

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO
DE USO RESIDENCIAL EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS**

YELITZA LILIANA ALVAREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISIOMECAÓNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2016

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO
DE USO RESIDENCIAL EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS**

YELITZA LILIANA ALVAREZ

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de especialista en
gerencia y evaluación de proyectos**

Director

JUAN BENJAMÍN DUARTE DUARTE

Doctor en Finanzas de Empresa.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISIOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2016

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL.	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	19
4. ENTORNO	20
4.1 MACRO ENTORNO	20
4.1.1 Entorno Tecnológico.	20
4.1.2 Entorno político – legal.	31
4.1.3 Entorno social.	36
4.2 Micro entorno	39
5. ESTUDIOS TÉCNICOS	45
5.1 Sistema de construcción tradicional	55
5.1.1 Diseño arquitectónico..	56
5.1.2 Diseño estructural..	59
5.2 Sistema prefabricado.	69
5.2.1 Diseño arquitectónico.	71
5.2.2 Diseño estructural.	73
5.2.3 Diseño de montaje mecánico	76

6. ESTUDIO FINANCIERO	79
6.1. Estudio financiero sistema tradicional.	79
6.1.1 Presupuesto sistema tradicional.	79
6.1.2 Evaluación financiera sistema tradicional.	80
6.2. ESTUDIO FINANCIERO SISTEMA PREFABRICADO.	82
6.2.1 Presupuesto sistema prefabricado.	82
6.2.2. Evaluación financiera sistema prefabricado.	83
6.2.3 Análisis de sensibilidad.	85
7. CONCLUSIONES	87
8. RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Procedimiento de Diseño Estructural para Edificaciones Nuevas y Existentes.....	21
Tabla 2. Matriz Legal.....	35
Tabla 3. Distribución de la Población por Edades.....	41
Tabla 4. Clasificación de las Unidades de Construcción.....	51
Tabla 5. Datos Históricos Meteorológicos.....	52
Tabla 6. Masas de los Materiales.....	53
Tabla 7. Cargas Vivas Mínimas Uniformemente Distribuidas.....	54
Tabla 8. Cargas Vivas Mínimas En Cubiertas.....	55
Tabla 9. Grado de Desempeño Mínimo.....	56
Tabla 10. Capacidad de Disipación de la Energía.....	59
Tabla 11. Sistema Estructural De Pórticos Resistente A Momentos.....	60
Tabla 12. Dimensionamiento Columnas.....	66
Tabla 13. Máximas Derivas.....	68
Tabla 14. Resumen De Masas Tradicional.....	69
Tabla 15. Tipos y Medidas de Contenedores.....	70
Tabla 16. Actividades de Montaje.....	77
Tabla 17. Comparativo.....	78
Tabla 18. Presupuesto Tradicional.....	79
Tabla 19. Entrada de Información Sistema Tradicional.....	80
Tabla 20. Parámetros Iniciales Sistema Tradicional.....	81
Tabla 21. Flujos de Caja Tradicional.....	82
Tabla 22. Presupuesto Prefabricado.....	83
Tabla 23. Entrada de Información Sistema Prefabricado.....	84
Tabla 24. Parámetros Iniciales Sistema Prefabricado.....	84
Tabla 25. Flujos de Caja Prefabricado.....	85

Tabla 26. Estudio de Sensibilidad.	85
Tabla 27. Comparativo Escenarios.	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Keetwonen.	30
Figura 2. Mapa Del Municipio Los Patios.	40
Figura 3. Ubicación del Predio.	46
Figura 4. Entorno del Predio.....	46
Figura 5. Planos Arquitectónicos Plantas.....	57
Figura 6. Sótano.....	58
Figura 7. Fachada Tradicional.....	58
Figura 8. Diseño Estructural Tradicional.	67
Figura 9. Máxima Deriva Tradicional.....	68
Figura 10. Solido Primera Planta.....	71
Figura 11. Solido Primera Planta Contenedores.	72
Figura 12. Fachada Contenedores.....	73
Figura 13. Diseño Estructural Contenedores.....	74
Figura 14. Máxima Deriva Prefabricado.	75
Figura 15. Resumen de Masas Contenedores.	75

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfico 1. Distribución Porcentual de los Hogares por Número de Personas.	37
Gráfico 2. Distribución Porcentual de Hogares Según Tipo de Tenencia.....	37
Gráfico 3. Distribución Porcentual de Hogares Según Bienes y Servicios.	38
Gráfico 4. Distribución Porcentual de Hogares Según sus Ingresos.	38
Gráfico 5. Distribución Porcentual Respecto si se Considera Pobre.....	39

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Primera Planta Contenedor.	97
Anexo B. Segunda Planta Contenedores.	98
Anexo C. Terraza Contenedores.	99
Anexo D. Costo Metro Cuadrado.	100
Anexo E. Cotización Proyecto Arquitectónico.	101

GLOSARIO

- **CANON DE ARRENDAMIENTO:** Es determinado de manera unilateral en el contrato de arrendamiento por el arrendador y obligación del arrendatario.
- **CARGAS MUERTAS:** Son fuerzas que actúan sobre el sistema estructural y provienen del peso de todos los elementos permanentes de la misma estructura y efectos ambientales.
- **CARGAS VIVAS:** Son fuerzas que actúan sobre el sistema estructural y provienen del peso de los ocupantes y sus pertenencias.
- **COEFICIENTE DE ACELERACION:** Representa la velocidad horizontal pico efectiva para el diseño.
- **COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA:** Corresponde al coeficiente de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura o en planta.
- **CONSTRUCCION SISTEMA TRADICIONAL:** Son aquellos que usan técnicas tradicionales en su sistema constructivo y es el más difundido en esta industria. Usualmente usan materiales como ladrillo, piedra o bloques unidos con concreto.
- **CONSTRUCCION SISTEMA PREFABRICADA:** Sistema basado en la edificación usando materiales prefabricados, ya sean nuevos o reutilizados.
- **CONTENEDOR:** Caja metálica sismo resistente fabricada para uso de la industria marítima.

- **EDAFICO:** Relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a la vida de las plantas.
- **FISIOGRAFIA:** Ciencia que estudia el relieve terrestre.
- **FLUJOS DE CAJA:** Cantidad de dinero que fluye hacia dentro y hacia fuera de un proyecto.
- **RIGIDEZ:** Capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas que actúan sobre su superficie.
- **SEMISOTANO:** Construcción ubicada parcialmente bajo el nivel de la calle.
- **SOSTENIBLE:** Que se puede sostener, que es compatible con los recursos que dispone en una región o comunidad.

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO DE USO RESIDENCIAL EN EL MUNICIPIO DE LOS PATIOS.*

AUTOR: YELITZA LILIANA ALVAREZ**

PALABRAS CLAVES: SISTEMA CONSTRUCTIVO, EFICIENTE, INNOVADOR.

DESCRIPCION:

La gran mayoría de los proyectos de construcción requieren de un estudio previo de los materiales y sistemas constructivos, refiriéndose a la consideración de materiales adecuados, disponibles localmente, que sean fáciles de manipular, con dimensiones que permitan optimización, que puedan ser reemplazados por similares y que permitan procedimientos constructivos, eficientes e innovadores; y los recursos productivos, teniendo en cuenta las características específicas como herramientas, equipos y maquinarias disponibles, así como la calificación y capacidades de la mano de obra. Esto enmarca un análisis técnico y financiero del sistema estructural tradicional comparado con el sistema de construcción prefabricado en contenedores marítimos. Este paralelo, entraña a su vez, estudios del entorno de los habitantes de la zona, donde se indaga principalmente sobre su nivel de ingresos, número de personas que conforman su hogar, tipo de vivienda casa o apartamento y el entorno tecnológico. En los aspectos técnicos y legales, se tiene en cuenta la proyección arquitectónica y estructural, que debe corresponder con las normas urbanísticas y de edificabilidad vigentes. Respecto al estudio financiero, se determina un presupuesto para cada tipo de construcción, y contemplando apalancamiento financiero se obtiene el horizonte de los flujos de caja. Adicionalmente, el estudio de sensibilidad permite detectar la variable más influyente, y como complemento el comparativo de escenarios, evidenciando la variación de la tasa interna de retorno y el valor presente neto del dinero en este tipo de proyectos. De esta manera, se pone a disposición del inversor aspectos determinantes, siendo el insumo fundamental para tomar la decisión más conveniente y posible de las alternativas planteadas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Fisiomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director. Juan Benjamín Duarte Duarte

ABSTRACT

TITLE: PREFEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF A RESIDENTIAL BUILDING IN LOS PATIOS MUNICIPALITY.

AUTHOR: YELITZA LILIANA ALVAREZ**

KEY WORDS: CONSTRUCTIVE SYSTEM, EFFICIENT, INNOVATIVE.

DESCRIPTION:

The vast majority of construction projects require a preliminary study of materials and construction systems, referring to the consideration of suitable materials, locally available, that are easy to manipulate, with dimensions that allow optimization, that can be replaced by similar ones and enabling efficient and innovative constructive procedures and the productive resources, considering specific characteristics such as tools, equipment and machinery available, as well as the qualification and skills of the workforce. This frames a technical and financial analysis of the traditional structural system compared to the prefabricated construction system with marine containers. This parallel involves studies of the environment and the inhabitants of the area, inquiring mainly about their income level, number of people that form their home, type of house or apartment and the technological environment. In the technical and legal aspects, it considers the architectural and structural projection, which must correspond with the current urban planning and building regulations. Regarding the financial study, a budget is determined for each type of construction, and financial leverage is taken in order to obtain a cash flow horizon. In addition, the sensitivity study allows to detect the most influential variable, and as a complement the scenario comparison shows the variation of the internal rate of return and the net present value of money in this type of projects. In this way, decisive aspects are made available to the investor, being the fundamental input to take the most convenient and possible decision of the alternatives proposed.

** Grade Work

* Faculty of Physiomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Specialization in Project Evaluation and Management. Director. Juan Benjamín Duarte Duarte

INTRODUCCIÓN

Los diseños de sistemas estructurales con la suficiente rigidez y resistencia sísmica no siempre conllevan a procedimientos de construcción sencillos y que propendan a una alta calidad, es por tal, que detectando esta falencia este proyecto plantea el análisis del sistema estructural pórticos en acero comparado con el sistema de construcción prefabricada en contenedores marítimos. Iniciando por el sistema tradicionalmente conocido, existe una brecha entre los diseñadores estructurales y los constructores, que suelen disentir en lo que se llama constructividad, que se refiere a diseños que facilitan la construcción.

Lograr el equilibrio entre resistencia estructural y el diseño arquitectónico no resulta tan fácil en la práctica, por tal, se analiza por modelamiento en el programa Etabs, lo que facilitara el análisis estructural que evaluara los costos de producción y las restricciones que existan de realizar lo proyectado.

Ahora bien, tratando como una alternativa de construcción a los prefabricados teniendo en cuenta el grado de aceptación de la población y la viabilidad técnica de un modelo innovador para la región de Norte de Santander, se exponen las bondades de un sistema prefabricado, donde se puede destacar el mayor aprovechamiento de materiales y rendimiento en los tiempos de ejecución.

Este paralelo entre la construcción tradicional y construcción prefabricada, argumentado por los estudios de entorno, técnicos y legales que pongan en evidencia la posibilidad de la materialización del proyecto y que el inversor use como herramienta para decidir su mejor opción.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema radica en la incertidumbre que se suscita al tener la intención de invertir en un proyecto privado de construcción civil de uso residencial, dado que el universo de posibilidades para el tipo de construcción es amplio y lo que se desea, es elegir aquel que sea más conveniente y posible, optimizando aspectos como presupuesto, es por tal que surge la siguiente pregunta:

- De los sistemas de construcción tradicional y prefabricada reciclada, ¿cuál se determina el más factible económicamente?

2. JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de construcción son variados, no obstante el uso de la edificación facilita determinar el tipo de construcción según los requisitos del propietario. La construcción tradicional, de forma general, se clasifica en mampostería confinada, concreto reforzado y acero; que han sido usados en la mayoría de las construcciones que hoy seguramente habitamos y recrean el entorno. Por otra parte, toma cada día un gran auge, la construcción en cajas de acero recicladas o contenedores marítimos diseñados para el transporte de mercancía; esta tendencia aumenta, debido a su flexibilidad para incorporar y mezclar otros elementos y materiales tradicionales como el ladrillo, madera, etc. Ofreciendo igualmente seguridad estructural de la que se goza con las estructuras tradicionales.

Este proyecto propone el estudio del sistema de construcción tradicional y el sistema de construcción prefabricada y modular reciclada, considerando la importancia de evaluar los sistemas desde aspectos como ahorros significativos en materiales y tiempo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar estudio de prefactibilidad para la construcción de un edificio de uso residencial en el Municipio de Los Patios.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar estudios técnicos para el sistema de construcción tradicional.
- Realizar estudios técnicos para el sistema de construcción prefabricada y modular reciclada.
- Elaborar el marco legal para los dos sistemas de construcción.
- Realizar evaluación financiera de las dos alternativas de construcción, buscando determinar la más factible económicamente.

4. ENTORNO

4.1 MACRO ENTORNO

4.1.1 Entorno Tecnológico. El conocimiento abonado principalmente para la industria de la construcción en Colombia, se refleja sustancialmente en la norma sismo resistente NSR-10, que dicta los parámetros, requisitos y demás aspectos necesarios para construir edificaciones de uso habitacional.

El procedimiento de diseño y construcción de edificaciones, de acuerdo con el reglamento, es:

- a. **Estudios Geotécnicos:** Debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar que se va a construir la edificación, complementada con una consideración de sus alrededores para detectar, de ser el caso movimientos de suelo. Este proyecto esta guiado por el análisis y recomendaciones del estudio de suelos elaborado por el Ingeniero José Ariel Cala Díaz para la ejecución de las obras de urbanismo en el desarrollo de un conjunto habitacional de viviendas, ubicado en el Municipio de Villa Rosario, en febrero de 2013.
- b. **Diseño arquitectónico:** El diseño arquitectónico de la edificación debe cumplir la reglamentación urbana vigente, y los siguientes requisitos generales de protección contra el fuego en edificaciones con ocupación multifamiliar:
 - Clasificación de la edificación por grupos de ocupación.
 - Dispositivos para interrumpir el suministro de gas, electricidad y otros fluidos combustibles, inflamables y comburentes.
 - Protecciones eléctricas según requisitos dados en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE, y en el código eléctrico colombiano NTC 2050.

- Toda construcción sobre el techo de una edificación, debe hacerse con materiales incombustibles, a excepción de las astas para banderas, soportes para antenas, y estructuras para el tendido de ropa, así como plataformas que no cubran más del 20% del área total del techo.
 - Para los acabados interiores no deben emplearse materiales que al ser expuestos al fuego produzcan, por descomposición o combustión, sustancias tóxicas en concentraciones superiores a las provenientes del papel o la madera, bajo las mismas condiciones.
 - Clasificación de edificaciones en función del riesgo de pérdida de vidas humanas o amenaza de combustión.
 - Evaluación de la provisión de resistencia contra fuego en elementos de edificaciones para cada sistema de construcción.
 - Sistemas y equipos para extinción de incendios.
 - Definición del grupo de uso.
- c. **Diseño estructural:** La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuada ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el reglamento y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación. A continuación en el cuadro 1, se especifican las etapas para el diseño estructural.

Tabla 1. Procedimiento de Diseño Estructural para Edificaciones Nuevas y Existentes.

Diseño de edificaciones nuevas	Intervención de edificaciones existentes
<i>Paso 1 — Predimensionamiento y coordinación con los otros profesionales</i>	
Definición del sistema estructural, dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente las diferentes solicitaciones tales como: la masa de la estructura, las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos, y las fuerzas de viento. Estas dimensiones preliminares se coordinan con los otros profesionales que participan en el diseño.	Además de la coordinación con otros profesionales respecto al proyecto, debe establecerse si la intervención está comprendida dentro del alcance dado en A.10.1.3. Si está cubierto, se deben realizar las etapas 1 y 2 de A.10.1.4 y con esa información se debe realizar la etapa 3 de ese numeral.

Diseño de edificaciones nuevas	Intervención de edificaciones existentes
Paso 2 — Evaluación de las solicitaciones definitivas	
<p>Con las dimensiones de los elementos de la estructura definidas como resultado del paso 1, se evalúan todas las solicitaciones que pueden afectar la edificación de acuerdo con los requisitos del Título B del Reglamento. Estas incluyen: el efecto gravitacional de la masa de los elementos estructurales, o peso propio, las cargas de acabados y elementos no estructurales, las cargas muertas, las fuerzas de viento, las deformaciones impuestas por efectos reológicos de los materiales estructurales y asentamientos del suelo que da apoyo a la fundación. Así mismo se debe determinar la masa de la edificación y su contenido cuando así lo exige el Reglamento, la cual será empleada en la determinación de los efectos sísmicos, de acuerdo con los pasos siguientes.</p>	<p>Se debe realizar la etapa 4 de A.10.1.4 donde, entre otros aspectos, se debe determinar una información real análoga a la exigida para edificaciones nuevas, pero con base en la edificación existente de acuerdo con lo indicado en A.10.4.2.6.</p>
Paso 3 — Obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de A_a y A_v	
<p>Este paso consiste en localizar el lugar donde se construirá la edificación dentro de los mapas de zonificación sísmica dados en el Capítulo A.2 del Reglamento y en determinar el nivel de amenaza sísmica del lugar, de acuerdo con los valores de los parámetros A_a y A_v obtenidos en los mapas de zonificación sísmica del Capítulo A.2. El nivel de amenaza sísmica se clasificará como alta, intermedia o baja. En el Apéndice A-4 se presenta una enumeración de los municipios colombianos, con su definición de la zona de amenaza sísmica, y los valores de los parámetros A_a y A_v, entre otros.</p>	<p>Dentro del alcance de la etapa 4 de A.10.4.1, para las edificaciones existentes los movimientos sísmicos de diseño se determinan de igual forma que para edificaciones nuevas, con la excepción de las edificaciones a las cuales el Reglamento les permite acogerse al uso de movimientos sísmicos para el nivel de seguridad limitada para rehabilitación sísmica. Para el uso de movimientos sísmicos para el nivel de seguridad limitada debe consultarse A.10.9.2.5, el cual solo aplica a edificaciones declaradas como patrimonio histórico y bajo las condiciones impuestas allí. En este caso se permite el uso de A_e, en vez de los valores de A_a y A_v tal como se indica en A.10.3.</p>
Paso 4 — Movimientos sísmicos de diseño	
<p>Deben definirse unos movimientos sísmicos de diseño en el lugar de la edificación, de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.2 del Reglamento y, en el caso de Edificaciones cubiertas por A.1.2.3.3, con los requisitos del Capítulo A.12 del Reglamento, tomando en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) La amenaza sísmica para el lugar determinada en el paso 3, expresada a través de los parámetros A_a y A_v, o A_d, según sea el caso, los cuales representan la aceleración horizontal pico efectiva y la velocidad horizontal pico efectiva expresada en términos de aceleración del sismo de diseño, (b) Las características de la estratificación del suelo subyacente en el lugar a través de unos coeficientes de sitio F_a y F_v, y (c) La importancia de la edificación para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo a través de un coeficiente de importancia I. <p>Las características de los movimientos sísmicos de diseño se expresan por medio de un espectro elástico de diseño. El Reglamento contempla descripciones alternativas del sismo de diseño, ya sea a través de familias de acelerogramas, o bien por medio de expresiones derivadas de estudios de microzonificación sísmica, las cuales deben determinarse siguiendo los requisitos dados en el Capítulo A.2.</p>	<p>Se deben seguir el mismo procedimiento que para edificaciones nuevas. Para el caso de edificaciones declaradas como patrimonio histórico y bajo las condiciones que lo permite A.10.9.2.5 se pueden utilizar los movimientos sísmicos para el nivel de seguridad limitada definido en A.10.3.</p>

