



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACTIBILIDAD DE UN PABELLÓN EDUCATIVO UTILIZANDO  
PANELES PREFABRICADOS EN CDLA. SANTA PAULA-SALINAS.**

**AUTOR**

Hugo Steven Quinde Cedeño

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en

**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

**TUTOR**

Ing. Jorge Arroyo Orozco, Mgtr.

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD  
COORDINADORA(E) DEL  
PROGRAMA**

---

**Ing. Jorge Arroyo Orozco, Mgr.  
TUTOR**

---

**Ing. Mauricio Cornejo Martínez, PhD  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**Ing. Luis Contreras Vasquez, PhD  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**Ab. María Rivera González, Mgr  
SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UPSE**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA**  
**DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo denominado **FACTIBILIDAD DE UN PABELLÓN EDUCATIVO UTILIZANDO PANELES PREFABRICADOS EN CDLA. SANTA PAULA- SALINAS**, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **HUGO STEVEN QUINDE CEDEÑO**, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil mención en Gestión de la Construcción.

**TUTOR**

---

**Ing. Jorge Arroyo Orozco, Mgtr.**



**UPSE**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA**  
**DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Hugo Steven Quinde Cedeño**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, "Factibilidad de un pabellón educativo utilizando paneles prefabricados en cdla. Santa Paula-Salinas" previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 22 días del mes de enero del año 2025

**EL AUTOR**

---

**Hugo Steven Quinde Cedeño**



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**INSTITUTO DE POSTGRADO**

### **CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “Factibilidad de un pabellón educativo utilizando paneles prefabricados en cdla. Santa Paula-Salinas”, presentado por el estudiante, Hugo Steven Quinde Cedeño fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

**INFORME DE ANÁLISIS**  
magister

**TESIS HSQC O (1)**

**5%**  
Textos sospechosos

**5% Similitudes**  
0% similitudes entre comillas  
< 1% entre las fuentes mencionadas  
3% Idiomas no reconocidos (ignorado)  
7% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)

Nombre del documento: TESIS HSQC O (1).docx  
ID del documento: b24f173fb3ecfb7686e1a145edfe3723689b6b96  
Tamaño del documento original: 3.66 MB  
Autores: 11

Depositante: JORGE JOSE ARROYO OROZCO  
Fecha de depósito: 17/11/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 17/11/2024

Número de palabras: 15.966  
Número de caracteres: 106.750

Ubicación de las similitudes en el documento:

**TUTOR**

---

**Ing. Jorge Arroyo Orozco, Mgtr.**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Hugo Steven Quinde Cedeño**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 22 días del mes de enero del año 2025

**EL AUTOR**

---

**Hugo Steven Quinde Cedeño**

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por la oportunidad día a día de superarme y lograr esta meta.

A mis padres, por su apoyo, amor incondicional y fé en mí durante todo este proceso de formación académica. A mis hermanos, por su motivación y amor me motivan a seguir adelante.

A mi asesor de tesis, ing. Jorge Arroyo, por su paciencia, orientación y sabiduría en cada etapa de este trabajo de titulación.

A la universidad, por brindarme la oportunidad de continuar adquiriendo conocimientos en el campo profesional.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, dejaron una huella en este camino. Su apoyo, fue crucial para alcanzar este logro.

*Hugo Steven, Quinde Cedeño*

## **DEDICATORIA**

A mi madre Zobeida, por su amor y sabiduría para superar las adversidades y continuar formándome académicamente.

A mi padre Mario, por su ejemplo de esfuerzo y sacrificio.

A mi pareja Nayeli, quien con amor y apoyo incondicional ha sido la motivación para cumplir el objetivo presente.

Finalmente, a mi mismo, por continuar adquiriendo conocimiento y no rendirme ante las adversidades dando la mejor versión en cada etapa de esta travesía.

*Hugo Steven, Quinde Cedeño*

# ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO .....	V
AUTORIZACIÓN .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>5</b>
1.1. Revisión de literatura.....	5
1.2. Desarrollo teórico y conceptual.....	9
1.2.1. Estudio de mercado.....	9
1.2.2. Factibilidad técnica.....	10

1.2.2.1. Aspectos generales de un estudio de factibilidad .....	10
1.2.2.2 Etapas de un estudio de factibilidad .....	11
1.2.3. Sostenibilidad .....	12
1.2.4. Viabilidad.....	13
1.2.5. Diseño arquitectónico .....	13
1.2.6. Diseño estructural.....	13
1.2.7. Cargas vivas.....	14
1.2.8. Cargas muertas (cargas permanentes) .....	14
1.2.9. Combinación de cargas .....	14
1.2.10. Estructura sismo resistente .....	15
1.2.11. Fuerzas sísmicas .....	15
1.2.12. Ductilidad.....	16
1.2.13. Elementos prefabricados .....	16
1.2.14. Panelego.....	17
1.2.15. Corrosión.....	19
1.3. Marco Normativo .....	19
1.3.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015.....	19
1.3.2. Cargas sísmicas NEC-SE –CG .....	20
1.3.3. Geotécnia y cimentaciones NEC-SE-GC (2015).....	23

1.3.3.1 Capacidad de carga y factor de seguridad Indirecto (FSI) .....	23
1.3.3.2. Diseño de cimentación .....	24
1.3.4. Diseño Sismico NEC-SE-DS (2015).....	25
1.3.4.1. Zonificación sísmica y factor Z.....	25
1.3.4.2. Tipos de perfiles de suelo para diseño sísmico.....	26
1.3.4.3. Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs .....	27
1.3.4.4. Espectro Elástico de Diseño (Sa) .....	29
1.3.4.5. Coeficiente de importancia I.....	32
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
2.1. Contexto de la investigación.....	34
2.2. Diseño y alcance de la investigación.....	35
2.3. Tipo y métodos de investigación .....	35
2.4. Población y muestra.....	36
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.....	38
2.7. Metodología de la investigación del diseño estructural. ....	38
2.8. Análisis comparativo de paneles prefabricados y mampostería de bloques tradicionales.....	39

<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
3.1. Encuesta.....	40
3.2. Análisis de resultados de la encuesta .....	45
3.2. Diseño del pabellón educativo.....	46
3.2.1 Dimensionamiento de elementos estructurales .....	47
3.2.2. Especificación de carga muerta.....	48
3.2.3. Especificación de carga viva.....	49
3.2.4. Peso total y peso sísmico de la estructura.....	49
3.2.5. Cortante basal de diseño de las estructuras.....	50
3.2.6. Análisis lineal de las estructuras .....	51
3.3. Análisis comparativo de costos de sistemas de mampostería.....	55
3.3.1. Cálculo de área de paredes .....	57
3.3.2. Presupuesto de pared de mampostería tradicional.....	58
3.3.3. Presupuesto de pared de panel prefabricado .....	58
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Propiedades mecánicas e índices de desempeño.....	18
<b>Tabla 2:</b> Cargas Muertas según la NEC 2015 .....	21
<b>Tabla 3:</b> Cargas Muertas del Libro de McCormack .....	21
<b>Tabla 4:</b> Sobrecargas Mínimas Uniformemente Distribuidas, Lo, y Concentradas Po .....	22
<b>Tabla 5:</b> Combinaciones de Cargas.....	23
<b>Tabla 6:</b> Factores de Seguridad Indirectos Mínimos, F.S.I.M.....	24
<b>Tabla 7:</b> Capacidad de carga admisible .....	25
<b>Tabla 8:</b> Valores del Factor Z en Función de la Zona Sísmica Adoptada .....	26
<b>Tabla 9:</b> Clasificación de los Perfiles de Suelo.....	26
<b>Tabla 10:</b> Tipo de Suelo y Factores de Sitio Fa .....	28
<b>Tabla 11:</b> Tipo de Suelo y Factores de Sitio Fd.....	28
<b>Tabla 12:</b> Tipo de Suelo y Factores del Comportamiento Inelástico del Subsuelo Fs	29
<b>Tabla 13:</b> Tipo de Uso, Destino e Importancia de la Estructura.....	33
<b>Tabla 14:</b> Pregunta 1: ¿Considera usted que las aulas académicas son seguras ante cualquier sismo? .....	40
<b>Tabla 15:</b> Pregunta 2: ¿Considera que las instituciones actuales se han renovado respecto a la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015? .....	41

<b>Tabla 16:</b> Pregunta 3: ¿El espacio designado a la educación brinda confort térmico y acústico? .....	41
<b>Tabla 17:</b> Pregunta 4: ¿Considera que la mampostería de bloques es suficiente para satisfacer el aislamiento tanto acústico como térmico? .....	42
<b>Tabla 18:</b> Pregunta 5: ¿Relaciona el término prefabricado?.....	42
<b>Tabla 19:</b> Pregunta 6: Al existir una institución educativa que implemente paneles prefabricados, ¿Consideraría usted que sea viable y seguro?.....	43
<b>Tabla 20:</b> Pregunta 7: ¿Construiría con paneles prefabricados al reemplazarlos por los bloques comunes?.....	43
<b>Tabla 21:</b> Pregunta 8: ¿Cuál de las siguientes características considera primordial al momento de escoger el material de paredes y divisiones?.....	44
<b>Tabla 22:</b> Pregunta 9: Considerando que el costo de la mano de obra para la instalación de paneles prefabricados es menor que el de la instalación de bloques, ¿Cuál de los productos escogería?.....	44
<b>Tabla 23:</b> Pregunta 10:¿Considera que la innovación es correcta al reemplazar los bloques con los paneles prefabricados?.....	45
<b>Tabla 24:</b> Carga muerta de losa de entepiso (modelo tradicional).....	48
<b>Tabla 25:</b> Carga muerta de losa de entepiso (modelo panelego).....	48
<b>Tabla 26:</b> Carga muerta de losa tipo (cubierta).....	48
<b>Tabla 27:</b> Peso total de la estructura tradicional.....	49

<b>Tabla 28:</b> Peso sísmico de la estructura tradicional.....	49
<b>Tabla 29:</b> Peso total de la estructura panelego .....	50
<b>Tabla 30:</b> Peso sísmico de la estructura panelego .....	50
<b>Tabla 31:</b> Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales - Modelo tradicional .....	50
<b>Tabla 32:</b> Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales - Modelo panelego.	51
<b>Tabla 33:</b> Derivas inelásticas en dirección X – Modelo tradicional.....	52
<b>Tabla 34:</b> Derivas Inelásticas en Dirección X – Modelo panelego.....	52
<b>Tabla 35:</b> Derivas inelásticas en dirección Y – Modelo tradicional.....	52
<b>Tabla 36:</b> Derivas inelásticas en dirección Y – Modelo panelego.....	52
<b>Tabla 37:</b> Irregularidad torsional con sismo en dirección X – Modelo tradicional....	53
<b>Tabla 38:</b> Irregularidad torsional con sismo en dirección X – Modelo panelego.....	53
<b>Tabla 39:</b> Irregularidad torsional con sismo en dirección Y – Modelo tradicional....	53
<b>Tabla 40:</b> Irregularidad torsional con sismo en dirección Y – Modelo panelego.....	53
<b>Tabla 41:</b> Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección X – Modelo tradicional .....	54
<b>Tabla 42:</b> Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección Y – Modelo tradicional .....	54

<b>Tabla 43:</b> Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección X – Modelo panelego.....	54
<b>Tabla 44:</b> Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección Y – Modelo panelego.....	54
<b>Tabla 45:</b> Índice de estabilidad con sismo en dirección X – Modelo tradicional.....	54
<b>Tabla 46:</b> Índice de estabilidad con sismo en dirección Y – Modelo tradicional.....	55
<b>Tabla 47:</b> Índice de estabilidad con sismo en dirección X – Modelo panelego.....	55
<b>Tabla 48:</b> Índice de estabilidad con sismo en dirección Y – Modelo Panelego.....	55
<b>Tabla 49:</b> Análisis de precio unitario de mampostería de bloque .....	56
<b>Tabla 50:</b> Análisis de precio unitario de paneles prefabricados .....	57
<b>Tabla 51:</b> Cálculo de área de mampostería .....	57
<b>Tabla 52:</b> Cálculo de área de enlucido .....	58
<b>Tabla 53:</b> Presupuesto de pared tradicional .....	58
<b>Tabla 54:</b> Presupuesto de pared de panel prefabricado.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Panelego.....	18
<b>Figura 2:</b> Ecuador Zonas Sísmicas Para Propósito de Diseño y Valor de Factor de Zona Z1 .....	25
<b>Figura 3:</b> Espectro Sísmico Elástico de Aceleraciones que Representa el Sismo de Diseño.....	29
<b>Figura 4:</b> Localización del proyecto.....	34
<b>Figura 5:</b> Distribución de pabellones .....	46
<b>Figura 6:</b> Modelo ETABS de pabellón de aulas.....	47
<b>Figura 7:</b> Perfiles estructurales.....	47
<b>Figura 9:</b> Espectro de diseño inelástico para la provincia de Santa Elena – Suelo tipo .....	51

## RESUMEN

La presente tesis de “Factibilidad de un pabellón educativo utilizando paneles prefabricados en cdla. Santa Paula-Salinas” tiene como objetivo principal garantizar la seguridad de los usuarios. Por ello, se implementó encuestas a los habitantes del sector, conociendo su percepción sobre sistemas constructivos en edificaciones educativas. Además, se diseñó una estructura que cumpla la NEC-15, donde se redujo factores principales en el diseño al reemplazar la mampostería tradicional por paneles prefabricados, sumado a un análisis comparativo de presupuesto de la mampostería tradicional y los paneles prefabricados. Obteniendo resultados a favor de los paneles prefabricados en relación a: peso de la estructura, costos y tiempos de construcción. Por lo tanto, los paneles prefabricados son factibles para mejorar las condiciones de las edificaciones educativas, brindando eficiencia y seguridad.

**Palabras claves:** Factibilidad, edificaciones educativas, paneles prefabricados, seguridad.

## **ABSTRACT**

This thesis on “Feasibility of an educational pavilion using prefabricated cdlá panels. Santa Paula-Salinas” has the main objective of guaranteeing the safety of users. For this reason, surveys were implemented among the inhabitants of the sector, knowing their perception of construction systems in educational buildings. In addition, a structure that complies with NEC-15 was designed, where main factors in the design were reduced by replacing traditional masonry with prefabricated panels, added to a comparative budget analysis of traditional masonry and prefabricated panels. Obtaining results in favor of prefabricated panels in relation to: weight of the structure, costs and construction times. Therefore, prefabricated panels are feasible to improve the conditions of educational buildings, providing efficiency and safety.

**Keywords:** Feasibility, educational buildings, prefabricated panels, security.

# INTRODUCCIÓN

Salinas es una ciudad localizada dentro de la provincia de Santa Elena, en la costa suroeste de Ecuador, siendo una de las localidades con mayor flujo turístico de la provincia al resaltar sus hermosas playas y fauna local. Esta ciudad atrae diversidad de turistas durante todo el año, su clima agradable con temperaturas cálidas la convierte en un destino propicio para los amantes del sol y el mar. Al ser una ciudad en desarrollo es fundamental abarcar diversas necesidades de sus residentes tales como: construcción, educación, ordenamiento territorial, etc.

Al referirnos a educación sabemos que es un derecho establecido en el artículo N°26 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, siendo gratuita en las instituciones públicas del estado ecuatoriano, dado que el mismo financiará de manera oportuna, regular y suficiente (LOEI, 2011). Al justificar el derecho que poseemos todos los ecuatorianos a una educación que sea impartida en aulas cómodas, seguras y acorde al medio ambiente. Por ello, la infraestructura debe ser sísmo resistente y tener una alta resistencia a agentes externos tales como: corrosión, salinidad, acción de los sulfatos; dado que el lugar de estudio se encuentra ubicado en el perfil costero del Ecuador.

