. [Último acceso 23 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect-com.consultaremota.upb.edu.co/science/article/pii/S0959652615015644>. ISSN: 0959-6526.

En la Fase de Ideación, el equipo aborda el problema divergiendo su pensamiento a través de una lluvia de ideas para generar muchas ideas como sea posible. La fase de experimentación da como resultado una final convergencia para seleccionar una o unas pocas ideas con las que experimentar y refinar. A través de la creación de prototipos de las ideas y compartirlas con la audiencia relevante, el equipo de diseño desarrolla y mejora aún más una solución final. Finalmente, la fase de evolución dirige al equipo a planificar cómo implementar la solución elegida.

Para la realización del prototipo de centro de acopio se seguirá la metodología de estrella debido a que se realizará el diseño de las piezas por separado y al final se ensamblarán para así obtener el prototipo de centro de acopio.

6.8 Lugar de Ubicación del centro de acopio¹⁸

Es importante para el almacenamiento de residuos sólidos, conocer donde se va a ubicar el prototipo centro de acopio diseñado, para esto se deben tener en cuenta ciertos criterios de selección, dichos criterios se mencionan a continuación:

- Costo de operación: Este costo incluye el alquiler junto con el costo involucrado en el trabajo diario del centro.
- Proximidad al fabricante: Esto traduce directamente en el costo del transporte, es un factor crítico.

¹⁸ SANA, Malik; ARADHANA, Kumari; SAURABH, Agrawal. Materials today: Proceedings. Selection of locations of collection centers for reverse logistics using GTMA. [En línea]. 2015. vol 2, issues 4-5. p. 2543. [Último acceso: 23 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.consultaremota.upb.edu.co/science/article/pii/S2214785315004447>. ISSN: 2214-7853.

- Flexibilidad: Es la capacidad de aumentar (o disminuir) el requisito de espacio cuando sea necesario. Eso incorpora la capacidad de la instalación de ser flexible para satisfacer necesidades más elevadas, si es necesario.
- Impuestos (específicos del área): La diferencia de impuestos a este respecto es regional. Algunas ciudades pueden tener más alto mientras que otros bajan.

7. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Para la realización del prototipo de centro de acopio se requieren de ciertas características físicas, estas son determinadas por la Guía ambiental de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos, junto con las necesidades de Albedo S.A.S para lograr cumplir a cabalidad con las solicitudes de los clientes. A continuación, se presentarán los requerimientos físicos que se deben tener en cuenta para el diseño del prototipo de centro de acopio.

7.1 Recepción de residuos peligrosos

Para cumplir con la normativa ambiental, Albedo S.A.S al realizar la recepción de los residuos peligrosos que se almacenarán en el prototipo de centro de acopio, debe solicitar a los clientes que los residuos estén debidamente etiquetados según la norma NTC 1692 “Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado», de obligatorio cumplimiento para el transporte (Decreto 1609/02)”¹⁹.

Tal como dice NTC 1692: “La etiqueta es la información impresa que se hace sobre el riesgo que puede presentar una mercancía, se representa por medio de colores y símbolos según corresponda, la etiqueta se ubica en el producto a transportar.”²⁰,

¹⁹ COLOMBIA, Ministerio de Transporte. Norma Técnica Colombiana NTC 1692 NTC 1692. “Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado», de obligatorio cumplimiento para el transporte (Decreto 1609/02)”. [En línea]. Disponible en: <http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC1692.pdf>. [último acceso: 10 de abril de 2019]

²⁰ Ibid., p2.

a diferencia del rótulo, según NTC 1692: “El rótulo es la advertencia del riesgo que se hace sobre el producto que se transporta mediante colores y símbolos según corresponda pero su ubicación es en el medio de transporte.”²¹.

Según el tipo de residuo que se vaya a transportar y almacenar temporalmente, se clasifican en: Clase 1 (explosivos), Clase 2 (gases), Clase 3 (líquidos inflamables), Clase 4 (sólidos inflamables), Clase 5 (sustancias comburentes y peróxidos orgánicos), Clase 6 (sustancias tóxicas y sustancias infecciosas), Clase 7 (material radioactivo), Clase 8 (sustancias corrosivas), Clase 9 (sustancias y objetos peligrosos varios).

Dentro del servicio que Albedo presta a los clientes del país en la recolección y almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos, están las clases 3,4,5,8 y 9, por lo tanto, estas clases se mencionaran a continuación.

7.1.1 Clase 3 (líquidos inflamables)

Tal como dice Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga: “Son líquidos inflamables los líquidos, mezcla de líquidos, o líquidos que contienen sustancias solidas en solución o suspensión (pinturas, barnices, lacas), que tienen un punto de inflamación no superior a 60.5°C en ensayo de vaso cerrado, o no superior a 65.6°C en vaso abierto”.²² Los residuos clase 3 que Albedo

²¹ Ibid., p2.

²² COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p11 [En línea]. Disponible en: http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Cartillas%20Conductores/CLASE_3.pdf. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

almacenará temporalmente deben contar con la etiqueta que muestra en la Ilustración 3.

Ilustración 3. Rótulo de residuo de líquidos inflamables



Fuente: COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p12 [En línea]. Disponible en: http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Cartillas%20Conductores/CLASE_3.pdf. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

7.1.2 Clase 4 (Sólidos inflamables)

Según NTC 1692: “Los sólidos inflamables son sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables”²³. Los sólidos inflamables se clasifican en tres divisiones: sólidos inflamables, sustancias de combustión espontánea y sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

²³ NTC 1692 Transporte de mercancías peligrosas definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado. Op.cit., p4.

- Sólidos inflamables²⁴: Son sustancias que pueden llegar a inflamarse con facilidad o que por medio de rozamiento pueden provocar un incendio, como por ejemplo, desechos de caucho en polvo, azufre. También hacen parte de esta clase las sustancias que reaccionan espontáneamente y que pueden descomponerse generando calor intenso causado por calentamiento o por contacto con otros productos como los corrosivos, por ejemplo, fósforo blanco. La etiqueta de estos productos debe ser como la presentada en la Ilustración 4.

Ilustración 4. Etiqueta de sólido inflamable



Fuente: COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p10 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2518>. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

- Sustancias de combustión espontánea²⁵: Son sustancias que estando en condiciones normales pueden calentarse espontáneamente llegando a presentar auto ignición, explosión o desprendimiento de gases o vapores tóxicos, por ejemplo, carbón mineral, tejidos naturales o sintéticos impregnados. El etiquetado de estos sólidos se representa en la ilustración 5.

²⁴ COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p10 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2518>. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

²⁵ Ibid., p11.

Ilustración 5. Etiqueta de sustancias de combustión espontánea.



Fuente: COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p11 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2518>. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

- Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables²⁶: Estas sustancias, al humedecerse, tienden a desprender gases inflamables que al mezclarse con el aire pueden causar mezclas explosivas, por ejemplo sodio en barras o carburo de potasio. En la ilustración 6 se puede apreciar la etiqueta para estos residuos.

Ilustración 6. Etiqueta para sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.



Fuente: COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p11 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2518>. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

²⁶ COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p11 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2518>. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

7.1.3 Clase 5 (sustancias comburentes y peróxidos orgánicos)

Este tipo de residuos se clasifican en dos divisiones. 5.1 Sustancias comburentes y 5.2 peróxidos orgánicos.

- Sustancias comburentes: Tal como dice ARL SURA: “Generalmente contienen o liberan oxígeno y causan la combustión de otros materiales o contribuyen a ella como por ejemplo el agua oxigenada y el nitrato de potasio”²⁷. En la ilustración 7 se identifica como debe ser la etiqueta de los residuos de esta clase.

Ilustración 7. Etiqueta para sustancias comburentes clase 5.1



Fuente: ARL SURA. Identificación, rotulado y etiquetado de productos químicos en Colombia. p6. [En línea]. Disponible en: https://www.arlsura.com/images/stories/identificacion_etiquetado_sustquimicas.pdf. [Último acceso: 11 de abril de 2019]

- Peróxidos orgánicos: Tal como dice ARL SURA: “Sustancias de naturaleza orgánica que contienen estructuras bivalentes -O-O-, que generalmente son inestables y pueden favorecer una descomposición explosiva, quemarse rápidamente, ser sensibles al impacto o la fricción o ser altamente reactivas

²⁷ ARL SURA. Identificación, rotulado y etiquetado de productos químicos en Colombia. p6. [En línea]. Disponible en: https://www.arlsura.com/images/stories/identificacion_etiquetado_sustquimicas.pdf. [Último acceso: 11 de abril de 2019]

con otras sustancias. Ej. Peróxido de benzoílo, Metiletilcetona peróxido.”²⁸. En la ilustración 8 está un ejemplo de la etiqueta para esta clase.

Ilustración 8. Etiqueta para peróxidos orgánicos clase 5.2



Fuente: ARL SURA. Identificación, rotulado y etiquetado de productos químicos en Colombia. p6. [En línea]. Disponible en: https://www.arlsura.com/images/stories/identificacion_etiquetado_sustquimicas.pdf. [Último acceso: 11 de abril de 2019]

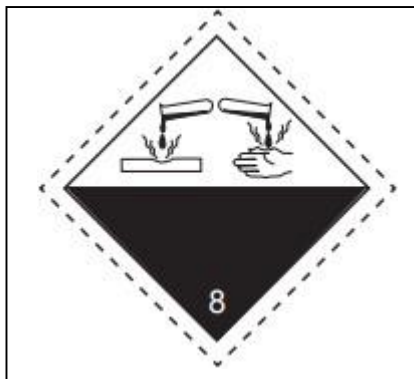
7.1.4 Clase 8 (Sustancias Corrosivas)

Las sustancias corrosivas son sustancias tan fuertes que pueden dañar o destruir metales. En los seres humanos, pueden atacar y destruir por acción química los tejidos del cuerpo tan pronto como entran en contacto con la piel, los ojos o los pulmones.²⁹. La ilustración 9 permite observar la etiqueta correspondiente a la clase 8.

²⁸ Ibid., p6.

²⁹ COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p10 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2523>. [Último acceso: 11 de abril de 2019].

Ilustración 9. Etiqueta para la clase 8 (sustancias corrosivas)



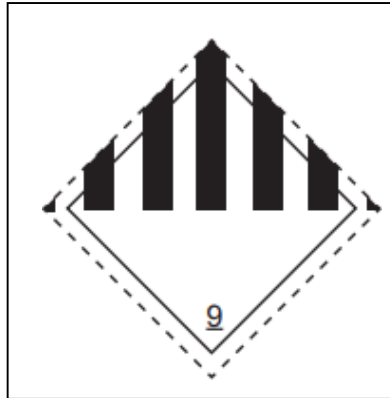
Fuente: COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p1 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2523>. [Último acceso: 11 de abril de 2019].

7.1.5 Clase 9 (Sustancias y objetos peligrosos varios)

La Clase 9 se define como las sustancias no cubiertas dentro de las otras clases pero que tienen riesgo; incluyendo por ejemplo material modificado genéticamente, sustancias que se transportan a temperatura elevada y las sustancias peligrosas para el medio ambiente distintas de las que conforman otras clases.³⁰ La ilustración 10 permite observar la etiqueta para esta clase de residuo.

³⁰ COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p9 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2524>. [Último acceso: 11 de abril de 2019].

Ilustración 10. Etiqueta para la clase 9 (sustancias y objetos peligrosos varios)



Fuente: COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. p1 [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2524>. [Último acceso: 11 de abril de 2019].

Además de los residuos peligrosos que se mencionaron con anterioridad, Albedo realizará el acopio temporal para residuos no peligrosos y ordinarios, a continuación, se especificarán estas dos clasificaciones.

7.1.6 Residuos No peligrosos

Dentro de los residuos no peligrosos que se almacenarán temporalmente se encuentran: cartón, papel, plástico, madera y chatarra. Estos residuos no tienen etiqueta definida, pero se debe realizar una identificación de cada residuo, en esta identificación se debe especificar el tipo de residuo y peso.

7.1.7 Residuos ordinarios

Dentro de los residuos ordinarios que Albedo puede almacenar temporalmente en los centros de acopio se encuentran: Sanitarios, poliestireno expandido (icopor), cerámicas, barridos, podas. Al igual que los residuos no peligrosos, no se posee

etiqueta definida y se debe realizar una identificación de cada residuo con los ítems mencionados en el numeral anterior.

7.2 Capacidad

La capacidad de almacenamiento necesitada para el prototipo de centro de acopio será de 10 toneladas de residuos en los cuales se puede almacenar los siguientes residuos:

- Líquidos y sólidos inflamables (Clase 3 y 4)
- Sustancias corrosivas (Clase 8)
- Sustancias y objetos peligrosos varios (Clase 9)
- Residuos no peligrosos (papel, cartón, plástico, madera, llantas y chatarra) y residuos ordinarios (poliestireno expandido, cerámicas, barridos podas, sanitarios).

El centro de acopio debe estar adecuado para la recepción de los residuos mencionados anteriormente, el residuo a almacenar depende del sector industrial del productor de residuos. En base a las solicitudes anteriores, Albedo S.A.S estima que la mayoría de posibles compradores almacenan líquidos en canecas de 55 galones en la parte líquida y RESPEL en los sólidos en la mayoría de casos, por lo tanto, el prototipo del centro de acopio se concentrará en estos dos tipos de residuos principalmente.

7.3 Disposición espacial - Segregación

Según las características de cada residuo se deben tener en cuenta la compatibilidad de estos para evitar posibles accidentes, en la tabla 2 se puede apreciar esta compatibilidad.

Tabla 2. Segregación de sustancias.

