



UPSE

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

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**PLAN ESTRATÉGICO PARA LA REHABILITACIÓN DE EDIFICACIÓN AMANCAY
AFECTADA POR CLORUROS SECTOR LAS PALMERAS - SALINAS**

AUTOR

Núñez Montiel, Sheyla Noemí

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR

Argudo Rodríguez, Jaime Fernando.

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Fidel Chuchuca Aguilar, MSc.
COORDINADOR DEL PROGRAMA**

**Ing. Jaime Argudo Rodríguez, PhD
TUTOR**

**Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD
DOCENTE ESPECIALISTA 1**

**Ing. Luis Rafael Valdez Guzmán, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA 2**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL 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, 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 ING. SHEYLA NOEMÍ NÚÑEZ MONTIEL, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción.

TUTOR

Ing. Jaime Fernando Argudo Rodríguez, PhD

10 días del mes de octubre del año 2023



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, ING. SHEYLA NOEMÍ NÚÑEZ MONTIEL

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Plan Estratégico para la rehabilitación de edificación Amancay afectada por cloruros sector Las Palmeras – Salinas, previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil con 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 10 días del mes de octubre del año 2023

EL AUTOR

Ing. Sheyla Noemi Núñez Montiel



**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 Plan Estratégico para la rehabilitación de edificación Amancay afectada por cloruros sector Las Palmeras – Salinas, presentado por la estudiante, Ing. Sheyla Núñez Montiel, fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al XX%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS magister		
Tesis Aceptada SHEYLA NUNEZ MONTIEL FINAL JFA		6% Similitudes
		< 1% Texto entre comillas 0% similitudes entre comillas < 1% Idioma no reconocido
Nombre del documento: Tesis Aceptada SHEYLA NUNEZ MONTIEL FINAL_JFA.pdf ID del documento: b59dca9c33d4c0d26cab2331f9b80e2169c8fc6 Tamaño del documento original: 4,29 MB	Depositante: JAIME FERNANDO ARGUDO RODRIGUEZ Fecha de depósito: 11/10/2023 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 11/10/2023	Número de palabras: 24.864 Número de caracteres: 174.169

TUTOR

Ing. Jaime Fernando Argudo Rodríguez PhD



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

AUTORIZACIÓN

Yo, Sheyla Noemi Núñez Montiel

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 10 días del mes de octubre del año 2023

EL AUTOR

Ing. Sheyla Noemi Núñez Montiel

AGRADECIMIENTO

Gracias a mis seres especiales que fueron mi apoyo en todo el proceso de la maestría y que me dieron animo a continuar con este objetivo.

A todos quienes aportaron moral y físicamente en el cumplimiento de esta tesis, en especial al Ing. Jaime Fernando Argudo Rodríguez, PhD por su guía y por aceptar compartir sus conocimientos conmigo, es un privilegio haber obtenido mi masterado bajo su tutoría.

Sheyla Noemi Núñez Montiel

DEDICATORIA

La vida coloca momentos buenos y otros donde se piensa que estamos lejos de alcanzar nuestras metas y sueños. Conocer la llegada de mi hijo fue uno de esos momentos, experimente que uno es capaz de hasta lo imposible por ellos, llena de miedos y dudas termine el pregrado junto a él y ahora alcanzamos una meta más bajo la guía y bendición de Dios.

Hemos luchado juntos y lo hemos logrado juntos.

Esto y todo lo que pueda alcanzar en un camino difícil, serán por y para ti mi pequeño Pedrito Cuzco Núñez.

Sheyla Noemi Núñez Montiel

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
1. CAPÍTULO I. MARCO TEORICO REFERENCIAL	9
1.1. Evaluación de la corrosión en zonas costeras.....	9
1.2. Mecanismo químico de la corrosión.....	9
1.3. Factores que influyen en el proceso de corrosión	10
1.4. Cloruros en el acero de refuerzo.....	10
1.5. Carbonatación	11
1.6. Tipos de corrosión.....	11
1.6.1. Corrosión uniforme.....	11
1.6.2. Corrosión localizada.....	12
1.6.3. Corrosión galvánica.....	13
1.6.4. Corrosión por picadura.....	13
1.6.5. Corrosión en ranuras.....	14
1.6.6. Corrosión por cavitación.....	14
1.6.7. Corrosión acelerada por cloruros.....	15
1.6.8. La corrosión intergranular.....	16
1.6.9. La corrosión por fricción.....	16
1.7. Control de corrosión y protección de materiales.....	16
1.8. Ensayos de laboratorio para investigar corrosión en estructuras.....	17
1.8.1. Ensayos de esclerometría.....	17
1.8.2. Ensayo de extracción de núcleos.....	18
1.8.3. Ensayo de carbonatación.....	19
1.8.4. Ensayo de medición de cloruros.....	20
1.9. Sismicidad en el Ecuador.....	20
1.10. Filosofía de diseño sismo resistente	21
1.11. Características de desempeño estructural del hormigón armado.....	23
1.12. Durabilidad del hormigón	24
1.13. Acciones físicas del hormigón.....	25
1.14. Acciones químicas en el hormigón.....	26
1.15. Acciones mecánicas del hormigón.....	27
1.16. Fisuras y grietas estructurales	27
1.16.1. Grietas por tracción directa	28
1.16.2. Grietas por flexión indirecta.....	28
1.16.3. Grietas por cortante.....	29
1.16.4. Grietas por punzonamiento	29
1.16.5. Grietas por torsión.....	30
1.16.6. Grietas longitudinales de tracción	30
1.17. Evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica (fema 154 nivel 1) para edificios.....	31
1.18. Plan estratégico.....	32
1.18.1. La importancia de la planeación estratégica.....	32

1.18.2. Diagnóstico estratégico	33
1.18.3. Rentabilidad y toma de decisiones.	34
2. CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	35
2.1. Contexto de la investigación	35
2.2. Diseño y alcance de la investigación	37
2.2.1. Diseño de la investigación.....	37
2.2.2. Alcance de la investigación	38
2.3. Tipo y método de investigación.....	38
2.3.1. Tipo de la investigación.....	38
2.3.2. Método de la investigación.....	38
2.4. Población y muestra	38
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
2.6. Procesamiento de la evaluación; validez y confiabilidad de los instrumentos.....	40
2.6.1. Determinación de la patología de la estructura mediante ensayos destructivos y no destructivos.	40
2.6.2. Análisis de formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica para edificaciones nivel 1.	42
2.6.3. Plan estratégico para el mejoramiento o reparación de la estructura del edificio Amancay.	42
3. CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSION	48
3.1. Resultados de la patología de la estructura.....	52
3.2. Resultados de la evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica (fema 154 nivel 1).	58
3.3. Plan Estratégico para para el mejoramiento o reparación de la estructura del edificio Amancay II.....	60
3.3.1. Escenario para sismo a 72 años.....	66
3.3.2. Escenario para sismo a 225 años.....	66
3.3.3. Escenario para sismo a 475 años.....	66
3.4. Resultados obtenidos del análisis de beneficios y costos.	71
4. CONCLUSIONES.....	75
5. RECOMENDACIONES	75
6. BIBLIOGRAFÍA	76
7. ANEXOS.....	82
7.1. Anexo 1 Edificaciones mayores a 4 pisos.....	82
7.2. Anexo 2 cuadros de plintos.....	86
7.3. Anexo 3 cuadros de columnas	87
7.4. Anexo 4 Cimentación	90
7.5. Anexo 5 Relevamiento de grietas y fisuras.....	91
7.6. Anexo 6 Ensayo Esclerométrico	92
7.7. Anexo 7 Ensayo de comprensión de cilindros	93
7.8. Anexo 8 Ensayo de medición de cloruros.....	94
7.9. Anexo 9 Imágenes de ensayos y daños en la estructura.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación de una celda electroquímica.....	9
Figura 2 Cloruros en el acero de refuerzo.....	10
Figura 3 Corrosión Uniforme o Generalizada.....	12
Figura 4 Corrosión Localizada.....	12
Figura 5 Corrosión Galvánica.....	13
Figura 6 Corrosión por picadura.....	13
Figura 7 Corrosión por ranura.....	14
Figura 8 Corrosión por Cavitación.....	15
Figura 9 Abaco para cálculos de ensayo esclerometrico.....	18
Figura 10 Anillo de fuego y subducción.....	20
Figura 11 Estaciones (IP-EPN) y zonas sísmicas del Ecuador (NEC, 2015).....	21
Figura 12 Durabilidad del hormigón.....	25
Figura 13 Tipos de deformaciones del concreto.....	26
Figura 14 Fisuras y grietas estructurales.....	27
Figura 15 Grietas por tracción directa.....	28
Figura 16 Grietas por cortante.....	29
Figura 17 Grietas por punzonamiento.....	30
Figura 18 Grietas por torsión.....	30
Figura 19 Grietas longitudinales.....	31
Figura 20 Interrogantes para elaborar un plan estratégico.....	33
Figura 21 <i>Matriz de diagnóstico FODA</i>	34
Figura 22 Cifras de habitantes de la Provincia de Santa Elena.....	35
Figura 23 Ubicación de edificación Amancay II.....	36
Figura 24 Actividades Comerciales por sectores productivos del Cantón Salinas.....	44
Figura 25 Vía de acceso a condominio Amancay. Fuente: Google Earth.....	44
Figura 26 Pórticos discontinuos, columnas y vigas en edificación Amancay II.....	49
Figura 27 Vista externa de edificación Amancay II.....	49
Figura 28 Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica para edificación” (NEC-MANUAL MIDUVI, 2020).....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Edificaciones por piso del Cantos Salinas.	39
Gráfico 2 Cuadro comparativo con el precio por m ² de condominios en el Cantón Salinas	46
Gráfico 3 Cuadro comparativo con los tipos de rehabilitación.	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de ΔM máximos, mencionados como fracción de la altura de piso según (NEC-SE-DS, 2015).	23
Tabla 2 Resumen de la filosofía de diseño	23
Tabla 3 Población Económicamente Activa del Cantón Salinas.	43
Tabla 4 Clasificación de fisuras, micro fisuras y grietas.	50
Tabla 5. Recubrimiento mínimo.....	51
Tabla 6 Propiedades Mecánicas del Hormigón Armado. Fuente: (NEC, 2015).	52
Tabla 7 Resultados obtenidos del ensayo esclerométricos.	53
Tabla 8. Resultados obtenidos del ensayo de extracción de núcleos.	55
Tabla 9 Resultados obtenidos para ensayo de carbonatación.....	56
Tabla 10 Resultados obtenidos de ensayos de medición de cloruros conforme ASTM D512-89.	57
Tabla 11 Resultados de ensayo de medición de cloruros ASTM C1218-99.....	58
Tabla 12 Valores referenciales de terreno y edificación. Fuente: Investigación de campo	61
Tabla 13 Tasación de Condominio Amancay II.	62
Tabla 14 Estados de daños y niveles de desempeño. (SEAOC, 1995).....	62
Tabla 15 Presupuesto para reparación superficial.	63
Tabla 16 Presupuesto para reparación profunda (sin reforzamiento) de elementos estructurales.....	64
Tabla 17 Presupuesto para reparación profunda (con reforzamiento) de elementos estructurales.....	65
Tabla 18 Resumen de reparación de daños por escenarios.	67
Tabla 19 Escenario 1, sismo frecuente – Periodo 72 años.....	68
Tabla 20 Escenario 2, sismo ocasional – Periodo 225 años.....	69
Tabla 21 Escenario 3, sismo raro – Periodo 475 años.....	70
Tabla 22 Especificaciones de granulometría.	73

RESUMEN

El presente trabajo tiene como primer objetivo realizar métodos experimentales no destructivos que permitan evaluar la calidad del hormigón y la medición de cloruros existentes en la edificación Amancay del sector Las Palmeras en el cantón Salinas, para lo cual se realizaron ensayos físicos y químicos con el fin de obtener el nivel de PH y corrosión en el acero estructural. Para lograr el segundo objetivo planteado, se elaboró un plan de estudio para el reforzamiento de la estructura, llevando a cabo una investigación fundamentada en datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Salinas, y datos recopilados mediante observaciones visuales de la condición estructural actual de la edificación; con lo cual se determinó con el método estructural FEMA-154 para evaluación nivel 1, si la estructura requiere de reforzamiento y finalmente se evalúa mediante un análisis financiero de costos/beneficio la opción de intervención estructural más recomendada y factible económicamente con base a los escenarios de la ocurrencia de un sismo con periodos de retorno de 72, 225 y 475 años. El plan estratégico permitirá a edificaciones similares con más de 4 pisos tener una referencia metodológica para su evaluación de costo/beneficio para que los propietarios y el Municipio de Salinas pueda resolver sobre la pertinencia de realizar un reforzamiento ante un evento sísmico.

