



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN
PATRIMONIAL DE MADERA, UBICADA EN LA PARROQUIA ESMERALDAS,
CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA ESMERALDAS, EN EL AÑO 2021**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera Civil

AUTORA: Dayana Michelle Lozano Jaramillo
TUTOR: Carlos Alexis Ayala Moya

Quito – Ecuador
2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Dayana Michelle Lozano Jaramillo con documento de identificación N° 0804247310 manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 08 de marzo del 2022.

Atentamente,



Dayana Michelle Lozano Jaramillo

0804247310

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Dayana Michelle Lozano Jaramillo con documento de identificación N° 0804247310, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Proyecto Técnico: “Propuesta de rehabilitación estructural de una edificación patrimonial de madera, ubicada en la parroquia Esmeraldas, cantón Esmeraldas, provincia Esmeraldas, en el año 2021”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifiesto, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 08 de marzo del 2022.

Atentamente,



Dayana Michelle Lozano Jaramillo

0804247310

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Alexis Ayala Moya con documento de identificación N° 1712968971, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL DE MADERA, UBICADA EN LA PARROQUIA ESMERALDAS, CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA ESMERALDAS, EN EL AÑO 2021, realizado por Dayana Michelle Lozano Jaramillo con documento de identificación N° 0804247310, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 08 de marzo del 2022.

Atentamente,



Ing. Carlos Alexis Ayala Moya, MSc

1712968971

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de titulación principalmente a Dios, por ser mi fortaleza y escudo protector en cada etapa de mi vida.

A mis padres Cruz Jaramillo y Angel Lozano quienes con su amor, paciencia y esfuerzo han hecho posible que cumpla con una de mis metas más anheladas, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, el no temer a las adversidades porque sé que Dios siempre está conmigo. Son los mejores padres y me llena de mucho orgullo ser su hija.

A mis familiares y amigos por su cariño y apoyo incondicional sobre todo en las etapas más difíciles de este proceso.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana, directivos y docentes de la carrera de Ingeniería Civil por impartir sus conocimientos y contribuir significativamente en mi formación académica; especialmente agradezco al Ing. Carlos Alexis Ayala Moya, por su orientación en el desarrollo del trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Importancia y alcances	2
1.3 Delimitación	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo General	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
2.1. La madera como elemento estructural	7
2.1.1 <i>Requisitos generales</i>	7
2.1.2 <i>Características</i>	7
2.2 Esfuerzos admisibles de la madera.....	9
2.3 Propiedades elásticas de la madera	9
2.3.1 <i>Módulo de Elasticidad (MOE)</i>	9
2.3.2 <i>Módulo de Corte o Rigidez (G)</i>	10
2.3.4 <i>Módulo de Poisson</i>	10
2.4 Inspección visual en elementos de madera	10
2.5 Metodología FEMA-154 para una Evaluación Sísmica de edificaciones.....	11
2.6 Tipos de edificaciones de madera	13
2.6.1 <i>W1. Marcos ligeros de madera</i>	13
2.6.2 <i>W1a. Marco de madera residencial de múltiples pisos, multi unidades</i>	14
2.6.3 <i>W2. Marcos de madera, comerciales e industriales</i>	14
2.7 Normativa.....	15
CAPÍTULO III.....	16
METODOLOGÍA	16
3.1 Inspección y documentación fotográfica.....	16
3.2 Diagnóstico y propuesta de mejoramiento en lesiones.	18
3.3 Evaluación y diseño estructural.....	19
3.4 Evaluación económica.....	19

CAPÍTULO IV.....	20
EVALUACIÓN	20
4.1 Descripción general de la estructura	20
4.2 Características de la edificación	21
4.2.1 Datos de localización.....	22
4.2.2 Tipología y usos	22
4.2.3 Estados de conservación.....	22
4.2.4 Descripción volumétrica dominante	23
4.2.5 Riesgos	23
4.2.6 Identificación física del inmueble	24
CAPÍTULO V.....	25
INSPECCIONES Y EVALUACIONES DEL ESTADO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN	
.....	25
5.1 Introducción a los métodos de inspección y evaluación visual rápida.....	25
5.2 Nivel 1 Evaluación de diagnóstico preliminar	26
5.3 Evaluación basada en deficiencias del nivel 2	28
5.4 Nivel 3 Evaluación sistemática y reacondicionamiento.....	29
CAPÍTULO VI.....	30
CRITERIOS Y ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.....	30
6.1 Criterios.....	30
6.2 Alternativas de refuerzo estructural	30
6.2.1 Refuerzo con elementos metálicos clavados y atornillados.....	32
6.2.2 Refuerzos con fibras de carbono.....	32
6.2.3 Refuerzo mediante elementos embebidos en formulaciones Epoxy.....	33
CAPÍTULO VII	34
ESTUDIO DE PATOLOGÍAS Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA	
ESTRUCTURA	34
7.1 Fichas de recopilación de datos, diagnóstico y tratamiento	34
7.1.1 Fichas de recopilación de datos	35
7.1.2 Fichas de diagnóstico y tratamiento	38
CAPÍTULO VIII.....	52
DISEÑO POR ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA ESTRUCTURAL.....	52
8.1 Consideraciones generales	52
8.2 Combinaciones de carga para el diseño por esfuerzos admisibles.....	53
8.3 Espectro de diseño según la NEC-SE-DS.....	54

8.4	Tipo de Suelo en zona de ubicación de la estructura	55
8.5	Carga sísmica	56
8.5.1	<i>Factor Z</i>	57
8.5.2	<i>Clasificación del perfil de suelo</i>	57
8.5.3	<i>Coefficientes de perfil de suelo F_a, F_d y F_s</i>	57
8.5.4	<i>Coefficiente de importancia</i>	59
8.5.5	<i>Coefficiente de reducción de respuesta estructural R</i>	59
8.5.6	<i>Corrección del coeficiente de reducción de respuesta estructural R</i>	59
8.5.7	<i>Coefficientes de irregularidad</i>	60
8.5.8	<i>Cortante basal de diseño</i>	61
8.5.9	<i>Determinación del coeficiente sísmico</i>	62
8.6	Determinación del Período de vibración T	62
8.7	Coefficiente K	63
8.8	Condición del período de la estructura.....	64
8.9	Irregularidad torsional	64
8.10	Ajuste del cortante basal de los resultados.....	64
8.11	Modos de vibración.....	64
8.12	Control de desplazamientos laterales	65
8.13	Determinación de las cargas.....	65
8.13.1	<i>Carga Muerta:</i>	65
8.13.2	<i>Carga Viva:</i>	65
8.14	Modelación de la estructura en el programa ETABS 18.0.2 y análisis de resultados. 66	
8.14.1	<i>Aspectos fundamentales del modelo</i>	66
8.14.2	<i>Análisis e interpretación de resultados</i>	69
CAPÍTULO IX.....		75
Diseño y evaluación estructural		75
9.1	Diseño de viguetas del techo	75
9.1.1	<i>Bases de diseño</i>	76
9.1.2	<i>Cargas actuantes en el elemento</i>	76
9.1.3	<i>Efectos máximos</i>	77
9.1.4	<i>Esfuerzos admisibles y módulos</i>	78
9.1.5	<i>Deformaciones máximas admisibles</i>	78
9.1.6	<i>Cálculo del momento de inercia y módulo de sección</i>	79
9.1.7	<i>Chequeo y comparación con la sección asumida</i>	80

9.1.8	<i>Verificación del esfuerzo cortante</i>	81
9.1.9	<i>Verificación de la estabilidad lateral</i>	82
9.1.10	<i>Longitud de apoyo</i>	82
9.2	Diseño de la armadura de cubierta	83
9.2.1	<i>Bases de cálculo</i>	83
9.2.2	<i>Análisis estructural de cargas</i>	87
9.2.3	<i>Diseño</i>	91
9.3	Modelación de estructura con la nueva cubierta en el software ETABS 18 y verificación de los resultados obtenidos.....	103
CAPÍTULO X.....		108
EVALUACIÓN ECONÓMICA		108
10.1	Evaluación económica de las alternativas de rehabilitación propuestas	108
10.2	Cronograma de tiempo y valorado	110
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		114
CONCLUSIONES		116
RECOMENDACIONES.....		118
REFERENCIAS.....		119
ANEXOS		123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esfuerzos admisibles.....	9
Tabla 2 Módulo de elasticidad.....	10
Tabla 3 Características principales de la edificación.....	17
Tabla 4 Principales deterioros en los elementos más afectados.....	17
Tabla 5 Posibles causas de deterioro.....	17
Tabla 6 Ficha técnica de diagnóstico y tratamiento.....	18
Tabla 7 Características principales de la edificación.....	35
Tabla 8 Deterioros de elementos afectados.....	36
Tabla 9 Causas posibles de lesiones.....	37
Tabla 10 Ficha técnica de tratamiento # 1.....	38
Tabla 11 Ficha técnica de tratamiento # 2.....	41
Tabla 12 Ficha técnica de tratamiento # 3.....	44
Tabla 13 Ficha técnica de tratamiento # 4.....	46
Tabla 14 Ficha técnica de tratamiento # 5.....	48
Tabla 15 Ficha técnica de tratamiento #6.....	50
Tabla 16 Población ecuatoriana y valor del factor Z.....	55
Tabla 17 Coordenadas del terreno.....	55
Tabla 18 Clasificación de los perfiles de suelo.....	57
Tabla 19 Derivas de piso máximas.....	65
Tabla 20 Determinación de cargas: carga muerta.....	65
Tabla 21 Determinación de cargas: carga viva.....	65
Tabla 22 Período de diseño.....	70
Tabla 23 Participación de la masa.....	70
Tabla 24 Resultados obtenidos en el programa ETABS.....	71
Tabla 25 Análisis del cortante basal sismo estático.....	71
Tabla 26 Corrección del cortante basal sismo estático.....	72
Tabla 27 Análisis del cortante basal sismo dinámico.....	72
Tabla 28 Corrección del cortante basal sismo dinámico.....	73
Tabla 29 Verificación del cortante basal.....	73
Tabla 30 Deriva inelástica de piso.....	73
Tabla 31 Desplazamientos máximos.....	74
Tabla 32 Longitudes de las barras de la armadura.....	85
Tabla 33 Fuerzas axiales en las barras.....	91
Tabla 34 Secciones de elementos sujetos a flexo – compresión.....	94
Tabla 35 Secciones de elementos sujetos a flexo - tracción.....	97
Tabla 36 Secciones de elementos sujetos a tracción.....	99
Tabla 37 Secciones de elementos sujetos a compresión.....	101
Tabla 38 Resumen de secciones a usarse.....	102
Tabla 39 Período de vibración nuevo modelo.....	104
Tabla 40 Masa participativa nuevo modelo.....	104
Tabla 41 Modos de vibración nuevo modelo.....	104
Tabla 42 Análisis del cortante basal sismo estático Nuevo Modelo.....	105
Tabla 43 Corrección del cortante basal sismo estático Nuevo Modelo.....	105

Tabla 44 Análisis del cortante basal sismo dinámico Nuevo Modelo	106
Tabla 45 Corrección del cortante basal sismo dinámico Nuevo Modelo	106
Tabla 46 Verificación del cortante basal Nuevo Modelo	106
Tabla 47 Verificación de la deriva inelástica Nuevo Modelo.....	107
Tabla 48 Irregularidad torsional Nuevo Modelo.....	107
Tabla 49 Presupuesto referencial de rehabilitación estructural	108
Tabla 50 Cronograma Valorado.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Época de construcción del inmueble patrimonial.....	2
Figura 2 Estado de conservación del inmueble patrimonial	2
Figura 3 Ubicación geográfica de la vivienda objeto de estudio	3
Figura 4 Casa de madera ubicada en las calles Sucre y Juan Montalvo	4
Figura 5 Direcciones ortogonales de la madera.....	8
Figura 6 Evaluación rápida visual de estructuras frente a posibles peligros sísmicos	12
Figura 7 Fotografía de una edificación de madera tipo W1	13
Figura 8 Fotografía de una edificación de madera tipo W2	14
Figura 9 Esquema de la edificación	21
Figura 10 Localización de la edificación	22
Figura 11 Evaluación del estado de conservación de la edificación.....	22
Figura 12 Descripción volumétrica de la edificación patrimonial.....	23
Figura 13 Identificación física de los materiales que componen la edificación patrimonial.	24
Figura 14 Formulario de Evaluación rápida visual preliminar	27
Figura 15 Formulario de Evaluación rápida visual detallada	28
Figura 16 Refuerzo con elementos metálicos clavados y atornillados	32
Figura 17 Refuerzos con fibras de carbono	33
Figura 18 Elementos embebidos en resinas epoxy	33
Figura 19 Mapa de Zonas Sísmicas para propósitos de diseño	54
Figura 20 Perfil de suelo de la ciudad de Esmeraldas	56
Figura 21 Valores del factor Z.....	57
Figura 22 Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto F_a	57
Figura 23 Factor de desplazamiento para diseño en roca F_d	58
Figura 24 Factor de comportamiento no lineal de los suelos F_s	58
Figura 25 Coeficiente de importancia I	59
Figura 26 Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	59
Figura 27 Configuraciones estructurales no recomendadas	60
Figura 28 Coeficientes de irregularidad en planta	61
Figura 29 Coeficientes C_t y α	63
Figura 30 Coeficiente K.....	63
Figura 31 Vistas de la estructura.....	66

Figura 32 Patrones de carga.....	67
Figura 33 Casos de carga	68
Figura 34 Combinaciones de carga.....	68
Figura 35 Ingreso de datos del espectro de respuesta al programa ETABS	69
Figura 36 Peso propio de viguetas de madera	75
Figura 37 Deflexiones máximas admisibles	79
Figura 38 Requisitos de arriostramiento para elementos de sección rectangular	82
Figura 39 Armadura tipo Howe	83
Figura 40 Armadura a diseñar	84
Figura 41 Carga actuante en los nodos y longitud proyectada con la horizontal	88
Figura 42 Valores de las cargas actuantes en los nodos	88
Figura 43 Patrones de carga.....	89
Figura 44 Armadura en ETABS	89
Figura 45 Cargas en los nodos.....	90
Figura 46 Restricción del momento flector y la fuerza cortante.....	90
Figura 47 Estructura con nueva cubierta	103
Figura 48 Curva de inversión del proyecto.....	110

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo el desarrollo de la propuesta de rehabilitación estructural de una edificación patrimonial de madera, ubicada en el centro de la ciudad de Esmeraldas. Con un área de terreno de 579.2 m² y 201.2 m² de construcción, cuya época de construcción radica a inicios del siglo XX.

Tras realizar la visita técnica al inmueble, se constató que este presenta en muchos de sus elementos estructurales, un estado de conservación deteriorado. Por lo que se ha planteado la realización de un análisis de la actual estructura y su reforzamiento.

El diagnóstico de la vivienda se hizo por medio de la inspección visual realizada, en donde se recolectó la mayor información sobre los problemas presentes y también se realizó un registro fotográfico, posteriormente por medio de las fichas de diagnóstico y tratamiento se identificó la lesión del o los elementos estructurales, las posibles causas y se sugiere el proceso de rehabilitación según sea la naturaleza de cada caso. Como consecuencia de agentes externos y la falta de intervención apropiada, la estructura de cubierta es la más deteriorada por lo cual, debe ser sustituida por completo.

Se realizó un análisis estructural, utilizando el programa ETABS y concluyendo que la estructura original no cumple con la condición sismo resistente de acuerdo a la NEC para los modos de vibración, por lo que se procedió a realizar el refuerzo estructural.

Se diseñó la cubierta y se procedió a modelar la estructura con la cubierta diseñada y el arriostramiento propuesto, verificando que esta sí cumple con todas las condiciones sismo resistentes planteadas por la NEC.

Finalmente se ha elaborado un presupuesto y un cronograma, con la finalidad de dar a conocer el costo total de las intervenciones de rehabilitación propuestas para cada caso y el tiempo de ejecución de las mismas.

Palabras claves: Rehabilitación, edificación patrimonial, diagnóstico, tratamiento, sismo resistente.

ABSTRACT

The present project aimed to develop the proposal for structural rehabilitation of a wooden heritage building, located in the center of the city of Esmeraldas. With a land area of 579.2 m² and 201.2 m² of construction, whose construction period lies at the beginning of the 20th century.

After making the technical visit to the building, it was found that it has a deteriorated state of conservation in many of its structural elements. Therefore, an analysis of the current structure and its strengthening has been considered.

The diagnosis of the house was made through the visual inspection carried out, where the most information was collected about the present problems and a photographic record was also made, later through the diagnostic and treatment sheets the lesion of the structural element or elements, the possible causes were identified and the rehabilitation process is suggested according to the nature of each case. As a result of external agents and the lack of appropriate intervention, the roof structure is the most deteriorated, so it must be completely replaced.

A structural analysis was carried out, using the ETABS program and concluding that the original structure does not meet the seismic resistant condition according to the NEC for vibration modes, so structural reinforcement was carried out.

The roof was designed and the structure was modeled with the designed roof and the proposed bracing, verifying that it does meet the seismic resistant conditions proposed by the NEC.

Finally, the budget and a schedule have been prepared, in order to publicize the total cost of the proposed rehabilitation interventions for each case and the time of execution of them.

Keywords: Rehabilitation, heritage building, diagnosis, treatment, seismic resistant.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El gobierno ecuatoriano buscar recuperar y contribuir a mejorar el estado de conservación de edificaciones patrimoniales ubicadas en varias ciudades del país, para ello se ha publicado el Decreto Ejecutivo N°816, en el cual menciona que:

El Estado ecuatoriano implementó la Unidad de Gestión de Emergencia del Patrimonio Cultural, entidad que con la tutela del Ministerio Coordinador de Patrimonio y del Ministerio de Cultura, realiza las gestiones de identificación, control y conservación de aproximadamente 80.000 bienes culturales de un estimado de tres millones que posee el país, entre patrimonios inmateriales (tradiciones, expresiones orales...), patrimonios materiales, como muebles e inmuebles...(Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2010).

Con esto, nos es posible evidenciar los esfuerzos del gobierno para la conservación de edificaciones, convirtiéndose en un gran reto para las entidades municipales de cada ciudad, debido al gran valor que, como Patrimonio Cultural de la Humanidad, representa para cada uno de los habitantes de estas ciudades.

En la ciudad de Esmeraldas, existen aproximadamente 18 edificaciones cuyo valor e interés patrimonial tiene su enfoque en que han mantenido la originalidad de su arquitectura a lo largo de todos estos años. La mayoría de estas edificaciones, se encuentran ubicadas en el sector central de la urbe.

El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, mediante la ficha de inventario con código IBI-08-01-03-000-000012, dio a conocer que el bien inmueble objeto de estudio fue construido en el siglo XX y tiene un bajo estado de conservación por lo que necesita ser intervenida lo más pronto posible.

Figura 1

Época de construcción del inmueble patrimonial

5. ÉPOCA DE CONSTRUCCION				
Siglo	I	II	III	IV
ANTERIOR AL SIGLO - XVI				
XVI (1500 - 1599)				
XVII (1600 - 1699)				
XVIII (1700 - 1799)				
XIX (1800 - 1899)				
XX (1900 - 1999)		X		
XXI (2000 EN ADELANTE)				
Fecha				

Nota. La vivienda fue construida entre los años (1925 -1950) del siglo XX. Fuente: INPC, 2014.

Figura 2

Estado de conservación del inmueble patrimonial

6. ESTADOS DE CONSERVACION				
Evaluación de la edificación	Sólido	Deteriorado	Ruinoso	Estado General
Estructura	X			Deteriorado
Cubierta		X		
Fachadas		X		
Pisos -entrepisos	X			
Acabados		X		
Esp. Exteriores		X		
Escaleras	X			
Instalaciones		X		

Nota. Posee un estado de conservación bajo, contando con un mayor nivel de deterioro. Fuente: INPC, 2014.

1.2 Importancia y alcances

En el ámbito técnico constructivo del inmueble patrimonial, se mantienen los elementos y sistemas constructivos tradicionales, siendo la madera la materia prima predominante en toda la edificación. Interiormente el inmueble mantiene su uso original, es decir de vivienda.

Actualmente, la edificación tiene un estado de conservación deteriorado, esto puede obedecer a factores, entre los más importantes son: el abandono parcial o total por parte de su propietario y la falta de mantenimiento.

Este inmueble está ubicado en una zona de gran actividad comercial, misma que ha sido marcada por la diversidad constructiva adecuada a las necesidades comerciales, financieras, administrativas y de servicios, actividades que atraen un fuerte flujo peatonal y vehicular.

En el sector de ubicación del inmueble, existe gran cantidad de cableado que cruza las calles de poste a poste, muy cerca de las ventanas y balcones de las diferentes construcciones, aumentando el riesgo de incendios. Esto constituye un verdadero peligro, sobre todo para la integridad de este bien patrimonial, ya que mantiene como elemento constructivo la madera.

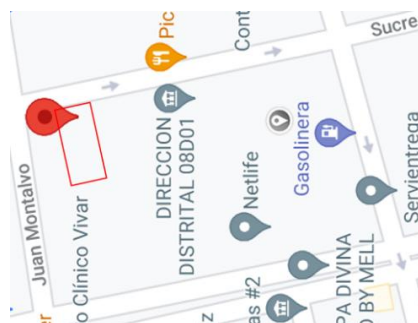
Al observar el bien inmueble, es posible evidenciar la conservación del modelo de construcción original ya que en sus fachadas sus elementos y materiales constructivos son originales. Tomando en cuenta esta consideración, el presente trabajo busca realizar una evaluación exhaustiva de los principales elementos estructurales de la edificación, buscando reforzar la estructura existente y rehabilitar el inmueble considerando el uso que en la actualidad se le está dando, para que no pierda su autenticidad, integridad y valor patrimonial que le ha sido otorgado.

1.3 Delimitación

La vivienda que en su totalidad es de madera, consta de 2 pisos, tiene un área total construida aproximada de 201.1 m². Está localizada en las calles Sucre 1141 y Juan Montalvo, en la parroquia Esmeraldas del cantón y provincia Esmeraldas.

Figura 3

Ubicación geográfica de la vivienda objeto de estudio



Nota. Ubicación de la edificación en la cual se enfocará el desarrollo de este proyecto.

Elaborado por: La autora a través de Google Map.

Figura 4

Casa de madera ubicada en las calles Sucre y Juan Montalvo



Nota. En la imagen es posible observar el estado de deterioro de ciertos elementos que conforman la edificación patrimonial, así como el cableado público que cruza cerca de la misma. Elaborado por: La autora.

1.4 Justificación

Haber nacido en la ciudad de Esmeraldas y visitar con mucha frecuencia el centro de la misma, ha permitido observar que esta edificación llama la atención de las personas, no solo porque su estructura es de madera, sino que hace algunos años fue declarada como Bien Cultural Patrimonial. Es difícil observar esta vivienda y no dejar de preocuparse por la situación alarmante en la que se encuentra. Su estado de deterioro es muy alto y a pesar de enorgullecernos como esmeraldeños al tener esta importante riqueza patrimonial y por haber sido testigo mudo de los innumerables cambios históricos que se han producido en la ciudad, también deja en zozobra ver que representa un peligro para las personas que habitan en esta edificación.

Por tal motivo, se realiza este trabajo de investigación que busca precautelar esta estructura, con el objetivo de que mantenga el modelo de construcción inicial y continúe siendo un atractivo visual para las personas que frecuentan el centro de la ciudad.

Sin lugar a duda, se beneficiarán de este trabajo de investigación en primer lugar las personas que habitan en dicha edificación. En segundo lugar, será un atractivo visual para los

turistas nacionales e internacionales, puesto que apreciarán la originalidad de la construcción. Y finalmente, se continuará manteniendo el Bien Cultural Patrimonial.

Para la realización de este proyecto se cuenta con la información necesaria, para realizar los respectivos análisis y diseños de los elementos que conforman la estructura de madera. Se aplicarán los fundamentos teóricos para la rehabilitación técnica de dichas estructuras.

Una vez aplicada esta propuesta para salvaguardar el Patrimonio Cultural, servirá como un documento de apoyo e investigación para los profesionales, autoridades y propietarios que busquen mejorar las condiciones actuales en las que se encuentran esta y otras viviendas patrimoniales, consiguiendo conjuntamente una visibilidad agradable no sólo de este inmueble patrimonial sino también del centro de la ciudad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de las patologías y la propuesta de rehabilitación estructural de una edificación de madera, ubicada en la parroquia Esmeraldas, realizando inspecciones visuales y proponiendo las alternativas de mejoramiento y diseño de los diferentes elementos estructurales que requieren ser intervenidos, con el fin de conservar el modelo de construcción original como un Bien Cultural Patrimonial.

1.5.2 Objetivos Específicos

Realizar inspecciones visuales en la edificación y localizar los daños estructurales existentes, utilizando las listas de verificación descritas en la metodología FEMA -154 y los parámetros de clasificación estructural descritos en la norma ASCE/SEI 41-17, para clasificar el nivel de gravedad de la edificación.

Analizar el funcionamiento estructural de la edificación, a través de la inspección visual, permitiendo conocer los elementos que ocasionan irregularidad frente a las cargas que soporta la estructura.

Identificar los elementos estructurales que deben ser reforzados, utilizando tablas de clasificación propuestas y los criterios de la norma ASCE/SEI 41-17 y el código guía FEMA-154, con el fin de determinar el tipo de intervención necesaria y presentar las posibles soluciones.

Realizar el respectivo análisis y diseño de los elementos estructurales que necesitan ser reemplazados en su totalidad, considerando lo especificado en la norma NEC-SE-MD para estructuras de madera y el Manual de diseño para maderas del grupo Andino.

Generar un presupuesto de las soluciones propuestas, para que propietarios y entidades pertinentes conozcan los costos de los trabajos propuestos y evalúen la viabilidad de ejecución de los mismos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. La madera como elemento estructural

Se conoce como madera de construcción, a aquella que pasa a integrar los elementos de un armazón de cualquier tipo de estructura. “Es decir que esta madera, forma parte resistente de componentes como muros o paredes, pisos, techos tales como: pie-derechos, columnas, vigas, cerchas, entre otros” (Cabrera & Plaza, 2014). Tal es el caso de la edificación de madera en la que se enfocará el desarrollo de este trabajo de investigación.

A lo largo de la historia, han existido muchos materiales de construcción, de los cuales podemos decir que sólo la madera es un material estrictamente natural. “La madera presenta características favorables para su aplicación en la construcción, tales como: menor densidad que otros materiales, buenas propiedades acústicas, rapidez de montaje y sobre todo un verosímil comportamiento estructural” (Delgado, 2019). He aquí la importancia de mantener la estructura original de madera de las viviendas patrimoniales.

2.1.1 *Requisitos generales*

De acuerdo con el manual de diseño para maderas del grupo andino, la madera estructural debe cumplir con los siguientes tres principios:

1. Debe ser material clasificado y tener calidad estructural; es decir, cumplir con la norma de clasificación visual por defectos.
2. Provenir de las especies forestales, consideradas como adecuadas para construir.
3. Deben ser piezas de madera con dimensiones, de acuerdo a las secciones que la norma técnica exige y que el material sea lo más homogéneo posible.

2.1.2 *Características*

Enríquez (2014), describe las siguientes características principales de la madera como elemento estructural:

- Tiene gran ligereza y capacidad para desarrollar una mayor fuerza de tensión, flexión y compresión por unidad de peso. Poseen gran aforo para absorber energía y resistir impactos, lo que la hace apropiada para su uso estructural.

- Es biodegradable, no presenta los problemas de contaminación en una demolición que, por otra parte, sí presenta el hormigón o acero.

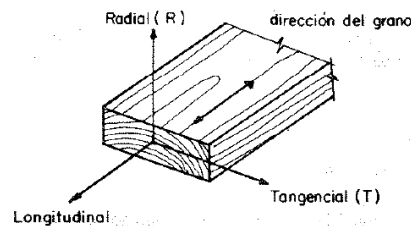
- Es hasta 30 veces más resistente a esfuerzos normales paralelos a la fibra, que a los esfuerzos perpendiculares a la misma. A esfuerzos cortantes paralelos a la fibra, su resistencia es baja con respecto a los esfuerzos perpendiculares a la misma.

- Al estar sometidas a una carga permanente, algunas especies madereras presentan vulnerabilidad ante el ataque de organismos vivos, por lo que con el pasar del tiempo podrían sufrir deformaciones.

En la madera se reconocen tres direcciones principales que son ortogonales entre sí, estas son la dirección longitudinal, la tangencial y la radial.

Figura 5

Direcciones ortogonales de la madera



Nota. En la figura se puede observar que las direcciones tangencial y radial son perpendiculares a la fibra. Fuente: JUNAC, 1984.

La madera posee cinco propiedades resistentes, estas son: resistencia a los esfuerzos de compresión y tracción que pueden ser analizadas en dirección paralela y perpendicular a la fibra y la resistencia al corte. Es importante recalcar que la madera tiene una alta resistencia a en la dirección paralela a las fibras, misma que supera a la resistencia obtenida en dirección perpendicular.

2.2 Esfuerzos admisibles de la madera

Los esfuerzos admisibles, dependiendo del tipo de esfuerzo al que cada grupo de madera estructural esté sometido, están especificados en la siguiente tabla:

Tabla 1

Esfuerzos admisibles

Grupo	Flexión fm		Tracción Paralela ft		Compresión Paralela fc		Compresión Perpendicular fc1		Corte Paralelo fv	
	MPa	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²
A	21	210	14.5	145	14.5	145	4.0	40	1.5	15.0
B	15	150	10.5	105	11.0	110	2.8	28	1.2	12.0
C	10	100	7.5	75	8.0	80	1.5	15	0.8	8.0

Nota. Esfuerzos admisibles para los tres grupos de especies madereras estructurales.

Fuente: JUNAC, 1984.

2.3 Propiedades elásticas de la madera

En base al Manual de diseño para maderas del grupo andino de la JUNAC (1984) “La madera como material ortotrópico tiene tres módulos de elasticidad, tres módulos de corte y seis módulos de Poisson, orientados y definidos según los tres ejes ortogonales”. En la ingeniería se ha considerado que la madera como elemento estructural, posee tres propiedades elásticas:

2.3.1 Módulo de Elasticidad (MOE)

La JUNAC describe que el módulo de elasticidad en madera, se obtiene por medio de lo especificado a continuación:

El módulo de elasticidad de la madera puede ser obtenido directamente de una curva esfuerzo-deformación, un ensayo de compresión paralela. El MOE en compresión paralela es mayor que el MOE en flexión estática, no obstante, usualmente se toma el segundo como genérico, por ser las deflexiones en elementos a flexión criterio básico en su dimensionamiento (JUNAC, 1984).

Es importante mencionar que el módulo de elasticidad en la dirección paralela a la fibra será mucho más elevado que aquel que se obtenga en la dirección perpendicular.

Tabla 2

Módulo de elasticidad

Grupo	E min		E promedio	
	Mpa	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²
A	9500	95.000	13000	130.000
B	7500	75.000	10000	100.000
C	5500	55.000	9000	90.000

Nota. Módulos de elasticidad para los tres grupos de especies madereras estructurales. Fuente: JUNAC, 1984.