Cuando pensamos en nuevos entornos educativos, tenemos que resolver también como dar soluciones a establecimientos educativos antiguos, reformados, o que por sus características contribuyen a perpetuar prácticas pedagógicas obsoletas. Es decir, hay que reflexionar respecto como son los viejos espacios para convertirlos en nuevos entornos educativos (Alonso-Sanz, 2017). El interés del alumnado, al ser uno de los usuarios principales y finales de las escuelas debe ser determinante en el diseño de la escuela. Sin embargo, las opiniones de los alumnos como parte interesada sobre el proceso de diseño aún no se han tenido en cuenta adecuadamente (Şenyiğit & Basri Memduhoğlu, 2020). Las escuelas bien diseñadas arquitectónicamente son

uno de los elementos de confort ambiental que más contribuyen a la participación de los estudiantes en las actividades de aprendizaje (Moore & Lackney, 1994) y también afectan en gran medida el éxito educativo de los mismos (da Graça et al., 2007).

Las entidades que realizan proyectos sociales, por lo general colegios, no ejecutan un seguimiento para avalar que el diseño, planificación y la construcción ha acatado los altos estándares y normas que garanticen la seguridad de la infraestructura. Además, al tener estimado los riesgos y posibilidades, la supervisión puede no adoptar las medidas preventivas del caso (Das, 2010). Las instituciones académicas regularmente se encuentran localizadas en áreas expuestas a amenazas naturales, esto, sumado al crecimiento exponencial de las ciudades, impulsa a los ciudadanos a erradicarse en sectores de alto riesgo y la construcción tanto urbana como rural tiende a ser de mala calidad (ESCAP, 2017).

Al construir de forma tradicional levantando edificaciones elaboradas con hormigón armado que son diseñadas conforme a la necesidad del usuario, no siempre se contemplan factores externos que acortan la vida útil de los elementos que conforman la estructura. Uno de los principales factores que inciden en la servicialidad de las infraestructuras de las instituciones académicas es la vulnerabilidad ante los eventos sísmicos, ya que estos por su naturaleza no deben colapsar, además que todo desperfecto interrumpe su utilidad. Por ello, es fundamental una evaluación previa ante este fenómeno natural, estimando sus niveles de daño; a saber, leve, moderado, extenso y completo, como se describe en el manual técnico de HAZUS-MH (Menichini et al., 2022). En las últimas décadas, se ha realizado un esfuerzo considerable, para desarrollar metodologías eficientes, que permitan la evaluación de pérdidas sísmicas, y que proporcionen estimaciones de daños precisas (Flores & Aragón, 2018).

## **Formulación del problema de investigación**

¿Es factible implementar sistemas prefabricados en los pabellones en las unidades educativas del cantón Salinas, Santa Elena?

### **Objetivo General:**

Evaluar la factibilidad de un pabellón educativo utilizando paneles prefabricados que garantice la integridad del usuario en cdla. Santa Paula-Salinas.

### **Objetivos Específicos:**

**O.E.1.** Identificar la demanda de la construcción de un pabellón educativo que implemente paneles prefabricados mediante encuestas que determinen la viabilidad del sistema constructivo dentro de la cdla. Santa Paula-Salinas.

**O.E.2.** Diseñar un pabellón educativo en función de las normas constructivas vigentes en base a sismo resistencia de la estructura y confort térmico garantizando la integridad de los usuarios.

**O.E.3.** Evaluar la factibilidad económica comparando el uso de paneles prefabricados y la mampostería de bloques PL 9 estableciendo la rentabilidad financiera en la construcción de un pabellón educativo.

### **Planteamiento hipotético**

#### **Hipótesis General**

El uso de paneles prefabricados para la construcción de un pabellón educativo en la ciudadela Santa Paula-Salinas será evaluada para asegurar la integridad de los usuarios, al cumplir con los estándares de seguridad, funcionalidad y eficiencia requeridos para su implementación.

### **Hipótesis Específicas**

**H.E.1.** El correcto diseño del pabellón educativo cumpliendo con las normativas vigentes (NEC-15) garantizará la integridad de los usuarios.

**H.E.2.** Aplicar las normas constructivas, como los requisitos de: resistencia estructural, seguridad, proporcionará un cómodo ambiente para los estudiantes y personal docente de la institución en donde sean implementados.

**H.E.3.** El análisis económico comparativo de uso de paneles prefabricados y la mampostería de bloques PL 9 demostrará la rentabilidad financiera en la construcción del pabellón educativo.

# **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

## **1.1. Revisión de literatura**

En el marco internacional, se puede citar el estudio de Paci-Green et al., 2020, acerca de: "Desafíos y beneficios de la construcción de escuelas más seguras basadas en la comunidad" donde los profesionales buscaron lograr sus objetivos de asegurar el acceso a las instalaciones y garantizar la integridad de sus usuarios sin interrupción alguna, efectuando 58 entrevistas a otros experimentados profesionales en la construcción. En donde encontraron que la reducción de mano de obra y material se enlaza con costos dada la capacitación y supervisión previa para obtener el rendimiento requerido al aplicar nueva tecnología en la construcción. Concluyendo que los conocimientos ayudan a identificar principios clave para la construcción que pueden garantizar escuelas seguras, reduciendo el riesgo de desastres.

En el marco internacional se puede citar el estudio de Wasim et al., 2020 acerca de: "Un enfoque para el diseño de materiales sostenible, rentable y optimizado para los componentes prefabricados no estructurales de edificios residenciales". Donde menciona que: los beneficios de la prefabricación externa se pueden mejorar aún más si se combina con los principios del Diseño para la Fabricación y el Ensamblaje (DfMA), en torno a la optimización de materiales, mano de obra y costos, los principios de DfMA se aplican a los miembros no estructurales. Obtenido los datos de sitio como de fábrica en la creación de estos componentes que son importantes para conocer los tiempos reales de montaje. Luego, se calcularon las eficiencias de diseño de la prefabricación interna, externa y basada en DfMA, desde un análisis de costo-beneficio, se encontró que la prefabricación DfMA es mejor que la convencional en elementos no estructurales seleccionados. El autor concluye que los resultados de este trabajo son

significativos ya que pueden contribuir a desarrollar directrices para el diseño basado en DfMA de componentes no estructurales prefabricados de edificios residenciales.

Citando el estudio de Yanget al., 2021 acerca de: “Un novedoso marco de programación de construcción para un proceso de construcción mixto de componentes prefabricados y piezas fundidas in situ en edificios prefabricados”. Donde menciona que: la combinación de componentes prefabricados y piezas fundidas in situ es una característica importante de los edificios prefabricados, pero los métodos de programación basados en patrones existentes no la tienen en cuenta. El objetivo del investigador es describir el proceso constructivo mixto de una edificación prefabricada y programar el proceso en un único entorno BIM. Se realiza un estudio de caso para verificar el marco y se realiza una comparación con el método tradicional. Encontrando resultados favorables, ya puede programar fielmente el proceso de construcción mixto a diferentes escalas en un único entorno BIM, y la comparación con la forma tradicional muestra que reduce la carga de programación y mejora la eficiencia del uso de los recursos. Concluyendo que esta programación contribuye a resolver la brecha de conocimiento sobre la inaplicabilidad del método basado en patrones de proceso para describir el proceso de construcción mixto y las fuentes de información heterogéneas y dispersas en la programación.

Citando el estudio de Xu et al., 2021 acerca de: “Estudio experimental sobre el comportamiento sísmico de novedosos muros de paneles prefabricados AAC” donde el autor enfatiza que para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y resiliencia en la construcción, existe una gran necesidad de elementos compuestos de paneles livianos que tengan alta resistencia obtenidos de una construcción simple y rápida, siendo excelentes aislantes térmico y atenuantes del sonido. Para lograr el objetivo mencionado, se analizó el proceso de falla correspondiente, carga versus desplazamiento, comportamiento de histéresis, esqueleto de rigidez, curva de degradación y coeficiente de ductilidad de las muestras de panel-pared de hormigón celular

(AAC). Investigando y comparando el comportamiento de muros de bloques de referencia diferentes parámetros de diseño, incluido el tamaño de los paneles de empalme, el refuerzo y la configuración de las columnas constructivas. Obteniendo los siguientes resultados: (i) en comparación con los muros de bloques de referencia, los muros de paneles de AAC tenían una mayor capacidad de corte sísmico; (ii) el tamaño de los paneles de empalme no afectó la distribución de tensiones, el patrón de falla, la capacidad de corte sísmico y la ductilidad del miembro panel-pared; (iii) el refuerzo dentro del panel puede hacer que la distribución de tensiones en el muro sea más uniforme, aumentar su capacidad de corte sísmico, reducir la tasa de degradación de la rigidez y mejorar la ductilidad del muro; (iv) y el uso de columnas de construcción puede mejorar la capacidad de carga máxima del muro. La construcción del panel-pared es conveniente. Donde el investigador concluye: que los paneles AAC tienen un óptimo rendimiento sísmico y de corte siendo adecuados para aplicaciones prácticas de ingeniería.

Citando el estudio de Yu et al., 2021 acerca de: “Revisión del desempeño térmico y ambiental de edificios prefabricados: implicaciones para la reducción de emisiones en China”. Actualmente, los edificios prefabricados se han vuelto más prominentes y brindan importantes beneficios, incluida la contribución a la reducción de emisiones a escala y la fabricación de componentes de construcción con alta precisión. El muro prefabricado es uno de los elementos prefabricados más importantes y su rendimiento térmico tiene impactos significativos en el consumo energético y el rendimiento medioambiental de los edificios. El objetivo es comparar el rendimiento térmico de muros prefabricados siendo: muros sándwich prefabricados de hormigón y muros ligeros con estructura de acero. Se presentan la aplicabilidad y limitaciones de los métodos frecuentemente utilizados para determinar las resistencias térmicas de estas dos paredes. Obteniendo resultados de la comparación en relación a los edificios convencionales, se ha reconocido la contribución de los edificios prefabricados a la reducción de emisiones en

China, además los potenciales de la construcción con eficiencia energética y minimización de residuos. Concluyendo que la prefabricación ha sido considerada en general como un método más sostenible en el sector de la construcción, cabe mencionar el rendimiento térmico de los edificios se ha multiplicado mediante la adopción de elementos de fachada prefabricados para la modernización de los edificios.

Citando el estudio de Navaratnam et al., 2022 acerca de: “Los desafíos que enfrenta el crecimiento de la construcción de edificios prefabricados sostenibles en Australia: opiniones de la industria de la construcción” donde el autor menciona que la industria de la construcción ha desempeñado un papel muy importante en el sostenimiento de la economía. Sin embargo, las actividades de construcción tienden a verse limitadas debido a las restricciones de viaje, transporte y disponibilidad de mano de obra, lo que a su vez afecta la falta de materiales y mano de obra para la construcción. Por otro lado, se sabe que el método de construcción prefabricada proporciona una solución sostenible para reducir la demanda de mano de obra y materiales, los autores mediante una encuesta identificaron las opiniones de la industria de la construcción sobre la construcción prefabricada en términos de: sostenibilidad, aspectos técnicos, culturales, económicos, prácticos y otros. Efectuando un total encuestas a 310 profesionales de la construcción y los datos fueron analizados de forma tanto cualitativa como cuantitativa. Los resultados revelaron que la reducción del tiempo de construcción, los altos niveles de control de calidad y la reducción del ruido y las interrupciones en el sitio fueron los principales beneficios al utilizar la construcción prefabricada en comparación con la construcción tradicional. Las restricciones y limitaciones del transporte; flexibilidad de diseño reducida en el sitio; y la escasez de mano de obra especializada obstaculizó el crecimiento de la construcción prefabricada.

En el marco nacional, se puede mencionar la tesis de Oyervide, 2017, basado en: “Sistemas constructivos prefabricados empleados en la construcción de edificaciones” Investigación que tuvo como objetivo evaluar el proceso constructivo, métodos y reducción de costos para edificaciones en países en desarrollo utilizando sistemas con miembros prefabricados, se efectuó estudiando una edificación, diseñando conforme a las normas vigentes el país. Posteriormente, se proyecta el diseño con el soporte de los programas, ETABS y SAP. Obteniendo resultados favorables en torno a la reducción de ejecución de los cronogramas de cada uno de los sistemas constructivos. Finalmente, el autor concluye que se reducen tiempos de construcción y costos utilizando elementos prefabricados e interactúan de forma semejante al hormigón armado fabricado en sitio.

## **1.2. Desarrollo teórico y conceptual**

### **1.2.1. Estudio de mercado**

El estudio de mercado previo al diseño e implementación de la nueva tecnología con los paneles prefabricados responde a los cambios periódicos en la educación privada, la cual se reforma respecto a los acuerdos ministeriales de la nación. Haciendo de la misma mucho más amigable tanto para el padre de familia y su representado, esto indica una oportunidad de promover nuevas ideas amigables, sustentables y seguras para el usuario.

Según (Mejía Nájera et al., 2016) un estudio de factibilidad consiste en determinar el nivel de posibilidades de éxito para obtener la solución de las necesidades. Dentro de este estudio se definen los objetivos, alcances y restricciones relacionados con el sistema, así como la creación de un modelo lógico de alto nivel del sistema actual. A partir de este punto, se

generan soluciones alternativas para el nuevo sistema, analizando diversas facetas de factibilidad para cada una de estas propuestas.

Este tipo de estudio se enfoca en brindar soluciones prácticas a una necesidad social o privada desde el punto económico, rentable y legal.

### **1.2.2. Factibilidad técnica**

Vargas, 2016 menciona que la factibilidad técnica “Es una evaluación que demuestra que el negocio puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplado los problemas que involucra y mantenerlo en funcionamiento”. Esta evaluación se enfoca en los recursos indispensables, tales como: herramientas, conocimientos, habilidades y experiencia, los cuales son requeridos para llevar a cabo las actividades o procesos del proyecto, siendo recursos tangibles. Es fundamental que el proyecto estime si los recursos técnicos actuales son suficientes o si es necesario aumentar los mismos.

Dentro del aspecto técnico se determina diferentes elementos tales como: ubicación, equipos, organización, instalaciones y profesionales requeridos.

#### **1.2.2.1. Aspectos generales de un estudio de factibilidad**

En la etapa inicial, se procede a la identificación de los desafíos que pueden ser abordados por el investigador, quien estará encargado de ofrecer soluciones y detectar oportunidades.

La fase de pre-inversión marca el inicio de la evaluación de una propuesta que se ha formulado como un proyecto. Dentro de esta etapa, se establecen varios niveles. En primer lugar, se encuentra el nivel de perfil, que se fundamenta en información recopilada previamente,

como la experiencia y discernimiento del investigador, o las lecciones aprendidas de proyectos anteriores. En esta etapa, también se especifican las particularidades del producto o servicio.

El nivel de pre-factibilidad implica una investigación más minuciosa y se basa en gran medida en datos obtenidos de fuentes secundarias. Durante esta fase, se busca definir con un grado razonable de precisión las variables clave relacionadas con el mercado, las técnicas de producción y las necesidades financieras. Se realizan estimaciones generales de las inversiones previstas, los costos de operación y los ingresos que se anticipan que el proyecto demandará y generará.

Los estudios de factibilidad concluyen con la presentación de un conjunto de actividades vinculadas a los niveles anteriores. Estas actividades detallan soluciones potenciales a los problemas identificados y se presentan en forma de cifras a través de diversos procedimientos contables. Estas cifras permiten al investigador obtener una representación cuantitativa del desarrollo del proyecto y facilitan el análisis para determinar su viabilidad.