PALBRAS CLAVE: HORMIGÓN, CLORUROS, ACERO ESTRUCTURAL

ABSTRACT

The first objective of this work is to carry out non-destructive experimental methods that allow evaluating the quality of the concrete and the measurement of existing chlorides in the Amancay building in the Las Palmeras sector in the Salinas canton, for which physical and chemical tests were carried out in order to obtain the PH and corrosion level in structural steel. To achieve the second objective, a study plan was developed for the reinforcement of the structure, carrying out an investigation based on data provided by the Municipal Autonomous Decentralized Government of Salinas, and data collected through visual observations of the current structural condition of the building; With which it was determined with the FEMA-154 structural method for level 1 evaluation, if the structure requires reinforcement and finally the most recommended and economically feasible structural intervention option was evaluated through a financial cost/benefit analysis based on the scenarios. of the occurrence of an earthquake with return periods of 72, 225 and 475 years. The strategic plan will allow similar buildings with more than 4 floors to have a methodological reference for their cost/benefit evaluation so that the owners and the Municipality of Salinas can decide on the relevance of carrying out reinforcement in the event of a seismic event.

KEYWORDS: CONCRETE, CHLORIDES, STRUCTURAL STEEL

INTRODUCCIÓN

Este estudio se dirige a la elaboración de un plan estratégico para la toma de decisión e intervención futura en base al esquema de evaluación de la condición actual de una edificación en la ciudad de Salinas, Provincia de Santa Elena. Esta ciudad se caracteriza por ser uno de los balnearios más visitados del Ecuador, sus edificaciones modernas y de casco antiguo forman parte de la atracción turística que fomenta el sector.

Debido a la relevancia de precautelar la vida humana y la vida útil de la estructura resulta imperativo conocer la caracterización del peligro sísmico en la ciudad. Dicha caracterización tiene como finalidad servir de base para evaluar el desempeño sísmico de la estructura según su diseño inicial. Dado que, al momento de un evento sísmico, es necesario que tenga el desempeño estructural proyectado según su diseño, es indispensable investigar el grado de preservación de su resistencia y ductilidad en su condición actual.

Para el efecto, no solo la amenaza sísmica es estudiada, sino también se debe considerar que las edificaciones más antiguas se ven deterioradas por otros factores como envejecimiento, falta de mantenimiento en las estructuras, mal uso del edificio, uso de materiales y mano de obra que no cumplen con las normas de calidad INEN - ASTM, y principalmente por condiciones ambientales que afectan la durabilidad del concreto y acero; tal es el caso de la corrosión.

Estas condiciones ambientales que promueven la corrosión son comunes en la ciudad de Salinas, dado que la presencia de su ambiente salino es uno de los factores principales que produce daño a la estructura, específicamente a las armaduras, así como el ingreso de iones de cloruro, y de los gases despasivantes como el CO₂ que se encuentran presentes tanto en el agua de mar como en la humedad y el aire de la atmósfera.

Con el ingreso de los iones de cloruro y gases despasivantes en los poros del concreto, llenos o parcialmente llenos de agua, toma lugar su penetración y aumento de la concentración de cloruros; y a la vez se acelera la destrucción de la capa pasivadora alcalina del hormigón que protege el acero, acelerando la corrosión del acero de refuerzo y provocando el desprendimiento de la capa protectora de hormigón de recubrimiento.

Siendo el hormigón uno de los materiales más utilizados para la construcción y aunque su resistencia y durabilidad es evidente, es uno de los más afectados por la

penetración de iones cloruros presentes en el ambiente. En efecto, el 95 % de las sales de iones cloruros se depositan en las zonas de la ciudad más cercana al mar que no tienen el efecto del apantallamiento o protección de otras estructuras. Esto provoca la existencia de un elevado nivel de corrosividad de la atmósfera y constituye un factor determinante en el deterioro anticipado de las estructuras de hormigón armado, (Gonzalez D. , 2015).

La corrosión y los daños que puedan generarse en la estructura y en el hormigón disminuyen los años de vida útil, reducen la resistencia a eventos sísmicos, especificándose que todos estos factores inciden directamente en la economía del sector turístico e inmobiliario (Sotomayor, Tania, & Zambrano, 2011). Luego de este estudio se debe tener en consideración si otras edificaciones deterioradas deben ser rehabilitadas y de ser necesario, reforzadas para evitar pérdidas económicas y humanas, tomándose como ejemplo el presente estudio de caso.

La edificación propuesta para el estudio fue diseñada en el año de 1989, su construcción data de hace 34 años, tiene 5 pisos con 500 m² de área en cada planta. Por su ubicación en el cantón Salinas de la Provincia de Santa Elena, se propone realizar una inspección visual rápida de la estructura para identificar, inventariar, y clasificar la estructura de acuerdo con indicadores visuales de riesgo sísmico que cumplen con la metodología FEMA 154 para el nivel 1 de investigación. Esta investigación FEMA 154 de nivel 1 se hace con el objetivo de identificar si la estructura necesita una evaluación estructural a mayor detalle que especifique si la misma requiere una intervención que conduzca a su reforzamiento. En el caso de que en la evaluación nivel 1 FEMA 154 no se detecte condiciones de inseguridad o riesgo sísmico, la edificación podría ser rehabilitada con el objeto de reparar sus materiales para preservar la resistencia y ductilidad de su diseño original, así como extender su durabilidad y servicio.

Una vez obtenida la información en base a la evaluación de la estructura se ejecutará un plan estratégico que contenga el esquema de evaluación de la mejor alternativa de rehabilitación de la edificación mediante un análisis de costos y beneficios que permita sustentar la toma de decisiones. Cabe mencionar que, son varias las alternativas y las mismas tienen un costo específico para su rehabilitación, ya sea mediante reforzamiento, reparación e incluso, una posible demolición debido a que la estructura ha sufrido daños por corrosión durante su tiempo de servicio; estas alternativas son evaluadas dados los requerimientos de seguridad y bienestar de los

habitantes de la estructura definidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 (NEC-SE-DS, 2015).

La relevancia social de este trabajo radica en la precautelación de la vida humana y la preservación de la infraestructura que forma parte del patrimonio arquitectónico de Salinas. La evaluación del peligro sísmico no solo responde a la necesidad de garantizar la seguridad de los habitantes, sino que también incide en la vitalidad del sector turístico al mantener en óptimas condiciones las estructuras que atraen a visitantes nacionales e internacionales.

Por otra parte, desde una perspectiva profesional, este estudio proporciona una herramienta estratégica para arquitectos, ingenieros y profesionales del ámbito de la construcción. La caracterización detallada de las amenazas sísmicas y otros factores de deterioro permitirá tomar decisiones informadas sobre la rehabilitación y el refuerzo de edificaciones, contribuyendo así a la excelencia en el diseño y mantenimiento de estructuras seguras y duraderas.

En el ámbito científico, la investigación se suma al conocimiento sobre la interacción entre la infraestructura y los agentes medioambientales. El estudio de la corrosión inducida por condiciones específicas, como la presencia de iones de cloruro y gases despasivantes en un entorno salino, aporta a la comprensión de los procesos de degradación de materiales de construcción. Este enfoque científico se traduce en avances para el desarrollo de tecnologías y prácticas más efectivas en la construcción y mantenimiento de estructuras en ambientes similares.

En lo que respecta a la estructura del trabajo, se abordará en primer lugar la caracterización del peligro sísmico y los diversos factores de deterioro presentes en la ciudad de Salinas. A continuación, se profundizará en el impacto de la corrosión en estructuras de hormigón armado, destacando su influencia en la reducción de la vida útil y la resistencia ante eventos sísmicos.

El estudio se centrará específicamente en una edificación de interés, construida en 1989, para la cual se realizará una inspección visual rápida basada en la metodología FEMA 154. Se describirá la importancia de esta evaluación de nivel 1 en la identificación de condiciones de inseguridad o riesgo sísmico, determinando la necesidad de una evaluación estructural más detallada.

Posteriormente, se delinearán un plan estratégico que incluirá la mejor alternativa de rehabilitación de la edificación. Este plan se fundamentará en un análisis de costos

y beneficios, respaldando la toma de decisiones con datos económicos y consideraciones de seguridad, conforme a las normativas de construcción locales. En síntesis, este trabajo no solo se posiciona como un estudio esencial para la seguridad y sostenibilidad de las edificaciones en Salinas, sino que también contribuye al conocimiento científico y proporciona herramientas prácticas para los profesionales del ámbito de la construcción.

FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En Ecuador, sobre todo en las zonas costeras del país, se evidencia que la mayoría de sus estructuras mantienen problemas por corrosión. En efecto, estar en la zona costera genera una gran exposición a la corrosión atmosférica por la humedad presente en el ambiente, la misma que se crea debido a una reacción electroquímica donde el acero se oxida perdiendo electrones de hierro en una porción del material causado eléctricamente como ánodo.

La corrosión atmosférica presente en esta zona del país se presenta por sales diluidas en el mar, sales mezcladas en terrenos y por el oxígeno presente en el aire; las mismas que generan daños más agresivos en las estructuras. Las sales marinas que están presente en el ambiente de las zonas costeras provocan que las estructuras, sobre todo sus armaduras, se vean afectadas por este fenómeno (CGadmon, 2022). En la industria de la construcción, la corrosión es un fenómeno que afecta de manera continua al acero cuando este está en contacto con aire y agua. Cabe mencionar que mientras más humedad exista en el ambiente, o esté en contacto directo con el agua, más aumenta la probabilidad de que se vea afectado el metal; es por ello que, si hay condiciones de salinidad o atmósferas contaminadas de ácidos más agresivo, es el ataque. Por lo que, las estructuras en los primeros 100 m junto a las costas marinas, o aquellas situadas en instalaciones industriales que generen gases, vapor o polvo de naturaleza agresiva, son las más vulnerables (e-STRUC, 2019).

En este contexto, la corrosión provoca un aumento de volumen de óxidos ferrosos en el ánodo, lo que provoca que se expanda y luego se fisure el hormigón y posteriormente se visualice su desprendimiento. El tipo de corrosión del acero que lleva a delaminación del recubrimiento del hormigón y pérdida del área del mismo, que más suele afectar a las estructuras en las zonas costeras, es la corrosión galvánica ya que las corrientes de aire levantan masas de vapor de agua, las que a su vez arrastran algunos iones; en el caso de estos últimos, suelen adherirse a una

delgada capa de agua que reposan sobre el área metálica. Tales condiciones de humedad y salinidad propician o ayudan a la corrosión del metal. Adicionalmente la época de invierno es un factor que influye en este tipo de corrosión en estructuras (Bolivar, 2019).

El Galvanismo es la producción de electricidad por el contacto entre dos metales diferentes sumergidos en un líquido ionizado o dentro de un mismo metal compuesto por zonas débiles donde se tiene una reacción química de oxidación y cumple el rol de ánodo y otra fuente donde se produce una reacción química de reducción que cumple el rol de cátodo. La corrosión galvánica es el proceso electroquímico en una celda galvánica donde un metal o una parte del mismo metal con menor potencial de reducción se corroe al estar en contacto electroquímico con otro metal u otras partes del mismo metal más noble (Bolivar, 2019).

Las estructuras ubicadas en las zonas costeras del país no solo deben ser analizadas por sus daños por corrosión sino también, deberían cumplir con un análisis de riesgo sísmico y análisis de su desempeño estructural sismo-resistente. En este caso de estudio, el Cantón Salinas se encuentra en una zona sísmica nivel IV, con un valor factor $Z \geq 0.50$ y caracterización del peligro sísmico muy alta de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-SE-DS, 2015) sísmico – 3.1.1). Lo anterior influye en la toma de la decisión para rehabilitar mediante reparación, reforzamiento o demoler por medio de un análisis estructural previo. En tal sentido, es importante identificar si la edificación esta óptima para su rehabilitación mediante reparación o si requiere reforzamiento.