2.3.2 *Módulo de Corte o Rigidez (G)*

El módulo de corte o rigidez se relaciona con las deformaciones originadas por los esfuerzos de corte o cizallamiento. “El valor de módulo de corte, más usado es el que sigue la dirección de las fibras. Los valores reportados varían entre 1/46 y 1/25 del módulo de elasticidad lineal” (JUNAC, 1984). En el desarrollo de este trabajo se utilizarán valores que estén dentro de este rango.

2.3.3 *Módulo de Poissón*

Se conoce como módulo de Poissón es la relación existente entre la deformación lateral que presenta el elemento de madera y su deformación longitudinal. “La madera presenta diferentes valores según las direcciones que se consideren, se han reportado para maderas coníferas valores del orden de 0.325 a 0.40 para densidades de 0.5gr/cm³” (JUNAC, 1984). Se utilizará el valor de 0.325 para el módulo de Poissón, si el cálculo así lo requiere.

2.4 **Inspección visual en elementos de madera**

Para realizar una evaluación correcta de las patologías que están afectando los diferentes elementos estructurales que conforman la vivienda, se deben llevar a cabo procedimientos que no afecten significativamente la estructura.

En el campo estructural, las técnicas no destructivas más comunes se pueden resumir en inspecciones visuales, pruebas con el martillo o el punzón, inspección por ultrasonidos y sonido, vibraciones inducidas, emisión de microondas y termografía, entre otras, que en la actualidad se están desarrollando. De todas ellas, y aunque resulta muy limitada, la inspección visual es la más utilizada (Cabrera & Plaza, 2014).

Existen viviendas que se encuentran en total funcionamiento, por lo que el procedimiento más adecuado para esta situación son los no destructivos, se optará por utilizar la inspección visual como técnica de evaluación de patologías.

2.5 Metodología FEMA-154 para una Evaluación Sísmica de edificaciones

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos de Norteamérica (FEMA), ha propuesto una metodología de Evaluación Técnico Visual, misma que consiste en identificar, inventariar y registrar a las edificaciones que presenten algún riesgo ante un evento sísmico. Posterior a la identificación de las edificaciones, se procede a clasificarlas de acuerdo a su vulnerabilidad ante un evento sísmico, con el objetivo de aplicar una metodología de reforzamiento de la estructura y tratar de mitigar el problema. A continuación, se muestra un formulario que permitirá realizar la evaluación de la estructura.

Figura 6

Evaluación rápida visual de estructuras frente a posibles peligros sísmicos

Evaluación Rápida Visual de Estructuras Frente a Potenciales Riesgos Sísmicos																		
FEMA P - 154 Data Collection Form				ALTO RIESGO SÍSMICO														
FOTOGRAFÍA				DATOS GENERALES														
				Dirección:														
				Referencias:														
				Nombre de la Edificación:														
				Número de pisos:														
				N.º Pisos sobre nivel de la vía:														
				N.º Pisos bajo nivel de la vía:														
				Año de Construcción:														
				Área Total en Planta (m2):														
				Encuestador:														
				Fecha de Encuesta:														
				OCUPACIÓN														
				Asamblea	<input type="checkbox"/>	Industrial	<input type="checkbox"/>											
				Comercial	<input type="checkbox"/>	Oficina	<input type="checkbox"/>											
				Serv. Emergencia	<input type="checkbox"/>	Residencial	<input type="checkbox"/>											
				Gobernación	<input type="checkbox"/>	Escuela	<input type="checkbox"/>											
				Histórico	<input type="checkbox"/>													
				NÚMERO DE PERSONAS														
				0-10	<input type="checkbox"/>	11-100	<input type="checkbox"/>											
				101-1000	<input type="checkbox"/>	1000 +	<input type="checkbox"/>											
				TIPO DE SUELO														
				A	B	C	D	E	F									
				RODA DURA	ROCA PROMEDIO	SUELO DENSO	SUELO RÍGIDO	SUELO SUAVE	SUELO POBRE									
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
				DNK			(asumir tipo D)											
				PELIGROS GEOLÓGICOS														
				Licuefacción	SI	NO	DNK	Ruptura de superficie	SI	NO	DNK							
				Deslizamiento	SI	NO	DNK	Otro	<input type="checkbox"/>									
				PELIGRO DE FALLAS EXTERIORES														
				Chimeneas no ancladas	<input type="checkbox"/>	Antepechos, barandas	<input type="checkbox"/>											
				Revestimientos pesados	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>											
				IRREGULARIDADES														
				En elevación	<input type="checkbox"/>	Tipo/severidad												
				En planta	<input type="checkbox"/>	Tipo												
				ADYACENCIA														
				Golpeteo				<input type="checkbox"/>										
				Objetos peligrosos al caer de edificios más altos				<input type="checkbox"/>										
				COMENTARIOS														
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL, SL1																		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W1a	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM		
				(MRF)	(BR)	(LM)	(RC SW)	URM INF	(MRF)	(SW)	URM INF	(TU)			(FD)	(RD)		
Puntuación Básica	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0		
Irregularidad Vertical Severa	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7		
Irregularidad Vertical Moderada	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4		
Irregularidad en Planta	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4		
Código Anterior	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0		
Último Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A		
Suelo Tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3		
Suelo Tipo E (1-3 pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2		
Suelo Tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2		
Puntaje mínimo, Smin	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2		
PUNTAJE FINAL, SL1 ≥ SMIN																		
EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN				OTROS PELIGROS						ACCIÓN REQUERIDA								
Exterior	Todos los lados <input type="checkbox"/>			Parcial <input type="checkbox"/>	Aéreo <input type="checkbox"/>	¿Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?						¿Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?						
Interior	Ninguno <input type="checkbox"/>			Visible <input type="checkbox"/>	Ingreso <input type="checkbox"/>							Si, tipo de edificación FEMA desconocida <input type="checkbox"/>						
Planos revisados				SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>							Si, puntaje menor que el puntaje limite aceptable <input type="checkbox"/>						
Fuente del tipo de suelo										Si, otros peligros presentes. <input type="checkbox"/>								
Fuente de los peligros geológicos										No <input type="checkbox"/>								
Persona contacto										¿Se recomienda una Evaluación No Estructural?								
EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA				Peligro de objetos que pueden caer de edificaciones adyacentes.						Si, peligros no estructurales a evaluar. <input type="checkbox"/>								
SI <input type="checkbox"/>				Peligros geológicos o suelo Tipo F						No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada. <input type="checkbox"/>								
NO <input type="checkbox"/>				Daño/deterioro significativo en el sistema estructural						No se han identificado peligros. <input type="checkbox"/>								
										DNK <input type="checkbox"/>								
Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguientes, EST=Estimado o datos no confiables o DNK= no se sabe.																		

Nota. Formulario para realizar una evaluación visual rápida de estructuras de madera.

Elaborado por: La autora con información de Loor & Mosquera, 2016.

2.6 Tipos de edificaciones de madera

Existen tres tipos de estructuras de madera comunes, utilizadas en el código FEMA-154 y descritas en la norma ASCE/SEI 41-17, mismas que se detallan a continuación:

2.6.1 W1. Marcos ligeros de madera

Estos edificios son viviendas unifamiliares o multifamiliares de uno o más pisos de altura, con estructura de madera ligera, con áreas construidas menores o iguales a 280 metros cuadrados.

Figura 7

Fotografía de una edificación de madera tipo W1



Nota. Edificio de madera con dos niveles de construcción, donde es posible visualizar que la armazón del techo consiste vigas de madera. Fuente: Ludeña, 2017.

En edificaciones de tipo W1, la mayoría de los materiales de acabado exteriores comunes son el revestimiento de madera, revestimiento de metal, o estuco. Estas edificaciones presentan las características descritas a continuación:

Los muros son contruidos típicamente con elementos verticales de madera. Históricamente los edificios de este tipo han actuado muy bien en eventos sísmicos debido a las cualidades inherentes del sistema estructural y porque son ligeros y de poca altura. Pueden aparecer grietas inducidas por las fuerzas sísmicas en el yeso y estuco, pero se clasifican como daños estructurales. Los daños estructurales más comunes en edificios antiguos de este tipo de estructuras son debidos a una falta de conexión entre la superestructura y la base, y a soporte inadecuado de las chimeneas (Ludeña, 2017).

Considerando estas características, será posible clasificar la edificación de madera objeto de estudio.

2.6.2 W1a. Marco de madera residencial de múltiples pisos, multi unidades

Estos edificios constan de varios pisos, similares en construcción a los edificios W1, pero tiene áreas de construcción en cada piso de más de 280 metros cuadrados. Estas construcciones más antiguas a menudo tienen garajes abiertos en el piso más bajo.

2.6.3 W2. Marcos de madera, comerciales e industriales

Son edificios ligeros con estructura de madera ligera residenciales y comerciales o industriales, con área construida de iguales o mayores a 465 metros cuadrados.

Figura 8

Fotografía de una edificación de madera tipo W2



Nota. Edificio de madera con pocas paredes interiores, dedicado al comercio. Fuente: Ludeña, 2017.

Las edificaciones de tipo marcos de madera W2, son grandes edificios de apartamentos, edificios comerciales o industriales. Estas edificaciones presentan las características descritas a continuación:

El armazón del piso y el techo consiste en armaduras de madera o acero, vigas de madera laminada o de acero y postes de madera o columnas de acero. Las fuerzas sísmicas son resistidas por diafragmas flexibles y paredes exteriores revestidas con madera contrachapada, tableros de fibra orientada, estuco, yeso o revestimientos de

madera rectos o diagonales, o se permite que se refuercen con varias formas de arriostramiento. (ASCE/SEI 41-17, 2017).

En base a estas características, será posible determinar si la edificación objeto de estudio es de tipo W2.

2.7 Normativa

- ASCE/SEI 41-17 Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.
- NEC-SE-MD Estructuras de madera.
- NEC-SE-DS Cargas no sísmicas.
- Manual de diseño para maderas del grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) PAD/REFORT.
- FEMA P-2055/November 2019 Post-disaster Building Safety Evaluation Guidance.
- FEMA P-2006/June 2018 Example Application Guide for ASCE/SEI 41-13 Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El procedimiento que se llevará a cabo para la recolección de la información necesaria que permitirá alcanzar los objetivos previamente planteados, se basa en una investigación de tipo aplicada. Se utilizarán dos métodos:

El método cualitativo que permitirá evaluar rápidamente la vulnerabilidad de una edificación, según Cueva (2017): “Este método se caracteriza por la facilidad y sencillez al aplicar la metodología, cuyo objetivo es el de proveer al investigador de un primer análisis que sirva para una posterior investigación más detallada”. Este método se basa en un análisis más detallado y rápido, siendo útil para realización de este proyecto.

Otro método a utilizar, será el cuantitativo, mismo que permitirá obtener información objetiva y más detallada, este tipo de método se caracteriza por la realización de cálculos, siendo posible cuantificar y analizar los resultados obtenidos.

3.1 Inspección y documentación fotográfica

Esta etapa tiene como objetivo principal, la recolección de toda la información de patologías presentes en la vivienda, con esta información será posible tener un criterio mucho más amplio y acertado sobre el plan de intervención que se realizará para la posterior rehabilitación del inmueble.

En primera instancia, se realizará una inspección general que permitirá conocer las características de los materiales que constituyen la vivienda, también será posible conocer y localizar los elementos estructurales que en estado crítico necesitan ser intervenidos ya sea para su rehabilitación o para su reemplazo total.

Para tener una mayor organización de la información recolectada, se usarán las fichas propuestas en las tablas 3 hasta la tabla 6. A más de eso, favorecerá a la realización de análisis y cálculos posteriores.

La estructura no cuenta con planos estructurales o arquitectónicos, por lo que para el desarrollo del presente proyecto, se deberá realizar los planos arquitectónicos.

Para finalizar con esta etapa, se deberá completar el formulario de Evaluación Visual Rápida des la figura 6 de este documento.

Tabla 3

Características principales de la edificación

Época	Materiales de construcción		Tipología doméstica	Elementos componentes y de diseño
	Paredes	Techo y cubierta		
Siglo XX	Material del que se compone el elemento estructural.	Material del que se compone el elemento estructural.	Tipo de construcción, uso de la vivienda.	Materiales que conforman las columnas, vigas, paredes, etc.

Nota. Características principales de las edificaciones de vivienda según su etapa de construcción. Fuente: Cabrera & Plaza, 2014.

Tabla 4

Principales deterioros en los elementos más afectados

Elemento	Material	Principales deterioros	% de daño
Elemento que presenta la patología	Material que lo constituye		

Nota. Descripción de los deterioros y el porcentaje de daño ocasionado en el elemento estructural. Fuente: Cabrera & Plaza, 2014.

Tabla 5

Posibles causas de deterioro

Elemento	Causas	%
Elemento afectado	Posibles causas percibidas en el entorno como humedad, agentes biológicos, etc.	

Nota. Identificación de las posibles causas del deterioro en los elementos estructurales. Fuente: Cabrera & Plaza, 2014.

3.2 Diagnóstico y propuesta de mejoramiento en lesiones.

Haciendo uso de una ficha técnica propuesta, se procederá a realizar un diagnóstico de las lesiones encontradas, así como la propuesta de mejoramiento a efectuar en los elementos estructurales; en caso de que existan elementos estructurales que ya no puedan ser tratados, se procederá a realizar la propuesta de sustitución de los mismos. A continuación, se muestra la tabla:

Tabla 6

Ficha técnica de diagnóstico y tratamiento

Ficha técnica para el diagnóstico y propuesta de mejoramiento de lesiones	
Información de edificación	
Descripción de vivienda:	
Dirección:	
Uso actual:	
Uso original:	
Información de lesión	
Tipo:	Ubicación:
Imagen de la lesión	Ubicación de la lesión dentro del inmueble (esquema)
Descripción de lesión:	
Posibles causas:	
Tratamiento propuesto:	
Observaciones:	

Nota. Ficha técnica que permitirá realizar una mejor organización de la información recolectada, así como presentar las propuestas de tratamiento de los elementos estructurales en estado de deterioro. Elaborado por: La autora con información de Cabrera & Plaza, 2014.

3.3 Evaluación y diseño estructural

En esta etapa, se deberá realizar el diseño estructural de los elementos que necesitan ser reemplazados en su totalidad, ya sea por el elevado porcentaje de deterioro que estos poseen o porque generan cierta discontinuidad estructural o una distribución de cargas incorrecta.

Para el diseño de los elementos estructurales de madera, se tomará en cuenta los fundamentos teóricos descritos en el presente trabajo, así como la metodología de diseño descrita en el Manual de Diseño de Estructuras de Madera del Grupo Andino y las normas de construcción ecuatoriana NEC.

El análisis estructural se realizará para elementos horizontales como son entrepiso y cubierta, y elementos verticales como paredes y columnas. Para el cálculo, diseño y simulación de la estructura, se usará el programa ETABS.

3.4 Evaluación económica

Para poder llevar a cabo la ejecución de esta propuesta de rehabilitación, es sumamente importante que los técnicos, propietarios y entidades interesadas en este proyecto de rehabilitación, conozcan el costo de los trabajos propuestos, por lo que se preparará un presupuesto, generando un Análisis de Precios Unitarios, considerando la tabla de salarios para el año 2022, así como costos referenciales actuales para los materiales en sectores de la ciudad o cercanos a la misma.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN

4.1 Descripción general de la estructura

La edificación objeto de estudio, se encuentra ubicada en las calles Sucre 1141 y Juan Montalvo, su uso principal es como vivienda, mismo que se ha mantenido desde su origen, pero debido a su antigüedad ha sufrido un gran deterioro causado por agentes atmosféricos y biológicos, por lo que resultó ser necesario realizar ciertas modificaciones estructurales. La madera original utilizada para la construcción de la vivienda es Guayacán y como resultado de modificaciones se procedió a cambiar ciertos elementos estructurales por madera Laurel.

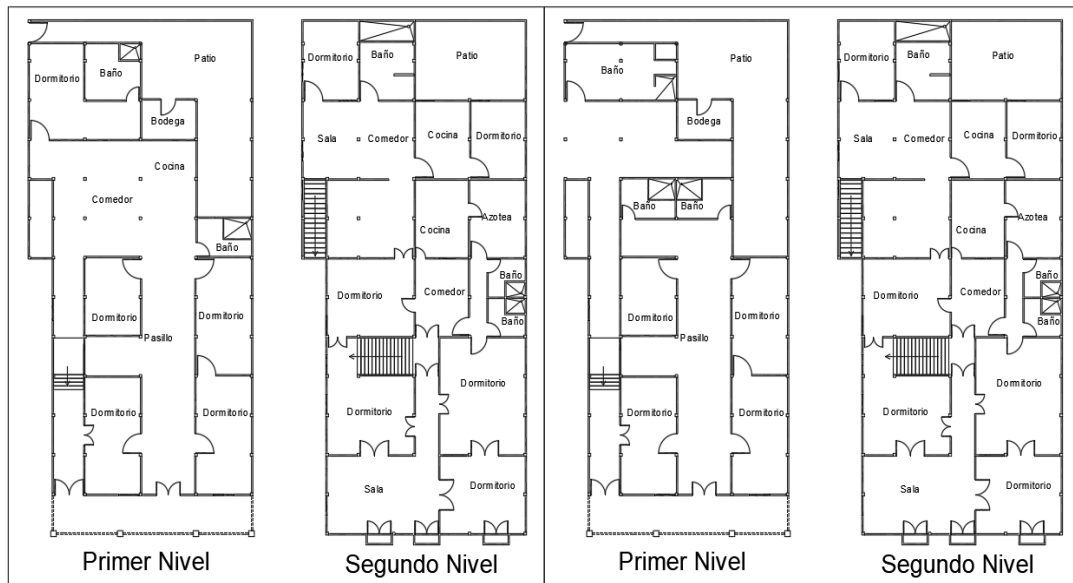
La vivienda tiene una superficie de terreno de 579.8 m² y aproximadamente 270.4 m² de construcción, es unifamiliar. Consta de 2 plantas, en la primera planta originalmente se encontraban 6 habitaciones, un baño, la cocina y un extenso pasillo que conducía al patio de la casa, pero como consecuencia del terremoto de 7.8 grados en la escala Richter ocurrido en el año 2016 al noreste de Ecuador, con epicentro en las parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales, en la provincia de Manabí y que afectó en gran manera a la provincia de Esmeraldas, el piso de la casa se vio afectado por lo que se procedió a derribar parte del mismo. En la actualidad en la parte delantera la casa tiene 4 habitaciones, mientras que el espacio anteriormente ocupado por las 2 habitaciones y la cocina, ahora es utilizado como un área en donde se guardan los diferentes implementos utilizados por los vendedores ambulantes del centro de la ciudad de Esmeraldas.

En la segunda planta hay 7 habitaciones, 3 baños y 1 de ellos con paredes de hormigón, 2 cocinas, 2 salas y un área conocida como azotea. En una de las cocinas y en la azotea hay un elevado porcentaje de deterioro en la madera del piso, cielo raso y de paredes, por lo que no se puede caminar con seguridad sobre ellas, también es posible observar parte de las vigas de madera deterioradas como consecuencia de la humedad existente en esta zona.

Considerando todas estas características y tomando como referencia la clasificación de los tipos de edificaciones de madera del FEMA-154 y ASCE/SEI 41-17 descritos en el capítulo 2 del presente documento, esta edificación es de tipo W1. Marcos ligeros de madera.

Figura 9

Esquema de la edificación



a) Esquema original

b) Esquema actual

Nota. En las figuras se muestran los esquemas original y actual de la edificación.

Elaborado por: La autora con información recolectada del inmueble.

4.2 Características de la edificación

La edificación tiene un régimen de propiedad particular y está ocupada por la propietaria del inmueble. A continuación, se describe la información recolectada en la ficha de inventario con código IBI-08-01-03-000-000012, realizada por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

4.2.1 Datos de localización

Figura 10

Localización de la edificación

Provincia:	ESMERALDAS	Cantón:	ESMERALDAS	Ciudad:	ESMERALDAS	
Parroquia:	ESMERALDAS	Urbana:	<input checked="" type="checkbox"/>	Rural:	<input type="checkbox"/>	Mz. 40
Calle principal:	SUCRE	N.º:	1141	Intersección:	JUAN MONTALVO	
Recinto:	Comunidad:			Sitio:		
Coordenadas WGS84-Z17S	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
	10107116.00	649815.00	100.00	10107127.00	649813.00	100.00
	10107133.00	649839.00	100.00	10107123.00	649842.00	100.00

Nota. Se muestra la información de la ubicación exacta del inmueble. Elaborado por:

La autora con información de INPC, 2014.

4.2.2 Tipología y usos

- **Arquitectura:** Civil
- **Categoría:** Vivienda **Subcategoría:** Casa tradicional
- **Uso original:** Vivienda **Uso actual:** Vivienda

4.2.3 Estados de conservación

Figura 11

Evaluación del estado de conservación de la edificación

Evaluación de la edificación	Sólido	Deteriorado	Ruinoso	Estado General
Estructura	X			Deteriorado
Cubierta		X		
Fachadas		X		
Pisos-entrepisos	X			
Acabados		X		
Espacios exteriores		X		
Escaleras	X			
Instalaciones		X		

Nota. Estado general de conservación de la edificación patrimonial. Elaborado por: La

autora con información de INPC, 2014.

4.2.4 Descripción volumétrica dominante

Figura 12

Descripción volumétrica de la edificación patrimonial

Estilo:	Tradicional		Época:	Republicana	
FACHADA					
Recta <input checked="" type="checkbox"/>	Retranqueada <input type="checkbox"/>	Curva <input type="checkbox"/>	Ochavada <input type="checkbox"/>		
TEXTURA			PORTAL		
Liso <input type="checkbox"/>	Rugoso <input checked="" type="checkbox"/>	Portal PB <input checked="" type="checkbox"/>	Portal PA <input type="checkbox"/>		
Lisa-Rugosa <input type="checkbox"/>		Portal y Soportal		<input type="checkbox"/>	
Color:	Beige				
PORTADA			ARCOS		
Simple <input type="checkbox"/>	Monumental <input type="checkbox"/>	Adintelado <input type="checkbox"/>	Medio punto <input type="checkbox"/>		
Compuesta <input type="checkbox"/>	Inscripciones <input type="checkbox"/>	Rebajados <input type="checkbox"/>	Ojival <input type="checkbox"/>		
Zócalo:	Enlucido	Carpanel <input type="checkbox"/>	Lobulado <input type="checkbox"/>		
VANOS			Otros:		
Puertas No.		Ventanas No.		REMATES DE FACHADA	
PB	2	PB	2	Alero simple <input checked="" type="checkbox"/>	Alero canecillos <input type="checkbox"/>
PA	0	PA	3	Antepecho <input type="checkbox"/>	Cornisa <input type="checkbox"/>
BALCONES			Balaustrada <input type="checkbox"/>	Frontón <input type="checkbox"/>	
Volado	0	Incluidos No.	3	Antefija <input type="checkbox"/>	Espadaña <input type="checkbox"/>
HERRAJES			Almenas <input type="checkbox"/>	Arquería <input type="checkbox"/>	
Forjados <input type="checkbox"/>	Colado <input type="checkbox"/>	Otros:			
Otros:					
MOLDURAS Y ORNAMENTACIÓN					
Enmarcamiento en vanos, balaustres en balcones, chapeado, panelados en las puertas; capitel estilo jónico en las columnas que conforman el portal.					

Nota. Descripción volumétrica del inmueble, se detalla el tipo de fachada, color, textura vanos, existencia de balcones, etc. Elaborado por: La autora con información de INPC, 2014.

4.2.5 Riesgos

- **Naturales:** Sismos.
- **Antrópicos:** Falta de mantenimiento, falta de control, contaminación, desarrollo urbano, intervenciones inadecuadas e incendios.

4.2.6 Identificación física del inmueble

Figura 13

Identificación física de los materiales que componen la edificación patrimonial

Elementos	Materiales						Acabados						Patologías																								
	1= Piedra 2= Hormigón 3= Tierra	1= Ladrillo 2= Bloque 3= Cemento	1= Adobo 2= Tapial 3= Bahareque	4= Adobe/Bahareque 5= Adobe/ Tapial 6= Adobe/ Ladrillo	1= Madera 2= Quincha 3= Enquinche	1= Metálica 2= Aluminio 3= Polivinilo PVC	1= Teja 2= Fibra vegetal 3= Teja/ zinc	4= Asbesto 5= Zinc 6= Teja/Asbesto	1= Vidrio 2= Policarbonatos	1= Carrizo 2= Esterilla 3= Malla	1= Latón 2= Yeso	1= Madera 2= Baldosa	1= Adoquín 2= Cemento 3= Piedra	1= Mármol 2= Cerámica 3= Tejuelo	1= Enlucidos	1= Pintura	1= Pintura mural	1= Pintura tapiz	Otros A-B-C-D	L	M	A	L	M	A	L	M	A	L	M	A	L	M	A			
Estructura																																					
Cimentación	1																																				
Muros/ Paredes/ Tabiques				1											1																						
Columnas/ Pilares		3		1											1																						
Vigas				1											1																						
Losas/ Entrepisos				1											1																						
Arcos																																					
Cubiertas																																					
Techos/ Bóvedas/ Cúpulas						5																															
Fachadas																																					
Revestimientos											1				1																						
Puertas				1											1																						
Ventanas				1			1								1																						
Balcones				1											1																						
Portadas																																					
Portales		3										2																									
Zócalos																																					
Molduras y ornamentación		3		1							1			1	1																						
Remates				1											1																						
Espacios Interiores																																					
Pisos				1																																	
Cielos Rasos																																					
Galerías																																					
Puertas/ Ventanas				1																																	
Pasamanos				1	1																																
Revestimientos Inferiores				1											1																						
Espacios Exteriores																																					
Pisos																																					
Patios																																					
Cerramientos																																					
Terrazas																																					
Jardines/ Huertos/ Caminería																																					
Escaleras																																					
Interiores				1																																	
Exteriores																																					
Instalaciones																																					
Eléctricas																																					
Sanitarias																																					
Especiales																																					

Nota. Se describen los diferentes materiales de los elementos estructurales y acabados, así como las patologías externas que han ocasionado deterioros en los mismos.

Elaborado por: La autora con información INPC, 2014.

CAPÍTULO V

INSPECCIONES Y EVALUACIONES DEL ESTADO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

5.1 Introducción a los métodos de inspección y evaluación visual rápida

La capacidad de una estructura de soportar el daño de manera significativa se les atribuyen a características de resistencia, ductilidad y redundancia. El deterioro de gran magnitud y colapso de muchas estructuras durante estos tipos de eventos se ve influenciada por la falla directa de un solo elemento o una serie de ellos con ductilidad y resistencia insuficiente.

Hay tres factores que ayudarán a determinar el estado general de la estructura y son los siguientes: colapso total, parcial o no existe, desviación o inclinación de la edificación o de algún entrepiso y falla o asentamiento de la cimentación (Loor & Mendoza, 2019).

La evaluación de vulnerabilidad sísmica descrita en FEMA 154, misma que consiste en una inspección visual radica en la asignación de una puntuación al edificio, esta puntuación permitirá definir si se deberá o no realizar una evaluación mucho más detallada de la edificación o si esta necesita ser reforzada, por lo general esto se hace cuando hay ciertas interrogantes o se ha puesto en duda cierto comportamiento estructural de la edificación. El método utilizado es de carácter cualitativo.

Para determinar si se reforzará la edificación, se hace a través de un índice, si el resultado de la evaluación es menor o igual que 2 hay que usar un método más detallado que conlleva el análisis de la edificación con análisis primeramente lineal, si cumple no hay que reforzar y si no cumple definitivamente hay que reforzarla. Si el índice de la metodología es mayor o igual que 2, no necesita reforzamiento, el índice 2 significa que la edificación tiene una probabilidad de 1 al 100 de que colapse (Benjamín, & Lockhart, Sidney, 2011).

A la primera evaluación que se realiza, se la conoce como evaluación de diagnóstico preliminar, ocupando el nivel 1. Los aspectos más relevantes que se deberán tomar en cuenta durante la inspección visual de la edificación son los siguientes:

- Información de la estructura identificada. Identificación de la construcción.
- Uso de la edificación y configuración estructural.
- Tipo de suelo y riesgos Geológicos.

Daños, deterioros e irregularidades de la estructura, etc. El resultado de esta evaluación estará basado en los aspectos anteriormente mencionados, se deberán sumar o restar valores, obteniendo un puntaje final que nos permitirá conocer el grado de vulnerabilidad sísmica de la edificación.

Cabe mencionar que el año de construcción de la estructura es de suma importancia, ya que, si esta es antigua, lo más probable es que al realizar las inspecciones visuales, no cumpla con muchos requisitos, uno de los aspectos que influyen son las diferentes normas o códigos en los que se basaron los constructores para realizar la edificación, ya que estos se actualizan constantemente. Como consecuencia de esto, el puntaje final obtenido podría ser mucho más cercano a cero, indiciando que la estructura podría colapsar, lo cual no será del todo cierto.


Si habiendo realizado la inspección visual preliminar correspondiente al nivel 1 se obtiene un bajo puntaje, se recomienda realizar la inspección visual detallada del nivel 2. Esta última debe ser realizada por un profesional en el área de Ingeniería Civil o Arquitectura, por lo que el puntaje final dependerá de los conocimientos y experiencia del profesional.

5.2 Nivel 1 Evaluación de diagnóstico preliminar

La metodología en la que se basa este proyecto está basada en el método de la observación, mismo que consiste en una investigación de campo, cualitativa y cuantitativa, por lo que se utilizará el formulario llamado “Evaluación rápida visual de estructura frente a potenciales riesgos sísmicos”, descrito en el capítulo 2 de este documento.