CLASE	1.1	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2	7	8	9
	1.2																
	1.5																
EXPLOSIVOS 1.1, 1.2, 1.5	*	*	*	4	2	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	x
EXPLOSIVOS 1.3	*	*	*	4	2	2	4	3	3	4	4	4	2	4	3	3	X
EXPLOSIVOS 1.4	*	*	*	2	1	1	2	2	2	2	2	2	X	4	2	2	X
GASES INFLAMABLES 2.1	4	4	2	X	X	X	2	1	2	X	2	2	X	4	2	1	X
GASES NO TÓXICOS, NO INFLAMABLES 2.2	2	2	1	X	X	X	1	X	1	X	X	1	X	2	1	X	X
GASES VENENOSOS 2.3	2	2	1	X	X	X	1	X	1	X	X	2	X	2	1	X	X
LÍQUIDOS INFLAMABLES 3	4	4	2	2	1	2	X	X	2	1	2	2	X	3	2	X	X
SÓLIDOS INFLAMABLES 4.1	4	3	2	1	X	X	X	X	1	X	1	2	X	3	2	1	X
SUSTANCIAS QUE PUEDEN EXPERIMENTAR COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA 4.2	4	3	2	2	1	2	2	1	X	1	2	2	1	3	2	1	X
EN CONTACTO CON EL AGUA 4.3	4	4	2	X	X	X	1	X	1	X	2	2	X	2	2	1	X
SUSTANCIAS COMBURENTES 5.1	4	4	2	2	X	X	2	1	2	2	X	2	1	3	1	2	X
PERÓXIDOS ORGÁNICOS 5.2	4	4	2	2	1	2	2	2	2	2	2	X	1	3	2	2	X
SUSTANCIAS VENENOSAS 6.1	2	2	X	X	X	X	X	X	1	X	1	1	X	1	X	X	X
SUSTANCIAS INFECCIOSAS 6.2	4	4	4	4	2	2	3	3	3	2	3	3	1	X	3	3	X
MATERIALES RADIOACTIVOS	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	X	3	X	2	X

SUSTANCIAS CORROSIVAS 8		4	2	2	1	X	X	X	1	1	1	2	2	X	3	2	X	X
SUSTANCIAS ARTÍCULOS PELIGROSOS VARIOS 9	Y	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. p28 [En línea]. Disponible: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenam_tran_sp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf. [Último acceso: 3 de marzo de 2019].

Las cifras y los símbolos que aparecen en el cuadro remiten a las expresiones definidas en la presente sección, con esta correspondencia:

1 - "A distancia"

2 - "Separado de"

3 - "Separado por todo un compartimiento o toda una bodega de"

4 - "Separado longitudinalmente por un compartimiento Intermedio o toda una bodega Intermedia de"

X - La segregación que puede ser necesaria se indica en la ficha correspondiente

* - En lo que respecta a la segregación entre sustancias químicas de la Clase 1. Véase la NTC 3966

De la tabla 2, para los residuos que maneja albedo se puede concluir que:

- Líquidos inflamables: Los líquidos inflamables pueden estar almacenado con los sólidos inflamables en el mismo espacio, deben estar separados de las sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias comburentes; y por último estar a distancia de las sustancias peligrosas en contacto con el agua. Los demás residuos que manejados no tienen ninguna restricción de almacenamiento con los líquidos inflamables.
- Sólidos inflamables: Los sólidos inflamables pueden estar almacenados con los sólidos inflamables en el mismo espacio, deben estar a distancia de las sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias comburentes y las sustancias corrosivas. Los demás residuos que manejados no tienen ninguna restricción de almacenamiento con los sólidos inflamables.

- Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea: Las sustancias que pueden experimentar combustión espontánea deben estar a distancia de los sólidos inflamables, las sustancias peligrosas en contacto con el agua y las sustancias corrosivas. Deben estar separadas de los líquidos inflamables, sustancias comburentes. Los demás residuos que manejados no tienen ninguna restricción de almacenamiento con las sustancias que pueden experimentar combustión espontánea.
- Sustancia peligrosa en contacto por el agua: Las sustancias peligrosas en contacto por el agua deben estar a distancia de los líquidos inflamables, sustancias que pueden experimentar combustión espontánea y las sustancias corrosivas. Deben estar separadas de las sustancias comburentes. Los demás residuos que manejados no tienen ninguna restricción de almacenamiento con las sustancias peligrosas en contacto por el agua.
- Sustancias comburentes: Las sustancias comburentes deben estar a distancia de los sólidos inflamables. Deben estar separadas de los líquidos inflamables, las sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias peligrosas en contacto con el agua, y sustancias corrosivas. Los demás residuos que manejados no tienen ninguna restricción de almacenamiento con las sustancias comburentes.
- Sustancias corrosivas: Las sustancias corrosivas deben estar a distancia de los sólidos inflamables, las sustancias que pueden experimentar combustión espontánea y las sustancias peligrosas en contacto con el agua. Deben estar separados de las sustancias comburentes. Los demás residuos que manejados no tienen ninguna restricción de almacenamiento con las sustancias corrosivas.
- Sustancias y artículos peligrosos varios: Las sustancias y artículos peligrosos varios si llegan a poseer segregación está en la ficha correspondiente de cada artículo.

- Residuos no peligrosos y ordinarios: Los residuos no peligrosos y ordinarios no tienen segregación estandarizada, pero se deben almacenar alejados de las sustancias inflamables y corrosivas.

7.4 Materiales de encerramiento

Los materiales que se requeridos para el diseño del prototipo de centro de acopio deben garantizar las cargas a las que será sometido y asegurar que los residuos que se almacenen en él no entrarán en contacto con el ambiente en caso de alguna eventualidad. Para esto se elaboró una lista de posibles materiales los cuales se especifican a continuación:

7.4.1 Lámina Hot Rolled (ASTM A-36)³¹

El acero estructural A36 o comúnmente llamado HR, se produce bajo la especificación ASTM A36. Este tipo de acero es una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 0.26 %, también posee cantidades pequeñas de minerales como manganeso, con el fin de aumentar la resistencia, y fósforo, azufre, silicio y vanadio, para lograr un mejor comportamiento al momento de soldar y resistencia a la intemperie. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión además de su bajo costo. Las dimensiones que manejan son espesores desde 2,5 mm a 155 mm y poseen varios formatos 4x8, 6x20, 8x20 y 8x40 pies. De igual manera se cortan medidas especiales de acuerdo a las necesidades.

³¹ CIA. GENERAL DE ACEROS. Productos y servicios. [En línea]. Disponible en: <http://www.cga.com.co/productos-y-servicios/productos/a-36>. [Último acceso: 16 de abril de 2019].

7.4.2 Lámina Hot Rolled (ASTM A-572) Grado 50³²

El acero estructural A-572 Grado 50 se produce bajo la especificación ASTM A-572. Es un acero de calidad estructural de alta resistencia y baja aleación con la adición de micro aleantes (Niobio o Vanadio) se desarrollaron estos aceros de alta resistencia, haciéndolos más seguros en su comportamiento mecánico y lográndose una reducción en el consumo específico desde el punto de vista estructural. Las dimensiones que manejan son espesores desde 2,5 mm a 101,6 mm y poseen varios formatos 6x20, 8x20 y 8x40 pies. De igual manera se cortan medidas especiales de acuerdo a las necesidades.

7.4.3 Lámina Hot Rolled (ASTM A-588)³³

El acero de corte se produce bajo la especificación ASTM A-588. Es un acero de alta resistencia y baja aleación para construcción electro soldada, remachada o atornillada. Fue desarrollado principalmente para ser utilizado en edificaciones y puentes donde los ahorros en peso y la durabilidad agregada son importantes. La resistencia a la corrosión atmosférica de este acero en la mayoría de los ambientes es sustancialmente mejor que la de los aceros estructurales al carbono, este acero puede ser usado desnudo (sin pintar). Las dimensiones que manejan son espesores desde 6,35 mm a 31,75 mm y poseen varios formatos 8x20 y 8x40 pies. De igual manera se cortan medidas especiales de acuerdo a las necesidades. En la tabla 3 se puede apreciar una comparación entre los tres tipos de aceros.

³² CIA. GENERAL DE ACEROS. Productos y servicios. [En línea]. Disponible en: <http://www.cga.com.co/productos-y-servicios/productos/a-572>. [Último acceso: 16 de abril de 2019].

³³ CIA. GENERAL DE ACEROS. Productos y servicios. [En línea]. Disponible en: <http://www.cga.com.co/productos-y-servicios/productos/a-588>. [Último acceso: 16 de abril de 2019].

Tabla 3. Comparación de tipos de aceros

TIPO DE ACERO	FORMATO [ft]	ESPESOR [mm]	ALGUNAS APLICACIONES
ASTM-A36	4x8, 6x20, 8x20 y 8x40	2,5-155	Construcción de estructuras de gran resistencia
ASTM-A572	6x20, 8x20 y 8x40	2,5-101,6	Construcción de estructuras metálicas
ASTM-A588	8x20 y 8x40	6,35-31,75	Construcciones expuestas a los ambientes al aire libre

Fuente: (Autor del proyecto)

7.4.4 Lámina Galvanizada³⁴

Láminas de acero con recubrimiento de zinc bajo proceso de galvanización en frío, con aplicaciones para la construcción y la metalmecánica.

7.5 Perfilería

Para el diseño del centro de acopio se requiere de varios tipos de perfiles con el fin de garantizar resistencia a la carga que será sometida, para esto se usaran perfiles cuadrados, rectangulares las especificaciones de estos perfiles se presentan a continuación.

³⁴ G&J EMPRESA DE ACEROS. Aceros para la industria. Láminas galvanizadas. [En línea]. Disponible en: <https://gyj.com.co/productos/aceros-industria/laminas-galvanizadas.html>. [Último acceso: 20 de abril de 2019]

7.5.1 Tubo Cuadrado y Rectangular³⁵

Los perfiles tubulares se fabrican de acuerdo a la norma ASTM A-500 con las dimensiones reales indicadas en las tablas, y se comercializan según las dimensiones nominales de común manejo. La longitud normal de fabricación es de 6.00 m, en caso de requerirse otras longitudes se debe consultar con el distribuidor.

7.5.2 Tubo estructural circular³⁶

Los perfiles estructurales se fabrican partiendo de bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dando la geometría de cada perfil. El cerrado se hace mediante soldadura por inducción con alta frecuencia (electro fusión ERW).

7.5.3 Perfil angular³⁷

Perfiles con sección transversal en forma de ángulo recto, laminado en caliente de alas iguales. Fabricado bajo las normas NTC 1920 - 1985 ASTM A36 - ASTM 572-ASTM 529. Longitudes: 6 metros y 12 metros.

³⁵ TUBOS COLMENA. Perfil estructural tubular negro y galvanizado. [En línea]. Disponible en: <http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2018/03/perfil-estructural.pdf>. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].

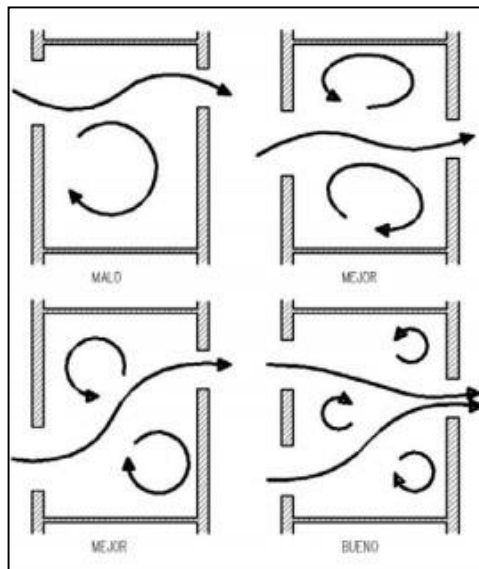
³⁶ Ibid.p3

³⁷ G&J EMPRESA DE ACEROS. Perfilería. Ángulos nacionales e importados. [En línea]. Disponible en: <https://gyj.com.co/productos/perfiles-estructurales/angulos-nacionales-e-importados.html>. [Último acceso: 20 de abril de 2019]

7.6 Ventilación

La ventilación en el centro de acopio se realizará de forma natural debido a que este generalmente está ubicado en campo, por consiguiente, la mejor forma de realizar la ventilación necesaria es por medio natural. Para garantizar una buena ventilación es necesario realizar un barrido del espacio, tal como dice la Universidad Politécnica de Madrid: “para realizar una buena ventilación se debe barrer adecuadamente el espacio a ventilar. Las entradas y salidas se dispondrán de tal modo que el aire que entra recorra la mayor parte del espacio a ventilar, antes de llegar a la salida.”³⁸. En la Ilustración 11 se pueden observar las diferentes condiciones que se pueden presentar en la ventilación natural.

Ilustración 11. Condiciones de ventilación natural.



Fuente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Instalaciones de ventilación. [En línea]. Madrid. p7. Disponible en: <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Fisica/UD-instalaciones/Doc02.pdf>. [Último acceso: 13 de abril de 2019]

³⁸ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Instalaciones de ventilación. [En línea]. Madrid. p7. Disponible en: <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Fisica/UD-instalaciones/Doc02.pdf>. [Último acceso: 13 de abril de 2019]

De la ilustración 11, se escogió la condición de ventilación natural mejor debido a que el centro de acopio necesita que haya una buena ventilación por los residuos que allí se almacenan.

También se requiere evitar el ingreso de animales al centro de acopio, por lo tanto, se requiere en los lugares donde se realice la extrusión para la ventilación colocar malla eslabonada para evitar el ingreso a las instalaciones del centro de acopio. Para esto se elaboró una lista de posibles mallas a utilizar que se presentan a continuación.

7.6.1 Mallas plásticas³⁹

Las mallas plásticas son fabricadas en polipropileno y polietileno de alta densidad ideales por su resistencia a la intemperie y todas certificadas bajo normas ISO 9001 versión 2000.

7.6.2 Mallas eslabonadas⁴⁰

Esta malla es fabricada como una tela metálica en donde se tuercen y entrelazan alambres formando un tejido en figuras de rombos. Es fabricada con alambre de acero galvanizado y su presentación es en rollos o en láminas

³⁹ CALYPSO UN MUNDO DE SOLUCIONES. Mallas plásticas. [En línea]. Disponible en: <https://www.orgcalypso.com/productos/mallas-plasticas>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]

⁴⁰ MALLASAN LTDA MALLAS Y GAVIONES DE SANTANDER. Mallas eslabonadas. [En línea]. Disponible en: <https://www.mallasan.com/secciones.php?seccion=Mg=&subseccion=MTI2>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]

7.6.3 Malla de P.V.C⁴¹

Malla eslabonada forrada en plástico P.V.C, recubrimiento para climas extremos, posee una larga vida útil y protección contra los rayos UV y la corrosión. Su presentación es en rollos.