#### **1.2.2.2 Etapas de un estudio de factibilidad**

El autor (Proaño Venegas, 2024) resume las etapas fundamentales del estudio de viabilidad en tres aspectos principales: estudio de mercado, estudio técnico y estudio económico-financiero. Estos estudios son fundamentales para determinar la posibilidad de llevar a cabo la producción del producto propuesto, evaluar su aceptación en el mercado y predecir sus beneficios. De igual manera, simplifican la elaboración de un plan detallado de producción y comercialización, maximizando el aprovechamiento de los recursos disponibles, identificando puntos fuertes y débiles, y buscando obtener índices de rentabilidad óptimos.

En esencia, el análisis de factibilidad se muestra como una herramienta importante en la gestión empresarial, brindando una guía para la toma de decisiones al evaluar un proyecto.

Este proceso abastece la información necesaria para determinar la viabilidad de la implementación de una idea de negocio, permitiendo al inversionista tomar decisiones informadas en caso de que el proyecto sea viable.

Según Cerda (2003), el estudio de factibilidad debe centrarse en los siguientes aspectos:

- ✓ Efectuar un estudio de mercado que permita definir el tamaño y la ubicación del proyecto.
- ✓ Determinar el modelo administrativo en función de cada fase del proyecto para su correcta gestión.
- ✓ Calcular la inversión requerida para los costos operativos y estimar los ingresos proyectados.
- ✓ Identificar las fuentes de financiamiento y el nivel de participación en el proyecto.
- ✓ Definir los términos de contratación y los procesos de licitación para la adquisición de equipos, y de ser necesario, para la ejecutar obras civiles.
- ✓ En caso de ser necesario, plantear el proyecto a la consideración de las autoridades de planeación y ambientales.

### **1.2.3. Sostenibilidad**

Como la sostenibilidad comúnmente tiende a interpretarse de forma orientada al medio ambiente en relación a la industria de la construcción, causando conflicto entre el beneficio ambiental tanto a corto como largo plazo y los objetivos operativos financieros a corto plazo (Lilja, 2009; Tam, 2008). Normalmente la sostenibilidad se define como satisfacer las necesidades básicas del público y ampliar las oportunidades para satisfacer su aspiración de una

vida mejor sin comprometer capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Keeble, 1988).

#### **1.2.4. Viabilidad**

Es de vital importancia adoptar el principio en realización del estudio de viabilidad del proyecto. Se sugieren estrategias como la responsabilidad social empresarial que implementan prácticas sostenibles (Maxwell et al., 2006). En general, los estudios de viabilidad se realizan de previo a los proyectos para obtener una mejor comprensión (Fratila, 2009), para facilitar la obtención de una mejor sostenibilidad en el proceso de implementación del proyecto de construcción (O'Connor & Spangenberg, 2008).

#### **1.2.5. Diseño arquitectónico**

El proceso de diseño arquitectónico debe centrarse principalmente en satisfacer las necesidades de habitabilidad de las personas, teniendo en cuenta tanto los aspectos estéticos como los tecnológicos. El diseño se describe como un proceso creativo orientado hacia un objetivo específico, y en esta perspectiva, existen normas que respaldan su desarrollo. Algunos de los elementos a considerar en el diseño arquitectónico incluyen: la creatividad, la organización, el entorno físico, la construcción, entre otros aspectos.

#### **1.2.6. Diseño estructural**

Riddell & Hidalgo, 2020, señalan que el diseño estructural es una técnica de investigación que se enfoca en la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras. Su función principal es asegurar una buena estabilidad en una estructura mediante el uso adecuado de materiales y su diseño. El diseño estructural tiene como objetivo proporcionar una estructura segura y económica que satisfaga una necesidad específica.

Este enfoque cubre una amplia gama de temas relacionados con el diseño y los diferentes tipos de estructuras, la organización estructural, el predimensionamiento, el análisis y la verificación de la estructura, el análisis sísmico, las estructuras aisladas, y muchos otros aspectos relevantes.

### **1.2.7. Cargas vivas**

Las cargas vivas, o sobrecargas son consideradas según la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de las personas, muebles, mercadería en transición, equipos y accesorios móviles o temporales entre otras (NEC-SE-CG, 2015).

### **1.2.8. Cargas muertas (cargas permanentes)**

Las cargas muertas o permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: murallas, paredes, enlucidos, instalaciones sanitarias y/o eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto que está compuesto permanentemente a la estructura (NEC-SE-CG, 2015).

### **1.2.9. Combinación de cargas**

Es esencial que cualquier estructura diseñada para resistir sismos sea evaluada y dimensionada de manera que pueda soportar una variedad de cargas y las combinaciones correspondientes. Las cargas que actúan sobre la estructura deben calcularse siguiendo las pautas específicas establecidas en las normativas, y estas pautas varían según el tipo de carga.

Las combinaciones de cargas se determinan multiplicando cada carga por un factor apropiado para la combinación específica, ya sea carga viva, carga muerta, carga sísmica, entre otras. El uso de los factores de carga adecuados es esencial para asegurar la seguridad y estabilidad de la estructura frente a diferentes escenarios de carga. Esto garantiza que la

estructura esté diseñada para resistir eficazmente las condiciones diversas a las que puede estar expuesta a lo largo de su vida útil.

#### **1.2.10. Estructura sismo resistente**

Una edificación se considera sismo resistente cuando se ha diseñado y construido con una configuración estructural adecuada, utilizando componentes de dimensiones apropiadas y materiales con la proporción y resistencia necesarias para resistir las fuerzas generadas por sismos frecuentes. A pesar de cumplir con todos los requisitos establecidos en las normativas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que ocurra un terremoto más fuerte de lo previsto. En estos casos, la resistencia sísmica de la edificación se pone a prueba, y la seguridad de la estructura dependerá de su capacidad para resistir las fuerzas sísmicas inesperadas. Por lo tanto, es importante que las edificaciones cumplan con estándares sísmicos rigurosos para minimizar los riesgos asociados a los terremotos.

Conforme a la investigación realizada por (Alisson & Klinger, 2020) nos indica que es importante conocer de manera general las zonas más propensas a sismos, esta información permite diseñar correctamente las estructuras para disminuir las pérdidas materiales y humanas. Por ello, la norma vigente es rigurosa en las dimensiones de las estructuras, no obstante, se suele omitir ciertos criterios al construir las edificaciones.

#### **1.2.11. Fuerzas sísmicas**

Se aplicará la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-SE-CG (2015) para analizar las cargas sísmicas y diseño sismo resistente, los factores que intervienen para el cálculo de las derivas de piso y su incidencia en el costo final de la estructura de una edificación.

### **1.2.12. Ductilidad**

La ductilidad es una propiedad mecánica de los materiales que se define como la capacidad de experimentar deformaciones plásticas antes de fracturarse.

### **1.2.13. Elementos prefabricados**

Los elementos prefabricados representan la innovación y el futuro de la construcción a nivel global, estos son elaborados dada la necesidad del cliente siguiendo el mayor control en los estándares de calidad desde la fábrica, hasta la instalación. Las edificaciones compuestas por estos elementos tienden a ser repetitivos, por ello, se fabrican con el mismo dimensionamiento cumpliendo la resistencia para la cual son diseñados, haciendo de este proceso totalmente industrializado.

Los métodos de construcción prefabricados y convencionales son distintos en múltiples etapas de ciclo de vida y los impactos del mismo, es decir, en margen de las ventajas y desventajas de cada método de construcción. La investigación y experiencia de estas diferencias permite una comprensión del tema e identificar la factibilidad del sistema (Kamali & Hewage, 2017).

Al mencionar los hormigones prefabricados estos están delante del hormigón fabricado en obra, al compararlos predomina el primer hormigón mencionado, no obstante, se mencionará un breve análisis descriptivo fundamentando la razón de que el prefabricado es superior:

Al ser diseñado por laboratorios mecánicos, la posibilidad de error se reduce en gran porcentaje, ya que, al estar previamente calculado en cuanto a sus dimensiones, tener la resistencia requerida, cumple con la calidad necesaria para poder ser instalación en la edificación.

Permite optimizar avances en el cronograma proyectado, dado que, al ser elementos prefabricados, sus elementos serán instalados previo a un almacenamiento y desmontaje.

Reduce costos, puesto que solo se utiliza la mano de obra y herramienta menor al instalar los elementos, al igual que el poco desperdicio de material al no ser mampostería montada en obra.

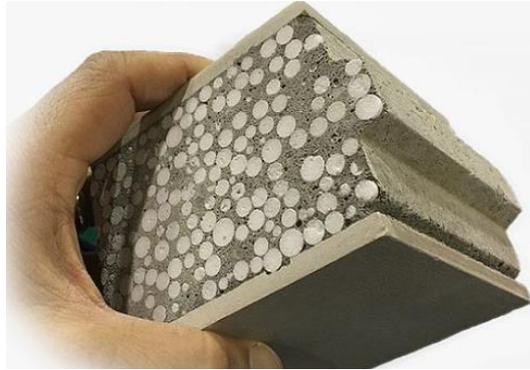
Los avances recientes en la tecnología de manufactura, como la impresión 3D, presentan la posibilidad de resolver el desafío que implica encontrar un equilibrio entre la personalización y los costos de producción de pequeñas cantidades de elementos prefabricados. De manera análoga, el desarrollo continuo del Modelado de Información de Construcción (BIM) y las tecnologías asociadas con el internet de las cosas tienen el potencial de mejorar la eficiencia y reducir los desperdicios al permitir una simulación de construcción virtual que reduce la variabilidad y la incertidumbre en el ensamblaje de los elementos prefabricados, garantizando interfaces perfectas en cada fase de la entrega del edificio (Chang et al., 2018).

Promover la incorporación de la ingeniería y enfoques de contratación, como el modelo de Adquisiciones y Construcción (EPC) o la Solución de Entrega Integrada de Proyectos (IPD), es esencial para impulsar el progreso en la construcción de edificios prefabricados (Chang et al., 2018).

#### **1.2.14. Panelego**

La mampostería implementada en este trabajo de titulación respecta a paneles prefabricados que tiene por dimensiones estándar 2440x610 mm en varios espesores, su estructura contiene esferas de poliestireno expandido reduciendo el peso del panel. Las características técnicas e índices de desempeño se muestran en la tabla 1.

**Figura 1:** Panelego



**Fuente:** Tomado de página web (Conduit, 2018)

**Tabla 1:** Propiedades mecánicas e índices de desempeño.

<b>PANElego sándwich losa (con 2 placas de fibrocemento de 6mm y fibra interior)</b>	
<b>Código</b>	PSL75
<b>Espesor(mm)</b>	75
<b>Peso(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	61
<b>Esfuerzo a la compresión(Mpa)</b>	650-700
<b>Resistencia a la flexión (Mpa)</b>	4,0
<b>Anclaje puntual N (Kg)</b>	2,85
<b>Resistencia al impacto (# impactos)</b>	750(75)
<b>Aislamiento acústico (Db)</b>	>39
<b>Conductividad térmica (W/m*K)</b>	0,23
<b>Resistencia térmica R(m-K/W)</b>	0,33
<b>Resistencia al fuego f<sup>c</sup>(Min)</b>	>90
<b>Contracción por secado (mm/m)</b>	<0,5
<b>Humedad (%)</b>	<8

**Fuente:** Tomado de página web (Conduit, 2018)

### **1.2.15. Corrosión**

Al construir con hormigón armado las estructuras están expuestas a agentes ambientales que reducen su vida útil, tales como: corrosión, ataque de sulfatos e incluso eventos sísmicos que deterioran las estructuras vigentes. La corrosión está presente en las estructuras de hormigón armado, que son las más solicitadas, esta reacción del acero con el oxígeno causa pérdida de las propiedades del mismo (Askeland, 1998; Zhou et al., 2022), no obstante, con el fin de proteger la vida útil de las barras de acero se utiliza la pintura antioxidante, que recubre toda la superficie, es la alternativa más utilizada, pero la misma debe seguir un pre y post tratamiento para optimizar las propiedades del recubrimiento del aditivo superficial (Giudice & Pereyra, 2016), pese a esto no logramos satisfacer a cabalidad la necesidad dado el ambiente salino existente en la provincia de Santa Elena, cantón Salinas, además, la construcción tradicional requiere un mejoramiento dado el alto consumo de recursos naturales que conllevan a contaminación a escala en conjunto a los gases de invernadero (Zhou et al., 2022).

### **1.3. Marco Normativo**

Dentro del marco normativo, podemos respaldar el conjunto de normas, principios, perspectivas, pautas y sistemas que indican cómo deben llevarse a cabo las acciones para alcanzar los objetivos mencionados dentro del proceso de investigación. Dentro del mismo, se utilizará las Normas Ecuatorianas de la Construcción.

#### **1.3.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, conocida como "NEC" y respaldada por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), tiene como objetivo principal la revisión y actualización del Código

Ecuatoriano de la Construcción de 2001. Orientado a regular los procesos con la finalidad de cumplir con los requisitos esenciales de seguridad y calidad en diversas estructuras, teniendo en cuenta las características específicas del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento.

La normativa busca lograr sus metas a través de:

1. Establecer parámetros mínimos de seguridad y salud.
2. Mejorar los mecanismos de control y mantenimiento.
3. Reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética.

Los diversos capítulos contemplados en la estructura inicial de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se organizarán en tres ejes principales.

- 1- Seguridad Estructural de las edificaciones (NEC-SE)
- 2- Habitabilidad y Salud (NEC-HS)
- 3- Distribución de Servicios Básicos. (NEC-S)

### **1.3.2. Cargas sísmicas NEC-SE –CG**

En esta sección de la NEC 2015, se definen los tipos de cargas que deben tenerse en cuenta al realizar el cálculo y diseño de cualquier edificación.

#### **1.3.2.1. Carga muerta: pesos propios de los materiales**

En la tabla 2 de la sección 4.1 de la NEC 2015 se reflejan los valores de los pesos para los materiales a utilizar para el cálculo de la carga muerta total para el diseño estructural de este proyecto.

**Tabla 2:** Cargas Muertas según la NEC 2015

<b>Material</b>	<b>Peso unitario Kn/m<sup>3</sup></b>
Acero	78.5
Cerámica	18.00
Instalaciones	0.49
Mampostería	1.96

*Nota. Tomado de (NEC-SE-CG, 2015), p.21.*

Otras cargas muertas que pueden ser consideradas para el cálculo estructural, establecidas para utilizar el método LRFD:

**Tabla 3:** Cargas Muertas del Libro de McCormack

<b>Material</b>	<b>Peso unitario Kn/m<sup>3</sup></b>
Concreto reforzado	150 lb/ft <sup>3</sup>
Acero estructural	490 lb/ft <sup>3</sup>
Concreto simple	145 lb/ft <sup>3</sup>
Empaste sobre concreto	5 lb/ft <sup>2</sup>
Cielo raso colgante	2 lb/ft <sup>2</sup>

*Nota. Tomado de libro (McCormac & Csernak Stephen, 2012), p.42*

### **1.3.2.2. Carga viva: sobrecargas mínimas**

Conforme se presenta en la tabla 4 de la sección 4.2.1, se especifican los valores que se emplearán en el diseño de esta estructura, de acuerdo con la ocupación prevista en este proyecto.