Figura 14

Formulario de Evaluación rápida visual preliminar

Evaluación Rápida Visual de Estructuras Frente a Potenciales Riesgos Sísmicos		Nivel 1														
FEMA P - 154 Data Collection Form		ALTO RIESGO SÍSMICO														
FOTOGRAFÍA		DATOS GENERALES														
		Dirección: Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo														
		Nombre de la Edificación: Vivienda Patrimonial de madera														
		Número de pisos: 2														
		N.º Pisos sobre nivel de la vía: 2														
		N.º Pisos bajo nivel de la vía: 0														
		Año de Construcción: 1925														
		Área Total en Planta (m2): 402.23														
		Encuestador: Dayana Lozano														
		Fecha de Encuesta: 8/8/2021														
		OCUPACIÓN														
Asamblea <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>															
Comercial <input type="checkbox"/>	Oficina <input type="checkbox"/>															
Serv. Emergencia <input type="checkbox"/>	Residencial <input checked="" type="checkbox"/>															
Gobernación <input type="checkbox"/>	Escuela <input type="checkbox"/>															
Histórico <input type="checkbox"/>																
NÚMERO DE PERSONAS																
0-10 <input checked="" type="checkbox"/>	11-100 <input type="checkbox"/>															
101-1000 <input type="checkbox"/>	1000+ <input type="checkbox"/>															
TIPO DE SUELO																
A RODA DURA <input type="checkbox"/>	B ROCA PROMEDIO <input type="checkbox"/>	C SUELO DENSO <input type="checkbox"/>	D SUELO RÍGIDO <input checked="" type="checkbox"/>	E SUELO SUAVE <input type="checkbox"/>	F SUELO POBRE <input type="checkbox"/>											
DNK <input checked="" type="checkbox"/> (asumir tipo D)																
PELIGROS GEOLÓGICOS																
Licuefacción	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	DNK <input type="checkbox"/>	Ruptura de superficie	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	DNK <input type="checkbox"/>											
Deslizamiento	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	DNK <input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>												
PELIGRO DE FALLAS EXTERIORES																
Chimeneas no ancladas	<input type="checkbox"/>	Antepedros, barandas	<input type="checkbox"/>													
Revestimientos pesados	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>													
IRREGULARIDADES																
En elevación	<input type="checkbox"/>	Tipo/severidad														
En planta	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo														
ADYACENCIA																
Golpeteo				<input checked="" type="checkbox"/>												
Objetos peligrosos al caer de edificios más altos				<input type="checkbox"/>												
COMENTARIOS																
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL, SL1																
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W1a	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 URM INF	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Puntuación Básica	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0
Irregularidad Vertical Severa, VL1	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7
Irregularidad Vertical Moderada, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4
Irregularidad en Planta, PL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4
Código Anterior	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0
Último Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A
Suelo Tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3
Suelo Tipo E (1-3 pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
Suelo Tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2
Puntaje mínimo, Smin	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
PUNTAJACIÓN FINAL, SL1 ≥ SMIN	0.7															
EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN				OTROS PELIGROS				ACCIÓN REQUERIDA								
Exterior	Todos los lados <input type="checkbox"/>	Parcial <input checked="" type="checkbox"/>	Aéreo <input type="checkbox"/>	¿Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?				¿Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?								
Interior	Ninguno <input type="checkbox"/>	Visible <input type="checkbox"/>	Ingreso <input checked="" type="checkbox"/>					SI, tipo de edificación FEMA desconocida <input type="checkbox"/>								
Planos revisados	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			Potencial golpeteo, (a menos que SL2>que el puntaje limite aceptable.				SI, puntaje menor que el puntaje limite aceptable <input checked="" type="checkbox"/>								
Fuente de los peligros geológicos				Peligro de objetos que pueden caer de edificaciones adyacentes.				SI, otros peligros presentes. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>								
Persona contacto								¿Se recomienda una Evaluación No Estructural?								
EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA				Peligros geológicos o suelo Tipo F				SI, peligros no estructurales a evaluar.								
SI	<input checked="" type="checkbox"/>			Daño/deterioro significativo en el sistema estructural				No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada. <input type="checkbox"/>								
NO	<input type="checkbox"/>							No se han identificado peligros. <input checked="" type="checkbox"/> DNK <input type="checkbox"/>								
Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguientes, EST=Estimado o datos no confiables o DNK= no se sabe.																

Nota. Formulario del FEMA 154; datos obtenidos de la evaluación rápida realizada a la edificación patrimonial. Elaborado por: La autora.

5.3 Evaluación basada en deficiencias del nivel 2

Figura 15

Formulario de Evaluación rápida visual detallada

Evaluación Rápida Visual de Estructuras Frente a Potenciales Riesgos Sísmicos							Nivel 2 (opcional)		
FEMA P - 154 Data Collection Form			ALTO RIESGO SÍSMICO						
La recopilación de datos opcional de nivel 2 debe ser realizada por un profesional de ingeniería civil o estructural, arquitecto o estudiante graduado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.									
Nombre de la Edificación:		Vivienda Patrimonial de madera		Puntaje final Nivel 1:		SL1= 0.7		(no considere Smin)	
Inspector:		Ing. Carlos Velasco		Modificaciones de irregularidades nivel 1:		Irregularidad vertical, VL1= -0.7		Irregularidad en planta, PL1= -1.1	
Fecha/Hora:		10/8/2021		Puntuación básica ajustada:		S'=(SL1-VL1-PL1)=		2.5	
Modificadores estructurales para agregar a la puntuación de referencia ajustada:									
Tema	Declaración (si la declaración es verdadera encierre en un círculo el modificador "SI", de lo contrario, tache el modificador)						SI	Subtotales	
Irregularidad vertical, VL1	Pendiente en sitio	Edificio W1: Hay por lo menos un completo cambio de grado de piso desde el lado del edificio hacia el otro.						-1.2	VL2= -1.0
		No Edificio W1: Hay por lo menos un completo cambio de grado de piso desde el lado del edificio hacia el otro.						-0.3	
	Piso débil y/o blando (máximo encierre en un círculo)	Edificio W1 pared baja: Una pared baja sin refuerzo es visible en el espacio de rastreo.						-0.6	
		W1 casa de garaje: Debajo de un piso que ocupa, hay una apertura de garaje sin un marco de acero y de momento hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para múltiples pisos ocupados anteriormente, utilizar 40cm mínimo de pared).						-1.2	
		W1 Un edificio abierto de frente: Hay aberturas en el suelo de los pisos (como para el estacionamiento) en por lo menos 50% de la longitud						-3.2	
		No Edificio W1: Longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que 50% del piso superior o la altura de cualquier piso es mayor de dos veces la altura del piso superior.						-0.9	
	Caídas	No Edificio W1: Longitud del sistema lateral en cualquier piso es entre el 50% y el 75% de los pisos superiores o la altura de cualquier piso es entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior.						-0.5	
		Elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están por fuera de los del piso de abajo haciendo el desplazamiento en el diafragma a voladizo.						-1.0	
		Elementos verticales del sistema lateral en plantas superiores están por dentro de los que están en pisos inferiores.						-0.5	
	Columna corta/Pilas	Hay un desplazamiento de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos en el plano.						-0.3	
C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos 20% de columnas (o pilares) a lo largo del eje de la columna en el sistema lateral tiene relaciones altura/ancho de menos de 50% de la relación altura/ancho nominal a ese nivel						-0.5			
C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: El ancho de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad del ancho de la enjuta o hay paredes adyacentes o suelos de relleno que acortan la columna.						-0.5			
De dos niveles	Hay un nivel de división en uno de los niveles de piso en el techo.						0.5	VL2= -1.0	
Otras irregularidades	Hay otra irregularidad grave vertical observable que obviamente afecta el comportamiento sísmico del edificio						-1.0		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar al comportamiento sísmico del edificio.						-0.5	PL2= -0.4	
Irregularidad en planta, PL1=	Sistema lateral no aparece relativa mente bien distribuida en planta en cualquiera o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad frente abierto W1A enumeradas anteriormente).						-0.2	PL2= -0.4	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más principales elementos verticales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.						-0.4		
	Esquina reentrante. Ambas proyecciones, desde la esquina interior superen el 25% de la dimensión global del plan en esa dirección.						-0.4		
	Abertura de diafragma. Hay una apertura en el diafragma con una anchura de más de 50% del total al ancho de diafragma en ese nivel.						-0.2		
	Edificio C1,C2 desplazado fuera del plano: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.						-0.4		
Exceso	Otra irregularidad. Hay otra irregularidad plana observable que obviamente afecta al comportamiento sísmico de los edificios						-0.7	PL2= -0.4	
Golpeteo	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.						0.3	PL2= -0.4	
	El edificio se separa de una estructura adyacente en menos del 1% de la altura de la más corta del edificio y estructura adyacente y:		Las plantas no se alinean verticalmente dentro de 60cm.		(Cap total golpeteo modificadores de -1.2)		-1.0		
			Un edificio es de 2 o más pisos más alto que el otro.				-0.5		
Edificio S2	"K" geometría de arriostamiento es visible						-1.0	PL2= -0.4	
Edificio C1	Placa plana sirve como la viga en el marco de momento.						-0.4		
Edificio PC1/RM1	Hay ataduras de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en el doblado de grano cruzado (no se combinan con el modificador de referencia o modificación posterior).						0.3		
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene espacios estrechos, alturas llenas de las paredes interiores (en lugar de un espacio interior con algunas paredes interiores como en un almacén).						0.3	M= 0.0	
URM	Gabletes de pared están presentes.						0.4		
MH	Hay un sistema de soporte sísmico suplementario proporcionado entre el carro y el suelo.						1.2		
Reequipamiento	Reforzamiento sísmico integral es visible o conocido a partir de dibujos.						1.4	M= 0.0	
PUNTUACIÓN FINAL NIVEL 2, SL2 = (S' + VL2 + PL2 + M) >= SMIN:				SL2=		1.1		(Trasladado al formulario)	
Hay un daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativa mente al comportamiento sísmico del edificio: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No									
En caso afirmativo, describir la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indicar en el formulario de nivel 1 que la evaluación detallada se requiere anotar independientemente de los edificios.									
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLE									
Ubicación	Declaración (Marque "SI" o "No")						SI	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzado o chimenea de mampostería no reforzado no arriostado.							✘	
	Hay revestimiento pesado o chapa pesada.						✘		
	Hay una gran cubierta sobre las puertas de salida o pasarelas de peatones que parece apoyado de manera adecuada.							✘	
	Hay un accesorio de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o zonas peatonales.							✘	
	Hay un letrero en el edificio que indica que los materiales peligrosos están presentes.							✘	
	Hay un edificio URM adyacente más alto con una pared no anclada o parapeto URM no arriostado o chimenea.							✘	
Interior	Otros riesgos de caída exterior no estructural observado:							✘	
	Hay una teja de barro o ladrillo hueco particiones en cualquier escalera o salida pasillo.							✘	
	Otros peligros no estructurales interiores que caen observados.							✘	
Desempeño sísmico estimado para no estructural (Marque la casilla apropiada y traslade al Nivel 1 del formulario de conclusiones).									
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales potenciales con amenaza significativa para la seguridad de la vida del inquilino - Evaluación detallada no estructural recomendada.								
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes - Evaluación detallada no estructural necesaria.								
<input checked="" type="checkbox"/>	Baja o ninguna amenaza de peligro estructural de seguridad de la vida del ocupante - No se requiere evaluación detallada no estructural.								

Nota. Formulario del FEMA 154 datos obtenidos de la evaluación detallada realizada a la edificación patrimonial. Elaborado por: La autora.

La puntuación inicial obtenida al completar el formulario del Nivel 1 fue de 0.7, este valor es inferior al mínimo de 1.1 para este tipo de estructura, indicando que la estructura es

potencialmente peligrosa desde el punto de vista sísmico, por lo que se procedió a evaluarla con el formulario del Nivel 2, con el objetivo de obtener una evaluación mucho más detallada y exacta.

El resultado obtenido con el segundo formulario es de 1.1, este valor es inferior al puntaje de corte de 2 sugerido por FEMA P-154, por lo que se recomienda realizar un estudio de vulnerabilidad, mediante un análisis estructural con el fin de verificar si la estructura es realmente peligrosa desde el punto de vista sísmico.

5.4 Nivel 3 Evaluación sistemática y reacondicionamiento

La estructura no cumple con los dos primeros niveles de inspección visual, por lo que es posible concluir que necesita ser reforzada, es por eso que se procede a realizar el nivel 3.

Este nivel consiste en la realización de una evaluación mucho más detallada de la estructura, esto se hace con el objetivo principal de conocer qué tan vulnerable será la estructura frente a eventos sísmicos, además facilita la selección del tipo de refuerzo adecuado para mejorar las condiciones de la estructura.

Para ello se realizará un análisis estructural de la edificación, modelando la estructura en el programa ETABS, para el análisis de resultados, evaluación y diseños de elementos estructurales, se tomarán como referencia la Norma Ecuatoriana para peligro sísmico y el Manual de diseño para maderas del grupo Andino.

CAPÍTULO VI

CRITERIOS Y ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

6.1 Criterios

Los criterios y alternativas de intervención estructural, deben ser consecuentes con las normativas internacionales y a las referencias que se hace en el capítulo 2 (Diseño sismo resistente NEC-2015), cartas internacionales de conservación, principios, y leyes de la República del Ecuador, y estos son los que se describen a continuación:

- a. Criterios basados en mantener, restituir o aumentar la resistencia, cuyo objetivo es resistir las fuerzas de diseño sísmico.
- b. Criterios basados en el desempeño estructural durante los sismos, cuyo objetivo es controlar los desplazamientos de la estructura agrietada por ellos, en base a refuerzos de mínima intervención, compatibles y reversibles; y criterios mixtos, donde se complementan los dos criterios anteriores,
- c. Los inmuebles considerados Patrimonio de la humanidad y del estado ecuatoriano, tendrán una aplicación especial debido a que su preservación puede estar en riesgo por la acción de los terremotos, por lo que será necesario utilizar en su intervención, criterios de diseño que garanticen el control de los desplazamientos y eviten el colapso mediante refuerzos adicionales compatibles y reversibles con un daño mínimo en los elementos originales, para permitir la aplicación de nuevas técnicas que en el futuro sean adaptables con los materiales del inmueble. (Guía de diseño 5, 2016).

6.2 Alternativas de refuerzo estructural

Existen muchas alternativas para realizar el refuerzo estructural de una edificación, esto dependerá del material y del nivel de afectación que posean los elementos de dicha edificación, estas alternativas van desde la sustitución de los elementos deteriorados por elementos del mismo material u otro capaz de soportar las cargas a las que estaba sometido el elemento

estructural original, hasta el refuerzo de los elementos en donde el principal objetivo es devolverle la capacidad portante al mismo.

Si el daño en el elemento estructural es de tal magnitud que no permite una actuación encaminada a reparar y devolver al elemento su capacidad portante, o el valor del elemento es escaso, la solución que se adopta habitualmente es la de sustituir el elemento dañado por otro que cumpla su función. En algunos casos esta sustitución supone la eliminación de los elementos de madera preexistentes, y en otros, por motivos decorativos, se dejan los elementos de madera adosados o colgando de la nueva estructura (Landa, s.f).

Por lo general los elementos de las estructuras de madera, son sustituidos por elementos cuyo material es de madera, de acero u hormigón armado.

Para una estructura de carácter patrimonial, es sumamente importante que, al realizar un proceso de intervención estructural, en donde se busca rehabilitar la estructura existente, se mantengan los elementos originales de la estructura. La estructura estudiada, es de madera por lo que sustituir por elementos de madera es la solución a priori más lógica y normalmente la más sencilla.

Este proceso consiste en la eliminación de la pieza dañada y en su lugar se coloca otra de la misma sección y de las mismas características, esto se hace considerando que la edificación continuará sometida a las mismas cargas de uso para las que originalmente se diseñó y que este dimensionado cumple correctamente con su función, caso contrario se deberá aumentar la sección en la medida en que el cálculo lo indique.

El refuerzo o reparación consiste en devolver la capacidad portante necesaria al elemento de madera dañado para que este cumpla con su función. A continuación, se mostrarán los posibles métodos a aplicarse para el reforzamiento de estructuras de madera.

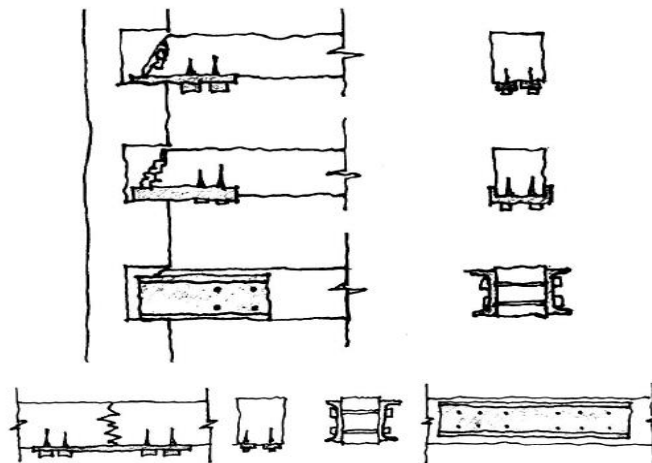
6.2.1 Refuerzo con elementos metálicos clavados y atornillados

Es importante mencionar que este tipo de refuerzo no es la mejor solución, frente a edificaciones en donde el valor estético es de mucha importancia.

Se suelen utilizar chapas metálicas adosadas a los lados del elemento de madera, que le devuelven su capacidad de resistir. Se emplean en las zonas en que la madera se ha deteriorado, tales como empotramientos en muros o zonas de rotura de la madera. Necesitan una superficie amplia de clavado o atornillado por lo que la chapa será de grandes dimensiones (Landa, s.f.).

Figura 16

Refuerzo con elementos metálicos clavados y atornillados



Nota. Refuerzo de elementos de madera con elementos metálicos clavados y atornillados. Fuente: Landa, s.f.

6.2.2 Refuerzos con fibras de carbono

Consiste en la aplicación de platinas de fibra de carbono la cual está conformada por miles de filamentos de carbono conformando un material de muy poco peso. “Este material se utiliza como base de reforzamiento para aumentar la resistencia estructural de una estructura, y en nuestro medio se usa principalmente para reforzar estructuras que tengan una carga sobredimensionada, mejorando considerablemente su capacidad de servicio” (Parra & Vásquez, 2014).

Figura 17

Refuerzos con fibras de carbono



Nota. Fibra de carbono como refuerzo. Fuente: Parra & Vásquez, 2014.

El refuerzo estructural con fibras de carbono, es un tipo de aditivo que se encuentra disponible en nuestro medio, es de fácil obtención para su uso en la rehabilitación de estructuras de madera.

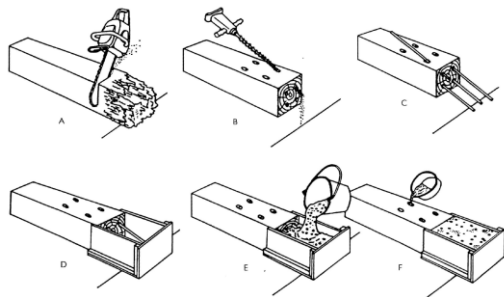
La fibra de carbono es un material nuevo que se ha usado recientemente en la rehabilitación de estructuras dada su baja densidad y su elevada resistencia, lo cual es conveniente para la estructura debido a que no representa un aumento significativo en el peso de la estructura (Landa, s.f.).

6.2.3 Refuerzo mediante elementos embebidos en formulaciones Epoxy

“Este método consiste en realizar unos rebajes a la madera que permitan la inserción de elementos metálicos o de fibra de vidrio que quedarán embebidos en resinas; se suelen emplear resinas epoxy” (Landa, s.f.).

Figura 18

Elementos embebidos en resinas epoxy



Nota. Refuerzo de elementos de madera mediante elementos embebidos en formulaciones epoxy. Fuente: Landa, s.f.

CAPÍTULO VII

ESTUDIO DE PATOLOGÍAS Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

El objetivo del presente capítulo es establecer una evaluación cualitativa del estado actual en el que se encuentra la estructura, para ello se recurre a utilizar las diferentes fichas de recopilación datos para el respectivo diagnóstico de los diferentes elementos estructurales afectados.

A continuación, se presenta un levantamiento de daños y agentes de deterioro, mismo que contine una descripción de los principales daños y del proceso patológico del inmueble, determinando el origen y causas de las lesiones, sean estas directas: físicas, químicas y mecánicas, o indirectas: del proyecto en la elección del material, diseño estructural, ejecución o construcción, y del mantenimiento.

7.1 Fichas de recopilación de datos, diagnóstico y tratamiento

En el capítulo 3 de este documento, se describieron las diferentes tablas o fichas a utilizar para la respectiva recopilación de información de los daños que presenta la vivienda, así como sus posibles tratamientos.

En este apartado se dará a conocer la información que ha sido recopilada, y para una mayor interpretación se procederá a usar las tablas de diagnóstico y tratamiento propuestas para cada lesión encontrada en el inmueble.

7.1.1 Fichas de recopilación de datos

De forma general se sabe que tiene la siguiente información de la edificación:

- Es de tipología doméstica.
- La madera es el material principal, contando con un aproximado del 98% de la misma y el resto en hormigón.
- Está constituida de dos plantas.
- Su función principal es residencial.

En algunas dependencias de la vivienda existen daños que se repiten por lo que se procederá a recopilar datos de manera general; además, se describirá la ubicación de cada daño en el inmueble, usando como referencia la planta arquitectónica de la vivienda.

Tabla 7

Características principales de la edificación

Época	Materiales de construcción			Tipología doméstica	Elementos componentes y de diseño
	Paredes	Entrepiso	Techo y cubierta		
Siglo XX	Las paredes y tabiquerías en general, se componen de madera como principal material + pintura como revestimiento.	En su totalidad está constituido de madera	La cubierta es de madera, con revestimiento de zinc.	Vivienda	Las columnas, vigas, paredes, pisos, entrepisos y demás elementos estructurales, están constituidos de madera. A excepción de cuatro columnas ubicadas en el frente de la casa, que son de hormigón armado y parte del piso.

Nota. Características principales de la edificación según su etapa de construcción.

Elaborado por: La autora con información recopilada de la vivienda y Cabrera & Plaza, 2014.

Tabla 8*Deterioros de elementos afectados*

Elemento	Material	Principales deterioros	% de daño
Paredes exteriores y tabiquería	Madera	Fisuración moderada	20
		Desprendimiento y/o pérdida de coloración de la pintura	50
		Agrietamiento moderado en el revestimiento de mortero	15
		Ligeras deformaciones	10
Columnas	Madera	Agrietamiento moderado	40
		Porosidad por agendes biológicos	60
		Pudrición	40
		Humedad	10
		Separación entre columnas y vigas	20
Vigas	Madera	Pudrición	40
		Pérdida de sección del elemento	20
		Agrietamiento severo	80
		Deformaciones notables	10
“Piso y entrepisos	Madera	Deformaciones severas	20
		Pudrición en piso de los baños en la planta baja y en la azotea	60
		Agrietamiento severo	80
Fachadas	Madera	Desprendimiento y/o pérdida de coloración de la pintura	60
		Suciedad	100

Nota. Principales deterioros en los elementos más afectados con un porcentaje aproximado de deterioro. Elaborado por: La autora con información recopilada de la vivienda y Cabrera & Plaza, 2014.

Tabla 9*Causas posibles de lesiones*

Elemento	Causas	%
Paredes exteriores y tabiquería	Falta de mantenimiento	60
	Agentes atmosféricos	20
Columnas	Falta de mantenimiento	60
	Agentes biológicos	30
	Agentes atmosféricos	10
	Asentamientos	10
Vigas	Falta de mantenimiento	70
	Agentes biológicos	10
	Agentes atmosféricos	10
	Infiltración de agua en cubierta y/o entrepisos	40
	Asentamientos	10
Piso y entrepisos	Falta de mantenimiento	70
	Agentes atmosféricos	10
	Infiltración de agua en cubierta	30
Fachadas	Falta de mantenimiento	60
	Agentes biológicos	30
	Agentes atmosféricos	20

Nota. Se muestran las principales causas que han podido generar este deterioro en los diferentes elementos estructurales afectado. Elaborado por: La autora con información recopilada de la vivienda y Cabrera & Plaza, 2014.

7.1.2 Fichas de diagnóstico y tratamiento

Tabla 10

Ficha técnica de tratamiento # 1

Información de edificación	
Descripción de vivienda:	Vivienda Patrimonial de madera
Dirección:	Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo
Uso actual:	Vivienda
Uso original:	Vivienda
Información de lesión	
Tipo:	Ubicación:
	
Descripción de lesión:	Como es posible evidenciar en las imágenes el entrepiso en la parte conocida como azotea es totalmente de madera y esta zona, está expuesta a la intemperie.
Posibles causas:	<ul style="list-style-type: none"> • La falta de mantenimiento es la causa principal del deterioro existente en esta zona. • Humedad producida en tablas de entrepiso, vigas y viguetas, debido a la infiltración producida por aguas lluvias.
Tratamiento propuesto:	<p>Se propone el reemplazo total de las tablas de madera, así como un tratamiento adecuado para las vigas y viguetas que las soportan.</p> <p>A continuación, se describe el proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el desmonte del piso de madera utilizando las herramientas necesarias. • Desalojo de escombros. • Verificar el estado de las vigas y viguetas. • Si las vigas y viguetas están en buen estado se procede a realizar el tratamiento de las mismas. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpiar y lijar las vigas y viguetas, para ello se puede utilizar una radial (pulidora) y un cepillo cónico trenzado para amoladora, se recomienda

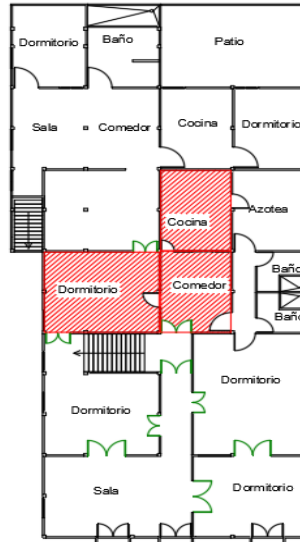
utilizar la protección necesaria para evitar accidentes.



- ✓ Realizar tres perforaciones por metro con un taladro con una profundidad máxima de 2/3 de la sección de la viga.
- ✓ Colocar un inmunizante y protector para madera a base de insecticidas y fungicidas, como MERULEX INCOLORO, para ello se debe hacer uso de una pistola para aplicar el componente en el interior de los elementos estructurales y una brocha para su parte exterior a razón de 250gr/m², aplicar 2 manos, la segunda después que la primera haya secado.
- ✓ Usar el producto **Montoxyl Classic Satinado**, aplicando capas finas mediante brocha o rodillo para brindar un barnizado de protección a la madera.
- Mejorar la resistencia de las vigas mediante el uso de perfiles de carbono **Sikadur 30**. Cabe recalcar que para un correcto uso del mismo se requiere de mano de obra que conozca del tema para obtener una adecuada colocación y resultados deseados. Se debe considerar el siguiente proceso:
 - ✓ Mezclar los componentes de la resina epóxica de **Sikadur 30** mínimo 3 minutos hasta obtener una mezcla homogénea.
 - ✓ Aplicar cuidadosamente la mezcla sobre la superficie del elemento estructural, colocar aproximadamente una capa de 1mm de espesor a lo largo de todo el elemento.
 - ✓ Colocar el adhesivo cuidadosamente sobre la platina de fibra de carbono, aproximadamente una capa de 1 a 2mm.
 - ✓ Colocar la platina sobre la superficie del elemento estructural y presionar la platina contra la viga mediante un rodillo hasta que el adhesivo se vea reforzado a salir por ambos lados de la platina.
 - ✓ Remover el exceso de adhesivo.
- Finalmente se procede a colocar el entablado de piso con nueva madera. Esta propuesta de tratamiento se basa en utilizar materiales similares a los existentes, por lo que se necesitará 20 tablas de madera 24x4 cm de sección por 2.60 metros de longitud, que es longitud estandarizada.
- Colocar las tablas de madera lo más juntas posible, para evitar mayores infiltraciones y reducir las vibraciones.

Observaciones:


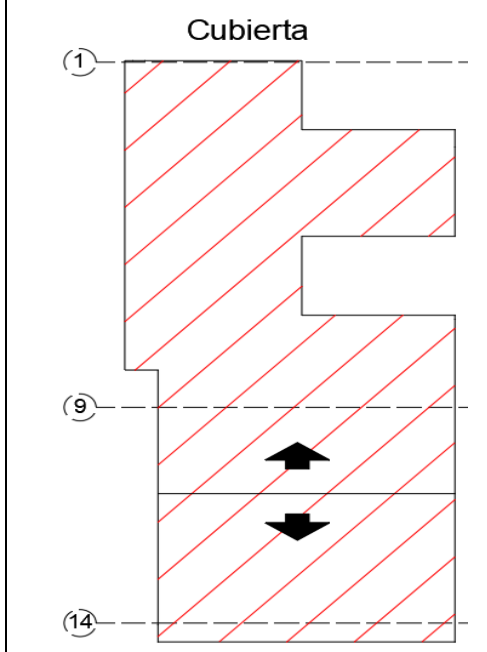
- Se ha optado por el refuerzo con platinas de fibra de carbono, ya que estas no afectan significativamente el peso final de la estructura, pero sí aumentan la resistencia del elemento estructural.
- El procedimiento de reemplazar las tablas de madera de entrepiso, también debe realizarse a áreas de la cocina, dormitorio y comedor.

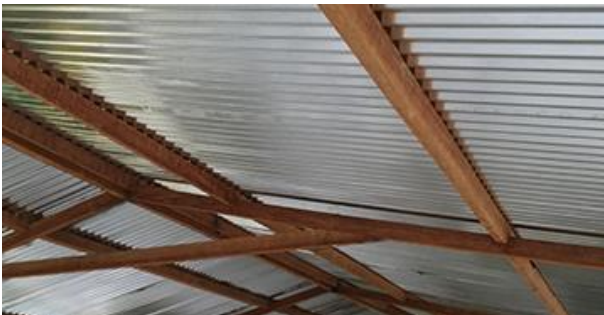




Nota. Ficha técnica para tratamiento de daños ocasionados en la azotea del inmueble, como consecuencia de humedades excesivas. Elaborado por: La autora.

Tabla 11

Ficha técnica de tratamiento # 2

Información de edificación	
Descripción de vivienda:	Vivienda Patrimonial de madera
Dirección:	Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo
Uso actual:	Vivienda
Uso original:	Vivienda
Información de lesión	
Tipo:	Ubicación:
	
Descripción de lesión:	La estructura de cubierta está deteriorada en su gran mayoría, aproximadamente desde los ejes 1 hasta el 9, es decir toda la parte trasera de la edificación. Algunos elementos estructurales como vigas y viguetas presentan zonas de pudrición al igual que el cielo raso de madera. Las planchas de zinc en esta misma zona se encuentran deterioradas con agujeros, permitiendo la infiltración de aguas lluvias hacia el interior de la vivienda.
Posibles causas:	<ul style="list-style-type: none"> • La causa principal es la falta de mantenimiento de la estructura y en el zinc. • La humedad producida en los diferentes elementos, como consecuencia de la infiltración de aguas lluvias. • La pudrición generada por la presencia de hongos, ha provocado el cambio de color de los elementos, así como roturas significantes en los mismos.
Tratamiento propuesto:	La mayoría de los elementos estructurales de cubierta, así como el zinc y cielo raso de madera, presentan una condición crítica. Para evitar un posible aumento del deterioro o el posible colapso, no sólo de la estructura de cubierta sino también del resto de la estructura de la vivienda, ya que como se mencionó anteriormente la infiltración de agua lluvia ha deteriorado significativamente el entrepiso, se

	<p>propone la sustitución total de la cubierta, para ello se propone el siguiente proceso constructivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apuntalar los elementos estructurales de cubierta que puedan resultar en derrumbamientos incontrolados en el proceso de desmontaje. • Retirar el material de revestimiento de la cubierta, es decir de las planchas de zinc. Se recomienda usar arneses de seguridad con el objetivo de evitar posibles accidentes del personal operario. • Se procederá a realizar el desmontaje de la estructura portante de la cubierta, utilizando materiales o equipo que permita el retirado seguro de la estructura. • Se procederá a colocar las vigas durmientes con mucho cuidado, ya que estas serán las encargadas de transmitir las cargas de manera uniforme hacia paredes. • Posteriormente se colocarán las vigas y viguetas, cuyo diseño se realizará en el siguiente capítulo. • Una vez colocadas las vigas, se procederá a realizar el entablado correspondiente al cielo raso de la vivienda. • Se colocarán las planchas de zinc, utilizando capuchones aptos para las planchas.  <ul style="list-style-type: none"> • Debido a la disposición del techo, se recomienda colocar un canal para aguas lluvias, que permitirá el drenaje correcto de la cubierta.
<p>Observaciones:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cabe mencionar que ya se ha había realizado anteriormente el cambio de las planchas de zinc en el resto de la cubierta, es decir desde el eje 9 hasta el eje 14, por lo que en esta parte no existe un deterioro de la misma. • Debido a que no se intervino oportunamente el resto de la cubierta. Existe este deterioro tan significativo y como consecuencia de ello no se ha afectado solamente la estructura de cubierta, sino también el cielo raso y parte del entrepiso.  