EL DETERIORO DE LAS ESTRUCTURAS

El deterioro de las estructuras elaboradas de concreto reforzado es multifactorial, es decir, que puede deberse a múltiples causas, que va desde una deficiencia estructural, la corrosión del refuerzo, daño por expansión térmica o por fuego. No obstante, la corrosión es la causa más común del deterioro de las estructuras de concreto reforzado en ambientes salinos alrededor del mundo. Generalmente, el acero de refuerzo embebido debidamente en estructuras de concreto no se corroe; sin embargo, debido a un recubrimiento insuficiente, puede ocurrir la presencia de una gran cantidad de oxidación. (Gharehbaghi & Rahmani, 2018) (Villao, 2021).

Cualquier tipo de interacción con agentes en el ambiente que provoquen cambios en el pH, puede provocar que se inicie la corrosión. Si el pH baja a 11,6 la corrosión puede iniciar con una concentración de cloruros tan baja como 71 ppm. Aunque pueden pasar años para que estos agentes provoquen cambios en el concreto y que penetren en el acero de refuerzo, la disminución del pH del hormigón aumenta las posibilidades de que las condiciones ambientales y la concentración de agentes agresivos en el ambiente exterior, provoquen la disminución de la durabilidad del concreto reforzado (Argudo, 2023).

El hormigón a pesar de ser muy resistente a la interacción con el medio que lo rodea, con el tiempo puede comenzar a deteriorarse, disminuyendo la vida útil de las edificaciones (Villao, 2021). Es por ello, que existen planes de mantenimiento, monitoreo e inspección para mantener la durabilidad de las estructuras.

Debido a los deterioros que afectan las estructuras de hormigón armado a consecuencia de la corrosión, así como a la pérdida económica que este fenómeno químico conlleva, se han llevado a cabo investigaciones a lo largo de varios años. Estas investigaciones han arrojado soluciones destinadas a prevenir que la corrosión represente un problema en el ámbito de la construcción. El objetivo es asegurar que las estructuras de hormigón armado sean fiables y duraderas, manteniendo una mayor vida útil y resistencia que no se vean afectadas por este fenómeno. (Paredes, Prieto, & Santos, 2010).

El propósito fundamental del estudio es presentar información útil para los ingenieros diseñadores y encargados de construir edificaciones, así como de desarrollar criterios, sobre la importancia de considerar el fenómeno de la corrosión principalmente enfocado en el estudio del grado de corrosión que podría afectar a la estructura y el impacto que dicho grado de corrosión ocasiona en las propiedades mecánicas de esta y en su seguridad sísmica. Así como, también un producto principal de esta investigación es el análisis económico que influirá en la decisión sobre el perfil del proyecto de rehabilitación para la adecuación de la estructura dañada por corrosión (Villao, 2021).

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿El diseño del plan estratégico para la rehabilitación de la edificación Amancay afectada por cloruros en sector Las Palmeras, garantizará que la estructura cumpla con el factor ambiental y económico que incide en la vida útil de las estructuras ubicadas en la ciudad de Salinas, Provincia de Santa Elena?

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan estratégico que determine la viabilidad para la rehabilitación de la edificación Amancay ubicada en el sector las palmeras - cantón Salinas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

OE. 1.- Determinar la necesidad de rehabilitar o de mejorar la edificación para la habitabilidad de los dueños del condominio y las patologías de la estructura del edificio Amancay asociadas al ataque por cloruros mediante ensayos no destructivos para conocer el estado de seguridad y funcionalidad de la edificación ubicada en el sector Las Palmeras en el cantón Salinas.

OE. 2.- Evaluar la estructura del edificio Amancay con la aplicación del método FEMA 154 para determinar la factibilidad de la reparación.

OE. 3.- Determinar la rentabilidad y beneficios que tendría la rehabilitación de la edificación Amancay en el sector Las Palmeras mediante un análisis de costos con la finalidad de contribuir con la economía, seguridad y turismo del sector.

PLANTEAMIENTO HIPOTÉTICO

El plan estratégico para determinar la viabilidad en la rehabilitación de la edificación Amancay ubicada en el sector las palmeras en el cantón Salinas, permitirá analizar si esta estructura, después de 30 años de servicio, experimenta un deterioro significativo causado por el fenómeno de corrosión, principalmente debido al incumplimiento de las normas o por ausencia de medidas de mantenimiento preventivo que comprometieron la seguridad sísmica de estas edificaciones. Para alcanzar el planteamiento hipotético general se traza tres hipótesis específicas, que se indican a continuación:

H.E.1.: La determinación de la necesidad de rehabilitar la estructura de la edificación para la habitabilidad del condominio del edificio Amancay mediante el estudio del deterioro por cloruros y el estudio de las patologías con ensayos no

destructivos permitirá conocer el estado de seguridad y funcionalidad de la edificación ubicada en el sector Las Palmeras del cantón Salinas.

H.E.2.: La Evaluación de la estructura del edificio Amancay con la aplicación del método FEMA 154 permitirá determinar la factibilidad técnica para la reparación o reforzamiento de la estructura.

H.E.3.: La evaluación de la rentabilidad y beneficios que tendría las alternativas de reparación o rehabilitación de la edificación Amancay en el sector Las Palmeras mediante un análisis de costos que garantizará la factibilidad económica para la seguridad de los usuarios y turistas del sector.

CAPÍTULO I. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1. Evaluación de la corrosión en zonas costeras

Debido a los daños que presenta la estructura actualmente se tiene la necesidad de realizar un estudio mediante ensayos destructivos y no destructivos para determinar la viabilidad para que la edificación sea rehabilitada (Elliott, 2022).

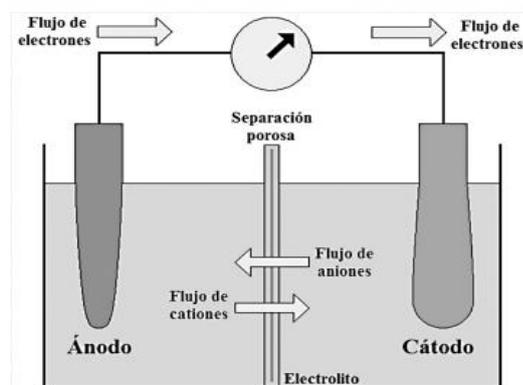
1.2. Mecanismo químico de la corrosión

La corrosión es un proceso en el cual existe un deterioro de un material metálico, mediante reacciones químicas y electroquímicas (Salazar, Introduccion al fenomeno de corrosion: tipos, factores que ifluyen y control para la proteccion de materiales., 2015) (Revie & Herbert, 2008). En la zona costera que se encuentra el proyecto, tiene mayor afectación al ataque por corrosión, ya que el medio ambiente salino influye y contribuye en el deterioro de las propiedades tanto físicas como químicas del metal.

Se debe tomar en cuenta que en la mayoría de los procesos de corrosión están involucradas reacciones electroquímicas, estas reacciones deben cumplir con tres parámetros como son: unos **electrodos** (un ánodo y un cátodo - que son los que llevan a cabo la oxidación y la reducción respectivamente, un **electrolito** (la cual es una sustancia que contiene en su composición iones libres y sirve como medio conductor), por último, tenemos una **conexión eléctrica** entre los electrodos (ECCA, 2011).

Figura 1

Representación de una celda electroquímica.



Nota: Imagen tomada de Patologías Del Concreto Reforzado, (Henriquez, 2020).

1.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE CORROSIÓN

Existen varios factores que afectan directa e indirectamente en el proceso de corrosión. Es importante tomar en cuenta las características del material en donde se produce el daño y también la zona donde se encuentra. A continuación, se citan factores que promueven en mayor medida los efectos de la corrosión: (i) Acidez de la solución electrolítica; (ii) Sales disueltas en agua o ambiente; (iii) Debilitamiento y deterioro de capas protectoras; (iv) Alta concentración de oxígeno; (v) Aumento de la Temperatura de 5°C; (vi) Permeabilidad alta del hormigón por porosidad alta y baja densidad.

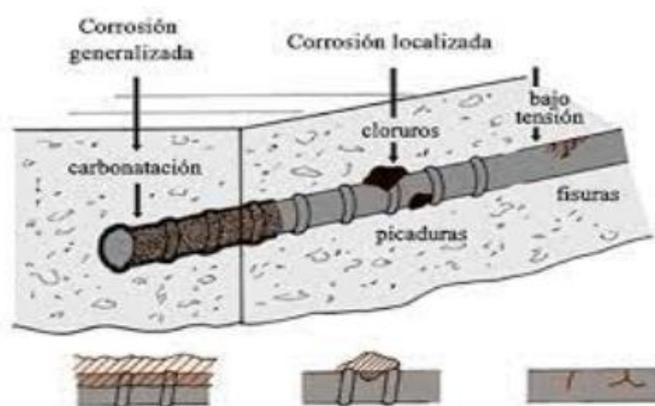
1.4. CLORUROS EN EL ACERO DE REFUERZO

Los cloruros son los iones de cloro que forma un puente de reacciones químicas, causando graves daños en el acero de refuerzo y en las estructuras. Existen cloruros que se encuentran naturalmente en el agua o en el medio ambiente. Antes de que los cloruros puedan corroer el acero de refuerzo deben penetrar o buscar los mecanismos para dañar el concreto a pesar de que el concreto proporciona a las armaduras embebidas, una protección contra la corrosión. (Molina, 2009).

La acción de los cloruros genera picaduras localizadas que comprometen la capa pasivadora del acero de refuerzo, dando inicio al proceso anódico y provocando una reducción en la sección de la barra. En este sentido, se considera grave, la reducción de la sección a partir de 0.4% con relación al peso de cemento o entre 0.05% y 0.1% del peso del concreto. (Guzman, 2002). \$

Figura 2

Cloruros en el acero de refuerzo.



Nota: Imagen tomada de (Estudios de corrosión y durabilidad, 2021)

1.5. CARBONATACIÓN

La carbonatación surge debido a la penetración, mediante difusión, del dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO₂) proveniente del aire o del suelo en la estructura porosa de la superficie del concreto. (Instituto del Concreto 1996) (Guzman, 2002).

Cabe mencionar que dentro de la mezcla del hormigón se encuentra presente el hidróxido de calcio. Cuando el dióxido de carbono presente en el aire penetra en el hormigón, reacciona con el hidróxido de calcio para formar carbonatos de calcio, disminuyendo así el pH del material hasta alcanzar un valor de 9. En un entorno con un pH tan reducido, la capa protectora de óxido que rodea una barra de acero inicia un proceso acelerado de descomposición, dando lugar a la corrosión del propio elemento de acero. Este fenómeno se intensifica en ambientes con alta humedad, ya que la penetración de la humedad en los poros del concreto, seguida de su evaporación, deja el dióxido de carbono en estado gaseoso. Esto propicia la corrosión al desencadenar una reacción química que forma carbonato de calcio y reduce la alcalinidad, disminuyendo la protección del acero contra la corrosión.

1.6. TIPOS DE CORROSIÓN

En este apartado se presentan los diferentes tipos de corrosión, lo cual se caracteriza por la composición del material o su naturaleza y también por las condiciones del medio ambiente donde se desarrollan. Entre los tipos de corrosión se tienen los siguientes: (i) Corrosión uniforme; (ii) Corrosión localizada; (iii) Corrosión galvánica; (iv) Corrosión por picadura (pitting); (v) Corrosión por cavitación; (vi) Corrosión acelerada por cloruros.

1.6.1. Corrosión uniforme.

Generalmente son de origen químico o electroquímico, a la corrosión uniforme también se la conoce como corrosión generalizada y se da en toda la superficie del material de forma homogénea. Este tipo de corrosión es la que mayor pérdida de material provoca, es muy fácil de controlar, fácil de predecir y fácil de medir, por lo que se puede calcular la vida útil del metal. En la zona de estudio se puede decir que existe un clima regular, por lo que la corrosión generalizada tiene como origen químico: (i) La reacción tiene lugar en las áreas anódicas; (ii) En las áreas catódicas tiene lugar la reducción del oxígeno; (iii) Los iones OH van a reaccionar con los iones Fe⁺⁺ que se han producido en el ánodo; (iv) Tiene lugar

la reacción al estar con más acceso al oxígeno; (v) El óxido ferroso va a convertirse en óxido férrico hidratado.

Figura 3

Corrosión Uniforme o Generalizada.