**Tabla 4:** Sobrecargas Mínimas Uniformemente Distribuidas, Lo, y Concentradas Po

<b>Ocupación o uso</b>	<b>Carga uniforme (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga concentrada (kN)</b>
Unidades educativas Aulas	2.00	4.50
Corredores segundo piso y superior	4.00	4.50
Corredores primer piso	4.80	4.50

*Nota. Tomado de (NEC-SE-CG, 2015), p.30*

### **1.3.2.3. Combinaciones de cargas**

#### **Simbología**

- D Carga permanente
- E Carga de sismo
- L Sobrecarga (carga viva)
- Lr Sobrecarga cubierta (carga viva)
- S Carga de granizo
- W Carga de viento

### **1.3.2.4. Combinación para el diseño por última resistencia**

La combinación de cargas implica calcular globalmente un elemento o estructura teniendo en cuenta las sobrecargas que afectan partes específicas de la misma. Estos elementos deben ser diseñados de manera que la resistencia de diseño sea igual o supere los efectos de las cargas combinadas, siguiendo las combinaciones específicas que se detallan a continuación:

**Tabla 5:** Combinaciones de Cargas.

COMBINACIÓN	FÓRMULA
1	$1.4D$
2	$1.2D + 1.6L + 0.5\max [Lr; S; R]$
3	$1.2 D + 1.6 \max [Lr; S; R] + \max [L; 0.5W]$
4	$1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 \max [Lr; S; R]$
5	$1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$
6	$0.9 D + 1.0W$
7	$0,9D + 1.0E$

*Nota. Tomado de libro (McCormac & Csernak Stephen, 2012), p. 54*

### **1.3.3. Geotécnia y cimentaciones NEC-SE-GC (2015)**

Este capítulo de la NEC-SE-GC (2015) ofrece una explicación detallada de los principios fundamentales aplicados en la realización de estudios geotécnicos destinados a la construcción de edificaciones. Estos estudios se centran principalmente en la investigación del comportamiento del suelo en relación con la estructura edificada en el terreno, con el propósito de proporcionar recomendaciones geotécnicas para el diseño de futuras cimentaciones. La sección aborda aspectos generales y la metodología que se sigue en el diseño de cimentaciones.

#### **1.3.3.1 Capacidad de carga y factor de seguridad Indirecto (FSI)**

Los factores de seguridad se aplicarán para analizar los estados límites de falla y de servicio. Con respecto al factor de seguridad indirecto, se precisa que, siguiendo el criterio de resistencia al corte en cualquier metodología utilizada, se deben utilizar como mínimo los siguientes Factores de Seguridad Indirecta Mínimos (FSIM) para la capacidad de carga de cimientos superficiales y de punta de cimentaciones profundas. Los valores aceptables de FSI se encuentran especificados en la tabla 6 (NEC-SE-GC, 2015).

**Tabla 6:** Factores de Seguridad Indirectos Mínicos, F.S.I.M.

<b>Condición</b>	<b>F.S.I. ADMISIBLE</b>
Carga muerta + carga viva normal	3.0
Carga muerta + carga viva máxima	2.5
Carga muerta + carga viva normal + sismo de diseño pseudo estático	1.5

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-GC, 2015), p. 42.

La capacidad de carga admisible se define como la carga última dividida por un factor de seguridad. La capacidad portante representa el esfuerzo aplicado sobre un suelo mediante una cimentación, y se refiere a la capacidad de una estructura para resistir las cargas que actúan sobre ella. En la sección 9.2, se presenta la expresión para calcular  $q_{adm}$ , la cual es igual a:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s} \quad \dots (1)$$

Donde:

$q_u$  Capacidad de carga última

$F_s$  Factor de seguridad

### **1.3.3.2. Diseño de cimentación**

La base estructural debe poseer la capacidad necesaria para resistir las cargas de tal manera que, al transferirlas al suelo, no se produzcan fallas por corte general. La supervisión de asentamientos se realizará de acuerdo con la normativa NEC-SE-GC, considerando que los asentamientos diferenciales no deben sobrepasar los 2,0 cm con el fin de asegurar la estabilidad adecuada.

En Ecuador, se utiliza de la normativa NEC-SE-GC para la evaluación de parámetros y normas geotécnicas. En la sección 6.2 de esta norma, se sugiere que, para el estado de carga

que contempla cargas muertas más cargas vivas máximas, el factor de seguridad indirecto mínimo sea de 2.5. Sin embargo, para la investigación en particular, se tomará una postura conservadora al optar por un valor de 3.0 (Game Zapata & Sánchez Calderón, 2018).

**Tabla 7:** Capacidad de carga admisible

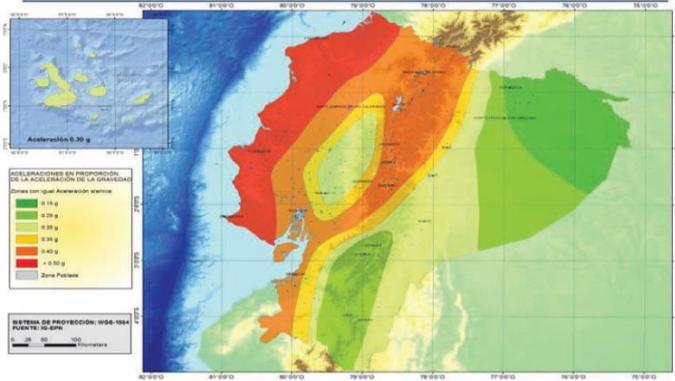
Autor	Fuente	qu(ton/m <sup>2</sup> )
Braja Das	(Braja Das, 1999)	8.41
Bowless	(Bowless, 1974)	7.5
Peck	(Peck, Hanson, & Thornb, 1988)	7.5
ASTM D-1586	(American Society for Testing and Materials-ASTM, 1996)	7.5

**1.3.4. Diseño Sísmico NEC-SE-DS (2015)**

**1.3.4.1. Zonificación sísmica y factor Z**

Según la representación en los mapas de peligro sísmico, se señalan la costa y la región centro-sur del país como las zonas más propensas a eventos sísmicos, como se ilustra en la Figura 2.

**Figura 2:** Ecuador Zonas Sísmicas Para Propósito de Diseño y Valor de Factor de Zona Z1



*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015) sección 3.1.1

**Tabla 8:** Valores del Factor Z en Función de la Zona Sísmica Adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

*Nota. Tomado de (NEC-SE-DS, 2015) sección 3.1.1*

### 1.3.4.2. Tipos de perfiles de suelo para diseño sísmico

Se definen seis tipos de perfil de suelo los cuales se presentan en la Tabla 9. de la (NEC-SE-DS, 2015)

**Tabla 9:** Clasificación de los Perfiles de Suelo.

Tipo	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplen con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los criterios.	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > N \geq 15.0$ $100$ kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:		
F	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensibles, suelos dispersivos, etc.	

F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( $H > 3\text{m}$  para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).

F3—Arcillas de muy alta plasticidad ( $H > 7.5\text{ m}$  con índice de Plasticidad  $IP > 75$ )

F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( $H > 30\text{m}$ )

F5—Suelos con contrastes de impedancia  $\alpha$  ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca

F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015), p. 29 Sección 3.2.1

### **1.3.4.3. Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs**

En la norma NEC (2015), se definen coeficientes de perfil del suelo, identificados como Fa, Fd y Fs, que incrementan las magnitudes del espectro de respuesta elástica de aceleraciones para el diseño en roca. Estos coeficientes se ven afectados por el tipo de perfil del suelo y el factor de Z del sitio.

Los valores específicos de estos coeficientes se detallan en las tablas 10, 11 y 12. Es importante señalar que, para suelos tipo F, no se suministran valores correspondientes a Fa, Fd ni Fs. Esta omisión se justifica por la necesidad de llevar a cabo un estudio especial, conforme a lo establecido en la sección 10.5.4.

a) Fa: Coeficiente de amplificación del suelo en la zona de período corto.

En la tabla 10, se exhiben los valores del coeficiente Fa, los cuales amplifican las magnitudes del espectro de respuesta elástica de aceleraciones para el diseño en roca, teniendo en cuenta los efectos particulares del sitio.

b) Fd: se refiere a la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para el diseño en roca. En la tabla 11 de la norma NEC (2015), se detallan los valores correspondientes a este coeficiente, los cuales amplifican las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para el diseño en roca, teniendo en cuenta los efectos específicos del sitio.

**Tabla 10:** Tipo de Suelo y Factores de Sitio Fa

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.5$
A	0.6	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.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015), p. 31.

**Tabla 11:** Tipo de Suelo y Factores de Sitio Fd.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.5$
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 la sección 10.6.4					

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015), p. 32.

c) Fs: aborda el comportamiento no lineal de los suelos, teniendo en cuenta factores como la degradación del período del sitio, la cual depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica, así como de los desplazamientos relativos del suelo.

**Tabla 12:** Tipo de Suelo y Factores del Comportamiento Inelástico del Subsuelo  $F_s$

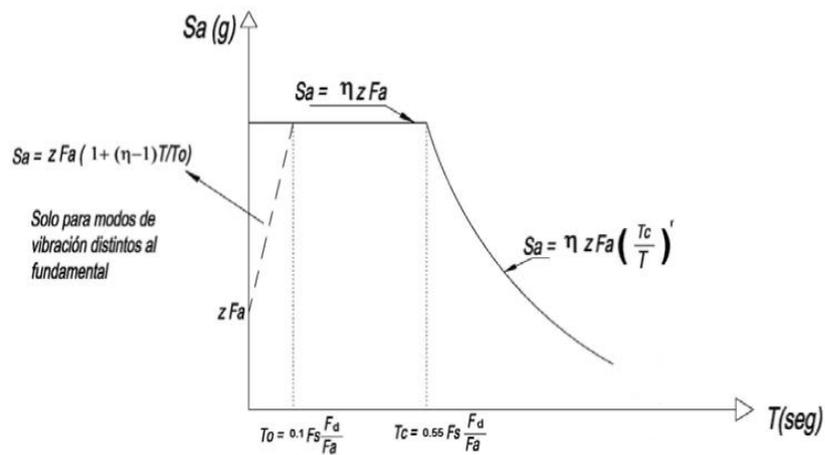
Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.5$
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	0.85
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015), p. 32.

#### 1.3.4.4. Espectro Elástico de Diseño ( $S_a$ )

El espectro elástico horizontal de diseño ( $S_a$ ) se encuentra influenciado por los factores presentados anteriormente y se determina de acuerdo con lo ilustrado en la figura 3.

**Figura 3:** Espectro Sísmico Elástico de Aceleraciones que Representa el Sismo de Diseño



*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015), p. 33.

Dónde:

- H Razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T = 0.1$  s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
- Fa Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- Fd Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- Fs Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
- Sa Espectro de respuesta elástica de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad  $g$ ). Depende del período o modo de vibración de la estructura.
- T Período fundamental de vibración de la estructura
- To Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- Tc Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Z Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad  $g$ .

Este espectro, que sigue una fracción de amortiguamiento del 5% respecto al crítico, se calcula utilizando las siguientes ecuaciones, las cuales son válidas para períodos de vibración estructural ( $T$ ) que pertenecen a dos rangos específicos:

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c \quad \dots (2)$$

$$S_a = \eta Z \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \text{ para } T > T_c \quad \dots (3)$$

Dónde:

$\eta$  Razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T = 0.1$  s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

$S_a/Z$ , en roca), que varían dependiendo de la región del Ecuador, adoptando los siguientes valores:

- $\eta = 1.80$ : Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas).
- $\eta = 2.48$ : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos.
- $\eta = 2.60$ : Provincias del Oriente.

r Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.

$r = 1$  para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E.

$r = 1.5$  para tipo de suelo E.

Los límites para el período de vibración  $T_c$  y  $T_L$  se obtienen de las siguientes expresiones:

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad \dots (4)$$

$$T_l = 2.4 F_d \quad \dots (5)$$

$T_c$  Es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

$T_L$  Es el período límite de vibración utilizado para la definición de espectro de respuesta en desplazamientos.

#### **1.3.4.5. Coeficiente de importancia I**

El coeficiente de importancia (I) desempeña un papel crucial al modificar el espectro y, por consiguiente, las fuerzas de diseño. Este ajuste se realiza según el grupo de uso al que se asigne la edificación, teniendo en cuenta que para edificaciones clasificadas en los grupos II, III y IV, se deben considerar valores de aceleración con una probabilidad de excedencia menor al diez por ciento en un período de cincuenta años.

La función del factor I, de acuerdo con la (NEC-SE-DS, 2015), es aumentar la demanda de diseño para la estructura. Este incremento se justifica por las características particulares de uso o importancia de la edificación, con el objetivo de garantizar que estas permanezcan operativas o sufran daños mínimos durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño.

**Tabla 13:** Tipo de Uso, Destino e Importancia de la Estructura.

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de uso, destino e importancia</b>	<b>Coefficiente I</b>
<b>Edificaciones esenciales</b>	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
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	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
<b>Otras Estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1.0

*Nota.* Tomado de (NEC-SE-DS, 2015), p. 42.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Contexto de la investigación

La investigación se desarrollará en la ciudadela Santa Paula-Salinas de la provincia de Santa Elena, donde se encuentran varias unidades educativas donde está creciendo exponencialmente la demanda en el ámbito educativo, no obstante, las estructuras actuales fueron construidas con el sistema tradicional, el cual no es de total confianza ante un evento sísmico, por la fragilidad y transmisión de cargas de su mampostería, siendo una alternativa utilizar paneles prefabricados en un nuevo proyecto constructivo relacionado a la educación. Es relevante mencionar que esta investigación no se limita al ámbito científico y académico, dado que enlaza vínculos con el crecimiento poblacional al obtener opciones al momento de ejecutar sus propuestas. Este tipo de investigación amplía las oportunidades de otros profesionales al optimizar recursos con modernas tecnologías en el desarrollo de proyectos inmobiliarios.

**Figura 4:** Localización del proyecto



**Fuente:** Google Earth

## **2.2. Diseño y alcance de la investigación**

La investigación es de carácter no experimental como menciona en su libro Arias & Covinos, 2021. En la investigación no experimental no hay condiciones para las variables de estudio, el objeto de estudio es evaluado tal y como se muestra en su naturalidad sin alterar ninguna situación, por lo tanto, no se manipulan las variables de estudio.

Según Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018 la investigación no experimental se define como aquella investigación que se ejecuta sin manipular deliberadamente las variables. En otras palabras, se trata de estudios en los cuales no se modifican de manera intencional las variables independientes para observar su efecto en otras variables. En la investigación no experimental, la práctica consiste en observar fenómenos tal como ocurren en su contexto natural para luego realizar un análisis

En cuanto al alcance de la investigación es correlacional donde Ríos Ramírez, 2017. Argumenta que mide la relación entre dos variables, sin determinar las causas, pero puede ser indicio para una investigación futura. El alcance de la investigación será correlacional ya que mediante la observación determinamos los efectos de los resultados, al vincular las variables de estudio.

## **2.3. Tipo y métodos de investigación**

Esta investigación será de tipo mixto, ya que el enfoque cualitativo y cuantitativo aportan en la recolección de datos en el campo estudiado. Para Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018 define a la investigación de tipo mixta como un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, para recolectar toda la información necesaria logrando un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

De manera cualitativa, mediante entrevistas estructuradas determinamos la oferta y demanda de la construcción de un pabellón educativo que implemente paneles prefabricados.

De manera cuantitativa, podemos: (i) dimensionar los elementos estructurales; (ii) elaborar el presupuesto; (iii) relación de costo - beneficio; (iv) análisis comparativo de mampostería.

## **2.4. Población y muestra**

Para Mejía, 2005 la población es la totalidad de elementos del estudio, es delimitado por el investigador según la necesidad prevista en el estudio. La población y el universo son semejantes en cuanto a las características, por tanto, a la población se la puede mencionar universo o de forma contraria, al universo, población.

La población de estudio son los ciudadanos tanto en edad escolar, como personal administrativo y docentes de las unidades educativas aledañas a la ciudadela Santa Paula.

### **2.4.1. Muestra**

La población no se limita una cantidad establecida para obtener la muestra, no obstante, es relevante delimitar con el criterio correcto según los objetivos proyectados en el estudio y la problemática planteada. Según Hernández-Sampieri & Mendoza (2018) “la muestra es un subgrupo considerado como una parte representativa de la población, los datos recolectados serán obtenidos de la muestra y la población se perfila desde la situación problemática de la investigación”.

La muestra se divide en dos tipos: Las probabilísticas que se denomina al grupo de población con elementos que poseen la misma probabilidad de ser elegidas y las no probabilísticas las cuales se determinan porque se eligen dado a que tienen aspectos semejantes

y su elección está relacionado con la particularidad que busca el investigador en el estudio (Behar, 2008).