7.7 Sistema de recolección de lixiviados y piso

Para el sistema de recolección de lixiviados se requiere un sistema para recolectar fluidos o lixiviados en caso de que se presente alguna eventualidad. El piso de almacenamiento debe tener una pendiente del 1% en dirección de las rejillas, o tener un sistema de filtrado para almacenar los líquidos por posible derrame. En caso que sea piso, no puede ser resbaloso ni poseer grietas que dificulten su limpieza. A continuación, se presentan algunas alternativas para el material del piso del centro de acopio.

7.7.1 Rejilla lobular⁴²

Rejilla de alta resistencia tipo Liviana Fabricada en calibre 14, 12 y 3 mm con perforaciones redonda repujadas y antideslizantes. En la ilustración 12 se identifica una rejilla lobular.

⁴¹ MALLASAN LTDA MALLAS Y GAVIONES DE SANTANDER. Malla eslabonada. [En línea]. Disponible en: <https://www.mallasan.com/secciones.php?seccion=Mg=&subseccion=MTMy>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]

⁴² GAMETAL. Rejillas. [En línea]. Disponible en: <https://www.gametal.com.co/rejillas.html>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]

Ilustración 12. Rejilla lobular.



Fuente: GAMETAL. Rejillas. [En línea]. Disponible en: <https://www.gametal.com.co/rejillas.html>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]

En la tabla 4 se aprecia una tabla de resistencias para la rejilla lobular.

Tabla 4. Tabla de resistencia de la rejilla lobular.

Tabla de resistencia rejilla lobular cal. 3 mm CON DOBLEZ DE 1-1 /2						
ANCHO	CARGA	LONGITUD				
		2'	3'	4'	5'	6'
7''	CU	10638	4742	2674	1718	1203
	D	1,3	2,5	4,8	7,6	10,9
	CC	581	388	290	233	195
	D	1	2,3	3,8	6,1	8,6
10''	CU	7438	3319	1874	1208	843
	D	1,2	2,4	4,3	7	11,8
	CC	542	385	290	233	196
	D	0,8	2	3,8	5,8	8,4
18''	CU	4194	1863	1053	682	478
	D	1	2,3	3,8	6,1	8,6
	CC	627	418	314	251	209
	D	0,8	1,8	3	4,8	6,9

CU: carga uniforme (kg/m²). CC: carga concentrada (kg). D: Deflexión (mm)

Fuente: GAMETAL. Rejillas. [En línea]. Disponible en: <https://www.gametal.com.co/rejillas.html>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]

7.7.2 Malla para pisos de seguridad (mallas especiales) ⁴³

El sistema de malla se fabrica mediante acero hot Rolled (Calidad 1008, A-36 ó similar), acero cold Rolled (Embutido profundo), aluminio, acero inoxidable y posee las siguientes características:

- Auto drenaje.
- Antideslizante.
- Permiten el paso de la luz.
- No obstruyen sistema de seguridad contra incendios.
- Una sola lámina.

En la ilustración 13 se presentan las características de estas mallas tipo pesadas comerciales.

Ilustración 13. Tipos de mallas

A REFERENCIA	B - CALIBRE			C - VENA		D*		E*		DIMENSIONES	Peso Kg x m ²
	USG	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.		
IMT-40 V-8	12	2,50	0,098	8,00	0,315	25,00	0,984	10,00	0,394	1.00 x 2.50 Mtrs.	14,40
IMT-75 V-5	7	4,50	0,177	5,00	0,197	59,00	2,323	33,00	1,299	1.00 X 2.50 Mtrs.	12,80
IMT-75 V-5	7	4,50	0,177	5,00	0,197	59,00	2,323	33,00	1,299	1.00 X 5.00 Mtrs.	12,80
IMT-100	7	4,50	0,177	7,10	0,280	80,10	3,154	32,60	1,283	1.00 X 2.50 Mtrs.	12,80
IMT-100 A	7	4,50	0,177	6,50	0,256	67,40	2,654	22,45	0,884	1.00 X 2.00 Mtrs.	15,70
IMT-150 A	7	4,50	0,177	6,50	0,256	91,00	3,583	22,00	0,866	1.00 X 2.00 Mtrs.	15,70
IMT-100 P V-7	4	6,00	0,236	7,00	0,276	80,00	3,150	33,00	1,299	1.00 x 2.50 Mtrs.	15,00
IMT-100 P V-11	4	6,00	0,236	11,00	0,433	78,00	3,071	30,00	1,181	1.00 X 3.80 Mtrs.	21,00
IMT-100 A P	4	6,00	0,236	6,50	0,256	64,50	2,539	20,90	0,823	1.00 x 2.00 Mtrs.	19,00
Tolerancias		+ / - 5%		+ / - 7%				+ / - 5%			Aprox.

Fuente: COLMALLAS. Mallas expandidas y pisos industriales. [En línea]. Disponible en: https://www.colmallas.com/mallas/catalogos/pisos_industriales_2009-2010.pdf. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].

⁴³ COLMALLAS. Mallas expandidas y pisos industriales. [En línea]. Disponible en: https://www.colmallas.com/mallas/catalogos/pisos_industriales_2009-2010.pdf. [Último acceso: 13 de mayo de 2019]

7.7.3 Bandejas de lixiviados

Para el sistema de recolección de lixiviados se diseñará un sistema de bandejas en la parte inferior del centro de acopio, el sistema de bandejas se instalará en los bordes para su extracción cuando se requiera. Estas bandejas estarán fabricadas de acero galvanizado.

7.8 Techo

El requerimiento principal para el techo es garantizar que no ingrese el agua al centro de acopio debido a que este se ubicará en campo abierto en la mayoría de veces.

8. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

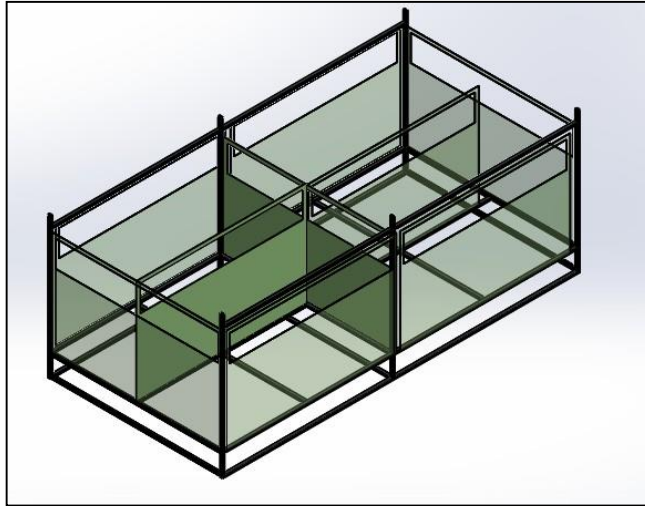
Se presentaron tres alternativas para realizar el diseño del centro de acopio, la primera alternativa consiste en un sistema rígido, es decir, un sistema compuesto de elementos estructurales soldados en una sola estructura, la segunda alternativa es un sistema modular, el cual consta de tantos módulos como se requiera, los cuales pueden o no estar unidos entre si dependiendo del espacio disponible o de la necesidad del cliente; y la tercera alternativa consiste en la adaptación de un container estándar, al cual se le realizarían adaptaciones para que cumpla con la normatividad ambiental para el almacenamiento de residuos.

Para que la alternativa sea viable se requiere que cumpla con los siguientes ítems.

- Capacidad: 10 toneladas
- Facilidad de transporte: Se refiere a las diferentes alternativas existentes para poder trasladar el centro de acopio a las instalaciones del cliente y que este tenga las mismas alternativas para transportarlo por su cuenta.
- Funcionalidad: Se refiere a su uso, mantenimiento, cumplimiento de normatividad ambiental y transporte sean accesibles, económicamente viables
- Recolección de lixiviados: Se debe garantizar la recolección de lixiviados y cumplir la normativa ambiental especificada en las Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos
- Accesibilidad de materiales: Se refiere a la disponibilidad de materiales en el mercado local.

8.1 Sistema rígido

Ilustración 14. Bosquejo de sistema rígido



Fuente: (Autor del proyecto)

En la ilustración 14 se presenta un bosquejo de la alternativa del sistema rígido, el cual posee cuatro áreas para el almacenamiento de residuos.

- a. Capacidad: 10 toneladas.

- b. Dimensiones: Las dimensiones se eligieron con el fin de evitar la pérdida de material de los perfiles rectangulares ya que son los materiales principales de la estructura, estas dimensiones se especifican en la tabla 5.

Tabla 5. Dimensiones preliminares del sistema rígido.

Ancho: 3m	Ancho efectivo: 2.7 m
Alto: 2 m	Alto efectivo: 1.8 m
Largo: 5 m	Largo efectivo: 4.6 m
Área efectiva: 8.36 m ²	

Fuente: (Autor del proyecto)

c. Almacenamiento: En toda la estructura posee una capacidad de 16 canecas de 55 galones en estibas de 120x120x15 cm, cada estiba tiene una capacidad de 4 canecas. El sistema posee 4 entradas, en cada una se puede ingresar una estiba con montacargas. Toda la estructura posee sistema de recolección de lixiviados. Se puede almacenar máximo 500 kg.

Se contará con cuatro áreas iguales de 3.105 m², en las cuales se pueden almacenar líquidos y sólidos inflamables, peróxidos orgánicos y sustancias comburentes, sustancias corrosivas y objetos peligrosos varios. Para su almacenamiento se requiere que sea en tambores o cubetas de retención para los peróxidos orgánicos, sustancias comburentes, sustancias corrosivas y objetos peligrosos varios. Para los peróxidos orgánicos y sustancias comburentes, después de abierto el recipiente solo se puede almacenar 1 mes y sin abrir máximo 12 meses.

d. Transporte: Planchón, cama baja.

e. Proceso de fabricación: Soldadura, doblado de láminas. Se realizará el corte y soldadura de los perfiles rectangulares para fabricar la estructura rígida la cual estará compuesta por el piso, parales, marcos, techo. El piso debe soportar la carga de 10 toneladas, para esto la luz entre apoyos no será mayor a 1 m con el fin de evitar deflexiones que lleven al fallo de la estructura. Una vez construida la estructura se soldarán los marcos elaborados perfiles angulares, con lámina hot

rolled en la parte inferior y malla eslabonada en la parte superior para permitir ventilación y evitar el ingreso de animales. Para el techo se utilizarán cubiertas que resistan la intemperie. Las entradas serán tipo corredera, se traslaparán entre sí para evitar ocupar espacio de más.

8.2 Sistema modular

Ilustración 15. Bosquejo del sistema modular



Fuente: (Autor del proyecto)

En la ilustración 15 se presenta un bosquejo de un módulo de la alternativa de sistema modular el cual posee dos áreas para el almacenamiento de residuos.

a. Capacidad: 2.5 toneladas por módulo.

b. Dimensiones: Estas dimensiones se definieron así debido que el almacenamiento de líquidos en el centro de acopio se realiza en canecas de 55 galones cuyas medidas estándar son de 583 mm de diámetro máximo con una altura máxima de

940 mm⁴⁴ las cuales estarán ubicadas en estibas cuyas dimensiones estándar internacionales son de 1200 x 1200 mm (47.24 x 47.24 in)⁴⁵. Con respecto a los sólidos, se deberán almacenar en contenedores cerrados según la sustancia que sea. En la tabla 6 se pueden apreciar dichas dimensiones.

Tabla 6. Dimensiones preliminares del sistema modular

Ancho: 1.4 m	Ancho efectivo: 1.3 m
Alto: 3 m	Alto efectivo: 2.3 m
Largo: 1.71 m	Largo efectivo: 1.3 m
Área efectiva: 1.69 m ²	

Fuente: (Autor del proyecto)

c. Almacenamiento: En toda la estructura posee una capacidad de hasta 4 canecas de 55 galones en estibas de 120x120x15 cm por módulo, cada estiba tiene una capacidad de 4 canecas. El sistema posee una entrada la cual funciona como muro y rampa el cual es desmontable, para el ingreso de los líquidos puede utilizar montacargas o ingreso manual por la rampa. Toda la estructura posee sistema de recolección de lixiviados. Se puede almacenar máximo 500 kg.

Se contará con un área efectiva de 1.69 m² en cada módulo, en las cuales se pueden almacenar líquidos y sólidos inflamables, peróxidos orgánicos y sustancias comburentes, sustancias corrosivas y objetos peligrosos varios. Para su almacenamiento se requiere que sea en tambores o cubetas de retención para los peróxidos orgánicos, sustancias comburentes, sustancias corrosivas y objetos peligrosos varios. Para los peróxidos orgánicos y sustancias comburentes, después de abierto el recipiente solo se puede almacenar 1 mes y sin abrir máximo 12 meses.

⁴⁴ CHEMICAL CONTAINMENT ANDINA S.A.S. Tambores. Tambor Plus de 55 galones. [En línea]. Disponible en: http://ccandina.com.co/Tambor_L-Ring_55_galones.php. [Último acceso: 6 de Julio de 2019]

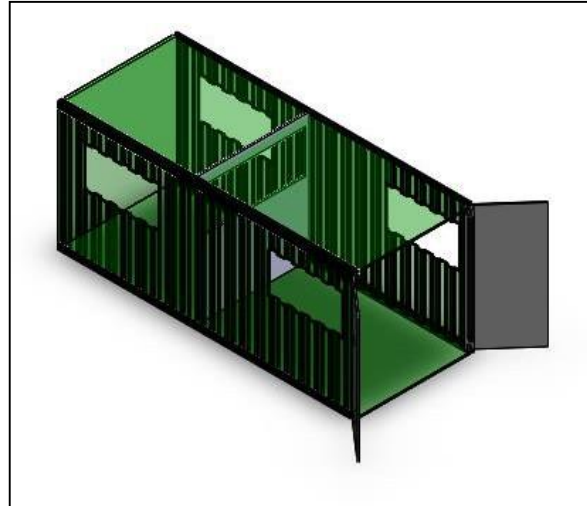
⁴⁵ MADEPAL CARRETES & ESTIBAS. Estibas de maderas – Pallets. Dimensiones estándar. [En línea]. Disponible en: <https://madepal.com/productos/estibas-de-madera-pallets>. [Último acceso: 6 de julio de 2019]

d. Transporte: Camiones de Albedo S.A.S o contratados según la agenda

e. Proceso de fabricación: Soldadura, doblado de láminas, perforado, fabricación de guías. Se realizará el corte y soldadura de los perfiles rectangulares para fabricar el piso, el cual debe soportar la carga de 2.5 toneladas, para esto la luz entre apoyos no será mayor a 1 m con el fin de evitar deflexiones que lleven al fallo de la estructura. Se construirán marcos con perfiles angulares para disminuir peso y con perfiles cuadrados para dar rigidez y para que sirvan de soporte para el techo. Estos marcos estarán compuestos por láminas hot rolled y malla eslabonada para permitir la ventilación y evitar el ingreso de animales al centro de acopio. Para la entrada se realizará un sistema de rampa desmontable, la cual permite el ingreso de canecas de forma manual (usando la rampa) o con montacargas (desmontando la puerta). El techo será fabricado con láminas galvanizadas. Para la unión de las diferentes piezas se utilizarán tornillos y guías y para asegurar el armado correctamente se realizará un manual en el cual se indique que piezas unir, las piezas estarán marcadas para mayor facilidad.

