

**ALTERNATIVA DE ALBERGUE TEMPORAL EN ESTRUCTURAS METÁLICAS
DESARMABLES BASADA EN LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES PARA OFICINAS**

**JOSE GIOVANNY CARDENAS DULCEY
FABIO ORLANDO SEGURA IBARRA
NELSON RICO CAÑAS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA
2012**

**ALTERNATIVA DE ALBERGUE TEMPORAL EN ESTRUCTURAS METÁLICAS
DESARMABLES BASADA EN LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES PARA OFICINAS**

**JOSE GIOVANNY CARDENAS DULCEY
FABIO ORLANDO SEGURA IBARRA
NELSON RICO CAÑAS**

**Monografía presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia e Interventoría de Obras civiles**

**Director
WILLIAM GUSTAVO CABALLERO MORENO
MSc. en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA
2012**

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. PROBLEMA	12
1.1 TÍTULO	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.3 JUSTIFICACIÓN	15
1.4 ALCANCE	17
1.5 OBJETIVOS	17
1.5.1 Objetivo general	17
1.5.2 Objetivos específicos	17
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 ESTADO DEL ARTE	19
3. DISEÑO METODOLÓGICO	29
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	30
4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES DE OFICINAS PARA LA COMPAÑÍA GECOLSA CATERPILLAR LOCALIZADAS EN LA MINA DRUMMONT LTDA.	30
4.1.1 Costos de la construcción	30
4.1.2 Componentes del sistema	32

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y LAS CONDICIONES TÉCNICAS REQUERIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ALBERGUES TEMPORALES	39
4.2.1 Parámetros generales	39
4.2.2 Condiciones técnicas	44
4.2.2.1 Áreas para el diseño y construcción	44
4.2.2.2 Clima	44
4.2.2.3 Servicios Públicos	45
4.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE ALBERGUE TEMPORAL PARA CONSTRUIRSE EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES	45
4.3.1 Diseño arquitectónico	46
4.3.2 Diseño estructural	48
4.3.2.1 Detalles de las conexiones entre elementos estructurales	51
4.4 PRESUPUESTO DE ACUERDO AL DISEÑO PROPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ALBERGUES TEMPORALES EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES	60
4.4.1 Presupuesto	60
4.4.2 Presupuesto albergue en estructura metálica desarmable	61
4.4.3 Presupuesto albergue Colombia Humanitaria	62
5. CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	68

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estado actual del municipio de Gramalote, Norte de Santander	13
Figura 2. Vivienda construida por familias desplazadas	13
Figura 3. Tipología de Albergues temporales	22
Figura 4. Modelo Individual de Albergue Temporal	25
Figura 5. Modelo de albergue temporal para 4 familias	26
Figura 6. Módulo de baños y lavaderos colectivos para albergues temporales	27
Figura 7. Albergue temporal construido en madera, Pasto, Colombia	28
Figura 8. Albergue temporal realizado con carpas en el coliseo del Barrio el Tunal	28
Figura 9. Diseño inicial para oficinas metálicas desmontables	31
Figura 10. Construcción de piso en concreto	32
Figura 11. Conexión viga columna (montaje con grúa)	33
Figura 12. Sistema estructural terminado	34
Figura 13. Instalación de módulos perimetrales	34
Figura 14. Cabinas sanitarias terminadas	35
Figura 15. Cielo raso con machimbre	36
Figura 16. Instalación de cubierta con teja termo-acústica	36
Figura 17. Instalación de piso en vinilo	37
Figura 18. Oficinas terminadas	38

Figura 19. Propuestas diseño arquitectónico	46
Figura 20. Diseño arquitectónico de la propuesta seleccionada como albergue	47
Figura 21. Modelo estructural	49
Figura 22. Planta de cimentación y cubierta	50
Figura 23. Detalle pórticos	51
Figura 24. Detalle de anclaje entre polín en concreto y la columna	52
Figura 25. Detalle conexión cercha-columna con platina	53
Figura 26. Despiece módulo de fachada	54
Figura 27. Detalle modulo	55
Figura 28. Detalle templetes y correas	56
Figura 29. Diseño sanitario	57
Figura 30. Diseño hidráulico	58
Figura 31. Vista lateral albergue temporal	59
Figura 32. Vista interior albergue	59

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Distribución de las viviendas según el estrato	14
Tabla 2. Eventos asociados a los escenarios catastróficos	20
Tabla 3. Familias a Albergar por Departamento	24
Tabla 4. Ventajas y desventajas construcción de las oficinas modulares	38
Tabla 5. Especificaciones generales	48
Tabla 6. Presupuesto general por ítems	60
Tabla 7. Presupuesto albergue en estructura metálica	61
Tabla 8. Presupuesto de albergue modelo Colombia Humanitaria	63

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ALTERNATIVA DE ALBERGUE TEMPORAL EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES BASADA EN LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES PARA OFICINAS

AUTORES: JOSÉ GIOVANNY CÁRDENAS DULCEY
NELSON RICO CAÑAS
FABIO ORLANDO SEGURA IBARRA

FACULTAD: Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR: WILLIAM GUSTAVO CABALLERO MORENO

RESUMEN

El presente proyecto se planteó como una novedosa propuesta, para resolver necesidades de vivienda, que se deben atender mediante albergues temporales, cuando se presentan desplazamientos por razones de violencia o desastres naturales por diversas causas, los cuales son muy comunes en nuestro país. Basado en la experiencia vivida por los autores construyendo oficinas en estructura metálica desarmable, se plantea un modelo utilizando un sistema constructivo similar mejorando las falencias del anterior, que pueda armarse y desarmarse completamente, de acuerdo a las necesidades de la zona y al tipo de emergencia. Se propone un espacio para albergar a una familia compuesta de cinco personas supliendo las necesidades primarias de vivienda, aseo y cocina, diseñado bajo las condiciones sísmicas de la ciudad de Bucaramanga, Colombia. Finalmente se presenta diseño arquitectónico, estructural, detalles de conexiones entre piezas, video simulando el proceso constructivo y presupuesto en salarios mínimos del año 2.012.

PALABRAS CLAVES:

ESTRUCTURA METÁLICA ALBERGUE TEMPORAL VIVIENDA DESASTRE NATURAL

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL ABSTRACT OF THE WORK DEGREE

TITLE: ALTERNATIVE OF SHELTERS MADE OF METALLIC DEMOUNTABLE STRUCTURE BASED ON EXPERIENCES LEARNED IN CONSTRUCTION OF MOBILE METALLIC OFFICES.

AUTHORS: JOSÉ GIOVANNY CÁRDENAS DULCEY
NELSON RICO CAÑAS
FABIO ORLANDO SEGURA IBARRA

FACULTY: Expertise in management and supervision of civil projects.

DIRECTOR: WILLIAM GUSTAVO CABALLERO MORENO

ABSTRACT

The current work was proposed as a new alternative in order to solve the housing problems which can be attended through temporary shelters, when displacement occurs for violence, natural disasters or any other reasons, which are very common in our country.

Based in the previous experience with the authors building workplaces made of metallic demountable structure, a similar model is suggested using a similar constructive method improving the previous failures, which can be totally built and unmounted, according to the needs of the zone and the type of emergency.

In the current investigation work is presented an accommodation for a family formed by five people filling the main housing-necessities, cleaning and cooking, designed under seismic conditions of Bucaramanga, Colombia.

Finally, and architectural, structural and connection design is presented and also a simulated video showing how the system can be built. The work includes a budget based in the 2.012-minimum wage.

KEY WORDS:

STRUCTURE METALLIC SHELTER TEMPORAL HOUSING DISASTER
NATURAL

V° B° WORK DEGREE DIRECTOR

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto denominado “ALTERNATIVA DE ALBERGUE TEMPORAL EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES BASADA EN LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES PARA OFICINAS”, se plantea como una propuesta, enfocada a la construcción de albergues temporales en estructuras metálicas desarmables, aprovechando las ventajas de este sistema, con el fin de que pueda ser utilizado por las personas víctimas de desplazamiento, el cual puede ser producido por violencia o desastres naturales, mientras se les da una solución de vivienda definitiva para su futuro.

La Monografía, se estructura en cinco capítulos donde se desarrollan cada uno de los temas propuestos, presentándose un completo y detallado análisis.

El *capítulo 1*, corresponde al problema, el cual está compuesto por el título, el planteamiento del problema, la justificación, el alcance y los objetivos del proyecto. En este capítulo se plantea la problemática existente, y basada en ella se hace la presentación del proyecto, las razones que justifican su realización.

En el *capítulo 2*, se desarrolla el marco teórico, donde se presenta información relacionada con el tema de desarrollo del proyecto. Contiene información sobre albergues temporales y formas de construcción de los mismos en Colombia.

Posteriormente en el *capítulo 3*, se establece el diseño metodológico, en el cual se estructura la forma en que se desarrollo el proyecto desde la problemática hasta su realización final.

En el *capítulo 4*, se inicia con el desarrollo de los objetivos específicos. En el primer objetivo, se describe la labor realizada para la compañía GECOLSA CATERPILLAR en la mina Pribbenow Ltda, donde se construyeron oficinas desmontables a base de estructuras metálicas, en la cual se establecen las ventajas, aciertos y desaciertos en que se incurrieron durante el proceso constructivo. En el segundo objetivo, se establecen los parámetros y condiciones técnicas que deben ser tenidas en cuenta para la construcción de albergues temporales en Colombia. En el tercer objetivo, se realiza la propuesta para la construcción de albergues temporales, utilizando estructuras metálicas desarmables, la cual contiene el diseño arquitectónico y estructural, para los

cuales se tuvo en cuenta los parámetros establecidos para la construcción de albergues, así como también lo establecido por la Norma Sismo Resistente Colombiana. Finalmente en el cuarto objetivo se elaboró un presupuesto para la construcción del albergue temporal, teniendo en cuenta el diseño arquitectónico y estructural establecido en el objetivo anterior.

1. EL PROBLEMA

1.1 TITULO

ALTERNATIVA DE ALBERGUE TEMPORAL EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES BASADA EN LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES PARA OFICINAS

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Bucaramanga, al igual que en el resto de las principales ciudades de Colombia, existe una importante demanda de vivienda de bajo costo generada fundamentalmente por el desplazamiento de familias procedentes de pueblos y zonas rurales, consecuencia del conflicto armado que desde hace varias décadas se libra en el país, y por los desastres naturales que año tras año se presentan dejando cientos de familias sin techo.

A finales del año 2010, por ejemplo, se presentó un desastre de grandes proporciones en el municipio de Gramalote, Norte de Santander¹, donde al parecer un sismo activó una falla geológica, que sumado a las intensas lluvias, generó la destrucción total del pueblo , dejando aproximadamente 800 familias sin vivienda, según información de Colombia Humanitaria.

En la figura 1 se presentan fotografías que evidencian la magnitud de la catástrofe y el estado en el cual quedó la mayoría del municipio.

¹ Tragedia Gramalote, Colombia: “Muy probablemente en las últimas horas Gramalote deje de existir”. [en línea] [consultado 9 junio 2012]. Disponible en <<http://bahianoticias.com/tragedia-en-el-pueblo-gramalote-colombia-%E2%80%9Cmuy-probablemente-en-las-ultimas-horas-gramalote-deje-de-existir%E2%80%9D/34432/>>

Figura 33. Estado actual del municipio de Gramalote, Norte de Santander



Debido a la magnitud del problema, y a la falta de presupuesto y coordinación, el gobierno es incapaz de dar una solución a todas las familias, por ello, éstas optan por auto construir sus propias viviendas en terrenos privados (figura 2) sujetos a una alta probabilidad de inundación y remoción de tierras, agravándose así el problema inicial.

Figura 34. Vivienda construida por familias desplazadas



Según la Superintendencia de servicios Públicos, en Colombia un 33% de la población se concentra en los estratos 1 y 2 (v. Tabla 01), los cuales suelen ser los más afectados por el invierno al encontrarse ubicados en terrenos con riesgo de inundación o remoción de tierras. Cada vez que se presenta una emergencia ocasionada por el invierno, el gobierno debe atenderla utilizando coliseos, colegios y parques como albergues temporales, mientras decide qué hacer con la población afectada.

Tabla 9. Distribución de las viviendas según el estrato

Ciudad	Estrato - % viviendas						
	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Seis	Total
Bogotá D.C.	7.1	35.1	36.4	13.2	4.6	3.7	100.0
Medellín	11.2	35.5	29.1	11.3	8.5	4.4	100.0
Cali	16.6	27.5	32.9	10.9	9.2	2.9	100.0
Barranquilla	34.3	19.7	24.5	11.9	5.4	4.2	100.0
Bucaramanga	12.6	20.7	25.8	32.1	3.2	5.6	100.0
Cartagena	42.2	27.7	16.4	6.0	3.3	4.3	100.0
Cúcuta	24.5	42.5	21.2	10.1	1.7	0.1	100.0
Pereira	15.4	34.0	19.3	14.9	9.9	6.5	100.0
Ibagué	16.4	47.1	25.0	9.5	1.6	0.5	100.0
Manizales	10.0	25.0	37.8	14.6	5.0	7.6	100.0
Pasto	22.5	42.4	24.5	7.8	2.7	0.0	100.0
Villavicencio	17.9	31.5	40.1	6.9	2.7	0.9	100.0
Amenia	22.2	27.3	30.1	9.9	9.2	1.4	100.0

Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos. Sistema Único de Información de Servicios Públicos. SUI

La vivienda demandada por las familias desplazadas y damnificadas por el invierno, no encuentra una oferta que se ajuste a la problemática social que les margina, pues a los constructores privados este tipo de mercado no les resulta tan lucrativo como el de los estratos sociales más altos, y solo recurren a él de manera masiva cuando el sector de la construcción entra en crisis. Por otro lado, increíblemente no existe en el país un organismo técnico encargado de desarrollar soluciones encaminadas a dar una solución ingenieril al problema.

A la luz del problema descrito anteriormente, en el país se requiere desarrollar sistemas constructivos que permitan construir viviendas provisionales y edificar viviendas de interés social utilizando sistemas constructivos diferentes a los tradicionalmente resueltos con mampostería, pues éstos no han permitido hacer un uso racional del suelo ni han aprovechado la mano edificatoria de las familias.

Esta monografía tiene el objetivo de proponer un modelo de albergue temporal a través de estructuras metálicas desarmables basado en la experiencia adquirida

en construcción de unidades metálicas móviles para oficinas, que cumpla con todos los requerimientos técnicos y la normatividad vigente, de tal manera que se presente como una alternativa de solución al problema de habitabilidad temporal que afronta el país en las zonas afectadas por desplazamientos de diferente índole, aprovechando las ventajas que ofrece este sistema por tratarse de una solución rápida, estable y económicamente asequible.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La realización del proyecto se justifica al proponer para la disposición de albergues temporales, un modelo diseñado en estructuras metálicas desarmables, con características técnicas, arquitectónicas y estructurales, que permite construir alojamientos seguros y dignos, que conservan la unidad familiar en grupos de personas que han sufrido diversas calamidades. Se busca contribuir a solucionar el problema de reubicación temporal de la población víctima de desplazamientos de diferente índole.

Aunque existen diferentes alternativas de construcción para albergues temporales, se considera que las estructuras metálicas desarmables cuentan con grandes ventajas con respecto a los sistemas tradicionales de construcción. Dentro de las ventajas de este tipo de estructuras se encuentran la economía a mediano y largo plazo, debido a que por ser estructuras desarmables, pueden ser reutilizadas casi en su totalidad perdiéndose únicamente la parte correspondiente a la cimentación, la cual, por tratarse de estructuras con una excelente relación resistencia/peso que proporciona el acero, representa aproximadamente solo el 20% del valor total. A su vez, se pueden predecir fácilmente los costos por la poca incidencia de imprevistos en las construcciones donde se usa este tipo de material, lo que ayuda a hacer un buen cálculo de la inversión y el riesgo asociado al proyecto.