## **2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según López & Fachelli, 2017 la encuesta puede ser utilizada como técnica o como método. La encuesta como técnica, permite la recolección de datos por medio de la interrogación que se realiza al encuestado con el objetivo de que compartan información necesaria para la investigación. Mientras que la encuesta como método deja de ser una simple herramienta de recolección de datos para transformarse en un proceso de investigación social, donde se integran un cúmulo de técnicas que se orientan y tienen como finalidad crear un objeto de investigación.

La encuesta es una herramienta que se ejecuta mediante un instrumento llamado cuestionario, siendo direccionado únicamente a personas y proporciona información sobre sus opiniones, comportamientos o percepciones. La encuesta obtiene resultados cuantitativos o cualitativos y se enfoca en preguntas preestablecidas con un orden lógico y un sistema de respuestas escalonado (Arias & Covinos, 2021).

### **2.5.1. Cuestionario**

El cuestionario es un instrumento de recolección de datos utilizado comúnmente en los trabajos de investigación científica. Está conformado por un conjunto de preguntas presentadas y enumeradas en una tabla, junto a posibles respuestas que el encuestado responde conforme obtiene el cuestionario. Este instrumento tiene la facilidad de que no existen respuestas correctas o incorrectas, dado que todas las respuestas llevan a un resultado diferente y se aplican a una población conformada por personas que se limitan a una muestra de estudio (Arias González, 2020).

## **2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.**

Para evaluar la factibilidad de la información obtenida debemos mencionar los siguientes caracteres: (i) planificación de encuesta; (ii) recopilación de datos cuantitativos; (iii) procesamiento de datos a una base digital mediante el programa Excel; (iv) realización de tablas y gráficos estadísticos para realizar un mejor análisis y posterior toma de decisiones.

## **2.7. Metodología de la investigación del diseño estructural.**

Para lograr el segundo objetivo planteado en esta investigación se siguió el diseño previo a las necesidades, siguiendo la siguiente estructura:

Se elaboró los cálculos previos al diseño estructural aplicando los coeficientes respectivos en cada elemento diseñado.

Mediante la herramienta Microsoft Excel se cuantificó las dimensiones y cargas proyectadas necesarias.

Previo a un borrador con los datos estructurales se elabora un modelo en el programa ETABS, denominado “prueba 1”.

Se establecieron las cargas con las combinaciones respectivas para resultar las restricciones estructurales del caso.

Se realiza una prueba de un sismo modelo a la estructura evaluando sus elementos estructurales para efectuar las mejoras necesarias cumpliendo con la NEC-15, brindando la seguridad a los usuarios del pabellón educativo.

## **2.8. Análisis comparativo de paneles prefabricados y mampostería de bloques tradicionales**

Posterior al diseño, se cuantificó los materiales de mampostería no estructural del pabellón, donde se compara los costos entre los bloques tradicionales y los paneles prefabricados (panelego).

En este análisis contempla rubros desde el traslado, costo por metro cuadrado, instalación, otros materiales y mano de obra.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Encuesta

La muestra tomada es no probabilística intencionada, por lo tanto, se ha encuestado a 48 moradores del sector. El instrumento utilizado en la recolección de datos consta de 10 preguntas cuyo propósito es obtener información de los habitantes de la clda Santa Paula-Salinas conforme a las normas de construcción vigentes al igual que su renovación o mantenimiento en las instituciones educativas del sector en mención, además, de relacionar los paneles prefabricados dada la investigación del autor. Para el análisis cuantitativo de datos se utilizó el programa Microsoft Excel, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 14:** Pregunta 1: ¿Considera usted que las aulas académicas son seguras ante cualquier sismo?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (Nº)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	36	75
<b>No</b>	12	25
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Del total de la población encuestada obtenemos que: el 75% considera seguras las aulas académicas del sector ante eventos sísmicos, no obstante, el porcentaje restante muestra incertidumbre por la seguridad de los estudiantes de las diferentes instituciones educativas de la cdla.

**Tabla 15:** Pregunta 2: ¿Considera que las instituciones actuales se han renovado respecto a la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	38	79,17
<b>No</b>	10	20,83
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Los moradores de forma mayoritaria confían a plenitud que la infraestructura cumple con las normativas NEC-15, no obstante, resta un 20% que considera una renovación en las instituciones académicas promoviendo la seguridad de sus integrantes ante cualquier sismo de mayor escala.

**Tabla 16:** Pregunta 3: ¿El espacio designado a la educación brinda confort térmico y acústico?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	37	77,08
<b>No</b>	11	22,92
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Los habitantes del sector estudiado en un 77% están de acuerdo, que las aulas cumplen con los requisitos de confort, temperatura y ruido, pese a esto, el porcentaje restante menciona que tanto el confort térmico como acústico puede mejorar considerablemente.

**Tabla 17:** Pregunta 4: ¿Considera que la mampostería de bloques es suficiente para satisfacer el aislamiento tanto acústico como térmico?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	37	77,08
<b>No</b>	11	22,92
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Los moradores de la ciudadela aprueban en un 77%, que la mampostería tradicional cumple con los requisitos de aislamiento acústico y térmico, el porcentaje restante menciona que el bloque no satisface las necesidades en mención.

**Tabla 18:** Pregunta 5: ¿Relaciona el término prefabricado?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	38	79,17
<b>No</b>	10	20,83
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Los habitantes encuestados en su mayoría relacionan el termino prefabricados, haciendo mención a elementos ya fabricados en plantas industriales que reducen tiempos de obra, un 20% desconoce el término al idealizar solo la mampostería levantada en obra.

**Tabla 19:** Pregunta 6: Al existir una institución educativa que implemente paneles prefabricados, ¿Consideraría usted que sea viable y seguro?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	39	81,25
<b>No</b>	9	18,75
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Pese a la aprobación de la mampostería tradicional en las preguntas anteriores el 81% se inclina por la viabilidad y seguridad que brindan los paneles prefabricados, mientras tanto el 19% restante considera el bloque tradicional más seguro en relación a los paneles mencionados.

**Tabla 20:** Pregunta 7: ¿Construiría con paneles prefabricados al reemplazarlos por los bloques comunes?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	39	81,25
<b>No</b>	9	18,75
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Los moradores en un 81% aprueban reemplazar los bloques comunes por paneles prefabricados, no obstante, el 19% mantiene su criterio y confiabilidad al bloque tradicional al ser la mampostería utilizada hasta la actualidad.

**Tabla 21:** Pregunta 8: ¿Cuál de las siguientes características considera primordial al momento de escoger el material de paredes y divisiones?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Mejor rendimiento</b>	32	66,67
<b>Reducir el cronograma de trabajo</b>	9	18,75
<b>Menor costo</b>	7	14,58
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Los habitantes en un 66,67% tienen como prioridad obtener un mejor rendimiento de la mampostería, un 18,75% prioriza la reducción de cronograma de trabajo, y el 14,58% se inclina por obtener beneficios monetarios al obtener una reducción en su presupuesto proyectado.

**Tabla 22:** Pregunta 9: Considerando que el costo de la mano de obra para la instalación de paneles prefabricados es menor que el de la instalación de bloques, ¿Cuál de los productos escogería?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Paneles prefabricados</b>	38	79,17
<b>Bloques comunes</b>	10	20,83
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Al comparar los costos en mano de obra de ambas mamposterías, el 79% escoge los paneles prefabricados, mientras tanto, el 21% mantiene su criterio por los bloques tradicionales.

**Tabla 23:** Pregunta 10:¿Considera que la innovación es correcta al reemplazar los bloques con los paneles prefabricados?

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	41	85,42
<b>No</b>	7	14,58
<b>Total</b>	48	100

**Fuente:** El autor

Al mencionar la innovación los habitantes en un 85% aprueban el reemplazar los bloques tradicionales por los paneles prefabricados, no obstante, el 15% menciona la funcionalidad y confianza que brinda la mampostería tradicional.

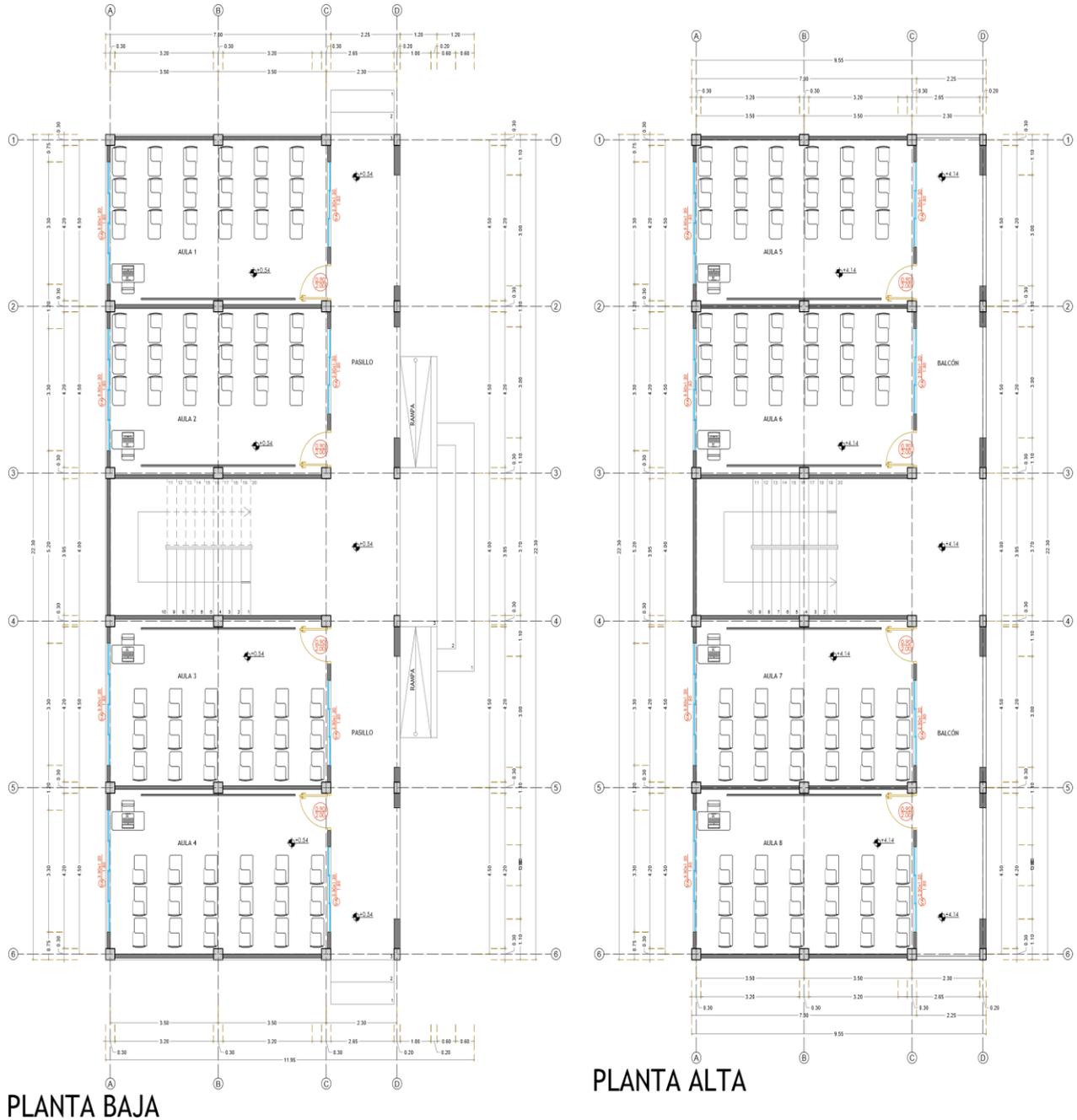
### **3.2. Análisis de resultados de la encuesta**

Obtenidos los resultados de la encuesta, los mismos muestran una percepción general de seguridad en las aulas académicas actuales, pero existe un margen de los habitantes que considera mejoras en las estructuras, por ello es necesaria una evaluación y mantenimiento en la infraestructura de las instituciones educativas que tengan la necesidad, garantizando la seguridad ante eventos sísmicos. Los resultados indican potencial al adaptar los paneles prefabricados tanto en instituciones académicas como en obras residenciales, donde destacan las ventajas de esta innovación en términos de: seguridad, viabilidad, costos y rendimiento, es importante mencionar que un porcentaje minoritario prefiere los bloques tradicionales.

### 3.2. Diseño del pabellón educativo

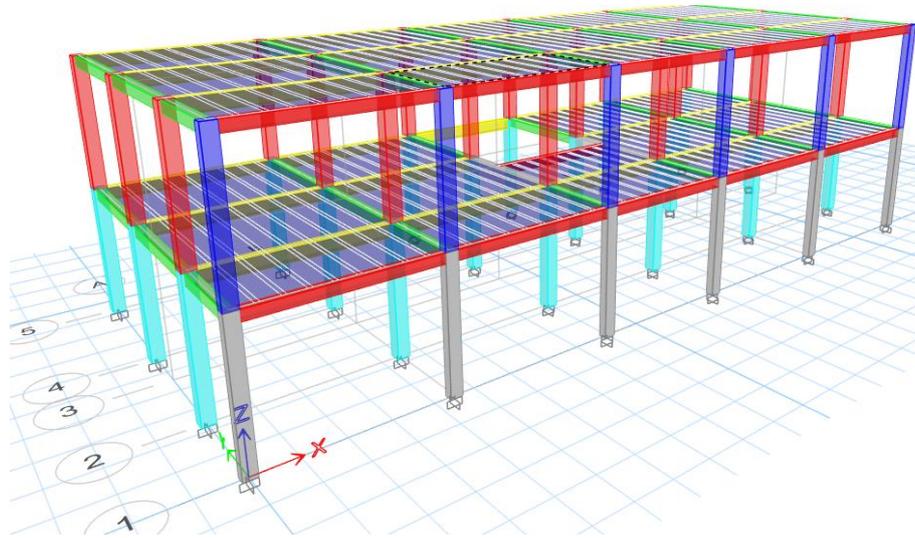
El pabellón consta de un área de 212,20m<sup>2</sup> en planta baja y alta, con forma arquitectónica rectangular. La altura total de la estructura es de 7,20m con una altura entrepisos de 3,60m, la distribución de las aulas está presentada en la figura 5.

Figura 5: Distribución de pabellones



Fuente: El autor

**Figura 6:** Modelo ETABS de pabellón de aulas

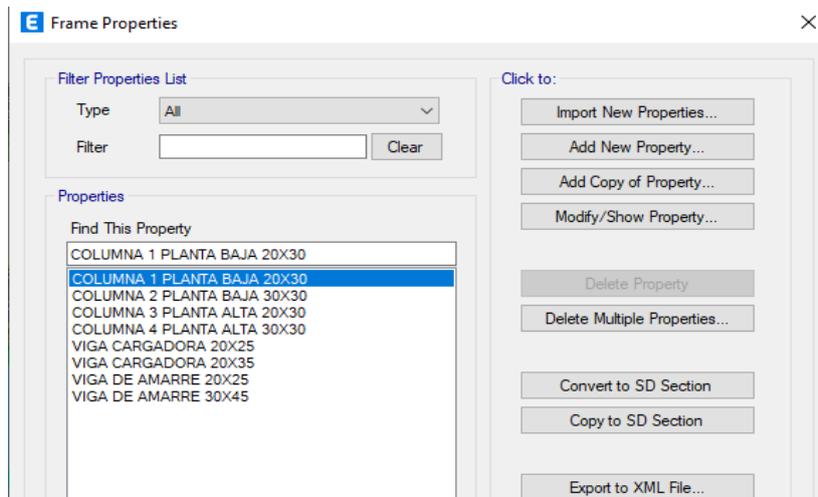


**Fuente:** El autor

### 3.2.1 Dimensionamiento de elementos estructurales

Los elementos estructurales como vigas, columnas y losa unidireccional utilizados en los modelos matemáticos fueron dimensionados tomando como referencia los diferentes parámetros y normas de diseño presentes en la NEC-15, de esta forma se definieron los siguientes perfiles utilizados en el programa ETABS como lo muestra la imagen 7.