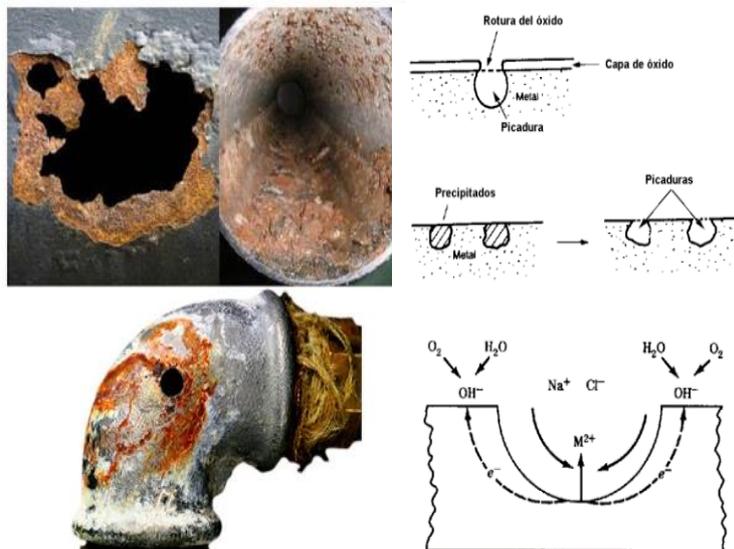
Nota: Imagen tomada de sitio web la ingeniería marítima (Willem, 2019).

1.6.2. Corrosión localizada.

La corrosión localizada al contrario de la corrosión uniforme presenta un mayor riesgo debido a que es muy difícil de detectar y se manifiesta en zonas específicas del grano como son sus bordes, causando pérdidas en la resistencia que desintegra los bordes del grano. Generalmente esta corrosión localizada se da en el acero inoxidable y aleaciones de níquel.

Figura 4

Corrosión Localizada.



Nota: Imagen tomada de sitio web la ingeniería marítima (Willem, 2019).

1.6.3. Corrosión galvánica.

La corrosión galvánica es aquella que se da cuando existe la unión física o eléctrica de dos metales de diferente naturaleza o con zonas de diferente calidad sumergidos en un líquido ionizado; en presencia de un electrolito, estos elementos crean una celda electroquímica, donde la región o material con menor potencial electroquímico es la que experimenta corrosión. (Revie & Winston, 2011).

Figura 5

Corrosión Galvánica.



Nota: Imagen tomada de sitio web la ingeniería marítima (Willem, 2019).

1.6.4. Corrosión por picadura.

La corrosión por picadura, conocida también como “pitting” se presenta en materiales pasivados como el acero, los cuales están expuestos a un ambiente agresivo. Es importante mencionar que las características geométricas del sistema pueden propiciar la corrosión, incluso en acero inoxidable, en casos donde se acumulen agentes oxidantes y se registre un aumento en el pH del entorno, lo que propicia el desgaste de la capa pasivada, provocando que la corrosión se desarrolle en zonas puntuales.

Figura 6

Corrosión por picadura



Nota: Imagen tomada de sitio web la ingeniería marítima (Willem, 2019).

1.6.5. Corrosión en ranuras.

También conocida como corrosión por grieta o corrosión ceviche, es un fenómeno en el cual las superficies metálicas desarrollan áreas o espacios a causa de la presencia de objetos extraños o factores estructurales, lo que da como resultado en la corrosión del metal acelerada en las hendiduras, este tipo de corrosión se produce aleaciones como el acero inoxidable, aleaciones de titanio, aluminio y cobre.

Para que este tipo de corrosión pueda suceder, la grieta debe ser lo suficientemente ancha para permitir que se introduzca líquido, pero a la vez lo bastante estrecha para mantener estancado el líquido. Por lo tanto, este tipo de corrosión se producirá generalmente en aberturas de unos pocos micrómetros o menos de anchura.

Figura 7

Corrosión por ranura



Nota: Imagen tomada de sitio web Reaction Boat (Fanin, 2000)

1.6.6. Corrosión por cavitación.

La corrosión por cavitación sucede generalmente en sistemas de transporte de líquidos, los mismos que se encuentran hechos de materiales pasivados. A causa de las variaciones de presión en el sistema, se generan flujos turbulentos que originan burbujas de aire. Estas burbujas implosionan contra el material del sistema, resultando en el desgaste de la capa de pasivación y facilitando el avance del proceso de corrosión. Este fenómeno guarda similitud con la corrosión por picaduras, diferenciándose en que el efecto de la cavitación se manifiesta en dimensiones mayores. (Revie & Winston, 2011).

Figura 8

Corrosión por Cavitación.



Nota: Imagen tomada de sitio web la ingeniería marítima (Willem, 2019).

1.6.7. Corrosión acelerada por cloruros.

Existen otros tipos de corrosión, entre ellas está la uniforme y generalizada, acelerada por cloruros, galvánica, intergranular, por fricción, por picaduras revisadas anteriormente. Estos tipos de corrosión se muestran en el hormigón mediante decoloración, manchas, fisuración, agrietamiento y delaminación del hormigón.(Manuel & La, s. f.).

Existen varios factores que inciden en la corrosión del acero de refuerzo, esto ocurre generalmente al destruirse la capa pasivadora (Alas, 2019), y sus principales causas son: (i) Se tiene la corrosión acelerada por cloruros cuando la disminución de la alcalinidad del concreto facilita que el metal oxide mediante una reacción con las sustancias acidas del medio ambiente. Por su parte, otras reacciones se presentan para disminuir la alcalinidad, la más común es la carbonatación por presencia de CO_2 y la lixiviación a causa de corrientes de agua. (ii) Hay presencia de una cantidad abundante y suficiente de cloruros u otros iones despasivantes en contacto con el acero de refuerzo. En concentración abundante, los cloruros pueden afectar a un hormigón con buena alcalinidad. Pero, si el hormigón está debilitado en su protección, basta una mínima concentración de Cl para acelerar la corrosión.

Cuando el recubrimiento de hormigón es de buena calidad, y este material posee una buena densidad en su recubrimiento y el espesor está dentro de las normas indicadas, no habrá daño por agentes agresivos o carbonatación (OVALLE, 2018), es decir, que el acero de refuerzo no se oxidará debido alta alcalinidad presente en el cemento (PH hasta de 13) y a su resistencia eléctrica específica que es

relativamente alta, en condiciones de presión atmosférica (Ramón Corral et al., 2013).

1.6.8. La corrosión intergranular.

Es aquella donde se produce un deterioro por corrosión localizada y/o adyacente a los límites de grano de una aleación. En condiciones normales, cuando un metal experimenta corrosión de manera uniforme, las fronteras de grano serán levemente más reactivos que la matriz.

1.6.9. La corrosión por fricción.

Es una forma general de desgaste causada por micro movimientos cargados o vibración entre partes en contacto, sin que la contaminación con agua este presente, a pesar de que la presencia de humedad es necesaria.

1.7. Control de corrosión y protección de materiales

Entre uno de los factores que afectan la apariencia del hormigón está la humedad en el ambiente, uno de sus procesos de deterioro puede ser la lixiviación, el mismo que consiste en la descomposición y lavado de los compuestos del cemento, a consecuencia de las reacciones químicas que tiene el concreto por acción de ácidos, aguas blandas, ataque de sales o ataque de sulfatos.

En situaciones normales el hormigón proporciona a las armaduras embebidas en la misma una protección adecuada contra la corrosión ya que promueve la formación de una capa de óxido, llamada capa pasivante, que protege al acero de su interacción con el ambiente si su calidad, espesor y densidad son apropiados, mantendrá su carácter básico y no existirá carbonatación y penetración de agentes agresivos. (Salazar, 2015)

Es importante destacar que se han investigado y desarrollado diversos métodos para controlar la corrosión, con el fin de proteger los materiales expuestos a este fenómeno. Aunque la elección de un material resistente a la corrosión es siempre la forma ideal de control, en muchas ocasiones esto puede no ser factible debido a costos elevados. En tales casos, se deben considerar otros métodos de control. A continuación, se describen algunos de estos métodos: (i) Inhibidores (anódicos y catódicos); (ii) Recubrimientos orgánicos; (iii) Recubrimientos metálicos; (iv) Recubrimientos no metálicos; (v) Protección catódica del acero mediante ánodo de sacrificio; (vi) Protección anódica, aumentan el potencial electroquímico del material por proteger el acero volviéndose más nobles. (Revie & Winston, 2011).

1.8. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA INVESTIGAR CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS.

Para investigar el grado de corrosión se tiene la opción de obtener datos que evalúen los daños y el porcentaje o grado de corrosión y la resistencia del hormigón en forma aproximada.

1.8.1. Ensayos de esclerometría.

De acuerdo con la norma ASTM C805 (Santos, 2023), el ensayo más conocido es la esclerometría, el mismo que implica evaluar la resistencia del concreto en elementos de hormigón armado mediante la medición de la dureza superficial. En esencia, se determina la dureza midiendo el rebote de una masa incidente después de impactar contra la superficie de estudio. Luego, este rebote se convierte en un valor de resistencia a la compresión mediante el uso de ábacos.

Para la ejecución del ensayo Esclerometrico hay que tener en consideración las siguientes indicaciones: (i) El método implica sujetar el concreto bajo prueba de manera fija en la estructura, con un espesor mínimo de 100 mm; (ii) El área destinada a la determinación, calculada a partir del promedio de varias pruebas, abarcará aproximadamente una circunferencia de 150 mm de diámetro; (iii) En concretos con más de 6 meses de antigüedad, con texturas rugosas, en condiciones húmedas o en proceso de carbonatación, se llevará a cabo un pulido superficial en la zona de prueba, alcanzando una profundidad de 5 mm; (iv) Para este propósito, se empleará una piedra abrasiva de carburos de silicio o material equivalente, con textura de grano medio; (v) En casos de 4 ensayos comparativos, la dirección del aparato deberá ser consistente. La posición del aparato es normal, es decir, perpendicular a la superficie; (vi) Al actuar verticalmente, la influencia de la gravedad se reflejará en resultados de rebote más altos en la acción descendente y más bajos en la ascendente; (vii) El accionamiento angular proporcionará resultados intermedios. (Construcción, 2008).

El ensayo debe llevarse a cabo en superficies de concreto homogéneas, siendo necesario eliminar previamente la capa superficial carbonatada mediante raspado (Cachay, 2021). La esclerometría ofrece diversas utilidades, entre las que se incluyen: (i) Valorar la similitud del concreto en obra; (ii) Verificar áreas de baja resistencia en la estructura; (iii) Proporcionar información sobre el momento adecuado para retirar el encofrado de elementos de concreto; (iv) Valorar, cuando hay antecedentes, la evolución de la resistencia de las estructuras; (v) Determinar

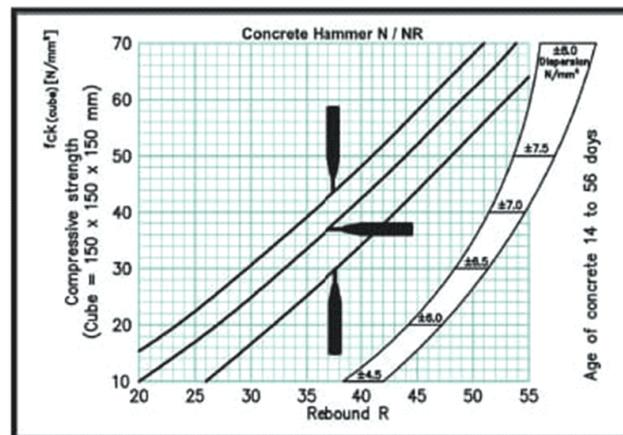
niveles de calidad resistente en ausencia de información al respecto; (vi) Contribuir, en conjunto con otros métodos no destructivos, a la evaluación de las estructuras. (Cristina, 2018).

Para el diagnóstico del elemento a ensayar, se debe tomar 10 rebotes de los cuales se realiza un promedio ponderado con el cual se ingresa al ábaco correspondiente de acuerdo con el equipo utilizado, obteniendo la resistencia del hormigón.

Cabe indicar que este ensayo tiene mucha variación en sus resultados E ya que depende de muchos factores como, el tipo de cemento, tipo de agregado, tipo de superficie, edad del hormigón, si existe carbonatación superficial o si tiene humedad etc.

Figura 9

Abaco para cálculos de ensayo esclerometrico



Nota: Información consultado en revista de *Enghenaria Civil*, (2019)

1.8.2. Ensayo de extracción de núcleos.

El ensayo de extracción de núcleos de hormigón es esencial para realizar una evaluación completa de la durabilidad y el rendimiento estructural de la estructura. Este método es también conocido como una prueba de compresión en muestras de núcleo y reconocido como uno de los más confiables para evaluar la resistencia a la compresión y un medio de control de calidad. El procedimiento para tomar muestras de núcleos y analizarlas se ha estandarizado (ASTM C42, 2020) (ACI 318, 2014).