Nota. Ficha técnica para tratamiento de daños ocasionados en la estructura de cubierta del inmueble, como consecuencia de humedades excesivas originadas por la falta de mantenimiento en el revestimiento de zinc. Elaborado por: La autora.

Tabla 12

Ficha técnica de tratamiento # 3

Información de edificación	
Descripción de vivienda:	Vivienda Patrimonial de madera
Dirección:	Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo
Uso actual:	Vivienda
Uso original:	Vivienda
Información de lesión	
Tipo:	
	
Descripción de lesión:	Deterioro, desprendimiento y pérdida de coloración de la pintura, este problema está presente en las paredes.
Posibles causas:	<ul style="list-style-type: none"> • Posible infiltración de agua lluvia, debido a posibles agujeros existentes en la cubierta de zinc, en las paredes exteriores el daño podría ser ocasionado por el contacto directo con la lluvia. • Falta de mantenimiento
Tratamiento propuesto:	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza en seco de la superficie afectada. • Lijado de la superficie con una lija fina, para retirar pintura existente. • Eliminar todo el polvo producido. • Impermeabilizar.


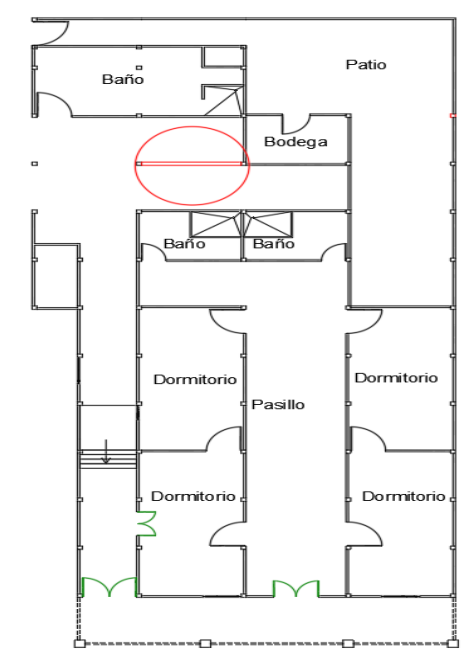
	<ul style="list-style-type: none"> • Pintar con el tipo de pintura conveniente, según sea el caso, para interiores o exteriores.
Observaciones:	<p>En el caso de las paredes exteriores y debido al gran deterioro que estas han tenido como consecuencia del contacto directo con la humedad, se recomienda el uso de material impermeabilizante para madera a elección, para ello se deben tomar en cuenta el procedimiento indicado para el mismo, que resumen podría ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Humedecer pared. ✓ Combinar los componentes del impermeabilizante hasta obtener una mezcla homogénea. ✓ Aplicar la mezcla obtenida sobre la superficie, utilizando una brocha o rodillo. <p>Esperar a que se seque y proceder a pintar con pintura para exteriores.</p>


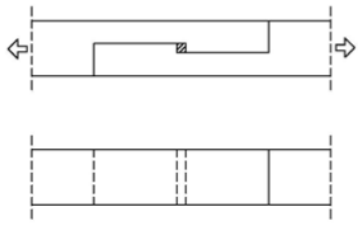
Nota. Ficha técnica para tratamiento de daños ocasionados en la pintura de los diferentes elementos estructurales del inmueble, como consecuencia de la humedad. Elaborado por:

La autora.

Tabla 13

Ficha técnica de tratamiento # 4

Información de edificación	
Descripción de vivienda:	Vivienda Patrimonial de madera
Dirección:	Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo
Uso actual:	Vivienda
Uso original:	Vivienda
Información de lesión	
Tipo:	Ubicación:
	
Descripción de lesión:	<ul style="list-style-type: none"> • Falla de unión entre dos vigas. • Agrietamiento severo en una de las vigas.
Posibles causas:	<ul style="list-style-type: none"> • Falla en la unión de la viga. • No haber realizado correctamente la unión entre vigas. • Humedad concentrada en esta zona debido a infiltración de aguas lluvias. • La unión entre vigas no se realiza sobre una columna.
Tratamiento propuesto:	<p>Se recomienda la sustitución de la viga de madera afectada, por una del mismo material y dimensiones, también se debe cortar y adecuar la viga que se encuentra en buen estado, para que la unión entre estas vigas sea sobre una columna. Para ello se propone el siguiente proceso constructivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un apuntalamiento vertical de la viga que se encuentra en buen estado dejando el espacio necesario para realizar el corte de la misma, también se debe apuntalar la estructura de entepiso que soporta el elemento deteriorado. Para evitar que se produzcan deformaciones en los demás elementos de entepiso, se recomienda realizar el apuntalamiento, lo más cercano posible a la zona a intervenir, se puede utilizar elementos de madera o de acero para el apuntalamiento.


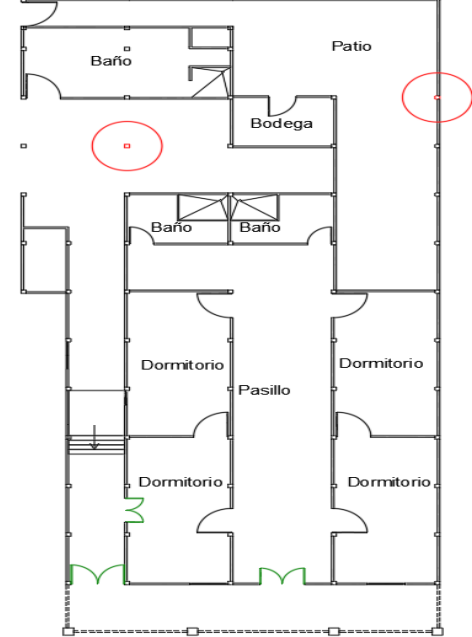
	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe tener potencial cuidado al realizar este proceso, ya que los golpes y vibración excesiva podrían afectar la estabilidad de los elementos estructurales involucrados.  <ul style="list-style-type: none"> • Retirar el elemento afectado y la parte de la viga un buen estado, considerando que esta unión debe hacerse en la columna, para ello se puede utilizar una sierra eléctrica y cortándolo en partes para facilitar el proceso. • Realizar el procedimiento adecuado para obtener una unión tipo empalme carpintera.  <ul style="list-style-type: none"> • Colocar la viga aserrada de madera de Guayacán Pechiche con acabado cepillado y con una sección de 19x29 cm.
<p>Observaciones:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Esta falla se ha producido en la zona en donde la cubierta ha presentado fallas. • No retirar el apuntalamiento realizado, ya que este será útil para realizar la sustitución de las columnas, como se describe en la siguiente ficha.

Nota. Ficha técnica para el tratamiento de una falla severa entre unión de vigas.

Elaborado por: La autora.

Tabla 14

Ficha técnica de tratamiento # 5

Información de edificación	
Descripción de vivienda:	Vivienda Patrimonial de madera
Dirección:	Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo
Uso actual:	Vivienda
Uso original:	Vivienda
Información de lesión	
Tipo:	Ubicación:
	
Descripción de lesión:	Separación entre viga y columna, generando inestabilidad y falta de continuidad de elementos estructurales del entrespacio de la vivienda.
Posibles causas:	Cimentación colocada sobre el relleno y no sobre el suelo natural, como consecuencia de acciones sísmicas, se produjo esa pérdida de aire acumulado debido a la mala compactación, por lo que se produjo una posible compactación involuntaria (asentamiento del suelo).
Tratamiento propuesto:	<p>Se propone realizar la sustitución de los 2 elementos estructurales, para ello se recomienda seguir el siguiente proceso constructivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la columna de la primera foto, se debe retirar las tablas y escombros existentes que impiden que el tratamiento propuesto se lleve a cabo. • Una vez realizado este proceso, se debe realizar el respectivo apuntalamiento de la viga, para ellos se deben utilizar elementos verticales ya sean de madera o de acero. • Para la columna de la segunda foto, en base al apuntalamiento realizado para las vigas, como se describió en la ficha anterior, se debe proceder a mover y orientar estos elementos verticales, con el objetivo apuntalar correctamente las vigas.


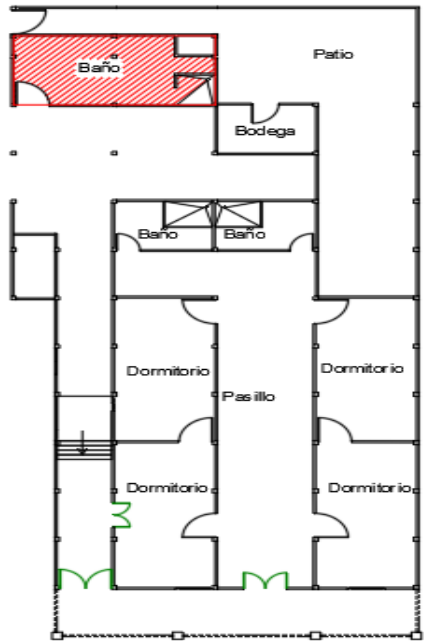
	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe tener potencial cuidado al realizar este proceso, ya que los golpes y vibraciones podrían generar inestabilidad en la estructura. • Considerando que ambas columnas están en contacto directo con el suelo de la cimentación, se procede a realizar una excavación manual del suelo en esta área, hasta llegar a la base de la cimentación. • Retirar las columnas. • Comprobar el estado del suelo de cimentación, se conoce que la base de la cimentación es de piedra, por lo que se recomienda adecuar esta para colocar las nuevas columnas. • Colocar cuidadosamente las nuevas columnas del mismo material y con las mismas dimensiones de las columnas originales. • Proceder a rellenar con el mismo material previamente retirado, se recomienda colocar el suelo de relleno por capas e ir compactando cuidadosamente las mismas. Esto se hace con el objetivo de evitar la acumulación de aire atrapado entre las partículas de suelo y también para prevenir futuras complicaciones. Este relleno se debe hacerse hasta el mismo nivel del suelo. • Retirar los apuntalamientos realizados y los escombros.
<p>Observaciones:</p>	<p>Como se mencionó anteriormente, debido a que la estructura ya está realizada, se debe tener mucho cuidado al momento de colocar o retirar los apuntalamientos, así como para realizar la excavación, posterior relleno y compactación con el suelo de relleno, ya que los golpes y vibraciones excesivas podrían generar inestabilidad en el resto de la estructura desencadenando una serie de fallas estructurales a futuro.</p>

Nota. Ficha técnica para el tratamiento de fallas entre uniones de vigas con columnas.

Elaborado por: La autora.

Tabla 15

Ficha técnica de tratamiento #6

Información de edificación	
Descripción de vivienda:	Vivienda Patrimonial de madera
Dirección:	Calles Sucre 1141 y Juan Montalvo
Uso actual:	Vivienda
Uso original:	Vivienda
Información de lesión	
Tipo:	Ubicación:
	
Descripción de lesión:	Baño primer piso tiene severos agrietamientos en las paredes de bloque, en la losa de piso para baño y ducha y en piso de madera, las tablas están deterioradas por humedad.
Posibles causas:	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de mantenimiento. • Humedad excesiva sobre las tablas de madera.
Tratamiento propuesto:	<p>Se propone el siguiente tratamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover la pared de bloques divisoria entre baño y ducha. • Remover el piso de hormigón. • Retirar el entablado de piso. • Retirar escombros. • Limpiar y lijar las vigas y viguetas, para ello se puede utilizar una radial (pulidora) y un cepillo cónico trenzado para amoladora, se recomienda utilizar la protección necesaria para evitar accidentes. • El cuarto de baño ya cuenta con un sistema de ventilación y debido a que la pared en la que este se encuentra, no está deteriorada, este sistema puede mantenerse.



- Realizar el entablado de piso.
- La superficie se trata con compuestos que protegen contra la absorción de agua y del moho.
- El área del piso, que se encuentra debajo de la ducha y del inodoro, requiere un refuerzo adicional. Procedimiento de preparación de piso:
 - ✓ Colocar en el piso una membrana de goma o una capa de recubrimiento de polímero.
 - ✓ Los agujeros de drenaje están cerrados por desagües.
 - ✓ Verter 2 capas de mortero de cemento y polímero en la parte superior. El grosor de cada capa es de 2-3mm. La segunda capa se aplica 2-3 horas después de la primera.
 - ✓ Después de 6-10 horas, se puede decorar el piso con materiales de acabado, como cerámica para baño.
- Hacer pared de bloques divisoria entre baño y ducha.
- Realizar trabajos de acabado.

Observaciones:	Si la situación lo amerita, se recomienda, colocar en las vigas y viguetas, un inmunizante y protector para madera a base de insecticida y fungicidas, como MERULEX INCOLORO, utilizando una brocha o pistola a razón de 250gr/m ² .
-----------------------	---

Nota. Ficha técnica para el tratamiento de fallas entre uniones de vigas con columnas.

Elaborado por: La autora.

CAPÍTULO VIII

DISEÑO POR ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA ESTRUCTURAL

8.1 Consideraciones generales

Las estructuras patrimoniales como cualquier otro material y elemento constructivo, tienen que ser diseñadas para resistir las fuerzas sísmicas especificadas en la NEC-SE-DS, con las combinaciones de carga expresadas en la NEC-SE-CG, para esfuerzos admisibles, y para el diseño de los elementos estructurales, señalado en la NEC-SE-MD (Guía de diseño 4, 2016).

Se procederá a realizar un análisis estructural, como se especificó en capítulos anteriores, este proyecto se basa en una casa de dos pisos de madera, cuyo uso principal es el de vivienda. Se ubica en la ciudad de Esmeraldas, su configuración en elevación tiene una cubierta a dos aguas.

El tipo de madera estructural utilizado para la construcción de la vivienda es tipo “A”, madera escuadrada denominada “Guayacán”, para la cimentación se utilizaron pilotes de madera.

Para la ejecución del análisis y diseño estructural, los cálculos realizados son aplicables a elementos horizontales, verticales e inclinados que conforman el primer piso alto y la cubierta. Los efectos que las cargas verticales y laterales generan en estos elementos estructurales son principalmente de compresión, tracción, corte y flexión, dependiendo de la dirección del grano de la madera, y que pueden ser paralelos o perpendiculares según la ubicación de la configuración del sistema estructural.

Estos análisis y diseños se los realiza considerando que el material es homogéneo, isotrópico y de comportamiento lineal y elástico, que cumplen con los requerimientos del uso de la madera como material de construcción, con todas las consideraciones de

conservación y preservación para que califique como madera de uso estructural que se encuentra especificado en la NEC-SE-MD (Guía de diseño 4, 2016).

8.2 Combinaciones de carga para el diseño por esfuerzos admisibles

Combinaciones de cargas para el diseño:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. D | 10. $D-0.7E_y$ |
| 2. $D+L$ | 11. $D+0.75L+0.525EQ_x$ |
| 3. $D+0.75L+0.525E_x$ | 12. $D+0.75L-0.525EQ_x$ |
| 4. $D+0.75L-0.525E_x$ | 13. $D+0.75L+0.525EQ_y$ |
| 5. $D+0.75L+0.525E_y$ | 14. $D+0.75L-0.525EQ_y$ |
| 6. $D+0.75L-0.525E_y$ | 15. $D+0.7EQ_x$ |
| 7. $D+0.7E_x$ | 16. $D-0.7EQ_x$ |
| 8. $D-0.7E_x$ | 17. $D+0.7EQ_y$ |
| 9. $D+0.7E_y$ | 18. $D-0.7EQ_y$ |

Donde:

- D = Carga muerta.
- L = Carga viva.
- E_x = Carga estática de sismo en sentido X.
- E_y = Carga estática de sismo en sentido Y.
- EQ_x = Carga del espectro de aceleraciones en sentido X.
- EQ_y = Carga del espectro de aceleraciones en sentido Y.

La NEC-SE-RE expresa que, para efectos de rehabilitación, las acciones gravitacionales y sísmicas se combinan de manera distinta a la utilizada en el diseño, ya que se considera el método por esfuerzos admisibles. De entre las dos combinaciones que presentan a continuación, aquella que cause el efecto más desfavorable en la estructura deberá ser utilizada:

1. $1.1D+0.275L+1.0E$

2. $0.9D+0.225L+1.0E$

Donde:

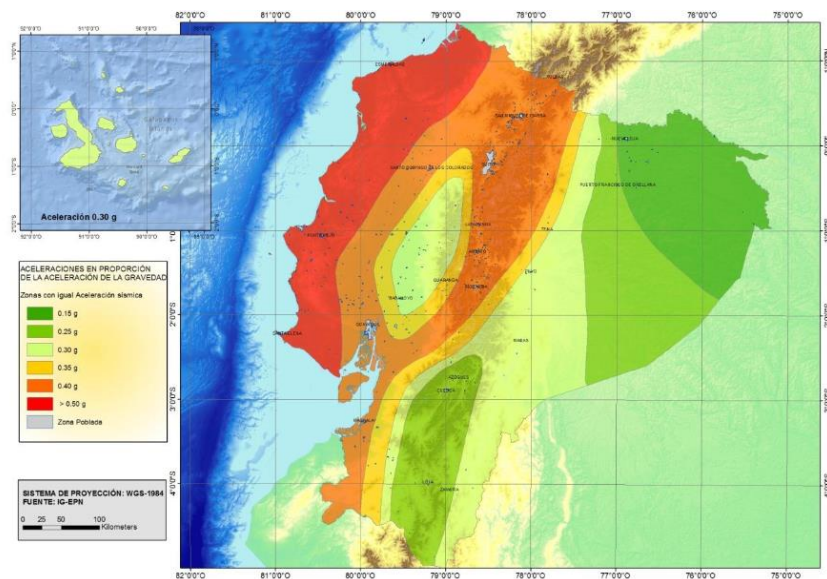
- D =Carga muerta
- L = Carga viva.
- E = Efectos de las fuerzas sísmicas

8.3 Espectro de diseño según la NEC-SE-DS.

En este apartado se describen los diferentes parámetros de diseño de la NEC-SE-DS, mismos que se basan en la ubicación geográfica, tipo de suelo en el sitio, sistema estructural considerado, configuración estructural en planta, elevación, tipo de uso y función del inmueble.

Figura 19

Mapa de Zonas Sísmicas para propósitos de diseño



Nota. Mapa de zonas sísmicas y factor Z. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

Esmeraldas está ubicada en una zona de alto riesgo sísmico, con una aceleración máxima esperada de 0.50g (Z=0.50g).

En la tabla 10.2 de la NEC-SE-DS, llamada “Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z”, es posible observar que para la parroquia Esmeraldas, cantón Esmeraldas y provincia Esmeraldas, que es donde se ubica el proyecto, el valor de Z es 0.5.

Tabla 16

Población ecuatoriana y valor del factor Z

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	0.50

Nota. Valor del factor Z para la provincia de Esmeraldas. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.4 Tipo de Suelo en zona de ubicación de la estructura

Debido a la antigüedad que posee la edificación estudiada, es importante mencionar que, para la construcción de la misma, no se realizaron estudios de suelos, planos arquitectónicos y estructurales, entre otros documentos de análisis y respaldo que básicamente son de suma importancia. Las estructuras aledañas a la edificación también tienen muchos años de construcción, por lo que tampoco cuentan con estos documentos.

Frente a esto, para determinar el tipo de suelo del terreno en donde está ubicada la edificación, se ha tomado como referencia el documento llamado: “Estudio de microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Esmeraldas según la norma Ecuatoriana de la Construcción 2015”.

Tabla 17

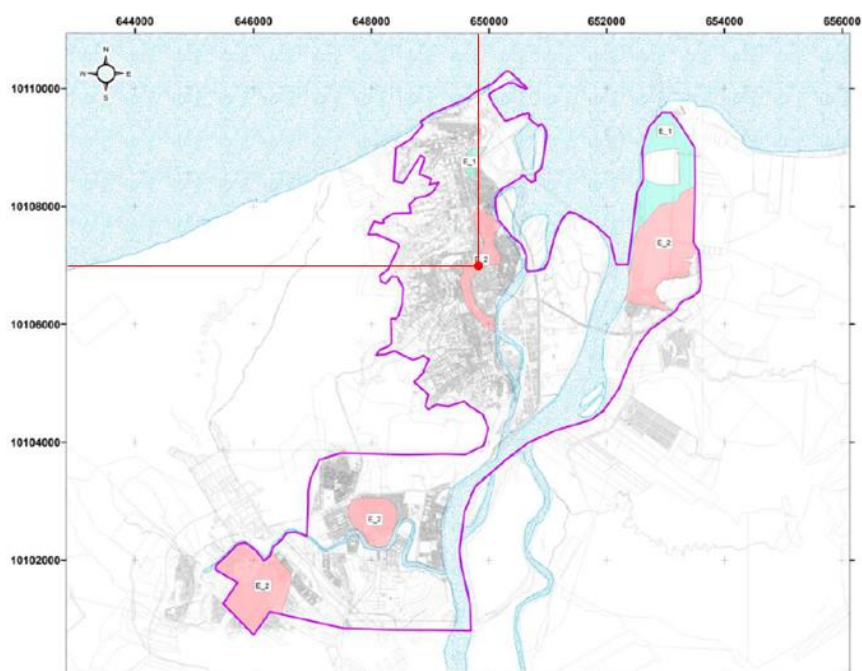
Coordenadas del terreno

Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
10107116.00	649815.00	100.00	10107127.00	649813.00	100.00
10107133.00	649839.00	100.00	10107123.00	649842.00	100.00

Nota. Coordenadas WGS84-Z17S del terreno en donde está ubicada la edificación estudiada. Fuente: INPC, 2014.

Figura 20

Perfil de suelo de la ciudad de Esmeraldas



Nota. Zona Geotécnica con perfil de suelo tipo E en la ciudad de Esmeraldas. Fuente: Estudio de microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Esmeraldas según la norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, 2016.

En base a las coordenadas del terreno en el cual se ubica el inmueble patrimonial y tomando como referencia el mapa de microzonificación geotécnica con perfil de suelo tipo E, mostrado en la figura anterior, es posible concluir que el tipo de suelo en el cual se basará el diseño sísmico de esta estructura es de tipo E.

8.5 Carga sísmica

Para determinar la carga sísmica reactiva: “se considera el 100% de la carga muerta D, (correspondiente a la norma NEC-SE-CG, cargas y materiales) la cual es multiplicada por el coeficiente sísmico, según lo estipulado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción” (NEC-SE-DS, 2014).

8.5.1 Factor Z

Figura 21

Valores del factor Z

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Nota. Tabla de valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.2 Clasificación del perfil de suelo

Tabla 18

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180\text{m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50\text{ kPa}$

Nota. Clasificación del perfil de suelo tipo E, para la provincia de Esmeraldas. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.3 Coeficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s

8.5.3.1 F_a : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto.

Figura 22

Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto F_a

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Nota. Tipo de suelo y Factores de sitio F_a . Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.3.2 F_d : desplazamiento para diseño en roca.

Figura 23

Factor de desplazamiento para diseño en roca F_d

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Nota. Tipo de suelo y Factores de sitio F_d . Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.3.3 F_s : comportamiento no lineal de los suelos.

Figura 24

Factor de comportamiento no lineal de los suelos F_s

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Nota. Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s . Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.4 Coeficiente de importancia

Figura 25

Coeficiente de importancia I

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Nota. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.5 Coeficiente de reducción de respuesta estructural R

Figura 26

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5

Nota. Coeficiente R para sistemas estructurales de ductilidad limitada. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.6 Corrección del coeficiente de reducción de respuesta estructural R

Para evitar los posibles errores obtenidos en el programa ETABS, de deberá realizar una corrección del coeficiente de reducción de respuesta estructural, mismo que será ingresado al programa:

$$RM = R * \phi_p * \phi_e$$

$$RM = 2.5 * 0.9 * 1$$

$$RM = 2.25$$

8.5.7 Coeficientes de irregularidad

La Norma Ecuatoriana de la construcción Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente establece que:

Los coeficientes de configuración estructural incrementan el valor del cortante de diseño con la intención de proveer de mayor resistencia a la estructura, pero no evita el posible comportamiento sísmico deficiente de la edificación. Por tanto, es recomendable evitar al máximo la presencia de irregularidades (NEC-SE-DS, 2014).

Figura 27

Configuraciones estructurales no recomendadas

IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN		IRREGULARIDADES EN PLANTA
<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p>		<p>Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical.</p> <p>Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.</p>
<p>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p>		
<p>Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p>		

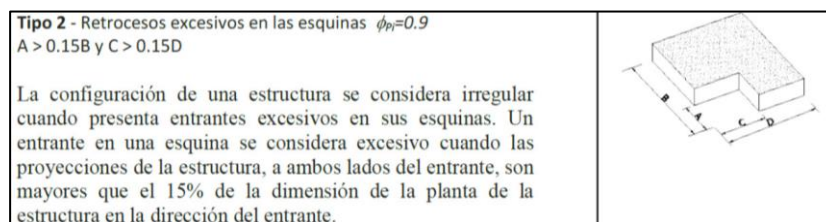
Nota. Configuraciones estructuras no recomendadas por la Norma, ya que estas provocan en la estructura un comportamiento deficiente ante eventos sísmicos. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.5.7.1 Coeficiente de irregularidad en planta

En la tabla 13, llamada “Coeficientes de irregularidad en planta”, página 50 de la norma ecuatoriana de Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente, se citan los diferentes casos de irregularidades en planta que puede presentar una estructura, siendo posible concluir que:

Figura 28

Coeficientes de irregularidad en planta



Nota. Casos de irregularidad en planta con su respectivo coeficiente. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

A= 4m	C=6m
B=26m	D=12m
0.15B = 3.9m	0.15D = 1.8m
A > 0.15B	C > 0.15D

La estructura analizada es “Tipo 2” con retrocesos excesivos en las esquinas y tiene un coeficiente de irregularidad en planta $\phi_{Pi} = 0.9$.

8.5.7.2 Coeficiente de irregularidad en elevación

La estructura no representa ninguno de los casos de irregularidad en elevación, citados en la tabla 14 de la norma ecuatoriana de Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente por lo que, para la estructura analizada, este coeficiente será $\phi_{Ei} = 1.00$.

8.5.8 Cortante basal de diseño

El coeficiente del cortante basal de diseño, se lo determina según la norma NEC-SE-DS, de la siguiente manera:

$$V = \frac{I * S_a}{R * \phi_p * \phi_e} * W$$

Donde:

- I = Factor de Importancia.
- W = Carga reactiva.
- S_a = Aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño.
- ϕ_p = Factor de configuración estructural en planta.
- ϕ_e = Factor de configuración estructural en elevación.

8.5.9 Determinación del coeficiente sísmico

Según la NEC-SE-RE, se tiene:

$$T_o = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_o = 0.1 * 2 * \frac{1.5}{0.85} = 0.353$$

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 * 2 * \frac{1.5}{0.85} = 1.941$$

Para $0 \leq T \leq T_c$

$$S_a = \eta * Z * F_a$$

$$S_a = 2.48 * 0.5 * 0.85 = 1.054 \text{ g}$$

$$C = \frac{1 * 1.054 \text{ g}}{2.5 * 0.9 * 1}$$

$$C = 0.4684 \text{ W}$$

8.6 Determinación del Período de vibración T

El período de vibración T, se lo determina según la norma NEC-SE-DS, de la siguiente manera:

$$T = C_t * h_n^\sigma$$

Donde:

- C_t = Coeficiente que depende del tipo de edificio
- h_n = Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.
- T = Período de vibración

Para:

Figura 29

Coeficientes C_t y α

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Nota. En esta tabla se muestran los valores de los coeficientes C_t y α para los diferentes tipos de estructuras. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

El período de vibración será:

$$T = 0.055 * 9.5^{0.75}$$

$$T = 0.298 \text{ s}$$

8.7 Coeficiente K

Figura 30

Coeficiente K

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Nota. Valores del coeficiente k en función del período de vibración obtenido. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

El valor del coeficiente k será: $k = 1$

Este valor se utilizará en la modelación de la estructura en el programa ETABS.

8.8 Condición del período de la estructura

El valor de T_a no debe exceder el 30% del valor de T .

$$T_a < 30\% * T$$

8.9 Irregularidad torsional

La NEC-SE-DS (2014), establece que existe torsión en planta si se cumple la siguiente ecuación:

$$\Delta > 1.2 * \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$$

Donde:

- Δ = Deriva máxima en uno de los extremos de la edificación.
- Δ_1 = Deriva máxima en un extremo en el sentido x .
- Δ_2 = Deriva máxima en un extremo en el sentido y .

8.10 Ajuste del cortante basal de los resultados

El cortante basal dinámico debe cumplir las siguientes condiciones:

- $< 80\%$ del cortante basal V , obtenido mediante el método estático en estructuras regulares.
- $< 85\%$ del cortante basal V , obtenido mediante el método estático en estructuras irregulares (NEC-SE-DE, 2014).

8.11 Modos de vibración

El número de modos deberá:

- Contribuir significativamente en la respuesta de la estructura, por medio de los periodos de vibración.
- Involucrar la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa de la estructura, en cada dirección (NEC-SE-DS, 2014).

8.12 Control de desplazamientos laterales

La deriva máxima por piso no debe exceder los límites de la deriva inelástica, y esta se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 19

Derivas de piso máximas

Estructura de:	$\Delta_{m\acute{a}x}$
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Nota. Valores de las derivas de piso máximas permitidas, en función del tipo de sistema estructural. Fuente: NEC-SE-DS, 2014.

8.13 Determinación de las cargas

8.13.1 Carga Muerta:

Para la estructura de cubierta, vigas y columnas.

Tabla 20

Determinación de cargas: carga muerta

Descripción del Material	Peso Unitario kN/m³
Chapa ondulada de acero galvanizado e=0.5 mm	0.07
Madera Estructural tipo "A"	7.60
Hormigón armado	24

Nota. Valores del peso unitario de los diferentes materiales a usados en la estructura, para determinar el valor de carga muerta de la misma. Fuente: NEC-SE-CG, 2014.

8.13.2 Carga Viva:

Tabla 21

Determinación de cargas: carga viva

Ocupación o Uso	Carga Unitaria kN/m²
Cubiertas *	0.70
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2
Escaleras residenciales unifamiliares	2

Nota. Valores de la carga viva en función de la ocupación o uso de la estructura. Fuente: NEC-SE-CG, 2014.