8.3 Adaptación de container de 20 pies

Ilustración 16. Bosquejo de la adaptación del container de 20 pies



Fuente: (Autor del proyecto)

El bosquejo presentado en la ilustración 16, denota la adaptación que se le realizara a un container de 20 pies, el cual presenta dos áreas para el almacenamiento de residuos las cuales deben ser adaptadas según los residuos a almacenar.

a. Capacidad: 10 toneladas

b. Dimensiones: En la tabla 7 se especifican las dimensiones estándar para un contenedor de 20 pies.

Tabla 7. Dimensiones preliminares de la adaptación del container

Ancho: 2.43 m	Ancho efectivo: 2.34 m
Alto: 2.59 m	Alto efectivo: 2.4 m
Largo: 6.05 m	Largo efectivo: 5.90 m
Área efectiva: 13.8 m ²	

Fuente: (Autor del proyecto)

c. Almacenamiento: En toda la estructura posee una capacidad de 16 canecas de 55 galones en estibas de 120x120x15 cm, cada estiba tiene una capacidad de 4 canecas. Se puede almacenar máximo 500 kg.

Se contará con dos áreas iguales de 6.09m², en las cuales se pueden almacenar líquidos y sólidos inflamables, peróxidos orgánicos y sustancias comburentes, sustancias corrosivas y objetos peligrosos varios. Para su almacenamiento se requiere que sea en tambores o cubetas de retención para los peróxidos orgánicos, sustancias comburentes, sustancias corrosivas y objetos peligrosos varios. Para los peróxidos orgánicos y sustancias comburentes, después de abierto el recipiente solo se puede almacenar 1 mes y sin abrir máximo 12 meses.

d. Transporte: Planchón, cama baja, grúa.

e. Materiales y procesos de fabricación: Se debe realizar corte en los laterales del container con el fin de permitir ventilación, se tiene que asegurar que los líquidos estén ubicados en estibas anti derrame ya que el sistema no posee sistema de recolección de lixiviados. Además, se debe construir unos marcos elaborados de perfiles estructurales angulares para realizar divisiones para las sustancias a almacenar. Se debe construir una puerta adicional para obtener dos accesos para mayor facilidad de almacenamiento y permitir el uso de montacargas.

Para seleccionar la alternativa más viable se realizaron dos matrices de selección basadas en los datos que Albedo S.A.S informó y en criterios subjetivos. La primera matriz se realizó con el fin de seleccionar la opción más viable y se presenta en la tabla 8, los valores asignados se presentan en la tabla 9.

Tabla 8. Matriz de selección de alternativas.

Matriz de selección			
Criterio	Alternativas		
	Sistema Rígido	Sistema Modular	Adaptación de container
Capacidad	5	5	5
Transporte	3	5	2
Funcionalidad	3	4	4
Accesibilidad de materiales o insumos	5	5	3
Costo de fabricación y transporte	3	4	3
Mantenimiento	4	3	4
TOTAL	23	26	21
Alternativa elegida	2	1	3

Fuente: (Autor del proyecto)

Tabla 9. Escala de medición para la matriz de selección

ESCALA	
MUY FAVORABLE	5
FAVORABLE	4
MEDIO	3
POCO FAVORABLE	2
DESFAVORABLE	1

Fuente: (Autor del proyecto)

Para validar la información obtenida en la matriz de selección de alternativas se realizó una matriz de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), en la cual se presentan los posibles fallos y efectos de estos en las alternativas, esta matriz se realizó para las tres alternativas y la convención para esta se describe en la tabla 10, para el sistema rígido en la tabla 11, sistema modular en la tabla 12 y adaptación de container en la tabla 13.

Tabla 10. Convención para la matriz AMFE

S	Nivel de severidad (gravedad del fallo percibida por el usuario)
O	Nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo)
D	Nivel de detección (Probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use)

Fuente: (Autor del proyecto)

Tabla 11. AMFE del sistema rígido.

AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) Sistema Rígido							
Elemento/Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR= S*O*D	Acciones propuestas
<i>Describir elemento</i>	<i>Describir modo de fallo</i>	<i>Describir efecto</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 1000</i>	<i>Proponer acción de mejora si sale un NPR alto</i>
Estructura rígida del CAM	Caída de la pintura	estético	2	5	2	20	Llevar pintura por si se presenta caída de pintura en el transporte
Estructura rígida del CAM	Abolladura de la estructura en operación	fallo funcional	7	3	8	168	Dejar espacio suficiente para que el montacargas entre con facilidad al compartimiento
Estructura rígida del CAM	Abolladura de la estructura en transporte	fallo funcional	10	3	8	240	Asegurarse que el transportista tenga las competencias y cumpla con las normas de transporte para evitar abolladuras
Estructura de los pisos del CAM	Fallo de la estructura de los pisos por resistencia	fallo funcional	10	2	3	60	Realizar un análisis estructural con un factor de seguridad de 1.5
CAM	Almacenamiento incorrecto por parte del usuario	fallo de seguridad	7	5	2	70	Señalizar en que parte se debe ubicar cada residuo
Marcos del CAM	Ingreso de animales	fallo de seguridad	4	5	4	80	Seleccionar el calibre de malla eslabonada adecuado
Techo	Ingreso de agua a las instalaciones	fallo de seguridad	6	2	6	72	Realizar una pendiente en los techos y dejar una luz considerable entre el final del techo y los muros de la estructura
Total:						710	

Fuente: (Autor del proyecto)

Tabla 12. AMFE del sistema modular

AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) Sistema Modular							
Elemento/Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR= S*O*D	Acciones propuestas
<i>Describir elemento</i>	<i>Describir modo de fallo</i>	<i>Describir efecto</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 1000</i>	<i>Proponer acción de mejora si sale un NPR alto</i>
Módulos del CAM	Caída de la pintura	estético	2	5	2	20	Llevar pintura por si se presenta caída de pintura en el transporte
Módulos del CAM	Abolladura de la estructura en operación	fallo funcional	7	3	8	168	Dejar espacio suficiente para que el montacargas entre con facilidad al compartimiento
Módulos del CAM	Fallo de ensamblaje	fallo funcional	10	3	6	180	Realizar un sistema de guías y un manuela de procedimiento el cual facilitará el ensamblaje del CAM en campo, las piezas del módulo serán marcadas
Módulos del CAM	Fallo de la estructura de los pisos por resistencia	fallo funcional	10	2	3	60	Realizar un análisis estructural con un factor de seguridad de 1.5
CAM	Almacenamiento incorrecto por parte del usuario	fallo de seguridad	7	5	2	70	Señalizar en que parte se debe ubicar cada residuo
Marcos del CAM	Ingreso de animales	fallo de seguridad	4	5	4	80	Seleccionar el calibre de malla eslabonada adecuado
Techo	Ingreso de agua a las instalaciones	fallo de seguridad	6	2	6	72	Realizar una pendiente en los techos y dejar una luz considerable entre el final del techo y los muros de la estructura
Total:						650	

Fuente: (Autor del proyecto)

Tabla 13. AMFE de la adaptación del container

AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) Adaptación de container							
Elemento/Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR= S*O*D	Acciones propuestas
<i>Describir elemento</i>	<i>Describir modo de fallo</i>	<i>Describir efecto</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 10</i>	<i>1 a 1000</i>	<i>Proponer acción de mejora si sale un NPR alto</i>
Estructura rígida del contenedor	Caida de la pintura	estético	2	5	2	20	Llevar pintura por si se presenta caída de pintura en el transporte
Estructura rígida del contenedor	Abolladura de la estructura en operación	fallo funcional	7	3	8	168	Asegurarse que el contenedor que se adecue tenga suficiente espacio para evitar golpes o abolladuras con el montacargas
Estructura rígida del contenedor	Abolladura de la estructura en transporte	fallo funcional	10	3	8	240	Asegurarse que el transportista tenga las competencias y cumpla con las normas de transporte para evitar abolladuras
CAM	Almacenamiento incorrecto por parte del usuario	fallo de seguridad	7	5	2	70	Señalizar en que parte se debe ubicar cada residuo
Marcos del CAM	Ingreso de animales	fallo de seguridad	4	5	4	80	Seleccionar el calibre de malla eslabonada adecuado
Techo	Ingreso de agua a las instalaciones	fallo de seguridad	6	2	6	72	Realizar una pendiente en los techos y dejar una luz considerable entre el final del techo y los muros de la estructura
Total:						650	

Fuente: (Autor del proyecto)

De la matriz de selección de alternativas se pudo observar que la alternativa con mayor puntaje fue la alternativa de sistema modular, seguida de sistema rígido y por último la adaptación del container. Esto junto con los resultados de las matrices AMFE, las cuales dieron como resultado que la alternativa que se ve más propensa al fallo es la del sistema rígido, y que el sistema modular y la adaptación del container tienen el mismo puntaje. La opción más viable para realizar el prototipo de centro de acopio es la segunda alternativa, el sistema modular.

9. PIEZAS Y SELECCIÓN DE MATERIALES

En este capítulo se realizará las especificaciones de las piezas al igual que la selección de materiales para cada una en base a un estudio ingenieril, económico y accesibilidad de los perfiles, láminas y mallas para la realización del diseño del centro de acopio. Se presentarán cuatro partes esenciales, las cuales estarán divididas en varias piezas, estas cuatro partes son: pisos, muros laterales, entradas y techo.

Se escogieron perfiles rectangulares ya que presentan mayor resistencia a la fluencia que los perfiles circulares ($3.55\text{kg/cm}^2 > 3.241\text{ kg/cm}^2$), además comparando los perfiles, se encontró que para obtener un módulo plástico de igual magnitud se requiere un perfil circular de mayor peso que un perfil rectangular, por lo tanto, el perfil rectangular se adapta mejor a las necesidades del proyecto, de igual manera sucede con los perfiles cuadrados. En los anexos A, B y D, se encuentran algunos de los perfiles estructurales comerciales.

9.1 Pisos

La carga que estarán soportando los pisos de cada módulo es de 2500 kilogramos, para lograrlo se realizará una estructura con perfiles rectangular de diferente longitud, a continuación, se presentará las alternativas de perfiles que se encuentran en el mercado y con base en ellas se realizó la selección del perfil idóneo para el prototipo de centro de acopio. En el anexo A se aprecian los perfiles disponibles en el mercado. En la tabla 14 se presenta la selección del perfil entre varias opciones.

Tabla 14. Selección de perfil rectangular

Tamaño [mm]	Espesor [mm]	Área [cm ²]	Peso [kg/m]	Módulo Plástico Zx [cm ³]	Módulo Plástico Zy [cm ³]
60x40	2,5	4,59	3,06	8,75	6,35
76x38	2,5	5,29	4,15	12,75	7,85
80x40	2,5	5,59	4,39	14,15	8,52
90x50	2,5	6,59	5,17	19,81	12,84
100x40	2,5	6,59	5,17	20,23	10,59

Fuente: (Autor del proyecto)

En la ilustración 17 se observa el modelado del piso. El perfil rectangular que le dará rigidez a la estructura es de 100x40x2.5 mm, también posee perfiles cuadrados de 60x2.5 mm los cuales sirven de guías para el ensamble de los muros laterales.

Además, posee 3 muros de lámina de acero galvanizado en la parte exterior. Se realizó el montaje de unas guías con perfiles estructurales cuadrados de 50x2.5mm y 60x2.5mm para el ensamble de cada módulo, se escogió este tipo de perfil de las guías ya que es material sobrante de las estructuras construidas lo cual permite optimizar el material, además en la parte inferior se encuentran espacios para que el módulo pueda ser transportado por montacargas según donde lo desee el cliente.

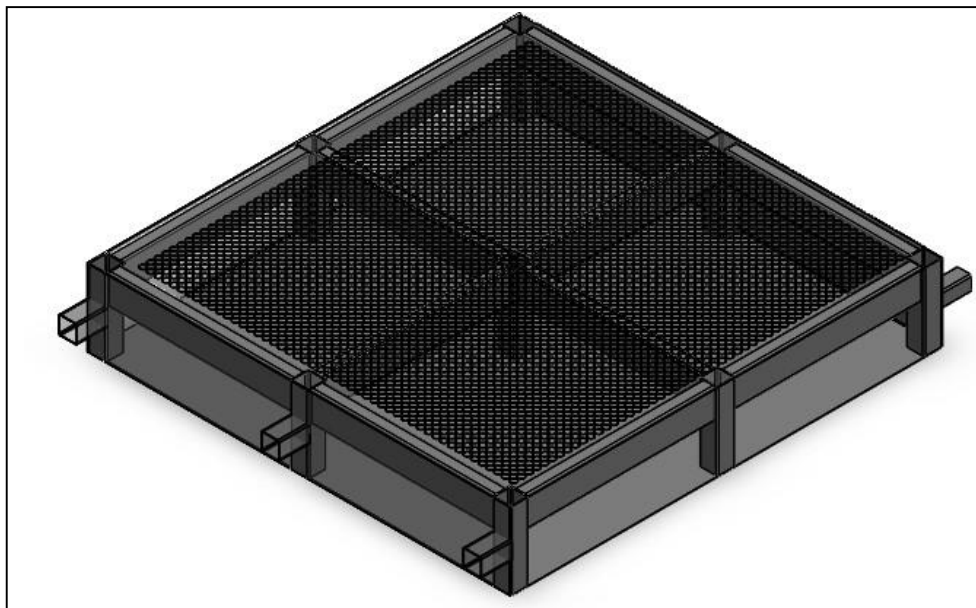
Posee un espacio de recolección de 296 litros. El espacio de recolección está distribuido de la siguiente manera:

- 108 litros de almacenamiento en bandejas ubicadas en las estibas
- 168 litros de almacenamiento en bandejas ubicadas en la parte inferior de la estructura
- 20 litros en el piso los cuales deberán ser succionados.