**Figura 7:** Perfiles estructurales



**Fuente:** El autor

### 3.2.2. Especificación de carga muerta

El cálculo de la carga muerta se especifica en las tablas 24, 25 y 26.

**Tabla 24:** Carga muerta de losa de entrapiso (modelo tradicional)

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Mampostería	100	kg/m <sup>2</sup>
Peso de Instalaciones	40	kg/m <sup>2</sup>
Cielorraso	40	kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso	70	kg/m <sup>2</sup>
Baldosa Cerámica	10	kg/m <sup>2</sup>
Total	260	kg/m <sup>2</sup>

**Fuente:** El autor

**Tabla 25:** Carga muerta de losa de entrapiso (modelo panelego)

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Panelego	61	kg/m <sup>2</sup>
Peso de Instalaciones	40	kg/m <sup>2</sup>
Cielorraso	40	kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso	70	kg/m <sup>2</sup>
Baldosa Cerámica	10	kg/m <sup>2</sup>
Total	221	kg/m <sup>2</sup>

**Fuente:** El autor

**Tabla 26:** Carga muerta de losa tipo (cubierta)

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Peso de Instalaciones	40	kg/m <sup>2</sup>
Cielorraso	40	kg/m <sup>2</sup>
Enlucido	50	kg/m <sup>2</sup>
Total	130	kg/m <sup>2</sup>

**Fuente:** El autor

### 3.2.3. Especificación de carga viva.

En este trabajo de titulación se considera que el edificio será destinado para aulas de académicas. Por ello, de acuerdo con la tabla 5 de la sección 3.1 del capítulo 3 de la NEC, se adoptan las cargas vivas de 200 kg/m<sup>2</sup> y 480 kg/m<sup>2</sup> para áreas de aulas y corredores de la losa de entrepiso. Para la losa de cubierta se establece una carga viva de 70 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.2.4. Peso total y peso sísmico de la estructura

El peso total y el peso sísmico de la estructura se detallan en el anexo 1.

Para realizar el análisis de las estructuras se tomó en cuenta el 100% del peso propio de la estructura y la carga muerta, adicionando el 25% de la carga viva

**Tabla 27:** Peso total de la estructura tradicional

Nivel	Peso Propio Ton	Carga Viva Ton	Carga Muerta Ton	Total Ton	Pi Ton
Cubierta	66,71	26,60	14,32	107,63	107,63
Piso 1	72,75	48,26	53,81	174,81	282,44
Base	8,55	0,00	0,00	8,55	291,00
<b>Total</b>	<b>148,01</b>	<b>74,85</b>	<b>68,13</b>	<b>291,00</b>	

Fuente: El autor

**Tabla 28:** Peso sísmico de la estructura tradicional

Nivel	Carga Muerta Ton	25% C. Viva Ton	Total Ton
Cubierta	93,31	3,58	96,89
Piso 1	121,00	13,45	134,45
Base	8,55	0,00	8,55
<b>Total</b>			<b>239,90</b>

Fuente: El autor

**Tabla 29:** Peso total de la estructura panelego

Nivel	Peso Propio Ton	Carga Muerta Ton	Carga Viva Ton	Total Ton	Pi Ton
Cubierta	66,71	26,60	14,32	107,63	107,63
Piso 1	72,75	48,26	53,81	174,81	282,44
Base	8,55	0,00	0,00	8,55	291,00
<b>Total</b>	148,01	74,85	68,13	291,00	

Fuente: El autor

**Tabla 30:** Peso sísmico de la estructura panelego

Nivel	Carga Muerta Ton	25% C. Viva Ton	Total Ton
Cubierta	93,31	3,58	96,89
Piso 1	121,00	13,45	134,45
Base	8,55	0,00	8,55
<b>Total</b>			239,90

Fuente: El autor

### 3.2.5. Cortante basal de diseño de las estructuras

Los cálculos para la obtención del cortante basal y del espectro de respuesta inelástico se especifican en el anexo 2.

**Tabla 31:** Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales - Modelo tradicional

# Pisos	Wx Peso (Ton)	hx Altura de Piso (m)	$W_x \cdot (hx)^k$ (Ton m)	$\frac{W_x \cdot (hx)^k}{\sum (W_x \cdot (hx)^k)}$	Fx = Fi (Ton)	Vx (Ton)
Piso 2	96,89	7,20	697,62	0,59	24,44	24,44
Piso 1	134,45	3,60	484,04	0,41	16,96	41,40
Base	8,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>			1181,65	<b>Total</b>	41,40	

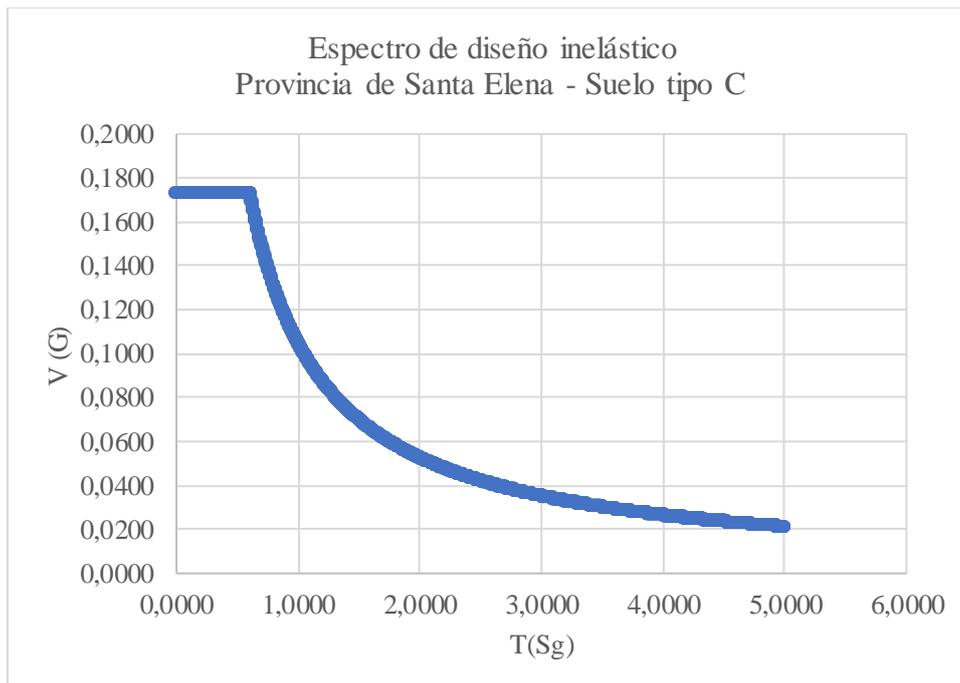
Fuente: El autor

**Tabla 32:** Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales - Modelo panelego

# Pisos	W <sub>x</sub> Peso (Ton)	h <sub>x</sub> Altura de Piso (m)	W <sub>x</sub> *(h <sub>x</sub> ) <sup>k</sup> (Ton m)	$\frac{W_x*(h_x)^k}{\sum(W_x*(h_x)^k)}$	F <sub>x</sub> = F <sub>i</sub> (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)
Piso 2	96,89	7,20	697,62	0,60	24,24	24,24
Piso 1	127,22	3,60	457,98	0,40	15,91	40,15
Base	8,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
<b>Total</b>			1155.59	<b>Total</b>	40,15	

**Fuente:** El autor

**Figura 8:** Espectro de diseño inelástico para la provincia de Santa Elena – Suelo tipo C



**Fuente:** El autor

### 3.2.6. Análisis lineal de las estructuras

#### 3.2.6.1. Análisis por derivas de piso

Se detalla el procedimiento de cálculo de las derivas inelásticas en el análisis lineal del diseño de las estructuras tradicional y panelego.

Aplicando el sismo en dirección X y con una excentricidad de -0,465 metros perpendicular a la fuerza se encontró que las derivas inelásticas de todos los pisos del edificio cumplen con la normativa de < 2,00%

**Tabla 33:** Derivas inelásticas en dirección X – Modelo tradicional

PISOS	X cm	Y cm	R cm	DE cm	DE/h	DM %	DM<2.00%
Cubierta	1,5561	0,0276	1,5563	0,7796	0,002166	1,2994	CUMPLE
Nivel 1	0,7765	0,0175	0,7767	0,7767	0,002157	1,2945	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

**Tabla 34:** Derivas Inelásticas en Dirección X – Modelo panelego

PISOS	X cm	Y cm	R cm	DE cm	DE/h	DM %	DM<2.00%
Cubierta	1,5027	0,0276	1,5030	0,7597	0,002110	1,2661	CUMPLE
Nivel 1	0,7431	0,0172	0,7433	0,7433	0,002065	1,2388	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

Aplicando el sismo en dirección Y y con una excentricidad de 1,10 metros perpendicular a la fuerza se encontró que las derivas inelásticas de todos los pisos del edificio cumplen con la normativa de < 2.00%.

**Tabla 35:** Derivas inelásticas en dirección Y – Modelo tradicional

PISOS	X cm	Y cm	R cm	DE cm	DE/h	DM %	DM<2.00%
Cubierta	0,1550	1,5359	1,5437	0,8193	0,002276	1,3655	CUMPLE
Nivel 1	0,0742	0,7206	0,7244	0,7244	0,002012	1,2074	CUMPLE

**Fuente:** El autor

**Tabla 36:** Derivas inelásticas en dirección Y – Modelo panelego

PISOS	X cm	Y cm	R cm	DE cm	DE/h	DM %	DM<2.00%
Cubierta	0,1498	1,4852	1,4927	0,7990	0,002219	1,3316	CUMPLE
Nivel 1	0,0711	0,6901	0,6938	0,6938	0,001927	1,1563	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

### 3.2.6.2. Análisis por irregularidad torsional

Se realiza el análisis de irregularidad torsional en el piso con los nodos que tienen las derivas elásticas máximas, resultando que el edificio no tiene torsión excesiva y no se penaliza por el factor  $A_X$ .

**Tabla 37:** Irregularidad torsional con sismo en dirección X – Modelo tradicional

PISO	NODO	DE	DE MAX	1,2 * PROM DE	DE MAX < 1,2 * PROM DE
Nivel 1	1 <sup>a</sup>	0,002157	0,002198	0,002613	CUMPLE, NO HAY TORSION EXCESIVA
	5 <sup>a</sup>	0,002198			

**Fuente:** El Autor

**Tabla 38:** Irregularidad torsional con sismo en dirección X – Modelo panelego

PISO	NODO	DE	DE MAX	1,2 * PROM DE	DE MAX < 1,2 * PROM DE
Cubierta	1 <sup>a</sup>	0,002110	0,002134	0,002547	CUMPLE, NO HAY TORSION EXCESIVA
	5F	0,002134			

**Fuente:** El Autor

**Tabla 39:** Irregularidad torsional con sismo en dirección Y – Modelo tradicional

PISO	NODO	DE	DE MAX	1,2 * PROM DE	DE MAX < 1,2 * PROM DE
Cubierta	5 <sup>a</sup>	0,002273	0,003252	0,003315	CUMPLE, NO HAY TORSION EXCESIVA
	5F	0,003252			

**Fuente:** El Autor

**Tabla 40:** Irregularidad torsional con sismo en dirección Y – Modelo panelego

PISO	NODO	DE	DE MAX	1,2 * PROM DE	DE MAX < 1,2 * PROM DE
Cubierta	5 <sup>a</sup>	0,003172	0,003172	0,003805	CUMPLE, NO HAY TORSION EXCESIVA
	5F	0,003170			

**Fuente:** El Autor

### 3.2.6.3. Análisis de los efectos de segundo orden P-Δ e índice de estabilidad Qi.

Se detalla el procedimiento de cálculo del índice de estabilidad en el análisis lineal del diseño de las estructuras

**Tabla 41:** Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección X – Modelo tradicional

PISOS	X(cm)	Y(cm)	R(cm)	D <sub>Eix</sub> (cm)
Cubierta	1,5678	0,0000	1,5678	0,7844
Piso 1	0,7834	0,0000	0,7834	0,7834

**Fuente:** El Autor

**Tabla 42:** Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección Y – Modelo tradicional

PISOS	X(cm)	Y(cm)	R(cm)	D <sub>Eix</sub> (cm)
Cubierta	0,0098	1,8783	1,8783	0,9919
Piso 1	0,0080	0,8864	0,8864	0,8864

**Fuente:** El Autor

**Tabla 43:** Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección X – Modelo panelego

PISOS	X(cm)	Y(cm)	R(cm)	D <sub>Eix</sub> (cm)
Cubierta	1,5144	0,0000	1,5144	0,7644
Piso 1	0,7500	0,0000	0,7500	0,7500

**Fuente:** El Autor

**Tabla 44:** Deriva elástica del centro de masa con sismo en dirección Y – Modelo panelego

PISOS	X(cm)	Y(cm)	R(cm)	D <sub>Eix</sub> (cm)
Cubierta	0,0095	1,8160	1,8160	0,9671
Piso 1	0,0077	0,8489	0,8489	0,8489

**Fuente:** El Autor

Se detalla el procedimiento de cálculo del índice de estabilidad en el análisis lineal del diseño de las estructuras.

**Tabla 45:** Índice de estabilidad con sismo en dirección X – Modelo tradicional

PISOS	P <sub>i</sub> (Ton)	V <sub>i</sub> (Ton)	D <sub>Eix</sub> (cm)	Q <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub> ≤ 0,3
Cubierta	107,63	24,44	0,7844	0,0099	CUMPLE
Nivel 1	174,81	41,40	0,7834	0,0095	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

**Tabla 46:** Índice de estabilidad con sismo en dirección Y – Modelo tradicional

PISOS	Pi(Ton)	Vi(Ton)	D <sub>Eix</sub> (cm)	Qi	Qi ≤ 0,3
Cubierta	107,63	24,44	0,9919	0,0125	CUMPLE
Nivel 1	174,81	41,40	0,8864	0,0107	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

**Tabla 47:** Índice de estabilidad con sismo en dirección X – Modelo panelego

PISOS	Pi(Ton)	Vi(Ton)	D <sub>Eix</sub> (cm)	Qi	Qi ≤ 0,3
Cubierta	107,63	24,24	0,7644	0,0097	CUMPLE
Nivel 1	167,57	40,15	0,7500	0,0089	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

**Tabla 48:** Índice de estabilidad con sismo en dirección Y – Modelo panelego

PISOS	Pi(Ton)	Vi(Ton)	D <sub>Eix</sub> (cm)	Qi	Qi ≤ 0,3
Cubierta	107,63	24,24	0,9671	0,0123	CUMPLE
Nivel 1	167,57	40,15	0,8489	0,0101	CUMPLE

**Fuente:** El Autor

### 3.3. Análisis comparativo de costos de sistemas de mampostería

El análisis de precios unitarios de los sistemas de mamposterías que se avalúan en este tema de titulación se encuentra en el anexo 3, debemos tener en cuenta que los sistemas de mamposterías constan con los siguientes rubros:

Pared de mampostería tradicional.

- Mampostería de bloque.
- Enlucido de paredes.
- Empastado de paredes interiores y exteriores.
- Pintado de paredes interiores y exteriores.

Pared de mampostería prefabricada (panelego).

- Instalación de paneles prefabricados (panelego).
- Pintado de paredes interiores y exteriores.

Debido al acabado liso que tienen los paneles prefabricados, el fabricante de estos sugiere que luego de instalarlos se debe obviar la aplicación de capas de enlucidos y empastados para pintar directamente los paneles.