Según (COTECNO, 2023) La extracción de núcleos de hormigón es necesaria para realizar una evaluación completa de la durabilidad y el rendimiento estructural de la estructura. La prueba de compresión en muestras de núcleo se conoce como el

método más confiable para evaluar la resistencia a la compresión y un medio de control de calidad.

En el procedimiento del ensayo primero en la zona donde será extraído el núcleo se procede a determinar la distribución de acero de refuerzo existente de manera que en el momento de la perforación no se atravesase ninguna barra, segundo se debe verificar la ubicación del taladro es perpendicular a la superficie donde se realizará la extracción de núcleo, tercero una vez realizada la extracción se verifica si la muestra presenta alguna anomalía al momento de su retiro, es decir, que la muestra no salga completa y se parta al momento de la extracción y finalmente una vez que la muestra este en el laboratorio se procede a cortar los extremos del núcleo de manera que, su longitud sea óptima con la relación 2 a 1 con el diámetro.

1.8.3. Ensayo de carbonatación

El ensayo de carbonatación consiste en determinar la reducción de la alcalinidad, mediante un indicador de pH, el mismo que se hace visible por cambios en las tonalidades de la muestra. El pH se mide a través de la fenolftaleína que tiene como característica tomar color rojo-purpura para valores de pH superiores a 9.5 en hormigones no carbonatados y valores inferiores a 8 en hormigones carbonatados.

La muestra no debe tener una dimensión y figura en particular para medir la profundidad de la capa carbonatada, pero si debe ser la capa exterior del elemento.

(i) Carbonatación en frente homogéneo; (ii) Carbonatación en frente irregular; (iii) Carbonatación en frentes singulares; (iv) Si el indicador de pH es rosado deben considerarse carbonatadas áreas de transición que han perdido su color después de 24 horas de aplicación; (v) La profundidad se medirá en zonas donde exista árido del pequeño tamaño; (vi) No se recomienda medir la profundidad en las esquinas de los elementos del hormigón. (Gonzalez & Alloza, 2011).

No deberá aplicarse en cantidades excesivas o sobre superficies mojadas. Cuando no se aprecia coloración o esta es muy débil, deberá repetirse el ensayo una vez que la superficie haya secado tras la primera aplicación, protegiendo en lo posible la muestra de contacto con el aire. Si interesa estabilizar la coloración temporalmente, puede recurrirse a cubrir la superficie, ya seca, con una resina o barniz incoloro. (González & Alloza, s.f.)

1.8.4. Ensayo de medición de cloruros

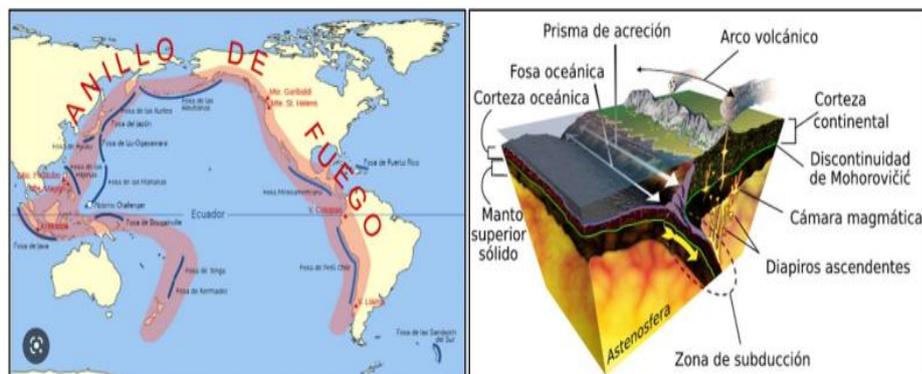
Este ensayo consiste en determinar la resistencia que tiene el hormigón para resistir la penetración del ion cloruro. Para verificar el contenido de cloruros o porcentajes, el mismo que por su concentración pudiere ser nocivo para la corrosión del acero de refuerzo entre otros, se puede realizar varios ensayos no destructivos entre los cuales se tienen: (i) medición de cloruros; (ii) medición de la tasa de corrosión; (iii) medición de pulso de corriente galvánica. Está diseñado principalmente para agua donde el contenido de cloruro es de 5 mg/L o más, y donde las interferencias como el color o las altas concentraciones de iones de metales pesados hacen que su método de prueba A sea impracticable ya que este método de prueba fue validado para la concentración rango de **8,0 a 250 mg/L Cl**. (ASTM C1218, 2008) y (ACI 318, 2019)capitulo 4 en el apartado 4.2.1 y 4.3.1 (Contenido máximo de iones de cloruro (cl) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento) es de 0.30.

1.9. Sismicidad en el Ecuador

La Costa Ecuatoriana es una zona con peligro latente de ocurrencia de sismos puesto que, a lo largo de su perfil costanero, se desarrolla el denominado Anillo de Fuego del Pacífico y donde ocurre el fenómeno de subducción debido al movimiento entre placas tectónicas (Figura 10), lo que la convierte en una zona de alta sismicidad.

Figura 10

Anillo de fuego y subducción



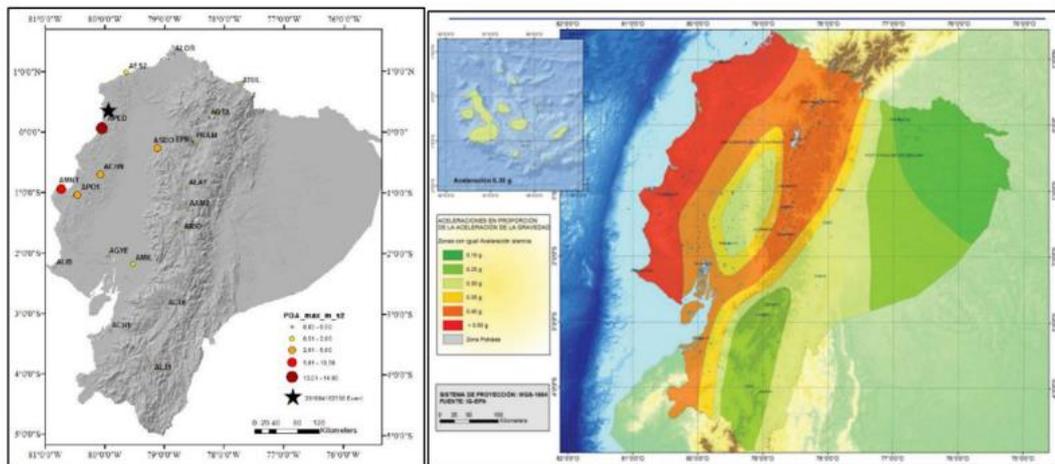
Nota: imagen tomada de Wikipedia (2011).

En tal virtud, en la historia del Ecuador se han dado movimientos telúricos importantes, como el terremoto de Pedernales del 16 de abril del 2016 que fue registrado por la Red Nacional de Acelerógrafos (RENAC) del Instituto Geofísico

Nacional, la que cuenta con varias estaciones en nuestro país. En la figura 11 se muestra en escala de colores, el rango de valores de PGA definido, con una estrella negra y con círculos de colores, las estaciones donde indica el epicentro del evento sísmico del 16 de abril.

Figura 11

Estaciones (IP-EPN) y zonas sísmicas del Ecuador (NEC, 2015)



Nota: imagen tomada de Wikipedia (2011).

Debido a que el Cantón Salinas se encuentra en una zona sísmica nivel VI , con un valor de peligro sísmico muy alto de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción ((NEC-SE-DS, 2015)-peligro sísmico – 3.1.1), mismo que es caracterizado por el valor de la aceleración máxima del terreno en roca, $\frac{A_{max\ roca}}{g} = z \geq 0.5$, con periodo de retorno $Tr= 475$ años y probabilidad de ocurrir o de ser excedido del 10% en 50 años, edificios similares al Amancay II sufrieron daños excesivos en Manta por tener grado alto de corrosión durante el sismo del 16 de abril del 2016.

1.10. Filosofía de diseño sismo resistente

Para todas las estructuras de uso residencial, tal es el caso del edificio Amancay (caso de estudio) se aplica la Filosofía de Diseño Sismo Resistente contenida en la sección 4.2. del Capítulo de Diseño Sísmico de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC – SE – DS, 2015); que se emplea para verificar el nivel de seguridad de vida, específicamente diseñando estructuras para resistir el sismo de diseño, que es un evento sísmico con una probabilidad del 10% de ocurrir en 50 años, equivalente a un período de retorno de 475 años. La determinación del sismo de diseño se realiza mediante un análisis de la peligrosidad sísmica del

emplazamiento de la estructura o mediante el uso del mapa de peligro sísmico ilustrado en la Figura 11.

Según (NEC-SE-DS, 2015) “En este contexto, los efectos dinámicos del sismo de diseño pueden ser modelados a través de un espectro de respuesta para diseño, como se detalla en la sección 3.3 de las Normas Ecuatorianas de Construcción. Para identificar este evento, también se puede recurrir a un conjunto de acelerogramas con propiedades dinámicas representativas de los ambientes tectónicos, geológicos y geotécnicos del sitio, según lo establecido en la norma (NEC-SE-DS, 2015).

Esta filosofía considera como requisitos mínimos de diseño el cumplimiento de tres objetivos para estructuras de ocupación normal y son los siguientes: (i) Advertir daños en elementos no estructurales y en elementos estructurales ante terremotos pequeños y frecuentes que pueden suceder durante la vida útil de la estructura; (ii) Prevenir daños estructurales graves y tratar de controlar los daños no estructurales ante terremotos moderados y muy poco frecuentes que pueden darse durante la vida útil de la estructura; (iii) Evitar el colapso frente a terremotos severos que tienen una probabilidad baja de ocurrir durante la vida útil de la estructura, con un énfasis en salvaguardar la vida de sus ocupantes.

Esta filosofía de diseño se logra al diseñar las estructuras de manera que cada una de ellas cumpla lo siguiente: (i) Posea la capacidad de resistir las fuerzas detalladas por las normativas aplicables; (ii) Muestre derivas de piso inferiores a los límites permitidos bajo esas cargas; (iii) Pueda disipar energía mediante deformaciones inelásticas, ya sea utilizando técnicas de diseño por capacidad o empleando dispositivos de control sísmico. (Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC-15, 2015).

Los límites permisibles de la deriva de los pisos no deben superar los rangos de deriva inelástica determinados en la siguiente tabla, donde la deriva máxima se expresa en un porcentaje de la altura del piso.”

Estas derivas permisibles de piso son de vital importancia para determinar un diseño estructural, con los datos obtenidos se conoce que materiales según su resistencia se deben utilizar o si es requerido aumentar las dimensiones de las columnas de la estructura.

Tabla 1.

Valores de Δ_M máximos, mencionados como fracción de la altura de piso según (NEC-SE-DS, 2015).

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0,02
De mampostería	0,01

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)cap. 4.2.

La filosofía de diseño sismo resistente se resume como se indica a continuación en (NEC-SE-DS, 2015):

Tabla 2

Resumen de la filosofía de diseño

Nivel de desempeño estructural (prevención)	Elementos estructurales	Elementos no estructurales	Tasa anual de excedencia	Periodo de retorno
Servicio	Ningún daño	Daño (Pequeño)	0,023	44 años
Daño	Daño (Pequeño)	Daños (Moderados)	0,01389	72 años
Colapso	Cierto grado de daño (Moderado)	Daños considerables (Severos)	0,00211	475 años

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015) cap. 4.2:

1.11. Características de desempeño estructural del hormigón armado.

El hormigón es un material que se utiliza generalmente en el área de la construcción, está constituido esencialmente por un aglomerante que en la mayoría de las ocasiones es cemento, al cual se le adiciona (arena – grava) y se le puede agregar aditivos de ser necesario para mejorar sus características, de resistencia, compacidad y durabilidad.

Además de conocer las cargas de servicio y las cargas de diseño extraordinario (sismo de diseño), se debe conocer los ambientes agresivos a los que se ve expuesta y que influyen en la vida útil del hormigón, ya que el deterioro que pueda tener el hormigón por corrosión del acero reduce su capacidad para resistir las cargas de diseño. La industria de la construcción ha tenido durante el transcurso de los años, importantes desarrollos en la química de los cementos, en su calidad y en el comportamiento de los agregados naturales y artificiales.