Diseño de edificaciones nuevas	Intervención de edificaciones existentes
Paso 5 — Características de la estructuración y del material estructural empleado	
<p>El sistema estructural de resistencia sísmica de la edificación debe clasificarse dentro de uno de los sistemas estructurales prescritos en el Capítulo A.3: sistema de muros de carga, sistema combinado, sistema de pórtico, o sistema dual. El Reglamento define limitaciones en el empleo de los sistemas estructurales de resistencia sísmica en función de la zona de amenaza sísmica donde se encuentre localizada la edificación, del tipo de material estructural empleado (concreto estructural, estructura metálica, mampostería estructural, o madera), de la forma misma como se disponga el material en los elementos estructurales según esté en posibilidad de responder adecuadamente ante movimientos sísmicos como los esperados por medio de su capacidad de disipación de energía, la cual puede ser especial (DES), moderada (DMO) o mínima (DMI); de la altura de la edificación, y de su grado de irregularidad.</p>	<p>Dentro del alcance de la etapa 4 de A.10.4.1, para las edificaciones existentes se debe determinar, de acuerdo con las características del sistema estructural empleado originalmente en su construcción, una correspondencia con los sistemas estructurales que se permiten para edificaciones nuevas de acuerdo con lo prescrito en A.10.4.2.</p>
Paso 6 — Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis	
<p>Definición del procedimiento de análisis sísmico de la estructura de acuerdo con la regularidad o irregularidad de la configuración de la edificación, tanto en planta como en alzado, su grado de redundancia o de ausencia de ella en el sistema estructural de resistencia sísmica, su altura, las características del suelo en el lugar, y el nivel de amenaza sísmica, siguiendo los preceptos dados en el Capítulo A.3 de este Reglamento.</p>	<p>Se aplican los mismos principios que para edificaciones nuevas.</p>
Paso 7 — Determinación de las fuerzas sísmicas	
<p>Obtención de las fuerzas sísmicas, F_s, que deben aplicarse a la estructura para lo cual deben usarse los movimientos sísmicos de diseño definidos en el paso 4.</p>	<p>Dentro del alcance de la etapa 4 de A.10.4.1, para las edificaciones existentes se determinan unas solicitaciones equivalentes a las de edificaciones nuevas, pero ajustadas a las propiedades de la estructura existente. Véase A.10.4.2.</p>
Paso 8 — Análisis sísmico de la estructura	
<p>El análisis sísmico de la estructura se lleva a cabo aplicando los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado de la estructura, tal como se define en el Capítulo A.3. Este análisis se realiza para los movimientos sísmicos de diseño sin ser divididos por el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R, y debe hacerse por el método que se haya definido en el paso 6. Deben determinarse los desplazamientos máximos que imponen los movimientos sísmicos de diseño a la estructura y las fuerzas internas que se derivan de ellos.</p>	<p>Se debe cumplir lo indicado en la etapa 5 de A.10.1.4.</p>
Paso 9 — Desplazamientos horizontales	
<p>Evaluación de los desplazamientos horizontales, incluyendo los efectos torsionales de toda la estructura, y las derivas (desplazamiento relativo entre niveles contiguos), utilizando los procedimientos dados en el Capítulo A.6 y con base en los desplazamientos obtenidos en el paso 8.</p>	<p>Se debe cumplir lo indicado en la etapa 9 de A.10.1.4.</p>
Paso 10 — Verificación de derivas	
<p>Comprobación de que las derivas de diseño obtenidas no excedan los límites dados en el Capítulo A.6. Si la estructura excede los límites de deriva, calculada incluyendo los efectos torsionales de toda la estructura, es obligatorio rigidizarla, llevando a cabo nuevamente los pasos 8, 9 y 10, hasta cuando cumpla la comprobación de derivas.</p>	<p>Se debe cumplir lo indicado en la etapa 10 de A.10.1.4.</p>

Paso 11 — Combinación de las diferentes solicitaciones	
<p>Las diferentes solicitaciones que deben ser tenidas en cuenta, se combinan para obtener las fuerzas internas de diseño de la estructura, de acuerdo con los requisitos del Capítulo B.2 del Reglamento, por el método de diseño propio de cada material estructural. En cada una de las combinaciones de carga requeridas, las solicitaciones se multiplican por el coeficiente de carga prescrito para esa combinación en el Capítulo B.2 del Reglamento. En los efectos causados por el sismo de diseño se tiene en cuenta la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, lo cual se logra empleando unos efectos sísmicos reducidos de diseño, E, obtenidos dividiendo las fuerzas sísmicas F_s, determinadas en el paso 7, por el coeficiente de capacidad de disipación de energía R ($E = F_s/R$). El coeficiente de capacidad de disipación de energía, R, es función de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) El sistema de resistencia sísmica de acuerdo con la clasificación dada en el Capítulo A.3, (b) Del grado de irregularidad de la edificación, (c) Del grado de redundancia o de ausencia de ella en el sistema estructural de resistencia sísmica, y (d) De los requisitos de diseño y detallado de cada material, para el grado de capacidad de disipación de energía correspondiente (<i>DMI</i>, <i>DMO</i>, o <i>DES</i>), tal como se especifica en el Capítulo A.3. 	<p>Se debe cumplir lo indicado en las etapas 6 a 8 de A.10.1.4.</p>
Paso 12 — Diseño de los elementos estructurales	
<p>Se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Los elementos estructurales deben diseñarse y detallarse de acuerdo con los requisitos propios del grado de capacidad de disipación de energía mínimo (<i>DMI</i>) moderado (<i>DMO</i>), o especial (<i>DES</i>) prescrito en el Capítulo A.3, según les corresponda, lo cual le permitirá a la estructura responder, ante la ocurrencia de un sismo, en el rango inelástico de respuesta y cumplir con los objetivos de las normas sismo resistentes. El diseño de los elementos estructurales debe realizarse para los valores más desfavorables obtenidos de las combinaciones obtenidas en el paso 11, tal como prescribe el Título B de este Reglamento.</p>	<p>Se debe cumplir lo indicado en las etapas 8, 11 y 12 de A.10.1.4 donde se indica como interpretar la resistencia efectiva de la edificación a la luz de las solicitaciones equivalentes y como se define la resistencia a proveer para reducir la vulnerabilidad de la edificación, cuando es vulnerable, para diseñar la intervención de la edificación.</p>

Fuente NSR-10. Diseño de edificaciones nuevas.

- d. **Diseño de la cimentación:** Se deben obtener los efectos de las diferentes solicitaciones, incluyendo los efectos de los movimientos sísmicos de diseño sobre los elementos de la cimentación y el suelo de soporte.
- e. **Diseño sísmico de los elementos no estructurales:** En esta etapa se debe cumplir con el grado de desempeño determinado en pasos anteriores, se permite el uso de elementos prefabricados teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante. Preparación y recopilación de los diseños para trámite de licencia.

- f. Revisión de los diseños:** Los planos, memorias y estudios realizados deben ser revisados para efectos de la obtención de la licencia de construcción.
- g. Construcción:** La construcción de la estructura, y de los elementos no estructurales, de la edificación se realiza de acuerdo con los requisitos propios del material, para el grado de capacidad de disipación de la energía para el cual fue diseñada, y bajo una supervisión técnica de ser requerida. La dirección de la construcción debe ser realizada por un ingeniero civil, o arquitecto, o un ingeniero mecánico para el caso de estructuras metálicas o prefabricadas.

En toda edificación y cuando con base en las características de la edificación o del lugar, alguno de los diseñadores lo estime conveniente, deben considerarse los siguientes aspectos especiales en su diseño, construcción y supervisión técnica:

- Influencia del tipo de suelo en la amplificación de los movimientos sísmicos y la respuesta sísmica de las edificaciones que igualmente pueden verse afectadas por la similitud entre los períodos de la estructura y alguno de los períodos del depósito.
- Potencial de licuación del suelo en el lugar.
- Posibilidad de falla de taludes o remoción en masa debida al sismo.
- Comportamiento en grupo del conjunto ante solicitaciones sísmicas, eólicas y térmicas de acuerdo con las juntas que tenga el proyecto, especificaciones complementarias acerca de la calidad de los materiales a utilizar y del alcance de los ensayos de comprobación técnica de la calidad real de estos materiales, y verificación de la concepción estructural de la edificación desde el punto de vista de cargas verticales y fuerzas horizontales.
- Obligatoriedad de una supervisión técnica, profesionalmente calificada, de la construcción.

Las construcciones que se adelanten en el territorio nacional deben cumplir con la legislación y reglamentación nacional, departamental y municipal o distrital respecto al uso responsable ambientalmente de materiales y procedimientos constructivos. Se deben utilizar adecuadamente los recursos naturales y tener en cuenta el medio ambiente sin producir deterioro en él y sin vulnerar la renovación o disponibilidad futura de estos materiales.

Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de los siguientes grupos de uso: grupo IV edificaciones indispensables, grupo III edificaciones de atención a la comunidad, grupo II estructuras de ocupación especial, grupo I estructuras de ocupación normal. Este proyecto se clasifica en el grupo I, que son todas las edificaciones cubiertas de uso habitacional y que no están incluidas en los otros grupos.

En la sección de consideraciones especiales, se incluye los sistemas prefabricados, permitiendo su uso siempre y cuando se cumpla uno de los dos procedimientos siguientes:

- a. Sistemas estructurales de resistencia sísmica prefabricados: debe diseñarse para las fuerzas sísmicas obtenidas de acuerdo con este reglamento usando un coeficiente de capacidad de disipación de energía básico. Cuando se demuestre con evidencia experimental y de análisis, que el sistema propuesto tiene una resistencia, capacidad de disipación de energía y capacidad de trabajo en el rango inelástico igual o mayor a las obtenidas con la estructura construida utilizando uno de los materiales prescritos por este reglamento.
- b. Se obtenga una autorización previa de la comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes, de acuerdo con los requisitos y responsabilidades en el artículo 14 de la ley 400 de 1997.

Teniendo como referente la NSR-10, donde habilita a sistemas estructurales prefabricados, se considera necesario traer a colación las bases del plan nacional

de desarrollo 2014-2018 del departamento nacional de planeación DPN¹, que favorecen la equidad y la educación partiendo de un estado de paz.

Para lograr este plan, se plantean estrategias transversales, de las cuales, para efectos de este escrito, solo se nombra la primera: infraestructura y competitividad estratégica. Esta hace referencia no solo a construcción de carreteras, sino a articular el sistema de ciencia, innovación y tecnología, para facilitar el camino en la generación de conocimiento, al replantear lo que se tiene de la forma de hacer las cosas. Ciertamente, el uso de prefabricados no es nuevo, los pioneros se encuentran en Norteamérica, las populares “kit houses”.

Los inicios de la construcción modular fueron muy exitosos ya que tuvieron gran aceptación, pero sus procesos se vieron afectados debido a la inexistencia de medios mecánicos para el transporte y montaje, debido a la poca evolución de las grúas de la época².

Al integrar una norma técnica con un plan de desarrollo, se abren grandes posibilidades para la competitividad, lo anterior, comprendido en que la satisfacción de los consumidores está fijada a un precio. Esto se ha logrado con la realización de proyectos como el ubicado en el municipio de Ciudad Bolívar-Antioquia, construido por Prefabricasa³ donde se entregan casas prefabricadas en madera a familias de escasos recursos. Otro ejemplo destacable en este aspecto, es el gobierno de Uruguay, que a través del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, desde el 2010 hizo un sistema de otorgamiento de

¹ COLABORACION.DNP Bases del plan nacional de desarrollo 2014-2018 [en línea]. Colombia: [Citado 18 de julio de 2016] <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>

² NIETO CADENA, Aristóbulo y MARIN Gina Patricia. Estudio de prefactibilidad para el desarrollo de un modelo de vivienda privado prefabricado a partir de la utilización de unidades modulares móviles. Trabajo de grado especialista en gerencia y evaluación de proyectos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería físico-mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. 2015

³ PREFABRICASA Colombia: Casas prefabricadas para proyecto de interés social en Colombia, 2014. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://prefabricasa.com.co/blog/casas-prefabricadas-para-proyecto-de-interes-social-en-colombia/>

aptitud técnica que genera instrumentos administrativos, de evaluación y técnicos para todos los sistemas de construcción no tradicionales en Uruguay, los principales son:⁴

EMMEDUE: construye principalmente plataformas de polietileno expandido, las cuales se recubren de malla soldada y luego se cubren con hormigón para obtener más ahorro en precio y en período de ejecución.

NOX: utiliza estructuras metálicas junto con aislaciones térmicas, paneles e interiores rellenos de yeso.

Royal Building System: usa paneles de PVC y los rellena con hormigón, arena, gravillín, etcétera, para luego revestirlo con papel o cerámicos.

Crupe System: utiliza materiales de construcción ligeros y disponibles localmente, como el acero o las estructuras ignífugas, térmicas, acústicas, etcétera. Además, emplea agentes orgánicos y suelos auto-nivelantes.

Sika: brinda sistemas de mayor durabilidad, ajustándose a las tendencias, a los aspectos de la arquitectura y por sobre todo a las exigencias ecológicas. Utiliza básicamente hormigón para la fabricación.

Parece entenderse que en Colombia las viviendas de interés social son la mejor oportunidad para sistemas prefabricados, no obstante, en los últimos años los estratos medio y alto jalonaron este sector, siendo que el número de unidades iniciadas pasó de 3.147 durante el primer trimestre de 2007 a 8.402 en el mismo

⁴ AHORRAR.COM.UY Uruguay: Métodos no tradicionales de construcción de viviendas en Uruguay, 2014. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://ahorrar.com.uy/invertir/metodos-no-tradicionales-de-construccion-de-viviendas-en-uruguay/>

periodo de 2012. Esto representa un aumento del 167%⁵. Este comportamiento también es notable en países como España y Alemania.

Existen algunas condiciones expresadas por el MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, en su guía técnica para viviendas de interés social, que solicita garantizar la escogencia adecuada de los materiales para el aislamiento acústico y térmico, que permita establecer a los habitantes de la vivienda relaciones armónicas con los demás y al interior de sus propios espacios en pro de la sostenibilidad humana y social; siendo importante también, que el sistema constructivo debe responder a la identidad cultural de la región, donde se desarrolla la obra; adaptables al clima y a la geografía, con el fin de que toda obra sea sostenible.

La sostenibilidad implica prácticas medioambientales donde se promueve la reutilización o reciclaje, es decir la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo. En ese orden de ideas, en sistemas de construcción no tradicionales, mundialmente se encuentra Keetwonen, que es el barrio de Ámsterdam conocido por contar con el mayor número de contenedores del mundo. Desde siempre, este tipo de alojamiento se ha utilizado ante catástrofes o superpoblación, dos problemas que no sufre la capital de Holanda. Cuenta con unos 1.000 contenedores totalmente equipados con cuarto de baño, cocina, dormitorio y sala de estudio⁶. La figura 1 ilustra el emplazamiento estudiantil.

⁵ PORTAFOLIO COLOMBIA: Construcciones prefabricadas crecieron 167% en 5 años, 2012. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet:<http://www.portafolio.co/negocios/empresas/construcciones-prefabricadas-crecieron-167-anos-105764>

⁶ Canal viajes [online]. Keetwonen, el barrio de Amsterdam hecho con contenedores, 2011. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://canalviajes.com/keetwonen-el-barrio-de-amsterdam-hecho-con-contenedores/>

Figura 1. Keetwonen.



Fuente: TEMPO HOUSING Keetwonen (Amsterdam student housing)[en línea]
[citado 17 de octubre de 2016]
<http://www.tempohousing.com/projects/keetwonen.html>

Un contenedor es un depósito de carga para el transporte aéreo, marítimo, fluvial, terrestre y multimodal. Son unidades que sirven de protección para las mercancías de la climatología y están fabricadas de acuerdo con la normativa ISO (por sus siglas en inglés “International Standardization Organization”), en concreto, ISO-668; por ese motivo, también se conocen con el nombre de contenedores ISO⁷.

Comprendiendo la diversidad de materiales de construcción que pueden ser usados dependiendo del clima, la clase social, terreno, forma, tamaño y configuración, existen varios tipos de vivienda y de acuerdo a la densidad habitacional se caracterizan como:

- Unifamiliar: tipo de vivienda en donde solo habita una familia, generalmente construidas en un nivel, hasta dos niveles con materiales convencionales (concreto, ladrillo, bloque).

⁷COMUNIDAD ANDINA. Manual sobre control de contenedores. 2013.

- Bifamiliar: tipo de vivienda en donde habitan dos familias, pueden ser construidas en conjunto de dos viviendas con accesos independientes, también pueden compartir el acceso y se pueden construir en varios niveles.
- Multifamiliares: tipo de vivienda que se construye en altura (verticalmente) con el propósito de densificar el área de construcción, esto es tener la mayor cantidad de personas por metro cuadrado, por lo que en una determinada área se pueden tener cualquier cantidad de familias cada una en un hábitat independiente, compartiendo servicios comunes como el acceso y otros.

El desarrollo del proyecto se enmarca en edificaciones de uso multifamiliar. Contemplando una vivienda de tres niveles y dos apartamentos, cada uno de un solo nivel. La intención es que los apartamentos produzcan flujos de caja por medio de arrendamiento para equilibrar en el tiempo la inversión inicial de toda la edificación.

4.1.2 Entorno político – legal. Existen varias clases de licencias urbanísticas, dependiendo de la obra que se quiera realizar:

- Licencia urbanización de terrenos: adecuar terrenos para futura construcción de edificaciones en suelo urbano. Permite la creación de espacios públicos y privados, construcción de vías y redes de servicios públicos.
- Licencia de demolición: derribar total o parcialmente una(s) edificación (es). Se debe solicitar junto con otra licencia de construcción de cualquier modalidad; excepto para proyectos de renovación urbana.
- Licencia modificación: variar el diseño arquitectónico o estructural de una edificación, sin incrementar su área constructiva.
- Licencia de restauración o de reforzamiento estructural: reforzar la estructura de una edificación, garantizando la seguridad del inmueble y sus habitantes de acuerdo con las exigencias de la norma de sismo resistencia.

- Licencia de cerramiento: cerrar de manera permanente un predio de propiedad privada.
- Licencia de ampliación: incrementar el área construida de una edificación existente.
- Licencia modificatoria de urbanidad: realizar obras nuevas en lotes sin construir.
- Licencia de adecuación: cambiar el uso de una edificación o parte de ella, garantizando la permanencia del inmueble original.

4.1.2.1 Requisitos licencia de construcción:

1. Copia del certificado de libertad y tradición del inmueble o inmuebles objeto de la solicitud, cuya fecha de expedición no sea superior a un mes antes de la fecha de la solicitud. Cuando el predio no se haya desenglobado se podrá aportar el certificado del predio de mayor extensión.
2. El formulario único nacional para la solicitud de licencias adoptado mediante la Resolución 0984 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o la norma que la adicione, modifique o sustituya, debidamente diligenciado por el solicitante.
3. Copia del documento de identidad del solicitante cuando se trate de personas naturales o certificado de existencia y representación legal, cuya fecha de expedición no sea superior a un mes, cuando se trate de personas jurídicas.
4. Poder o autorización debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado o mandatario, con presentación personal de quien lo otorgue.
5. Copia del documento o declaración privada del impuesto predial del último año en relación con el inmueble o inmuebles objeto de la solicitud, donde figure la nomenclatura alfanumérica o identificación del predio. Este requisito no se

exigirá cuando exista otro documento oficial con base en el cual se pueda establecer la dirección del predio objeto de solicitud.

6. La relación de la dirección de los predios colindantes al proyecto objeto de la solicitud. Se entiende por predios colindantes aquellos que tienen un lindero en común con el inmueble o inmuebles objeto de solicitud de licencia. Este requisito no se exigirá cuando se trate de predios rodeados completamente por espacios públicos o ubicados en zonas rurales no suburbanas.