Se realizó un análisis estático en la estructura del piso debido a que esta es la que soportará la carga de 2500 kilogramos. Como resultado se obtuvo que el esfuerzo máximo es de 189 MPa, el límite elástico del material ASTM 500 es de 250 MPa, el valor mínimo de esfuerzo obtenido fue de obteniendo un factor de seguridad mínimo de 1.4.

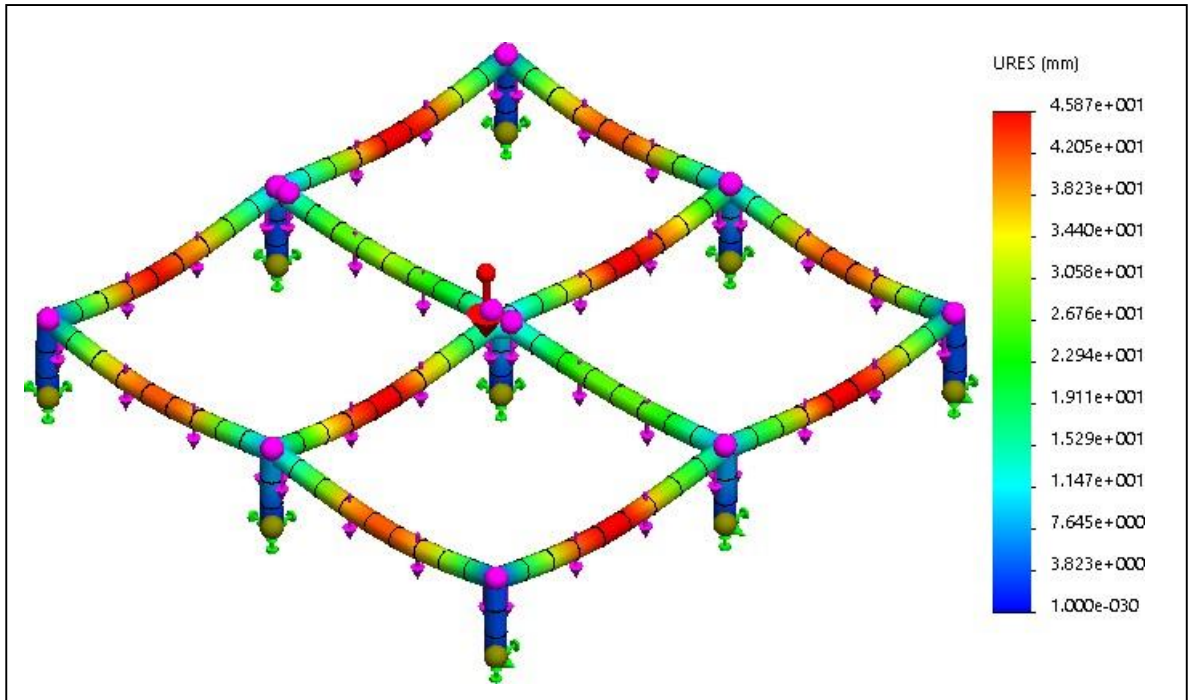
Con respecto al desplazamiento, se encontró que lo máximo que se deflectarán las vigas es 45 mm como se observa en la ilustración 18.

Ilustración 17. Vista isométrica de los pisos



Fuente: (Autor del proyecto)

Ilustración 18. Análisis estático de los pisos para una carga de 25000 N



Fuente: (Autor del proyecto)

Para la construcción del piso se requieren 84900 mm de tubo rectangular de 100x40x2.5 mm para la construcción de los pisos del centro de acopio por módulo.

También se requieren 2550 mm de perfil estructural cuadrado de 60x2.5 mm y 300 mm de perfil estructural cuadrado de 50x2.5 mm. Para el piso y muros del piso se requieren 3 láminas de acero galvanizado calibre 18 y una lámina de acero hot rolled calibre 12 a la cual se le realizará el perforado para permitir el filtrado hacia las bandejas de recolección de lixiviados en la parte inferior las cuales estarán fabricadas en láminas de acero galvanizado calibre 16. El peso aproximado de la estructura es de 109.30 kg.

La distribución longitudinal mencionada anteriormente se presenta en la tabla 15 continuación.

Tabla 15. Distribución longitudinal para los pisos por material

Material	Longitud [mm]	Cantidad	Longitud total [mm]
Tubo rectangular 100x40x2.5	600	8	4800
Tubo rectangular 100x40x2.5	615	6	3690
Tubo cuadrado de 60x2.5	250	9	2250
Tubo cuadrado de 50x2.5	100	3	300
Tubo cuadrado de 60x2.5	100	3	300
Lámina de acero galvanizado calibre 18	1320x250	2	-
Lámina de acero galvanizado calibre 18	1400x250	1	-
Lámina perforada galvanizada calibre 16 con perforación de 20 mm	1400x1380	1	-

Fuente: (Autor del proyecto)

9.2 Muros Laterales

El centro de acopio poseerá dos niveles en los cuales en el nivel inferior se ubicarán los líquidos y en el superior los sólidos. Cada módulo contará con dos muros los

cuales estarán compuestos por perfiles estructurales cuadrados, perfiles angulares, láminas de acero, y malla eslabonada. La función que cumplen los perfiles cuadrados es darle soporte a la lámina de acero además de servir de guía y soporte para el ensamble del techo. En el Anexo B se puede apreciar algunos perfiles estructurales cuadrados que se encuentran en el mercado. En la Tabla 16 se aprecia la selección del perfil estructural cuadrado.

Tabla 16. Selección del perfil cuadrado

Tamaño [mm]	Espesor [mm]	Área [cm ²]	Peso [kg/m]	Módulo Plástico Zx=Zy [cm ³]	Módulo Elástico Sx=Sy [cm ³]
25x25	2,5	2,09	1,64	1,71	1,35
40x40	2,5	3,59	2,82	4,97	4,11
50x50	2,5	4,59	3,60	8,07	8,52
60x60	2,5	5,59	4,39	11,93	10,11
70x70	2,5	6,59	5,17	16,54	14,12

Fuente: (Autor del proyecto)

El perfil que se eligió para realizar el modelado de los muros fue el perfil estructural cuadrado de 50x50x2.5 mm debido a su peso por unidad de longitud. La longitud de los tubos requerida es de 6420.52 mm por módulo para los dos muros requeridos. Además, para dar soporte a la estructura en el nivel superior se requiere 1268 mm de tubo estructural rectangular de 100x40x2.5 mm además de la lámina de acero hot rolled de 615,47x427.82x3 mm. Los perfiles angulares se utilizarán como marcos para colocar la malla eslabonada junto con la lámina galvanizada calibre 18 que evitará que el agua ingrese a las instalaciones del CAM, para esto se requiere una longitud de 4438.04 mm de perfil angular de 38.10x38.10x4.7 mm y dos láminas galvanizadas de 615.47x427.82 mm. Se requiere también soportes para ubicar una diferencial para el levantamiento de sólidos mayores a 20 kg para el nivel superior

del CAM, para esto se seleccionaron perfiles estructurales circulares de 42.20x3 mm, en total se requiere 2171 mm

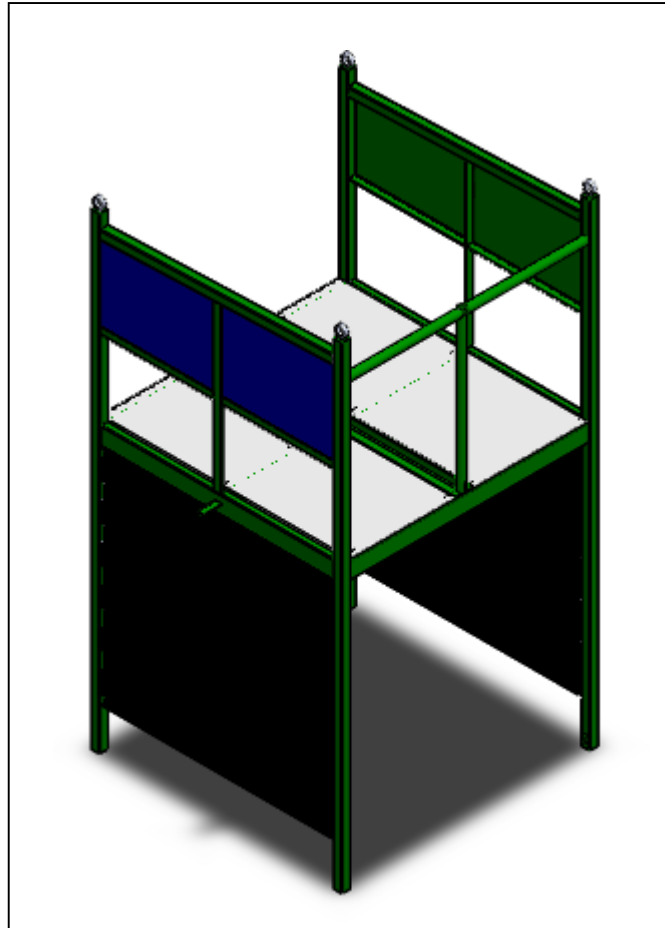
Para la elección de la lámina de acero que se le realizará el proceso de doblado para formar el muro, se escogió la lámina de acero hot rolled calibre 14 debido a su espesor le da la rigidez necesaria para soportar el peso al que estará sometido, para los pisos de la estructura se eligió una lámina de igual calibre.

Se eligió la lámina galvanizada calibre 18 debido a que la función de esta es evitar que ingrese agua a las instalaciones del CAM, por lo tanto, no se requiere que la lámina posea gran rigidez, con la lámina calibre 18, se obtiene un espesor más aceptable para las condiciones de operación del centro de acopio móvil. En el Anexo E se aprecia las especificaciones técnicas de las láminas galvanizadas disponibles en el mercado.

Para la selección de los perfiles angulares, se tomó en cuenta solamente su geometría, debido a que este perfil no estará sometido a cargas significantes, por tal motivo se escogió el perfil de dimensiones 3/16"x1 1/2" (38.10x38.10x4.7 mm) y de 3/16"x2" (50.8x50.8x4.7). En el anexo C se puede apreciar algunos perfiles angulares que existen en el mercado.

En la ilustración 19 se puede apreciar los muros del centro de acopio. El peso aproximado de los muros es de aproximadamente 158 kg.

Ilustración 19. Vista isométrica de los muros laterales



Fuente: (Autor del proyecto)

La distribución total de materiales para los muros se presenta en la tabla 17.

Tabla 17. Distribución longitudinal para cada muro por material.

Material	Longitud [mm]	Cantidad	Longitud total [mm]
Tubo Rectangular de 100x40x2.5	1268	2	2536
Tubo Rectangular de 100x40x2.5	1300	3	3900

Tubo Cuadrado 50x50x2.5	2550	1	2550
Tubo Cuadrado 50x50x2.5	1270	2	2540
Tubo Cuadrado 50x50x2.5	2600	2	5200
Perfil Angular 38.10x38.10x4.7	949	1	3946
Perfil Angular 38.10x38.10x4.7	620.17	2	1240.34
Perfil Angular 38.10x38.10x4.7	649.83	2	1299.66
Perfil Angular 38.10x38.10x4.7	100	1	100
Perfil Angular 50.80x50.8x4.7	1310	2	2620
Perfil Circular de 42.20x3	871.2	1	871.2
Perfil Circular de 42.20x3	672.5	1	672.5
Perfil Circular de 42.20x3	627.5	1	627.5
Lámina de acero galvanizada calibre 18	1200x2440	1	-
Total de tubo cuadrado 50x50x2.5			12841
Total de tubo rectangular 100x40x2.5			2536
Perfil Circular de 42.20x3			2171
Total de perfil angular 38.10x38.10x4.7			4438

Total de perfil angular 50.80x50.8x4.7	1268
---	------

Fuente: (Autor del proyecto)

9.3 Techos

Para el techo debido a que no estará expuesto a cargas significantes se realizará con lámina de acero galvanizada calibre 18 con una inclinación de dos grados la cual garantiza que no se provocará estancamiento de agua, se le realizará un proceso de doblado a la lámina y se apoyaran en los muros laterales especificados en el numeral anterior.

9.4 Entradas

Las entradas se desarrollaron de manera desmontable, estas poseen doble función. La primera función consiste en servir de muro para el centro de acopio y la segunda es que funciona como rampa para llegado el caso en que el cliente no posea montacargas, pueda realizar el cargue de manera manual, esta puerta será desmontable ya que en caso de que se use le montacargas es necesario removerla para lograr realizar el cargue. En la ilustración 20 se pueden observar las entradas del CAM.

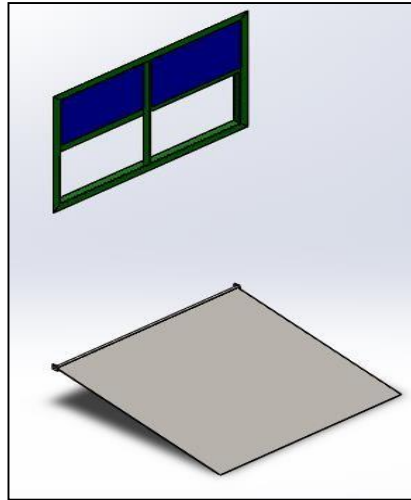
También posee una entrada tipo bisagra la cual permite el ingreso de sólidos en el nivel superior del CAM, la cual está conformada por perfiles angulares, lámina galvanizada calibre 18 y malla eslabonada. En la tabla 18 se aprecia a detalle la distribución de los materiales.

Tabla 18, Distribución longitudinal de las entradas.

Material	Longitud [mm]	Cantidad	Longitud total [mm]
Perfil angular 50.80x50.80x4.7	1391.6	2	2783.2
Perfil angular 50.80x50.80x4.7	931	2	1862
Perfil angular 50.80x50.80x4.7	830	1	830
Perfil angular 50.80x50.80x4.7	645	2	1290
Lámina galvanizada de 645x364calibre 18		1	
Lámina galvanizada de 694x364calibre 18		1	
Lámina de alfajor de 1295x1168 calibre 11		1	
Barra redonda de 15	1300	1	1300
Platina cuadrada de 40x40x2.5		2	

Fuente: (Autor del proyecto)

Ilustración 20. Vista frontal de las entradas.