*En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 100m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.

La provincia de Esmeraldas está ubicada a 15 msnm por lo que si se debe reducir la carga viva de cubierta.

8.14 Modelación de la estructura en el programa ETABS 18.0.2 y análisis de resultados.

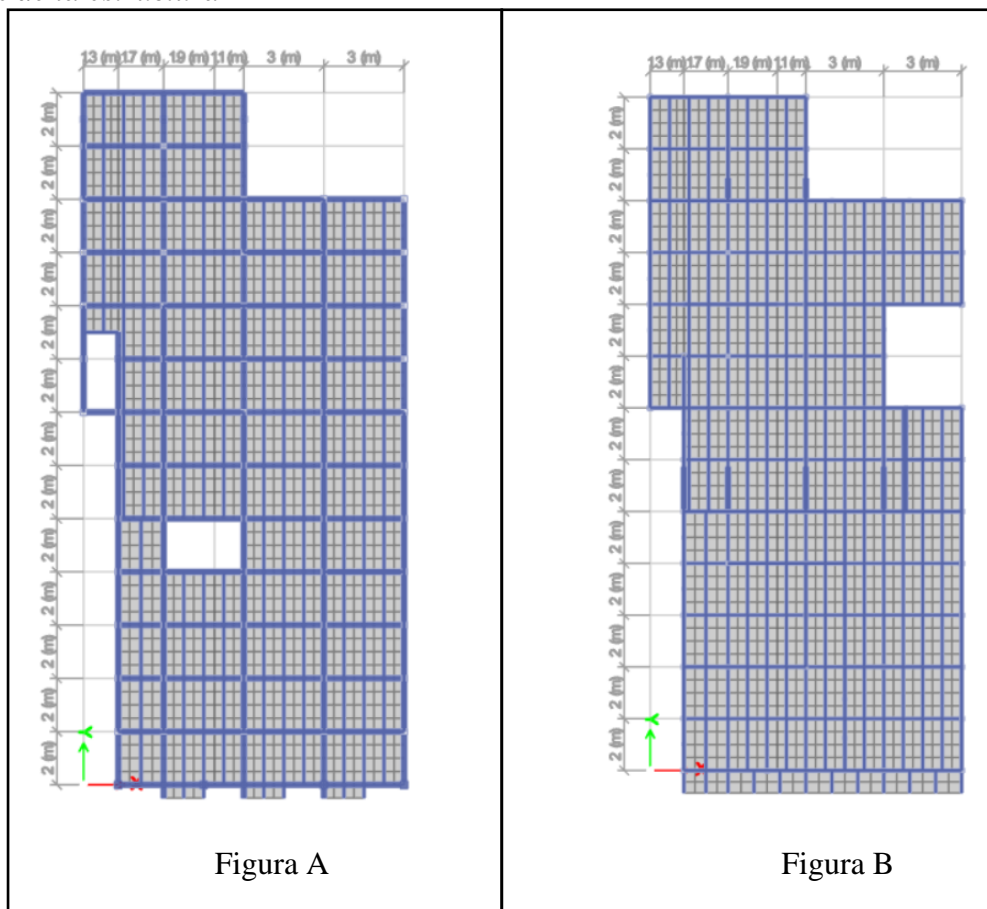
8.14.1 Aspectos fundamentales del modelo

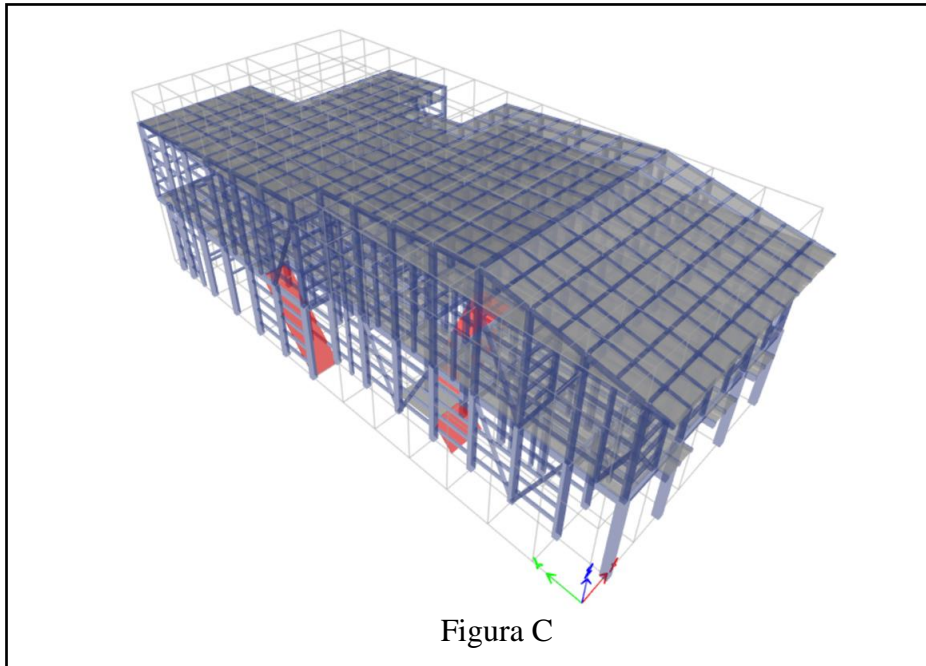
8.14.1.1 Geometría de la estructura

En las siguientes figuras, se indican las vistas en planta y 3D de la estructura modelada en el programa ETABS. Se han considerado los materiales y dimensiones reales de los diferentes elementos de la estructura original.

Figura 31

Vistas de la estructura





Nota. Figura A) Vista en planta del primer nivel de la estructura. Figura B) Vista en planta del segundo nivel de la estructura. Figura C) Vista 3D de la estructura. Elaborado por: La autora.

8.14.1.2 Definición de cargas y combinaciones

El factor de carga para la carga muerta (Dead) es de 1, con esto se le indica al programa que debe considerar como carga muerta el peso propio de la estructura, es decir el peso de los elementos modelados, para las demás cargas se la ha colocado un factor de carga igual a 0, indicando que la carga será ingresada de forma manual por el usuario.

Figura 32

Patrones de carga

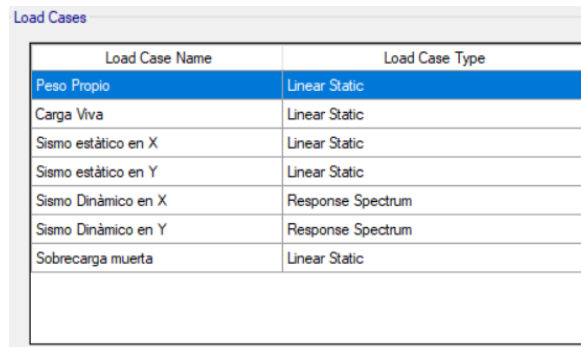
ET Define Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Peso Propio	Dead	1	
Peso Propio	Dead	1	
Carga viva	Live	0	
Sismo estático en X	Seismic	0	User Coefficient
Sismo estático en Y	Seismic	0	User Coefficient
Sobrecarga muerta	Super Dead	0	

Nota. Definición de los patrones de cargas asignadas a la estructura con sus respectivos factores de carga. Elaborado por: La autora.

Figura 33

Casos de carga

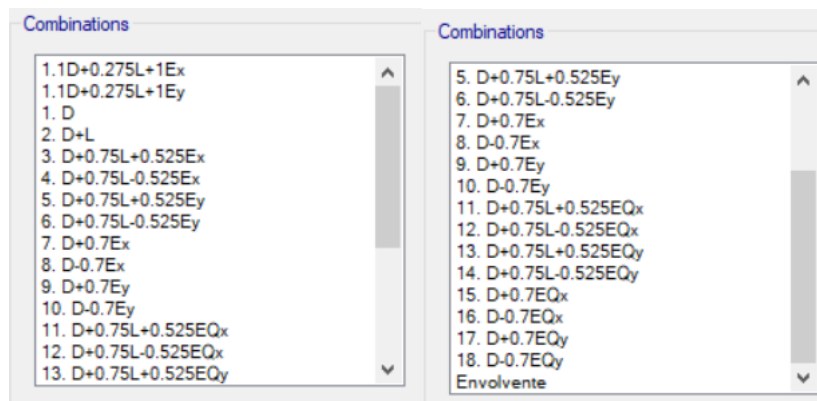


Load Case Name	Load Case Type
Peso Propio	Linear Static
Carga Viva	Linear Static
Sismo estático en X	Linear Static
Sismo estático en Y	Linear Static
Sismo Dinámico en X	Response Spectrum
Sismo Dinámico en Y	Response Spectrum
Sobrecarga muerta	Linear Static

Nota. Especificación de los tipos de carga. Elaborado por: La autora.

Figura 34

Combinaciones de carga



Combinations	Combinations
1. $1D+0.275L+1Ex$	5. $D+0.75L+0.525Ey$
1. $1D+0.275L+1Ey$	6. $D+0.75L-0.525Ey$
1. D	7. $D+0.7Ex$
2. D+L	8. $D-0.7Ex$
3. $D+0.75L+0.525Ex$	9. $D+0.7Ey$
4. $D+0.75L-0.525Ex$	10. $D-0.7Ey$
5. $D+0.75L+0.525Ey$	11. $D+0.75L+0.525EQx$
6. $D+0.75L-0.525Ey$	12. $D+0.75L-0.525EQx$
7. $D+0.7Ex$	13. $D+0.75L+0.525EQy$
8. $D-0.7Ex$	14. $D+0.75L-0.525EQy$
9. $D+0.7Ey$	15. $D+0.7EQx$
10. $D-0.7Ey$	16. $D-0.7EQx$
11. $D+0.75L+0.525EQx$	17. $D+0.7EQy$
12. $D+0.75L-0.525EQx$	18. $D-0.7EQy$
13. $D+0.75L+0.525EQy$	Envolvente

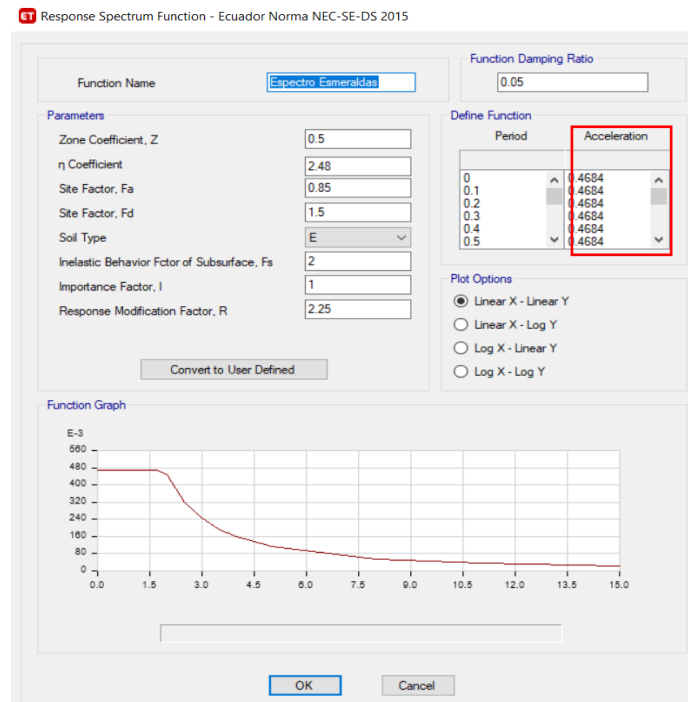
Nota. Definición de las combinaciones de carga para el diseño por esfuerzos admisibles. Elaborado por: La autora.

8.14.1.3 Definición del espectro de respuesta

El valor de los diferentes parámetros ingresados al programa para definir el espectro de respuesta, están en función de los datos descritos en la sección 8.5 del presente documento.

Figura 35

Ingreso de datos del espectro de respuesta al programa ETABS



Nota. Datos del espectro de respuesta ingresados al programa ETABS, en función de la Norma NEC-SE-DS 2015. Elaborado por: La autora con información del programa ETABS.

Como es posible observar en la gráfica anterior, los datos ingresados al programa son correctos, ya que los valores que el mismo arroja respecto a las aceleraciones, es el que se obtuvo al determinar el coeficiente sísmico manualmente.

8.14.2 Análisis e interpretación de resultados

Al ingresar toda la información necesaria al programa, en cuanto a los elementos estructurales de la edificación y demás, se procede a ejecutar el análisis del modelo y a realizar la respectiva verificación de los resultados obtenidos, con el objetivo de que cumplan con los requisitos establecidos por la NEC-SE-DS.

8.14.2.1 Verificación del período de vibración

Como se mencionó anteriormente el período de vibración obtenido en la modelación de la estructura en el programa ETABS, debe ser mayor que el 30% del periodo de vibración fundamental obtenido por medio de la ecuación del NEC:

Tabla 22

Período de diseño

Período Calculado		Período ETABS	Condición
T	1.3*T	Ta	Ta < 1.3*T1
0.298	0.387	0.293	Cumple

Nota. Verificación del período de diseño. Elaborado por: La autora.

8.14.2.2 Verificación de la masa participativa

La masa participativa debe ser de al menos el 90%, es importante mencionar que, en su gran mayoría, las estructuras sí consiguen cumplir con esta condición, pero en diferentes números de modos de vibración.

Tabla 23

Participación de la masa

Masa participativa		Nº de modo	
X	Y	X	Y
0.9959	0.9882	4	5

Nota. Verificación del porcentaje de masa participativa. Elaborado por: La autora.

La estructura modelada, cumple con la condición.

8.14.2.3 Verificación de los modos de vibración

Para cumplir con la verificación, los dos primeros modos deben trasladarse a lo largo de los ejes “x” y “y” respectivamente, y el tercer modo debe rotar.

Tabla 24*Resultados obtenidos en el programa ETABS*

Modo	T (s)	UX	UY	SUMUX	SUMUY	RZ	SUMRZ
1	0.293	0.5843	0.0036	0.5843	0.0036	0.0495	0.0495
2	0.258	0.0846	0.2131	0.6689	0.2167	0.6628	0.7123
3	0.213	0.0495	0.5812	0.7184	0.7979	0.1595	0.8718
4	0.133	0.2774	0.0005	0.9959	0.7984	0.0851	0.9569
5	0.105	0.0018	0.1899	0.9976	0.9882	0.0044	0.9614
6	0.095	0.0011	0.0102	0.9987	0.9984	0.0371	0.9985

Nota. Número de modos, períodos de vibración, masa participativa y rotación.

Elaborado por: La autora.

Donde:

- T = Período de vibración
- Ux, Uy = Coeficientes de participación de masa en cada dirección de análisis
- Rz = Coeficiente de participación correspondiente al grado de libertad torsional

La estructura no cumple con esta condición ya que como podemos observar en la tabla de resultados obtenidos, el primer y tercer modo son de traslación y el segundo es de rotación.

8.14.2.4 Verificación del cortante basal

- **Corrección del cortante basal**

❖ Sismo estático

Tabla 25*Análisis del cortante basal sismo estático*

Sismo estático		
Peso propio de la estructura (W)=	113.32675	t
Carga muerta (W)=	38.68293	t
Peso propio de la estructura + Carga muerta (W)=	152.00968	t
Cortante Basal Inicial (V)=	0.4684	
Fuerza horizontal calculada (Vo)=	71.20	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) – X=	64.0435	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) – Y=	64.0435	
Cortante Basal Corregido (Vo)=	0.5208	Corregir

Nota. Cortante basal obtenido en el programa, en función del sismo estático. Elaborado

por: La autora.

Tabla 26*Corrección del cortante basal sismo estático*

Sismo estático		
Peso propio de la estructura (W)=	113.32675	t
Carga muerta (W)=	38.68293	t
Peso propio de la estructura + Carga muerta (W)=	152.00968	t
Cortante Basal Inicial (V)=	0.4684	
Fuerza horizontal calculada (Vo)=	71.20	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) - X=	71.20805	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) - Y=	71.20805	
Cortante Basal Corregido (Vo)=	0.4684	Ok

Nota. Corrección del cortante basal en función del sismo estático. Elaborado por: La autora.

❖ Sismo dinámico

Tabla 27*Análisis del cortante basal sismo dinámico*

Sismo dinámico			
	EJE X-X	EJE Y-Y	Resultante
Fuerza Dx (F)=	44.34435	13.26996	46.28729
Fuerza Dy (F)=	13.26996	44.38358	46.3248747
% sismo (Dinámico/Estático) (ϵ)=	65%	65%	Corregir
Factor aceleración corregido (ϵ)=	12.0681	12.0583	

Nota. Cortante basal obtenido en el programa, en función del sismo dinámico.

Elaborado por: La autora.

Tabla 28*Corrección del cortante basal sismo dinámico*

Sismo dinámico			
	EJE X-X	EJE Y-Y	Resultante
Fuerza Dx (F)=	54.57004	16.32998	56.9610175
Fuerza Dy (F)=	16.31672	54.57396	56.9609731
%sismo (Dinámico/Estático) (ϵ)=	80%	80%	Ok
Factor aceleración corregido (ϵ)=	9.8067	9.8067	

Nota. Corrección del cortante basal en función del sismo dinámico. Elaborado por: La autora.

- **Cortante basal**

Tabla 29*Verificación del cortante basal*

Cortante basal (kgf)				Condición
Eje	SD	SE	0.85*SE	SD < 0.85*SE
X-X	56.96	71.21	0.85*71.21=60.53	Cumple
Y-Y	56.96	71.21	0.85*71.21=60.53	Cumple

Nota. Esta verificación se realiza en función de la condición establecida por la NEC-SE-DS. Elaborado por: La autora.

8.14.2.5 Verificación de la deriva inelástica

Para verificar la deriva inelástica, con ayuda del software ETABS, se obtienen las derivas de cada piso y se elige la deriva máxima en las direcciones “x” y “y”, como se indica a continuación:

Tabla 30*Deriva inelástica de piso*

Hipótesis	Deriva X	Deriva Y
Estático X	0.003713	0.000552
Estático Y	0.000869	0.001475
Dinámico X	0.004666	0.001174
Dinámico Y	0.001763	0.001512
Máx.	0.004666	0.001512

Nota. Derivas máximas de piso. Elaborado por: La autora.

Condición:

$$\Delta e < \Delta max$$

$$\Delta max = 0.02$$

$$\Delta ex = 0.004666 < 0.02 \text{ "OK"} \quad \Delta ey = 0.001512 < 0.02 \text{ "OK"}$$

8.14.2.6 Verificación de la irregularidad torsional

Para verificar la deriva inelástica, con ayuda del software ETABS, se obtienen las derivas de cada piso y se elige la deriva máxima en las direcciones “x” y “y”, como se indica a continuación:

Tabla 31

Desplazamientos máximos

Hipótesis	Disp X (m)	Disp Y (m)
Estático X	0.018674	0.000652
Estático Y	0.001875	0.01197
Dinámico X	0.023056	0.005966
Dinámico Y	0.010562	0.00938
Max	0.023056	0.01197

Nota. Desplazamientos máximos de piso. Elaborado por: La autora

$$\Delta_1 x = 2.3056 \text{ cm}$$

$$\Delta_2 y = 1.197 \text{ cm}$$

$$\Delta = 2.3056 \text{ cm}$$

Condición:

$$\Delta > 1.2 * \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$$

$$2.3056 \text{ cm} > 1.2 * \frac{(2.3056 \text{ cm} + 1.197 \text{ cm})}{2}$$

$$2.3056 \text{ cm} > 2.1016 \text{ cm} \text{ "Cumple"}$$

CAPÍTULO IX

Diseño y evaluación estructural

Como se ha propuesto en las fichas técnicas, se debe reemplazar en su totalidad la cubierta de la edificación, para ello el siguiente diseño y evaluación se basará en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino capítulo 9 y considerando que se reemplazará por madera del grupo A.

Las secciones de los elementos a usar para el diseño de la cubierta no deben ser menores a 6.5 cm de peralte y 4 cm de ancho.

9.1 Diseño de viguetas del techo

Para las viguetas de techo se adoptará una sección de 4cmx14cm. Las viguetas estarán espaciadas a 1 m con una luz libre de 1m. Como referencia se ha tomado la tabla 13.4 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

Figura 36

Peso propio de viguetas de madera

Dimensiones		Grupo	Espaciamiento (cm)						
Equivalente Comercial b x h pulg	Real b x h cm		30	40	50	60	80	100	120
2 x 3	4 x 6.5	A	9.5	7.2	5.7	4.8	3.6	2.9	2.4
		B	8.7	6.5	5.2	4.3	3.3	2.6	2.2
		C	7.8	5.9	4.7	3.9	2.9	2.3	2.0
2 x 4	4 x 9	A	13.2	9.9	7.9	6.6	5.0	4.0	3.3
		B	12.0	9.0	7.2	6.0	4.5	3.6	3.0
		C	10.8	8.1	6.5	5.4	4.1	3.2	2.7
2 x 6	4 x 14	A	20.5	15.4	12.3	10.3	7.7	6.2	5.1
		B	18.7	14.0	11.2	9.3	7.0	5.6	4.7
		C	16.8	12.6	10.1	8.4	6.3	5.0	4.2
2 x 7	4 x 16.5	A	24.2	18.2	14.5	12.1	9.1	7.3	6.1
		B	22.0	16.5	13.2	11.0	8.3	6.6	5.5
		C	19.8	14.9	11.9	9.9	7.4	5.9	5.0
2 x 8	4 x 19	A	27.9	20.9	16.7	13.9	10.5	8.4	7.0
		B	25.3	19.0	15.2	12.7	9.5	7.6	6.3
		C	22.8	17.1	13.7	11.4	8.6	6.8	5.7
2 x 10	4 x 24	A	35.2	26.4	21.1	17.6	13.2	10.6	8.8
		B	32.0	24.0	19.2	16.0	12.0	9.6	8.0
		C	28.8	21.6	17.3	14.4	10.8	8.6	7.2
3 x 8	6.5x19	A	45.3	34.0	27.2	22.6	17.0	13.6	11.3
		B	41.2	30.9	24.7	20.6	15.4	12.4	10.3
		C	37.0	27.8	22.2	18.5	13.9	11.1	9.3
3 x 10	6.5x24	A	57.2	42.9	34.3	28.6	21.5	17.2	14.3
		B	52.0	39.0	31.2	26.0	19.5	15.6	13.0
		C	46.8	35.1	28.1	23.4	17.6	14.0	11.7
3 x 12	6.5x29	A	69.1	51.8	41.5	34.6	25.9	20.7	17.3
		B	62.8	47.1	37.7	31.4	23.6	18.9	15.5
		C	56.6	42.4	33.9	28.3	21.2	17.0	14.1

Nota. Tabla 13.4 del Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Fuente: JUNAC, 1984.

Es importante mencionar que debido al bajo peso que tiene el revestimiento de la cubierta, este peso se despreciará.

La sección que se adoptó, fue en base al siguiente diseño:

9.1.1 Bases de diseño

- Grupo de madera estructural = A

La madera debe estar en estado seco y con un contenido de humedad del 30%.

- Luz de diseño para la vigueta:

$$L = 1m$$

Deberá ser la luz libre entre entramados.

- Dimensiones comerciales de la vigueta:

$$b = 2 \text{ plg}$$

$$h = 6 \text{ plg}$$

Para las medidas comerciales según el reglamento de escuadrías, se toma como referencia la tabla 13.1 “Propiedades de escuadría”, del Manual para diseño de Madera del Grupo Andino”.

- Dimensiones reales para dibujo y cálculo:

$$b = 4 \text{ cm}$$

$$h = 14 \text{ cm}$$

- Espaciamiento entre viguetas

$$a = 1 \text{ m}$$

9.1.2 Cargas actuantes en el elemento

Se procede a determinar el peso con el que se diseñará la vigueta de acuerdo a los lineamientos establecidos.

- Carga muerta – W_D

$$\diamond \text{ Peso propio} = 6.20 \text{ kg/m}^2$$

$$W_D = 6.20 \frac{kg}{m^2}$$

- ❖ Peso por tipo de cobertura

Chapa ondulada de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor.

$$\text{Peso unitario} = 7.136 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_C = 0.0005 m * 7.136 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_C = 0.0036 \frac{kg}{m^2}$$

- ❖ Cargas muertas totales

$$W_D = 6.20 \frac{kg}{m^2}$$

Este valor se obtiene tomando como referencia la tabla 13.4 del manual.

- Cargas vivas – W_L

$$W_L = 70 \frac{kg}{m^2}$$

- Cargas totales – W_T

$$W_T = 76.20 \frac{kg}{m^2}$$

9.1.3 Efectos máximos

- Momento máximo

$$M_{max} = \frac{W_T * L^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{76.20kg/m^2 * (1m)^2}{8}$$

$$M_{max} = 9.53kg/m^2$$

- Cortante máximo

$$V_{max} = \frac{W_T * L}{2}$$

$$V_{max} = \frac{76.20 \text{kg/m}^2 * 1\text{m}}{2}$$

$$V_{max} = 38.10 \text{ kg}$$

9.1.4 Esfuerzos admisibles y módulos

- Módulo de elasticidad promedio.

$$E_{promedio} = 130000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- Esfuerzo máximo admisible en flexión, mismo que será incrementado en un 10% debido a que las viguetas tienen un trabajo en conjunto.

$$f_m = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- Esfuerzo máximo admisible para corte paralelo, mismo que será incrementado en un 10% debido a que las viguetas tienen un trabajo en conjunto.

$$f_v = 15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- Esfuerzo máximo admisible para compresión perpendicular a las fibras, este valor no se incrementa, ya que tiene un efecto local.

$$f_c = 48 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

9.1.5 Deformaciones máximas admisibles

El diseño de elementos a corte y flexión con la madera de los grupos A y B, por lo general está controlado por la flexión.

El Manual de Diseño para Madera del Grupo Andino, recomienda lo siguiente:

Figura 37

Deflexiones máximas admisibles

TABLA 8.1. DEFLEXIONES MAXIMAS ADMISIBLES

Carga actuante	(a) con cielo raso de yeso	(b) sin cielo raso de yeso
Cargas permanentes + sobrecargas	L/300	L/250
Sobrecarga	L/350	L/350

Nota. Tabla 8.1 del Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Fuente: JUNAC, 1984.

El cálculo de la deflexión máxima admisible es igual a L/k , donde “k” varía para el cálculo de “cargas permanentes + sobrecargas” o “sobrecargas”.

- Para cargas permanente + sobrecargas

$$k = 250$$

- Para sobrecarga

$$k = 350$$

9.1.6 Cálculo del momento de inercia y módulo de sección

Este cálculo se realiza para determinar deformaciones máximas. Para el cálculo de las deformaciones diferidas se considera como carga total: el 80% de cargas muertas + las sobrecargas, de esta manera se obtendrá una carga equivalente que se usará para determinar las deformaciones.

- Carga equivalente total

$$W_{eq} = 1.8 * W_D + W_L$$

$$W_{eq} = 1.8 * 6.20 \text{ kg/m}^2 + 70 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{eq} = 81.17 \text{ kg/m}^2$$

- Momento de inercia para cumplir con la deformación máxima para la carga total

$$Z_{Weq} = \frac{5 * W_{eq} * L^3 * k}{384 * E_{promedio} * 100}$$

$$Z_{Weq} = \frac{5 * 81.17 \text{ kg/m}^2 * (100\text{cm})^3 * 250}{384 * 130000\text{kg/m}^2 * 100}$$

$$Z_{Weq} = 20.32 \text{ cm}^4$$

- Momento de inercia para cumplir con la deformación máxima para las sobrecargas

$$Z_s = \frac{5 * W_{eq} * L^3 * k}{384 * E_{promedio} * 100}$$

$$Z_s = \frac{5 * 70 \text{ kg/m}^2 * (100\text{cm})^3 * 350}{384 * 130000\text{kg/m}^2 * 100}$$

$$Z_s = 24.54 \text{ cm}^4$$

- Momento de inercia a necesitar

Se elige el más alto de los momentos de inercia obtenidos anteriormente.

$$Z_{necesario} = 24.54 \text{ cm}^4$$

- Módulo de sección necesario por resistencia

$$I_{necesario} = \frac{M_{max} * 100}{f_m}$$

$$I_{necesario} = \frac{9.53\text{kg/m}^2 * 100}{231\text{kg/m}^2}$$

$$I_{necesario} = 4.12 \text{ cm}^3$$

9.1.7 Chequeo y comparación con la sección asumida

- Momento de inercia de sección escogida

$$Z_{se} = \frac{(b * h^3)/12}{12}$$

$$Z_{se} = \frac{4\text{cm} * (14\text{cm})^3}{12}$$

$$Z_{se} = 914.67 \text{ cm}^4$$

- Condición

$$Si: Z_{se} > Z_{necesario}$$

La sección escogida cumple ya que el momento de inercia obtenido es mayor del que se necesita.

- Módulo de la sección escogida

$$I_{se} = \frac{b * h^2}{6}$$

$$I_{se} = \frac{4cm * (14cm)^2}{6}$$

$$I_{se} = 130.67 \text{ cm}^3$$

- Condición

$$Si: I_{se} > I_{necesario}$$

La sección escogida cumple ya que el módulo de sección obtenido es mayor del que se necesita.

9.1.8 Verificación del esfuerzo cortante

- Cortante en la sección crítica a una distancia “h” del apoyo

$$V_h = V_{max} - W_T * h * 0.01$$

$$V_h = 38.10 \text{ kg} - 76.20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 14 \text{ cm} * 0.01$$

$$V_h = 27.43 \text{ kg}$$

- Esfuerzo cortante actuante

$$f_{ac} = \frac{2}{3} * \frac{V_h}{b * h}$$

$$f_{ac} = \frac{2}{3} * \frac{27.43 \text{ kg}}{4 \text{ cm} * 14 \text{ cm}}$$

$$f_{ac} = 0.73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- Condición

$$Si: f_{ac} < f_v$$

La sección escogida cumple ya que el esfuerzo cortante actuantes es menor que el admisible.

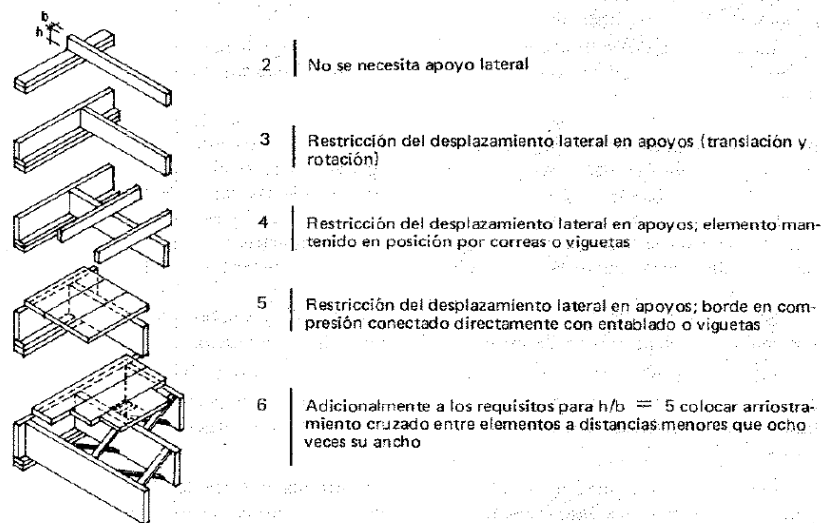
9.1.9 Verificación de la estabilidad lateral

De acuerdo a esta relación, ver la estabilidad que necesita en la tabla 8.6 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

$$\frac{h}{b} = \frac{6 plg}{2 plg} = 3$$

Figura 38

Requisitos de arriostramiento para elementos de sección rectangular



Nota. Tabla 8.6 del Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Fuente: JUNAC, 1984.