4.1.2.2 Documentos adicionales de la licencia de construcción:

1. Tres copias de peritazgo estructural de la edificación dando cumplimiento a los aspectos contenidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente - NSR - 10, firmados por profesional (con experiencia mínima de 5 años) facultado para este fin, quienes se harán responsables legalmente del estudio, así como de la información contenida en dicho estudio.
2. Tres copias impresas del proyecto arquitectónico y digital (contenida en CD), elaborado de conformidad con las normas urbanísticas y de edificabilidad vigentes al momento de la solicitud debidamente rotulado y firmado por un arquitecto con matrícula profesional, quien se hará responsable legalmente de los diseños y de la información contenida en ellos. Los planos arquitectónicos deben contener como mínimo la siguiente información:
 - a. Localización
 - b. Plantas
 - c. Alzados o cortes de la edificación relacionados con la vía pública o privada a escala formal. Cuando el proyecto esté localizado en suelo inclinado, los cortes deberán indicar la inclinación real del terreno.
 - d. Fachadas
 - e. Planta de cubiertas
 - f. Cuadro de áreas.

El proyecto se ubica en el barrio Vidello, municipio de Los Patios, Norte de Santander, de acuerdo con las exigencias de la NSR-10, debe considerarse la norma urbanística de la zona, y este es el acuerdo 017 de 2002, plan básico de ordenamiento territorial. En el artículo 149 de la delimitación y caracterización de las áreas morfológicas homogéneas que en adelante se llamarán zonas residenciales (ZR), las cuales están conformadas por barrios. Esta clasificación determina la zona del proyecto en Zona Residencial 3 (ZR3).

Este documento aporta información de interés como las zonas de riesgo y amenazas naturales y de las áreas para la conservación y protección del sistema urbano – ambiental. También algunos parámetros para el diseño arquitectónico.

En el cuadro 2, se listan reglamentos, acuerdos, normas técnicas y manuales que orientan y conducen el umbral del proyecto, brindando información vital.

Tabla 2. Matriz Legal.

NORMA	ÁMBITO DE APLICACIÓN	ANÁLISIS
1. Reglamento de posgrados de la Universidad Industrial de Santander	Rige la organización y establece la estructura del orden académico, así mismo, los deberes y derechos de los estudiantes de posgrado.	En el capítulo tercero, define la modalidad del trabajo de grado del programa de especialización, los plazos para presentar el plan de trabajo y los recursos que se deben asignar.
2. Norma técnica colombiana NTC 1486	Documentación para presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.	Condensa todos los parámetros y orienta para la organización del trabajo escrito.
3. Norma técnica colombiana NTC 5613	Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura.	Instrumento que ayuda a la formulación de citas dentro de la monografía, de manera que, sea clara para la comunidad académica.
4. Norma técnica colombiana NTC 4490	Referencias documentales para fuentes de información electrónicas.	Contemplando la obtención de información electrónica, este instrumento ayuda a la formulación de referencias de documentos electrónicos, siendo claros para la comunidad académica.
5. Acuerdo 017 de 2002, Plan básico de ordenamiento territorial y de los acuerdos 048 de 2006 para el municipio de los Patios, Norte de Santander	Normas urbanísticas estructurales.	Este documento aporta información de tipo urbanístico para el desarrollo del proyecto. Capítulo VIII artículo 146- 149. Artículo 243, 253.
6. Reglamento colombiano de construcción sismoresistente NSR-10	Norma de que rige toda construcción de uso habitacional en el territorio colombiano.	El diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia debe someterse a los criterios y requisitos mínimos que se establecen en la norma sismo resistente colombiana.
7. Manual sobre control de contenedores	Guía para uso de contenedores en la comunidad andina y Unión Europea	Es una recopilación de diversas publicaciones, con el cual se brinda una orientación sobre los tipos de contenedores y las medidas de seguridad que se deben adoptar respecto a la información de identificación, la inspección de seguridad, los precintos y símbolos de seguridad.
8. Norma técnica colombiana NTC 1920	Siderurgia. Acero estructural al carbono.	Esta norma establece los requisitos que deben cumplirse y los ensayos a que deben someterse, los perfiles, laminas y barras de acero al carbono, de calidad estructural, utilizados en construcciones remachadas, atornilladas o soldadas, de puentes y edificaciones.
9. Norma técnica colombiana NTC 2191	Soldadura. Electrodo de acero al carbono recubiertos para soldadura por arco.	Establece los requisitos para los electrodos de acero al carbono recubiertos, para soldadura por arco metálico protegido.
10. Organización Internacional de Estandarización ISO 668 y 1496	Contenedores de carga - clasificación, dimensiones y masas brutas máximas.	Regula las dimensiones externas e internas de los contenedores, así como el tamaño mínimo de apertura de la puerta, donde aplique. También especifica las clasificaciones de peso bruto asociados, y los requisitos para las áreas de transferencia de carga en las estructuras de la base de contenedores

Fuente: Propia.

4.1.3 Entorno social. En este estudio se recurre a la información publicada por el DANE en la encuesta nacional de calidad de vida 2015⁸. Esta información es actualizada hasta el 2 de marzo de 2016.

Ficha Técnica:

Año de recolección: 2015

Periodo de recolección: septiembre - noviembre de 2015

Muestra: • Hogares completos 23.005

• Personas con información completa 76.026

Precisión: Para tasas o razones con ocurrencia de más del 10% tiene un error muestral así: • 5% en cabeceras

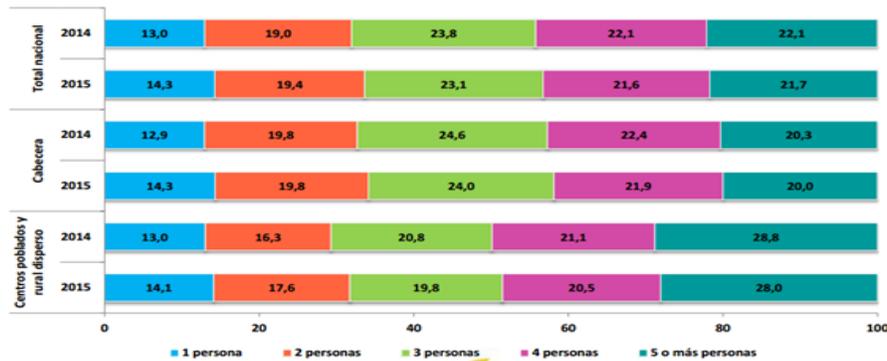
• 7% en centros poblados y rurales disperso

Nivel de confianza del 95%

En la cobertura geográfica se incluye a Norte de Santander. En la gráfica 1, de la distribución porcentual de los hogares por número de personas, se puede identificar que la mayoría de los hogares del país están conformados por 4 y 5 personas. Tener esta claridad, permitió crear áreas confortables haciendo uso racional de los espacios en el diseño arquitectónico. Como se ha dicho, la intención es la construcción de un edificio con apartamentos para arrendamiento.

⁸.DANE. Encuesta Nacional De Calidad De Vida - ECV 2015 Marzo 2016. [en línea] [citado 18 de agosto de 2016] Disponible en internet: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Presentacion_ECV_2015.pdf

Gráfico 1. Distribución Porcentual de los Hogares por Número de Personas.



Fuente: Dane ECV 2014 – ECV 2015.

En la gráfica 2, se puede evidenciar que un 41,6% son propietarios totalmente de su vivienda, y un 37,3% hogares en arriendo. Siendo esta última cifra relevante para este estudio, ya que la tendencia entre 2014 y 2015 muestra un aumento, lo cual genera soporte para la continuidad de este proyecto. El presidente ejecutivo de la Federación Colombiana de Lonjas de propiedad raíz Fedelonjas⁹ informa en mayo del año pasado, que 17 millones de personas viven en arriendo que conforman 4.866.000 hogares de los 13.584.000 que existen en el país.

Gráfico 2. Distribución Porcentual de Hogares Según Tipo de Tenencia.

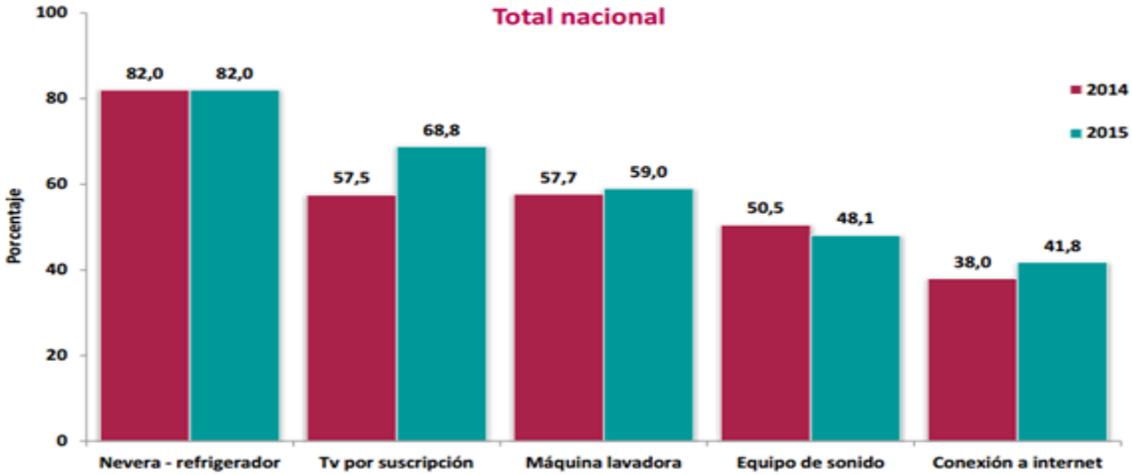


Fuente: Dane ECV 2014 – ECV 2015.

⁹MERCADOS & NEGOCIOS. Noticias del sector inmobiliario mayo 2015. [en línea] [citado 20 de agosto de 2016] Disponible en internet: https://issuu.com/comunicaciones.fedelonjas/docs/presencia_fedelonjas_mayo/37?e=0/35354238

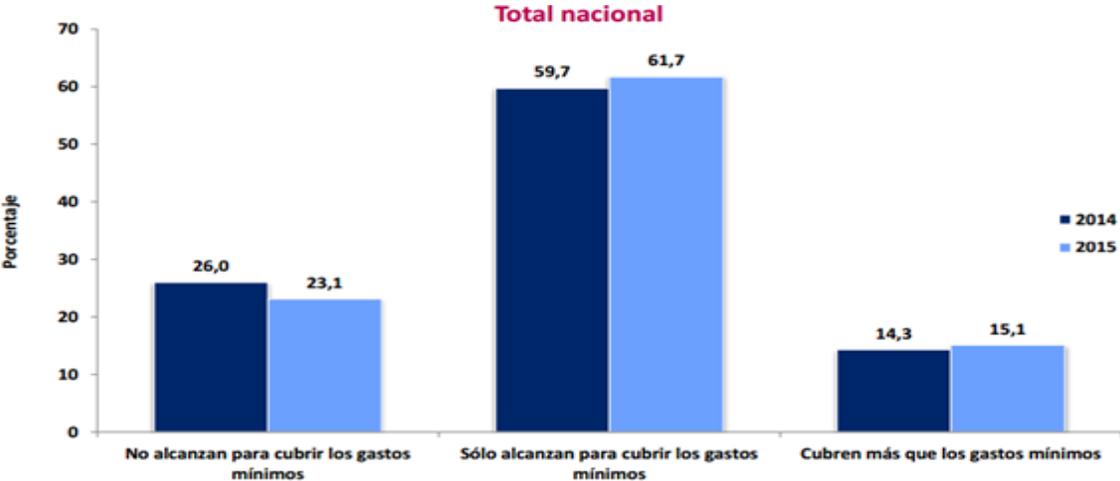
La localización del terreno es residencial estrato 2, por consiguiente, el interés del inversionista es arrendar a familias de estrato 2 y 3 especialmente, que posean una unidad móvil, siendo carro o moto. Es posible inferir con las estadísticas presentadas por el DANE, que aquellos hogares con acceso a conexión a internet, representado por un 41,8% gráfica 3; y aquellos que cubren con sus ingresos más que los gastos mínimos, representados en un 15,1% gráfica 4; y que el 69,9% no se considera pobre, gráfica 5; conforman el grupo de interés para el proyecto.

Gráfico 3. Distribución Porcentual de Hogares Según Bienes y Servicios.



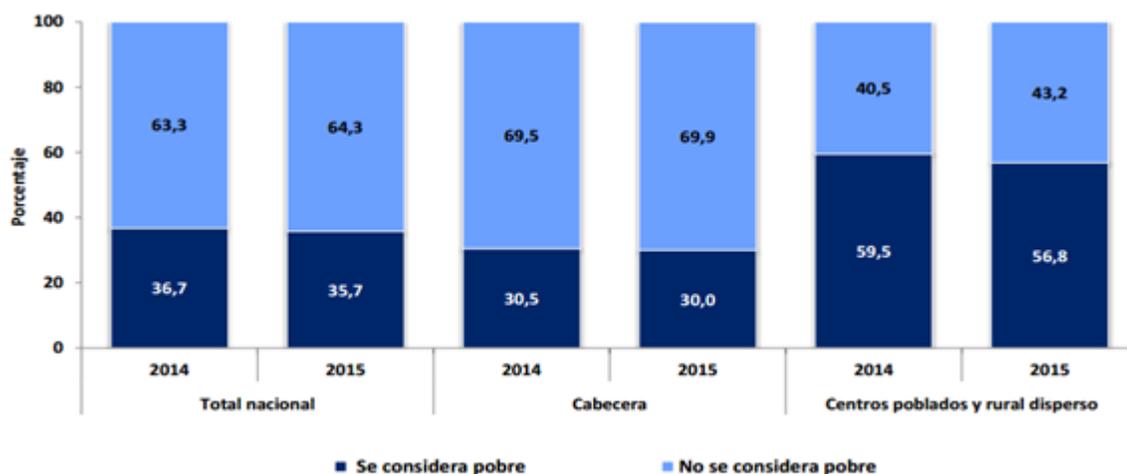
Fuente: Dane ECV 2014 – ECV 2015.

Gráfico 4. Distribución Porcentual de Hogares Según sus Ingresos.



Fuente: Dane ECV 2014 – ECV 2015.

Gráfico 5. Distribución Porcentual Respecto si se Considera Pobre.



Fuente: Dane ECV 2014 – ECV 2015.

4.2 MICRO ENTORNO

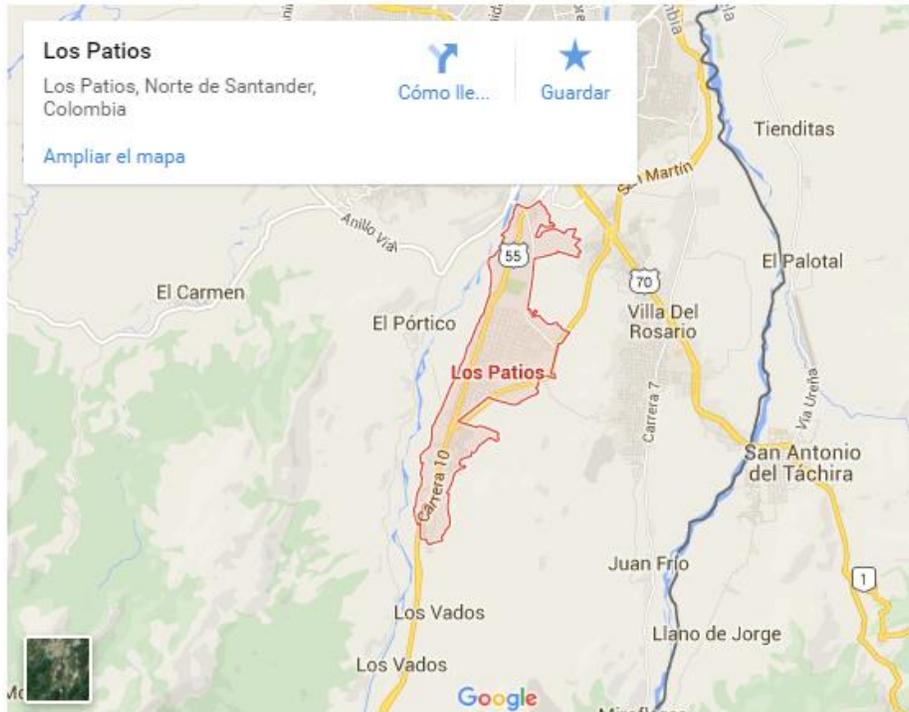
El municipio de Los Patios se ubica fisiográficamente en una zona montañosa que hace parte del Macizo de Santander, ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos. Su red hídrica pertenece a la cuenca del río Pamplonita, que a su vez hace parte de la cuenca del Catatumbo. Sus Límites se pueden ver en la figura 2, al norte con Cúcuta, al sur con Chinácota, al oriente con Villa del Rosario, al occidente con Cúcuta¹⁰.

La economía del municipio está basada en la actividad agrícola como cultivos de arroz, caña de azúcar, hortalizas y tabaco. Las tierras de la parte sur del Municipio de Los Patios presentan mejores condiciones, tanto en el aspecto climático, como edáfico, para el desarrollo agropecuario. El resto de las tierras del municipio presentan condiciones de clima con mayor temperatura y menor lluvia; y de suelos

¹⁰ ALCALDÍA DE LOS PATIOS - NORTE SANTANDER. Indicadores 12 de Mayo de 2016 [en línea] [citado 25 de agosto de 2016] http://lospatios-nortedesantander.gov.co/indicadores_anuales.shtml?apc=bexx-1-&x=1739915#presupuesto

poco fértiles y arcillosos. Estos últimos terrenos, emplazan las zonas residenciales con uso mixto para comercios de todo tipo, especialmente sobre el eje vial principal.

Figura 2. Mapa Del Municipio Los Patios.



Fuente: Googlemaps

La población patiensé está compuesta por rangos de edad como se muestra en la tabla 1.

Tabla 3. Distribución de la Población por Edades.

Rangos de edad	Distribución etárea					
	<1 año	1-4	5-14	15-44	45-59	>60
Total por edad	507	3678	12642	35595	12084	8565
Porcentaje	0,69	5,03	17,30	48,71	16,54	11,72

Distribución por sexo:

No. Hombres: 38620

No. Mujeres: 34451

Fuente: ALCALDÍA DE LOS PATIOS - NORTE SANTANDER. Indicadores http://lospatiosnortedesantander.gov.co/indicadores_anuales.shtml?apc=bexx-1-&x=1738113.

La mayoría de las construcciones existentes y en obra de la comunidad patiense son de tipo tradicional, ya sea sistema de muro de carga, sistema combinado, sistema pórtico y sistema dual. Actualmente en el barrio La Cordialidad, se está construyendo la primera casa ecológica de la región, tendrá tres habitaciones, sala-comedor, un baño, cocina y huerta en el patio. Las columnas y las bases son de concreto, techo de cajas tetrapack y las paredes y divisiones de botellas plásticas. Siendo un diseño sismo resistente¹¹.

En el acuerdo 048 por el cual se modifican algunos artículos del plan básico de ordenamiento territorial, se dictan parámetros específicos para la construcción. Se enfoca en los requerimientos para vivienda multifamiliar, importantes para el proyecto:

¹¹ LA OPINION. Construyen la primera casa ecológica de la región. 4 Junio 2016, [en línea] [citado 22 de agosto de 2016] Disponible en internet: <http://www.laopinion.com.co/region/construyen-la-primera-casa-ecologica-de-la-region-112997#ATHS>

- Índices máximos de ocupación 0,65 para unifamiliar, bifamiliar y multifamiliar.
- Aislamientos mínimos: patios área mínima de 15 metros cuadrados con lado mínimo de 3m. Estacionamientos 1 por apartamento y opcional 1 por cada diez apartamentos con destino a los visitantes. Antejardín mínimo de 3 m. lateral será de $\frac{1}{4}$ de la altura con un mínimo de 2m. Posterior será de $\frac{1}{4}$ de la altura con un mínimo de 4m.
- Área mínima: lotes de 200 metros cuadrados guardando la proporción de la densidad.

Un estudio de la demanda de vivienda en Cúcuta, elaborado por Camacol¹², que se asimila para el municipio de Los Patios por pertenecer a su área metropolitana, reveló que de 223.151 hogares de Cúcuta, 149.262, (67%) viven bajo el esquema del arriendo. La tendencia en el mercado inmobiliario es la compra en conjuntos cerrados, pero para el inquilino esto implica mayores costos, por el pago de la administración.

A las personas les resulta más fácil vivir en arriendo, porque el gasto de un alquiler no es tan alto como si lo es un crédito en una entidad financiera. No existe una cifra de cuantos propietarios de casas viven del arriendo, porque existen arriendos a través de inmobiliarias y dueños particulares.