Sin embargo, a pesar de su desarrollo, el hormigón puede sufrir daños o modificaciones en su sólida estructura, las mismas que alteran su estructura interna

y su comportamiento, estos pueden ser casos congénitos o que se adquirieron a lo largo de su vida útil.

El hormigón demuestra su afectación a través de manchas, cambios en textura, color, fisuras, hinchamientos, entre otros. Y se deben identificar de manera correcta y precisa para determinar si se ejecuta un mantenimiento, restauración, reparación, rehabilitación o reforzamiento.

Por ser uno de los materiales más utilizados para la construcción y ser evidente su resistencia y durabilidad, también sería uno de los más afectados por sustancias agresivas que se propagan a través del medio ambiente. La corrosión del refuerzo y el deterioro del hormigón inducido por medios agresivos podrían reducir severamente la capacidad portante de las estructuras. (Zhang et al., 2017).

1.12. Durabilidad del hormigón

Se puede definir la durabilidad del hormigón como la tenacidad que tiene el material para resistir la acción del medio ambiente, de la abrasión y de otros procesos de deterioro. Para tener un hormigón de mejor calidad que sea de beneficio para el desempeño de la estructura con adecuada resistencia, ductilidad y durabilidad se dependerá de algunos factores tales como: (i) Diseño y cálculo; (ii) Materiales para su fabricación; (iii) Procesos constructivos; (iv) Protección y curado.

Cada uno de estos parámetros aporta a la capacidad de resistencia y de deformación máxima permisible ante la aplicación de cargas de servicio. Si la capacidad resistente es rebasada hay deformaciones impuestas u otro tipo de acciones mecánicas que darán lugar a macro fisuras asociadas al desarrollo de la ductilidad. Incluso antes de aplicar carga o a baja carga hay micro fisuras por retracción del fraguado o agrietamiento elástico de la sección en flexión.

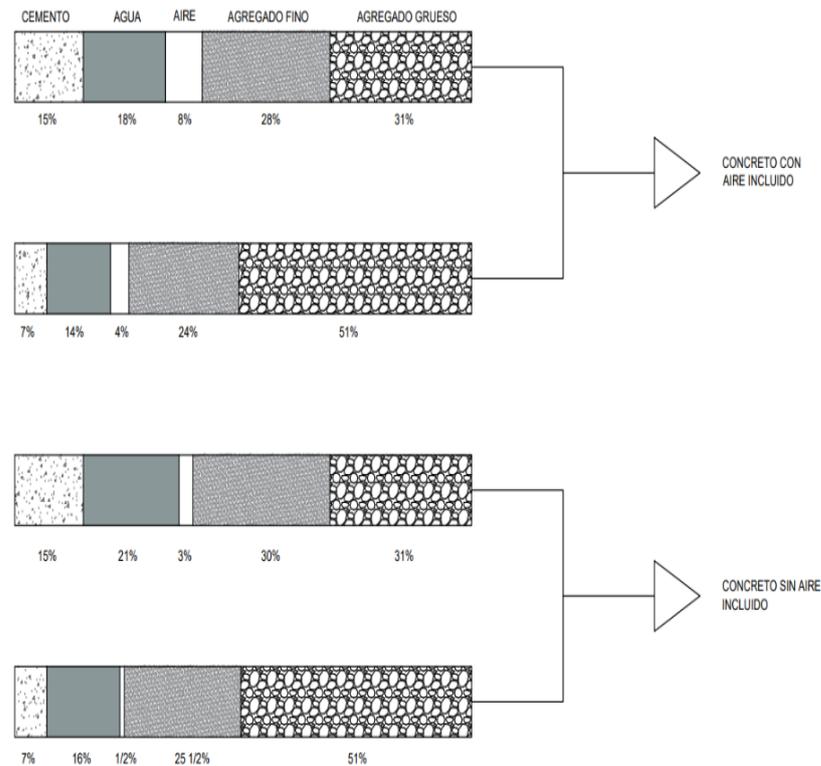
Es importante saber de qué está estructurado o compuesto el hormigón, por esta razón se señalan sus componentes: (i) El primer componente es el cemento el cual ocupa del 7% al 15% del volumen de la mezcla; (ii) El segundo componente es el agua que ocupa del el 14% al 18% de la mezcla; (iii) El tercer componente son los agregados (arena y grava) que ocupan del 59% al 76% de volumen de la mezcla y son los que por sus propiedades mecánicas dan la resistencia al hormigón.

Cada uno de ellos debe cumplir con el control de calidad exigente para alcanzar las resistencias requeridas. Es necesario mencionar que el hormigón contiene también entre 1% y 3% de aire atrapado, es decir, que se forma de grandes vacío u oquedades

y puede contener del 1% al 7% de volumen incluido en la mezcla la que se diseña para resistencia de ciclos de hielo y deshielo y existe en microburbujas. También puede incluir aditivos para mejorar o modificar las propiedades del hormigón; por ejemplo, para reducir agua, aumentar la resistencia del hormigón, o tener mejor trabajabilidad de la mezcla.

Figura 12

Durabilidad del hormigón.



Nota: imagen tomada de la revista Bhandar, (Sánchez, 2001).

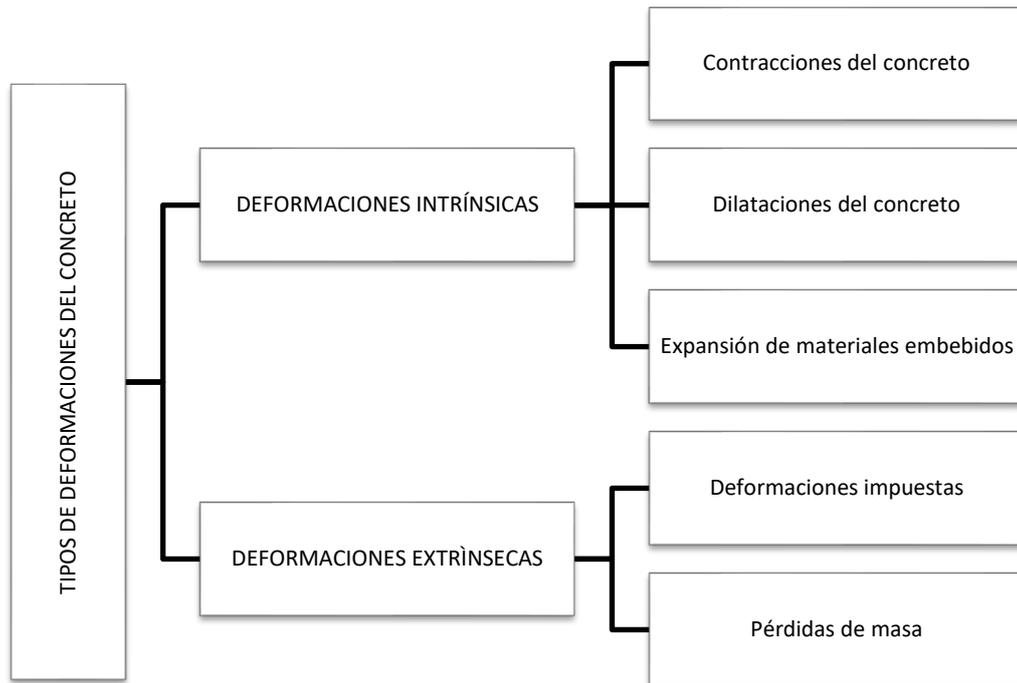
1.13. Acciones físicas del hormigón.

Las acciones físicas que sufre el hormigón se refieren básicamente al cambio de volumen tanto en estado fresco como endurecido, y se dan generalmente por cambios de humedad o por temperatura. También el hormigón sufre daños por variaciones en su masa, las mismas que afectan a su peso unitario, la porosidad y la permeabilidad (por reacciones álcali-agregado, por carbonatación, por ataque de sulfatos y por corrosión).

El hormigón es muy resistente a las fuerzas de compresión, sin embargo, no es muy resistente a las fuerzas de tracción. Por este motivo el hormigón experimenta deformaciones intrínsecas o extrínsecas que pueden causar micro fisuras, fisuras y también grietas a tensión.

Figura 13

Tipos de deformaciones del concreto.



Nota: imagen tomada de tecnología del hormigón (Sánchez, 2001)

1.14. ACCIONES QUÍMICAS EN EL HORMIGÓN.

En condiciones normales, el concreto proporciona a las armaduras embebidas, una protección adecuada contra la corrosión donde el concreto reacciona con el acero formando su capa pasivadora; o, si la calidad, el espesor del recubrimiento y la densidad del hormigón son apropiados, se mantendrá inhibida la corrosión y no existirá carbonatación o penetración de agentes agresivos como los cloruros.

Cuando el pH del concreto desciende por debajo de 9, la durabilidad del hormigón se ve comprometida, afectando la resistencia y estabilidad de la estructura. Este descenso en el nivel de pH resulta en picaduras locales debido a la corrosión, ya que la capa pasivadora del acero de refuerzo se ve afectada cuando el pH es menor a 9 se inicia el proceso anódico y se reduce la sección de la barra corroída. Una de las características de la corrosión por la penetración de cloruros es que utiliza como transporte, la solución acuosa por los poros actuando como vehículo ya sea por difusión iónica, permeabilidad, absorción o migración (Villagrán Y, 2012).

1.15. Acciones mecánicas del hormigón

Se entiende por acciones mecánicas a las cargas de servicio y sus deformaciones asociadas y también a la sobrecarga de tipo ocasional o a las cargas extraordinarias y sus deformaciones, fisuras, fracturas, aplastamientos, movimientos excesivos, deflexiones asociadas. Las deformaciones de flujo plástico, los daños por abrasión (frotamiento, rozamiento, raspado y erosión), las cargas de impactos (vibraciones); también son acciones mecánicas.

1.16. Fisuras y grietas estructurales

Una fisura pequeña se puede dar en cualquier elemento estructural por carga elástica, generalmente se entiende por fisura pequeña aquella a la que es menor a 0.4 mm (aproximadamente el ancho de un cabello). Se producen donde las tensiones son máximas y los esfuerzos son de tipo elástico.

Cuando una fisura es mayor a 0.4 mm se denomina grieta y cuando ocurren frente a cargas menores a las cargas de servicio puede estar relacionado con las siguientes causas: (i) Baja e inadecuada resistencia de diseño; (ii) Mal pre-dimensionamiento de los elementos estructurales; (iii) Insuficiente armadura para resistir ciertas sollicitaciones; (iv) No cumplir con las normas de calidad de los materiales, generalmente del hormigón, sus materiales constitutivos, etc.

Figura 14

Fisuras y grietas estructurales

FISURAS Y GRIETAS ESTRUCTURALES	Tracción pura
	Punzonamiento
	Flexión
	Cizalladura
	Longitudinales (adherencia)
	Compresión simple
	Torsión

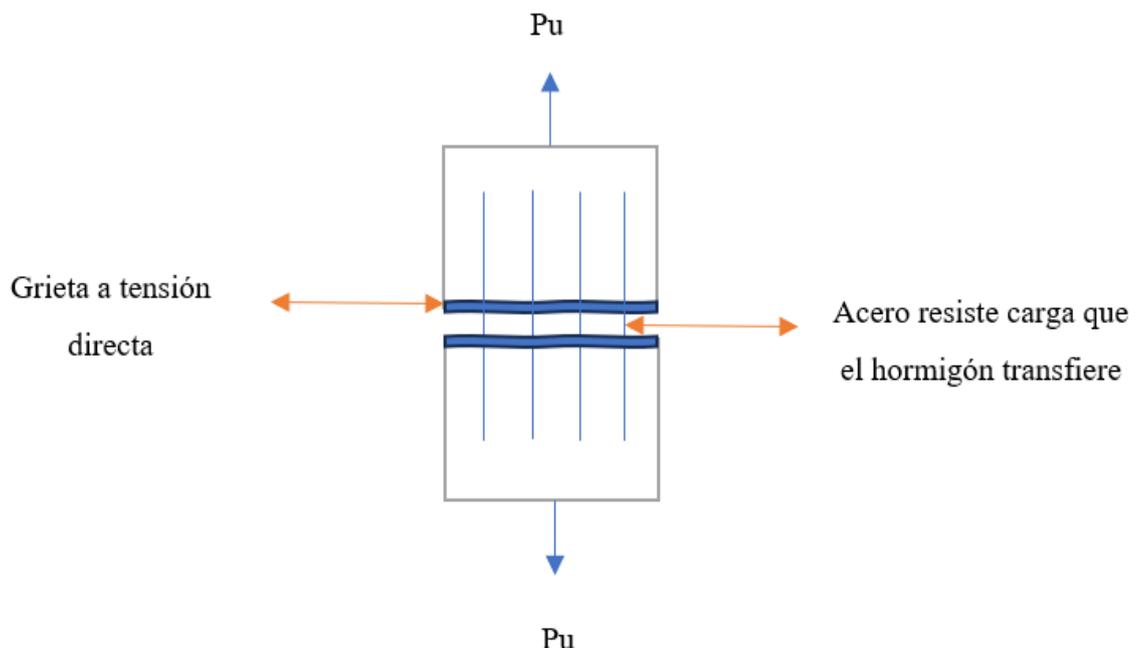
Cuando las cargas exceden el nivel de las cargas de servicio como por ejemplo durante un evento extremo como el Sismo de Diseño, es aceptable la ocurrencia de grietas asociadas al comportamiento inelástico del hormigón durante deformaciones plásticas por la fluencia del acero, ver Anexo 5 (Relevamiento de grietas y fisuras)

1.16.1. Grietas por tracción directa

El hormigón es débil a tracción y su resistencia es aproximadamente un 10% de su resistencia a la compresión, es por esto que se agrieta de la forma indicada en la figura 15 aún con bajo nivel de carga.