El arquitecto Ebroul Huertas Gómez presentó una ponencia como síntesis del resultado de la investigación *“Estructura Metálica Portante para vivienda, un sistema abierto de integración tecnológica”*², donde establece las necesidades de implementación de nuevas tecnologías dada la transformación periódica del stock habitacional, debido a que con los sistemas tradicionales de construcción se presenta el caso que en el momento que pierde vigencia el uso y se presentan nuevas necesidades, se hace necesario destruir para volver a construir, lo cual requiere de la inversión de muchos recursos.

² HUERTAS GÓMEZ, EBROUL. Estructura Metálica Portante para Vivienda, un Sistema Abierto de Integración. En: Foro Hábitat Popular y Tecnología: Desarrollo tecnológico para los asentamientos humanos (11-14, octubre).Pereira. 1988. 21 p.

Por estas razones es importante desarrollar tecnologías que se adecúen a este proceso de transformación permanente: crecimientos, adaptaciones modificaciones, subdivisiones, permitiendo con ellos pasar de las demoliciones a pérdida, a un proceso de planificación del desarrollo progresivo, de previsión de transformaciones y ampliaciones con tecnologías que se puedan reutilizar, que sean económicas también a mediano y largo plazo..

El ponente define las ventajas de la construcción con estructuras metálicas, ya que permiten acelerar el poblamiento de los lotes por tratarse de sistemas sencillos de armar que no requieren mano de obra especializada ni grúas o herramientas complicadas. A su vez, el poco peso y la corta dimensión de sus componentes, permite que los mismos puedan organizarse en paquetes para su transporte en pequeños camiones.

Por otro lado, las diferentes alternativas en cuanto a componentes de los subsistemas permiten acomodarse a distintas regiones, climas, gustos y presupuestos. A su vez, este sistema permite construir diferentes alternativas como casas, edificios, entre otros, de fácil adaptación a terrenos inclinados ya que poseen una arquitectura liviana de fácil cimentación. Igualmente, la estructura portante, sismo resistente, independiente de los muros, permite con ciertas restricciones gran variedad de cerramientos y acabados tradicionales como lo pueden ser los prefabricados o desechos como lonas, cartones embreados, plásticos para casos de atención de emergencias entre otros. Finalmente, la recuperación de las partes que componen la estructura en un 100% permite armar rápidamente viviendas provisionales o definitivas.

Otra justificación para el desarrollo de la propuesta es la ventaja en la reducción en los tiempos de ejecución durante la construcción, ya que por tratarse de estructuras prefabricadas se reduce la dependencia de condiciones meteorológicas. Igualmente, al ser elementos fabricados fuera de la obra y encontrarse listos para su montaje inmediato, se disminuyen las actividades dentro de la misma, lo cual facilita la instalación y permite realizar otros trabajos en paralelo.

Por otra parte, con este tipo de estructuras se pueden desarrollar construcciones estructuralmente resistentes, debido al comportamiento plástico del acero, que proporciona mayor seguridad en situaciones de carga extrema como explosiones, impactos, terremotos entre otros. Adicionalmente, la ejecución de este tipo de proyectos genera menores traumatismos debido a que el acero es un material de uso sencillo que no produce polvo ni vertidos y genera muy pocos desechos, por

lo tanto no hay necesidad de emplear equipos para resolver esos problemas, además, se puede reutilizar, reubicar o reciclar si las circunstancias así lo exigen.

Por las razones anteriormente expuestas, se justifica desarrollar este proyecto en la modalidad de monografía analizando y formulando una propuesta que provee una solución temporal de albergue para familias víctimas de desplazamiento y desastres naturales del Área Metropolitana de Bucaramanga, con la ventaja de ser una alternativa rápida, estructuralmente estable, amigable con el medio ambiente y económicamente asequible.

1.4 ALCANCE

En ésta monografía se pretende formular un modelo para la construcción de albergues temporales en estructuras metálicas desarmables, que comprende la realización del diseño arquitectónico y estructural. Para la realización del presupuesto, se tendrán en cuenta todos los componentes de la estructura incluidos las instalaciones hidro-sanitarias y eléctricas.

Es importante hacer claridad en que para construir un albergue se necesita determinar la ubicación del mismo y basado en las condiciones existentes del lugar, definir la forma de suministro de servicios públicos básicos (agua potable, saneamiento básico y electricidad). Teniendo en cuenta lo anterior, no es objeto del presente trabajo buscar solución a la forma de suministro de estos servicios ya que no se considera ningún lugar específico para su construcción.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general. Realizar una propuesta de ***albergue temporal*** para familias de bajos recursos económicos, víctimas de desplazamiento y desastres naturales en el Área Metropolitana de Bucaramanga, utilizando estructuras metálicas desarmables basada en las lecciones aprendidas en la construcción de unidades metálicas móviles para oficinas.

1.5.2 Objetivos específicos. - Realizar un análisis descriptivo de los resultados obtenidos en la construcción de unidades metálicas móviles de oficinas para la compañía GECOLSA CATERPILLAR localizadas en la mina Pribbenow Ltda.

- Identificar los parámetros y las condiciones técnicas requeridas para la construcción de albergues temporales.
- Proponer el diseño de una solución de vivienda en calidad de albergue temporal, para construirse en estructura metálica desarmable.
- Realizar el presupuesto de acuerdo al diseño propuesto para la construcción de albergues temporales en estructuras metálicas desarmables

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DEL ARTE

Desastre. El término desastre es un término que traduce un escenario catastrófico con respecto a un evento ocurrido. De acuerdo con lo establecido en el Decreto N° 919 de 1989 reglamentario de la Ley 46 de 1998 que creó el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres de Colombia, y en especial en su artículo 18, el término desastre se define como “Daño Grave o alteración grave, de las condiciones normales de vida en un área geográfica determinada, causada por fenómenos naturales y por efectos catastróficos de la acción del hombre en forma accidental, que requiera para ello de la especial atención de los organismos del estado, y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social”³.

Los desastres pueden ser originados por diferentes situaciones que van desde las generadas por acciones naturales hasta las ocasionadas por acciones directas o indirectas de la mano del hombre. De acuerdo con el Manual Nacional para el Manejo de Albergues Temporales de la Cruz Roja Colombia⁴, existe una tipología de escenarios catastróficos entre los que están los escenarios naturales que tienen que ver con el comportamiento propio del planeta, el escenario tecnológico generado por la acción del hombre o antrópicos, el escenario social que está asociado al comportamiento del hombre y su calidad de desarrollo en cada comunidad en particular, y por último el escenario de orden público el cual se da cuando las normas de convivencia establecidas por una comunidad se ven alteradas y afectan la calidad de vida de sus habitantes.

Teniendo en cuenta la tipología de escenarios mencionados, a continuación se presenta la tabla 2 que contiene los eventos más comunes asociados a cada escenario descrito:

³ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 919 (01, mayo, 1989). Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 1989. p. 5.

⁴ SOCIEDAD Nacional de la Cruz Roja Colombiana. Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales, 2008. p. 17.

Tabla 10. Eventos asociados a los escenarios catastróficos

ORDEN PUBLICO	NATURALES	TECNOLÓGICOS	SOCIALES
- Violencia y conflictos - Conflictos armados de carácter interno - Conflictos armados internacionales - Disturbios internos - Atentados terroristas - Desplazamiento interno por conflicto armado - Refugiados	- Inundaciones - Deslizamientos - Sismos - Erupciones Volcanicas - Tsunamis - Tempestades - Tormentas tropicales - Sequías - Ciclones / Tifones / Huracanes. - Avalanchas – Lahares - Olas de calor o frío - Incendios forestales - Heladas /Granizadas - Lluvias súbitas o intensas	- Incendios industriales - Incendios estructurales - Derrame de hidrocarburos - Derrame y escape de químicos. - Explosiones - Colapso de estructuras - Accidentes de transito - Accidentes Aéreos - Accidentes marítimos /fluviales.	- Habitabilidad en calle - Indigencia - Hambrunas - Drogadicción - Extrema pobreza - Epidemias /pandemias.

Fuente: SOCIEDAD Nacional de la Cruz Roja Colombiana. Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales, 2008. p. 16.

Desplazamiento. De acuerdo con la el trabajo de grado presentado por Ruby Bunzl Sánchez⁵, el término desplazamiento está asociado a la movilización que se produce al interior de un país, la cual puede ser de forma masiva, individual o familiar, provocada por diferentes fenómenos como la violencia, el conflicto armado o los desastres naturales. Como consecuencia del desplazamiento, se dan para las personas cambios de los lugares de habitación, al igual que de las actividades económicas y rutinarias.

En el mismo estudio se establece que existen tres factores de desplazamiento, como los son el desplazamiento económico, que es el se da buscando mejores ingresos económicos y se encuentra relacionado al deterioro de las economías y el nivel de vida de los países en desarrollo, este desplazamiento se da de manera voluntaria. Por otro lado, se encuentra el desplazamiento por desastres naturales,

⁵ BUNZL SANCHEZ, Ruby. ¿Cuándo cesa la condición de desplazado por la violencia en Colombia. Trabajo de Grado Abogado. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, 2008. p.6.

a causa de fenómenos de la naturaleza los cuales ponen en riesgo la vida e integridad física de los habitantes de un lugar, y producto de ello se ven obligados a buscar otros sitios donde asentarse. Por último se encuentra el desplazamiento por razones políticas, el cual se encuentra relacionado con las guerras civiles, conflictos armados entre otros, en donde no hay suficientes garantías para proteger la vida y mantener la integridad de las personas, lo cual las obliga a desplazarse.

Albergues Temporales. Para definir el concepto de albergues temporales en Colombia, se tiene en cuenta lo planteado por la Federación Internacional de la Cruz Roja y la Media Luna Roja los cuales lo consideran como: *“Lugar físico creado e identificado como un lugar seguro, que cuenta con todos los medios necesarios para hospedar por un periodo corto, mediano y largo plazo a un grupo de personas afectadas por los resultados del impacto de una amenaza, con las garantías esenciales para garantizar la dignidad humana, conservando la unidad familiar y la cultura de las personas afectadas así como su estabilidad física (mental) y psicológica, promoviendo la organización comunitaria”*⁶. El tiempo de duración de un albergue temporal es un tema complejo, ya que la decisión involucra la participación del gobierno, las entidades humanitarias y un aspecto importante la comunidad afectada. De acuerdo a lo anterior se establecen unos parámetros para establecer la duración de los albergues, los cuales están definidos por el Manual de la Cruz Roja como:

- **De corto plazo:** Se presentan por lo general en emergencias pequeñas o menores, donde el número de personas afectadas es mínimo, y la capacidad local es suficiente para atender la emergencia. Por lo general se establecen refugios en los puntos de encuentro y estos deben tener un rango de operación promedia de **24 horas**. Pueden ser elaborados con carpas plásticas y lona.
- **Mediano Plazo:** Cuando las emergencias son más complejas, la afectación ha sido mayor, y donde intervienen los gobiernos departamentales e incluso el nacional. Estos Alojamientos Temporales pueden tener un rango de operación de **10 a 30 días**.
- **De Largo Plazo:** En este parámetro los albergues que se utilizan pueden ser de cualquier tipo. El rango de operación puede darse de **30 a 90 días** y pueden ser prorrogables en tiempo según el avance de las acciones de rehabilitación y

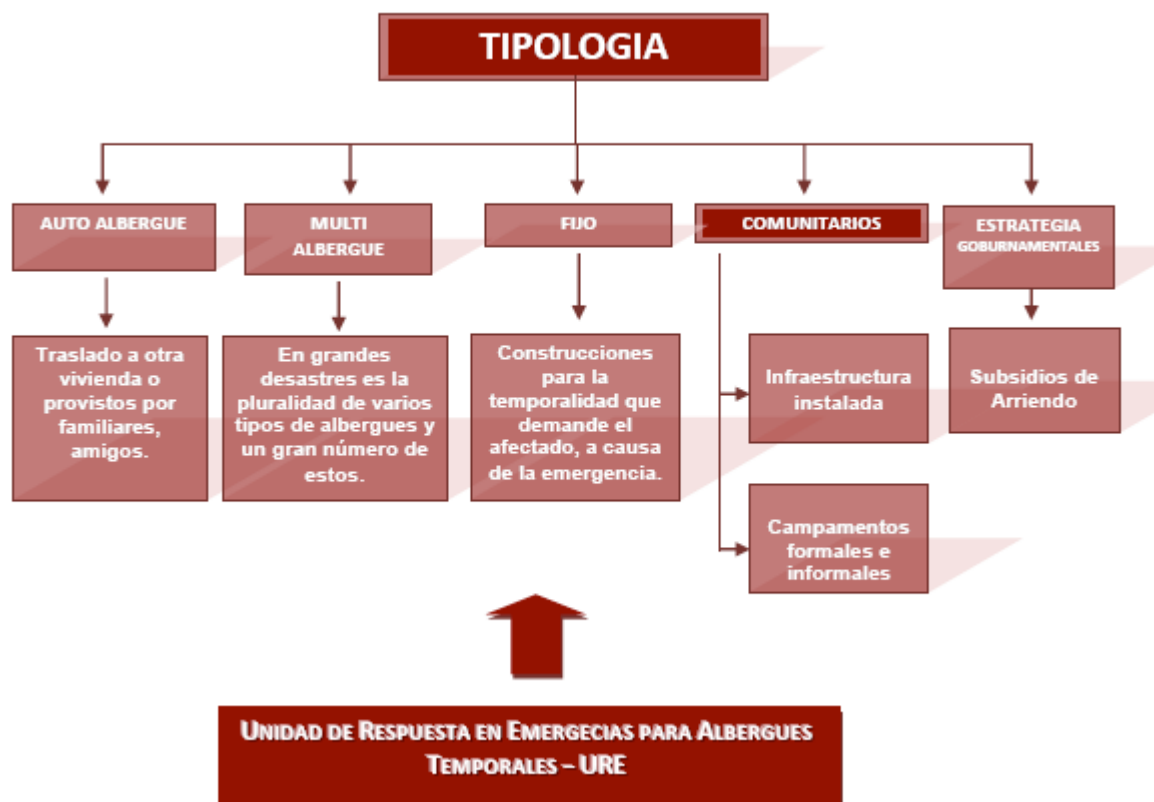
⁶ Ibid. , p. 17.

reconstrucción y la capacidad que tenga el país afectado⁷. En general se utilizan materiales como dry Wall, madera y poli sombra.

De acuerdo con el manual de la Cruz Roja, se establecen diferentes tipos de albergues temporales los cuales para su selección, se tienen en cuenta diferentes aspectos que corresponden a la complejidad de la situación de la emergencia o el desastre, como también a la capacidad local, regional, o nacional para atenderlos.

En la figura 3 se presentan los tipos de albergues que se contemplan:

Figura 35. Tipología de Albergues temporales



Fuente: SOCIEDAD Nacional de la Cruz Roja Colombiana. Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales, 2008. p. 18.

⁷ Ibid., p. 23-24

Para el caso del desarrollo del presente proyecto, teniendo en cuenta la figura anterior, se tendrá en cuenta la tipología de albergues comunitarios en lo que se refiere a campamentos formales e informales, ya que el manual de la Cruz Roja los define como “Elementos móviles con los que se puede garantizar la permanencia temporal de personas o familias en tiendas de campaña, carpas o materiales livianos de fácil remoción”⁸. Si bien el manual contempla para este tipo de albergues materiales como plástico reforzado, maderas y carpas, en el presente proyecto se busca plantear una nueva alternativa en estructura metálicas desarmables.