La correa tiene restricción del desplazamiento lateral en apoyos (traslación y rotación).

9.1.10 Longitud de apoyo

Se necesitará una distancia mínima de cara del apoyo hacia el interior, para evitar que se produzca una falla por compresión perpendicular, igual a:

$$a = \frac{V_{max}}{b * f_c}$$

$$a = \frac{27.43 \text{ kg}}{4 \text{ cm} * 40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$a = 0.24 \text{ cm}$$

9.2 Diseño de la armadura de cubierta

9.2.1 Bases de cálculo

a. Selección del tipo de armadura

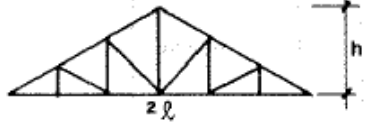
Tomando como referencia las tablas 11.1 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, se procede a elegir una armadura Howe. Este tipo de armadura, es utilizada en construcciones de madera.

Tiene la ventaja de que, para cargas livianas, las cuales pueden revertirse como la carga de viento, funciona de manera similar a la primera. Además, resulta que la cuerda en tensión presenta una mayor fuerza que la fuerza que se produce en la cuerda en compresión en la mitad del claro, para cargas verticales convencionales (Illescas y otros., 2014).

La armadura a diseñar, tendrá una luz de 26 metros, para determinar el peralte se considerará lo siguiente:

Figura 39

Armadura tipo Howe

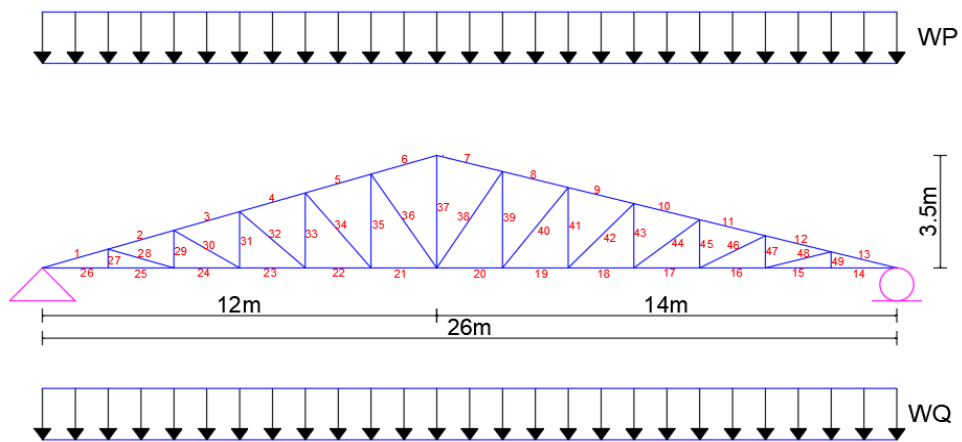
FORMA	LUCES APROPIADAS, m	h/l
	6 - 12 o más (con más paños)	1/4 - 5/12

Nota. Figura tomada de la Tabla 11.1 del Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Elaborado por: La autora con información de JUNAC, 1984.

Tomando como referencia la figura anterior, es posible concluir que la armadura a diseñar y que es de tipo Howe, tendrá un peralte de 3.5m.

Figura 40

Armadura a diseñar



Nota. Se muestra la armadura tipo Howe que se diseñará, así como el nombre de sus elementos, longitud, peralte y la distribución de cargas sobre el cordón superior e inferior de la armadura. Elaborado por: La autora.

b. Grupo de madera y propiedades

- Grupo de madera

A

- Módulo de elasticidad

$$E_{min} = 95000 \frac{kg}{cm^2}$$

- Esfuerzo admisible a flexión

$$f_m = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

- Esfuerzo admisible a compresión

$$f_c = 145 \frac{kg}{cm^2}$$

- Esfuerzo admisible a tracción

$$f_t = 145 \frac{kg}{cm^2}$$

- Esfuerzo admisible a corte

$$f_v = 15 \frac{kg}{cm^2}$$

c. Análisis de cargas

- **Peso propio de la armadura**

- ❖ Para fines de diseño se adoptará una sección de 4plg x 4plg

$$b = 9 \text{ cm}$$

$$h = 9 \text{ cm}$$

$$A_s = b * h = 81 \text{ cm}^2$$

- ❖ Espaciamiento entre armaduras

$$s = 100 \text{ cm}$$

- ❖ Peso específico

$$\gamma_A = 1100 \frac{kg}{m^3}$$

- ❖ Longitud total de las barras de la armadura

Tabla 32

Longitudes de las barras de la armadura

Barra	L (m)	Barra	L (m)
B1-B6	2.08	B37	3.50
B7-B13	2.06	B38	3.61
B14-B26	2.00	B39	3.00
B27	0.58	B40	3.20
B28	2.08	B41	2.50
B29	1.67	B42	2.83
B30	2.32	B43	2.00
B31	1.75	B44	2.50
B32	2.66	B45	1.50
B33	2.33	B46	2.24
B34	3.07	B47	1.00
B35	2.92	B48	2.06
B36	3.54	B49	0.50
LT (m)		106.28	

Nota. Estas longitudes son necesarias para proceder a realizar el respectivo diseño de la

armadura. Elaborado por: La autora.

La longitud total de las barras de la armadura es:

$$LT = 106.28 \text{ m}$$

❖ Área de armadura

Longitud de armadura:

$$L1 = 12 \text{ m} \qquad L2 = 14 \text{ m} \qquad Lt = 26 \text{ m}$$

Peralte:

$$h = 3.5 \text{ m}$$

Área:

$$A = \frac{12\text{m} * 3.5\text{m}}{2} + \frac{14\text{m} * 3.5\text{m}}{2} = 45.5 \text{ m}^2$$

Peso de la barra:

$$P_b = A_s * \gamma_A = 0.0081 \text{ cm}^2 * 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 8.91 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

El peso propio de la armadura será:

$$Wp_a = \frac{P_b * LT}{A} = \frac{8.91 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 106.28 \text{ m}}{45.5 \text{ m}^2}$$

$$Wp_a = 20.812 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

• Otros pesos

❖ Coberturas planchas de zinc

✓ Peso por tipo de cobertura

Chapa ondulada de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor.

$$Peso \text{ unitario} = 7.136 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_z = 0.0005 \text{ m} * 7.136 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_z = 0.0036 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

❖ **Correas**

- **Sección correas**

Dimensiones reales: $b = 4 \text{ cm}$ $h = 14 \text{ cm}$ $A = 4 \text{ cm} * 14 \text{ cm} = 56 \text{ cm}^2$

- **Peso de correas**

$$W_c = 0.0056 \text{ m}^2 * 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 6.16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

❖ **Peso proyectado al plano horizontal**

$$WP_{ph} = \frac{W_z + W_c}{\cos(\alpha)}$$

$$WP_{ph} = \frac{0.0036 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 6.16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{\cos(16.26)} = 6.42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

❖ **Cielo raso (actuando sobre la cuerda inferior)**

$$W_{cr} = 20.39 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

❖ **Sobrecarga de diseño**

$$W_s = 70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

9.2.2 *Análisis estructural de cargas*

a. **Carga uniformemente repartida**

- Sobre cuerdas superiores

$$W_p = (W_s + WP_{ph} + W_{pa}) * s$$

$$W_p = \left(70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 6.42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 20.812 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 1 \text{ m} = 97.23 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Sobre cuerdas inferiores

$$W_q = W_{cr} * s$$

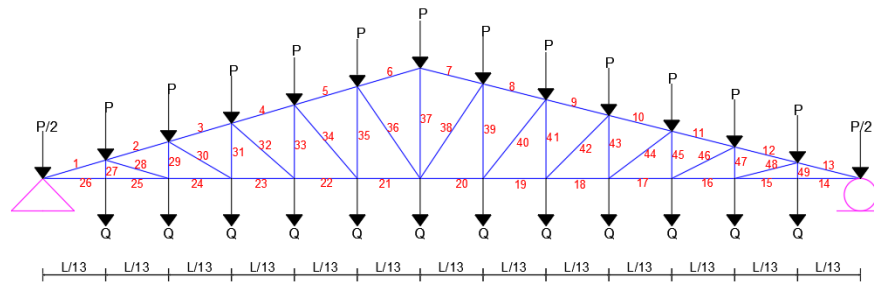
$$W_q = 20.39 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 20.39 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

c. Longitudes de elementos

Se procede a determinar las longitudes proyectadas con la horizontal, de los elementos de la armadura.

Figura 41

Carga actuante en los nodos y longitud proyectada con la horizontal



Nota. Configuración de las cargas actuantes en cada nodo, en función de las cargas distribuidas que actúan sobre el cordón superior e inferior de la armadura, también se muestran las longitudes proyectadas con la horizontal. Elaborado por: La autora.

d. Cargas concentradas equivalentes

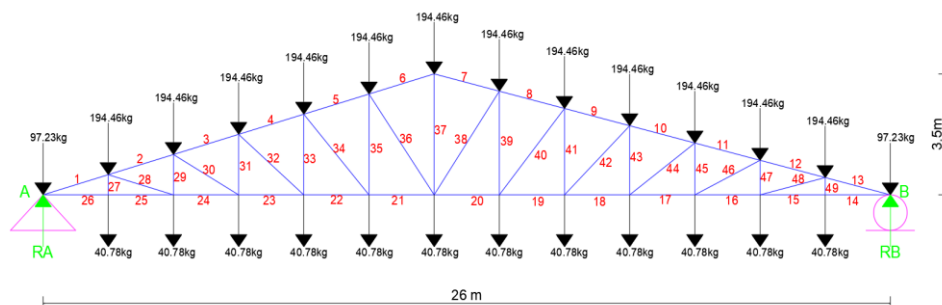
$$P = \frac{W_p * L}{13} = \frac{97.23 \frac{kg}{m} * 26 m}{13} = 194.46 kg$$

$$Q = \frac{W_q * L}{13} = \frac{20.39 \frac{kg}{m} * 26 m}{13} = 40.78 kg$$

e. Cargas en cada barra de la armadura

Figura 42

Valores de las cargas actuantes en los nodos



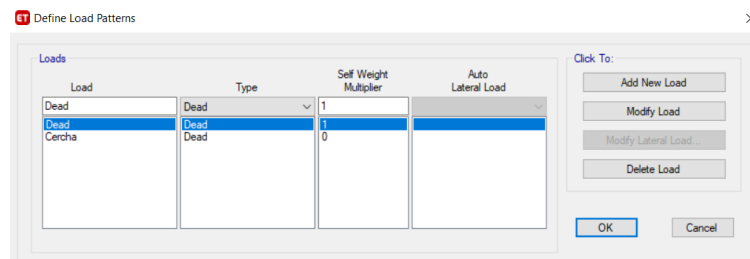
Nota. Valores de carga. Elaborado por: La autora.

Para determinar la carga a la que está sometida cada barra de la armadura, se procederá a utilizar el programa ETABS, se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Se abre el programa y se selecciona la opción “New model”.
- Se ingresan los datos iniciales de la armadura como el sistema de unidades, número de ejes, distancia entre ejes, peralte de la armadura, etc.
- Se definen los patrones de carga, debido a que sólo se necesitan las cargas axiales en los elementos de la armadura, se desprecia el peso propio de la misma, por este motivo no es necesario ingresar el tipo de madera a utilizar y demás materiales.

Figura 43

Patrones de carga

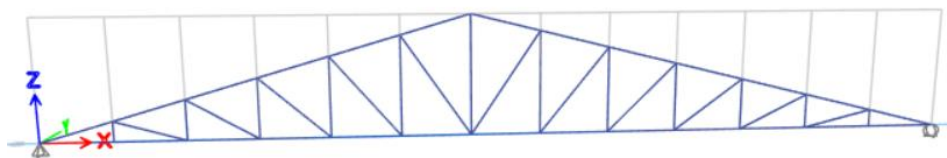


Nota. Nombre, tipo y factor de carga. Elaborado por: La autora.

- Se dibuja la cercha y asignan los apoyos.

Figura 44

Armadura en ETABS

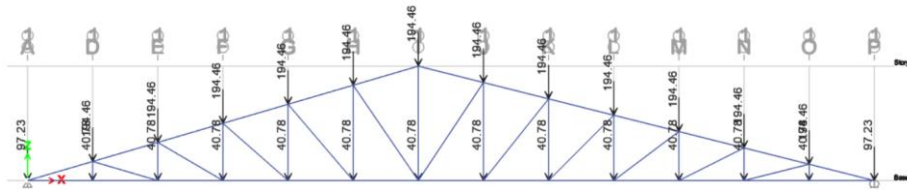


Nota. Dibujo de la armadura en el programa ETABS. Elaborado por: La autora.

- Se definen las unidades.
- Se colocan las cargas actuantes en cada nodo.

Figura 45

Cargas en los nodos

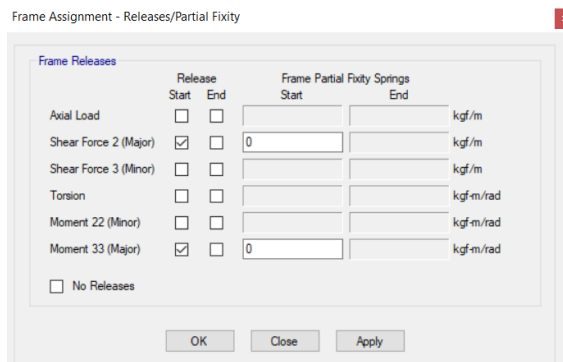


Nota. Asignación de cargas que actúan en los nodos, como consecuencia de la carga distribuida que actúa sobre el cordón superior e inferior de la armadura. Elaborado por: La autora.

- Restricción del momento flector y la fuerza cortante.

Figura 46

Restricción del momento flector y la fuerza cortante



Nota. En las armaduras no actúan las fuerzas cortantes y momentos flectores. Elaborado por: La autora.

- Con el objetivo de tener una disposición de resultados más organizada, se recomienda el cambio de etiquetas en las barras, para ello seleccionamos el elemento dando clic izquierdo y luego clic derecho en el mouse, se abrirá una venta y en la opción “Unique Name” procedemos a cambiar el nombre del elemento.
- Guardamos el archivo y procedemos a correr el programa.
- Cargas axiales en los elementos de la estructura

Tabla 33*Fuerzas axiales en las barras*

Barra	Carga axial (kg)	Compresión o tracción	Barra	Carga axial (kg)	Compresión o tracción
B1	-5040.86	Compresión			
B2	-4620.79	Compresión	B26	4839.22	Tracción
B3	-4200.71	Compresión	B27	40.78	Tracción
B4	-3780.64	Compresión	B28	-420.07	Compresión
B5	-3360.57	Compresión	B29	158.4	Tracción
B6	-2940.5	Compresión	B30	-466.87	Compresión
B7	-2909.76	Compresión	B31	276.02	Tracción
B8	-3394.72	Compresión	B32	-535.85	Compresión
B9	-3879.68	Compresión	B33	393.64	Tracción
B10	-4364.64	Compresión	B34	-619.66	Compresión
B11	-4849.6	Compresión	B35	511.26	Tracción
B12	-5334.56	Compresión	B36	-713.08	Compresión
B13	-4819.52	Compresión	B37	1334.6	Tracción
B14	5645.76	Tracción	B38	-848.17	Compresión
B15	5645.76	Tracción	B39	628.88	Tracción
B16	5175.28	Tracción	B40	-753.14	Compresión
B17	4704.8	Tracción	B41	511.26	Tracción
B18	4234.32	Tracción	B42	-665.36	Compresión
B19	3763.84	Tracción	B43	393.64	Tracción
B20	3293.36	Tracción	B44	-588.1	Compresión
B21	3226.15	Tracción	B45	276.02	Tracción
B22	3229.42	Tracción	B46	-526.01	Compresión
B23	4032.69	Tracción	B47	158.4	Tracción
B24	4435.95	Tracción	B48	-484.96	Compresión
B25	4839.22	Tracción	B49	40.78	Tracción

Nota. En la tabla se muestran las cargas axiales actuantes en los elementos de la estructura y si estas están a tracción o a compresión. Elaborado por: La autora.

En una armadura tipo Howe los elementos del cordón superior y diagonales, trabajan a compresión y los elementos del cordón inferior y pendolones trabajan a tracción.

9.2.3 Diseño

9.2.3.1 Elementos sujetos a flexo-compresión

a. Barra 1

- Longitud efectiva

$$l_{ef} = 0.4 * (2.08 \text{ m} + 2.08 \text{ m}) = 1.664 \text{ m}$$

- Longitud para el momento

$$L = \frac{2 m + 2 m}{2} = 2 m$$

- Momento actuante

$$M = \frac{97.23 \frac{kg}{m} * (2 m)^2}{11} = 35.36 kg * m$$

- Sección asumida

- ❖ Dimensiones comerciales

$$b = 4 plg \qquad h = 6 plg$$

- ❖ Dimensiones reales

$$b = 9 cm \quad h = 14 cm \quad A = 9 cm * 14 cm = 126 cm^2$$

- ❖ Inercia de la sección

$$Ix = \frac{b * h^3}{12} = \frac{9 cm * (14 cm)^3}{12} = 2058 cm^4$$

- ❖ Módulo de inercia de la sección

$$Zx = \frac{Ix}{h * 0.5} = \frac{2058 cm^4}{14 cm * 0.5} = 294 cm^3$$

- Fuerzas de compresión a las que está sometida la barra

$$N = 5040.86 kg$$

- Para elementos sometidos a flexo – compresión se debe satisfacer la siguiente

expresión:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m * M}{Z * f_m} < 1$$

En donde:

- N_{adm} , carga admisible, es función de la esbeltez

- Relación de esbeltez

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{b} = \frac{1.664 \text{ m} * 100}{9 \text{ cm}} = 18.49$$

- Coeficiente Ck

$$Ck = 0.7025 * \sqrt{\frac{E_{min}}{f_c}} = 0.7025 * \sqrt{\frac{95000 \frac{kg}{cm^2}}{145 \frac{kg}{cm^2}}}$$

$$Ck = 17.98$$

- Condición: Ver tabla 9.4 del Manual

$$\lambda_x > Ck$$

- Esfuerzo de tracción que puede soportar la sección escogida

$$N_{adm} = 0.329 * \frac{E_{min} * A}{\lambda_x^2} = 0.329 * \frac{95000 \frac{kg}{cm^2} * 126 \text{ cm}^2}{18.49^2}$$

$$N_{adm} = 11519.04 \text{ kgf}$$

- Carga crítica de Euler

$$N_{cr} = \pi^2 * \frac{E_{min} * I_x}{l_{ef}^2} = \pi^2 * \frac{95000 \frac{kg}{cm^2} * 2058 \text{ cm}^4}{(1.664 \text{ m})^2 * 100^2}$$

$$N_{cr} = 69688.65 \text{ kgf}$$

- Factor de magnificación de momentos por fuerza axial

$$km = \frac{1}{1 - 1.5 * \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - 1.5 * \frac{5040.86 \text{ kg}}{69688.65 \text{ kgf}}}$$

$$km = 1.12$$

- Condición:

En flexo compresión la siguiente relación debe ser menor a 1.

$$r = \frac{N}{N_{adm}} + \frac{km * M1}{Z * f_m} = \frac{5040.86 \text{ kg}}{11519.04 \text{ kgf}} + \frac{1.12 * 35.36 \text{ kg} * m * 100}{294 \text{ cm}^3 * 210 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$r = 0.50 < 1 \text{ "OK"}$$

- El espaciamiento máximo entre correas, para garantizar la esbeltez fuera del plano de la cuerda (λ_y) igual o menor a la del plano (λ_x), será igual a:

$$s = \lambda * b = 18.49 * 9cm = 166.41 cm$$

- Conclusión:

“Si cumple, la sección adoptada puede soportar el esfuerzo actuante”

Usar sección: 9 cm x 14 cm

b. Barra 2 – Barra 13

Para las barras 2 hasta la 13, el procedimiento es igual que al de la barra 1, para ello se mostrará a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

- Longitud y momento actuante

$$L = \frac{2 m + 2 m}{2} = 2 m \quad M = \frac{97.23 \frac{kg}{m} * (2 m)^2}{11} = 35.36 kg * m$$

Tabla 34

Secciones de elementos sujetos a flexo – compresión

Barra	LA (m)	LB (m)	Lef (m)	Carga axial (kg)
B2	2.08	2.08	1.664	4620.79
B3	2.08	2.08	1.664	4200.71
B4	2.08	2.08	1.664	3780.64
B5	2.08	2.08	1.664	3360.57
B6	2.08	2.08	1.664	2940.5
B7	2.06	2.06	1.648	2909.76
B8	2.06	2.06	1.648	3394.72
B9	2.06	2.06	1.648	3879.68
B10	2.06	2.06	1.648	4364.64
B11	2.06	2.06	1.648	4849.6
B12	2.06	2.06	1.648	5334.56
B13	2.06	2.06	1.648	4819.52

Nota. Resumen de datos principales de los elementos sujetos a flexo-compresión, sección adoptada y verificación de la misma. Elabora por: La autora

Tabla 34.1

Continuación tabla 34

Barra	Sección real		C admisible (kg)	Ncr (kg)	Condición Cadm > C	km	r < 1	Condición r < 1	Espaciamiento máximo S (m)
	b (cm)	h(c m)							
B2	9	14	11520.42	69688.65	OK	1.11	0.46	OK	1.66
B3	9	14	11520.42	69688.65	OK	1.1	0.43	OK	1.66
B4	6.5	14	4339.91	50330.69	OK	1.13	0.96	OK	1.66
B5	6.5	14	4339.91	50330.69	OK	1.11	0.86	OK	1.66
B6	6.5	14	4339.91	50330.69	OK	1.1	0.76	OK	1.66
B7	6.5	14	4424.59	51312.73	OK	1.09	0.74	OK	1.65
B8	6.5	14	4424.59	51312.73	OK	1.11	0.86	OK	1.65
B9	6.5	14	4424.59	51312.73	OK	1.13	0.97	OK	1.65
B10	9	14	11745.21	71048.1	OK	1.1	0.43	OK	1.65
B11	9	14	11745.21	71048.4	OK	1.11	0.48	OK	1.65
B12	9	14	11745.21	71048.4	OK	1.13	0.52	OK	1.65
B13	9	14	11745.21	71048.4	OK	1.11	0.47	OK	1.65

9.2.3.2 Elementos sujetos a flexo - tracción

c. Barra 14

- Longitud para momento

$$L = \frac{2 m + 2 m}{2} = 2 m$$

- Momento actuante

$$M = \frac{W_q * L^2}{8} = \frac{20.39 \frac{kg}{m} * (2 m)^2}{8} = 10.20 kg * m$$

- Carga axial actuante en el elemento

$$N = 5645.76 kg$$

- Sección asumida

❖ Dimensiones comerciales

$$b = 3 plg$$

$$h = 4 plg$$

❖ Dimensiones reales

$$b = 6.5 \text{ cm} \quad h = 9 \text{ cm}$$

$$A = 6.5 \text{ cm} * 9 \text{ cm} = 58.5 \text{ cm}^2$$

❖ Inercia de la sección

$$I_x = \frac{b * h^3}{12} = \frac{6.5 \text{ cm} * (9 \text{ cm})^3}{12} = 394.86 \text{ cm}^4$$

❖ Módulo de inercia de la sección

$$Z_x = \frac{I_x}{h * 0.5} = \frac{394.86 \text{ cm}^4}{9 \text{ cm} * 0.5} = 87.75 \text{ cm}^3$$

• Verificación

$$\frac{N}{f_t * A} + \frac{M}{Z * f_m} < 1$$

$$\frac{5645.76 \text{ kg}}{145 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 58.5 \text{ cm}^2} + \frac{10.20 \text{ kg} * \text{m} * 100}{87.75 \text{ cm}^3 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} < 1$$

$$0.72 < 1 \text{ "OK"}$$

• Conclusión

“Si cumple, la sección adoptada puede soportar el esfuerzo actuante”

Usar sección: 6.5 cm x 9 cm

d. Barra 15 – Barra 26

Para las barras 15 hasta la 26, el procedimiento es igual que al de la barra 14, para ello se mostrará a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 35*Secciones de elementos sujetos a flexo - tracción*

Barra	Longitud para momento (m)	Momento actuante (kg *m)	Carga axial (kg)
B15	2	10.20	5645.76
B16	2	10.20	5175.28
B17	2	10.20	4704.8
B18	2	10.20	4234.32
B19	2	10.20	3763.84
B20	2	10.20	3293.36
B21	2	10.20	3226.15
B22	2	10.20	3229.42
B23	2	10.20	4032.69
B24	2	10.20	4435.95
B25	2	10.20	4839.22
B26	2	10.20	4839.22

Nota. Resumen de datos principales de los elementos sujetos a flexo-tracción, sección adoptada y verificación de la misma. Elabora por: La autora

Tabla 35.1*Continuación tabla 35*

Barra	Sección real		Módulo de sección (cm ³)	r < 1	Condición r < 1
	b (cm)	h(cm)			
B15	6.5	9	87.75	0.72	OK
B16	6.5	6.5	45.77	0.95	OK
B17	6.5	6.5	45.77	0.87	OK
B18	6.5	6.5	45.77	0.87	OK
B19	6.5	6.5	45.77	0.72	OK
B20	6.5	6.5	45.77	0.64	OK
B21	6.5	6.5	45.77	0.63	OK
B22	6.5	6.5	45.77	0.63	OK
B23	6.5	6.5	45.77	0.76	OK
B24	6.5	6.5	45.77	0.83	OK
B25	6.5	6.5	45.77	0.9	OK
B26	6.5	6.5	45.77	0.9	OK

9.2.3.3 Elementos sujetos a tracción

e. Barra 27

- Carga axial actuante en la barra

$$T = 40.78 \text{ kgf}$$

- Sección asumida

- ❖ Dimensiones comerciales

$$b = 2 \text{ plg} \qquad h = 3 \text{ plg}$$

- ❖ Dimensiones reales

$$b = 4 \text{ cm} \qquad h = 6.5 \text{ cm}$$

- Esfuerzo de tracción que puede soportar la sección escogida

$$Et = \frac{T}{b * h} = \frac{40.78 \text{ kgf}}{4 \text{ cm} * 6.5 \text{ cm}} = 1.57 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

- Condición:

$$Et < f_t$$

$$1.57 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < 145 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \text{ "OK"}$$

- Conclusión

“Si cumple, la sección adoptada puede soportar el esfuerzo actuante”

Usar sección: 4 cm x 6.5 cm

f. Barras 29 – 31 – 33 – 35 – 37 – 39 – 41 – 43 – 45 - 47 – 49

Para las barras 29 – 31 – 33 – 35 – 37 – 39 – 41 – 43 – 45 - 47 – 49, el procedimiento es igual que al de la barra 27, para ello se mostrará a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 36*Secciones de elementos sujetos a tracción*

Barra	Carga axial (kg)	Sección real		Esfuerzo de tracción se sección (kg/cm ²)	Si Et < ft
		b (cm)	h(cm)		
B29	158.4	6.5	9	6.09	OK
B31	276.02	6.5	9	10.62	OK
B33	393.64	6.5	9	15.14	OK
B35	511.26	6.5	9	19.66	OK
B37	1334.6	6.5	9	51.33	OK
B39	628.88	6.5	9	24.19	OK
B41	511.26	6.5	9	19.66	OK
B43	393.64	6.5	9	15.14	OK
B45	276.02	6.5	9	10.62	OK
B47	158.4	6.5	9	6.09	OK
B49	40.78	6.5	9	1.57	OK

Nota. Resumen de datos principales de los elementos sujetos a tracción, sección adoptada y verificación de la misma. Elabora por: La autora

9.2.3.4 Elementos sujetos a compresión

g. Barra 28

- Carga axial actuante en la barra

$$C = 420.07 \text{ kgf}$$

- Longitud efectiva

Según la tabla 11.1 del Manual, la longitud efectiva será:

$$l_{ef} = 0.8 * l_d$$

$$l_{ef} = 0.8 * 2.08m$$

$$l_{ef} = 1.664m$$

- Sección asumida

❖ Dimensiones comerciales

$$b = 2 \text{ plg}$$

$$h = 3 \text{ plg}$$

❖ Dimensiones reales

$$b = 4 \text{ cm} \quad h = 6.5 \text{ cm}$$

$$A = 4 \text{ cm} * 6.5 \text{ cm} = 26 \text{ cm}^2$$

- Relación de esbeltez

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{b} = \frac{1.664 \text{ m} * 100}{4 \text{ cm}} = 41.6$$

- Coeficiente Ck

$$Ck = 0.7025 * \sqrt{\frac{E_{min}}{f_c}} = 0.7025 * \sqrt{\frac{95000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{145 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$Ck = 17.98$$

- Condición: Ver tabla 9.4 del Manual

$$\lambda_x > Ck$$

- Esfuerzo de tracción que puede soportar la sección escogida

$$N_{adm} = 0.329 * \frac{E_{min} * A}{\lambda_x^2} = 0.329 * \frac{95000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 26 \text{ cm}^2}{41.6^2}$$

$$N_{adm} = 469.58 \text{ kgf}$$

- Verificación

$$N_{adm} > C$$

$$469.58 \text{ kgf} > 420.07 \text{ kgf} \text{ "OK"}$$

- Conclusión

“Si cumple, la sección adoptada puede soportar el esfuerzo actuante”

Usar sección: 4 cm x 6.5 cm

h. Barras 30 – 32 – 34 – 36 – 38 – 40 – 42 – 44 – 46 – 48

Para las barras 30 – 32 – 34 – 36 – 38 – 40 – 42 – 44 – 46 – 48, el procedimiento es igual que al de la barra 28, para ello se mostrará a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

- Coeficiente C_k

$$C_k = 0.7025 * \sqrt{\frac{E_{min}}{f_c}} = 0.7025 * \sqrt{\frac{95000 \frac{kg}{cm^2}}{145 \frac{kg}{cm^2}}}$$

$$C_k = 17.98$$

Tabla 37

Secciones de elementos sujetos a compresión

Barra	Longitud efectiva (m)	Carga axial (kg)	Sección real		Relación de esbeltez $\lambda_x = l_{ef}/b$	$\lambda_x > C_k$	Esfuerzo admisible (kgf)	Nadm > C
			b (cm)	h (cm)				
B30	1.85	466.87	6.5	9	28.46	OK	2257.14	OK
B32	2.13	535.85	6.5	9	32.77	OK	1702.72	OK
B34	2.46	619.66	6.5	9	37.85	OK	1276.53	OK
B36	2.83	713.08	6.5	9	43.54	OK	964.56	OK
B38	2.88	848.17	6.5	9	44.31	OK	931.36	OK
B40	2.56	753.14	6.5	9	39.38	OK	1178.75	OK
B42	2.26	665.36	6.5	9	39.38	OK	1178.75	OK
B44	2.00	588.1	6.5	9	30.77	OK	1931.27	OK
B46	1.79	526.01	6.5	9	27.54	OK	2410.99	OK
B48	1.65	484.96	6.5	9	25.38	OK	2837.49	OK

Nota. Resumen de datos principales de los elementos sujetos a compresión, sección adoptada y verificación de la misma. Elabora por: La autora

9.2.3.5 Resumen de secciones a usarse

Tabla 38

Resumen de secciones a usarse

Barra	Sección real adoptada		Sección comercial		Barra	Sección real adoptada		Sección comercial	
	b (cm)	h(cm)	b (plg)	h(plg)		b (cm)	h(cm)	b (plg)	h(plg)
B1	9	14	4	6					
B2	9	14	4	6	B26	6.5	6.5	3	3
B3	9	14	4	6	B27	4	6.5	2	3
B4	6.5	14	3	6	B28	6.5	9	3	4
B5	6.5	14	3	6	B29	6.5	9	3	4
B6	6.5	14	3	6	B30	6.5	9	3	4
B7	6.5	14	3	6	B31	6.5	9	3	4
B8	6.5	14	3	6	B32	6.5	9	3	4
B9	6.5	14	3	6	B33	6.5	9	3	4
B10	9	14	4	6	B34	6.5	9	3	4
B11	9	14	4	6	B35	6.5	9	3	4
B12	9	14	4	6	B36	6.5	9	3	4
B13	9	14	4	6	B37	6.5	9	3	4
B14	6.5	9	3	4	B38	6.5	9	3	4
B15	6.5	9	3	4	B39	6.5	9	3	4
B16	6.5	6.5	3	3	B40	6.5	9	3	4
B17	6.5	6.5	3	3	B41	6.5	9	3	4
B18	6.5	6.5	3	3	B42	6.5	9	3	4
B19	6.5	6.5	3	3	B43	6.5	9	3	4
B20	6.5	6.5	3	3	B44	6.5	9	3	4
B21	6.5	6.5	3	3	B45	6.5	9	3	4
B22	6.5	6.5	3	3	B46	6.5	9	3	4
B23	6.5	6.5	3	3	B47	6.5	9	3	4
B24	6.5	6.5	3	3	B48	6.5	9	3	4
B25	6.5	6.5	3	3	B49	6.5	9	3	4

Nota. Resumen las secciones adoptadas para cada elemento de la armadura. Elabora por: La autora.