Figura 15

Grietas por tracción directa



1.16.2. Grietas por flexión indirecta

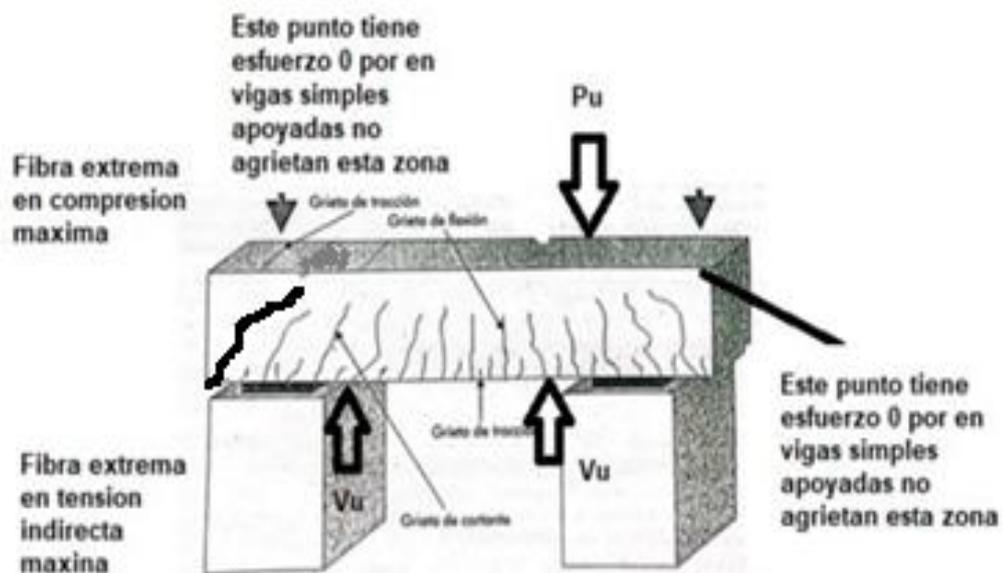
La resistencia a la flexión se compone del trabajo del hormigón en compresión combinado con el acero en tensión. Los elementos como vigas, losas o muros son sometidos a esfuerzos de flexión y se produce una deformación en el elemento que se traduce en tracciones indirectas que forman fisuras y grietas, las cuales causan una deformación en el elemento. Se presentan tracciones, las cuales forman fisuras y grietas. De estas fallas se producen las grietas por tracción y por flexión y cortante.

1.16.3. Grietas por cortante

En aquellos elementos que están sometidos a esfuerzos de corte, por las deformaciones que se producen se pueden causar las llamadas grietas de corte las cuales generalmente se dan en las zonas cercanas a los apoyos. En vigas, las grietas por cortante se propagan a partir de una grieta a flexión ocurrida previamente en la fibra extrema a tracción. (Library, 2020)

Figura 16

Grietas por cortante.



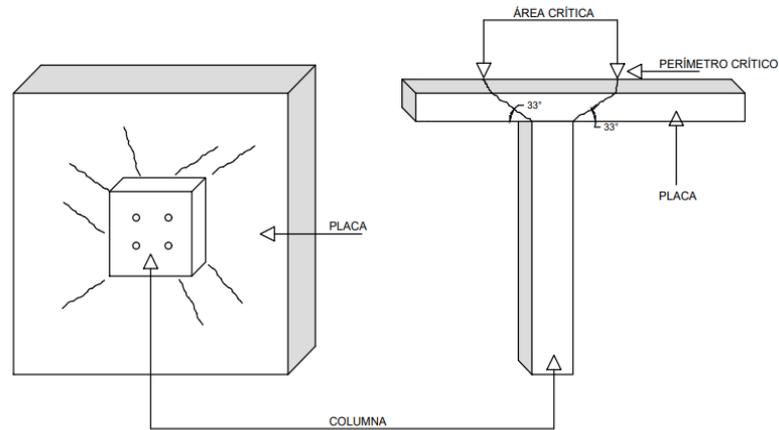
Nota: Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología Del Concreto Y Del Mortero. 5 ed. Bogotá: Bhandar, 2001. p. 19.

En la figura 16, las grietas en tensión indirecta se caracterizan porque son paralelas a la carga aplicada y perpendicular al eje longitudinal del elemento (viga), las de corte por flexión se caracterizan por: (i) Iniciar en la fibra extrema en tensión máxima como una grieta en flexión; (ii) Estar cerca de los apoyos donde el cortante V_u es máximo, continúa propagándose dentro del alma del elemento (viga) con un ángulo similar o igual a 45° .

1.16.4. Grietas por punzonamiento

Este mecanismo se da en elementos que sufren tracciones que se originan por tensiones tangenciales en 2 direcciones por la acción de una carga paralela al perímetro de cizallamiento por punzonamiento. Esta falla es caracterizada por formar una superficie de fractura en forma de tronco de pirámide.

Figura 17
Grietas por punzonamiento

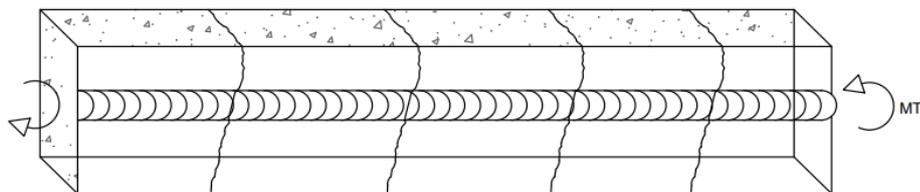


Nota: imagen tomada de la revista Bhandar, (Sánchez, 2001).

1.16.5. Grietas por torsión

Este tipo de grietas son muy parecidas a las grietas de cortante que se diferencian de otros ya que las mismas siguen un patrón de espiral originando en el flujo de esfuerzos de corte máximo a lo largo de las fibras más alejadas o extremas respecto del centro de rotación o ejes de acción del momento torsor MT , en un elemento estructural como una viga. Las grietas causadas son transversales e inclinadas.

Figura 18
Grietas por torsión



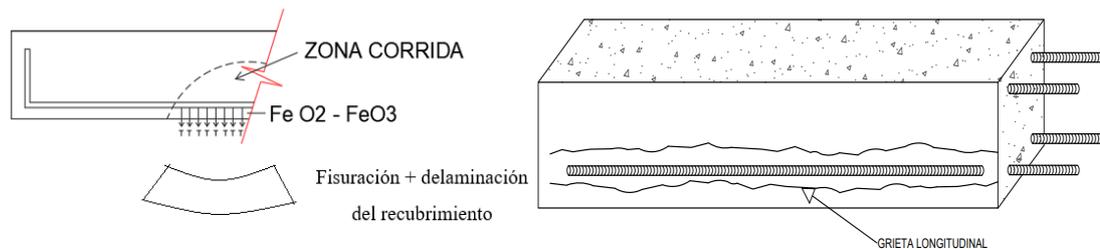
Nota: imagen tomada de la revista Bhandar, (Sánchez, 2001).

1.16.6. Grietas longitudinales de tracción

Son aquellas grietas que van longitudinalmente en la misma dirección de las barras de refuerzo, y pueden originar en la acción de cargas que producen esfuerzos de tensión por adherencia y anclaje a lo largo del fuste de la varilla en las zonas de cortante máximo. Pueden producirse ocasionalmente durante los tiempos de fraguado del hormigón en cuyo caso son por retracción del hormigón en estado plástico. Finalmente, este tipo de grietas también puede ocurrir por la tensión del

hormigón originado por la acumulación de productos de oxidación del acero corroído ($\text{FeO}_2 - \text{FeO}_3$), pero en este último caso la delaminación del hormigón del recubrimiento es producido por tensiones normales a la varilla (consecuencia del incremento de volumen del material oxidado).

Figura 19
Grietas longitudinales



Nota: imagen tomada de la revista Bhandar, (Sánchez, 2001).

1.17. Evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica (fema 154 nivel 1) para edificios.

La guía técnica 154 de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA-154) de los Estados Unidos de América, fue diseñada para efectuar una evaluación rápida a aquellas edificaciones que presenten daños estructurales después de la ocurrencia de sismos fuertes y se conviertan en un riesgo para los habitantes del edificio. Para brindar la seguridad a los habitantes, mediante la evaluación se puede anotar datos de fallas estructurales, riesgos geológicos, deslizamientos, asentamientos, entre otros.

Una de las ventajas de la evaluación FEMA 154 es que su valoración se realiza de manera rápida, pero destacando las estructuras que no poseen las características necesarias. (Rodríguez M. , 2022). Para la valoración de las estructuras, la evaluación posee un formulario que contempla una descripción de la edificación que incluye: (i) Ubicación; (ii) Número de niveles; (iii) Año de edificación; (iv) Área de construcción; (v) Nombre del inmueble; (vi) Uso del inmueble; (vii) Fotografías del inmueble; (viii) Un espacio para esquematizar anomalías ya sea en planta como en altura. (FEMA 154, 2022).

Según (Benjamin & Lockhart, 2011) “El método FEMA-154, realiza una determinación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación la cual se hace a través de un índice, si el resultado de la evaluación es menor o igual que dos (≤ 2) hay que usar un método de evaluación más detallado que conlleva el análisis matemático de

la edificación para conocer si puede ser requerido o no reforzar (nivel 2 de evaluación), si no cumple con la evaluación de nivel 2 hay que hacer un análisis no lineal de la edificación (nivel 3 de evaluación), la que si cumple no hay que reforzar pero si no cumple definitivamente hay que reforzarla con el soporte de una análisis de su capacidad y desempeño sísmico no lineal.”

Si el índice de la evaluación FEMA-154 nivel 1 es mayor o igual que dos (≥ 2), no necesita evaluación y por ende los estudios no conducen a un posible reforzamiento sino más bien a la preservación del diseño original mediante reparaciones ocasionales y mantenimientos periódicos cuando son

El índice igual a 2 significa que la edificación tiene una probabilidad equivalente al 1 % que colapse. El método usa un formulario el cual contempla una breve descripción de la edificación que debe incluir: ubicación, el número de pisos, año de construcción, área de construcción, nombre del edificio, uso, fotos de la edificación, un espacio para indicar irregularidades tanto en planta como en su elevación. También posee unos recuadros donde se señalará el uso, es decir la cantidad de personas que habitan en la edificación, los tipos de suelo, riesgos geológicos, los tipos de elementos no estructurales, posterior se indica un recuadro donde están los factores de ajuste del índice básicos por las siguientes características: altura media (4 a 7 niveles), gran altura (≥ 8 niveles), irregularidades en elevación, irregularidades en planta, ajuste por pre código moderno (construcción antes del 2001) o auto construcción, ajuste por el año de construcción después de la normativa vigente.

1.18. Plan estratégico

El plan estratégico corresponde al proceso donde se definen o reúnen los objetivos del proyecto y las acciones correspondientes, para finalizar con resultados concisos. Este Incluye una evaluación con el fin de representar en qué situación se encuentra el proyecto o edificación y las oportunidades que tiene para cumplir con los objetivos (Santos, 2023).