Para asignar el valor de alquiler a una vivienda, lo ideal es contratar los servicios de un evaluador profesional, sin embargo, si se determina hacerlo por cuenta propia, es posible hacer una estimación como se sigue:¹³

1. Identificar (aplicar los que correspondan)

¹²LA LONJA DE PROPIEDAD RAIZ. Gastos de arriendo no permiten a cucuteños comprar casa Norte de Santander. 02 Octubre 2016 [en línea] [citado 25 de agosto de 2016] Disponible en internet: <http://www.lonjanortesan.org.co/index.php/noticias/142-gastos-de-arriendo-no-permiten-a-cucutenos-comprar-casa>

¹³METRO CUADRADO. Cómo decidir el precio de alquiler de un inmueble. Febrero 19 de 2015. [en línea] {citado 24 de agosto de 2016} Disponible en internet: <http://www.metrocuadrado.com/noticias/guia-de-arriendo/como-decidir-el-precio-de-alquiler-de-un-inmueble-158>

- Tipo de inmueble
- Vetustez (años de construido)
- Área
- Estrato
- Piso en el que queda
- Número de baños
- Número de parqueaderos
- Edificio inteligente (oficinas)
- Altura (bodega)
- Número de líneas telefónicas
- Estado de conservación
- Precio de arriendo
- Observaciones

2. Averiguar por los inmuebles que estén en arriendo en la misma zona. Pregunte todos los datos del paso 1 y escríbalos.

3. Para que el cálculo sea lo más cercano a la realidad, la muestra tomada no debe ser inferior a 20 inmuebles.

4. Clasificar las propiedades y seleccionar aquellas que tengan las características más parecidas.

5. Dividir el precio de cada una por su área y así se obtiene el valor por metro cuadrado.

6. Sumar los precios obtenidos y dividirlos por el número de propiedades usadas en este ejercicio.

7. El resultado obtenido servirá como referencia para decidir el precio de alquiler del inmueble.

8. Sabiendo de antemano que por ley el canon no debe ser mayor al 1 por ciento del precio comercial de la vivienda y que de conformidad con lo estipulado en

la Ley 820 de 2003, respecto del reajuste al canon de arrendamiento de los inmuebles urbanos destinados a vivienda, los incrementos previstos para el 2016, serán los siguientes¹⁴:

- Para los inmuebles cuyos contratos fueron suscritos antes de la fecha de expedición de la Ley 820, es decir, del 10 de julio de 2003, el incremento máximo del canon será del 3% que corresponde a la meta de inflación fijada para el 2016 por el Banco de la República.
- Para los inmuebles cuyos contratos fueron suscritos con posterioridad al 10 de julio del 2003, al renovarse el contrato, el canon podrá incrementarse en un 6,77% que corresponde al Índice de Precio del Consumidor-IPC del año 2015, según lo establecido por el DANE.

¹⁴ LA LONJA DE PROPIEDAD RAIZ. Gastos de arriendo no permiten a cucuteños comprar casa Norte de Santander. 02 Octubre 2016 [en línea] [citado 25 de agosto de 2016] Disponible en internet: <http://www.lonjanortesan.org.co/index.php/noticias/142-gastos-de-arriendo-no-permiten-a-cucutenos-comprar-casa>

5. ESTUDIOS TÉCNICOS

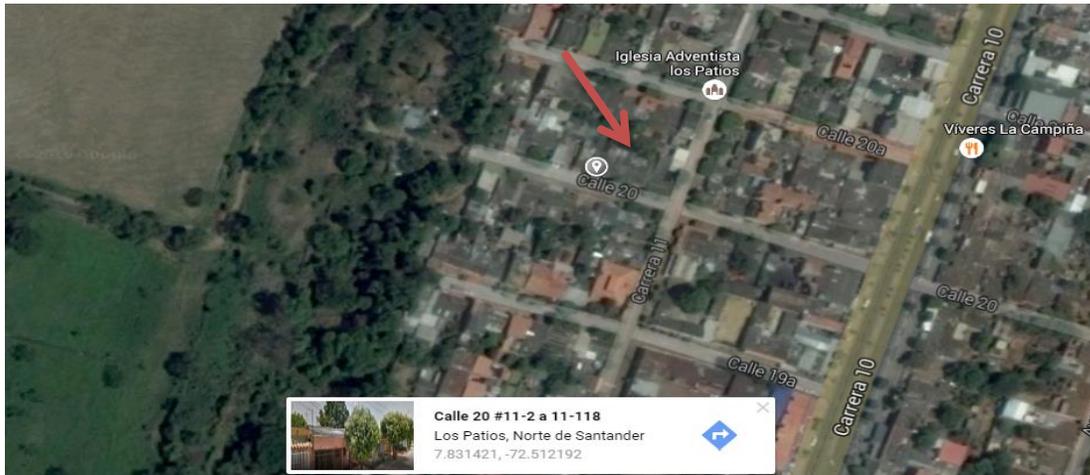
El marco para realizar los estudios técnicos de este proyecto es la norma sismo resistentes NSR-10, y como se indica en el título A de la norma, los procedimientos de diseño, se inician con los estudios geotécnicos, tal como se enunció en la sección 4.1.1 entorno tecnológico del presente estudio.

Estudios Geotécnicos: debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar que se va a construir la edificación, complementada con una consideración de sus alrededores para detectar, de ser el caso movimientos de suelo. El ingeniero geotecnista debe elaborar un informe en el cual relacione la exploración y los resultados obtenidos en el laboratorio, brindar recomendaciones que se tendrán en cuenta en la cimentación y obras de contención, procedimientos constructivos y medidas para no afectar construcciones vecinas.

Se contempla un estudio geotécnico preliminar, donde se hace aproximación a las características geotécnicas del terreno, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento, los problemas potenciales y parámetros generales para la elaboración del proyecto, siguiendo el título H de la norma.

El predio se localiza en el lote 123 de la manzana 11 de la urbanización Vidello del municipio de Los Patios, ubicada en la calle 20 # 11-30, inscrito en el catastro bajo el predio #01-00-0183-0011-000 y matrícula inmobiliaria #260-7824 de Cúcuta. Tiene coordenadas 7,831421;-72,512192 de latitud y longitud respectivamente, como se muestra en la figura 3.

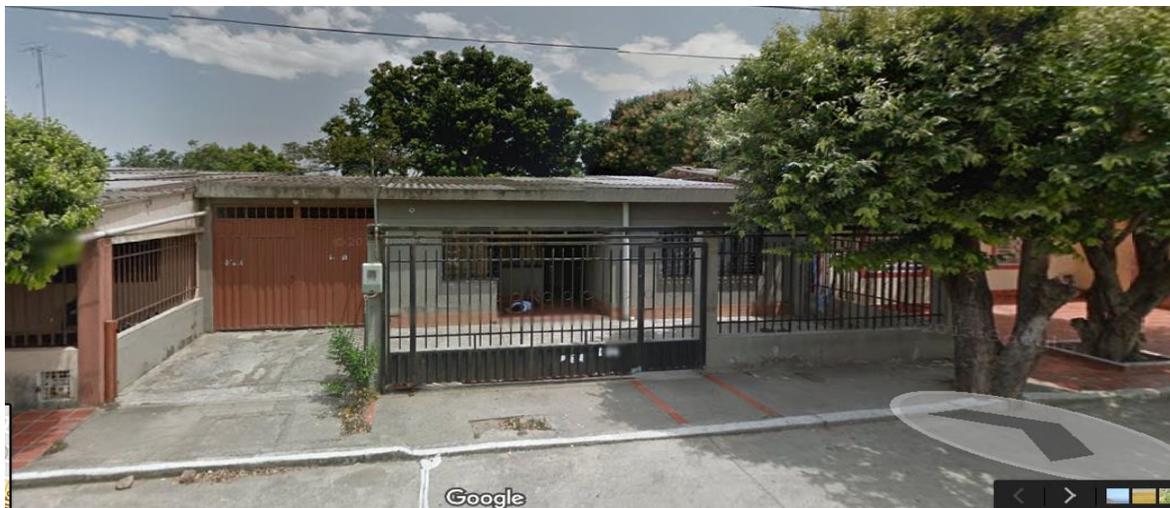
Figura 3. Ubicación del Predio.



Fuente: Googlemaps.

Actualmente existe una edificación tradicional, dividida en dos apartamentos con paredes en bloque de cemento, cubierta a dos aguas en eternit, pisos en tableta, tanques aéreos en mampostería y plásticos para el depósito de agua, servicios de acueducto, energía, teléfono, internet y televisión satelital. Acabados en mortero con pintura superficial, cerramiento exterior en reja metálica. Ver figura 4.

Figura 4. Entorno del Predio.



Fuente: Googlemaps.

Comprendida por los linderos y medidas actuales: por el norte con el fondo del lote 114 en extensión de 12m; por el oriente con el lote 124 en extensión de 18m; por el sur con la calle 20 en extensión de 12m; por el occidente con un costado del lote 22 en extensión de 18m.

Lo anterior indica, que el predio tiene un área total de 216 metros cuadrados, entendiéndose sus extensiones norte y sur cada una de 12m; y oriente y occidente cada una de 18m. Dado que se trata de un estudio de prefactibilidad, se toma información secundaria para el análisis de los sistemas de construcción. Este proyecto está guiado por el análisis y recomendaciones del estudio de suelos elaborado por el ingeniero José Ariel Cala Díaz para la ejecución de las obras de urbanismo en el desarrollo de un conjunto habitacional de viviendas, ubicado en el municipio de Villa Rosario, en febrero de 2013.

Se proyecta la construcción de una edificación de uso multifamiliar de dos pisos, sótano y terraza. El desarrollo de la obra incluye diseñar dos apartamentos idénticos de un solo nivel, cada uno con un parqueadero para moto o carro; y una casa con acceso al sótano y terraza. Adicionalmente sistema de drenaje, acueducto, alcantarillado.

Según el estudio de suelos, el perfil en la zona es variable, en general se puede concluir que es predominante la presencia de suelos arcillosos y arcillo-arenosos como matriz de los cantos subredondeados. Es conveniente tener presente que la profundidad máxima del perfil de suelos para el alcance de este trabajo es de 2.0m.

Durante la exploración del subsuelo no se detectó nivel de aguas freáticas; sin embargo dada la influencia de los caños en la zona, este se puede presentar en época de invierno o durante fuertes aguaceros; de igual forma se pueden generar zonas mal drenadas o de empozamiento de aguas lluvias en la etapa de manejo de corte para el movimiento de tierras.

Con base en los resultados de los ensayos de laboratorio, se recomienda para el caso de los cortes una altura máxima de 2m con inclinación 1H:1V o proyectar estructura de contención para confinamiento en muro en mampostería reforzado concreto ciclópeo, concreto reforzado o gaviones (se aplica en el sector donde pasa las aguas de escorrentías o toma).

Las siguientes consideraciones son de especial importancia en el planteamiento de las soluciones de cimentación y en las subsecuentes recomendaciones preliminares:

- La composición de suelos más cercana a la superficie está conformada por sedimentos arcillo-arenosos y gravo, arcillo-arenosos de los depósitos aluvionales.
- Estas capas corresponden respectivamente a los depósitos cuaternarios, Recientes y Pleistoceno del Cenozoico, en general con espesores considerables.
- El área de terreno muestra condiciones de aprovechabilidad en toda su extensión, previa adecuación de su superficie (desmonte, descapote y estabilización), requiriéndose el manejo de las tomas existentes, eliminando, trasladando o en su defecto, canalizando. Sin embargo esta posibilidad dependerá en buena medida del planteamiento arquitectónico que sea acogido.
- La necesidad de adelantar procesos de estabilización de las capas superficiales en áreas localizadas de intervención, es ineludible. Podrán considerarse sistemas de estabilización por sustitución, siendo claro que la canalización de las tomas inducirá un desecado que favorecerá notoriamente el proceso de estabilización, reduciéndolo en su alcance y tamaño, particularmente en las áreas de viviendas (horizontal o vertical), vías vehiculares, peatonales y zonas duras en general. La estabilización requerida, en cuanto al tipo de materiales, proceso constructivo y equipos deberá ser pormenorizada dentro del alcance del Estudio de Suelos Definitivo, el cual es

indispensable adelantar una vez se establezca el planteamiento final del proyecto arquitectónico y de construcción a realizarse en el lote de terreno motivo de estudio.

- Se desprende pues, la no existencia de restricciones para la ubicación de estructuras y edificaciones en general, permitiendo así al proyectista un manejo flexible del tamaño y distribución espacial del conjunto de estructuras.
- Las condiciones tectónicas de la región, hacen que el lote esté ubicado en zona de alto riesgo sísmico y que la presencia cercana de fallas normales, sea insoslayable.
- Con relación a la cimentación específicamente, no se requieren soluciones especiales y por lo tanto, pequeñas y medianas cargas podrán manejarse mediante cimientos del tipo superficial y cargas mayores, empleando cimientos semi-profundos de alta resistencia.
- En el caso de edificaciones que contemplen sub-niveles para sótanos o semi-sótanos, se encuentran restricciones debidas a la presencia de aguas subterráneas a niveles superficiales. Este aspecto podrá manejarse puntualmente en desarrollo del estudio de suelos definitivo.
- Según los resultados obtenidos en la presente Investigación, el análisis y diseño estructural, debe considerar los siguientes requerimientos sísmicos : (NSR-10):
 - Perfil del suelo = C, suelos muy densos o roca blanda.
 - Coefficiente de Importancia (I) = 1.0, obtenido por el grupo de uso.
 - Coefficiente de aceleración = 0.30
 - Coefficiente de velocidad pico esperada (Aa) = 0.25
 - Capacidad de disipación de energía (R0) = Especial
- El manejo de la escorrentía requiere de un diseño de drenajes superficiales altamente eficiente, adelantado por un ingeniero experimentado. Debido a la topografía predominantemente llana del lote, los desalojos deberán orientarse hacia los cauces de las acequias (tomas), previamente canalizadas. El planteamiento preliminar del diseño de drenajes superficiales, debe ser

considerado debe ser considerados por el ingeniero de suelos que ejecute el estudio definitivo, en el ánimo de orientar la funcionalidad del mismo.

En cuanto a cargas y luces estructurales, se recomienda:

- Manejar luces estructurales entre los 3.0 y 10.0 metros, según los requerimientos arquitectónicos específicos de cada edificación.
- Por razones sísmicas, deberán evitarse los pórticos estructurales de solo dos columnas. Dichos pórticos contarán con al menos tres columnas.
- Deberán evitarse los cambios del sistema estructural en el sentido vertical.
- Evitar cambios en las alturas de las columnas.
- Podrán manejarse sin dificultades insalvables, cargas máximas en cimentación hasta de 600 toneladas.
- Deben evitarse las “columnas cortas”, o columnas de baja altura producto de restricciones estructurales o simplemente por razones de acabados.
- Procurar que las diferentes estructuras tengan su centro de rigidez próximo al centro de masas, evitando así excentricidades y por lo tanto, movimientos de torsión indeseables.
- El análisis sísmico deberá considerar el efecto confinante de la mampostería. Condiciones de alta flexibilidad en las estructuras, podrán dar lugar a daños generalizados como consecuencia de un evento sísmico.
- No conviene ubicar en áreas adyacentes, estructuras de respuestas dinámicas diferentes, tal como diferentes alturas y diferentes masas. En estos casos convendrá el prever una junta ampliamente abierta, de tal manera que pueda absorber la oscilación de la estructura más flexible.

Respecto a las excavaciones:

- Excavaciones con una altura máxima de cinco (5) metros, son admisibles sin mayores dificultades constructivas.

- Excavaciones que requieran taludes de carácter permanente, tendrán una inclinación no mayor a 1.5H:1.0V
- Taludes de tipo transitorio, se manejarán con una inclinación 0.25:1.0V.

Respecto a asentamientos:

- Asentamientos resultantes de un apropiado manejo de los parámetros geotécnicos, podrán mantenerse en un promedio de 0.02 metros, admisibles aún para estructuras de baja altura.
- Podrán tolerarse asentamientos máximos de 0.05 metros.

Las unidades de construcción se clasifican en baja, media, alta y especial, según el número total de niveles y las cargas máximas de servicio. Para las cargas máximas se aplicará la combinación de carga muerta más carga viva debida al uso y ocupación de la edificación y para la definición de número de niveles se incluirán todos los pisos del proyecto, sótanos, terrazas y pisos técnicos. Ver tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de las Unidades de Construcción.

**Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías**

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Fuente: NSR-10 Título A.

La estructura de la edificación y todas sus partes deben diseñarse para que los materiales utilizados en la construcción de los elementos y sus conexiones puedan

soportar con seguridad todas las cargas contempladas; en funcionalidad debe tener la suficiente rigidez para las deflexiones verticales de los elementos, la deriva ante sismo, viento y vibraciones.

La estación meteorológica Camilo Daza muestra algunos datos de interés que pueden complementar el análisis de estudio de la zona y sus componentes endógenos. La tabla 3 reporta datos históricos desde el año 2006 a la fecha, donde, el símbolo (-) indica que no se ha realizado la medida, esto sucede si no hay los suficientes datos para computarla y los valores 0 (cero) puede indicar que no se ha realizado esa medición y/o la estación meteorológica no la difundió.

Tabla 5. Datos Históricos Meteorológicos.

ESTACION METEOROLOGICA CAMILO DAZA											
Año	T	TM	Tm	PP	V	RA	SN	TS	FG	TN	GR
2006	28	32	23	-	12	73	0	81	41	0	0
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	28	31.4	23.5	-	8.7	76	0	51	90	0	0
2010	28.5	32.8	23.3	-	8.6	94	0	95	122	0	0
2011	27.1	31.6	22.5	-	8.7	136	0	87	160	0	0
2012	27.6	32.6	22.9	-	11.4	113	0	84	190	0	0
2013	28	32.7	23.3	-	13.1	104	0	71	148	0	0
2014	28.2	33	23.3	-	15.3	78	0	58	87	0	0
2015	28.6	33.4	23.9	438.16	17.6	105	0	50	113	0	0
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Interpretación valores climáticos medios anuales	
T	Temperatura media anual
TM	Temperatura máxima media anual
Tm	Temperatura mínima media anual
PP	Precipitación total anual de lluvia y/o nieve derretida (mm)
V	Velocidad media anual del viento (Km/h)
RA	Total días con lluvia durante el año
SN	Total días que nevó durante el año
TS	Total días con tormenta durante el año
FG	Total días con niebla durante el año
TN	Total días con tornados o nubes de embudo durante el año
GR	Total días con granizo durante el año

Fuente: DAZA Camilo. Clima en Cucuta Históricos desde 1964 hasta 2016 [en línea] [citado 26 de 2016]. Disponible en: http://www.tutiempo.net/clima/Cucuta_Camilo_Daza/800970.htm

Las cargas son fuerzas u otras solicitaciones que actúan sobre el sistema estructural y provienen del peso de todos los elementos permanentes en la construcción, los ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, asentamientos diferenciales y restricción de cambios dimensionales.

La carga muerta son todos los elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación. La tabla 6, muestra la densidad según el material.

Tabla 6. Masas de los Materiales.