En Colombia, se cuenta con un Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, que se encarga de coordinar con las entidades gubernamentales, descentralizadas y privadas del sistema, con el fin de atender las emergencias de diferente índole que se presentan en el país. De acuerdo con el instructivo de apoyo creado por Colombia Humanitaria⁹, ante el agravamiento de la situación generada por la ola invernal 2010 (fenómeno de la niña), el gobierno nacional creó el programa Colombia Humanitaria respaldada en una subcuenta que hace parte del Fondo Nacional de Calamidades adscrito al Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), bajo la coordinación de la Dirección General del Riesgo (DGR).

El instructivo de Colombia humanitaria¹⁰, establece que la construcción de albergues temporales se hará de la siguiente manera: la Cruz Roja se encargará de suministrar los materiales y de hacerlos llegar a los sitios, por otro lado la construcción se realizará con el apoyo del Sena, el Ejército Nacional y la comunidad.

De acuerdo con el instructivo en mención¹¹, a continuación se presenta la tabla 3, que corresponde a la cantidad de familias damnificadas por el invierno con necesidad de albergue hasta el mes de enero de 2011.

⁸ Ibid., p. 20.

⁹ COLOMBIA HUMANITARIA. Resumen instructivos de apoyo. Etapa de Emergencia. Colombia, 2011. 81 p.

¹⁰ Ibid., p. 7.

¹¹ Ibid., p. 47.

Tabla 11. Familias a Albergar por Departamento

Departamento	Familias a albergar
Atlántico	3160
Magdalena	2510
Sucre	1000
Bolívar	700
Antioquia	1917
Chocó	1307
Córdoba	100
Norte de Santander	800
Total	11494

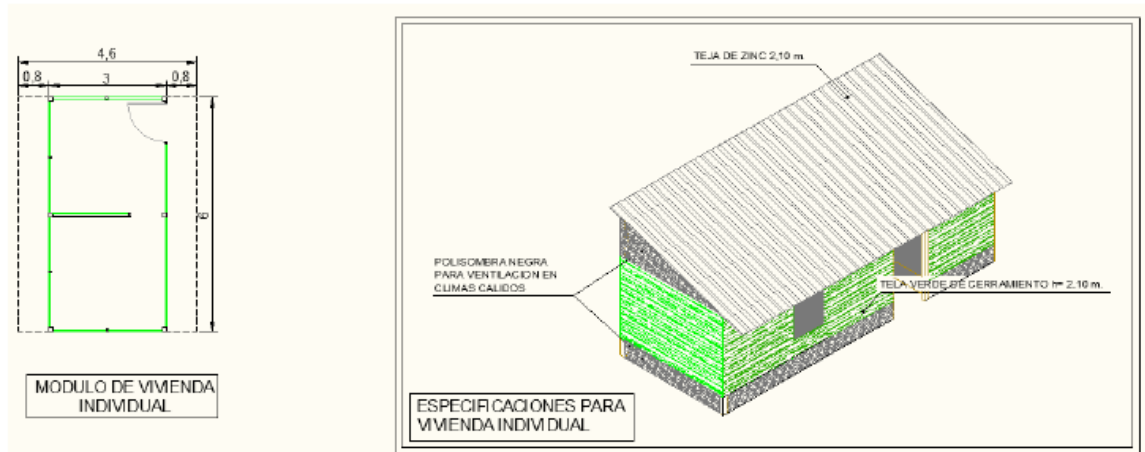
Teniendo en cuenta las cifras mencionadas, consideramos que la alternativa que se pretende proponer en estructuras metálicas desarmables para la construcción de albergues temporales, es una alternativa viable y que puede tener una gran demanda como medida preventiva mientras se deciden las zonas de reubicación definitivas de la población desplazada, máxime si tenemos en cuenta que en nuestro país no solo se presentan desplazamientos por desastres naturales, sino que también aparecen los desplazados por el conflicto armado.

Colombia humanitaria¹², establece unos planos generales para la construcción de albergues temporales, los cuales se presentan en las figuras 04, 05 y 06:

¹² Ibid., p. 48 - 50

Figura 36. Modelo Individual de Albergue Temporal

MODELO INDIVIDUAL

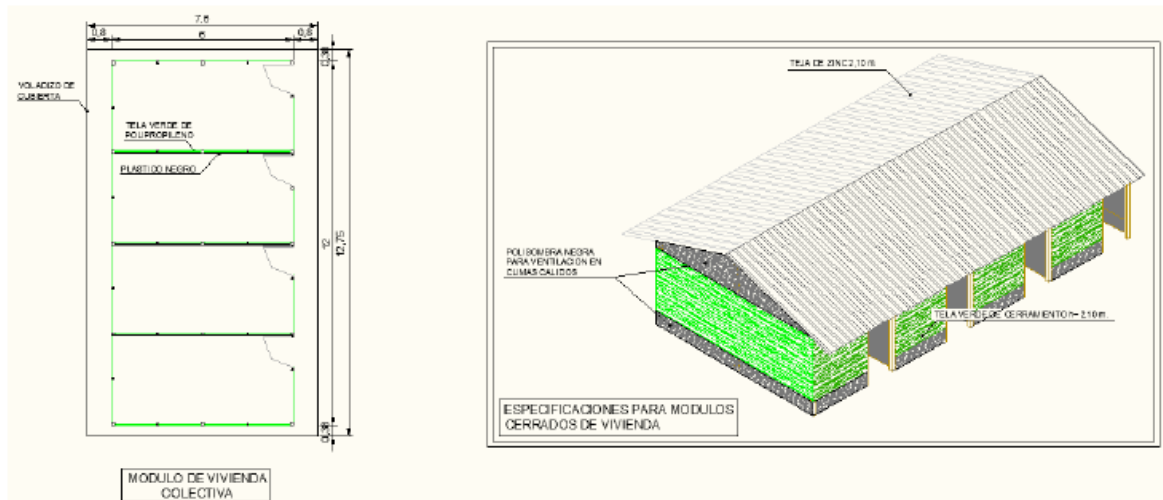


Fuente: COLOMBIA HUMANITARIA. Resumen instructivos de apoyo. Etapa de Emergencia. Colombia, 2011. p. 48.

La figura 04, corresponde al modelo individual, el cual posee un área de terreno de 27.6 m^2 (4.6×6) y un área bajo techo de 18 m^2 (6×3), la cubierta está hecha con tejas de zinc de 2.1 m, posee una estructura en madera, sus muros están hechos con tela verde de cerramiento $h=2.1\text{m}$ (color verde en el plano) y poli sombra negra para ventilación en las zonas baja y alta (color negro en el plano). El tiempo de uso de estos albergues está estimado entre 1 y 2 años y puede ser utilizado en climas medios y cálidos.

Figura 37. Modelo de albergue temporal para 4 familias

MODELO POR 4 FAMILIAS

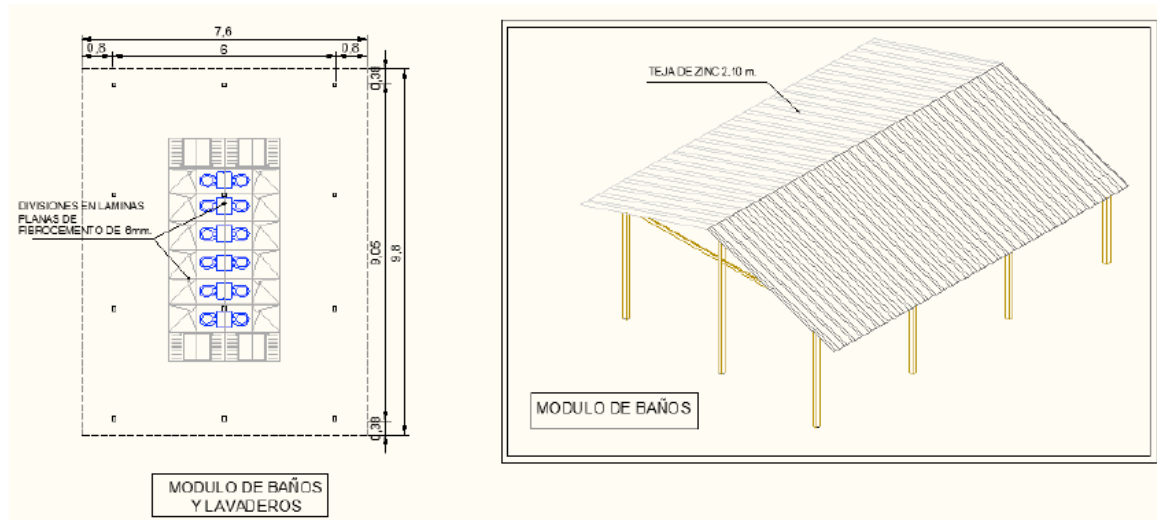


Fuente: COLOMBIA HUMANITARIA. Resumen instructivos de apoyo. Etapa de Emergencia. Colombia, 2011. p. 48.

La figura 05, corresponde al modelo colectivo de vivienda para cuatro familias, el cual posee un área de terreno de 96.9 m² (7.6 x 12.75), y un área bajo techo de 72 m² (12 x 6), la cubierta está hecha con tejas de zinc de 2.1 m, posee una estructura en madera, sus muros perimetrales están hechos con tela verde de cerramiento h=2.1m (color verde en el plano) y poli sombra negra para ventilación en las zonas baja y alta (color negro en el plano), sus muros divisorios están hechos con tela verde de polipropileno y plástico negro. El tiempo de uso de estos albergues está estimado entre 1 y 2 años y puede ser utilizado en climas medios y cálidos.

Figura 38. Módulo de baños y lavaderos colectivos para albergues temporales

MODULO DE BAÑOS Y LAVADEROS



Fuente: COLOMBIA HUMANITARIA. Resumen instructivos de apoyo. Etapa de Emergencia. Colombia, 2011. p. 50.

La figura 06, corresponde al módulos de baños y lavaderos colectivos, el cual posee un área de terreno de 74.48 m² (7.6 x 9.8) y un área bajo techo de 54.3 m² (9.05 x 6), la cubierta está hecha con tejas de zinc de 2.1 m, posee una estructura en madera, los muros divisorios de los baños están hechos de láminas planas de fibrocemento de 6 mm.

En las figuras 07 y 08, se presentan algunas imágenes de albergues temporales contruidos con materiales tradicionales:

Figura 39. Albergue temporal construido en madera, Pasto, Colombia



Fuente: SOCIEDAD Nacional de la Cruz Roja Colombiana. Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales, 2008. p. 25.

Figura 40. Albergue temporal realizado con carpas en el coliseo del Barrio el Tunal



Fuente: SOCIEDAD Nacional de la Cruz Roja Colombiana. Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales, 2008. p. 49.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del presente trabajo se pretende, en primer lugar, realizar un completo análisis y descripción de la experiencia vivida en la mina Pribbenow Ltda, donde se realizó la construcción de una serie de oficinas basadas en estructuras metálicas desarmables. Con base en ésta experiencia, nace la idea de aplicar este método constructivo al levantamiento de albergues temporales, aprovechando la facilidad de armado y desmonte de los mismos, de acuerdo a las necesidades de la zona. Después de esto, se elaborará un marco teórico en el que se hace referencia a términos asociados al tema del proyecto, los cuales ilustran la problemática existente y fundamentan la base del desarrollo del mismo.

Finalizada la etapa de documentación, se propone un modelo de albergue temporal basado en estructuras metálicas desmontables, de fácil armado, transporte y desmonte, adaptable a casi cualquier condición topográfica, donde se muestre además el proceso constructivo generado mediante programas computarizados, dirigido a solucionar los problemas de desplazamiento en la ciudad de Bucaramanga, producto de desastres naturales y problemas de orden público.

Finalmente, se elaborará un presupuesto que permita cuantificar costos de su ejecución y una visión tan cercana a la realidad como sea posible, para que alguien interesado en materializarlo, pueda hacerlo sin problemas.

Se presentarán planos de diseño, cálculos estructurales y secuencia constructiva sin olvidar las respectivas conclusiones y recomendaciones observadas del proceso desarrollado.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES METÁLICAS MÓVILES DE OFICINAS PARA LA COMPAÑÍA GECOLSA CATERPILLAR LOCALIZADAS EN LA MINA DRUMMONT LTDA.

Los procesos constructivos en el campo minero tienden a ser todos de tipo móvil. Debido a que la prioridad por obvias razones es el producto de la mina, las locaciones e instalaciones para el establecimiento de personal pueden variar en ubicación. Si alguna construcción obstaculiza o interfiere, deberá demolerse para darle paso a la extracción del mineral. Por tal motivo y frente a la gran cantidad de recursos perdidos en estas construcciones estáticas, la compañía GECOLSA Caterpillar, contrata en el año 2004 al Ing. Nelson Rico Cañas, para idear un método constructivo de oficinas y talleres que permita, de acuerdo a las necesidades inmediatas, trasladar dichas instalaciones acomodándose a las condiciones del sitio, reduciendo al máximo las demoliciones y rearmándolas donde se necesite.

4.1.1 Costos de la construcción. Como primera aproximación al problema se propone realizar un estudio de costos para analizar cuál de las siguientes tres opciones constructivas resulta más económica para la construcción de las oficinas:

- Construcción convencional
- Uso de contenedores
- Oficinas metálicas desarmables

Se encontró que construir las oficinas utilizando el sistema de construcción convencional y el de contenedores, resulta dos y tres veces más costoso respectivamente, en comparación con la opción de estructura metálica desarmable.

Ante estos requerimientos, se planteó que las estructuras diseñadas pudieran ser desarmadas para ser reutilizadas, con el objetivo de reducir costos para la

compañía, y se contempló la posibilidad de instalar contenedores para usarlos como oficinas. La diferencia en valor con respecto al nuevo sistema era de \$1.000.000 de pesos por metro cuadrado aproximadamente.

En comparación para el año 2006 el costo por metro cuadrado de contenedor para oficinas en el mercado era de \$ 1'500.000 y el metro cuadrado de las oficinas construidas estuvo alrededor de los \$ 500.000. Vale la pena resaltar que el sistema contenedor es completamente fácil de transportar, pero el sistema desarmable brinda sus ventajas económicas y de comunicación entre los diferentes espacios.

Las oficinas diseñadas y construidas tienen la característica de poder ser desarmadas y reconstruidas en sitios diferentes con la posibilidad de recuperar el 80% de la estructura. El 20% restante corresponde a la cimentación de la estructura, pisos y elementos menores que no son reutilizables.

En la figura 09 se presenta el modelo de las oficinas construidas en la mina en mención.

Figura 41. Diseño inicial para oficinas metálicas desmontables



4.1.2 Componentes del sistema. Los componentes del sistema se relacionan a continuación:

- **Cimentaciones.** Debido a que el peso de la estructura no es motivo de preocupación pues las oficinas son todas de un nivel, las obras de cimentación consistieron en fundir zapatas de 60x60 cm, donde se anclaron platinas y posteriormente los pernos que soportan las columnas. Alternativamente con las obras de cimentación se realizó la conformación del piso para dejarlo a nivel cero.

Se presentaron inconvenientes ya que por decisión de la entidad contratante, no se materializó la idea de hacer las oficinas elevadas; en cambio se construyó un piso en concreto, que actuó de manera desfavorable en la época de invierno, pues se presentaron problemas de manejo de aguas lluvias.

- **Piso en concreto.** Consistió en fundir un piso de 10 cm espesor, de dimensiones 17x40 m, con el objetivo de tener una superficie lisa y cómoda para el tráfico de personal.