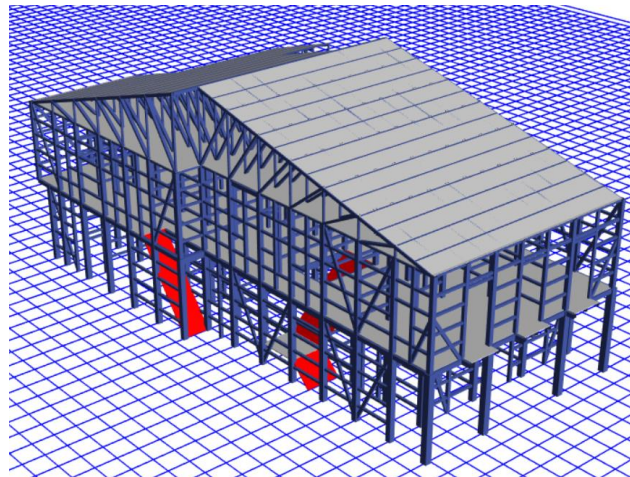
9.3 Modelación de estructura con la nueva cubierta en el software ETABS 18 y verificación de los resultados obtenidos

La estructura original no cumple con el criterio de modos de vibración, por lo que se procede a realizar un arriostramiento de la misma utilizando diagonales, esta técnica permite rigidizar y fortalecer la estructura en general, limitando o impidiendo parcialmente los desplazamientos de la misma.

Al modelar la estructura original se evidenció que, al aplicar el segundo modo de vibración, la rotación de la estructura era originada principalmente en la parte posterior de la misma. Debido a que en el patio no existen paredes, se ha procedido a colocar las diagonales en esta parte de estructura. Así ha sido posible, restringir este movimiento obteniendo traslación para los dos primeros modos y rotación en el tercer modo, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Figura 47

Estructura con nueva cubierta



Nota. Modelación en el software ETABS de la estructura con la nueva cubierta diseñada. Elaborado por: La autora.

1. Período de vibración

Tabla 39

Período de vibración nuevo modelo

Período Calculado		Período ETABS	Condición
T	1.3*T	Ta	Ta < 1.3*T1
0.3122	0.406	0.278	Cumple

Nota. Verificación del período de diseño. Elaborado por: La autora.

2. Masa participativa

Tabla 40

Masa participativa nuevo modelo

Masa participativa		Nº de modo	
X	Y	X	Y
0.963	0.9979	5	6

Nota. Verificación del porcentaje de masa participativa. Elaborado por: La autora.

En el caso de la estructura modelada, cumple con esta condición ya que está participando más del 90% de la masa para los ejes “X” y “Y”.

3. Modos de vibración

Tabla 41

Modos de vibración nuevo modelo

Modo	T (s)	UX	UY	SUMU X	SUMUY	RZ	SUMR Z
1	0.278	0.4843	0.0025	0.4843	0.0025	0.073	0.073
2	0.195	0.0043	0.6334	0.4886	0.6359	0.0237	0.0966
3	0.187	0.0031	0.0613	0.4917	0.6972	0.0589	0.1555
4	0.162	0.1204	0.0162	0.6121	0.7134	0.6466	0.8021
5	0.126	0.3509	0.0032	0.963	0.7166	0.058	0.8601
6	0.096	0.0076	0.2812	0.9706	0.9979	0.0003	0.8604

Nota. Número de modos, períodos de vibración, masa participativa y rotación.

Elaborado por: La autora.

La estructura está cumpliendo con el criterio establecido para modos de vibración, ya que los 2 primeros son de traslación y el tercero es de rotación.

4. Cortante basal

- Sismo estático

Tabla 42

Análisis del cortante basal sismo estático Nuevo Modelo

Sismo estático		
Peso propio de la estructura (W)=	112.11042	t
Carga muerta (W)=	38.49308	t
Peso propio de la estructura + Carga muerta (W)=	150.6035	t
Cortante Basal Inicial (V)=	0.4684	
Fuerza horizontal calculada (Vo)=	70.54	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) - X=	62.93091	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) - Y=	62.93091	
Cortante Basal Corregido (Vo)=	0.5251	Corregir
	0.5251	Corregir

Nota. Cortante basal obtenido en el programa, en función del sismo estático. Elaborado por: La autora.

Tabla 43

Corrección del cortante basal sismo estático Nuevo Modelo

Sismo estático		
Peso propio de la estructura (W)=	112.11042	t
Carga muerta (W)=	38.49308	t
Peso propio de la estructura + Carga muerta (W)=	150.6035	t
Cortante Basal Inicial (V)=	0.4684	
Fuerza horizontal calculada (Vo)=	70.54	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) - X=	70.54872	
Fuerza horizontal ETABS (Vo) - Y=	70.54872	
Cortante Basal Corregido (Vo)=	0.4684	Ok
	0.4684	Ok

Nota. Corrección del cortante basal en función del sismo estático. Elaborado por: La autora.

- **Sismo dinámico**

Tabla 44

Análisis del cortante basal sismo dinámico Nuevo Modelo

Sismo dinámico			
	EJE X-X	EJE Y-Y	Resultante
Fuerza Dx (F)=	39.50888	5.87191	39.9428457
Fuerza Dy (F)=	5.87191	47.3308	47.6936469
%sismo (Dinámico/Estático) (ϵ)=	57%	68%	Corregir
Factor aceleración corregido (ϵ)=	13.8556	11.6039	

Nota. Cortante basal obtenido en el programa, en función del sismo dinámico.
Elaborado por: La autora.

Tabla 45

Corrección del cortante basal sismo dinámico Nuevo Modelo

Sismo dinámico			
	EJE X-X	EJE Y-Y	Resultante
Fuerza Dx (F)=	55.82094	8.29626	56.434079
Fuerza Dy (F)=	6.94802	56.00475	56.4340943
%sismo (Dinámico/Estático) (ϵ)=	80%	80%	Ok
Factor aceleración corregido (ϵ)=	9.8067	9.8067	

Nota. Corrección del cortante basal en función del sismo dinámico. Elaborado por: La autora.

Cortante basal

Tabla 46

Verificación del cortante basal Nuevo Modelo

Eje	Cortante basal (kgf)			Condición
	SD	SE	0.85*SE	SD < 0.85*SE
X-X	55.82	70.55	0.85*70.55=59.67	Cumple
Y-Y	56.00	70.55	0.85*70.55=59.97	Cumple

Nota. Esta verificación se realiza en función de la condición establecida por la NEC-SE-DS. Elaborado por: La autora.

5. Deriva inelástica

Tabla 47

Verificación de la deriva inelástica Nuevo Modelo

Hipótesis	Deriva X	Deriva Y
Estático X	0.003681	0.000498
Estático Y	0.00007	0.001353
Dinámico X	0.00505	0.00118
Dinámico Y	0.001959	0.001401
Máx.	0.00505	0.001401

Nota. Derivas máximas de piso. Elaborado por: La autora.

Condición:

$$\Delta e < \Delta max$$

$$\Delta max = 0.02$$

$$\Delta ex = 0.00505 < 0.02 \quad "OK" \quad \Delta ey = 0.001401 < 0.02 \quad "OK"$$

6. Irregularidad torsional

Tabla 48

Irregularidad torsional Nuevo Modelo

Hipótesis	Disp X (m)	Disp Y (m)
Estático X	0.025673	0.002561
Estático Y	0.000104	0.008776
Dinámico X	0.027283	0.006495
Dinámico Y	0.007239	0.008388
Max	0.027283	0.008776

Nota. Desplazamientos máximos de piso. Elaborado por: La autora

$$\Delta_1 x = 2.7283 \text{ cm} \quad \Delta_2 y = 0.8776 \text{ cm} \quad \Delta = 2.7283 \text{ cm}$$

Condición:

$$\Delta > 1.2 * \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$$

$$2.7283 \text{ cm} > 1.2 * \frac{(2.7283 \text{ cm} + 0.8776 \text{ cm})}{2}$$

$$2.7283 \text{ cm} > 2.1635 \text{ cm} \quad "Si cumple"$$

La estructura modelada con la nueva cubierta y el arriostamiento, cumple con los criterios con todos los criterios previamente establecidos.

CAPÍTULO X

EVALUACIÓN ECONÓMICA

10.1 Evaluación económica de las alternativas de rehabilitación propuestas

Para la realización del presupuesto de rehabilitación de la estructura, se toma como base el listado de precios de materiales de construcción para el año 2022 dado por la Cámara de la Construcción a nivel Nacional y para el valor de la mano de obra se tomó como referencia el documento de los salarios mínimos en el sector de la construcción publicado en enero del 2022 por la Contraloría General del Estado. El presupuesto se presenta considerando el orden de las fichas de tratamiento anteriormente propuestas. El análisis de precios unitarios se ha realizado manualmente en donde se ha estimado costos de cada proceso constructivo como es la mano de obra, herramientas, materiales y transporte.

Tabla 49

Presupuesto referencial de rehabilitación estructural

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	FICHA 1: CAMBIO DE TABLAS				
1.001	Demolición de losa de madera	m2	54.80	1.59	87.13
1.002	Limpiado y lijado de vigas y viguetas de madera	m2	12.20	4.66	56.85
1.003	Tratamiento curativo contra hongos y ataques de insectos xilófagos en elemento estructural de madera	m2	12.20	4.03	49.17
1.004	Barnizado con Montoxyl Classic Satinado	m2	8.60	6.83	58.74
1.006	Aplicación de fibras de carbono Sikadur 30	m2	8.60	40.28	346.41
1.007	Colocación del entablado de piso	m2	54.80	46.25	2,534.50
2	FICHA 2: CUBIERTA				
2.001	Desmontaje de cobertura de zinc en cubierta inclinada	m2	266.91	2.33	621.89
2.002	Desmontaje de la estructura de cubierta inclinada de madera	m2	266.91	3.72	992.89
2.003	Desmontaje de cielo raso	m2	269.71	2.73	736.31
2.004	Desalojo de material con volqueta	m3	32.14	7.72	248.13
2.005	Vigas de 6.5cmx9cm L=4m (provisión y montaje)	m	962.71	5.10	4,909.83
2.006	Viguetas de 10cmx10cm L=4m (provisión y montaje)	m	260.00	5.09	1,323.40
2.007	Viga de 14cmx14cm L=4m (provisión y montaje)	m	10.70	8.48	90.74
2.008	Vigas de 9cmx14cm L=4m (provisión y montaje)	m	323.16	7.96	2,572.35

2.009	Correas de 4cmx14cm L=4m (provisión y montaje)	m	128.40	8.61	1,105.52
2.010	Colocación cielo raso de madera e=2.2cm	m2	269.71	23.34	6,295.01
2.011	Suministro e instalación de canal recolector agua lluvia tool 1/32"	m	22.70	18.02	409.05
2.012	Bajante agua lluvia PVC 75mm	m	16.00	7.98	127.68
2.013	Suministro y colocación de planchas de zinc "Chapa ondulada de acero galvanizado e=0.5mm"	m2	266.91	7.88	2,103.22
2.014	Pintura esmalte	m2	269.71	2.79	752.49
3	FICHA 3: MANCHAS DE HUMEDAD				
3.001	Rascado de pintura existente en superficie de elemento estructural de madera	m2	48.00	1.65	79.20
3.002	Impermeabilización de madera	m2	48.00	4.91	235.68
3.003	Pintura esmalte	m2	48.00	2.79	133.92
4	FICHA 4: REEMPLAZO DE VIGA				
4.001	Apuntalamiento vertical de madera para entrepisos	m	16.00	8.04	128.64
4.002	Desmontaje de viga de madera	m	3.00	2.50	7.50
4.003	Viga de 19x29cm L=4m (provisión y montaje)	4m	3.00	14.59	43.77
5	FICHA 5: REEMPLAZO DE COLUMNAS DE MADERA				
5.001	Apuntalamiento vertical de madera para entrepisos	m	4.00	8.04	32.16
5.002	Excavación manual de piso	m3	1.50	3.22	4.83
5.003	Desmontaje de columnas de madera	m	4.00	2.50	10.00
5.004	Columnas de 25x25cm L=4m (provisión y montaje)	4m	8.00	16.02	128.16
5.005	Relleno y compactación de suelo	m3	1.50	6.25	9.38
6	FICHA 6: REACONDICIONAMIENTO DEL BAÑO				
6.001	Retiro de pieza sanitaria	u	1	15.13	15.13
6.002	Derrocamiento de mampostería de bloque	m3	1.08	2.75	2.97
6.003	Derrocamiento de piso de hormigón	m3	0.29	6.45	1.86
6.004	Desmontaje de piso de madera	m2	18.00	1.59	28.62
6.005	Limpinado y lijado de vigas y viguetas de madera	m2	3.30	4.66	15.38
6.006	Tratamiento curativo contra hongos y ataques de insectos xilófagos en elemento estructural de madera	m2	3.30	4.03	13.30
6.007	Colocación del entablado de piso	m2	18.00	46.25	832.50
6.008	Impermeabilización del piso de madera	m2	18.00	4.91	88.38
6.009	Colocación de capa de recubrimiento de polímero en el piso del inodoro y ducha	m2	0.29	5.38	1.55
6.010	Capas de mortero de cemento y polímero	m2	0.29	9.42	2.71
6.011	Mampostería de bloque liviano e=15cm	m2	1.08	11.42	12.33
6.012	Mortero de cemento 1:3, producción manual	m3	0.02	139.36	3.01
6.013	Cerámica para piso de 30cmx30cm	m2	0.29	15.49	4.46
6.014	Inodoro blanco línea económica	u	1.00	95.96	95.96
6.015	Empaste interior	m2	2.16	6.83	14.75
6.016	Pintura de paredes enlucidas	m2	2.16	2.79	6.03
7	ARRIOSTRAMIENTO				
7.001	Puntales de 20cmx20cm L=4m	m	37.36	9.43	352.31
7.002	Puntales de 10cmx10cm L=4m	m	42.47	3.81	161.82
TOTAL (\$)					27,887.61

Nota. Presupuesto para la rehabilitación estructural para la vivienda patrimonial

ubicada en Esmeraldas-Ecuador. Elaborado por: La autora.

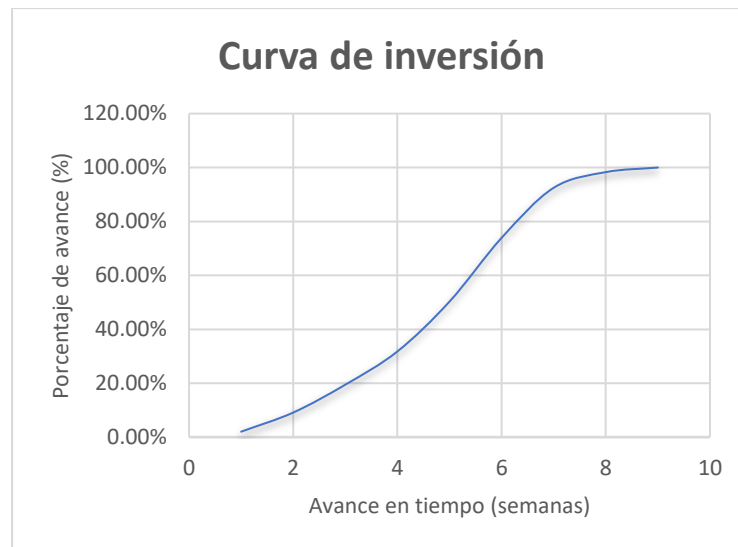
Son veintisiete mil ochocientos ochenta y siete dólares con sesenta y un centavos.

10.2 Cronograma de tiempo y valorado

El manejo del tiempo es fundamental para una buena marcha de cualquier tipo de proyecto. Un cronograma de tiempo permite tener una mayor organización del proyecto, mejora la dirección y el seguimiento obteniendo un control del avance del proyecto, facilita la introducción de cambios, aumenta el nivel de compromiso de las personas involucradas y con ello se obtendrá una mayor optimización de los recursos. El cronograma valorado es la estimación numérica del cronograma de tiempo y consiste en el control financiero, es decir que se obtendrá un análisis claro de la distribución de los recursos económicos.

Figura 48

Curva de inversión del proyecto



Nota. Porcentaje de avance e inversión del proyecto. Elaborado por: La autora.

Tabla 50

Cronograma Valorado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	SEMANAS									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	FICHA 1: CAMBIO DE TABLAS														
1.001	Demolición de losa de madera	m2	54.80	1.59	87.13	87.13									
1.002	Limpieza y lijado de vigas y viguetas de madera	m2	12.20	4.66	56.85	56.85									
1.003	Tratamiento curativo contra hongos y ataques de insectos xilófagos en elemento estructural de madera	m2	12.20	4.03	49.17	49.17									
1.004	Barnizado con Montoxyl Classic Satinado	m2	8.60	6.83	58.74	58.74									
1.006	Aplicación de fibras de carbono Sikadur 30	m2	8.60	40.28	346.41		346.41								
1.007	Colocación del entablado de piso	m2	54.80	46.25	2,534.50		1,267.25	1267.25							
2	FICHA 2: CUBIERTA														
2.001	Desmontaje de cobertura de zinc en cubierta inclinada	m2	266.91	2.33	621.89			621.89							
2.002	Desmontaje de la estructura de cubierta inclinada de madera	m2	266.91	3.72	992.89			992.89							
2.003	Desmontaje de cielo raso	m2	269.71	2.73	736.31				736.3						
2.004	Desalojo de material con volqueta	m3	32.14	7.72	248.13				248.1						
2.005	Vigas de 6.5cmx9cm L=4m (provisión y montaje)	m	962.71	5.10	4,909.83				2,454.9	2454.92					
2.006	Viguetas de 10cmx10cm L=4m (provisión y montaje)	m	260.00	5.09	1,323.40					1,323.40					
2.007	Viga de 14cmx14cm L=4m (provisión y montaje)	m	10.70	8.48	90.74					90.74					
2.008	Vigas de 9cmx14cm L=4m (provisión y montaje)	m	323.16	7.96	2,572.35					1286.18	1286.2				
2.009	Correas de 4cmx14cm L=4m (provisión y montaje)	m	128.40	8.61	1,105.52						1,105.52				
2.010	Colocación cielo raso de madera e=2.2cm	m2	269.71	23.34	6,295.01						3147.5	3147.50			

2.011	Suministro e instalación de canal recolector agua lluvia tool 1/32"	m	22.70	18.02	409.05							409.05		
2.012	Bajante agua lluvia PVC 75mm	m	16.00	7.98	127.68							127.68		
2.013	Suministro y colocación de planchas de zinc "Chapa ondulada de acero galvanizado e=0.5mm"	m2	266.91	7.88	2,103.22					1051.6113		1,051.61		
2.014	Pintura esmalte	m2	269.71	2.79	752.49							376.24	376.24	
3	FICHA 3: MANCHAS DE HUMEDAD													
3.001	Rascado de pintura existente en superficie de elemento estructural de madera	m2	48.00	1.65	79.20	79.20								
3.002	Impermeabilización de madera	m2	48.00	4.91	235.68	235.68								
3.003	Pintura esmalte	m2	48.00	2.79	133.92							66.96	66.96	
4	FICHA 4: REEMPLAZO DE VIGA													
4.001	Apuntalamiento vertical de madera para entrepisos	m	16.00	8.04	128.64		128.64							
4.002	Desmontaje de viga de madera	m	3.00	2.50	7.50		7.50							
4.003	Viga de 19x29cm L=4m (provisión y montaje)	m	3.00	14.59	43.77		43.77							
5	FICHA 5: REEMPLAZO DE COLUMNAS DE MADERA													
5.001	Apuntalamiento vertical de madera para entrepisos	m	4.00	8.04	32.16		32.16							
5.002	Excavación manual de piso	m3	1.50	3.22	4.83		4.83							
5.003	Desmontaje de columnas de madera	m	4.00	2.50	10.00		10.00							
5.004	Columnas de 25x25cm L=4m (provisión y montaje)	m	8.00	16.02	128.16		128.16							
5.005	Relleno y compactación de suelo	m3	1.50	6.25	9.38		9.38							
6	FICHA 6: REACONDICIONAMIENTO DEL BAÑO													
6.001	Retiro de pieza sanitaria	u	1	15.13	15.13								15.13	
6.002	Derrocamiento de mampostería de bloque	m3	1.08	2.75	2.97								2.97	
6.003	Derrocamiento de piso de hormigón	m3	0.29	6.45	1.86								1.86	
6.004	Desmontaje de piso de madera	m2	18.00	1.59	28.62								28.62	

6.005	Limpiado y lijado de vigas y viguetas de madera	m2	3.30	4.66	15.38															15.38			
6.006	Tratamiento curativo contra hongos y ataques de insectos xilófagos en elemento estructural de madera	m2	3.30	4.03	13.30																13.30		
6.007	Colocación del entablado de piso	m2	18.00	46.25	832.50																832.50		
6.008	Impermeabilización del piso de madera	m2	18.00	4.91	88.38																88.38		
6.009	Colocación de capa de recubrimiento de polímero en el piso del inodoro y ducha	m2	0.29	5.38	1.55																	1.55	
6.010	Capas de mortero de cemento y polímero	m2	0.29	9.42	2.71																	2.71	
6.011	Mampostería de bloque liviano e=15cm	m2	1.08	11.42	12.33																	12.33	
6.012	Mortero de cemento 1:3, producción manual	m3	0.02	139.36	3.01																	3.01	
6.013	Cerámica para piso de 30cmx30cm	m2	0.29	15.49	4.46																	4.46	
6.014	Inodoro blanco línea económica	u	1.00	95.96	95.96																	95.96	
6.015	Empaste interior	m2	2.16	6.83	14.75																	14.75	
6.016	Pintura de paredes enlucidas	m2	2.16	2.79	6.03																	6.03	
7	ARRIOSTRAMIENTO																						
7.001	Puntales de 20cmx20cm L=4m	m	37.36	9.43	352.31																	176.15	176.15
7.002	Puntales de 10cmx10cm L=4m	m	42.47	3.81	161.82																		161.82
TOTAL (\$)			27,887.61																				
Valor diario						566.77	1,978.09	2,882.03	3,439.35	5,155.23	6,590.82	5,179.05	1,617.49	478.78									
Porcentaje diario						2.03%	7.09%	10.33%	12.33%	18.49%	23.63%	18.57%	5.80%	1.72%									
Valor diario acumulado						566.77	2,544.86	5,426.89	8,866.24	14,021.47	20,612.29	25,791.34	27,408.84	27,887.61									
Porcentaje diario acumulado						2.03%	9.13%	19.46%	31.79%	50.28%	73.91%	92.48%	98.28%	100.00%									

Nota. Cronograma de tiempo y valorado que permitirá conocer el porcentaje de avance de ejecución de intervenciones propuestas.

Elaborado por: La autora.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El realizar la inspección visual de la estructura, obtener información previa para el posterior diagnóstico de las lesiones existentes en la misma y determinar las posibles alternativas de intervención estructural, ha permitido conocer que las principales causas que afectan en gran manera al inmueble, son la falta de mantenimiento y la humedad, siendo esta última la que más daños ha causado, sobre todo en aquellas áreas que se encuentran a la intemperie como la azotea y la cubierta.

Por medio de la inspección visual se ha intentado en la medida de lo posible, identificar aquellas patologías que afectan la capacidad portante de la estructura y ponen en riesgo su comportamiento ante cargas accidentales como son los sismos. Frente a esto, es importante mencionar que la inspección realizada fue de carácter no destructivo y a esto se suma el hecho de que, por parte del propietario se ha limitado el acceso a ciertas áreas del inmueble. Lo cual ha imposibilitado realizar un estudio minucioso en las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias de la edificación.

En algunos elementos, sobre todo en aquellos que están expuestos a agentes ambientales y biológicos como en el caso de las vigas, viguetas y entablados de azotea y de baño, se ha recomendado la utilización de tratamiento inmunizante e impermeabilizante que proteja a los elementos estructurales de estos agentes.

En la cubierta, se han originado agujeros en el recubrimiento de zinc y como consecuencia de esto se ha visto afectada la estructura de cubierta y el cielo raso que también es de madera, existe pudrición en los elementos estructurales. Esto pone en riesgo el inmueble y junto con ello a las personas que habitan en el mismo, es por eso que se ha propuesto sustituir en su totalidad la estructura. Se propone una armadura tipo Howe para la cubierta generando una mayor pendiente, ya que esta es la indicada para cubrir grandes luces, permitiendo una mayor ventilación.

Al ser una estructura de carácter patrimonial, todas las intervenciones realizadas tienen el principal objetivo de alargar la vida útil de la edificación, a pesar de que la estructura tiene muchos años de antigüedad, muchos elementos estructurales se encuentran en óptimas condiciones, como se ha mencionado anteriormente una alternativa de refuerzo estructural muy eficaz, es la utilización de las fibras de carbono, ya que son asequibles, de fácil aplicación, no aumentan el peso de la estructura, pero sí aumentan significativamente su resistencia y durabilidad.

El costo de la intervención de rehabilitación es de \$27, 887.61 en el que se reflejan los materiales existentes en el medio, la mano de obra y la herramienta necesaria. De este valor total el 80% corresponde sólo a la estructura de la armadura. El haber optado por utilizar madera estructural del grupo A o con características similares al material con el que originalmente se realizó la estructura y la gran magnitud de intervención que la estructura requiere, ha elevado considerablemente los costos.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto, ha sido posible observar la complejidad que implica la evaluación y rehabilitación de una estructura desde la práctica, esto se incrementa cuando se trata de estructuras patrimoniales en donde se busca conservar los materiales que constituyen las estructuras, y que requieren alternativas de intervención en donde se conserven las dimensiones de las mismas.

Al realizar el proceso de diagnóstico en el cual se proponen las alternativas de tratamiento de la estructura a tratar, se debe poner potencial cuidado y considerar todas las etapas de inspección visual y fotográfica, pruebas no destructivas, búsqueda de patologías existentes en el inmueble y agentes causales, así el criterio técnico de tratamiento que se proponga será mucho más acertado brindando soluciones adecuadas, en donde se buscará detener el proceso patológico de afectación y junto con ello, alargar el tiempo de vida útil de la estructura.

Es sumamente importante realizar las fichas lo más detalladas posible (ubicación, esquemas, fotografías, procedimientos, etc.). Esto será una base confiable para el profesional en el área, que posteriormente analizará la información y propondrá su criterio al respecto.

Al verificar el cumplimiento de los criterios planteados por la NEC-Peligro sísmico (2015), la estructura modelada en el programa ETABS cumple con los criterios de período de vibración, derivas máximas, desplazamientos y cortante basal, pero no cumple con el criterio para modos de vibración. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas del apartado 8.14.2 del documento.

La NEC 2015 recomienda que en la estructura los dos primeros modos de vibración deben ser de traslación y el tercero de rotación. La estructura modelada presenta rotación en el segundo modo, este comportamiento no es recomendado ya que representa un comportamiento inadecuado de la estructura frente a la presencia de eventos sísmicos, por lo que es importante

mencionar que la estructura tiene irregularidad en planta. Para mejorar las condiciones de la estructura se ha optado por rigidizar la misma utilizando arriostramiento por medio de diagonales.

Una vez modelada la estructura con la nueva cubierta diseñada y el arriostramiento propuesta y al realizar las respectivas verificaciones, se concluye que se ha optimizado el comportamiento de la estructura ya que sí está cumpliendo con los criterios de la NEC, como se muestra en las tablas 39 hasta la 48. Además, se ha conseguido mejorar las condiciones de drenaje y ventilación de la vivienda, al haber optado por una estructura de cubierta acorde a los requerimientos de la misma.

Al igual que esta vivienda, en el sector existen inmuebles con características constructivas similares, es decir son de madera y de carácter patrimonial. Además, presentan procesos patológicos análogos a los existentes en el presente trabajo, es por ello que se concluye que estas propuestas de intervención pueden realizar un aporte muy significativo a estudios posteriores similares.

RECOMENDACIONES

La realización de la nueva cubierta implica aproximadamente el 80% del costo total calculado para la intervención de la estructura, es un valor significativo ya que se ha buscado conservar el material original con el que se realizó la estructura. Para estructuras de cubierta el Manual de Diseño para Maderas del grupo Andino, recomienda maderas del grupo C, debido a que estas tienen menor densidad y por ende son menos costosas. Al buscar un tratamiento adecuado, el profesional deberá considerar la factibilidad constructiva más efectiva, duradera y económica.