<i>Material</i>	<i>Densidad (kg/m³)</i>	<i>Material</i>	<i>Densidad (kg/m³)</i>
Acero	7 800	Mortero de inyección para mampostería	2 250
Agua		Mortero de pega para mampostería	2 100
Dulce	1 000	Piedra	
Marina	1 030	Caliza, mármol, cuarzo	2 700
Aluminio	2 700	Basalto, granito, gneis	2 850
Arena		Arenisca	2 200
Limpia y seca	1 440	Pizarra	2 600
Seca de río	1 700	Plomo	11 400
Baldosa cerámica	2 400	Productos bituminosos	
Bronce	8 850	Asfalto y alquitrán	1 300
Cal		Gasolina	700
Hidratada suelta	500	Grafito	2 160
Hidratada compacta	730	Parafina	900
Carbón, apilado	800	Petróleo	850
Carbón vegetal	200	Relleno de ceniza	920
Cemento pórtland, a granel	1 440	Tableros de madera aglutinada	750
Cobre	9 000	Terracota	
Concreto simple	2 300	Poros saturados	1 950
Concreto reforzado	2 400	Poros no saturados	1 150
Corcho, comprimido	250	Tierra	
Estaño	7 360	Arcilla húmeda	1 750
Grava seca	1 660	Arcilla seca	1 100
Hielo	920	Arcilla y grava seca	1 600
Hierro		Arena y grava húmeda	1 900
Fundido	7 200	Arena y grava seca apisonada	1 750
Forjado	7 700	Arena y grava seca suelta	1 600
Latón	8 430	Limo húmedo consolidado	1 550
Madera laminada	600	Limo húmedo suelto	1 250
Madera seca	450-750	Vidrio	2 600
Mampostería de concreto	2 150	Yeso en tableros para muros	800
Mampostería de ladrillo macizo	1 850	Yeso suelto	1 150
Mampostería de piedra	2 200	Zinc en láminas enrolladas	7 200

Fuente: NSR-10 Título B.

Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales tales como viento y sismo. En las tabla 7 y 8 algunas cargas mínimas.

Tabla 7. Cargas Vivas Mínimas Uniformemente Distribuidas.

Ocupación o uso		Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
<i>Reunión</i>	Balcones	5.0	500
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Silletería fija (fijada al piso)	3.0	300
	Gimnasios	5.0	500
	Vestíbulos	5.0	500
	Silletería móvil	5.0	500
	Áreas recreativas	5.0	500
	Plataformas	5.0	500
	Escenarios	7.5	750
<i>Oficinas</i>	Corredores y escaleras	3.0	300
	Oficinas	2.0	200
	Restaurantes	5.0	500
<i>Educativos</i>	Salones de clase	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Bibliotecas		
	Salones de lectura	2.0	200
	Estanterías	7.0	700
<i>Fábricas</i>	Industrias livianas	5.0	500
	Industrias pesadas	10.0	1000
<i>Institucional</i>	Cuartos de cirugía, laboratorios	4.0	400
	Cuartos privados	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
<i>Comercio</i>	Minorista	5.0	500
	Mayorista	6.0	600
<i>Residencial</i>	Balcones	5.0	500
	Cuartos privados y sus corredores	1.8	180
	Escaleras	3.0	300
<i>Almacenamiento</i>	Liviano	6.0	600
	Pesado	12.0	1200
<i>Garajes</i>	Garajes para automóviles de pasajeros	2.5	250
	Garajes para vehículos de carga de hasta 2.000 kg de capacidad.	5.0	500
<i>Coliseos y Estadios</i>	Graderías	5.0	500
	Escaleras	5.0	500

Fuente: NSR-10 Título B.

Tabla 8. Cargas Vivas Mínimas En Cubiertas.

Tipo de cubierta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones	5.00	500
Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.35	35
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50	50

Nota-1 — La carga viva de la cubierta no debe ser menor que el máximo valor de las cargas vivas usadas en el resto de la edificación, y cuando esta tenga uso mixto, tal carga debe ser la mayor de las cargas vivas correspondientes a los diferentes usos.

Fuente: NSR-10 Título B.

5.1 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

Se puede entender para efectos de este trabajo, que un sistema de construcción tradicional está constituido por muros en mampostería: ladrillos, bloques, piedra y hormigón; instalaciones hidrosanitarias y eléctricas; y cubierta de tejas cerámicas o metálicas. Es una estructura de elementos diseñados para soportar cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales. La producción se realiza con equipos simples (herramientas de mano) y mano de obra simple. Se considera construcción húmeda, por el hecho, que obliga a realizar actividades en marcha y contramarcha, que puede ralentizar algunos procesos. Lo anterior, se puede ejemplificar cuando se construye una pared y luego se rompe para pasar los ductos hidráulicos o eléctricos.

El interés específico se enfoca en el tipo de construcción pórticos en acero, siendo un conjunto de vigas, columnas y, en algunos casos, diagonales todos ellos interconectados entre sí por medio de conexiones o nudos que pueden ser, o no, capaces de transmitir momentos flectores de un elemento a otro.

Siguiendo el procedimiento de diseño y construcción dado por el reglamento, se proyecta el diseño arquitectónico para el sistema tradicional, aclarando que el propósito de este diseño, también abarca las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas, que no serán tenidas en cuenta en el presente estudio, porque, no se consideran un criterio determinante en el análisis de los sistemas de construcción; es decir, todas las instalaciones de los elementos no estructurales, independiente de la elección del sistema de construcción, es obligatorio realizarlas.

Los acabados y elementos arquitectónicos y decorativos deben clasificarse por un grado de desempeño mínimo, según el grupo de uso que enmarca el proyecto. En la tabla 9, teniendo en cuenta el grupo de uso I, dicho anteriormente en el entorno tecnológico, se determina un grado de desempeño bajo.

Tabla 9. Grado de Desempeño Mínimo.

Grupo de Uso	Grado de desempeño
IV	Superior
III	Superior
II	Bueno
I	Bajo

Fuente: NSR-10 Título A.

5.1.1 Diseño arquitectónico. Se contempla en el diseño arquitectónico un semisótano como parqueadero con capacidad máxima de 3 vehículos, que comunica únicamente a la casa; plantas 1 y 2 divididas en partes iguales; terraza y cubierta. La planta del primer piso, ubica en el costado oriental un apartamento con área de lote de 108 m² y área construida aproximada de 100 m²; cuenta con un parqueadero privado para carro; tres habitaciones, principal con baño privado; baño adicional; acceso independiente; sala, comedor y cocina.

Planta del segundo piso, ubica en el costado oriental, un apartamento con la misma configuración de área construida del primer apartamento, y acceso independiente con espacio para parqueo de moto. Los apartamentos tienen acabados en piso de cerámica, pañete, estuco, puerta, closet y cocinas.

En lote disponible en el costado occidental, se pretende construir una casa de dos pisos con terraza y acceso al sótano. El área de lote es 108m², se configuran en la primera planta los espacios para sala, comedor, baño y cocina integrados, balcón que intercomunica la sala con la calle, escalones y áreas verdes en la entrada principal, y escaleras continuas hasta la terraza.

El segundo piso se diseña la habitación principal con baño y vestier, estudio, habitación adicional con baño, y claraboya hacia el primer piso que continúa hasta la terraza. El objetivo de la claraboya es ventilar naturalmente la estructura y permitir el paso de luz. Toda la descripción anteriormente dicha, puede ilustrarse mejor en la figura 5 que detallan los planos arquitectónicos de las plantas.

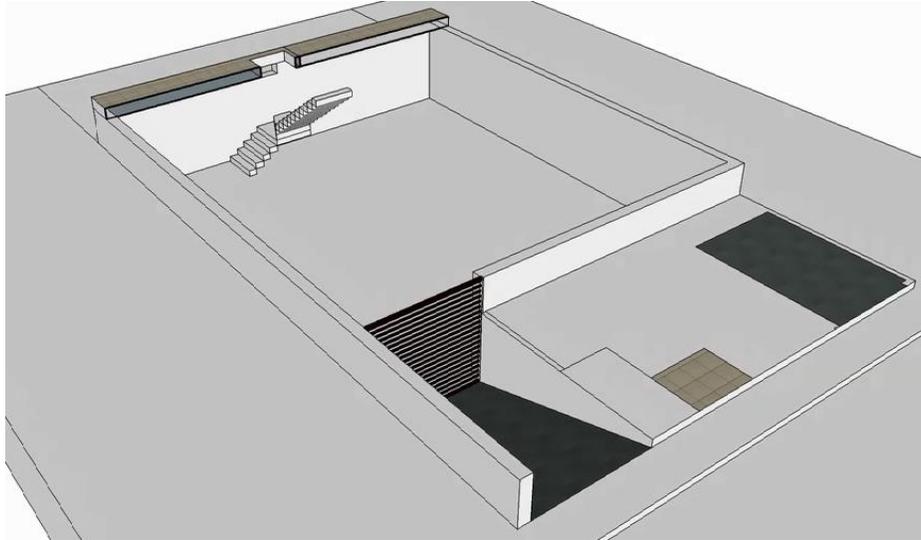
Figura 5. Planos Arquitectónicos Plantas.



Fuente: Propia.

Todo el diseño sigue la reglamentación urbana y según los parámetros por grupos de ocupación y calidad de los materiales y acabados. En las figuras 6 y 7, se muestra el sótano y la fachada, donde puede observarse la entrada de los vehículos para cada unidad familiar y sus accesos independientes.

Figura 6. Sótano



Fuente: Propia

Figura 7. Fachada Tradicional.



Fuente: Propia.

5.1.2 Diseño estructural. Debe contener las especificaciones de los materiales de construcción, tamaño y localización de todos los elementos estructurales, así como sus dimensiones y refuerzo, y toda la información adicional que sea relevante para la construcción.

Como se sigue el procedimiento de diseño estructural de la norma sismo resistente, en este punto se define el sistema estructural, dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente las diferentes sollicitaciones tales como: la masa de la estructura, las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos, y las fuerzas de viento.

Para efectos del diseño sísmico de la estructura, se consulta en la NSR-10, obteniendo zona de amenaza sísmica alta para la ciudad de Cúcuta, confirmado a su vez, por el estudio de suelos. Así, se puede determinar la capacidad de disipación de la energía requerida según tabla 10.

Tabla 10. Capacidad de Disipación de la Energía.

CAPACIDAD DE DISIPACION ENERGIA	ZONA DE AMENAZA SISMICA		
	BAJA	INTERMEDIA	ALTA
MINIMA DMI	✓	no	no
MODERADA DMO	✓	✓	no
ESPECIAL DES	✓	✓	✓

Fuente: EAC 2011, Encuentro internacional de acero en Colombia, Disponible en internet:<http://www.andi.com.co/cf/Documents/Documentos%20de%20Interes/Implicaciones%20econ%C3%B3micas%20del%20reglamento%20NSR%2010%20en%20el%20dise%C3%B1o%20s%C3%ADsmico%20de%20edificaciones%20de%20acero.pdf>

Como se ha expresado anteriormente, el interés es el sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales. Para edificaciones clasificadas como regulares en altura, existen límites de altura para este sistema estructural, medida en metros a partir de la base o número de pisos de la misma.

De la tabla 11, se determina pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de la energía (DES), tipo mixto, permitido en zonas de amenaza sísmica alta, sin límite de altura, coeficiente de capacidad de disipación de energía básico $R_0=7$ y coeficiente de sobrerresistencia $\Omega_0=3$.

Tabla 11. Sistema Estructural De Pórticos Resistente A Momentos.

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				Alta		Intermedia		baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)									
a. De concreto (DES)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DES)	el mismo	7.0 (Nota-3)	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
d. De acero con cerchas dúctiles (DES)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	6.0	3.0	si	30 m	si	45 m	si	sin límite
2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)									
a. De concreto (DMO)	el mismo	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DMO)	el mismo	5.0 (Nota-3)	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos con conexiones rígidas (DMO)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite

3. Pórticos resistentes a momentos con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)								
a. De concreto (DMI)	el mismo	2.5	3.0	no se permite	no se permite	si	Sin límite	
b. De acero (DMI)	el mismo	3.0	2.5	no se permite	no se permite	si	Sin límite	
c. Mixtos con conexiones totalmente restringidas a momento (DMI)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	3.0	3.0	no se permite	no se permite	si	Sin límite	
d. Mixtos con conexiones parcialmente restringidas a momento	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	6.0	3.0	no se permite	si	30 m	si	50 m
e. De acero con cerchas no dúctiles	el mismo	1.5	1.5	no se permite (nota 5)	no se permite (nota 5)	si	12 m	
f. De acero con perfiles de lámina doblada en frío y perfiles tubulares estructurales PTE que no cumplen los requisitos de F.2.2.4 para perfiles no esbeltos (nota 6)	el mismo	1.5	1.5	no se permite (nota 5)	no se permite (nota 5)	si	Sin límite	
g. Otras estructuras de celosía tales como vigas y cerchas	No se pueden usar como parte del sistema de resistencia sísmica, a no ser que tengan conexiones rígidas a columnas, en cuyo caso serán tratadas como pórticos de celosía							
4. Pórticos losa-columna (incluye reticular celulado)								
a. De concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	2.5	3.0	no se permite	si	15 m	si	21 m
b. De concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)	el mismo	1.5	3.0	no se permite	no se permite	si	15 m	

5. Estructuras de péndulo invertido									
a. Pórticos de acero resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	2.5 (Nota-3)	2.0	si	Sin límite	si	sin límite	si	Sin límite
b. Pórticos de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	2.5	2.0	si	Sin límite	si	sin límite	si	Sin límite
c. Pórticos de acero resistentes a momento con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	1.5 (Nota-3)	2.0	no se permite		si	sin límite	Si	sin límite

Notas:

1. El sistema de pórtico es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y las fuerzas horizontales.
2. Para edificaciones clasificadas como irregulares el valor de R_0 debe multiplicarse por ϕ_a , ϕ_p y ϕ_r , para obtener $R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$ (Véase A.3.3.3).
3. Cuando se trate de estructuras de acero donde las uniones del sistema de resistencia sísmica son soldadas en obra, el valor de R_0 debe multiplicarse por 0.90.
4. El valor de Ω_0 puede reducirse restándole 0.5 en estructuras con diafragma flexible, pero no debe ser menos de 2.0 para cualquier estructura.
5. Se permite hasta una altura de 12m en edificios de un piso (naves industriales o similares) que no sean del grupo de Uso IV.
6. Los perfiles de lámina doblada y los perfiles tubulares estructurales que cumplen con los requisitos de F.2.2.4 para miembros no esbeltos que se diseñen con conexiones dúctiles calificadas de acuerdo a F.3.1.8 se podrán diseñar como pórticos resistentes a momentos convencionales.

Fuente: NSR-10 Título A.

Teniendo en cuenta la nota 2 y 4 de la tabla 11, se emplea para el análisis, el método de la fuerza horizontal equivalente para edificaciones irregulares que no tengan más de 6 niveles ni más de 18m de altura medidos desde su base.

5.1.2.1 Método de la fuerza horizontal equivalente: Los cálculos a continuación son basados en la norma sismo resistente y estimaciones sugeridas por profesionales en materia de construcción. Inicialmente debe determinarse el periodo (T) de la edificación, para edificaciones de 12 pisos o menos, con alturas de piso, no mayores a 3m, cuyo sistema estructural de resistencia sísmica está compuesto por pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado o acero estructural, el periodo de vibración aproximado es:

$T = 0,1N$ donde N es el número de pisos.

Entonces $T = 0,4$

Seguidamente se determina la forma del espectro elástico de aceleraciones, expresada como fracción de la gravedad (S_a)

$$S_a = \frac{1,2 * A_v * F_v * I}{T}$$

Dónde: $A_v = 0,25$ coeficiente de la velocidad horizontal efectiva, determinado por el estudio de suelos.

$F_v = 1,5$ coeficiente de amplificación que afecta la aceleración, según tabla A.2.4-4 de la NSR-10.

$I = 1,0$ coeficiente de importancia, determinado en el estudio de suelos.

Aplicando la fórmula, se tiene que $S_a = 1,125$ Hz.

Para calcular el cortante sísmico, es necesario estimar la masa total de la edificación, que debe ser igual a la masa del peso propio de la estructura más la masa de aquellos elementos tales como muros divisorios y particiones, y equipos permanentes.

Teniendo en cuenta el diseño arquitectónico, donde están definidas las áreas, se aproximan los siguientes volúmenes para el cálculo de las cargas muertas. Todas las densidades fueron tomadas de la tabla 6.

Se tiene $masa (m) = densidad(d) * volumen (V)$

- masa concreto reforzado,
Densidad $d = 2.400 \text{ kg/m}^3$
Se estima el volumen para el sótano, columnas, vigas y lozas en $V = 1.000 \text{ m}^3$
Entonces, se tiene $m_{cr} = 2.400.000 \text{ kg}$.
- masa mampostería de ladrillo macizo
Densidad $d = 1.850 \text{ kg/m}^3$
Se estima un volumen $V = 250 \text{ m}^3$
Entonces, se tiene $m_{ml} = 462.500 \text{ kg}$.
- masa mortero de pega para mampostería
Densidad $d = 2.100 \text{ kg/m}^3$
Se estima un volumen $V = 250 \text{ m}^3$
Entonces, se tiene $m_{mp} = 525.000 \text{ kg}$.
- masa baldosa cerámica
Densidad $d = 2.400 \text{ kg/m}^3$
Se estima un volumen $V = 500 \text{ m}^3$
Entonces, se tiene $m_{bc} = 1.200.000 \text{ kg}$.
- masa madera laminada
Densidad $d = 600 \text{ kg/m}^3$
Se estima un volumen $V = 50 \text{ m}^3$
Entonces, se tiene $m_{bc} = 30.000 \text{ kg}$.

- masa de elementos no estructurales, en la tabla 7 valores mínimos para residenciales fachada y particiones se obtiene 300kg/m^2

Se estima $A = 468\text{m}^2$

Entonces, se tiene $m_{ee} = 140.000\text{kg}$.

- masa de equipos

Se estima para equipos de aire acondicionado, motobombas y tanques de agua. $masa_e = 8.500\text{kg}$.

Nótese que no se estima la masa del acero, por sugerencia del ingeniero estructural y simulaciones del modelo pórticos en acero, la selección del perfil supone unas dimensiones muy grandes, que en algún caso, comercialmente dificulta su consecución y mayores costos. Lo anterior, supone que el modelo tradicional cambia a pórticos en concreto, se mantienen las demás condiciones y características.

Para las cargas vivas uniformemente distribuidas se determina de la tabla 8 cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones 500kg/m^2 , con un área de 180m^2 .

Se tiene masa de cargas vivas $m_{cv} = 90.000\text{kg}$.

Entonces masa total

$M_T = 4.856.000\text{kg}$.

Se puede obtener el cortante sísmico,

$V_s = S_a * g * M_T$ siendo $g = 9,8\text{m/sg}$

$V_s = 53.537,4\text{kN}$ Estimación como caso estático.

Por último, se obtiene la fuerza sísmica horizontal F_x .

$F_x = C_{vx} * V_s$

Siendo
$$C_{vx} = \frac{m_x * h_x}{\sum_{i=1}^4 (m_i * h_i^k)}$$

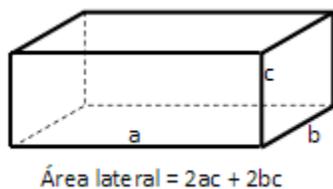
K=1 para periodos menores de 0,5sg.

Se tiene $Cvx = 0,4$ y $Fx = 21.415KN$.

Para realizar el análisis estructural, es necesario calcular las fuerzas del viento, el título B de la NSR-10 indica la carga de viento de diseño mínima, expresada como la multiplicación de $0,40 \text{ kN/m}^2$ por el área de la edificación o estructura proyectada a un plano vertical normal a la dirección de viento en estudio.

$$P_{neta} = \sum_1^4 A * 0,4 \text{ kN/m}$$

Considerando que la edificación en tres dimensiones corresponde a un ortoedro, con laterales de



$$a = 12m$$

$$b = 18m$$

$$c = 10m$$

$$P_{neta} = 192 \text{ kN}$$

De la figura B.6.4-1 del título B, se determina la velocidad del viento para Norte de Santander, $17m/s$ ($60Km/h$), confirmándose los datos obtenidos de la estación meteorológica Camilo Daza.

Se continúa con el predimensionamiento de elementos estructurales, donde de manera general, el ingeniero estructural recomienda lo siguiente:

- Para losa maciza:



$$H = L / 40 \text{ mínimo}$$

$$H = H_{aligerado} - 5cm \text{ máximo}$$

Siendo H el espesor de la loza.

- Vigas



$$h = L / 10$$
$$b = h / 2$$

h

- Columnas

Tabla 12. Dimensionamiento Columnas.

American concrete institute ACI	
Columna centrada	$A_{col} = P_{servicio} / 0,45 F'_c$
Columna excéntrica o esquinada	$A_{col} = P_{servicio} / 0,35 F'_c$

Fuente: Propia.