Se incluyó una malla electro soldada M-28 para controlar las figuras en el fraguado.

En la figura 12 se observa el proceso constructivo del piso en concreto.

Figura 42. Construcción de piso en concreto



- **Estructura metálica.** Se decidió elaborar una estructura metálica desarmable, basado en vigas y columnas elaboradas con perfiles PHR-C en cajón, de 3.55x1.10x2.5. Se desarrolló un sistema particular para la conexión de dichos perfiles que consistió en cortar y emplazar platinas en las juntas, para facilitar la unión.

La principal dificultad se presentó al momento de levantar la estructura armada a nivel del piso, pues el peso propio impidió su ubicación de forma manual, lo que implicó la utilización de una grúa para el montaje.

En la figura 11 se presenta el montaje de la estructura mecánicamente

Figura 43. Conexión viga columna (montaje con grúa)



En la figura 12 se aprecia la estructura metálica terminada.

Figura 44. Sistema estructural terminado



- **Muros perimetrales y divisorios.** Con el fin de permitir facilidad y rapidez en el montaje, se diseñó una serie de módulos laterales que cumplen la función de muros divisorios y de cerramiento. Para ello, se utilizó Lámina Cold Rolled calibre 20, confinada mediante tubo cuadrado de 2x1, unidos con soldadura, para darle rigidez al conjunto.

En la figura 13 se observan los muros perimetrales en el momento de la instalación.

Figura 45. Instalación de módulos perimetrales



- **Unidades sanitarias.** Las unidades sanitarias fueron realizadas mediante cabinas de fibra de vidrio con base y soporte metálico. Los lavaplatos son desmontables, al igual que los aparatos sanitarios, lavamanos con cajoneras y demás accesorios que ante la necesidad de traslado, sean portátiles y de fácil reinstalación.

En la figura 14 se observan las instalaciones sanitarias instaladas.

Figura 46. Cabinas sanitarias terminadas



- **Cielo raso.** Se optó por la construcción de cielo raso en madera, debido a que ofrecen una apariencia agradable; se instalaron módulos sobre una matriz de perfiles en aluminio que desempeñan la labor de guías y permiten deslizar las piezas de madera sin mayor inconveniente.

En la figura 15 se observa el cielo raso en machimbre terminado.

Figura 47. Cielo raso con machimbre



- **Cubierta.** Para la construcción de cubierta, se utilizó teja termo-acústica asegurada con tornillo auto perforante.

En la figura 16 se observa la teja termo-acústica que fue instalada.

Figura 48. Instalación de cubierta con teja termo-acústica



- **Piso en lámina de vinilo.** Debido a la insistencia del cliente, se instaló sobre el piso en concreto, una superficie en vinilo, la cual actuó de manera desfavorable, ya que este tipo de materiales están especificados para zonas de menor tráfico, además las condiciones adversas de barro y agua aceleraron su deterioro.

En la figura 17 se observa la instalación del piso.

Figura 49. Instalación de piso en vinilo



En la figura 18 se observa el estado de las oficinas terminadas.

Figura 50. Oficinas terminadas



En la tabla 4 se presenta un resumen de los aciertos y desaciertos en la construcción de las oficinas modulares.

Tabla 12. Ventajas y desventajas construcción de las oficinas modulares

ACTIVIDAD	ACIERTOS Y/O VENTAJAS	DESACIERTOS Y/O DESVENTAJAS
Cimentación	Por tratarse de estructuras livianas: - No requiere grandes volúmenes de excavación - Elementos de baja dimensión lo que disminuye el volumen de concreto	
Piso en concreto	- El diseño inicial contemplaba un piso elevado 0,5 m sobre el terreno, para y facilitar el manejo de aguas	- Por decisión del cliente, el piso se construyó a nivel de

	lluvias.	terreno, presentando inconvenientes en época de invierno.
Estructura metálica	- Rápida y fácil instalación. - Por tratarse de elementos prefabricados, no requiere de trabajos preliminares para su montaje.	- Por tratarse de elementos de grandes luces, se hizo necesario el uso de una grúa para el montaje de la estructura.
Muros	- Son elementos prefabricados, listos para su instalación. - Facilidad de instalación	- Anclar los módulos directamente sobre el concreto pues el espacio entre éstos permitió filtraciones de agua.
Unidades sanitarias	- Portabilidad, rapidez y facilidad de instalación.	
Cielo raso	- Facilidad de montaje, altamente reutilizable. - Aislante térmico. - Apariencia agradable.	- El material utilizado (madera) aumenta el peso de la estructura generando mayores requerimientos estructurales (secciones mayores de perfiles).
Cubierta	- Adecuada y rápida instalación. - El uso de tornillo autoperforante como medio de anclaje a la estructura, sella los espacios y bloquea la entrada de agua.	

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y LAS CONDICIONES TÉCNICAS REQUERIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ALBERGUES TEMPORALES.

4.2.1 Parámetros generales. Antes de definir un diseño como propuesta para construir albergues temporales, se hace necesario tener en cuenta los parámetros y condiciones técnicas establecidas para los mismos. Para el desarrollo del objetivo se tendrá en cuenta la información contenida en el instructivo de apoyo de Colombia Humanitaria y el manual para el manejo de albergues temporales de la Cruz Roja Colombiana los cuales fueron referenciados en el marco teórico, por

tratarse de entidades autorizadas en Colombia para el manejo y desarrollo del tema de albergues temporales.

Los parámetros que se deben tener en cuenta para la construcción de albergues temporales son los siguientes:

➤ **Estimación de la afectación.** La estimación de la afectación está definida por cuatro características generales:

- Cantidad de población afectada por el evento.
- Tipo de evento (natural o causado por el hombre).
- Magnitud de afectación, evaluando diferentes aspectos en la zona y tiempo promedio hacia la etapa de recuperación física, económica y productiva:
 - Impacto social
 - Impacto en salud
 - Impacto Económico
- Recursos y capacidad de respuesta disponible, en lo local, nacional o regional:

El albergue requiere de toda la colaboración posible, y se debe empezar por las capacidades locales disponibles, tanto financieras, administrativas, logísticas, operativas y técnicas. Se recomienda realizar los siguientes aspectos:

- Inventario de infraestructura disponible que permita ser usado como posibles Albergue Temporal.

- Evaluar terrenos previamente identificados y autorizados para la instalación de posibles Albergues Temporales.
 - Realizar inventario de maquinaria, equipos, vehículos y herramientas disponibles para la construcción y operación del albergue temporal.
 - Conocer el plan de emergencia y contingencia de acuerdo al evento presentado y la zona de incidencia, en coordinación de los comités Locales, Regionales o Nacional de Prevención y Atención de Desastres.
 - Realizar un registro de las personas de la comunidad, que pueden aportar en las acciones propias de la operación del Albergue Temporal.
- **Tiempo de duración de un albergue temporal.** Es tal vez uno de los temas más controversiales en albergues temporales ya que la decisión debe ser concertada por el gobierno, entidades humanitarias o privadas y la comunidad que debe ser tomada en cuenta para la decisión. Es necesario que se dé una articulación ágil y acertada con los responsables de la atención general de la emergencia y la planificación que se tenga para el retorno de las condiciones normales de vida de las personas. El albergue será tan corto como las soluciones definitivas se entreguen a los damnificados. Sin embargo, los albergues pueden ser muy variables en su duración y la principal razón puede darse por la magnitud de la emergencia y la capacidad local de rehabilitar o reconstruir.
- **Ubicación del albergue.** Para la ubicación de un albergue temporal se debe tener en cuenta que el sitio esté alejado de la zona afectada por el evento, emergencia o desastres y no estar expuesto a factores de amenazas de tipo tecnológico, natural o de orden público, a fin de garantizar su adecuada implementación.

Al identificar los posibles lugares se recomienda tener en cuenta las garantías mínimas frente a condiciones adversas al clima y meteorológicas, evitando que la ubicación de los Albergues Temporales se realice en zonas cuyos valles son estrechos o espacios en los cuales se vean expuestos principalmente a inundaciones, deslizamientos o avalanchas.

Dentro de los criterios de ubicación de un Albergue Temporal, se debe considerar que cualquiera que fuera su implementación, se debe promover el cuidado y la conservación ambiental, evitando al máximo la tala de árboles, la contaminación con basuras y otro tipo de desechos que atenten contra el medio ambiente.

Se recomienda que los gobiernos locales en el desarrollo de sus planes de ordenamiento territorial y en sus planes de emergencia, incorporen posibles escenarios que sean útiles para la implementación de los albergues bien sea de tipo campamento o en infraestructura, atendiendo los tipo y grados de amenaza que se presenten en el territorio.

Se debe tener en cuenta la propiedad del predio o instalaciones para formar el albergue, ya que las propiedades privadas cuando no son del orden comunitario son más difíciles de manejar.

En caso de que sean a campo abierto son ideales los lotes con servicios básicos para la instalación de albergues temporales.

- **Infraestructura.** De acuerdo a los lineamientos contenidos en el decreto 919 de 1989 y atendiendo los objetivos del Sistema Nacional para la prevención y atención de desastres, se debe procurar la integración de los esfuerzos públicos y privados en la atención de emergencias en el Territorio Nacional.

Para desarrollar integralmente la atención a los afectados, esta se debe establecer a través de la Coordinación Local y Regional (CLOPAD Y CREPAD) la participación de las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios, empresas de servicios privados, la aplicación de los planes sectoriales de ayuda mutua y de responsabilidad civil para contar con el debido aforo presupuestal incluido en los decretos de calamidad pública o desastre declarado.

Para ello debemos contemplar quienes son responsables de la logística y apoyo de la infraestructura de los Albergues Temporales:

- **Alojamiento:** Este debe ser provisto por las administraciones locales, con previo contenido en el plan de gestión de riesgos soportado en una base jurídica y financiera.
- **Agua:** Esta debe ser provista por la empresa prestadora del servicio con el debido acompañamiento de la unidades de saneamiento básico de la secretarías de salud y el respectivo seguimiento epidemiológico de la ESE (Empresa social del estado Prestadora de los Servicios de Salud).
- **Energía Eléctrica:** Esta debe ser provista por la empresa prestadora del servicio ya sea pública o privada o mixta, atendiendo las necesidades de acuerdo a los promedios de consumo anterior y teniendo en cuenta que se debe subsidiar este consumo mientras pre-exista la declaratoria de calamidad pública o de desastre.
- **Recolección de Basuras:** Esta debe ser atendida por sitio donde se encuentre instalado el Albergue Temporal y por la empresa prestadora del servicio ya sea pública o privada o mixta, atendiendo la demanda de volumen, planificando los horarios de recolección y estableciendo en coordinación con la administración del albergue temporal un plan integral de gestión de residuos sólidos (Reciclaje, Manejo de Basuras entre otros).
- **Áreas Comunes:** Este mantenimiento está sujeto en primera instancia, a la administración del albergue, la participación activa de la comunidad residente del Albergue Temporal y a al apoyo de las empresas prestadoras de servicios públicos de acuerdo a los lineamientos medioambientales del ente territorial.
- **Salud:** Las entidades como Cruz Roja, deberán ayudar a guiar a las personas albergadas para que hagan uso en los Servicios de Salud como las Instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) y (ESE) que se encuentren en la zona.
- **Seguridad:** La seguridad de un Albergue Temporal depende de muchas variables, sin embargo en el ámbito de control, es necesario que se establezcan normas a través de un manual de convivencia en común acuerdo con la comunidad y así mismo se debe contar con el apoyo logístico de la Policía Nacional, bajo los principios y Normas de la Cruz Roja, para acciones de control externas.

- **Transporte público:** Secretaria de Movilidad o Transito Municipal.
- **Telecomunicaciones:** Ministerio de comunicación, Sistema de Prevención y Atención de desastres y proveedores deservicios de telecomunicaciones básicos, domiciliarios y sistemas de telefonía móvil y celular acorde a los lineamientos de ley.

4.2.2 Condiciones técnicas

4.2.2.1 Áreas para el diseño y construcción. Las alternativas de diseño de campamentos de alojamientos, están determinadas totalmente por las condiciones del territorio donde se va a actuar. Solo existen unos parámetros internacionales sobre áreas libres mínimas por habitante, baños por número de habitantes, lavados y duchas, que en general se resumen en:

- Total área de terreno disponible por persona = 30 M2 (incluye la vivienda y la superficie necesaria para caminos, instalaciones educativas, administración, depósitos de agua, zonas de distribución, almacenamientos, entre otros)
- Espacio cubierto mínimo por persona = 3,5 M2
- Sanitarios (divididos por género) = 1 por cada 20 personas
- Duchas (divididos por género) = 1 por cada 20 personas
- Lavaderos = 1 por cada 40 personas

Corresponde a cada operador, establecer el diseño más eficiente, de acuerdo con la particularidad de la zona donde se está actuando.

4.2.2.2 Clima. En el diseño de los albergues se debe tener en cuenta el clima (frío, medio o cálido), para con esto definir los materiales y las condiciones de ventilación de los albergues.

4.2.2.3 Servicios públicos. Es fundamental asegurar el suministro constante de agua, conexión eléctrica, y disposición de aguas residuales, teniendo en cuenta que los tiempos de permanencia pueden llegar a ser prolongados.

Los servicios básicos, cuando las condiciones de la zona donde se van a establecer, no cuentan con infraestructura urbana, pueden solventarse con tecnologías temporales de manejo de aguas negras, tratamiento de aguas o sistemas de energía con plantas móviles.

4.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE ALBERGUE TEMPORAL PARA CONSTRUIRSE EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES.

Para el desarrollo del proyecto se propone un modelo de albergue temporal individual, que tenga su propio baño, cocina y lavadero, con el fin de proveerles mejores condiciones de vida a las familias desplazadas. Este modelo dista mucho del establecido por Colombia Humanitaria ya que éste último propone albergues con zonas de baños y lavaderos independientes y comunitarios. Si bien el modelo en mención tiene una vida útil entre 1 y 2 años, y por los materiales utilizados su posible reutilización es casi nula, el propuesto en el proyecto tiene una vida útil de muchos años, su estructura puede ser reutilizada muchas veces siempre y cuando las condiciones de almacenamiento, transporte, instalación y desinstalación sean las adecuadas. Bajo esta premisa los costos de los albergues propuestos por Colombia Humanitaria van a ser muy inferiores a los del modelo propuesto en el proyecto, pero, mientras el primero solo tiene la posibilidad de un solo uso, el segundo puede tener muchos usos, además, con el beneficio que por tratarse de estructuras desarmables puede ser modificado su diseño arquitectónico si las condiciones lo ameritan manteniendo la seguridad de la estructura.

A continuación se precisan los aspectos tenidos en cuenta para la realización del diseño de un módulo individual de albergue:

- Área construida: 33.75 m²
- Área cubierta: 30 m²
- Habitantes por vivienda: 5 personas

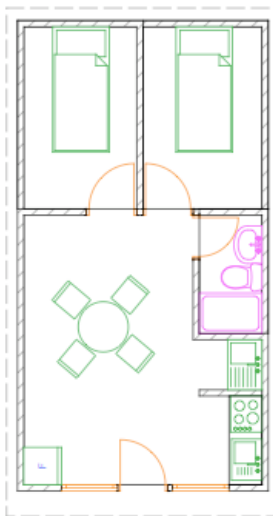
- La unidad de albergue contará con unidad sanitaria, cocina y lavadero de ropas

Cabe anotar que todos los diseños y figuras presentadas a continuación son producción intelectual de los realizadores de esta monografía y pertenecen a su propiedad intelectual.