Fuente: (Autor del proyecto)

9.5 Elementos de unión

Para ensamblar los CAM, se requiere una lista de elementos de unión compuesta por guías, tornillos, tuercas y arandelas. Las guías que tendrá cada módulo estarán ubicadas en la parte inferior como se especificó en el numeral 9.1. Para la tornillería se eligieron tornillos fabricados en material inoxidable del tipo 304 ideales para oxidaciones extremas y de altas temperaturas (850 grados). Son fabricados bajo norma SAE y ASTM, esta tornillería se especifica en la tabla 19.

Tabla 19. Descripción de tornillería

Diámetro [in]	Número de Hilos	Número de tornillos	Longitud [in]	Piezas a unir
3/8	24	8	3	Pisos con muros laterales
3/8	24	6	3	Unión de módulos

1/4	20	4	2,5	Techo con muros laterales
3/8	24	2	3	Entradas con muros laterales
Número total de tornillos de 3/8		16		
Número total de tornillos de 1/4		4		

Fuente: (Autor del proyecto)

Además de la tornillería se utilizarán dos arandelas planas inoxidable por tornillo de 3/8 y de 1/4 de diámetro según corresponda, debido a que estas están diseñadas para soportar grandes cargas de apriete además de que la operación del CAM será en la intemperie. También se utilizará una tuerca hexagonal inoxidable por tornillo de 3/8 y 1/4 según corresponda.

10. CENTRO DE ACOPIO MODULAR (CAM)

10.1 Características principales

El prototipo de centro de acopio diseñado cuenta con ciertas características como son: módulos ilimitados, diferentes ubicaciones espaciales, ampliación en el mercado, facilidad de transporte en operación. A continuación, se presentará cada una de estas características.

10.1.1 Módulos ilimitados

Al ser modular, permite ubicar tantos módulos como sean necesarios dependiendo de la capacidad del cliente y del espacio que posea para ubicarlos. La capacidad varía desde 2500 kg hasta suplir la necesidad de almacenamiento de residuos

10.1.2 Diferentes ubicaciones espaciales

Según la necesidad del cliente, los módulos pueden ir unidos o ubicados en diferentes espacios de manera independiente, esto según la necesidad del cliente al momento de realizar el almacenamiento de los residuos. En caso de requerir que los módulos estén unidos, se realizará la operación mediante la unión de las guías ubicadas en la parte inferior de los pisos de cada módulo asegurándolas con pernos hexagonales.

10.1.3 Ampliación en el mercado

Debido a que la capacidad de almacenamiento comienza desde 2500 kg en adelante, el mercado no queda sesgado solamente a empresas con gran capacidad de almacenamiento, por el contrario, también se incluye a pequeñas empresas con capacidad de almacenamiento inferiores comparadas con grandes generadores de residuos.

10.1.4 Facilidad de transporte en operación

En el momento de que el cliente, por necesidad requiera reubicar el CAM, lo podrá realizar de dos maneras, la primera mediante el uso de montacargas y la segunda mediante un sistema de izaje. Cada módulo del CAM posee espacio en la parte inferior, en el cual entran las uñas del montacargas para realizar la ubicación. En caso de que no se posea montacargas, cuenta con un sistema de izaje en la parte superior, el cual consta de un sistema de cuatro argollas, las cuales permiten que la grúa realice la movilización del CAM.

11. Visualización del modelado en 3D de un módulo

En esta sección se presentará la visualización del prototipo de centro de acopio modular (CAM) desde las tres vistas principales, en las cuales se presentará una descripción espacial básica del ancho, largo y alto exteriores junto con las dimensiones efectivas del CAM.

11.1 Vista frontal

En la vista frontal CAM, se aprecia que las dimensiones de alto por ancho son de 2634 mm por 1380 mm respectivamente, con la entrada cerrada. Al abrir la entrada el ancho del CAM es de 2518 mm. El alto efectivo del primer nivel es de 1200 mm mientras que el segundo nivel posee 920 mm de alto efectivo. El ancho efectivo es de 1270 mm. Además, posee dos marcos angulares los cuales tienen la función de comportarse como sistemas de ventilación, las dimensiones de los marcos son de 620 x 426 mm, en el cual se colocará malla eslabonada calibre 10 para impedir el ingreso de animales al CAM.

11.2 Vista lateral derecha

En la vista lateral derecha del CAM, se aprecia que cada módulo tiene un largo total de 1605 mm incluyendo las uniones entre módulos, las cuales tienen una longitud de 100 mm y están ubicadas a cada lado de la estructura de los pisos, además en la división del módulo se dispuso un perfil angular de 100 mm de longitud para dar soporte a un extintor. Las bandejas para recolección de lixiviados se encuentran en la parte inferior del CAM, el espacio disponible total es de 1300 mm efectivos, y

largo total efectivo de 1405 mm sin contar las uniones. El alto de la estructura de los pisos es de 250 mm. Para mayor detalle ver el Anexo H y el Anexo I

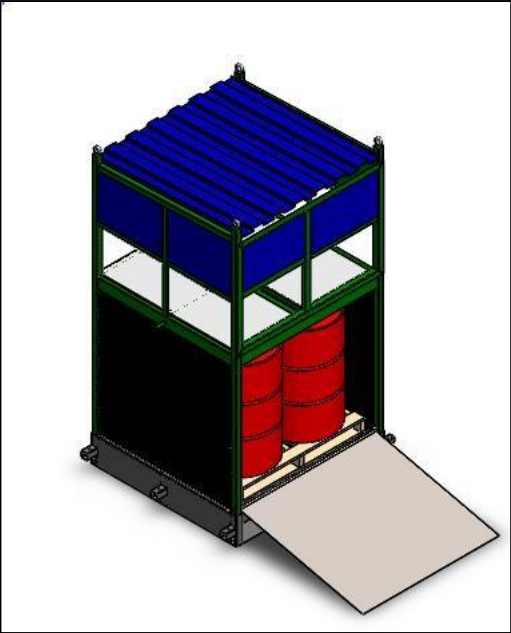
11.3 Vista superior

En esta vista se puede apreciar que el módulo posee dos divisiones para el almacenamiento de sólidos de 625 mm, dicha división es móvil según la necesidad del cliente. Es decir, si va a almacenar dos tipos de residuos sólidos, se colocará la división, de lo contrario no es necesario dividir la sección. También se aprecia que la longitud del techo es de 1295 mm, además se especifica el lugar donde debe realizarse la perforación para ensamblar varios módulos.

11.4 Vista isométrica

En la ilustración 21, vista isométrica del CAM, se aprecia el modelado de un módulo del CAM, el cual, posee dos compartimientos en los cuales se pueden almacenar líquidos o sólidos que lixivien, ya que cuenta con un sistema de recolección de lixiviados en la parte inferior, posee 2 entradas, una en cada nivel, la entrada del nivel inferior tiene la función de ser muro y rampa, dicha puerta es desmontable. Para el nivel superior el acceso es mediante bisagras. La capacidad máxima por módulo es de 2500 kg, los cuales están divididos en 1250 kg para el nivel inferior y 1250 kg para el nivel superior.

Ilustración 21. Vista isométrica del CAM



Fuente: (Autor del proyecto)

12. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL CAM

En este capítulo se presentarán los costos de fabricación para el centro de acopio modular con capacidad de 2500 kg. Para lograr el objetivo, se cotizó la fabricación con dos empresas las cuales son: Induobras Ingeniería SAS y Universo de estructuras metálicas.

12.1 Induobras Ingeniería SAS

Induobras Ingeniería SAS, es una empresa en Colombia, con más de una década de experiencia en el mercado en fabricación e instalación de estructuras metálicas, fabricación y montaje de fachas en lámina perforada, instalación de productos (pasamanos, puertas, divisiones de baño y afines) en acero inoxidable⁴⁶

La cotización realizada con la empresa Induobras ingeniería se adjunta en el Anexo F.

12.2 Universo de estructuras metálicas

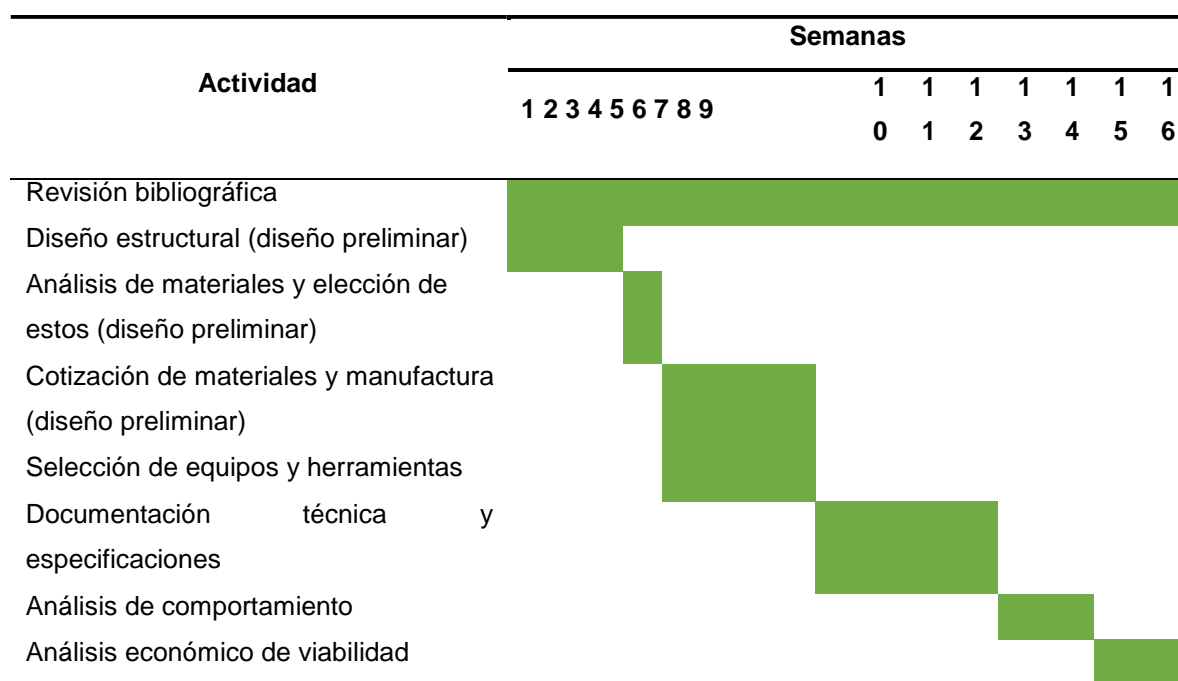
Para realizar la cotización del centro de acopio modular se contactó con la empresa universo de estructuras metálicas la cual está en las capacidades técnicas de realizar la construcción del producto. La cotización solicitada se adjunta en el Anexo G.

⁴⁶ INDUOBRAS. Inicio. Induobras Ingeniería SAS. [En línea]. Disponible en: <https://induobrasing.com/>. [Último acceso: 18 de agosto de 2019]

13. CRONOGRAMA

Para llevar a cabo el diseño de prototipo de centro de acopio se realizará el siguiente cronograma de actividades (Ver Tabla 20) el cual está compuesto por 16 semanas en las cuales se trabajará en la empresa Albedo S.A.S de lunes a viernes de 8 a.m. a 12 p.m.

Tabla 20. Cronograma de actividades



Fuente: (Autor del proyecto)

14. PRESUPUESTO

Para la realización del proyecto de grado se requerirá de diverso material de trabajo el cual estará dividido en tres responsables, el autor, la Universidad Pontificia Bolivariana y Albedo S.A.S, el presupuesto se puede observar a continuación en la Tabla 21.

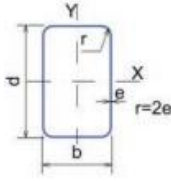
Tabla 21. Presupuesto

RECURSO	COSTO	RESPONSABLE
CONEXIÓN A INTERNET	-	Albedo SAS
EQUIPO DE COMPUTO	No aplica	Albedo SAS
LICENCIAS DE SOFTWARE	No aplica	Juan Diego Rosero
INSTALACIONES PARA EL TRABAJO	No aplica	Albedo SAS
AUXILIO DE TRANSPORTE	\$ 150.000	Albedo SAS
ARL	\$ 10.500	Albedo SAS
IMPREVISTOS	\$ 150.000	
TOTAL, ESTIMADO:		\$ 1.863.000

Fuente: (Autor del proyecto)

15. ANEXOS

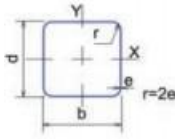
Anexo A. Perfiles estructurales rectangulares.