Donde

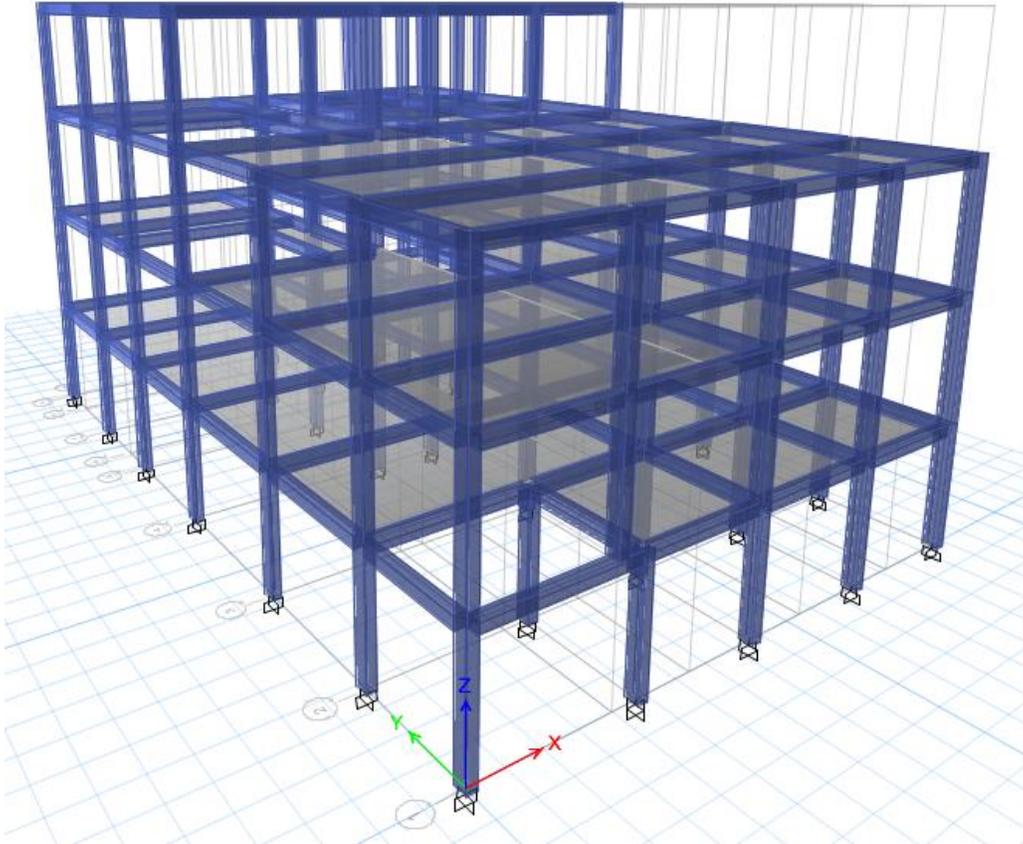
$P_{servicio}$: Carga de servicio en el área tributaria.

F'_c : Resistencia especificada a la compresión del concreto.

5.1.2.2 Simulación del modelo. Ahora, se realiza el análisis integrado de toda la información anteriormente obtenida para el diseño estructural, por recomendación del profesional en la materia se utiliza el programa ETABS 2015, tomando los dibujos en Autocad producidos por el diseño arquitectónico y modelando cada objeto estructural en 3D.

En la figura 8, se puede observar una estructura que obedece al sistema pórticos en concreto, cuatro niveles, el primero un sótano y ultimo una terraza.

Figura 8. Diseño Estructural Tradicional.



Fuente: Propia.

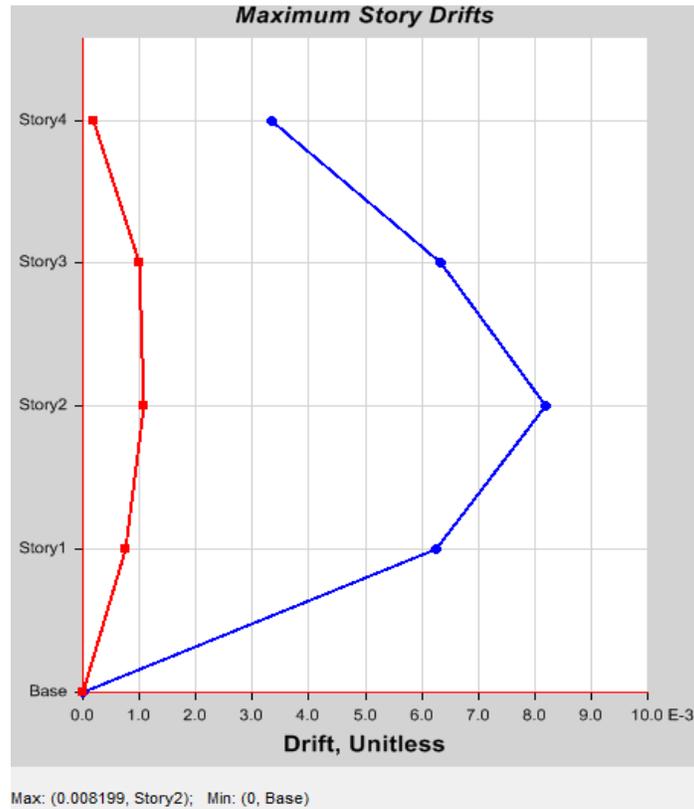
Al simularse el comportamiento respecto del sismo en el eje X, el programa muestra las derivas, entendiéndose por deriva, el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación.

Es necesario controlarla, dado que se asocia, con los siguientes efectos:

- Deformación inelástica de elementos estructurales y no estructurales.
- Estabilidad global de la estructura.

La figura 9, muestra la deriva máxima de 0,008199m para el modelo tradicional, con una altura por piso de 2,65m, cumpliendo con lo permitido en el reglamento, según tabla 11.

Figura 9. Máxima Deriva Tradicional.



Fuente: Propia.

Tabla 13. Máximas Derivas.

Derivas máximas como porcentaje de h_{pi}

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1.0% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.010 h_{pi} \right)$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	0.5% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.005 h_{pi} \right)$

Fuente: NSR-10, tabla A.6.4-1

En el informe de detalle que arroja el programa Etabs, se obtiene un resumen de las masas por piso para el sistema de construcción tradicional, mostrado en la tabla 14.

Tabla 14. Resumen De Masas Tradicional.

Story	UX ton	UY ton	UZ ton
Story4	14.3073	14.3073	0
Story3	28.6628	28.6628	0
Story2	30.7914	30.7914	0
Story1	30.8838	30.8838	0
Base	6.5527	6.5527	0

Fuente: Propia.

5.2 SISTEMA PREFABRICADO.

El sistema de construcción prefabricada en contenedores marítimos, tratándose como una alternativa de construcción para obtener mayor aprovechamiento de materiales y rendimiento en los tiempos de ejecución. Esta alternativa, también abarca soluciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, que no están contempladas en el horizonte del presente proyecto.

Esta forma de construcción incluye ventajas ecológicas al ser contenedores reciclables y reutilizables, dado que en la etapa de construcción las partes cortadas pueden incluirse en otro lugar de la edificación ya sea para mayor resistencia o diseño arquitectónico. Otorga economía por la rapidez constructiva y de fácil adaptación a las necesidades de sus ocupantes, adicionalmente se integra con materiales como madera y ladrillo armónicamente, esto dependiendo del acabado final deseado. Son antisísmicas, agradables, seguras y portátiles

El montaje y ensamblaje, a la manera de gigantes piezas de lego, precisan de una adecuación mínima para ser habitables: aislamiento, climatización; apertura de ventanas; instalación de ventanas; instalación de una fachada, etc¹⁵

Existen varios tipos de contenedores, los más extendidos a nivel mundial son los equipos de 20 y 40 pies. Las dimensiones de los contenedores están reguladas por la norma ISO 6346¹⁶.

En la tabla 15, se muestran algunos tipos y sus medidas. Específicamente el interés de este proyecto es en el tipo SD, standard dry o “estándar” carga seca (común).

Tabla 15. Tipos y Medidas de Contenedores.

Abreviatura	Tipo	Traducción
SD	Standard dry	“Estándar” carga seca (común)
RF	Reefer	Frigorífico
OT	Open top	Techo abierto / de lona
FR	Flat reck	Base con parantes
HC/JB	High cube/jumbo	9’6’’ de altura
TK	Tank	Tanque
PL	Plataform	Plataforma
HD	Hevy duty	Servicio pesado 7 reforzado

Dimensiones y medidas estándar container

Exterior Lx Wx H (pies)	Interiores en cm. L x W x H (cm.)	Abertura puerta W x H (cm.)	Volumen		Peso aprox. permitido En kg.
			Pies Cub.	Metro Cub.	
20’x 8’x 8’6’’ pre-1985	586 x 233 x 235	226 x 226 cm	1.135	32.1 m ³	18.000 kg.
20’x 8’x 8’6’’ “reforzado” / pos-1985	586 x 233 x 235	226 x 226 cm	1.135	32.1 m ³	21.700 kg.
40’x 8’x 8’6’’	1200 x 233 x 235	228 x 226 cm	2.318	65.7 m ³	26.800 kg.
40’x 8’x 8’6’’	1200 x 233 x 265	228 x 256 cm	2.628	74.4 m ³	26.600 kg.

L: Largo interno / W: Ancho interno / H: Altura interna

Fuente: pacto andino.

¹⁵MOLINA, MARAGAÑO. Carolina. Innovación en el diseño de viviendas modulares mediante el uso de containers.

5.2.1 Diseño arquitectónico. Los espacios fueron definidos en el modelo anterior según lo requerido por el inversor, pero para este diseño, se configuran de manera distinta, creando áreas sensiblemente más amplias.

Se acomodaron en el primer piso, dos contenedores de 40 pies, empalmados para el apartamento 1. Para el área de la casa, en el costado occidental, se ubica un contenedor de 40 pies, que delimita junto con la pared del contenedor del apartamento el ancho de la casa, siendo más amplio que en el modelo anterior. Se utilizaron las puertas de un contenedor para el acceso principal de la casa. El sótano es el mismo para los dos sistemas de construcción. Ver figura 10.

En la figura 11, puede notarse que los espacios no definidos por el contenedor, se configuran con el sistema de muros de carga, según recomendación del ingeniero estructural.

Figura 10. Solido Primera Planta.



Fuente: Propia.

Figura 11. Solido Primera Planta Contenedores.



Fuente: Propia.

En el segundo piso se instala dos contenedores de 40 pies, de la misma manera y sobre los que están en primera planta, completando el segundo apartamento. Para el área de la casa, se ubica de forma transversal y saliente en la fachada un contenedor de 20 pies, soportado en parte por el contenedor de planta baja y un perfil de acero. Adicionalmente se une otro contenedor de 40 pies, que descansa casi en su totalidad en el contenedor de planta baja y configura las habitaciones. La figura 12 muestra los acabados y distribución de los contenedores en cada sección del edificio.

Figura 12. Fachada Contenedores.



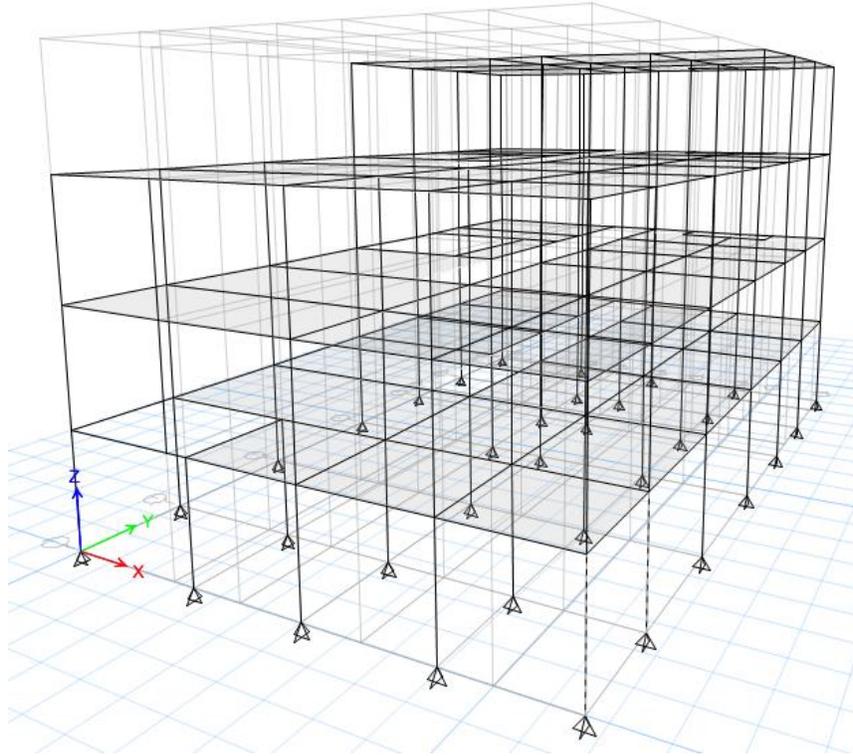
En los anexos A, B y C, se encuentran los planos arquitectónicos de primera y segunda planta, y terraza.

5.2.2 Diseño estructural. Para calcular el cortante sísmico y la fuerza sísmica, se siguió el mismo procedimiento descrito para el sistema tradicional, estimando la masa total de la edificación con los contenedores, considerando cubiertas, muros divisorios y particiones en dry-wall, zonas húmedas en super board con cubrimiento cerámico, y equipos permanentes, los mismos del modelo anterior. Se mantendrán los pisos de madera del contenedor, eventualmente con algún tipo de pulimento.

Para esta simulación, el esquema estructural se asimila igual que para el tradicional, es decir los apoyos se consideran iguales, solo que el material cambia a perfiles de acero en lozas, columnas y vigas. Se aclara que el sótano se

mantiene para los dos modelos. Se asume una correcta unión por soldadura o pernos de los elementos estructurales.

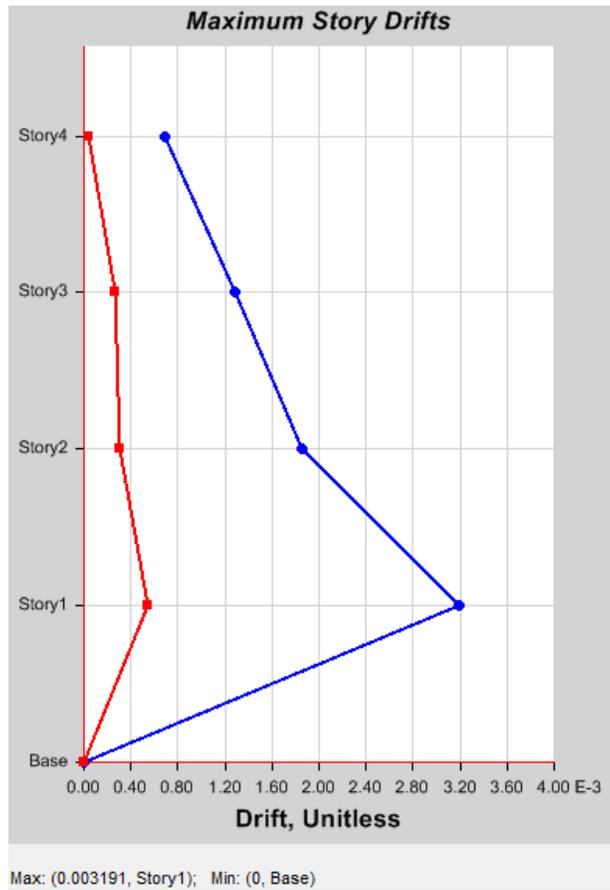
Figura 13. Diseño Estructural Contenedores.



Fuente: Propia.

En la figura 14, se muestra el comportamiento de la estructura en una simulación de un sismo en el eje X, notando una máxima deriva de 0,003191m, cumpliendo con la exigencia del reglamento.

Figura 14. Máxima Deriva Prefabricado.



Fuente: Propia.

En el informe de detalle que arroja el programa Etabs, se obtiene un resumen de las masas por piso para el sistema de construcción prefabricado con contenedores, mostrado en la figura 15.

Figura 15. Resumen de Masas Contenedores.

Story	UX ton	UY ton	UZ ton
Story4	11.6047	11.6047	0
Story3	23.486	23.486	0
Story2	25.7832	25.7832	0
Story1	25.2953	25.2953	0
Base	5.5167	5.5167	0

Fuente: Propia.

Es necesario considerar para este modelo un impermeabilizante para la cubierta y aislante acústico y térmico, se selecciona los productos FiberGlass, porque comercializa soluciones sostenibles garantizando que las edificaciones sean energéticamente eficientes, confortables, saludables y seguras. Respecto al comportamiento del manto Flextron Pro, puede soportar movimientos o esfuerzos, elongación y punzonamiento¹⁷.

5.2.3 Diseño de montaje mecánico. Debe contemplar el abastecimiento de insumos, reconocimiento de los imprevistos más probables y consecuentemente de previsiones y provisiones para disminuir sus efectos. Es conveniente cuantificar la capacidad de recuperación respecto de contingencias climáticas, en máquinas, personas y abastecimiento. Así mismo, de manera general, se deben listar las actividades a realizar, asignar los recursos humanos y técnicos a cada actividad, y programar el consumo de insumos y proyección de flujo de caja¹⁸.

Considerando el entorno físico para la instalación de la estructura, la zona residencial con edificaciones laterales con más de 30 años de construidas y las redes eléctricas a una altura aproximada de 5m., constituyen las principales restricciones para ejecución del proyecto.

Dada la naturaleza y envergadura de los contenedores es necesario contar con una grúa con la capacidad requerida, pero las restricciones ya evidenciadas, hacen casi un imposible o incrementan el espectro de riesgo de estas maniobras, centrándose en las vecindades. Por tal, se determina hacer los movimientos con montacargas de acuerdo a esta aplicación, que permita la elevación (hasta 3m).

¹⁷ FIBERGLASS Producto sostenible Colombia. [en línea] [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://fiberglasscolombia.com/construccion-sostenible/construccion-productos-sostenibles/>

¹⁸ TRADEMARK REGISTRATION. Montaje industrial. Topografía. Ingeniería Industrial. Industrialización. Análisis del Espacio Físico. Estructuras metálicas. [en línea Chile: [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://html.rincondelvago.com/montaje-industrial.html>

A continuación, se listan en la tabla 16 las actividades y secuencia para realizar el montaje:

Tabla 16. Actividades de Montaje.

Secuencia	Actividades	Descripción
1	Analizar espacio físico	Se deben identificar los accesos a la obra, disponibilidad de espacio y acopio de estructura.
2	Hacer topografía	Se procede hacer topografía del frente de trabajo.
3	Recepción y descarga	Recepción física en el terreno, inspección y aceptación de la guía.
4	Traslado al frente de trabajo	Los medios para materializar el traslado
5	Pre armado	Unir varios elementos de una misma estructura.
6	Montaje	Emplazar cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura.
7	Refuerzos	Se refiere a todo material que se usa para dar estabilidad
8	Alineamiento	Alinear en posición correcta.
9	Conexión	Colocar el sistema de sujeción final

Fuente: Propia.

A continuación en la tabla 17, se muestra un resumen de los aspectos técnicos comparados entre cada modelo del resultado del diseño estructural. Es posible notar que, el sistema tradicional es más pesado; y en contraparte muestra ligeramente mayor rigidez el modelo prefabricado.

Tabla 17. Comparativo.

RESUMEN DE ASPECTOS TECNICOS		
Aspecto tecnico	SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA PREFABRICADO
Coeficiente de disipacion de energia basico R_o	7	7
Coeficiente de sobrerresistencia	3	3
Deriva presentada (m)	0.008199	0.003191
Deriva maxima permitida (m)	0.0265	0.024
Coeficiente de velocidad A_v	0.25	0.25
Coeficiente de aceleracion	0.3	0.3
Coeficiente de importancia I	1	1
Masa total (Kn)	1090.5	899.07

Fuente: Propia.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. ESTUDIO FINANCIERO SISTEMA TRADICIONAL.