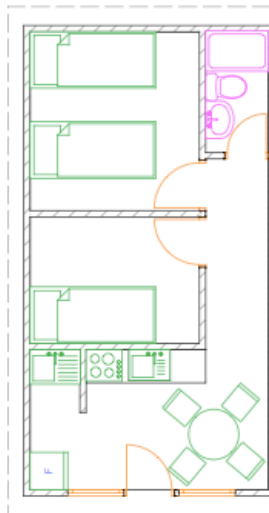
4.3.1 Diseño arquitectónico. Teniendo en cuenta lo anterior, se elaboraron tres propuestas de igual área con diferente distribución interna, como se observa en la figura 19.

Figura 51. Propuestas diseño arquitectónico

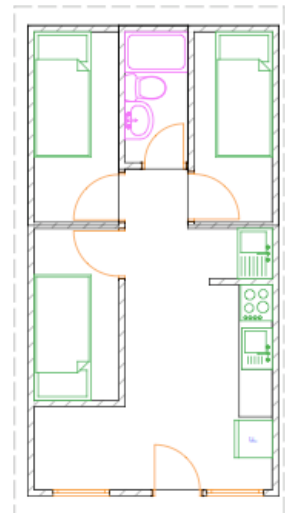
Propuesta N° 1



Propuesta N° 2

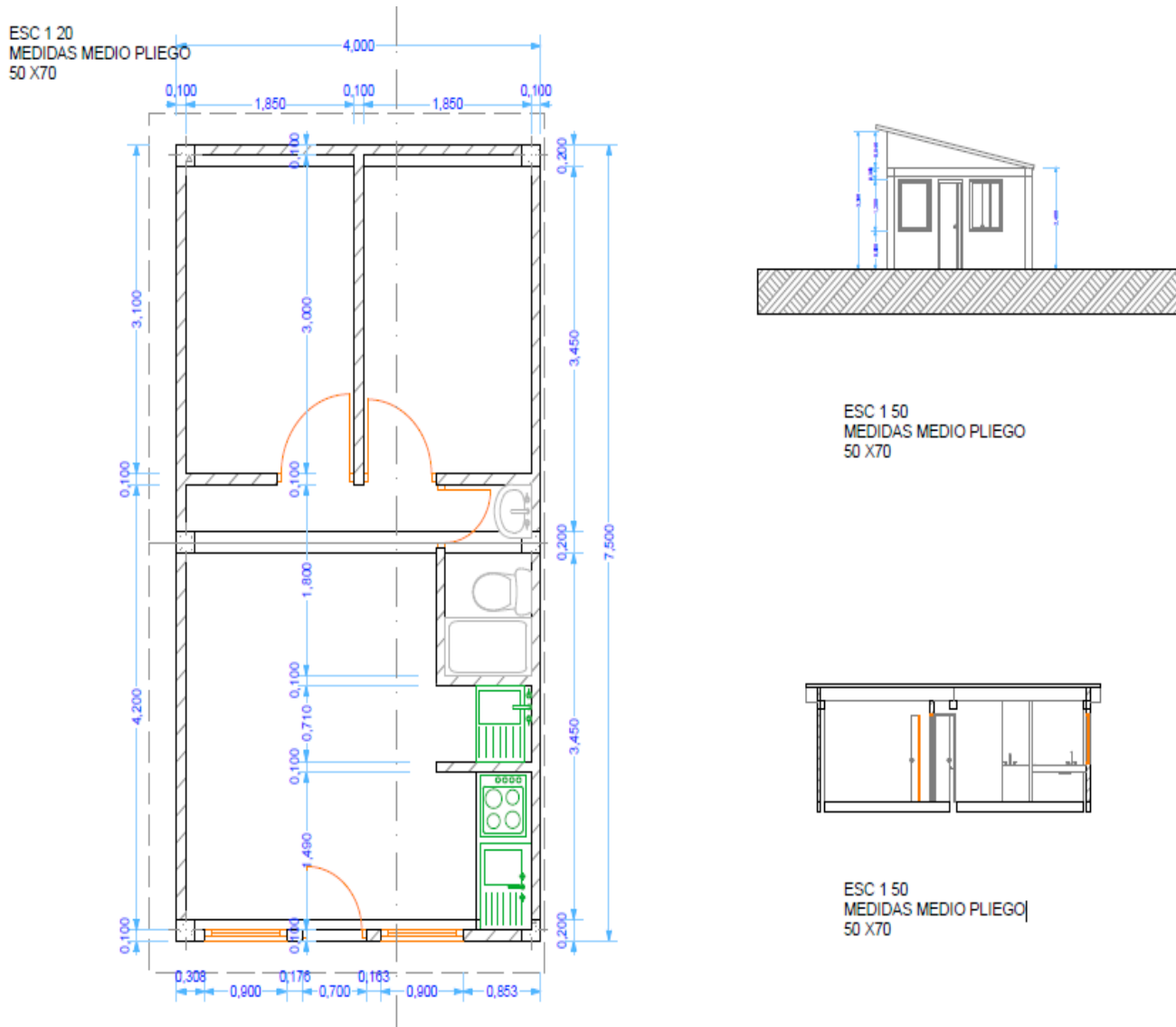


Propuesta N° 3



Resultado de las propuestas elaboradas, se elige la opción número uno (figura 20) como la más apropiada pues de acuerdo a su distribución, facilita la conexión de las instalaciones hidro-sanitarias, por encontrarse el baño, lavadero y cocina, ubicados hacia un mismo costado.

Figura 52. Diseño arquitectónico de la propuesta seleccionada como albergue.



Teniendo en cuenta el diseño arquitectónico elegido, se realizaron las especificaciones generales para la construcción de la unidad de albergue, como se muestra en la tabla 05.

Tabla 13. Especificaciones generales

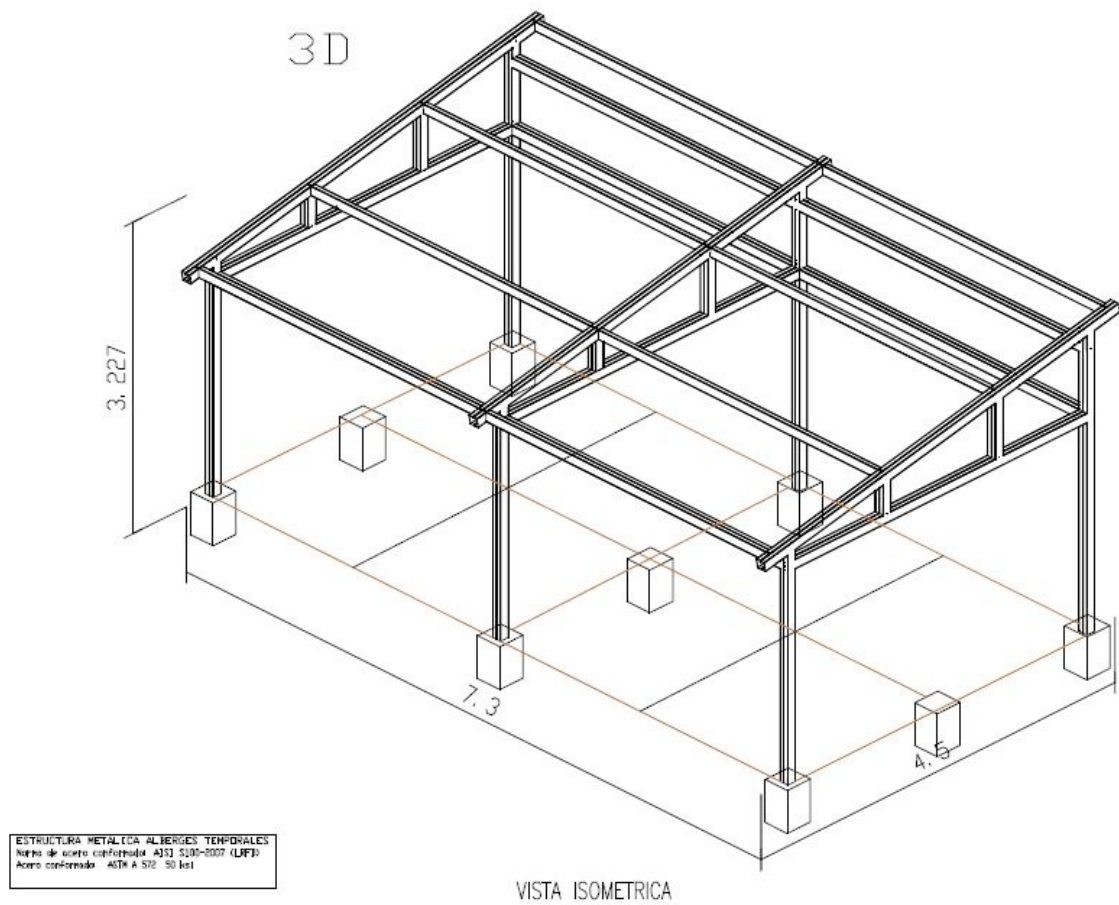
ACTIVIDAD	ESPECIFICACIÓN
Cimentación	La estructura puesta sobre polines de dimensiones 20x20x60 cm, en concreto de 3000 psi. El polín queda enterrado 30 cm.
Piso	El piso se construirá en madera para piso o tablón enmarcado con tubo cuadrado de 2x1.
Estructura (vigas y columnas)	Estructura metálica en perfiles PHR-C 100x50 1-5 doble en cajón soldado.
Conexiones	Se realizan con platinas de espesor 4mm y tornillo de ½". Pernos A-325. Soldadura E6013
Muros perimetrales y divisorios	Lámina Cold Rolled calibre 20, confinada con tubo cuadrado de 2x1. Este elemento viene prefabricado, listo para ensamble.
Puertas	Lámina Cold Rolled calibre 20, doblada para aumentar su rigidez y embebida en uno de los módulos.
Cubierta	Teja acesco master 1000.

4.3.2 Diseño estructural. El cálculo estructural se realizó utilizando el software Cype Cad, teniendo en cuenta cargas de aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD), Norma Sismo resistente Colombiana.

Para el cálculo de las fuerzas generadas por el sismo, se utilizó el método de análisis dinámico espectral, asumiendo que la estructura se ubicará en una zona de amenaza sísmica alta con una aceleración y velocidad horizontal pico efectiva equivalente a 0,25 g. En el anexo N° 1 se encuentra en análisis estructural con sus respectivos cálculos.

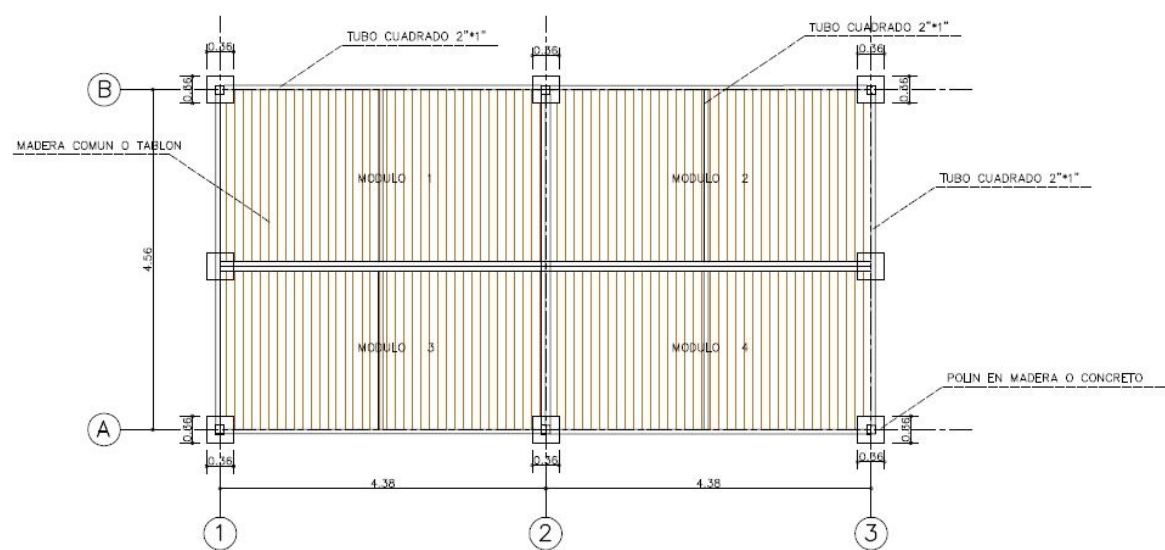
En la figura 21 se observa el esquema estructural para la unidad de albergue.

Figura 53. Modelo estructural

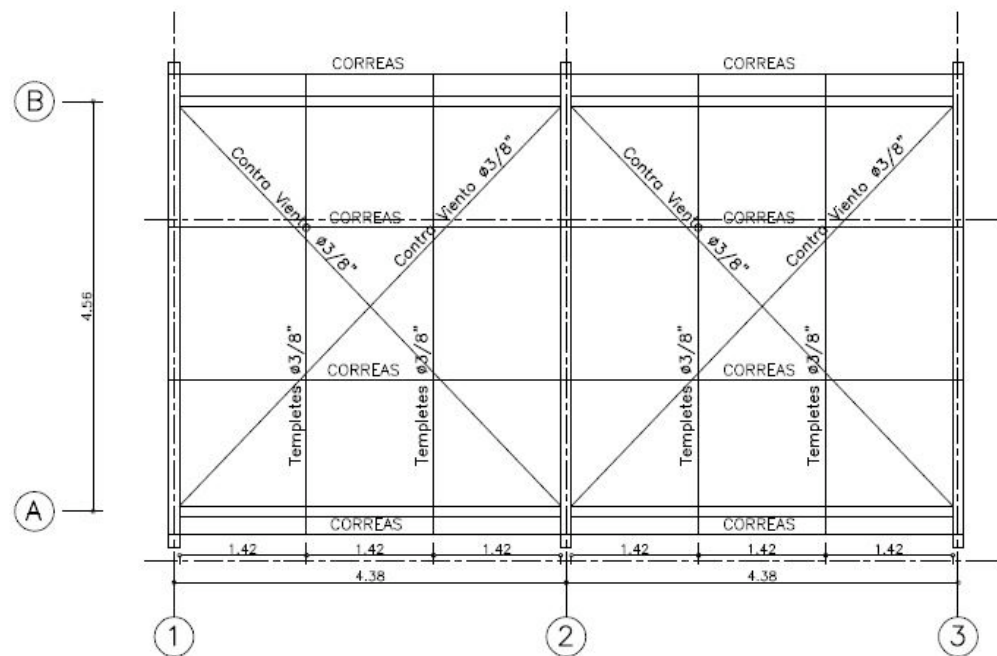


A continuación, se presenta la planta de cimentación y de cubierta que lleva el albergue propuesto, teniendo en cuenta que el mismo, estará apoyado sobre 9 polines de madera o concreto, de acuerdo a las condiciones del sitio (figura 22).