PERFIL RECTANGULAR															
TAMAÑO PERFIL	ESPESOR DE PARED	PESO	ÁREA	FLEXIÓN EJE X - X			FLEXIÓN EJE Y - Y			MÓDULO PLÁSTICO	MÓDULO PLÁSTICO	TORSIÓN		UNIDAD DE EMPAQUE	
TAMAÑO NOMINAL	e	NEGRO	cm ²	MOMENTO INERCIA	MÓDULO SECCIÓN	RADIO DE GIRO	MOMENTO INERCIA	MÓDULO ELÁSTICO	RADIO DE GIRO	Zx	Zy	MOMENTO INERCIA	MÓDULO ELÁSTICO		
PULG.	MM	(kg/m)		Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry	cm ³	cm ³	J	B		
2X1/2	50 x 13	1.50	1.37	1.72	4.54	1.81	1.62	0.50	0.77	0.54	2.46	0.90	1.61	1.45	30
		1.50	1.77	2.25	7.72	2.97	1.85	2.78	2.06	1.11	3.70	2.34	6.71	3.56	
2X1 1/16	50 X 30	2.00	2.31	2.94	9.76	3.76	1.82	3.49	2.58	1.09	4.74	2.99	8.63	4.49	25
		2.50	2.82	3.59	11.55	4.44	1.79	4.09	3.03	1.07	5.69	3.58	10.41	5.31	
2 3/8X1 1/2	60 X 40	1.50	2.24	2.85	13.84	4.61	2.20	6.81	3.60	1.54	5.59	4.07	14.59	5.99	20
		2.00	2.93	3.73	17.69	5.90	2.18	8.66	4.57	1.52	7.22	5.26	18.95	7.86	
		2.50	3.60	4.59	21.18	7.06	2.15	10.32	5.45	1.50	8.75	6.35	23.07	9.18	
		3.00	4.25	5.41	24.33	8.11	2.12	11.79	6.23	1.48	10.16	7.37	26.96	10.56	
3X1 1/2	76 X 38	1.50	2.57	3.27	24.92	6.54	2.76	8.54	4.48	1.61	8.07	5.00	20.50	7.74	16
		2.00	3.37	4.29	32.06	8.42	2.73	10.90	5.72	1.59	10.48	6.47	26.65	9.93	
		2.50	4.15	5.29	38.64	10.14	2.70	13.05	6.85	1.57	12.75	7.85	32.48	11.94	
3 3/16 X11/2	80 X 40	1.50	2.71	3.45	28.99	7.25	2.90	9.94	4.97	1.70	8.93	5.53	23.81	8.58	16
		2.00	3.56	4.54	37.36	9.34	2.87	12.72	6.36	1.67	11.61	7.17	30.99	11.02	
		2.50	4.39	5.59	45.11	11.28	2.84	15.26	7.63	1.65	14.15	8.72	37.81	13.28	
		3.00	5.19	6.61	52.25	13.06	2.81	17.56	8.78	1.63	16.54	10.16	44.30	15.36	
3 1/2X2	90 X 50	1.50	3.18	4.05	44.88	9.96	3.33	18.15	7.26	2.12	12.09	8.07	41.02	12.32	16
		2.00	4.19	5.34	58.15	12.90	3.30	23.41	9.36	2.09	15.78	10.52	53.63	15.93	
		2.50	5.17	6.59	70.59	15.66	3.27	28.28	11.31	2.07	19.31	12.84	65.75	19.32	
		3.00	6.13	7.81	82.24	18.24	3.25	32.60	13.12	2.05	22.67	15.05	77.38	22.49	
4X14/7	100 X 40	1.50	3.18	4.05	50.49	10.10	3.53	12.16	6.08	1.73	12.68	6.89	31.94	10.80	16
		2.00	4.19	5.34	65.38	13.08	3.50	15.61	7.81	1.71	16.54	8.69	41.59	13.91	
		2.50	5.17	6.59	79.32	15.86	3.47	18.78	9.39	1.69	20.23	10.59	50.77	16.80	
		3.00	6.13	7.81	92.34	18.47	3.44	21.67	10.84	1.67	23.75	12.38	59.49	19.48	
4X2	100 X 50	2.00	4.50	5.74	74.98	15.00	3.62	25.67	10.27	2.12	18.50	11.46	61.72	17.75	16
		2.50	5.58	7.09	91.20	18.24	3.59	31.06	12.42	2.09	22.67	14.01	75.68	21.54	
		3.00	6.60	8.41	106.46	21.29	3.56	36.06	14.42	2.07	26.66	16.44	89.09	25.09	
		4.00	8.59	10.95	134.14	26.83	3.50	44.95	17.96	2.03	34.10	20.93	114.32	31.55	
4 3/4X2 3/8	120 X 60	2.00	5.45	6.94	136.64	22.44	4.44	45.76	15.28	2.57	27.80	16.92	109.88	26.42	16
		2.50	6.74	8.59	167.03	27.43	4.41	55.68	18.59	2.55	33.94	20.77	135.18	32.22	
		3.00	8.01	10.20	195.96	32.18	4.38	65.03	21.71	2.52	40.05	24.46	159.64	37.73	
		4.00	9.96	11.41	298.55	39.81	5.12	82.65	27.06	2.15	51.43	23.49	150.80	38.36	
6X2	150 X 50	4.00	11.73	14.95	381.39	50.85	5.05	66.16	26.47	2.10	66.47	30.13	193.62	48.51	16
		6.00	14.87	18.95	594.60	79.28	5.60	119.57	41.10	1.96	95.67	42.50	264.06	64.06	
6X4	150 X 100	6.00	21.89	27.63	834.69	111.29	5.50	444.19	88.84	4.01	136.68	103.30	957.04	147.81	9
		4.00	16.13	20.55	968.18	96.92	6.87	185.51	53.00	3.00	124.52	59.08	521.89	96.03	
8X2 3/4	200 X 70	6.00	23.58	30.03	1364.48	136.45	6.74	255.38	72.97	2.92	178.35	83.75	741.83	133.47	9
		4.00	18.01	22.95	1199.71	119.97	7.23	410.78	82.16	4.23	148.04	91.70	988.08	142.01	
8X4	200 X 100	6.00	26.40	33.63	1703.31	170.33	7.12	576.91	115.38	4.14	213.27	131.50	1426.66	200.83	1
		5.00	26.18	33.36	2553.76	204.03	8.75	609.85	121.97	4.28	258.51	258.51	1625.94	217.49	
10X4	250 X 100	5.00	30.11	38.36	3304.11	264.33	9.28	1507.95	201.06	6.27	319.76	225.48	3292.28	337.32	1
11 4/5X4	300 X 100	5.00	30.11	38.36	4065.22	271.01	10.29	722.77	144.55	4.34	348.15	159.59	2049.91	262.65	1
14X6	350 X 150	7.00	41.43	52.78	5455.84	363.71	10.17	954.21	190.84	4.25	472.62	215.04	2764.22	348.77	1
16X8	400 X 200	9.00	80.60	102.67	21303.00	1065.15	14.40	7274.28	727.43	8.42	1319.09	816.15	17621.93	1259.57	1

Fuente: TUBOS COLMENA. Perfil estructural tubular negro y galvanizado. [En línea]. Disponible en: <http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2018/03/perfil-estructural.pdf>. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].

Anexo B. Perfiles Estructurales Cuadrados

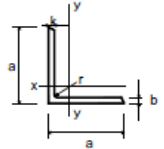


PERFIL CUADRADO											
TAMAÑO PERFIL		ESPESOR DE PARED e mm	PESO NEGRO (kg/m)	ÁREA cm ²	FLEXIÓN			MÓDULO PLÁSTICO Z _x =Z _y cm ³	TORSIÓN		UNIDAD DE EMPAQUE
PULG.	MM				MOMENTO INERCIA I _x = I _y cm ⁴	MÓDULO ELÁSTICO S _x = S _y cm ³	RADIO DE GIRO r _x = r _y cm		MOMENTO INERCIA J cm ⁴	MÓDULO ELÁSTICO B cm ³	
1 X 1	25 X 25	1,50	1,06	1,35	1,22	0,97	0,95	1,17	2,03	1,48	36
		2,00	1,36	1,73	1,48	1,19	0,93	1,47	2,58	1,82	
		2,50	1,64	2,09	1,69	1,35	0,90	1,71	3,07	2,11	
1 4/7 X 1 4/7	40 X 40	1,50	1,77	2,25	5,49	2,75	1,56	3,22	8,77	4,13	25
		2,00	2,31	2,94	6,94	3,47	1,54	4,13	11,36	5,25	
		2,50	2,82	3,59	8,22	4,11	1,51	4,97	13,79	6,25	
2 X 2	50 X 50	1,50	2,24	2,85	11,07	4,43	1,97	5,15	17,45	6,66	25
		2,00	2,93	3,73	14,15	5,66	1,95	6,66	22,73	8,53	
		2,50	3,60	4,59	16,94	6,78	1,92	8,07	27,75	10,26	
2 1/3 X 2 1/3	60 X 60	3,00	4,25	5,41	19,47	7,79	1,90	9,39	32,53	11,84	25
		1,50	2,71	3,45	19,52	6,51	2,38	7,53	30,53	9,78	
		2,00	3,56	4,54	25,14	8,38	2,35	9,79	39,91	12,61	
2 3/4 X 2 3/4	70 X 70	2,50	4,39	5,59	30,34	10,11	2,33	11,93	46,92	15,26	16
		3,00	5,19	6,61	35,13	11,71	2,31	13,95	57,57	17,73	
		1,50	3,18	4,05	31,46	8,99	2,79	10,36	48,89	13,50	
3 X 3	75 X 75	2,00	4,19	5,34	40,73	11,64	2,76	13,52	64,10	17,50	16
		2,50	5,17	6,59	49,41	14,12	2,74	16,54	78,79	21,27	
		3,00	6,13	7,81	57,53	16,44	2,71	19,42	92,98	24,82	
3 1/2 X 3 1/2	90 X 90	3,00	6,60	8,41	71,62	19,10	2,92	22,49	115,14	28,81	16
		4,00	8,59	10,95	90,19	24,05	2,87	28,76	148,83	36,48	
		6,00	12,27	15,63	120,16	32,04	2,77	39,58	209,99	49,43	
3 1/2 X 3 1/2	90 X 90	2,00	5,45	6,94	88,86	19,75	3,58	22,78	138,32	29,66	9
		2,50	6,74	8,59	108,55	24,12	3,56	28,00	170,65	36,27	
		3,00	8,01	10,20	127,28	28,29	3,53	33,04	202,14	42,59	
4 X 4	100 X 100	2,00	6,07	7,74	123,01	24,60	3,99	26,30	190,75	36,94	9
		2,50	7,53	9,59	150,63	30,13	3,96	34,86	235,64	45,27	
		3,00	8,96	11,41	177,05	35,41	3,94	41,21	279,48	53,27	
5 1/3 X 5 1/3	135 X 135	4,00	11,73	14,95	226,35	45,27	3,89	53,30	364,04	68,31	9
		6,00	16,98	21,63	311,47	62,29	3,79	75,10	521,39	94,85	
		4,00	16,13	20,55	581,70	86,18	5,32	100,25	917,81	113,90	
6 X 6	150 X 150	6,00	23,58	30,03	819,72	121,44	5,22	143,72	1.330,14	183,57	9
		4,00	18,01	22,95	807,82	107,71	5,93	124,87	1.267,82	161,93	
		6,00	26,40	33,63	1.145,91	152,79	5,84	179,88	1.843,64	230,58	
7 7/8 X 7 7/8	200 X 200	5,00	30,11	38,36	2.410,09	241,01	7,93	278,87	3.771,59	362,24	1
		7,00	41,43	52,78	3.236,47	323,65	7,83	378,83	5.158,78	487,67	
		8,00	59,50	75,79	7.315,65	585,25	9,82	682,67	11.596,64	881,14	
10 X 10	250 X 250	10,00	73,34	93,42	8.841,86	707,35	9,73	832,79	14.229,85	1.067,66	1
		10,00	89,04	113,42	15.713,90	1.047,59	11,77	1.223,86	24.972,90	1.577,87	
		12,00	105,61	134,53	18.334,49	1.222,30	11,67	1.439,07	29.509,20	1.845,00	

Fuente: TUBOS COLMENA. Perfil estructural tubular negro y galvanizado. [En línea]. Disponible en: <http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2018/03/perfil-estructural.pdf>. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].

Anexo C. Perfil angular negro Grado 50

ANGULOS CALIDAD COMERCIAL - PESO POR METRO

	ESPECIFICACIONES TECNICAS					
	DIMENSIONES				AREA	PESO
	a	b	r ₁	K	cm ²	Kg./M
	mm					
1/8" x 1"	25.40	3.1	3.2	11.1	1.52	1.19
1/8" x 1 1/4"	31.70	3.1	4.7	11.1	1.93	1.50
1/8" x 1 1/2"	38.10	3.1	4.7	11.1	2.34	1.83
1/8" x 2"	50.80	3.1	6.3	11.1	3.10	2.46
3/16" x 1"	25.40	4.7	3.2	12.7	2.21	1.73
3/16" x 1 1/4"	31.70	4.7	4.7	12.7	2.79	2.20
3/16" x 1 1/2"	38.10	4.7	4.7	12.7	3.43	2.68
3/16" x 2"	50.80	4.7	6.3	12.7	4.61	3.63
3/16" x 2 1/2"	63.50	4.7	6.3	12.7	5.81	4.61
1/4" x 1"	25.40	6.3	3.2	14.3	2.80	2.22
1/4" x 1 1/4"	31.70	6.3	4.7	14.3	3.72	2.86
1/4" x 1 1/2"	38.10	6.3	4.7	14.3	4.40	3.48
1/4" x 2"	50.40	6.3	6.3	14.3	6.06	4.75
1/4" x 2 1/2"	63.50	6.3	6.3	14.3	7.68	6.10
1/4" x 3	76.20	6.3	7.9	14.3	9.29	7.29
1/4" x 4"	101.60	6.3	9.5	15.9	12.52	9.82
5/16" x 2 1/2"	63.50	7.9	6.3	15.9	9.48	7.44
5/16" x 3"	76.20	7.9	7.9	15.9	11.48	9.08
5/16" x 4"	101.60	7.9	9.5	17.5	15.48	12.20
3/8" x 2 1/2"	63.50	9.5	6.3	17.5	11.16	8.78

Fuente: G&J EMPRESA DE ACEROS. Perfilería. Angulos nacionales e importados. [En línea]. Disponible en: <https://gyj.com.co/productos/perfiles-estructurales/angulos-nacionales-e-importados.html>. [Último acceso: 20 de abril de 2019]