El análisis de precios unitario de todos los rubros se realiza utilizando valores actuales del año 2024 para materiales y mano de obra.

**Tabla 49:** Análisis de precio unitario de mampostería de bloque

RUBRO:		MAMPOSTERIA DE BLOQUE			UNIDAD: m <sup>2</sup>	
<b>EQUIPO</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL	
1,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA				0,22	
				<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,22	
<b>MANO DE OBRA</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL	
1,00	PEON	1,00	4,14	0,33	1,38	
2,00	ALBAÑIL	1,00	4,19	0,67	2,79	
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,07	0,29	
				<b>SUBTOTAL (\$)</b>	4,47	
<b>MATERIAL</b>						
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL	
1,00	BLOQUE PL9	UNIDAD	13,00	0,40	5,20	
2,00	CEMENTO	SACO	0,20	9,50	1,90	
3,00	ARENA	m <sup>3</sup>	0,03	24,00	0,60	
4,00	AGUA	m <sup>3</sup>	0,02	1,00	0,02	
				<b>SUBTOTAL</b>	7,72	
					<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>	12,41
					<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>	3,10
					<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	15,51

Fuente: El Autor

**Tabla 50:** Análisis de precio unitario de paneles prefabricados

RUBRO:		MAMPOSTERIA DE PANELES PREFABRICADOS			UNIDAD:		m <sup>2</sup>	
<b>EQUIPO</b>								
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL (\$)			
1,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA				0,09			
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>		0,09	
<b>MANO DE OBRA</b>								
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL (\$)			
1,00	PEON	1,00	4,14	0,13	0,55			
2,00	ALBAÑIL	1,00	4,19	0,27	1,12			
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,03	0,12			
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>		1,79	
<b>MATERIAL</b>								
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL (\$)			
1,00	PANEL PREFABRICADO PANEL EGO	UNIDAD	0,67	28,00	18,67			
2,00	MORTERO ADESIVO	SACO	0,12	12,00	1,44			
3,00	MORTERO DE JUNTAS	SACO	0,12	12,00	1,44			
5,00	VARILLA DE 8MM	UNIDAD	0,05	6,50	0,33			
6,00	CANAL U	UNIDAD	0,17	10,00	1,67			
7,00	CUARTONES DE MADERA	UNIDAD	0,05	2,50	0,13			
8,00	AGUA	m <sup>3</sup>	0,02	1,00	0,02			
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>		23,68	
					<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>		25,56	
					<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>		6,39	
					<b>COSTO TOTAL(\$)</b>		31,95	

Fuente: El Autor

### 3.3.1. Cálculo de área de paredes

Utilizando la distribución arquitectónica mostrada en la figura 5 para este tema de titulación se calcula el área de paredes la cual será la misma para ambos sistemas de mamposterías

**Tabla 51:** Cálculo de área de mampostería

Paredes			Ventanas			Puertas			N° de Paredes	Área Total m <sup>2</sup>
B m	H m	Área m <sup>2</sup>	B m	H m	Área m <sup>2</sup>	B m	H m	Área m <sup>2</sup>		
3,20	3,40	10,88	-	-	-	-	-	-	24,00	261,12
3,70	3,40	12,58	-	-	-	-	-	-	2,00	25,16
4,20	3,40	14,28	3,30	1,20	3,96	3,30	1,20	3,96	8,00	82,56
4,20	3,40	14,28	2,30	1,20	2,76	0,90	2,00	1,80	8,00	77,76
<b>Área total de paredes</b>										<b>446,60</b>

Fuente: El Autor

**Tabla 52:** Cálculo de área de enlucido

Paredes			Ventanas			Puertas			N° de Paredes	Área Total m <sup>2</sup>
B m	H m	Área m <sup>2</sup>	B m	H m	Área m <sup>2</sup>	B m	H m	Área m <sup>2</sup>		
3,20	3,40	10,88	-	-	-	-	-	-	8,00	87,04
4,20	3,40	14,28	3,30	1,20	3,96	3,30	1,20	3,96	8,00	82,56
4,20	3,40	14,28	2,30	1,20	2,76	0,90	2,00	1,80	8,00	77,76
<b>Área total de enlucido exterior</b>										<b>247,36</b>
3,20	3,40	10,88	-	-	-	-	-	-	40,00	435,20
3,70	3,40	12,58	-	-	-	-	-	-	4,00	50,32
4,20	3,40	14,28	3,30	1,20	3,96	3,30	1,20	3,96	8,00	82,56
4,20	3,40	14,28	2,30	1,20	2,76	0,90	2,00	1,80	8,00	77,76
<b>Área total de enlucido interior</b>										<b>645,84</b>

Fuente: El Autor

### 3.3.2. Presupuesto de pared de mampostería tradicional

**Tabla 53:** Presupuesto de pared tradicional

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (\$)	P. Total (\$)
1	Mampostería de bloque	m <sup>2</sup>	446,60	15,51	6926,77
2	Enlucidos	m <sup>2</sup>	839,20	9,01	8047,73
3	Empaste Interior	m <sup>2</sup>	645,84	4,18	2699,61
4	Empaste Exterior	m <sup>2</sup>	247,36	5,16	1276,38
5	Pintura Interior	m <sup>2</sup>	645,84	4,28	2764,20
6	Pintura Exterior	m <sup>2</sup>	247,36	4,71	1165,07
<b>Precio total pared de mampostería tradicional</b>					<b>22879,75</b>

Fuente: El Autor

### 3.3.3. Presupuesto de pared de panel prefabricado

**Tabla 54:** Presupuesto de pared de panel prefabricado

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (\$)	P. Total (\$)
1	Mampostería de panelego	m <sup>2</sup>	446,60	31,95	14268,87
2	Pintura Interior	m <sup>2</sup>	645,84	4,28	2764,20
3	Pintura Exterior	m <sup>2</sup>	247,36	4,71	1165,07
<b>Precio total pared de panel prefabricado</b>					<b>18198,13</b>

Fuente: El Autor

## CONCLUSIONES

En conclusión, aunque las opiniones encontradas son divididas alrededor de la seguridad de la mampostería tradicional y su instalación a diferencia de los paneles prefabricados, los resultados reflejan una disposición favorable respecto a innovar los métodos de construcción, apreciando la reducción de costos, eficiencia, pero sin perder de vista la seguridad y el bienestar en los entornos educativos.

Los diseños propuestos cumplen con las normativas de sismo resistencia. Siendo notoria la diferencia al utilizar la mampostería tradicional que el panel prefabricado, reduciendo valores en factores tales como: índice de estabilidad, derivas de piso, irregularidad torsional, deriva elástica del centro de masa, además los paneles prefabricados seleccionados cumplen con los requisitos de carga y deformación establecidos por las normas vigentes, asegurando la integridad del pabellón en eventos sísmicos. Además, las características térmicas del material permiten un ambiente confortable, reduciendo la necesidad de acondicionamiento térmico adicional.

El análisis comparativo de costos concluye que el uso de paneles prefabricados es económicamente factible y competitivo por delante de la mampostería de bloques PL 9. Siendo evidente que los paneles prefabricados requieren una inversión inicial relativamente alta, la reducción en tiempos de construcción, menor costo de mano de obra, ambos compensan los gastos, siendo rentable la propuesta. En conclusión, la implementación de paneles prefabricados no solo es factible, sino también es económicamente favorable para el desarrollo de la infraestructura educativa de este estudio.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar campañas para informar al personal involucrado en el sector educativo sobre las ventajas de los paneles prefabricados, enfatizando aspectos tales como: reducción de costos y cronograma de obra, estos aspectos se cumplen sin reducir la seguridad de la estructura ante eventos sísmicos.

Establecer controles periódicos y total asesoramiento durante la instalación de los paneles prefabricados asegurando el cumplimiento de las normativas de sismo-resistencia, a su vez optimizar el confort en del pabellón diseñado, disminuyendo la necesidad de elementos de climatización, sumando una mayor sostenibilidad de la propuesta.

Facilitar planes de financiamiento y subsidios para que las instituciones académicas puedan adquirir los paneles prefabricados, resaltando los beneficios a largo plazo. Difundir los resultados de los análisis comparativos haciendo atractiva la propuesta al reducirse la inversión en mampostería.

## REFERENCIAS

- Alisson, R., & Klinger, J. (2020). *ArticuloFinal\_Rivadeneira\_Klinger*. 3. [https://www.researchgate.net/publication/338992066\\_MAPAS\\_ILUSTRATIVOS\\_DE\\_LOS\\_SISMOS\\_OCURRIDOS\\_EN\\_ECUADOR\\_DURANTE\\_LOS\\_ULTIMOS\\_ANOS\\_2012-2019](https://www.researchgate.net/publication/338992066_MAPAS_ILUSTRATIVOS_DE_LOS_SISMOS_OCURRIDOS_EN_ECUADOR_DURANTE_LOS_ULTIMOS_ANOS_2012-2019)
- Alonso-Sanz, A. (2017). Repensando tres entornos educativos consolidados. *Artseduca*, 0(18), 78–99.
- Arias Gonzáles, J. L. (2020). *Técnicas E Instrumentos De Investigación Científica Enfoques Consulting Eirl*.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. In *Enfoques Consulting EIRL*. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Askeland, D. (1998). *Ciencia e ingeniería de los materiales*.
- Behar, D. S. (2008). Introducción a la Metodología de la Investigación. In *Shalom* (Vol. 1, Issues 978-959-212-783–7, pp. 1–94). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cerda Guitierrez, H. (2003). COMO ELABORAR PROYECTOS. *DISEÑO, EJECUCIÓN Y EVALUACION DE PROYECTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y EDUCATIVO*, 2003, 147.
- Chang, Y., Li, X., Masanet, E., Zhang, L., Huang, Z., & Ries, R. (2018). Unlocking the green opportunity for prefabricated buildings and construction in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 139(July 2018), 259–261. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.08.025>
- da Graça, V. A. C., Kowaltowski, D. C. C. K., & Petreche, J. R. D. (2007). An evaluation

- method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. *Building and Environment*, 42(2), 984–999. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.10.020>
- Das, P. K. (2010). *Climate Change and Education Bangladesh*.
- ESCAP. (2017). *Disaster Resilience for Sustainable Development*. [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Asia-Pacific Disaster Report 2017 %28Full%29.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Asia-Pacific%20Disaster%20Report%202017%20Full.pdf)
- Flores, L., & Aragón, J. (2018). Estrategias para la reducción del riesgo sísmico en México. *Cenapred Mexico*, 25.
- Fratila, D. (2009). Evaluation of near-dry machining effects on gear milling process efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 839–845. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.010>
- Game Zapata, R., & Sánchez Calderón, L. (2018). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra Presentado por*.
- Giudice, C. A., & Pereyra, A. M. (2016). *PINTURAS ANTICORROSIVAS PARA SUSTRATOS DE HIERRO Y ACERO*. 1–23.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)
- Kamali, M., & Hewage, K. (2017). Development of performance criteria for sustainability

- evaluation of modular versus conventional construction methods. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3592–3606. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.108>
- Keeble, B. R. (1988). The Brundtland Report: “Our Common Future.” *Medicine and War*, 4(1), 17–25. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Lilja, R. (2009). Negotiated environmental agreements in promoting material efficiency in industry – first steps in Finland. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 863–872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.01.002>
- LOEI. (2011). Ley de educacion intercultural Ecuador. *Quito, Pichincha, Ecuador*, 46. [https://oig.cepal.org/sites/default/files/2011\\_leyeducacionintercultural\\_ecu.pdf](https://oig.cepal.org/sites/default/files/2011_leyeducacionintercultural_ecu.pdf)
- López, P., & Fachelli, S. (2017). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación Social Cuantitativa*, 1, 1–47. <https://acortar.link/2f5xu>
- Maxwell, D., Sheate, W., & van der Vorst, R. (2006). Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1466–1479. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.028>
- McCormac, J. C., & Csernak Stephen. (2012). *Diseño de estructuras de acero* (Luz Angele). Alfaomega.
- Mejía, E. (2005). Técnicas e Instrumentos de Investigación. *Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación*, Primera ed(9972-834-08-05), 247. <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>
- Mejía Nájera, C., Cruz Sánchez, E., Carballo Sánchez, A., & Blancas Olvera, Z. (2016). Apertura de posgrado mediante el estudio de factibilidad y viabilidad en upfim. *Revista de Sistemas y Gestión Educativa*, 611–629.

[http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas\\_y\\_Gestion\\_Educativa/vol3num8/Revista\\_de\\_Sistemas\\_y\\_Gestion\\_Educativa\\_V3\\_N8\\_1.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_y_Gestion_Educativa/vol3num8/Revista_de_Sistemas_y_Gestion_Educativa_V3_N8_1.pdf)

Menichini, G., Nistri, V., Boschi, S., Del Monte, E., Orlando, M., & Vignoli, A. (2022). Calibration of vulnerability and fragility curves from moderate intensity Italian earthquake damage data. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67, 102676. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102676>

Moore, G., & Lackney, J. (1994). Educational Facilities for the Twenty-First Century: Research Analysis and Design Patterns. *Center for Architecture and Urban Planning Research Books*, 1–87. [http://dc.uwm.edu/caupr\\_mono/32](http://dc.uwm.edu/caupr_mono/32)

Navaratnam, S., Satheeskumar, A., Zhang, G., Nguyen, K., Venkatesan, S., & Poologanathan, K. (2022). The challenges confronting the growth of sustainable prefabricated building construction in Australia: Construction industry views. *Journal of Building Engineering*, 48, 103935. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103935>

NEC-SE-CG. (2015). Nec-Se-Cg Cargas (No Sísmicas). *Nec, Capítulo 1*, 32. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CG.pdf>

NEC-SE-DS. (2015). NEC-SE-DS Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. <http://www.indeci.gob.pe/proyecto58530/objetos/archivos/20110606102841.pdf%0Ahttps://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico-parte-1.pdf> (in spanish)

NEC-SE-GC. (2015). Geotécnia y Cimentaciones. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.