Figura 54. Planta de cimentación y cubierta



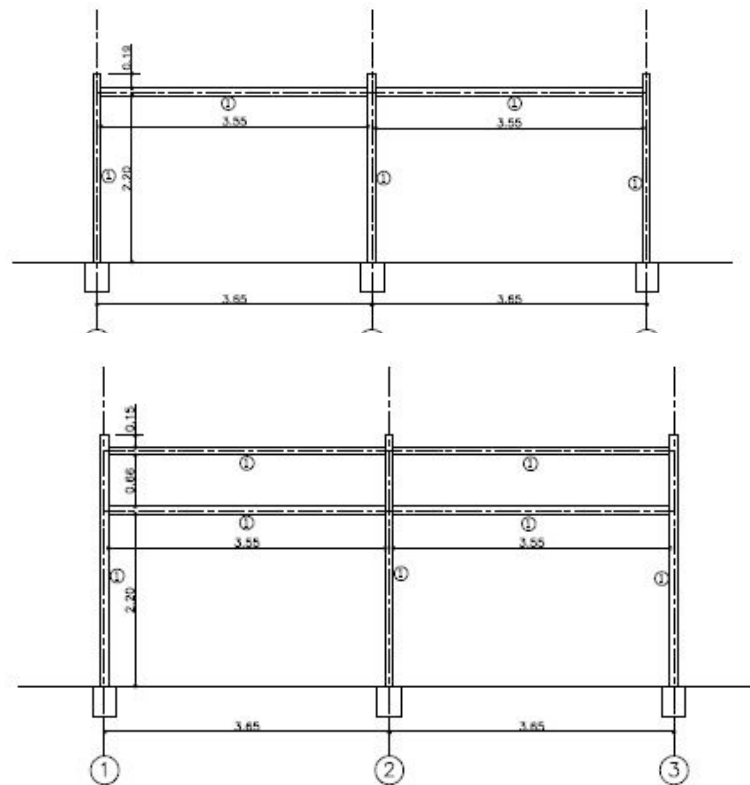
PLANTA CIMENTACION NIVEL +0.40



PLANTA CUBIERTA

El sistema será construido en pórticos como se observa en la figura 23.

Figura 55. Detalle pórticos



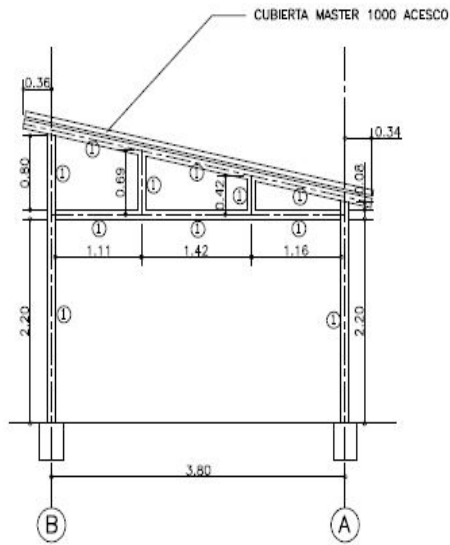
SECCION EJE B

- ① PHR C 150X50-1.5 Doble en cajon soldado
- CORREAS PHR C 100X50-1.5
- AREA AFERENTE 1.42m

4.3.2.1 Detalles de las conexiones entre elementos estructurales

En la figura 24, se aprecia en detalle, el anclaje entre el polín de concreto y el pórtico en su base.

Figura 56. Detalle de anclaje entre polín en concreto y la columna.



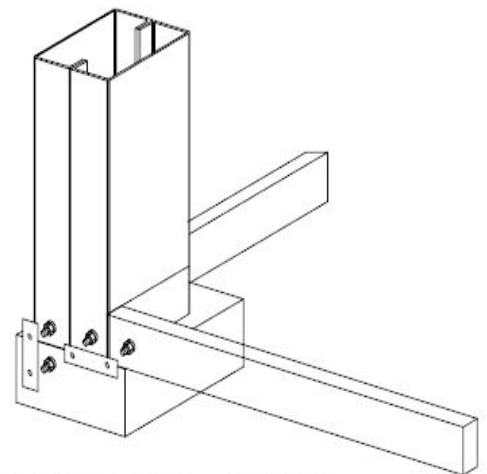
SECCION EJE 3

① PHR C 150X50-1.5 Doble en cajon soldado

CORREAS PHR C 100X50-1.5

AREA AFERENTE 1.42m

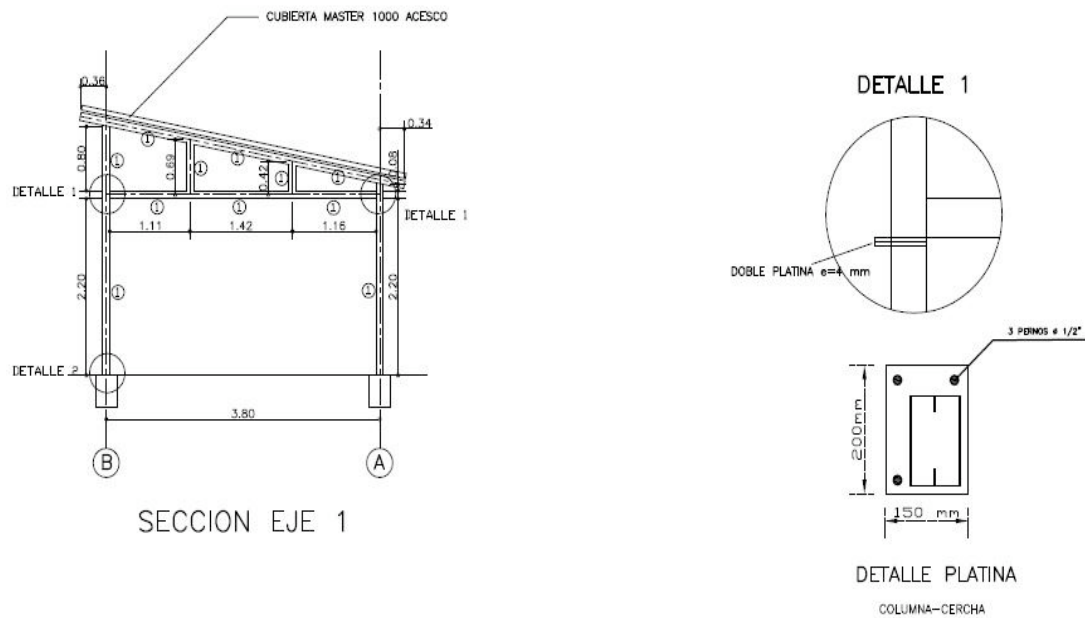
DETALLE 2



DETALLE ANCLAJE POLIN - COLUMNA
COLUMNA - MODULO DE PISO

En la figura 25 se presenta el detalle de conexión entre columna y cercha mediante platina doble.

Figura 57. Detalle conexión cercha-columna con platina.



① PHR C 150X50-1.5 Doble en cajon soldado

CORREAS PHR C 100X50-1.5

AREA AFERENTE 1.42m

ESTRUCTURA METALICA ALBERGES TEMPORALES
Norma de acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD)
Acero conformado: ASTM A 572 50 ksi

En la figura 26 y 27 se presenta un detalle de los módulos en lámina metálica que conforman los muros del albergue. Éstos permiten la conformación de distintas configuraciones de acuerdo a la necesidad, bien sea la ubicación de una puerta o una ventana en determinado.

Figura 58. Despiece módulo de fachada

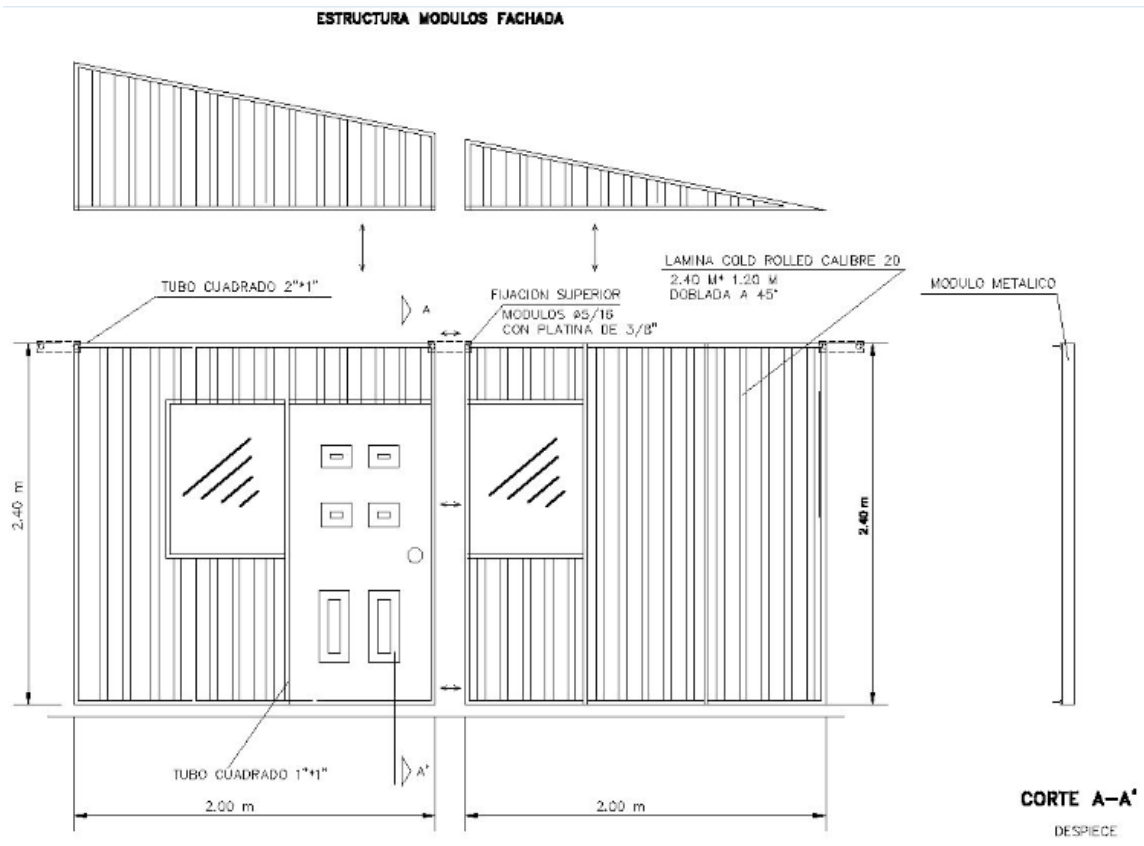
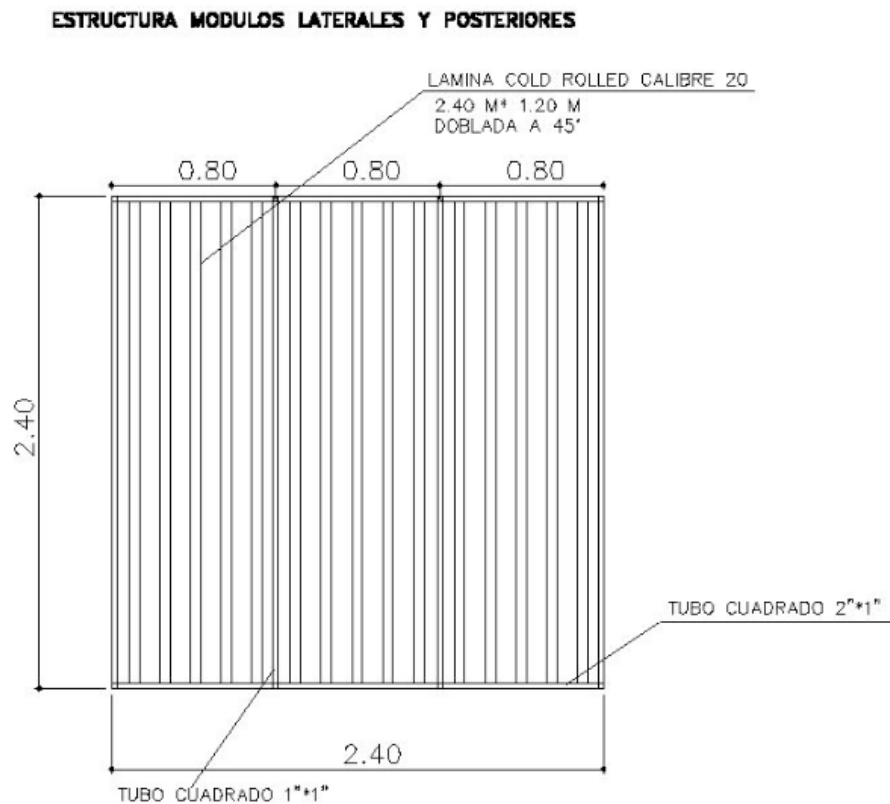


Figura 59. Detalle módulo

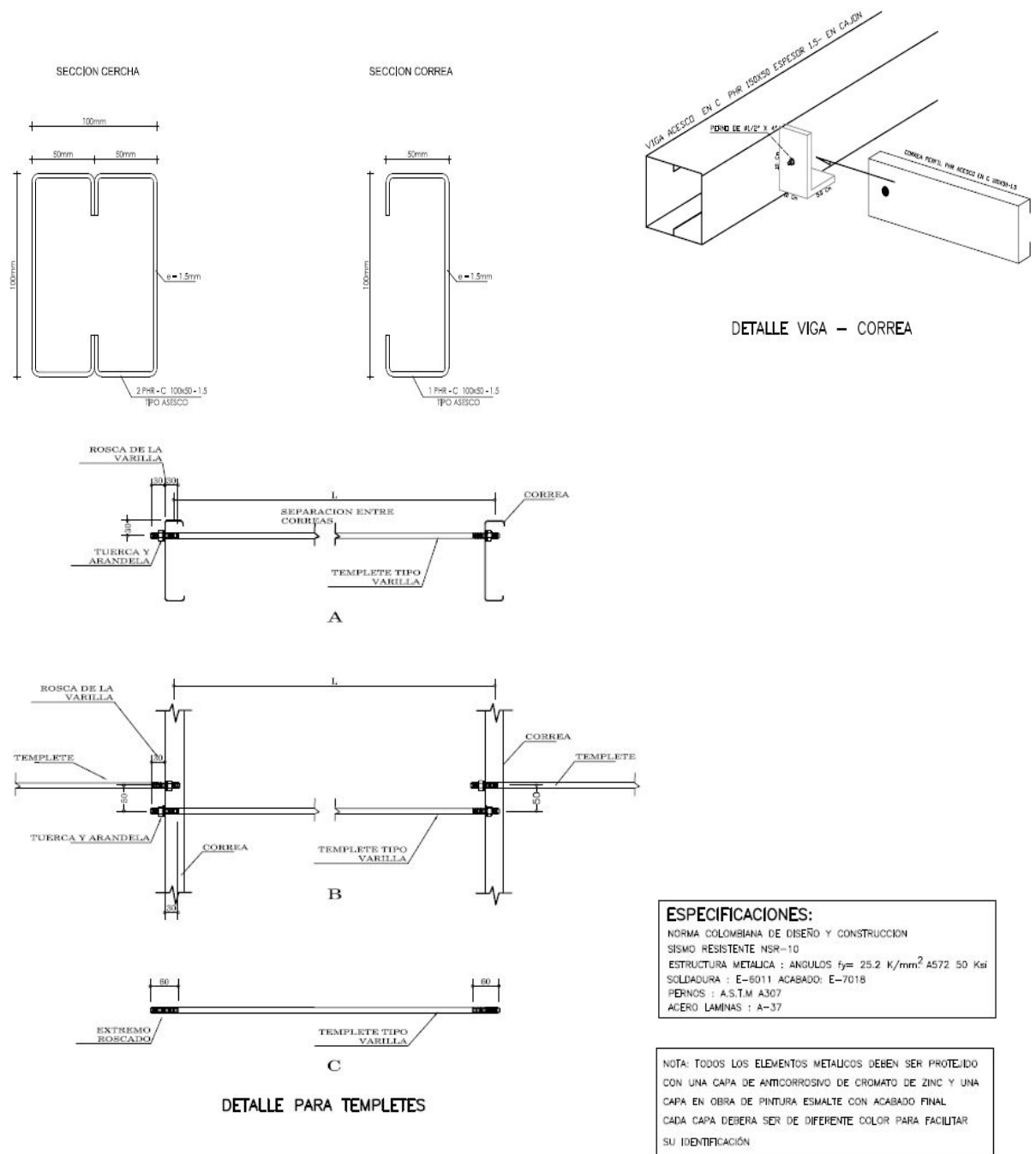


Es importante tener en cuenta que para el montaje de este proyecto en climas cálidos, se debe considerar la utilización de ventilación artificial (ventiladores) para el manejo de la temperatura al interior del albergue, ya que el mismo contará con puntos eléctricos para las conexiones internas. Sin embargo, la elevación de la estructura sobre el terreno y la madera de piso permiten la ventilación de la unidad, además las propiedades de la teja de cubierta utilizada, por su baja conductividad térmica, favorecen el manejo de este factor.