6.1.1 Presupuesto sistema tradicional. Se crea el presupuesto, tabla 18, basados en los costos de metro cuadrado de edificación, año 2015, emitido por Camacol Norte de Santander, anexo D, se obtienen los datos para vivienda multifamiliar estrato 3. Adicionalmente, también se encuentran los costos para cada tipo de licencia.

Tabla 18. Presupuesto Tradicional.

PRESUPUESTO TRADICIONAL				
COSTO DIRECTO				
UND	AREA TOTAL	VALOR M2	AREA CONST.	VR. PARCIAL
APARTAMENTO 1	108	471,560.00	102	48,099,120.00
APARTAMENTO 2	108	471,560.00	102	48,099,120.00
CASA	480	471,560.00	480	226,348,800.00
TOTAL COSTO DIRECTO				322,547,040.00
COSTO INDIRECTO				
ITEM	UND	CANT	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
LICENCIA DE CONSTRUCCION	AREA	696	51,484.00	35,832,864.00
PRELIMINARES	UND	1	1,000,000.00	1,000,000.00
EXCAVACION MECANICA	SEMANA	1	5,000,000.00	5,000,000.00
DEMOLICION	SEMANA	1	2,000,000.00	2,000,000.00
LICENCIA DEMOLICION	AREA	216	64,391.00	13,908,456.00
IMPRESIONES Y PAPELERIA	GL	1	500,000.00	500,000.00
VIGILANCIA + MANT + ADMON + SERV.	MES	6	1,500,000.00	9,000,000.00
ESTUDIOS Y DISEÑOS (ARQ-EST-HIDR-ELEC)	GL	1	25,000,000.00	25,000,000.00
TOTAL COSTO INDIRECTO				92,241,320.00
TERRENO				
UND	VR. TOTAL			
LOTE TOTAL	120,000,000.00			
TOTAL GASTOS PROYECTO				414,788,360.00

Fuente: Propia.

Los demás valores han sido cotizados telefónicamente, obteniendo un estimado de cada ítem. El tiempo de obra se ha estimado en 6 meses, según experiencia del constructor.

6.1.2 Evaluación financiera sistema tradicional. Se tiene en la tabla 19, una panorámica completa de las inversiones necesarias para poner en funcionamiento el proyecto, derivadas del presupuesto presentado anteriormente¹⁹.

Tabla 19. Entrada de Información Sistema Tradicional.

Ítem (cifras en millones de pesos)	Costo
Activos fijos (0)	\$ 535
Terrenos	\$ 120
Edificios	\$ 415
Maquinaria	\$ 0
Muebles	\$ 0
Capital trabajo inicial (0)	\$ 1.00
Caja inicial	\$ 1
Cartera	\$ 0
Inventarios	\$ 0
Diferidos	\$ 0
Total inversión inicial	\$ 536

Fuente: Propia.

En la siguiente tabla 20, se capturan otros datos adicionales utilizados para propósitos como crédito, tasa de interés, periodo de amortización, inflación y tasa de oportunidad del inversionista. La inflación fue tomada del informe del Banco de la República para marzo 2016²⁰. Tasa de crédito es aportada por una financiera

¹⁹ MIRANDA. Juan José. Gestión de proyectos. Cuarta edición. Lemoine editores. Colombia. 2012.

²⁰ BANCO DE LA REPUBLICA Colombia. 2016: [en línea] [Citado 6 de agosto de 2016]. Disponible en internet: <http://www.banrep.gov.co/es/politica-monetaria>

nacional interesada en apalancar proyectos de vivienda²¹. El crecimiento del sector es dado por el DANE en su encuesta nacional de calidad de vida 2015, mostrada en el capítulo del estudio de entorno social.

Tabla 20. Parámetros Iniciales Sistema Tradicional.

PARAMETROS INICIALES					
			CREDITO		
INFLACION	7.930%		Valor	415	
CRECIMIENTO SECTOR	1.000%		Tiempo	20	años
Tasa oportunidad inversionista	10%	EA	Tasa credito	13,5%	EA

Fuente: Propia.

Se asume la depreciación del edificio para un horizonte de 20 años. Se contemplan como gastos indirectos: el mantenimiento al inmueble estimado en el 10%; comisión de arrendadora 10%; seguros de construcción u hogar 1,5%; e impuesto predial. Todos estos rubros fueron afectados por la inflación cada año.

El flujo de caja representa las salidas y entradas de dinero al proyecto, permitiendo visualizar la rentabilidad del sistema tradicional. En la tabla 21, donde se puede notar que los primeros 5 años el flujo de caja es negativo; desde el 6 año se empieza a percibir pequeños flujos positivos hasta el año 12, donde se recupera la pérdida acumulada de los primeros años del proyecto. Finalmente, desde el año 13 al 20 se percibe rentabilidad.

²¹ Rankia [online]. Mejores créditos y préstamos de Colombia: [Citado 6 de agosto de 2016]. Disponible en internet: <http://www.rankia.co/blog/mejores-creditos-y-prestamos-colombia/3134883-mejores-creditos-hipotecarios-2016>

Tabla 21. Flujos de Caja Tradicional.

Estimacion de la Caja								
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Caja Inicial			\$ 1.00	\$ 1.00	(\$ 40.21)	(\$ 53.64)	(\$ 63.30)	(\$ 68.90)
Flujo de Caja Neto TOTAL (Incluye VR en 5)			\$ 0.00	(\$ 41.21)	(\$ 13.42)	(\$ 9.66)	(\$ 5.60)	(\$ 1.22)
CAJA FINAL			\$ 1.00	(\$ 40.21)	(\$ 53.64)	(\$ 63.30)	(\$ 68.90)	(\$ 70.12)
	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	
	(\$ 70.12)	(\$ 67.62)	(\$ 61.00)	(\$ 51.62)	(\$ 39.85)	(\$ 25.45)	(\$ 8.18)	
	\$ 2.51	\$ 6.61	\$ 9.39	\$ 11.77	\$ 14.40	\$ 17.27	\$ 20.42	
	(\$ 67.62)	(\$ 61.00)	(\$ 51.62)	(\$ 39.85)	(\$ 25.45)	(\$ 8.18)	\$ 12.24	
	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
	\$ 12.24	\$ 36.10	\$ 63.68	\$ 95.32	\$ 131.35	\$ 172.11	\$ 218.00	\$ 269.39
	\$ 23.85	\$ 27.59	\$ 31.64	\$ 36.03	\$ 40.77	\$ 45.88	\$ 51.39	\$ 57.31
	\$ 36.10	\$ 63.68	\$ 95.32	\$ 131.35	\$ 172.11	\$ 218.00	\$ 269.39	\$ 326.70

6.2. ESTUDIO FINANCIERO SISTEMA PREFABRICADO.

6.2.1 Presupuesto sistema prefabricado. Se crea el presupuesto, tabla 22, basados en los costos por contenedor limpio y nacionalizado, es decir, que ya está listo para habitar, aportados por la empresa E-containers, en el anexo E se muestra la guía para cotización formal del proyecto y sus medios de contacto. En el boletín técnico del índice de costos de la construcción de vivienda – ICCV de mayo de 2016 emitido por el DANE²², donde muestra el índice de costos de los materiales representado en un 33%, mano de obra 40% y maquinaria 25%. Con lo

²²DANE. Boletín Técnico. Índice de costos de la construcción de vivienda – ICCV mayo 2016. DANE. 2016.

anterior, y utilizando el anexo D, costos por metro cuadrado, se obtienen los cálculos para el presupuesto del sistema prefabricado.

Tabla 22. Presupuesto Prefabricado.

PRESUPUESTO PREFABRICADO									
Descripción	unidad	precio unitario	Apartamento 1		Apartamento 2		Casa		
COSTOS DIRECTOS									
Contenedor limpio 40 pies	1	\$ 12,864,400	2	\$ 25,728,800	2	\$ 25,728,800	2	\$ 25,728,800	
Contenedor limpio 20 pies	1	\$ 10,000,000					1	\$ 10,000,000	
Materiales	m2	\$ 155,615	62.4	\$ 9,710,376	62.4	\$ 9,710,376	280	\$ 43,572,200	
Mano de obra	m2	\$ 188,624	62.4	\$ 11,770,138	62.4	\$ 11,770,138	280	\$ 52,814,720	
Maquinaria y equipo	m2	\$ 117,890	62.4	\$ 7,356,336	62.4	\$ 7,356,336	280	\$ 33,009,200	
TOTAL 1				\$ 54,565,650	TOTAL 2		\$ 54,565,650	CASA	\$ 165,124,920

COSTO INDIRECTO					
ITEM	UND	CANT		VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
LICENCIA DE CONSTRUCCION	AREA	696		\$ 51,484	\$ 35,832,864
PRELIMINARES Y MONTAJE	UND	1		\$ 10,000,000	\$ 10,000,000
EXCAVACION MECANICA	SEMANA	1		\$ 5,000,000	\$ 5,000,000
DEMOLICION	SEMANA	1		\$ 2,000,000	\$ 2,000,000
LICENCIA DEMOLICION	AREA	216		\$ 64,391	\$ 13,908,456
IMPRESIONES Y PAPELERIA	GL	1		\$ 500,000	\$ 500,000
VIGILANCIA + MANT + ADMON + SERV.	MES	6		\$ 1,500,000	\$ 9,000,000
ESTUDIOS Y DISEÑOS (ARQ-EST-HIDR-ELEC)	GL	1		\$ 25,000,000	\$ 25,000,000
TOTAL COSTO INDIRECTO					101,241,320

TERRENO	
UND	VR. TOTAL
LOTE TOTAL	120,000,000

TOTAL GASTOS PROYECTO	375,497,539.20
------------------------------	-----------------------

Para estimar el tiempo de ejecución con el sistema prefabricado se consulta vía telefónica, con algunas empresas dedicadas a la construcción con contenedores, obteniendo un promedio de 4 meses para la realización de todas las actividades. Lo anterior, indica que los ingresos por arriendo en esta alternativa, serán percibidos dos meses antes, considerando que se arriende inmediatamente a la entrega.

6.2.2. Evaluación financiera sistema prefabricado. Se tiene en la tabla 23, una panorámica completa de las inversiones necesarias para poner en funcionamiento el proyecto, derivadas del presupuesto presentado anteriormente.

Tabla 23. Entrada de Información Sistema Prefabricado.

Ítem (cifras en millones de pesos)	Costo
Activos fijos (0)	\$ 496
Terrenos	\$ 120
Edificios	\$ 375.5
Maquinaria	\$ 0
Muebles	\$ 0
Capital trabajo inicial (0)	\$ 1.00
Caja inicial	\$ 1
Cartera	\$ 0
Inventarios	\$ 0
Diferidos	\$ 0
Total inversión inicial	\$ 497

En la siguiente tabla 24, se capturan otros datos adicionales utilizados para propósitos como crédito, tasa de interés, periodo de amortización, inflación y tasa de oportunidad del inversionista. Son exactamente los mismos del modelo tradicional, excluyendo el valor del crédito.

Tabla 24. Parámetros Iniciales Sistema Prefabricado.

PARAMETROS INICIALES					
			CREDITO		
INFLACION	7.930%		Valor	375.5	
CRECIMIENTO SECTOR	1.000%		Tiempo	20	años
Tasa oportunidad inversionista	10%	EA	Tasa credito	13,5%	EA

Se asume la depreciación del edificio para un horizonte de 20 años. Se contemplan como gastos indirectos: el mantenimiento al inmueble estimado en el 10%; comisión de arrendadora 10%; seguros de construcción u hogar 1,5%; e impuesto predial. Todos estos rubros fueron afectados por la inflación cada año.

El flujo de caja representa las salidas y entradas de dinero al proyecto, permitiendo visualizar la rentabilidad del sistema prefabricado. En la tabla 25, donde se puede notar que los primeros 4 años el flujo de caja es negativo; desde el 5 año se empieza a percibir pequeños flujos positivos hasta el año 9, donde se

recupera la pérdida acumulada de los primeros años del proyecto. Finalmente, desde el año 10 al 20 se percibe rentabilidad.

Tabla 25. Flujos de Caja Prefabricado.

Estimacion de la Caja											
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4				
Caja Inicial			\$ 1.00	\$ 1.00	(\$ 27.22)	(\$ 35.82)	(\$ 40.74)				
Flujo de Caja Neto TOTAL (Incluye VR en 5)			\$ 0.00	(\$ 28.22)	(\$ 8.60)	(\$ 4.92)	(\$ 0.94)				
CAJA FINAL			\$ 1.00	(\$ 27.22)	(\$ 35.82)	(\$ 40.74)	(\$ 41.68)				
	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9						
	(\$ 41.68)	(\$ 38.33)	(\$ 31.35)	(\$ 21.58)	(\$ 9.67)						
	\$ 3.35	\$ 6.98	\$ 9.77	\$ 11.90	\$ 14.26						
	(\$ 38.33)	(\$ 31.35)	(\$ 21.58)	(\$ 9.67)	\$ 4.59						
	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
	\$ 4.59	\$ 21.44	\$ 41.15	\$ 63.98	\$ 90.21	\$ 120.16	\$ 154.14	\$ 192.50	\$ 235.59	\$ 283.80	\$ 337.53
	\$ 16.86	\$ 19.71	\$ 22.83	\$ 26.23	\$ 29.95	\$ 33.98	\$ 38.36	\$ 43.09	\$ 48.21	\$ 53.73	\$ 59.66
	\$ 21.44	\$ 41.15	\$ 63.98	\$ 90.21	\$ 120.16	\$ 154.14	\$ 192.50	\$ 235.59	\$ 283.80	\$ 337.53	\$ 397.19

6.2.3 Análisis de sensibilidad. Dado que las ventas o ingresos del proyecto se traducen en el arriendo que se percibirá una vez terminada la construcción, se elige esta variable para hacer el análisis de sensibilidad de los dos sistemas. El arriendo se asume teniendo conocimiento que por ley no debe superar el 1% del valor comercial del inmueble.

Tabla 26. Estudio de Sensibilidad.

ESTUDIO DE SENSIBILIDAD				
	PREFABRICADO		TRADICIONAL	
Valor del arriendo total (mill)	TIR	VPN	TIR	VPN
4	11.206%	-10.85	9.920%	-42.98
4.15	11.791%	4.71	10.479%	-26.72
4.3	12.383%	20.2	11.037%	-10.7
4.5	13.169%	40.45	11.785%	10.48

Se puede notar en la tabla 26, que el punto de equilibrio para el valor total del arriendo es de \$4.15 millones para el sistema prefabricado y 4.5 millones para el sistema tradicional; percibir un valor menor, incurriría en pérdidas. También que con un valor total de arriendo de 4.5 millones, el proyecto financiado muestra rentabilidad que supera el costo del crédito para los dos sistemas. Ahora bien, es igualmente necesario analizar los escenarios de riesgo mediante la simulación de posiciones como optimista donde se espera favorabilidad del proyecto, pesimista donde los pronósticos son desfavorables y situación normal.

Se tuvieron en cuenta los siguientes escenarios, en los que el inversionista colabora para precisar algunos detalles, por contar con experiencia en bienes inmuebles. El escenario optimista, donde se propone arrendar sin intermediación, actualmente el predio objeto del estudio se encuentra bajo esta modalidad.

El escenario pesimista, aumento del predial en un 50%, esto ya ocurrió en la última actualización catastral en el 2012, con incrementos del 100%. Escenario normal, se plantea arrendar al valor estimado en el análisis de sensibilidad donde se tiene rentabilidad y contemplando todos los gastos indirectos. Se aclara que todos los escenarios se mantuvieron con ingreso total por arriendo de \$4.5 millones con el fin de mantener igualdad de condiciones.

Tabla 27. Comparativo Escenarios.

COMPARATIVO ESCENARIOS					
ANALISIS ESCENARIOS		PREFABRICADOS		TRADICIONAL	
DESCRIPCION DEL ESCENARIO		TIR	VPN	TIR	VPN
OPTIMISTA	Arrendar directamente	14.661%	77.57	13.775%	61.2
PESIMISTA	Incremento del predial en un 50%	12.923%	34.18	11.279%	-3.61
NORMAL	Arrendar en 4.5 millones	13.169%	40.45	11.524%	2.98

7. CONCLUSIONES

- Se encuentra que en el país los sistemas prefabricados están teniendo gran aceptación en estratos medio y alto, y configurándolos en obras sostenibles que implica prácticas medioambientales donde se promueve la reutilización o reciclaje proclamado por el MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; así mismo, se percibe aceptación de la comunidad del municipio de Los Patios por proyectos ecológicos y de innovación tecnológica.
- Se precisa que los hogares a nivel nacional en arriendo aumentan el 1% anual, lo que genera gran expectativa para activar el proyecto.
- La proyección arquitectónica y estructural se encuadra en las normas urbanísticas y de edificabilidad vigentes, cumpliendo con cada requisito para diligenciar la solicitud de licencias de construcción.
- Los sistemas estructurales de resistencia sísmica prefabricados son considerados en la NSR-10, siempre y cuando se demuestre con evidencia experimental y de análisis, que el sistema propuesto tiene una resistencia, esto es logrado con el análisis estructural donde se simula el comportamiento en caso de sismo.
- El modelo tradicional propuesto inicialmente contemplaba sistema pórticos en acero, que se determina por sugerencia del ingeniero estructural cambiar a sistema pórticos en concreto, porque en el modelamiento mostraba perfiles muy robustos, que en su experiencia, la consecución es difícil y costosa.
- La edificación se clasifica como una construcción categoría media, dado su número de pisos y cargas máximas de servicio. Adicionalmente el sistema tradicional es 17,5% más pesado que el sistema prefabricado; y en contraparte muestra ligeramente mayor rigidez el modelo prefabricado. No obstante, las dos alternativas son viables técnicamente.

- En el diseño arquitectónico modelo prefabricado, se fija el área de los apartamentos determinada por la unión de dos contenedores, este arreglo contribuyó a mayor área al diseño de la casa.
- En el sistema prefabricado, se precisa la reutilización de puertas y partes de pared del contenedor que sean removidas según diseño arquitectónico. Por ejemplo, el acceso principal de la casa usa dos puertas de un contenedor, esta práctica colabora en la disminución de gastos para la ejecución de la obra.
- Se concluye que el sistema tradicional requiere una inversión mayor del orden de 7,84% respecto del sistema prefabricado.
- En el análisis de flujo de caja, se puede notar que el sistema prefabricado acumula pérdidas en los primeros 4 años, por el mismo valor, que el sistema tradicional en el 1 año.
- La rentabilidad al final del horizonte del proyecto en el sistema prefabricado, es mayor en un 21% que el sistema tradicional.
- El sistema tradicional demora 5 años en mostrar flujos de caja positivos, en tanto que, el sistema prefabricado 4 años.
- El análisis de sensibilidad concluye que para obtener rentabilidad en el sistema tradicional y prefabricado, el punto de equilibrio de los ingresos son 4.5 y 4.15 millones respectivamente.
- Se concluye que el tiempo de ejecución de obra es menor en el sistema de prefabricado, lo que genera mayores ingresos en el primer año del horizonte del proyecto.
- Se concluye en el análisis de escenarios comparativo, que el sistema prefabricado en todos los escenarios muestra una tasa interna de retorno positiva y un valor presente neto mayor que cero, lo que indica que es viable. En todos los casos la tasa interna de retorno supera la tasa de oportunidad del inversionista.
- Se concluye en el análisis de escenarios comparativo, que el sistema tradicional muestra rentabilidad en los escenarios optimista y normal, con una tasa interna de retorno positiva y un valor presente neto mayor que cero. Se

considera viable, en tanto que los incrementos del impuesto predial se mantengan menores al 50%.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para cualquiera de las dos alternativas de construcción el uso de acabados con un grado de desempeño bajo según NSR-10, para obtener mayores ahorros.
- Se propone hacer un análisis detallado, para determinar el valor del arriendo según la zona, y comparar con los puntos de equilibrio de cada modelo, dado que esta variable es muy sensible para cada alternativa.
- Se sugiere en todos los casos operar bajo el esquema de una arrendadora, pero si se elige hacerlo directamente, requerir asesoría jurídica para perfeccionamiento del contrato e inclusión de póliza de seguros.
- Se recomienda gestionar con la arrendadora antes de concluirse la obra, temas de publicidad y mercadeo, necesarios para aumentar la probabilidad de arrendar en cuanto sea entregada la edificación.
- Considerar un sistema de protección contra incendio clasificado para grupos de ocupación residencial multifamiliar. Instalar dispositivos para interrumpir el suministro de gas y electricidad. Cumplir los requisitos dados en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE, y en el código eléctrico colombiano NTC-2050.
- Se recomienda para la alternativa de prefabricados hacer inspección de los contenedores verificando el estado interno y externo antes de uso y como control de la corrosión y daños en el tiempo de uso. Revisar el estado de los aislantes. Contemplar el uso de materiales anticorrosivos autosaneables para minimizar los costos de mantenimiento.
- Complementar con un sistema de reaprovechamiento de aguas grises y un sistema de generación de energía por colectores solares, para así contribuir en ahorro de consumo de agua y energía, obteniendo una vivienda integral y sostenible.