O'Connor, M., & Spangenberg, J. H. (2008). A methodology for CSR reporting: assuring a

- representative diversity of indicators across stakeholders, scales, sites and performance issues. *Journal of Cleaner Production*, 16(13), 1399–1415. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.08.005>
- Paci-Green, R., Pandey, B., Gryc, H., Ireland, N., Torres, J., & Young, M. (2020). Challenges and benefits of community-based safer school construction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101384>
- Proaño Venegas, C. I. (2024). Algunas consideraciones sobre un análisis de factibilidad para proyectos de obras civiles. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(3), 124–133. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i3.1081>
- Riddell, R., & Hidalgo, P. (2020). Diseño Estructural. In *Diseño Estructural* (Vol. 7). <https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmd3>
- Ríos Ramírez, R. R. (2017). *ROGER RICARDO RIOS RAMIREZ Metodología para la investigación y redacción*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/1662.pdf>
- Şenyiğit, V., & Basri Memduhoğlu, H. (2020). End-user preferences in school design: A qualitative study based on student perspective. *Building and Environment*, 185(September). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107294>
- Tam, V. W. Y. (2008). On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction. *Waste Management*, 28(6), 1072–1080. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.04.007>
- Vargas, A. (2016). Determinación de la Factibilidad. *Escuela de Ingeniería y Telecomunicaciones*, 1–4. <http://apuntesduoc.pbworks.com/f/Estudio+de+factibilidad+II.pdf>

- Wasim, M., Han, T. M., Huang, H., Madiyev, M., & Ngo, T. D. (2020). An approach for sustainable, cost-effective and optimised material design for the prefabricated non-structural components of residential buildings. *Journal of Building Engineering*, 32, 101474. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101474>
- Xu, C., Nehdi, M. L., Wang, K., & Guo, Y. (2021). Experimental study on seismic behavior of novel AAC prefabricated panel walls. *Journal of Building Engineering*, 44, 103390. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103390>
- Yang, B., Liu, B., Xiao, J., Zhang, B., Wang, Z., & Dong, M. (2021). A novel construction scheduling framework for a mixed construction process of precast components and cast-in-place parts in prefabricated buildings. *Journal of Building Engineering*, 43(June), 103181. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103181>
- Yu, S., Liu, Y., Wang, D., Bahaj, A. B. S., Wu, Y., & Liu, J. (2021). Review of thermal and environmental performance of prefabricated buildings: Implications to emission reductions in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137(13), 110472. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110472>
- Zhou, J., Li, Y., & Ren, D. (2022). Quantitative study on external benefits of prefabricated buildings: From perspectives of economy, environment, and society. *Sustainable Cities and Society*, 86, 104132. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104132>

# ANEXOS

## ANEXO 1

### PESO Y CARGAS DE ESTRUCTURA TRADICIONAL

Tabla A1.1: Peso y cargas de estructura tradicional

Elemento	Cantidad	B m	H m	L m	Peso Ton/m <sup>3</sup>	Peso Ton
Columna	18,00	0,30	0,30	1,80	2,40	7,00
Columna	6,00	0,30	0,20	1,80	2,40	1,56
<b>Peso propio piso base</b>						8,55
Columna	18,00	0,30	0,30	3,60	2,40	14,00
Columna	6,00	0,30	0,20	3,60	2,40	3,11
Viga	4,00	0,20	0,25	4,20	2,40	2,02
Viga	2,00	0,20	0,25	3,70	2,40	0,89
Viga	12,00	0,20	0,35	4,20	2,40	8,47
Viga	2,00	0,20	0,35	3,70	2,40	1,24
Viga	2,00	0,30	0,45	3,20	2,40	2,07
Viga	10,00	0,20	0,25	3,20	2,40	3,84
Viga	6,00	0,20	0,25	2,05	2,40	1,48
Losa	1,00	204,60	19,00	185,60	0,19	35,64
<b>Peso propio piso 1</b>						72,75
<b>Carga muerta piso 1</b>				185,60	0,26	48,26
Carga viva 1				126,00	0,20	25,20
Carga viva 2				59,60	0,48	28,61
<b>Carga viva piso 1</b>						53,81
Columna	18,00	0,30	0,30	1,80	2,40	7,00
Columna	6,00	0,30	0,20	1,80	2,40	1,56
Viga	4,00	0,20	0,25	4,20	2,40	2,02
Viga	1,00	0,20	0,25	3,70	2,40	0,44
Viga	12,00	0,20	0,35	4,20	2,40	8,47
Viga	3,00	0,20	0,35	3,70	2,40	1,86
Viga	12,00	0,20	0,25	3,20	2,40	4,61
Viga	6,00	0,20	0,25	2,05	2,40	1,48
Losa	1,00	204,60	0,00	204,60	0,19	39,28
<b>Peso propio cubierta</b>						66,71
<b>Carga muerta cubierta</b>				204,60	0,13	26,60
<b>Carga viva cubierta</b>				204,60	0,07	14,32

Fuente: El Autor

**Tabla A1.2: Peso y cargas de estructura Panelego**  
**PESO Y CARGAS DE ESTRUCTURA PANELEGO**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>B m</b>	<b>H m</b>	<b>L m</b>	<b>Peso Ton/m<sup>3</sup></b>	<b>Peso Ton</b>
Columna	18,00	0,30	0,30	1,80	2,40	7,00
Columna	6,00	0,30	0,20	1,80	2,40	1,56
<b>Peso propio piso base</b>						<b>8,55</b>
<b>Elemento</b>	<b>#</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>Peso vol</b>	<b>Peso</b>
Columna	18,00	0,30	0,30	3,60	2,40	14,00
Columna	6,00	0,30	0,20	3,60	2,40	3,11
Viga	4,00	0,20	0,25	4,20	2,40	2,02
Viga	2,00	0,20	0,25	3,70	2,40	0,89
Viga	12,00	0,20	0,35	4,20	2,40	8,47
Viga	2,00	0,20	0,35	3,70	2,40	1,24
Viga	2,00	0,30	0,45	3,20	2,40	2,07
Viga	10,00	0,20	0,25	3,20	2,40	3,84
Viga	6,00	0,20	0,25	2,05	2,40	1,48
Losa	1,00	204,60	19,00	185,60	0,19	35,64
<b>Peso propio piso 1</b>						<b>72,75</b>
<b>Carga muerta piso 1</b>				185,60	0,22	41,02
Carga viva 1				126,00	0,20	25,20
Carga viva 2				59,60	0,48	28,61
<b>Carga viva piso 1</b>						<b>53,81</b>
Columna	18,00	0,30	0,30	1,80	2,40	7,00
Columna	6,00	0,30	0,20	1,80	2,40	1,56
Viga	4,00	0,20	0,25	4,20	2,40	2,02
Viga	1,00	0,20	0,25	3,70	2,40	0,44
Viga	12,00	0,20	0,35	4,20	2,40	8,47
Viga	3,00	0,20	0,35	3,70	2,40	1,86
Viga	12,00	0,20	0,25	3,20	2,40	4,61
Viga	6,00	0,20	0,25	2,05	2,40	1,48
Losa	1,00	204,60	0,00	204,60	0,19	39,28
<b>Peso propio cubierta</b>						<b>66,71</b>
<b>Carga muerta cubierta</b>				204,60	0,13	26,60
<b>Carga viva cubierta</b>				204,60	0,07	14,32

Fuente: El Autor

## ANEXO 2

### CORTANTE BASAL DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

Para este trabajo de titulación se especifica que la estructura se encuentra dentro de la provincia de Santa Elena sobre un suelo tipo C, en donde podemos encontrar una aceleración máxima en roca de  $Z = 0.5$ , ubicándola en una zona sísmica de nivel VI, teniendo un peligro sísmico “Muy Alta” según NEC-SE-DS- “Peligro Sísmico”

Datos de NEC-SE-DS- “Peligro Sísmico”

$Z = 0.5$	$F_a = 1.18$	$C_t = 0.055$	$R = 8.00$
$h = 1.80$	$F_d = 1.06$	$a = 0.90$	$\Phi_P = 1.00$
$r = 1.00$	$F_s = 1.23$	$I = 1.30$	$\Phi_E = 1.00$

Datos de la estructura

$h_n = 7.20 \text{ m}$	$W = 239.90\text{Ton}$ (Tradicional)
	$W = 232.66\text{Ton}$ (Panel Ego)

a) Determinación del periodo fundamental de vibración de la estructura.

$$T = C_t h_n^\alpha$$

$$T = (0.055)(7.20 \text{ m})^{0.90} = 0.33\text{sg}$$

b) Determinación del período de cambio  $T_c$  en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

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

$$T_c = 0.55 * (1.23) * \left(\frac{1.06}{1.18}\right) = 0.61\text{sg}$$

c) Cálculo de la Curva desde  $T < T_c$  del Espectro de Respuesta Elástico de Aceleraciones.

$$S_a = \eta Z F_a$$

$$S_a = (1.80) * (0.5) * (1.18) = 1.062$$

d) Cálculo del Cortante Basal Total de Diseño

<p>Estructura tradicional</p> $V = \frac{IS_a}{R\phi_P\phi_E} W$ $V = \frac{(1.00)(1.062)}{(8.00)(1.00)(1.00)} (239.90\text{Ton})$ $V = 41.40\text{Ton}$	<p>Estructura Panel Ego</p> $V = \frac{IS_a}{R\phi_P\phi_E} W$ $V = \frac{(1.00)(1.062)}{(8.00)(1.00)(1.00)} (232.66\text{Ton})$ $V = 40.15\text{Ton}$
--	--

e) Distribución Vertical de las Fuerzas Sísmicas Laterales.

Se determina el coeficiente (k) relacionado con el período de vibración de la estructura.

$$T = 0.33 \text{ sg}$$

Como

Entonces

$$T < 0.5$$

$$0.33 < 0.5$$

$$k = 1$$

**Tabla A2.1:** Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales - Modelo Tradicional

# Pisos	W <sub>x</sub> Peso (Ton)	hx Altura de Piso (m)	W <sub>x</sub> *(hx) <sup>k</sup> (Ton m)	$\frac{W_x^*(hx)^k}{S(W_x^*(hx)^k)}$	F <sub>x</sub> = F <sub>i</sub> (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)
Piso 2	96,89	7,20	697,62	0,59	24,44	24,44
Piso 1	134,45	3,60	484,04	0,41	16,96	41,40
Base	8,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>			1181,65	<b>Total</b>	41,40	

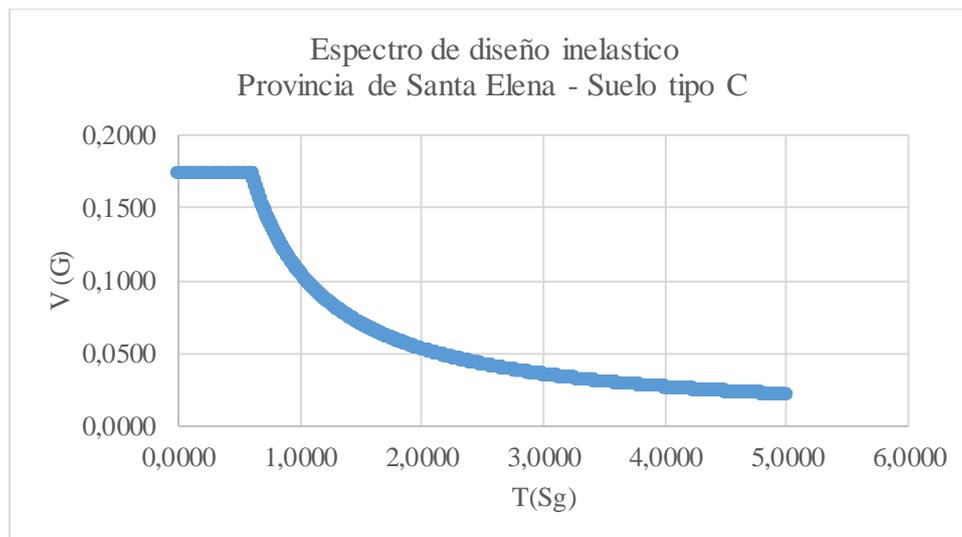
**Fuente:** El autor

**Tabla A2.2:** Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales Modelo panelego

# Pisos	W <sub>x</sub> Peso (Ton)	h <sub>x</sub> Altura de Piso (m)	W <sub>x</sub> *(h <sub>x</sub> ) <sup>k</sup> (Ton m)	$\frac{W_x*(h_x)^k}{S(W_x*(h_x)^k)}$	F <sub>x</sub> = F <sub>i</sub> (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)
Piso 2	96,89	7,20	697,62	0,60	24,24	24,24
Piso 1	127,22	3,60	457,98	0,40	15,91	40,15
Base	8,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>			1155,59	<b>Total</b>	40,15	

**Fuente:** El autor

**Imagen A2.1:** Espectro de diseño inelástico para la provincia de Santa Elena – Suelo tipo C



**Fuente:** El autor

### ANEXO 3

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**Tabla A3.1:** Análisis de precio unitario de enlucido

RUBRO:		ENLUCIDO			UNIDAD:		m2
<b>EQUIPO</b>							
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL (\$)		
1,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA						0,22
						<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,22
<b>MANO DE OBRA</b>							
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL (\$)		
1,00	PEON	1,00	4,14	0,33			1,38
2,00	ALBANIL	1,00	4,19	0,67			2,79
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,07			0,29
						<b>SUBTOTAL (\$)</b>	4,47
<b>MATERIAL</b>							
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL (\$)		
1,00	CEMENTO	SACO	0,20	9,50			1,90
2,00	ARENA	m3	0,03	24,00			0,60
3,00	AGUA	m3	0,02	1,00			0,02
						<b>SUBTOTAL (\$)</b>	2,52
						<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>	7,21
						<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>	1,80
						<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	9,01

**Fuente:** El autor

**Tabla A3.2:** Análisis de precio unitario de pintura interior

RUBRO:		PINTURA INTERIOR			UNIDAD:		m2
<b>EQUIPO</b>							
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL (\$)		
1,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA						0,12
						<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,12
<b>MANO DE OBRA</b>							
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL (\$)		
1,00	AYUDANTE DE PINTOR	1,00	4,14	0,13			0,55
2,00	PINTOR	1,00	4,19	0,40			1,68
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,04			0,18
						<b>SUBTOTAL (\$)</b>	2,40
<b>MATERIAL</b>							
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL (\$)		
1,00	PINTURA DE CAUCHO	GALON	0,05	18,00			0,90
						<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,90
						<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>	3,43
						<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>	0,86
						<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	4,28

**Fuente:** El autor

**Tabla A3.3:** Análisis de precio unitario de pintura exterior

RUBRO:		PINTURA EXTERIOR			UNIDAD:	m2
<b>EQUIPO</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL (\$)	
1,00	ANDAMIO	2,00	0,19	0,13	0,05	
2,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA				0,13	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,18
<b>MANO DE OBRA</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL (\$)	
1,00	AYUDANTE DE PINTOR	1,00	4,14	0,20	0,83	
2,00	PINTOR	1,00	4,19	0,40	1,68	
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,04	0,18	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	2,68
<b>MATERIAL</b>						
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL (\$)	
1,00	PINTURA DE CAUCHO	GALON	0,05	18,00	0,90	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,90
					<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>	3,76
					<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>	0,94
					<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	4,71

Fuente: El autor

**Tabla A3.4:** Análisis de precio unitario de empaste interior

RUBRO:		EMPASTE INTERIOR			UNIDAD:	m2
<b>EQUIPO</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL (\$)	
1,00	ANDAMIO	2,00	0,19	0,13	0,05	
2,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA				0,12	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,17
<b>MANO DE OBRA</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL (\$)	
1,00	AYUDANTE DE PINTOR	1,00	4,14	0,13	0,55	
2,00	PINTOR	1,00	4,19	0,40	1,68	
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,04	0,18	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	2,40
<b>MATERIAL</b>						
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL (\$)	
1,00	EMPASTE INTERIOR	SACO	0,05	14,00	0,70	
2,00	LIJA #60	UNIDAD	0,05	0,65	0,03	
3,00	LIJA #150	UNIDAD	0,05	0,65	0,03	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,77
					<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>	3,34
					<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>	0,84
					<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	4,18

Fuente: El autor

**Tabla A3.4:** Análisis de precio unitario de empaste exterior

RUBRO:		EMPASTE EXTERIOR			UNIDAD:	m2
<b>EQUIPO</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	REN/HORA	C. TOTAL (\$)	
1,00	ANDAMIO	2,00	0,19	0,13	0,05	
2,00	HERRAMIENTA MENOR 5% MANO DE OBRA				0,13	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	0,18
<b>MANO DE OBRA</b>						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORN/HORA	REN.U/HORA	C. TOTAL (\$)	
1,00	AYUDANTE DE PINTOR	1,00	4,14	0,20	0,83	
2,00	PINTOR	1,00	4,19	0,40	1,68	
3,00	MAESTRO	1,00	4,42	0,04	0,18	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	2,68
<b>MATERIAL</b>						
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL (\$)	
1,00	EMPASTE EXTERIOR	SACO	0,05	24,00	1,20	
2,00	LIJA #60	UNIDAD	0,05	0,60	0,03	
3,00	LIJA #150	UNIDAD	0,05	0,60	0,03	
					<b>SUBTOTAL (\$)</b>	1,26
					<b>COSTO UNIT. DIRECTO(\$)</b>	4,12
					<b>COSTO UNIT. INDIRECTO(\$)</b>	1,03
					<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	5,16

**Fuente:** El autor