Para la construcción del modelo de albergue temporal individual propuesto, se considera que el tiempo de construcción del mismo sea de tres días involucrando una cuadrilla de un oficial y un ayudante (1 x 2).

A continuación se presenta detalle de la conexión de correas y templetes de la estructura figura 28, cuya finalidad primordial es mejorar el comportamiento del conjunto ante las cargas de viento

Figura 60. Detalle templates y correas



En las figuras 29 y 30 se presentan los diseños sanitarios y hidráulicos de la estructura de albergue.

Figura 61. Diseño sanitario

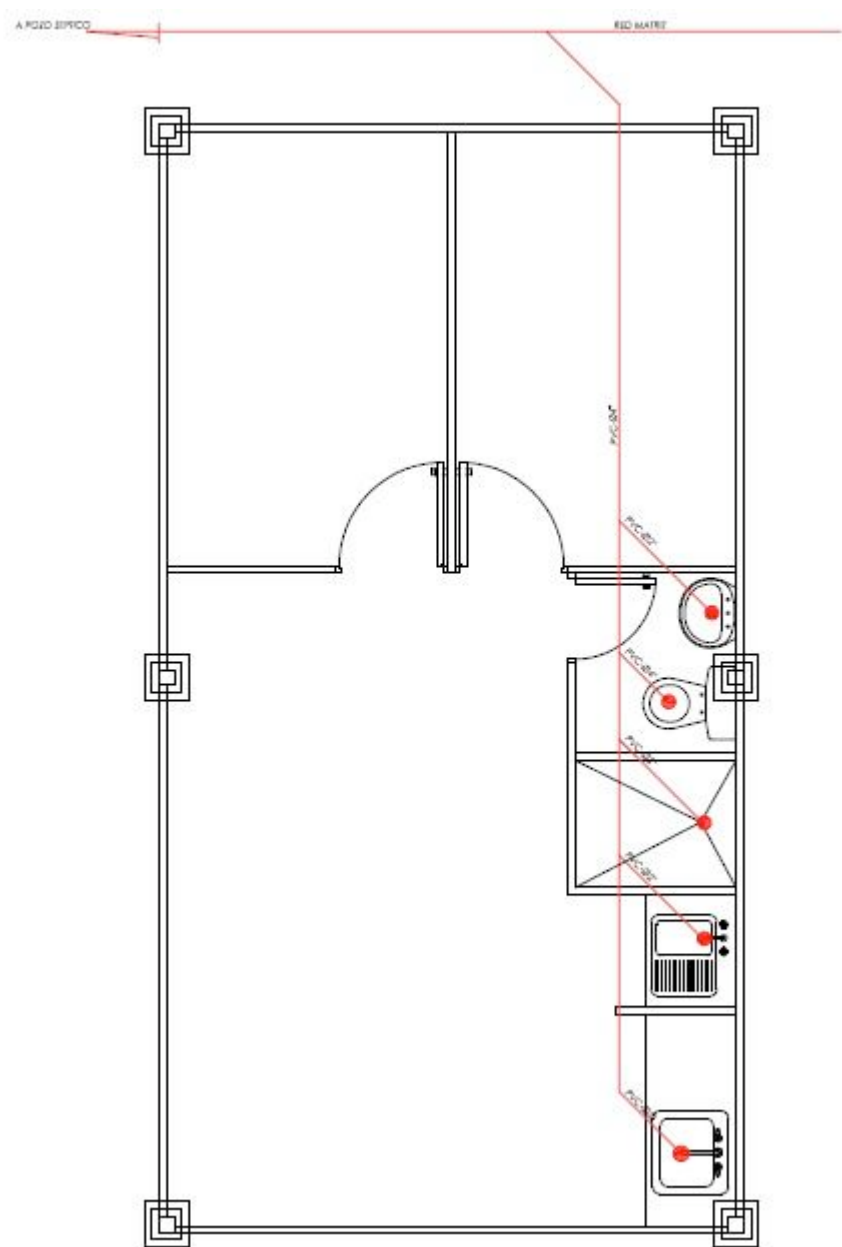
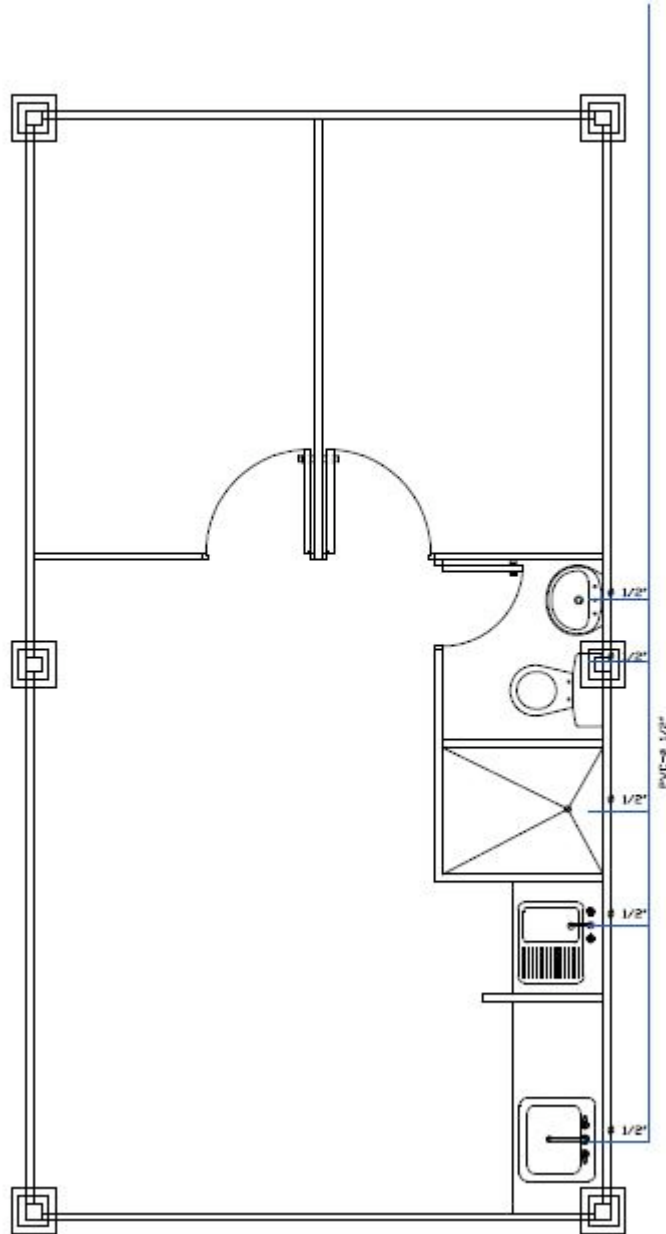


Figura 62. Diseño hidráulico



Finalmente, en las figuras 31 y 32 se presentan dos renderizados a color, de la propuesta definitiva de la presente monografía:

Figura 63. Vista lateral albergue temporal



Figura 64. Vista interior albergue



4.4 PRESUPUESTO DE ACUERDO AL DISEÑO PROPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ALBERGUES TEMPORALES EN ESTRUCTURAS METÁLICAS DESARMABLES.

4.4.1 Presupuesto. De acuerdo con la cartilla del Sena¹³, la realización de un presupuesto corresponde a un proceso cualitativo y cuantitativo en donde se estima la influencia del entorno cercano y general en el costo del proyecto. Lo que se pretende es determinar los costos previsibles de la ejecución en condiciones reales, teniendo en cuenta el lugar de localización del proyecto y los precios del mercado. Existen varios tipos de presupuesto, para la realización del proyecto. Se utilizará el presupuesto general por ítems. Su proceso consiste en dividir el presupuesto en capítulos y estos a su vez en sus ítems; para cada uno de estos ítems se calcula la cantidad de obra y se evalúa el costo por unidad de medida de los insumos o recursos que lo componen. El valor de cada ítem es el producto del precio unitario y la cantidad de obra; el valor de cada capítulo es la suma del valor de cada ítem que lo compone, y el valor del proyecto es la suma del valor de los capítulos.

El formato que se utilizará para la realización del presupuesto del albergue temporal propuesto es el que aparece en la tabla 6:

Tabla 14. Presupuesto general por ítems

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Valor Unitario	Valor Parcial
VALOR TOTAL					

¹³ SENA ANTIOQUIA, Centro Nacional de la Construcción. Procedimiento general para elaborar un presupuesto de obra. Medellín, 2003. p. 2-8.

Para el desarrollo del objetivo se tuvo en cuenta los precios del mercado actual en la ciudad de Bucaramanga, aclarando con esto que si el sistema se pretende implementar en otra región del país, deben actualizarse de acuerdo al mercado de la zona.

4.4.2 Presupuesto albergue en estructura metálica. En el cuadro 07 se presenta el presupuesto para la construcción de albergue en estructura metálica desarmable, realizado el 30 de junio de 2.012.

Tabla 15. Presupuesto albergue en estructura metálica

MODULO INDIVIDUAL PARA VIVIENDA EN ESTRUCTURA METALICA DESARMABLE						
AÑO-2012						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR/UNIT	VR/TOTAL	VR/SMMLV
	PORTICOS				\$ 1.109.600.00	1.958
1	PERFIL PHR ACESCO EN C (150*50*1,5)mm	ML	68	\$12.700	\$ 863.600	1.524
2	PERFIL PHR ACESCO EN C (100*50*1,5)mm	ML	30	\$ 8.200	\$ 246.000	0.434
	CUBIERTA				\$ 575.900	1.016
3	TEJA MASTER 1000 GALVANIZADO * METRO	M2	32	\$ 8.200	\$ 262.400	0.463
4	CONTRAVIENTO GUAYA 3/8"	ML	26	\$10.250	\$ 266.500	0.470
5	TEMPLETE VARILLA 3/8"	ML	20	\$ 2.350	\$ 47.000	0.083
	MODULOS DE PISO				\$ 979.800	1.729
4	TUBO COL ROLLED 2"*1" C.18 - CORREAS	ML	48	\$ 5.100	\$ 244.800	0.432
5	MADERA EN PINO O TABLON CORRIENTE	M2	30	\$24.500	\$735.000	1.297
	MODULOS DE PARED				\$ 2.403.000	4.240
6	TUBO COL ROLLED 2"*1" C.18	ML	180	\$ 5.100	\$ 918.000	1.620
7	LAMINA COLD ROLLED DOBLADA C.20-DOBLADO	M2	66	\$ 22.500	\$ 1.485.000	2.620
	MOBILIARIO				\$ 1.600.000	2.823
7	MUEBLE DE COCINA Y	UN	1	\$ 350.000	\$ 350.000	0.618

	LAVADO					
8	CABINA DE BAÑO Y DUCHA	UN	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000	2.206
	PINTURA				\$ 212.500	0.375
9	PINTURA ANTOCORROSIVA	GL	5	\$ 42.500	\$ 212.500	0.375
	INSTALACIONES				\$565.000	0.997
10	INSTALACIONES ELECTRICAS	UN	4	\$ 85.000	\$ 340.000	0.600
11	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS INTERNAS	GL	1	\$ 225.000	\$225.000	0.397
	COSTO DIRECTO				\$ 7.445.800.00	13.14
	VALOR TOTAL OBRA				\$ 7.445.800.00	
					\$ 248.193.33	COSTO/M2

Fuente: Propia

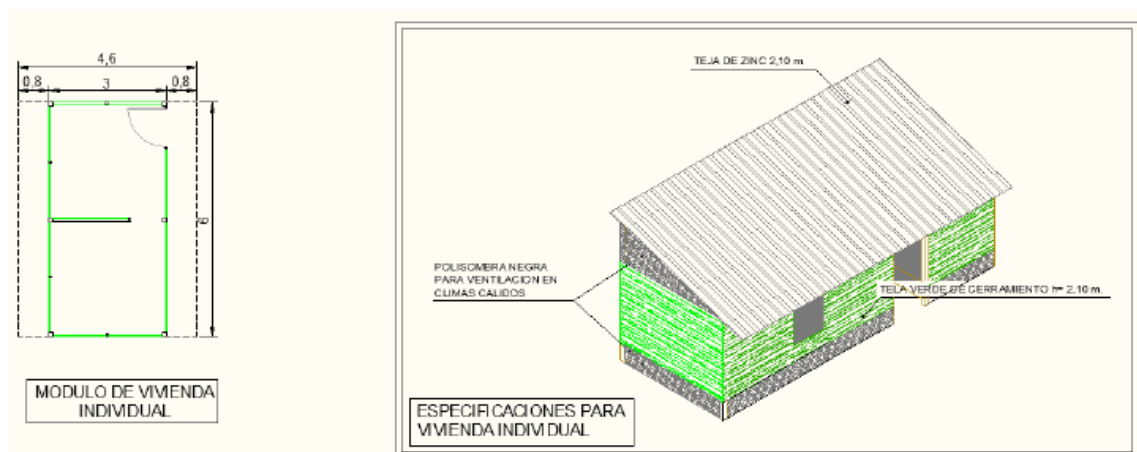
Como se puede observar, este presupuesto se realizó haciendo la equivalencia a salarios mínimos mensuales legales vigentes del año 2.012 en Colombia, con el fin de tener una referencia a futuro de la actualización de precios.

En el presupuesto anterior no se tuvo en cuenta transporte ni mano de obra pues son factores que varían en gran medida dependiendo de la zona donde se desea construir.

4.4.3 Presupuesto albergue Colombia Humanitaria. Como complemento al desarrollo del objetivo se realizó el presupuesto para construcción de un albergue en madera y poli sombra, propuesto por Colombia Humanitaria de acuerdo a la figura 4 incluida en el marco teórico:

Figura 4. Modelo Individual de Albergue Temporal

MODELO INDIVIDUAL



Fuente: COLOMBIA HUMANITARIA. Resumen instructivos de apoyo. Etapa de Emergencia. Colombia, 2011. p. 48.

Tabla 16. Presupuesto de albergue modelo Colombia Humanitaria.

MODULO INDIVIDUAL PARA ALBERGUE EN MADERA, TELA DE PROLIPROPILENO Y POLISOMBRA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR/UNIT	VR/TOTAL
1	LAMINA DE ZINC CAL. 23	UND	19	\$ 22.500	\$ 427.500
2	MADERA 0,10*0,10*4,0 M	UND	3	\$ 45.000	\$ 135.000
3	MADERA 0,10*0,10*3,0 M	UND	3	\$ 32.500	\$ 97.500
4	MADERA 0,04*0,08*4,0 M	UND	5	\$ 22.000	\$ 110.000
5	MADERA 0,04*0,08*3,0 M	UND	22	\$ 16.000	\$ 352.000
6	MADERA 0,05*0,05*4,0 M	UND	8	\$ 11.000	\$ 88.000
7	INMUNIZANTE PARA MADERA	GL	2	\$ 12.000	\$ 24.000
8	TELA VERDE PLASTICA 2,10 ANCHO	MT	22	\$ 1.500	\$ 33.000
9	POLISOMBRA 80%	M2	10	\$ 3.500	\$ 35.000
10	PUNTILLA 4"	KG	1	\$ 4.500	\$ 2.250
11	PUNTILLA 3" 500 KG	LB	1	\$ 2.500	\$ 1.250
12	PUNTILLA 2 1/2" 500 KG	LB	1	\$ 2.500	\$ 1.250

13	ALAMBRE GALVANIZADO No.18	KG	1	\$ 6.000	\$ 6.000
14	MATERIALES ELECTRICOS PARA 2 PTOS	PTO	2	\$ 85.000	\$ 170.000
	COSTO DIRECTO				\$ 1.482.750.00
	VALOR TOTAL OBRA				\$ 1.482.750.00

PRECIO/M2	\$ 82.375.00
------------------	---------------------

Como se puede observar, el precio por metro cuadro de albergue en estructura metálica desarmable es de \$248.193,33 estando un 301.29% por encima del precio por metro cuadrado de albergue en madera y poli sombra propuesto por Colombia Humanitaria que es de \$82.375.