- En la ciudad de Cúcuta, actualmente se están ejecutando muchas obras de construcción civil, ya sea para uso residencial o industrial, éstas usan como bodegas u oficinas portátiles los contenedores, que en algún caso es desecho terminada la obra. Es posible para este proyecto abaratar sus costos en materiales comprando y reaprovechando estos equipos. Otra opción de compra de contenedores más económica ofrecida por E-containers, es comprar el contenedor sin ningún trabajo de limpieza, en esta modalidad el costo del contenedor decrece en un 45%.

BIBLIOGRAFÍA

ABREO, Glitza Ortega y REAL, Felipe Gómez. Estudio técnico y financiero para la construcción de la unidad residencial Álamos parque en el municipio de Barrancabermeja. Trabajo de grado especialista en gerencia y evaluación de proyectos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería físico-mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. 2015.

Acuerdo 017 de 2002, Plan básico de ordenamiento territorial y de los acuerdos 048 de 2006 para el municipio de los Patios, Norte de Santander

AHORRAR.COM.UY Uruguay: Métodos no tradicionales de construcción de viviendas en Uruguay, 2014. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://ahorrar.com.uy/invertir/metodos-no-tradicionales-de-construccion-de-viviendas-en-uruguay/>

ALCALDÍA DE LOS PATIOS - NORTE SANTANDER. Indicadores 12 de Mayo de 2016 [en línea] [citado 25 de agosto de 2016] http://lospatios-nortedesantander.gov.co/indicadores_anuales.shtml?apc=bexx-1-&x=1739915#presupuesto

BANCO DE LA REPUBLICA Colombia. 2016: [en línea] [Citado 6 de agosto de 2016]. Disponible en internet: <http://www.banrep.gov.co/es/politica-monetaria>

DANE Boletín técnico. Índice de costos de la construcción de vivienda – ICCV mayo 2016.. 2016.

CANAL VIAJES Keetwonen, el barrio de Amsterdam hecho con contenedores, 2011. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://canalviajes.com/keetwonen-el-barrio-de-amsterdam-hecho-con-contenedores/>

CASAS CONTENEDORES ESPAÑA: Residencia para estudiantes hecha con contenedores marinos en Ámsterdam, 2014. [en línea]. [Citado 31 de mayo de 2016]. Disponible en internet: <http://www.casascontenedores.com/2014/03/residencia-para-estudiantes-hecha-con.html>

COLABORACION.DNP Bases del plan nacional de desarrollo 2014-2018 [en línea]. Colombia: [Citado 18 de julio de 2016] <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>

COMUNIDAD ANDINA. Manual sobre control de contenedores. 2013.

CRUZ, Diana Mujica. Factibilidad para la creación de una empresa de servicios de construcción y venta de viviendas en material prefabricado en la ciudad de Barrancabermeja. Trabajo de grado profesional en gestión empresarial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Instituto de proyección regional y educación a distancia. Gestión empresarial. 2014.

DANE. Boletín Técnico. Índice de costos de la construcción de vivienda – ICCV mayo 2016. DANE. 2016.

DANE. Encuesta Nacional de Calidad de Vida - ECV 2015 Marzo 2016. [en línea] [citado 18 de agosto de 2016] Disponible en internet: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Presen-tacion_ECV_2015.pdf

FIBERGLASS Producto sostenible Colombia. [en línea] [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet:<http://fiberglasscolombia.com/construccion-sostenible/construccion-productos-sostenibles/>

LA LONJA DE PROPIEDAD RAIZ. Gastos de arriendo no permiten a cucuteños comprar casa Norte de Santander. 02 Octubre 2016 [en línea] [citado 25 de agosto de 2016] Disponible en internet: <http://www.lonjanortesan.org.co/index.php/noticias/142-gastos-de-arriendo-no-permiten-a-cucutenos-comprar-casa>

LA OPINION. Construyen la primera casa ecológica de la región. 4 Junio 2016, [en línea] [citado 22 de agosto de 2016] Disponible en internet: <http://www.laopinion.com.co/region/construyen-la-primera-casa-ecologica-de-la-region-112997#ATHS>

MERCADOS & NEGOCIOS. Noticias del sector inmobiliario mayo 2015. [en línea] [citado 20 de agosto de 2016] Disponible en internet: https://issuu.com/comunicaciones.fedelonjas/docs/presencia_fedelonjas_mayo/37?e=0/35354238

METRO CUADRADO. Cómo decidir el precio de alquiler de un inmueble. Febrero 19 de 2015. [en línea] [citado 24 de agosto de 2016] Disponible en internet: <http://www.metrocuadrado.com/noticias/guia-de-arriendo/como-decidir-el-precio-de-alquiler-de-un-inmueble-158>

MIRANDA. Juan José. Gestión de proyectos. Cuarta edición. Lemoine editores. Colombia. 2012.

MOLINA, Carolina Maragaño. Innovación en el diseño de viviendas modulares mediante el uso de containers. Trabajo de grado ingeniero constructor. Chile:

Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias de la ingeniería. Escuela de ingeniería en construcción. 2014.

NIETO CADENA, Aristóbulo y MARIN Gina Patricia. Estudio de prefactibilidad para el desarrollo de un modelo de vivienda privado prefabricado a partir de la utilización de unidades modulares móviles. Trabajo de grado especialista en gerencia y evaluación de proyectos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería físico-mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. 2015

PORTAFOLIO COLOMBIA: Construcciones prefabricadas crecieron 167% en 5 años, 2012. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet:<http://www.portafolio.co/negocios/empresas/construcciones-prefabricadas-crecieron-167-anos-105764>

PREFABRICASA Colombia: Casas prefabricadas para proyecto de interés social en Colombia, 2014. [en línea]. [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://prefabricasa.com.co/blog/casas-prefabricadas-para-proyecto-de-interes-social-en-colombia/>

RANKIA. Mejores créditos y préstamos de Colombia: [en línea]. [Citado 6 de agosto de 2016]. Disponible en internet: <http://www.rankia.co/blog/mejores-creditos-y-prestamos-colombia/3134883-mejores-creditos-hipotecarios-2016>

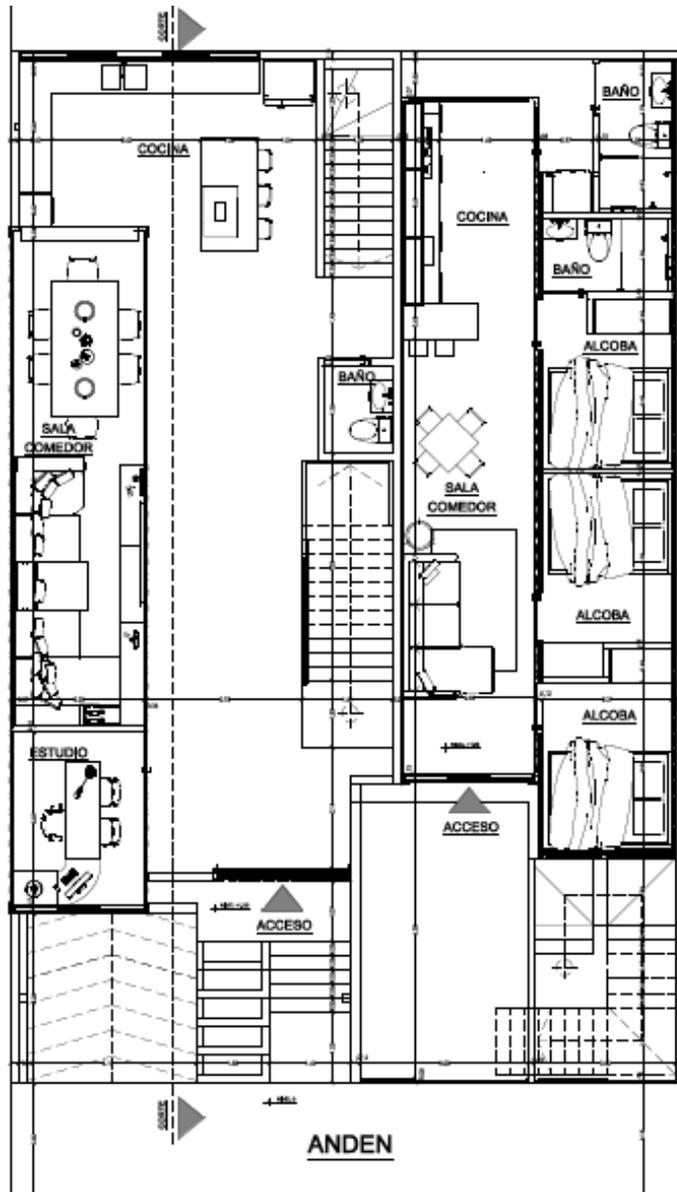
TRADEMARK REGISTRATION. Montaje industrial. Topografía. Ingeniería Industrial. Industrialización. Análisis del Espacio Físico. Estructuras metálicas. [en línea Chile: [Citado 18 de julio de 2016]. Disponible en internet: <http://html.rincondelvago.com/montaje-industrial.html>

EL MUNDO Unidad editorial. España: Mi vivienda es un contenedor, actualizado el 18 de agosto del 2015.[en línea] [Citado 31 de mayo de 2016]. Disponible en

internet:<http://www.elmundo.es/economia/2015/08/18/55cdba4a46163f95648b4572.html>

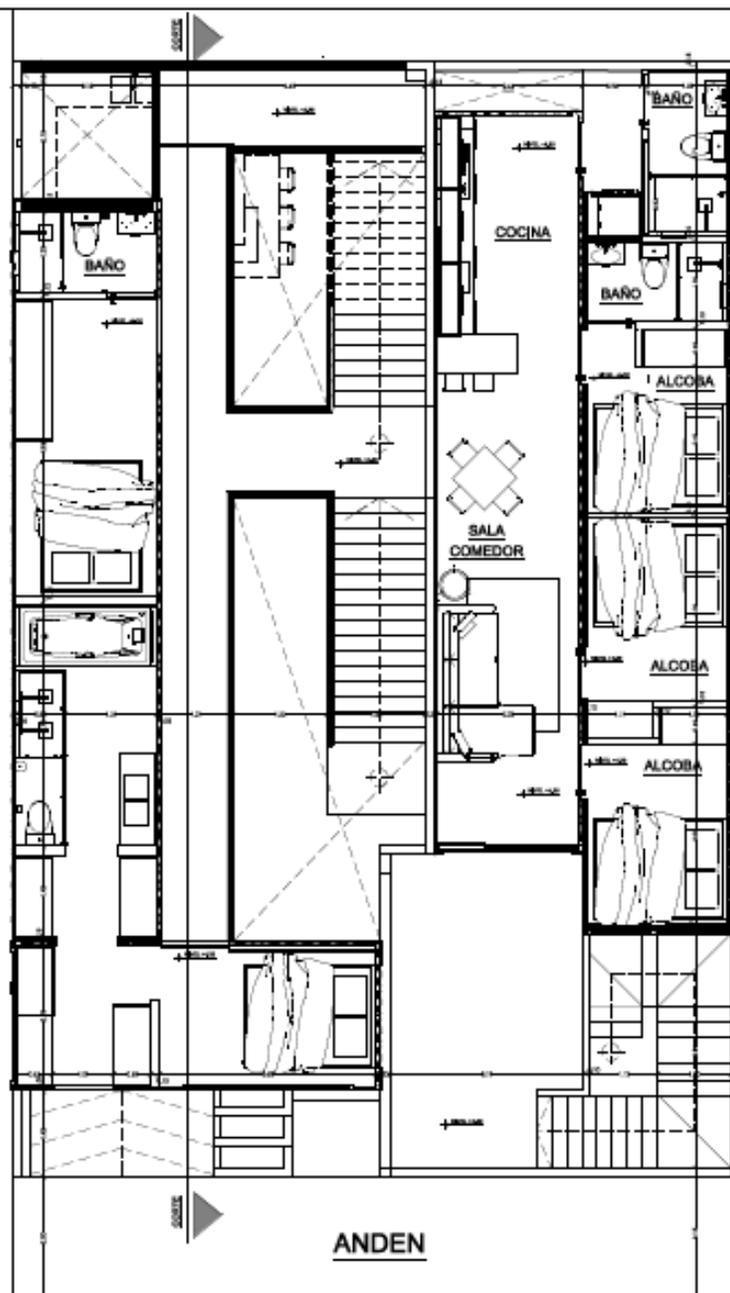
ANEXOS

Anexo A. Primera Planta Contenedor.



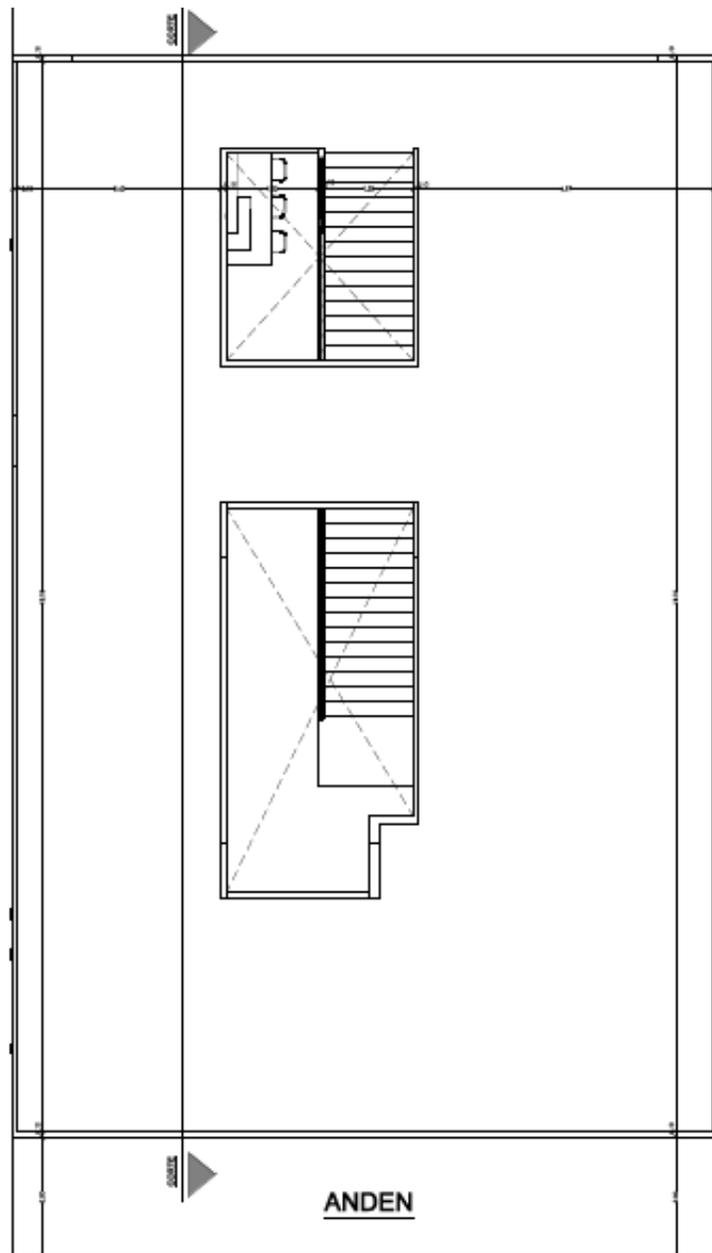
PROYECTO: VIVIENDA EN CONTENEDORES	DISEÑO ARQUITECTÓNICO: ARQ EMERATRIZ DIAZ ROZO MAT. PROF.	CONTENIDO: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS VIVIENDA UNFAMILIAR Y APARTAMENTOS 1ER PISO	UBICACION: LOS PATIOS	ESCALA: 1: 100	PLANO: A/2
---	---	---	---------------------------------	--------------------------	----------------------

Anexo B. Segunda Planta Contenedores.



<p><u>PROYECTO:</u></p> <p>VIVIENDA EN CONTENEDORES</p>	<p><u>DISEÑO ARQUITECTÓNICO:</u></p> <p>ARQ EMPERATRIZ DÍAZ ROZO</p> <p>RAF. PROF.</p>	<p><u>CONTENIDO:</u></p> <p>PLANTAS ARQUITECTÓNICAS VIVIENDA UNIFAMILIAR Y APARTAMENTOS 2DO PISO</p>	<p><u>UBICACION:</u></p> <p>LOS PATIOS</p>	<p><u>ESCALA:</u></p> <p>1: 100</p>	<p><u>PLANO:</u></p> <p>A/3</p>
---	--	--	--	-------------------------------------	---------------------------------

Anexo C. Terraza Contenedores.



<p>PROYECTO:</p> <p>VIVIENDA EN CONTENEDORES</p>	<p>DISEÑO ARQUITECTÓNICO:</p> <p>ARQ EMPERATRIZ DIAZ ROZO</p> <hr/> <p>MAT. PROF.</p>	<p>CONTENIDO:</p> <p>PLANTAS ARQUITECTÓNICAS VIVIENDA UNIFAMILIAR Y APARTAMENTOS TERRAZA PISO</p>	<p>LIMITACION:</p> <p>LOS PATIOS</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1: 100</p>	<p>PLANO</p> <p>A/4</p>
---	--	--	---	-------------------------------------	--------------------------------

Anexo E. Cotización Proyecto Arquitectónico.



Bogotá D.C., Julio 29 de 2016

Yelitza Alvarez.
yeli19@gmail.com
+57 3015472907

Asunto: Cotización proyecto arquitectónico.

En esta oportunidad le agradecemos contar con E-Containers Colombia como su proveedor de soluciones móviles, la intención de esta oferta es cumplir con las expectativas para la cual usted nos contactó:

De acuerdo a su requerimiento, me permito cotizarle el valor de la propuesta de proyecto arquitectónico:

- Planos Arquitectónicos con: Planta Arquitectónica, Cortes y Fachadas.
- Render en 3D del proyecto con la respectiva imagen de la marca suministrada por el cliente.
- Cotización del Proyecto.
- Visita técnica en Sitio para realizar el estudio previo para el diseño, acompañamiento logístico y técnico.

VALOR PROPUESTA PROYECTO ARQUITECTÓNICO

\$ 490.000+ IVA

Requisitos para la entrega de la propuesta de diseño:

- Soporte de Consignación (Consignación en Cuenta corriente Banco Davivienda 46956999540 a nombre de E-Containers Colombia)*
- El valor de la propuesta arquitectónica será descontado del valor final de la construcción del proyecto durante el costeo.
- La propuesta arquitectónica se entregará 6 días hábiles, a partir de recibido el soporte de pago, los cambios de la propuesta tomarán 2 días hábiles adicionales y una vez aprobado el diseño se tomará 1 día adicional para el proceso de costeo.

Juanita Osorio Echeverry
Lider Comercial
joseorio@econtainerscolombia.com
Tel:+57 (1) 3819571 +57(4)6052021
Cel:+ 57 3147528646
Calle 106# 53-39 Of. 501 - Bogotá
Km 3 Via Mamonal - Cartagena
Cr 45 5 A 37 - Medellin
E Containers Colombia S.A.S
<http://www.econtainerscolombia.com>

+57 (1) 381 9571
+57 (4) 605 2021
+57 (31) 439 4356

info@econtainerscolombia.com

Calle 106 #54-73 of 402, Bogotá D.C.
Km. 3 Via Mamonal, Cartagena
Cra 45 # 5A - 37, Medellín

www.econtainerscolombia.com