Anexo D. Perfil circular

PERFIL CIRCULAR													
DIÁMETRO			ESPESOR DE PARED (mm)	PESO		FLEXIÓN				MÓDULO PLÁSTICO Z cm ³	TORSIÓN		UNIDAD DE EMPAQUE
NOMINAL PULG.	EXT. (pulg)	EXT. (cm)		NEGRO (kg/m)	ÁREA cm ²	MOMENTO INERCIA - I cm ⁴	MÓDULO SECCIÓN - S cm ³	RADIO DE GIRO - r cm	MOMENTO INERCIA - J cm ⁴		MÓDULO ELÁSTICO - B cm ³		
1/2	0,84	2,13	1,50	0,73	0,89	0,40	0,40	0,67	0,54	0,81	0,79	37	
3/4	1,05	2,67	2,00	1,22	1,51	1,11	0,85	0,86	1,17	2,22	1,70	37	
1	1,32	3,34	2,50	1,91	2,39	2,78	1,69	1,08	2,32	5,56	3,38	37	
			3,00	2,25	2,82	3,19	1,94	1,06	2,69	6,37	3,87		
1 1/4	1,66	4,22	2,50	2,45	3,12	6,17	2,92	1,41	3,95	12,33	5,85	19	
			3,00	2,90	3,70	7,16	3,39	1,39	4,63	14,32	6,78		
1 1/2	1,9	4,83	1,50	1,73	2,20	6,03	2,50	1,66	3,28	12,06	5,00	19	
			2,00	2,28	2,91	7,81	3,23	1,64	4,29	15,62	6,47		
			2,50	2,82	3,56	9,20	3,84	1,61	5,15	18,41	7,69		
			3,00	3,35	4,27	10,97	4,55	1,60	6,15	21,94	9,09		
2	2,37	6,02	2,00	2,87	3,64	15,29	5,10	2,05	6,72	30,59	10,21	19	
			2,50	3,56	4,51	18,64	6,22	2,03	8,25	37,28	12,44		
			3,00	4,23	5,36	21,76	7,27	2,01	9,72	43,53	14,53		
			4,00	5,54	7,06	28,02	9,31	1,99	12,66	56,05	18,62		
2 1/2	2,87	7,29	2,00	3,50	4,42	27,41	7,57	2,49	9,91	54,83	15,15	7	
			2,50	4,34	5,49	33,56	9,27	2,47	12,22	67,12	18,54		
			3,00	5,17	6,54	39,44	10,90	2,46	14,45	78,87	21,79		
			4,00	6,80	8,59	50,42	13,93	2,42	18,73	100,83	27,86		
3	3,50	8,89	2,00	4,29	5,46	50,40	11,42	3,04	14,88	100,80	22,85	7	
			2,50	5,33	6,73	61,93	14,04	3,03	18,38	123,87	28,07		
			3,00	6,36	8,03	73,05	16,56	3,02	21,81	146,11	33,12		
			4,00	8,38	10,59	94,11	21,33	2,98	28,41	188,23	42,66		
4	4,50	11,43	2,00	5,54	7,06	108,88	19,19	3,93	24,86	217,75	38,37	7	
			2,50	6,89	8,72	134,30	23,67	3,93	30,80	268,60	47,33		
			3,00	8,23	10,41	159,03	28,02	3,91	36,63	318,05	56,05		
			4,00	10,88	13,76	206,45	36,38	3,87	47,97	412,91	72,77		
6	6,63	16,82	6,00	16,21	20,63	695,82	82,74	5,81	107,87	1.391,64	165,47	3	
			6,00	24,01	30,57	1.006,83	119,72	5,74	157,93	2.013,67	239,44		
			7,10	28,26	35,93	1.168,01	138,88	5,70	184,39	2.336,03	277,77		
8	8,63	21,91	5,00	26,40	33,63	1.928,04	176,00	7,57	229,24	3.856,09	351,99	1	
			8,20	42,54	54,33	3.025,24	276,15	7,46	364,91	6.050,48	552,30		

Fuente: TUBOS COLMENA. Perfil estructural tubular negro y galvanizado. [En línea]. Disponible en: <http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2018/03/perfil-estructural.pdf>. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].

Anexo E. Especificaciones de láminas galvanizadas

ESPECIFICACIONES



Las Especificaciones Técnicas corresponden a uno de los fabricantes; esto implica que puedan variar conforme a las características de cada una de las marcas que se comercializan*.

CALIBRE	ESPESOR		KG * LAMINA	KG * LAMINA
	MILIMETROS		1X2	1,22 X 2,44
28	0,38		6,08	9,05
27	0,43		6,88	10,24
26	0,45		7,2	10,72
25	0,5		8	11,91
25	0,55		8,8	13,1
24	0,61		9,76	14,53
23	0,7		11,2	16,67
22	0,75		12	17,86
21	0,8		12,8	19,05
20	0,85		13,6	20,24
20	0,9		14,4	21,43
19	1		16	23,81
18	1,1		17,6	26,2
18	1,15		18,4	27,39
18	1,2		19,2	28,58
17	1,4		22,4	33,34
16	1,45		23,2	34,53
16	1,5		24	35,72
15	1,8		28,8	42,87
14	1,85		29,6	44,06
14	1,9		30,4	45,25
13	2		32	47,63
12	2,5		40	59,54
12	2,67		42,72	63,58

Fuente: G&J EMPRESA DE ACEROS. Aceros para la industria. Láminas galvanizadas. [En línea]. Disponible en: <https://gyj.com.co/productos/aceros-industria/laminas-galvanizadas.html>. [Último acceso: 20 de abril de 2019]

Anexo F. Cotización Induobras Ingeniería SAS



Bucaramanga, agosto 13 de 2019.

SEÑORES:
ALBEDO SAS
ATN. Juan Diego Rosero Ariza
Ciudad

ASUNTO: COTIZACIÓN.

Saludo cordial:

Atendiendo su amable solicitud, junto con las observaciones y planos suministrados estamos cotizando el suministro de un centro de acopio.

❖ VALOR TOTAL DE LA PROPUESTA:

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL
suministro de centro de acopio modular. Según especificaciones en planos suministrados	glob	1	6.900.000	6.900.000
TOTAL				6.900.000
(A=5%, I=5%, U=5%)			AIU 15%	1.035.000
TOTAL				7.935.000
I.V.A. = (C/1.15 X 0.05 X 0.19)				65.550
GRAN TOTAL				8.000.550

❖ **FORMA DE PAGO:** 70% anticipo
30% contra entrega

❖ **TIEMPO DE ENTREGA:** quince (15) días calendario


❖ **VALIDEZ DE LA OFERTA:** treinta (30) días calendario.

❖ OBSERVACIONES GENERALES:

- Los materiales e insumos necesarios para ejecutar la obra, serán suministrados por nosotros
- La maquinaria, equipos, herramientas, y elementos de seguridad tales como: soldadores, diferenciales, pulidoras, taladros, compresor, herramientas de mano etc., necesarias para los trabajos de fabricación e instalación serán suministradas por nosotros.
- Todos nuestros trabajadores necesarios para los trabajos de fabricación e instalación, estarán previamente afiliados a su respectiva EPS, ARL y FONDO DE PENSIONES.
- Se debe garantizar fluido eléctrico para iniciar los trabajos de instalación.
- Este trabajo será fabricado por nosotros y entregado a ustedes totalmente instalado en el sitio de la obra.

CALLE 15 No. 9-55 B. GAITAN
TEL. 6521324 - 3182617624 - 316693675
www.induobrasing.com
induobras.sas@gmail.com
BUCARAMANGA - COLOMBIA

Anexo G. Cotización de Universos de estructuras metálicas



UNIVERSO DE ESTRUCTURAS METALICAS NIT. 13.544.790-2

Bucaramanga agosto 14 de 2019

Señores: ALBEDO SAS
Vía chimita parque industrial 1 bodega c-25

Asunto: cotización de estructura metálica según diseño.

Cordial saludo.

Estimados señores, nos complace responder a su solicitud; mediante la siguiente esperamos satisfacer su expectativa:

- Fabricacion a todo costo de una estructura metálica tipo contenedor cuyos diseños hemos recibido de ustedes; la estructura tiene como propósito es el almacenamiento de toneles de 55 galones y otros.
- Siguiendo sus especificaciones en detalle, tanto de dimensiones como de espesores.
- Aplicando los procesos de acabado, protección ante la intemperie. (anticorrosivo cromato de zinc 513 y pintura lisa de color para acabado final)
- Comprometidos en la elaboración exacto del diseño requerido.

El valor a todo costo es de cuatro millones novecientos ochenta mil pesos..... \$ 4'980,000=

Forma de pago:
Anticipo de 50% y saldo contra entrega.

Tiempo de entrega:
25 días a partir de la firma del contrato.

Valores antes de IVA.

Atentamente:

LIBARDO ANGARITA VEGA

Calle 5 No. 15B-30 - B. Comuneros - Tel. 671 1416 - Cels. 310 8020 334 - 318 8242 060
E-mail: universoestructurasmetalicas@hotmail.com - BUCARAMANGA - Colombia

16. BIBLIOGRAFIA

- Albedo, «Albedo dirigimos procesos ambientales ESP,» [En línea]. Disponible: <https://albedo.com.co/nosotros-2/>. [Último acceso: 3 de marzo de 2019].
- Albedo, «Albedo dirigimos procesos ambientales ESP,» [En línea]. Disponible: <https://albedo.com.co/cam/>. [Último acceso: 29 de marzo de 2019].
- ARL SURA. Identificación, rotulado y etiquetado de productos químicos en Colombia. [En línea]. Disponible en: https://www.arlsura.com/images/stories/identificacion_etiquetado_sustquimicas.pdf. [Último acceso: 11 de abril de 2019].
- CALYPSO UN MUNDO DE SOLUCIONES. Mallas plásticas. [En línea]. Disponible en: <https://www.orgcalypso.com/productos/mallas-plasticas>. [Último acceso: 17 de abril de 2019]
- CHAUR B. J. Capítulo 2. Ingeniería de diseño. En: Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa. [En línea]. Catalunya, 2005. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. [Último acceso 10 de marzo de 2019]
- Chemical Containment Andina S.A.S. Tambores. Tambor Plus de 55 galones. [En línea]. Disponible en: http://ccandina.com.co/Tambor_L-Ring_55_galones.php. [Ultimo acceso: 6 de Julio de 2019]
- CIA. GENERAL DE ACEROS. Productos y servicios. [En línea]. Disponible en: <http://www.cga.com.co/productos-y-servicios/productos/a-36>. [Ultimo acceso: 16 de abril de 2019].
- CIA. GENERAL DE ACEROS. Productos y servicios. [En línea]. Disponible en: <http://www.cga.com.co/productos-y-servicios/productos/a-572>. [Ultimo acceso: 16 de abril de 2019].

- COLMALLAS. Mallas expandidas y pisos industriales. [En línea]. Disponible en: https://www.colmallas.com/mallas/catalogos/pisos_industriales_2009-2010.pdf. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].
- COLOMBIA, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Decreto 4741 (30, diciembre, 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. [En línea]. Disponible: <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1524/02-28/Decreto4741de2005.pdf>. [Último acceso: 23 de mayo de 2019]
- COLOMBIA, Ministerio de Transporte. Norma Técnica Colombiana NTC 1692 NTC 1692. “Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado», de obligatorio cumplimiento para el transporte (Decreto 1609/02)”. [En línea]. Disponible en: <http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC1692.pdf>. [último acceso: 10 de abril de 2019]
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. [En línea]. Disponible: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenam_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf. [Ultimo acceso: 3 de marzo de 2019]
- COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. [En línea]. Disponible en: http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Cartillas%20Conductores/C_LASE_3.pdf. [Último acceso: 10 de abril de 2019].
- COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2518>. [Último acceso: 10 de abril de 2019].

- COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2523>. [Último acceso: 11 de abril de 2019].
- COLOMBIA. Ministerio de transporte. Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga. [En línea]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2524>. [Último acceso: 11 de abril de 2019].
- CORONADO C. Olga L.; SOTELO R. Hernando; CHÁVEZ P. Álvaro. Fuentes de generación de RS según su tipo [En línea]. Colombia. 2016. Disponible en: https://www.umng.edu.co/documents/10162/745280/V3N1_3.pdf. [Último acceso: 3 de marzo de 2019]
- G&J EMPRESA DE ACEROS. Aceros para la industria. Láminas galvanizadas. [En línea]. Disponible en: <https://gyj.com.co/productos/aceros-industria/laminas-galvanizadas.html>. [Último acceso: 20 de abril de 2019]
- G&J EMPRESA DE ACEROS. Perfilería. Ángulos nacionales e importados. [En línea]. Disponible en: <https://gyj.com.co/productos/perfiles-estructurales/angulos-nacionales-e-importados.html>. [Último acceso: 20 de abril de 2019]
- INDUOBRAS. Inicio. Induobras Ingeniería SAS. [En línea]. Disponible en: <https://induobrasing.com/>. [Último acceso: 18 de agosto de 2019]
- LA CAMPANA SERVICIOS DE ACERO. Tabla de pesos y espesores para láminas de acero. [En línea]. Disponible en: https://www.svcmscentral.com/SVsitefiles/lacampananew/contenido/doc/ab75ca_tabladepesos%20.pdf. [Último acceso: 20 de abril de 2019]
- MADEPAL CARRETES & ESTIBAS. Estibas de maderas – Pallets. Dimensiones estándar. [En línea]. Disponible en: <https://madepal.com/productos/estibas-de-madera-pallets>. [Último acceso: 6 de julio de 2019].
- MALLASAN LTDA MALLAS Y GAVIONES DE SANTANDER. Mallas eslabonadas. [En línea]. Disponible en:

<https://www.mallasan.com/secciones.php?seccion=Mg==&subseccion=MTI2>.
[Último acceso: 17 de abril de 2019]

- SANA, Malik; ARADHANA, Kumari; SAURABH, Agrawal. Materials today: Proceedings. Selection of locations of collection centers for reverse logistics using GTMA. [En línea]. 2015. vol 2, Issues 4-5. p. 2543. [Último acceso: 23 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.consultaremota.upb.edu.co/science/article/pii/S2214785315004447>. ISSN: 2214-7853.
- SHAPIRA, Hila; KETCHIE, Adela; NEHE, Meret. Journal of cleaner production. The integration of Design Thinking and Strategic Sustainable. [En línea]. 1 de enero de 2017, vol 140, parte 1. pp. 278-279. [Último acceso 23 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.consultaremota.upb.edu.co/science/article/pii/S0959652615015644>. ISSN: 0959-6526.
- SOSA C. Liliana B. Diseño basado en sistemas complejos. [En línea] Nuevo León: FIVANA. Escobedo, 2017. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/13567/1/LIBRO%20DISE%C3%91O%20BASADO%20EN%20SISTEMAS%20COMPLEJOS%20compressed.pdf>. [Último acceso 23 de marzo de 2019]
- TUBOS COLMENA. Perfil estructural tubular negro y galvanizado. [En línea]. Disponible en: <http://tuboscolmena.com/colmena/wp-content/uploads/2018/03/perfil-estructural.pdf>. [Último acceso: 13 de mayo de 2019].
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Instalaciones de ventilación. [En línea]. Madrid. p7. Disponible en: <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Fisica/UD-instalaciones/Doc02.pdf>. [Último acceso: 13 de abril de 2019].