Sin embargo, a pesar del incremento en que se incurre al construir albergues con estructura metálica, las bondades del sistema ofrecen desarmar y reutilizar sus partes para ser usados en la atención de otra emergencia, por lo tanto a largo plazo, resulta más económico y eficiente el sistema planteado en esta monografía, guardando siempre los cuidados de transporte y almacenamiento que requieren las partes.

Es de aclarar, que en el albergue propuesto por Colombia Humanitaria, no se incluyen instalaciones ni aparatos sanitarios, los cuales si están incluidos en el albergue metálico, por lo tanto, la eficiencia y el beneficio económico de construir albergues en estructura metálica desarmable, es mayor aún.

5. CONCLUSIONES

Al analizar el proceso constructivo desarrollado para el proyecto de oficinas modulares, se determinó que si bien cumplen la función para la cual fueron construidas y por eso se encuentran en funcionamiento, durante su ejecución surgieron actividades imprevistas que generaron sobre costo y demora en la entrega.

Los parámetros mas importantes a tener en cuenta para la construcción de albergues están asociados con la cantidad de población afectada, tiempo de uso, clima y disposición de servicios públicos.

Existen medidas mínimas internacionales que pueden ser usadas para construcción de albergues tales como espacio cubierto por persona, área de terreno disponible por persona, baños por número de habitantes, zonas de lavado y duchas.

El cálculo realizado para la estructura se hizo con las condiciones sísmicas del departamento de Santander, establecidos por la Norma Sismo resistente Colombiana 2.010. Ésta es una zona considerada de alto riesgo por lo tanto el modelo propuesto de acuerdo a esta consideración puede ser aplicado a cualquier zona del país.

Al elaborar el diseño estructural se establecieron conexiones entre estructuras que además de darle estabilidad, facilitan el armado y desmonte de elementos metálicos.

Al realizar el presupuesto se encuentra que construir albergues en estructura metálica desarmable, resulta viable a largo plazo pues la reutilización de las partes permite hacer una sola inversión con aplicación en múltiples proyectos.

De acuerdo a la clasificación de albergues por el tiempo de uso, este modelo está habilitado para ser usado en cualquier categoría, teniendo en cuenta la facilidad de armado y capacidad de reutilización.

BIBLIOGRAFÍA

BUNZL SANCHEZ, Ruby. ¿Cuándo cesa la condición de desplazado por la violencia en Colombia. Trabajo de Grado Abogado. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, 2008. p.6.

COLOMBIA HUMANITARIA. Resumen instructivos de apoyo. Etapa de Emergencia. Colombia, 2011. 81 p.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 919 (01, mayo, 1989). Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 1989. p. 5.

Estructuras metálicas. Ferrasa. [en línea] [consultado 29 Mayo 2012]. Disponible en <<http://ferrasa.com.s49013.gridserver.com/comercial/tipo-de-obras/estructuras-metálicas>>

HUERTAS GÓMEZ, EBROUL. Estructura Metálica Portante para Vivienda, un Sistema Abierto de Integración. En: Foro Hábitat Popular y Tecnología: Desarrollo tecnológico para los asentamientos humanos (11-14, octubre).Pereira. 1988. 21 p.

NORMA SISMORESISTENTE 2010 (NSR-10) COLOMBIANA

SENA ANTIOQUIA, Centro Nacional de la Construcción. Procedimiento general para elaborar un presupuesto de obra. Medellín, 2003. p. 2-8.

SOCIEDAD Nacional de la Cruz Roja Colombiana. Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales, 2008. p. 17.

Tragedia Gramalote, Colombia: “Muy probablemente en las últimas horas Gramalote deje de existir”. [en línea] [consultado 9 junio 2012]. Disponible en <<http://bahianoticias.com/tragedia-en-el-pueblo-gramalote-colombia-%E2%80%9Cmuy-probablemente-en-las-ultimas-horas-gramalote-deje-de-existir%E2%80%9D/34432/>>



ANEXO 1 MEMORIAS CÁLCULO ESTRUCTURAL

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Categoría de uso: General

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero conformado AISI/NASPEC-2007 (LRFD)	ASCE 7
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$



- Donde:

G: Acción permanente

Q: Acción variable

A: Acción sísmica

γ_G : Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$: Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$: Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

γ_{AE} : Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		



Listados

2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	0.800



Listados

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800

2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [5] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000
<i>Notas:</i> Las solicitaciones se obtienen de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinan con el 30 % de las de la otra.		



Listados

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.600

2.3.2 - [7] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000
<i>Notas: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinan con el 30 % de las de la otra.</i>		

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000



Listados

ESTRUCTURA METALICA ALBERGES TEMPORALES

Fecha: 14/06/12

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
CV Carga Viva
VC Viento Compresion
VS Viento Succion
SX Sismo X
SY Sismo Y

• E.L.U. de rotura. Acero conformado



Listados

ESTRUCTURA METALICA ALBERGES TEMPORALES

Fecha: 14/06/12

Comb.	G	CV	VC	VS	SX	SY
1	1.400					
2	1.200	1.600				
3	1.200	0.500				
4	1.200		0.800			
5	1.200			0.800		
6	1.200		1.600			
7	1.200	0.500	1.600			
8	1.200			1.600		
9	1.200	0.500		1.600		
10	1.200				-0.300	-1.000
11	1.200	0.500			-0.300	-1.000
12	1.200				0.300	-1.000
13	1.200	0.500			0.300	-1.000
14	1.200				-0.300	1.000
15	1.200	0.500			-0.300	1.000
16	1.200				0.300	1.000
17	1.200	0.500			0.300	1.000
18	1.200				-1.000	-0.300
19	1.200	0.500			-1.000	-0.300
20	1.200				1.000	-0.300
21	1.200	0.500			1.000	-0.300
22	1.200				-1.000	0.300
23	1.200	0.500			-1.000	0.300
24	1.200				1.000	0.300
25	1.200	0.500			1.000	0.300
26	0.900					
27	0.900		1.600			
28	0.900			1.600		
29	0.900				-0.300	-1.000
30	0.900				0.300	-1.000



Listados

ESTRUCTURA METALICA ALBERGES TEMPORALES

Fecha: 14/06/12

Comb.	G	CV	VC	VS	SX	SY
31	0.900				-0.300	1.000
32	0.900				0.300	1.000
33	0.900				-1.000	-0.300
34	0.900				1.000	-0.300
35	0.900				-1.000	0.300
36	0.900				1.000	0.300

• Desplazamientos

Comb.	G	CV	VC	VS	SX	SY
1	1.000					
2	1.000	1.000				
3	1.000		1.000			
4	1.000	1.000	1.000			
5	1.000			1.000		
6	1.000	1.000		1.000		
7	1.000				-1.000	
8	1.000	1.000			-1.000	
9	1.000				1.000	
10	1.000	1.000			1.000	
11	1.000					-1.000
12	1.000	1.000				-1.000
13	1.000					1.000
14	1.000	1.000				1.000

1.3.- Sismo

Norma utilizada: NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

Método de cálculo: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2)

**1.3.1.- Datos generales de sismo****Caracterización del emplazamiento****A_s**: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)**A_s**: 0.25 g**A_v**: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)**A_v**: 0.25 g**V_m**: Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3)**V_m**: 180.00 m/s**Sistema estructural****R_{ox}**: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)**R_{ox}**: 5.00**R_{oy}**: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)**R_{oy}**: 5.00**Φ_s**: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.4)**Φ_s**: 1.00**Φ_p**: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.5)**Φ_p**: 1.00**Φ_{rx}**: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)**Φ_{rx}**: 1.00**Φ_{ry}**: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)**Φ_{ry}**: 1.00**Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): I****Parámetros de cálculo**

Número de modos

: 12.00

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.25

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

2.- ESTRUCTURA**2.1.- Resultados****2.1.1.- Sismo****Norma utilizada:** NSR-10



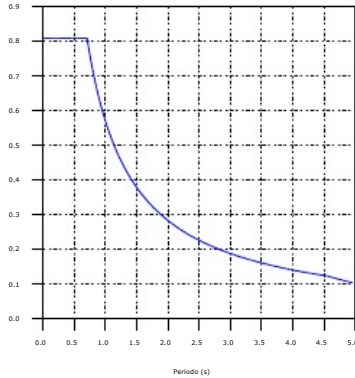
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

Método de cálculo: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2)

2.1.1.1.- Espectro de cálculo

2.1.1.1.1.- Espectro elástico de aceleraciones

Coef.Amplificación (g)



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I$$

$$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I}{T}$$

$$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I}{T^2}$$

$$T_0 \leq T \leq T_c$$

$$T_c \leq T \leq T_L$$

$$T \geq T_L$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.812 g.

NSR-10 (A.2.6.1)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

A_s: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_s: 0.25 g

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_v: 0.25 g

F_s: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos cortos (NSR-10, Tabla A.2.4-3)

F_s: 1.30

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4)

Suelo: D

A_s: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_s: 0.25 g

F_v: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos intermedios (NSR-10, Tabla A.2.4-4)

F_v: 1.90

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4)

Suelo: D

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_v: 0.25 g



Listados

ESTRUCTURA METALICA ALBERGES TEMPORALES

Fecha: 14/06/12

I: Coeficiente de importancia (NSR-10, A.2.5)

I: 1.00

Tipo de edificación: I

T_c: Periodo correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante y la parte descendente del mismo (NSR-10, A.2.6.1)

T_c: 0.70 s

$$T_c = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a}$$

T_i: Periodo correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante (NSR-10, A.2.6.1)

T_i: 4.56 s

$$T_i = 2.4 \cdot F_v$$



2.1.1.1.2.- Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R}$$

Coeficiente de capacidad de disipación de energía (NSR-10, A.3.3.3)

R_x: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (X)

$$R_x = \text{MIN}(R_{xi}, 1.25R_{yi})$$

R_y: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (Y)

$$R_y = \text{MIN}(R_{yi}, 1.25R_{xi})$$

R_{ox}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (X)

R_{ox}: 5.00

$$R_x = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{ox}$$

R_{oy}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (Y)

R_{oy}: 5.00

$$R_y = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{oy}$$

Donde:

R_{ox}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)

R_{ox}: 5.00

R_{oy}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)

R_{oy}: 5.00

φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.4)

φ_a: 1.00

φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.5)

φ_p: 1.00

φ_{rx}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)

φ_{rx}: 1.00

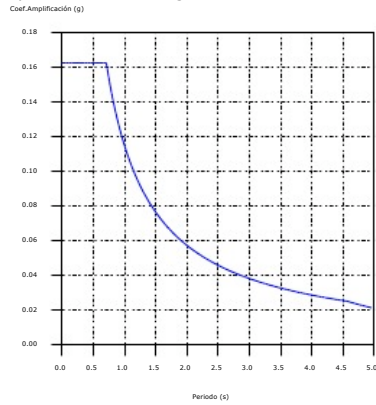
φ_{ry}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)

φ_{ry}: 1.00

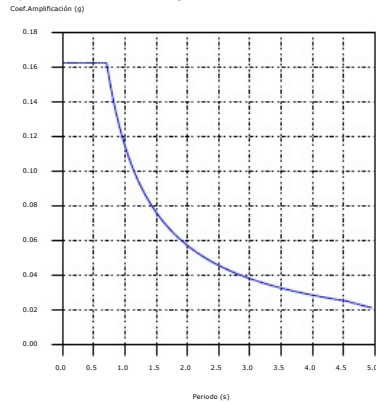
NSR-10 (A.3.7)



Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



2.1.1.2.- Coeficientes de participación

	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.456	1	0	99.87 %	0 %	R=5 A = 1.594 m/s ² D = 8.39322 mm	A = 1.594 m/s ² D = 8.39322 mm
Modo 2	0.384	0	1	0 %	99.16 %	R = 5 A = 1.594 m/s ² D = 5.9606 mm	R=5 A = 1.594 m/s ² D = 5.9606 mm
Modo 3	0.343	0.9999	0.0126	0.06 %	0 %	R=5 A = 1.594 m/s ² D = 4.74588 mm	A = 1.594 m/s ² D = 4.74588 mm
Modo 4	0.191	0.0001	1	0 %	0.82 %	R=5 A = 1.594 m/s ² D = 1.47534 mm	A = 1.594 m/s ² D = 1.47534 mm



Listados

ESTRUCTURA METALICA ALBERGES TEMPORALES

Fecha: 14/06/12

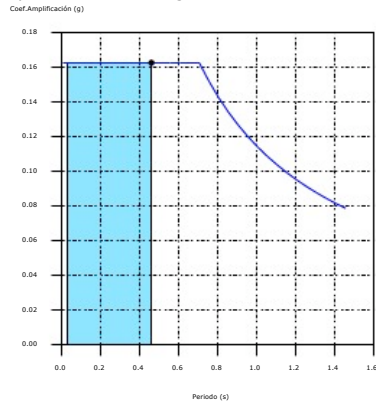
	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 5	0.178 1		0.0036	0.02 %	0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 1.28579 mm D = 1.28579 mm	
Modo 6	0.073 1		0	0.01 %	0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 0.21471 mm D = 0.21471 mm	
Modo 7	0.047 0		1	0%	0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 0.09078 mm D = 0.09078 mm	
Modo 8	0.042 1		0.0003	0 %	0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 0.07031 mm D = 0.07031 mm	
Modo 9	0.036 0.9993	0.038 1	0 %		0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 0.05216 mm D = 0.05216 mm	
Modo 10	0.036 0.0041	1		0%	0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 0.05187 mm D = 0.05187 mm	
Modo 11	0.027 1		0.0001	0.01 %	0%	R=5R=5 A = 1.594 m/s ² A = 1.594 m/s ² D = 0.02959 mm D = 0.02959 mm	
Modo 12	0.025 0.0109	0.9999	0 %		0%	R=5 A = 1.594 m/s ² D = 0.0253 mm	R=5 A = 1.594 m/s ² D = 0.0253 mm
Total				99.97 %	99.98 %		

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

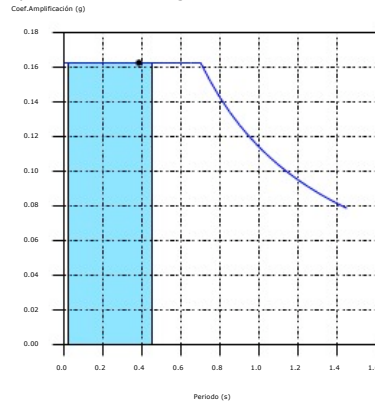
Representación de los periodos modales



Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis X (1)

	T (s)	A (g)
Modo 1	0.456	0.163

Hipótesis Y (1)

	T (s)	A (g)
Modo 2	0.384	0.163