Si la finalidad de la intervención estructural, es cambiar el tipo de uso de la misma, se recomienda realizar un estudio arquitectónico previo, así como un análisis estructural mucho más profundo.

Los planes de mantenimiento para las edificaciones son de gran importancia, a pesar de que la madera es un material muy resistente ante la presencia de cargas muy elevadas, especialmente cuando se ejercen fuerzas de compresión y tensión paralelas a las fibras de madera, no deja de ser vulnerable ante la presencia de agentes ambientales y biológicos. Realizar un mantenimiento adecuado y a tiempo, previene los futuros deterioros y fallas estructurales del inmueble, mucho más si estas estructuras son patrimoniales y tienen muchos años de antigüedad.

REFERENCIAS

- ASCE/SEI 41-17. (2017). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Virginia–United States: American Society of Civil Engineers.
- Benjamín, & Lockhart Castro, Sidney Antonio (2011). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI(2),256-275.[fecha de Consulta 26 de Noviembre de 2021]. ISSN: 0378-7680. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757004>
- Bucheli, Y. (2016). *Regulación y preservación de los bienes inmuebles declarados patrimonio cultural en la ciudad de Esmeraldas* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Sede Esmeraldas]. Archivo digital. <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/719>
- Cabrera, T., & Plaza, R. (2014). *Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia Plaza Aveldaño* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca de Ecuador]. Archivo digital. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/19874>
- Córdova, G. (2015). *Comparación de dos sistemas constructivos: hormigón armado vs madera estructural, en una vivienda de una planta* [Tesis de grado, Universidad de Especialidades Espíritu Santo Guayaquil-Ecuador]. Archivo digital. <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/442>
- Cueva, C. (2017). *Vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de filosofía, comercio y administración de la UCE con la norma ecuatoriana de la construcción (NEC SE-RE 2015)* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9605>

- Delgado, E. (2019). *Técnicas de reforzamiento estructural en la rehabilitación de edificaciones patrimoniales* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo Riobamba-Ecuador]. Archivo digital. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6149>
- Dussan, I., & Rincon, M. (2014). *Uso de la madera como materia prima de construcción para una solución de vivienda en un sector socioeconómico medio de la población en la ciudad de Villavicencio-Meta* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/14295>
- Enríquez, D. (2014). *Reforzamiento estructural para forjados de madera en edificaciones patrimoniales y contemporáneas* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca de Ecuador]. Archivo digital. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20241>
- FEMA P-2006 (2018). Example Application Guide for ASCE/SEI 41-13 Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- FEMA P-2055 (2019). Post-disaster Building Safety Evaluation Guidance. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- Gayo, L. (2015). *Estudio comparativo de sistemas de rehabilitación en forjados de madera* [Tesis de pregrado, Universidad de Coruña-España]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/2183/15254>
- Illescas, A., Kennedy, J., Olaza, C., Requena, M., Sánchez D., y Trijullo, Y. (2014). *Armaduras y Tipos de Armaduras para Techos*. [online] Scribd. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/245041895/ARMADURAS-Y-TIPOS-DE-ARMADURAS-PARA-TECHOS-docx>
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural-INPC. (2014). Inventario del Patrimonio Arquitectónico de la ciudad de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

- Intriago, C., & Zambrano, A. (2019). *Análisis de la infraestructura patrimonial. El caso del inmueble Viteri Guerrero del caso histórico de la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí* [Tesis de pregrado, Universidad San Gregorio de Portoviejo-Ecuador]. Archivo digital. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/1399>
- JUNAC. (1984). *Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino*. Lima-Perú.
- Landa, M. (s.f). *Nuevas técnicas de reparación de estructuras de madera. Elementos flexionados. Aporte de madera-unión encolada*. Unav.edu. Recuperado el 3 de noviembre de 2021, de https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/17434/1/RE_Vol%2028_05.pdf
- Loor, D., & Mosquera, H. (2016). *Aplicación del capítulo de riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras NEC-SE-RE, para una evaluación técnico visual de las estructuras de la zona 2 de peligro ante una posible erupción del volcán Cotopaxi y sismos* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Archivo digital. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12565>
- Loor, J., & Mendoza, L. (2019). *Metodología Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de informática de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí* [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - Ecuador]. Archivo digital. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2084/1/ULEAM-IC-0045.pdf>
- Ludeña, G. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica del Colegio 9 de octubre aplicando la norma ecuatoriana de construcción mediante metodología FEMA 154* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala-Ecuador]. Archivo digital. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11080>
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2010). *Plan de Recuperación del Patrimonio Cultural del Ecuador*, Quito, Ecuador: Ed. Ministerio de Cultura y Patrimonio. <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/sos-patrimonio/>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2014). *Cargas (no sísmicas)*. Quito

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2014). *Peligro Sísmico Diseño sismo resistente NEC-SE-DS*. Quito.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015- Guía de diseño 5*. Quito.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2016). *Guía práctica para el diseño de estructuras de madera de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015- Guía de diseño 4*. Quito.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2017). *Estudio de microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Esmeraldas según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015”*

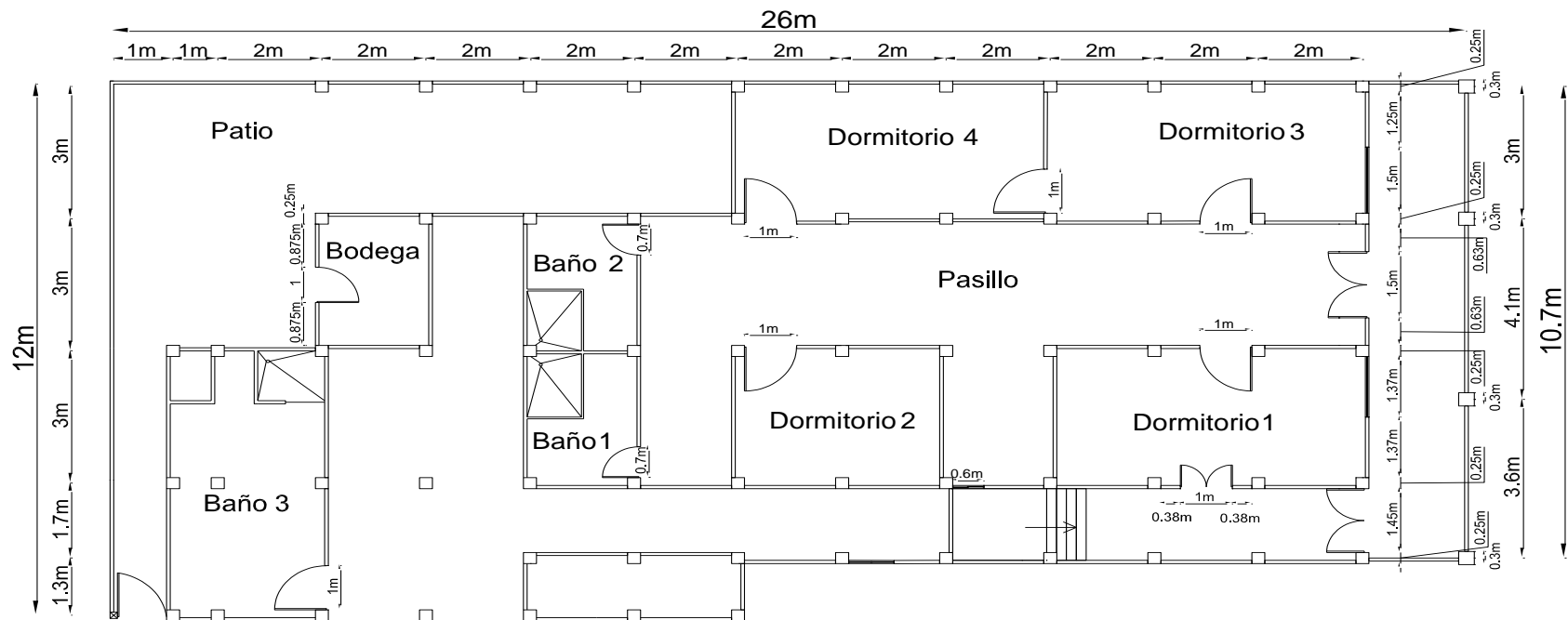
Nuere, E. (2007). Madera, en restauración y rehabilitación. Informes De La Construcción, 59(506), 123-130. Archivo digital. <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/517>

Parra, B., & Vásquez, P. (2014). *Patología, diagnóstico y propuestas de rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca, Ecuador]. Archivo digital. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5528>

Sierra, L. (2015). *Metodología para el diagnóstico y rehabilitación de los elementos de madera en edificaciones de valor patrimonial e interés cultural* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia Medellín-Colombia]. Archivo digital. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56873>

ANEXOS

ANEXO 1:
PLANOS



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

INGENIERIA CIVIL

REHABILITACION ESTRUCTURAL DE VIVIENDA PATRIMONIAL

RESPONSABLE:

DAYANA LOZANO

TUTOR:

ING. CARLOS AYALA

DETALLE:

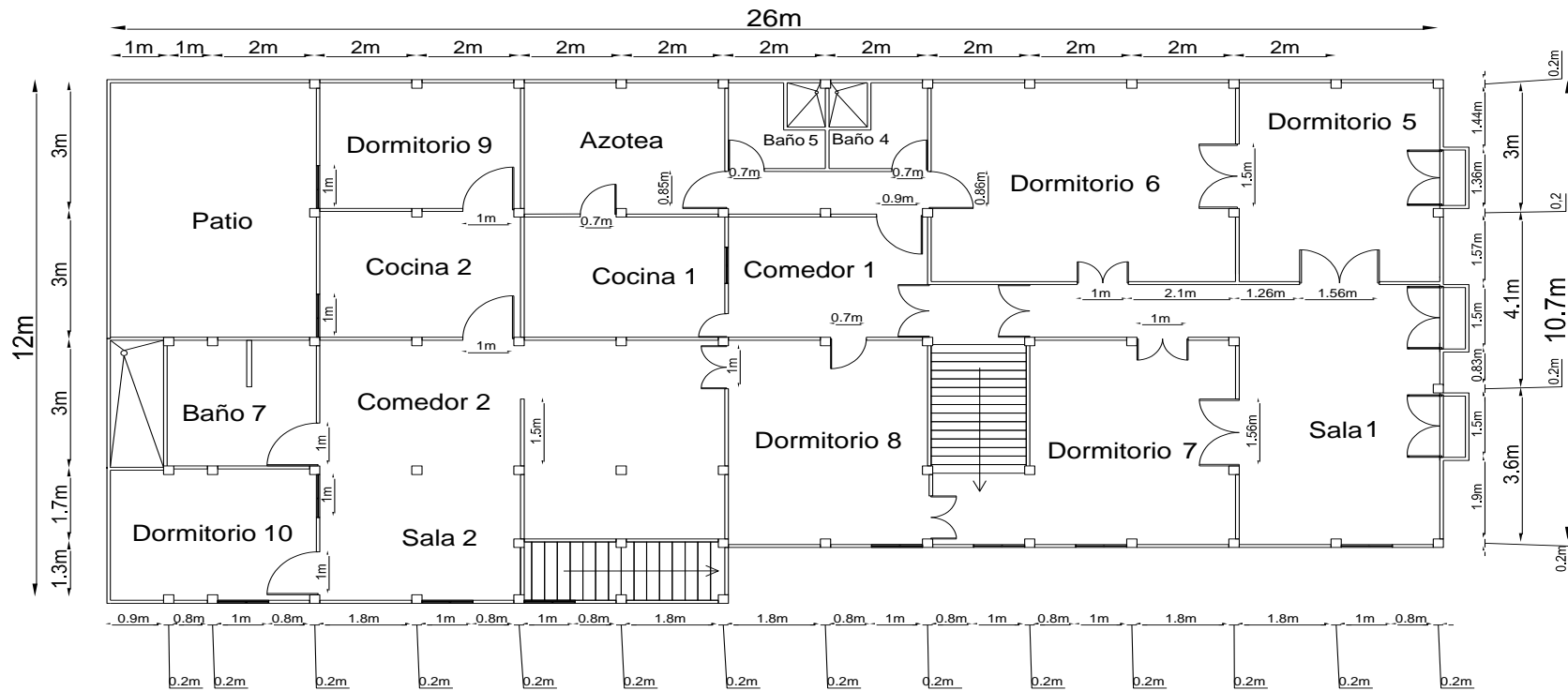
PLANTA
BAJA

ESCALA:

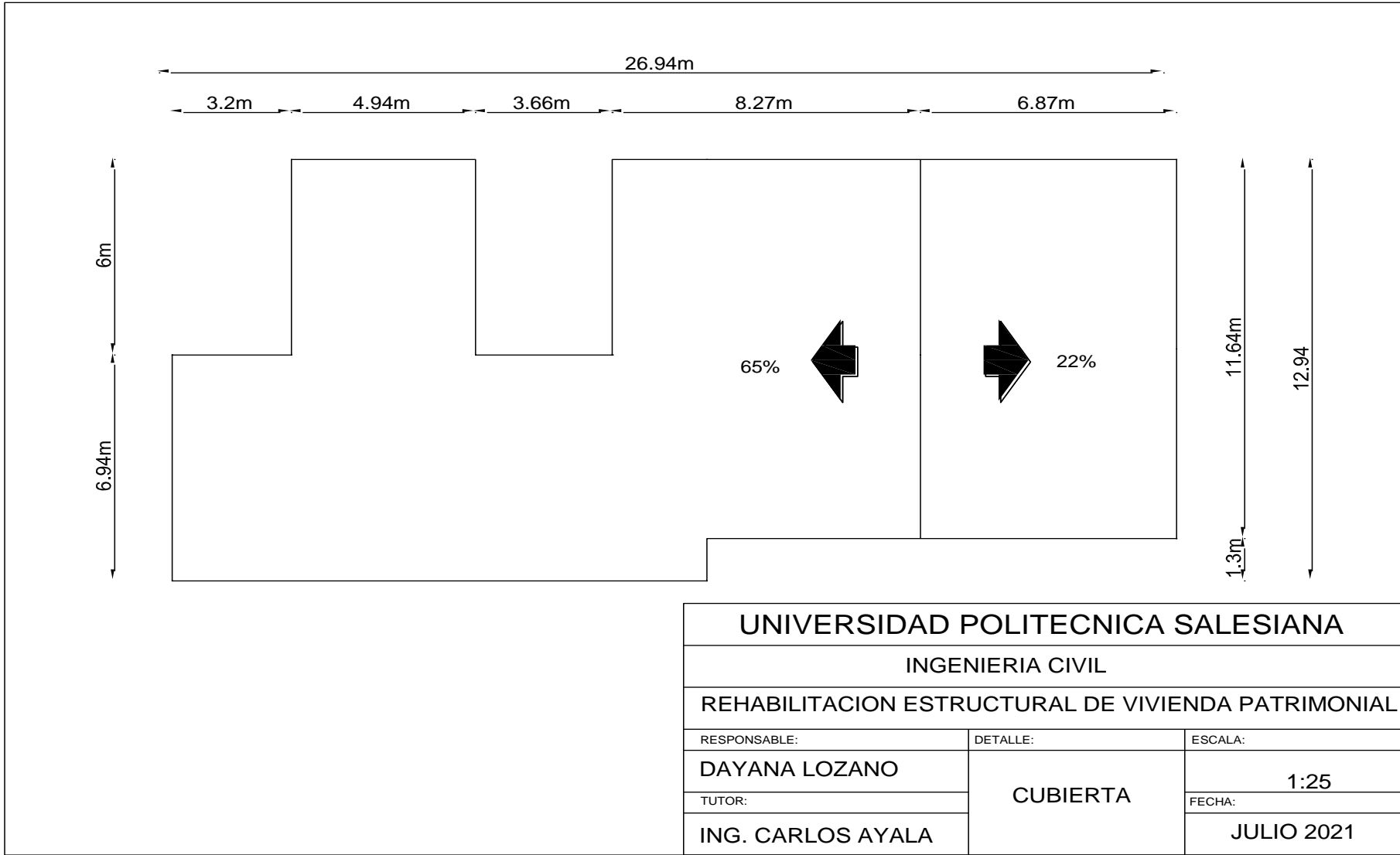
1:25

FECHA:

JULIO 2021



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA		
INGENIERIA CIVIL		
REHABILITACION ESTRUCTURAL DE VIVIENDA PATRIMONIAL		
RESPONSABLE:	DETALLE:	ESCALA:
DAYANA LOZANO	SEGUNDA PLANTA	1:25
TUTOR:		FECHA:
ING. CARLOS AYALA		JULIO 2021



ANEXO 2:
Análisis de precios unitarios

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Desmontaje de piso de madera				
ÍTEM:	1.001			UNIDAD:	m ²
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.06
PARCIAL M					\$ 0.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.16	0.61
Carpintero	0.8	3.87	3.10	0.16	0.50
Maestro de obra	0.15	4.29	0.64	0.16	0.10
PARCIAL N					\$ 1.21
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL O					\$ 0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			1.27
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.13
		UTILIDADES		15%	0.19
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.59
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			1.59

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Limpiado y lijado de vigas y viguetas de madera				
ÍTEM:	1.002		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Amoladora	1.00	9.38	9.38	0.18	1.67
Herramienta menor (5% de N)			-		0.05
PARCIAL M					\$ 1.71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.30	3.83	1.15	0.18	0.20
Carpintero	1.00	3.87	3.87	0.18	0.69
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.18	0.02
PARCIAL N					\$ 0.91
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Cepillo circular CD trenzado 5"X14M TRUPER	u	0.15	7.40	1.11	
PARCIAL O					\$ 1.11
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			3.73
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.37
		UTILIDADES		15%	0.56
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			4.66
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			4.66

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Tratamiento curativo contra hongos y ataques de insectos xilófagos en elemento estructural de madera				
ÍTEM:	1.003		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Equipo de inyección de fungicida en elementos de madera, con boquilla de inyección	1.00	2.55	2.55	0.16	0.41
Herramienta menor (5% de N)			-		0.04
PARCIAL M					\$ 0.45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.40	3.83	1.53	0.16	0.25
Pintor	1.00	3.87	3.87	0.16	0.62
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.16	0.01
PARCIAL N					\$ 0.88
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Merulex (Insecticida y fungicida para madera) 2.8u kg	U	0.09	16.93	1.52	
Brocha de 4pulg	u	0.10	3.70	0.37	
PARCIAL O					\$ 1.89
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
					-
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			3.22
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.32
		UTILIDADES		15%	0.48
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			4.03
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			4.03

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Barnizado de vigas y viguetas con Montoxyl Classic Satinado				
ÍTEM:	1.004		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
			-		-
			-		-
			-		-
Herramienta menor (5% de N)			-		0.04
			-		-
			-		-
PARCIAL M					\$ 0.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.40	3.83	1.53	0.16	0.25
Pintor	1.00	3.87	3.87	0.16	0.62
Maestro	0.02	4.29	0.09	0.16	0.01
PARCIAL N					\$ 0.88
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Montoxyl classic satinado	U	0.09	38.14	3.43	
Brocha de 4pulg	u	0.15	3.70	0.56	
Lija	u	1.50	0.50	0.555	
PARCIAL O					\$ 4.54
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES			TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)		5.46
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES			COSTOS INDIRECTOS		10%
			UTILIDADES		15%
ENERO 2022			COSTO TOTAL DEL RUBRO		6.83
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO			VALOR OFERTADO		6.83

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Aplicación de las fibras de carbono Sikadur 30				
ÍTEM:	1.005		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.05
PARCIAL M					\$ 0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.40	3.83	1.53	0.16	0.25
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.16	0.62
Maestro de obra	0.15	4.29	0.64	0.16	0.10
PARCIAL N					\$ 0.97
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Fibras de carbono Sikadur 30	6kg	0.16	167.96	26.87	
Brocha de 4pulg	u	0.02	6.59	0.13	
Colma limpiador (fresco)	3kg	0.09	46.67	4.200	
PARCIAL O					\$ 31.21
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			32.22
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	3.22
		UTILIDADES		15%	4.83
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			40.28
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			40.28

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Colocación del entablado de piso				
ÍTEM:	1.006		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.03
Herramienta menor (5% de N)			-		-
PARCIAL M					\$ 0.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.50	3.83	1.92	0.15	0.28
Albañil	0.50	3.87	1.94	0.15	0.28
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.15	0.01
PARCIAL N					\$ 0.57
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Tablas de madera 20x4cm L=2.5m, para entablado en losas de madera.	m2	2.00	16.80	33.60	
Clavos de hierro de 3"x9"	kg	0.80	3.50	2.80	
PARCIAL O					\$ 36.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES	TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)				37.00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES	COSTOS INDIRECTOS			10%	3.70
	UTILIDADES			15%	5.55
ENERO 2022	COSTO TOTAL DEL RUBRO				46.25
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO	VALOR OFERTADO				46.25

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Desmontaje de cobertura de zinc en cubierta inclinada				
ÍTEM:	2.001			UNIDAD:	m ²
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.09
PARCIAL M					\$ 0.09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.23	0.88
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.23	0.88
Maestro de obra	0.02	4.09	0.08	0.23	0.02
PARCIAL N					\$ 1.78
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL O					\$ 0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			1.87
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS			10%
		UTILIDADES			15%
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2.33
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			2.33

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Desmontaje de la estructura de cubierta inclinada				
ÍTEM:	2.002		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.14
Andamio	0.32	0.01	0.00	0.36	0.00
PARCIAL M					\$ 0.14
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.36	1.39
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.36	1.41
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.36	0.03
PARCIAL N					\$ 2.83
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL O					\$ 0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			2.97
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.30
		UTILIDADES		15%	0.45
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3.72
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			3.72

PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Vigas de 6.5cmx9cm L=4m (provisión y montaje)				
ÍTEM:	2.005			UNIDAD:	m
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Tecla de 500, capacidad 500kg, 50m de cable.	2.00	0.17	0.34	0.20	0.07
Herramienta menor (5% de N)			-		0.12
PARCIAL M					\$ 0.19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.75	3.83	6.70	0.20	1.34
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.20	0.77
Maestro de obra	0.30	4.29	1.29	0.20	0.26
			-		-
			-		-
			-		-
PARCIAL N					\$ 2.37
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Madera de 65x90mm L=4m	m	1.00	1.25	1.25	
Clavo	kg	0.25	1.10	0.28	
PARCIAL O					\$ 1.53
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			4.08
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.41
		UTILIDADES		15%	0.61
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5.10
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			5.10

PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Viguetas de 10cmx10cm L=4m (provisión y montaje)				
ÍTEM:	2.006			UNIDAD:	m
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Tecla de 500, capacidad 500kg, 50m de cable.	2.00	0.17	0.34	0.16	0.05
Herramienta menor (5% de N)			-		-
PARCIAL M					\$ 0.15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.75	3.83	6.70	0.16	1.07
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.16	0.62
Maestro de obra	0.30	4.29	1.29	0.16	0.21
PARCIAL N					\$ 1.90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Madera de 100x100mm L=4m	m	1.00	1.75	1.75	
Clavo	kg	0.25	1.10	0.28	
PARCIAL O					\$ 2.03
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			4.07
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.41
		UTILIDADES		15%	0.61
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5.09
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			5.09

PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Colocación cielo raso de madera e=2cm				
ÍTEM:	2.010		UNIDAD:	m ²	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.07
PARCIAL M					\$ 0.07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.70	3.83	2.68	0.20	0.54
Carpintero	1.00	3.87	3.87	0.20	0.77
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.20	0.02
PARCIAL N					\$ 1.33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Tablas de madera de 20x2cm L=2.5m, para entablado.	m	2.00	8.50	17.00	
Clavos	kg	0.25	1.10	0.28	
PARCIAL O					\$ 17.28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES	TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)				18.67
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES	COSTOS INDIRECTOS			10%	1.87
	UTILIDADES			15%	2.80
ENERO 2022	COSTO TOTAL DEL RUBRO				23.34
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO	VALOR OFERTADO				23.34

PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Suministro y colocación de planchas de zinc				
ÍTEM:	2.013			UNIDAD:	m ²
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.07
PARCIAL M					\$ 0.07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.30	3.83	4.98	0.16	0.80
Albañil	0.80	3.87	3.10	0.16	0.50
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.16	0.01
PARCIAL N					\$ 1.31
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Chapa ondulada de acero galvanizado e=0.5mm	u	0.55	7.51	4.13	
Tirafondos para eternit	kg	1.00	0.80	0.80	
PARCIAL O					\$ 4.93
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
					-
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			6.30
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS			10%
		UTILIDADES			15%
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			7.88
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			7.88

PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Pintura esmalte				
ÍTEM:	2.014				UNIDAD: m ²
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.05
Andamio	0.25	0.06	0.02	0.21	0.00
PARCIAL M					\$ 0.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.30	3.83	1.15	0.21	0.24
Pintor	1.00	3.87	3.87	0.21	0.81
PARCIAL N					\$ 1.06
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Thiner comercial (diluyente tecni thiñer laca)	4000cc	0.01	13.95	0.14	
Pintura esmalte	gl	0.05	18.20	0.91	
Lija de agua N80	U	0.10	0.39	0.039	
Lija de agua N100	U	0.10	0.34	0.03	
PARCIAL O					\$ 1.12
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
					-
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			2.24
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS			10% 0.22
		UTILIDADES			15% 0.34
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2.79
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			2.79

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Apuntalamiento vertical de madera para entrepisos				
ÍTEM:	4.001			UNIDAD:	m
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.03
PARCIAL M					\$ 0.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.13	0.51
Albañil	0.30	3.87	1.16	0.13	0.15
PARCIAL N					\$ 0.67
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Pingos de eucalipto 4 a 7m *(10,12 o 14cm)	m	2.00	1.10	2.20	
Clavos	kg	1.00	0.76	0.76	
Tiras de eucalipto 4x5x300cm	u	1.00	1.07	1.070	
Tabla ordinaria de monte 0.28x2.5	u	1.00	1.70	1.70	
PARCIAL O					\$ 5.73
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES	TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)				6.43
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES	COSTOS INDIRECTOS			10%	0.64
	UTILIDADES			15%	0.96
ENERO 2022	COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.04
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO	VALOR OFERTADO				8.04

PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Desmontaje de viga de madera				
ÍTEM:	4.002			UNIDAD:	m
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Sierra eléctrica	0.27	2.60	0.70	8/35	0.16
Herramienta menor (5% de N)			-		0.09
PARCIAL M					\$ 0.25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	1.50	3.83	5.75	0.23	1.31
Albañil	0.50	3.70	1.85	0.23	0.42
Maestro	0.02	4.29	0.09	0.23	0.02
PARCIAL N					\$ 1.76
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL O					\$ 0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			2.00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS		10%	0.20
		UTILIDADES		15%	0.30
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2.50
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			2.50

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Viga de 19x29cm L=4m (provisión y montaje)				
ÍTEM:	4.003		UNIDAD:	m	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)			-		0.15
			-		-
PARCIAL M					\$ 0.15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.80	3.83	3.06	0.53	1.63
Albañil	0.60	3.87	2.32	0.53	1.24
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.53	0.05
PARCIAL N					\$ 2.92
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Madera de 19x29cm L=4	m	1.00	8.61	8.61	
PARCIAL O					\$ 8.61
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			11.67
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS			10%
		UTILIDADES			15%
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			14.59
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			14.59

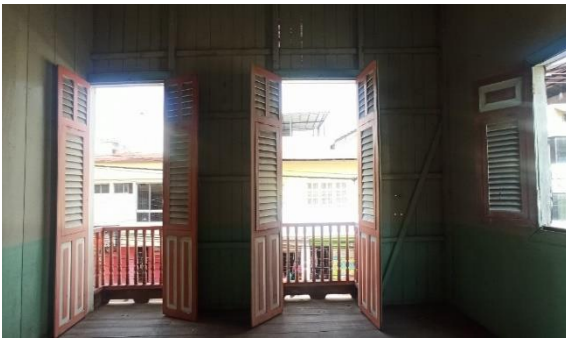
PROYECTO :	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Columnas de 25x25cm L=4m (provisión y montaje)				
ÍTEM:	5.004		UNIDAD:	m	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)					0.15
PARCIAL M					\$ 0.15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.80	3.83	3.06	0.53	1.63
Albañil	0.60	3.87	2.32	0.53	1.24
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.53	0.05
PARCIAL N					\$ 2.92
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Madera de 19cmx29cm L=4	m	1.00	9.75	9.75	
PARCIAL O					\$ 9.75
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			12.81
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS			10%
		UTILIDADES			15%
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			16.02
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			16.02

PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Puntales de 20cmx20cm L=4m				
ÍTEM:	7.001		UNIDAD:	m	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)					0.05
PARCIAL M					\$ 0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.70	3.83	2.68	0.18	0.48
Albañil	0.70	3.87	2.71	0.18	0.48
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.18	0.02
PARCIAL N					\$ 0.97
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Madera de 200x200mm L=4m	m	1.00	6.25	6.25	
Clavos	kg	0.25	1.10	0.28	
PARCIAL O					\$ 6.53
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
				-	
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES			TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)		7.55
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES			COSTOS INDIRECTOS		10% 0.75
			UTILIDADES		15% 1.13
ENERO 2022			COSTO TOTAL DEL RUBRO		9.43
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO			VALOR OFERTADO		9.43

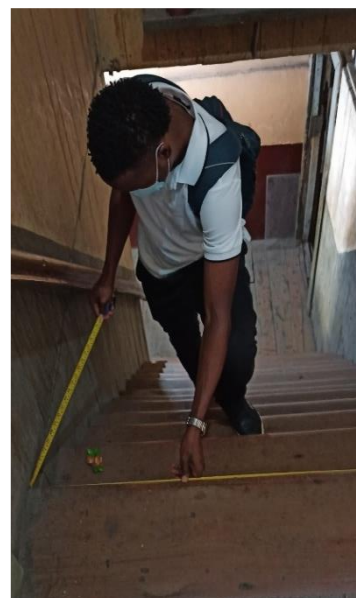
PROYECTO:	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDA PATRIMONIAL ESMERALDAS				
RUBRO:	Puntales de 10cmx10cm L=4m				
ÍTEM:	7.002		UNIDAD:	m	
DETALLE:					
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5% de N)					0.05
PARCIAL M					\$ 0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Peón	0.70	3.83	2.68	0.18	0.48
Albañil	0.70	3.87	2.71	0.18	0.48
Maestro de obra	0.02	4.29	0.09	0.18	0.02
PARCIAL N					\$ 0.97
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
Madera de 100x100mm L=4m	m	1.00	1.75	1.75	
Clavo	kg	0.25	1.10	0.28	
PARCIAL O					\$ 2.03
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	D=CXR	
					-
PARCIAL P					\$ 0.00
OBSERVACIONES		TOTAL, COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)			3.05
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI DESCUENTOS O CONDICIONES ESPECIALES		COSTOS INDIRECTOS			10% 0.30
		UTILIDADES			15% 0.46
ENERO 2022		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3.81
ELABORADO POR: DAYANA LOZANO		VALOR OFERTADO			3.81

ANEXO 3:
Registro fotográfico

Fotos del inmueble



Toma de medidas



Daños encontrados