1.18.1. La importancia de la planeación estratégica.

La planeación estratégica es uno de los puntos claves e importantes para el crecimiento o viabilidad del proyecto, ayuda a generar una visión realista del futuro de la estructura y a enfocar todos los esfuerzos para cumplir objetivos, su visión y misión a mediano y largo plazo.

Esta planeación se dirige a un enfoque organizacional, es decir, desarrolla metas y planes para toda la organización mediante un ambiente dinámico, pero cumpliendo el análisis estructurado de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del entorno interno y externo del proyecto, contemplando los riesgos que puedan afectar a la ejecución en forma negativa o positiva.

En la figura 20, se puede apreciar las interrogantes que se deben solucionar a la hora de plantear un plan estratégico transversal de intervención sobre la condición existente de la estructura para que el empleador de este modelo entienda de una manera más didáctica cual es la finalidad del mismo logrando ordenar y alcanzar los objetivos y metas propuestas.

Así un plan estratégico permite al usuario o empresa adaptarse de manera más segura y sencilla a un entorno cambiante e innovador.

Figura 20

Interrogantes para elaborar un plan estratégico.

Planeacion Estrategica	¿Donde queremos ir?
	¿Donde estamos hoy?
	¿A donde debemos ir?
	¿A donde podemos ir?
	¿A donde iremos?
	¿Como estamos llegando a nuestras metas?
	¿Con que recursos contamos?

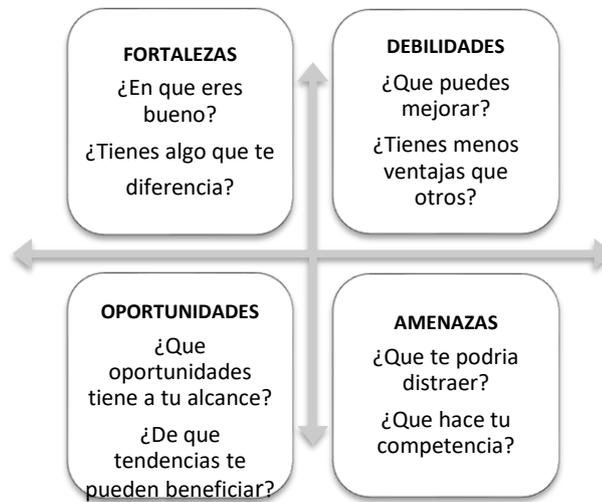
Nota: Imagen tomada de SERNA, Humberto. Planeación y gestión estratégica. 4ª Ed. Bogotá D.C., Co. RAM EDITORES, s.f. p. 20.

1.18.2. Diagnóstico estratégico

Se realiza mediante un análisis del entorno interno como las fortalezas y debilidades; y el entorno externo como las oportunidades y amenazas mediante una matriz denominada FODA (Parrado, 2019). La elaboración del análisis FODA consiste en identificar las estrategias y objetivos que permitan potencializar las fortalezas del caso de estudio

Figura 21

Matriz de diagnóstico FODA



Nota: imagen tomada de la revista Bhandar, (Sánchez, 2001).

Este análisis corresponde a la evaluación del entorno externo del caso de estudio, es decir, los factores que muestran dificultad de controlar, pero en los que se busca un beneficio o se utilizan como prevención durante el análisis del tema.

1.18.3. Rentabilidad y toma de decisiones.

Si bien, la rentabilidad va de la mano de la ganancia, su diferencia radica en que la rentabilidad es relativa. Se usa para determinar el alcance de las ganancias en relación con el tamaño de la empresa. En pocas palabras: es una medida de la eficiencia que determina el éxito o fracaso de una inversión. (Torres, HubSpot, 2022)

En concordancia con el plan estratégico, es esencial realizar una estimación de los recursos que se asignarán para ejecutar dicho plan. Es importante analizar y registrar cada uno de los costos que conlleva, los posibles ingresos que se generarían y beneficios que tendrían previo a determinar la viabilidad del proyecto. En tal sentido, es necesario crear un orden de actividades en base a los análisis de rentabilidad, sus ventajas y desventajas a la hora de elegir la opción más favorable en relación con la viabilidad del proyecto. Se debe precisar también quiénes son los responsables de llevar a cabo esas tareas y cuál es el tiempo que tienen para desarrollarlas.

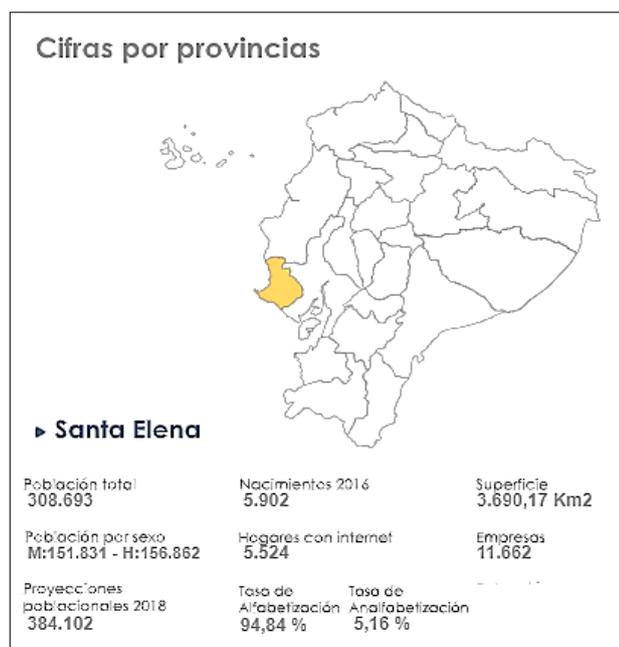
CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

Salinas, es una ciudad costera del Ecuador; la cual su principal ingreso económico es el turismo y entre sus atractivos principales están sus playas. Cabe mencionar que es la menos poblada pero la más grande de los tres cantones de la Provincia de Santa Elena con una población de 308.693 habitantes y con una superficie de 3.690,17 Km². Se localiza al centro-sur de la región litoral del Ecuador, en la puntilla de Santa Elena, que es el extremo occidental del Ecuador continental, a una altitud de 8 m y con un clima árido cálido de 24,7 °C en promedio. En la figura 24 se presentan datos relevantes del INEN para toda la provincia de Santa Elena:

Figura 22

Cifras de habitantes de la Provincia de Santa Elena



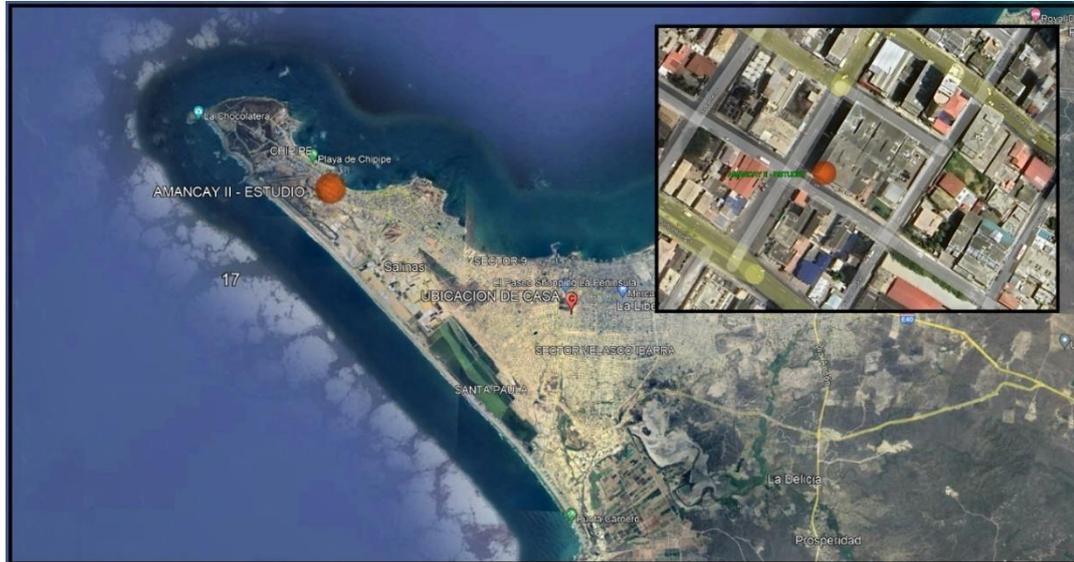
Nota: Imagen tomada del INEM, (2019).

El “CONDominio AMANCAY II” está ubicado en la Provincia de Santa Elena al noroeste del cantón Salinas en el barrio Las Palmeras. Esta edificación es de uso residencial, sus características arquitectónicas son poco modernas. Como actividad inicial del estudio se realiza una inspección para obtener información general de la edificación tal como su área de construcción, número de pisos, medidas internas, características geométricas de los elementos estructurales (vigas, columnas, cimentación) que conforman la edificación, daños y afectación causada a través del

tiempo por las cargas de servicio, el ambiente sobre la edificación y eventos sísmicos (fisuras, grietas, corrosión).

Figura 23

Ubicación de edificación Amancay II



Nota: Tomada de Google Earth, Ubicación de la edificación Amancay II, Cantón Salinas Provincia de Santa Elena. Fuente: Google Earth.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Salinas, dispone de una base de datos donde se detallan las edificaciones con cuatro o más pisos (Anexo 1). Existen catastrados al momento 87 edificaciones con 4 o más pisos con similares características en su tipología arquitectónica, estructura de hormigón armado, paredes de bloque, etc. En el gráfico número 1 se detallan los principales atributos de uso residencial, así como su clasificación por número de pisos y se tiene que el edificio Amancay como caso de estudio, es una muestra representativa del 60% de las edificaciones del catastro con 4 a 7 pisos de altura; en razón de su arquitectura y sistema estructural (pórtico de hormigón armado).

Por otra parte, por su ubicación geográfica, todas las edificaciones están expuestas a un ambiente salino, lo cual permite que los materiales tanto hormigón como acero de refuerzo se deterioren rápidamente. En base a cada uno de los datos obtenidos y los análisis y experimentos realizados en esta investigación, se puede realizar un plan estratégico que permita definir el manejo de daños por causa de los factores externos del medio ambiente (precipitaciones pluviales y corrosión en las estructuras del cantón Salinas), la preservación de la durabilidad para la estructura seleccionada y la acción de los sismos; con el edificio Amancay usado como una muestra representativa para el universo de estructuras que caracteriza.

McClave et al. (2008) manifiestan que una población es un conjunto de unidades usualmente personas, objetos, transacciones o eventos (en los que se tiene interés en estudiar) en la que consideran a un sector de la población y al subconjunto de las unidades habitacionales donde dicho sector reside como una muestra anterior de una población. En esta investigación, la muestra sería más breve: una estructura tomada como estudio de caso (Edificio Amancay). El sector Las Palmeras cuenta con aproximadamente 34719 habitantes del Cantón Salinas, siendo ese el sector donde se encuentra el edificio Amancay, la investigación de este edificio puede considerarse relevante para el desarrollo de un plan estratégico de intervención, para daños por corrosión en dicho sector específico; útil para edificaciones de hormigón armado de cualquier altura; no obstante, particularmente aplicable a edificaciones con altura intermedia (4 a 7 pisos).

En el sector de Las Palmeras las construcciones son de uso residencial y turístico como la edificación Amancay. Para este edificio tomado como caso de estudio, como paso previo al desarrollo de la metodología que define su plan estratégico de intervención de daños, se han realizado unas muestras de entrevistas a los 16 beneficiarios de los departamentos del condominio. que opinan sobre el riesgo que comprende las estructuras que son afectadas con cloruros y la mala imagen que generan al sector y a la ciudad turística como de Salinas.

2.2. Diseño y alcance de la investigación

2.2.1. Diseño de la investigación

Durante el análisis de esta investigación comprende que es de tipo experimental, dado que desde la posición de (Rodríguez N. , 2011), el método experimental representa el diseño que ayuda a determinar mediante ensayos y con un mayor grado de confianza, relaciones de tipo causal entre hechos o fenómenos de la realidad, por lo tanto, se concluye que esta clase de investigación es el tipo y nivel más alto de una investigación científica.

En este caso de análisis referente a la elaboración del plan estratégico para la rehabilitación de la estructura del edificio Amancay afectada por cloruros en el sector Las Palmeras del cantón Salinas se realizaría ensayos in situ no destructivos para definir la funcionalidad de columnas, vigas y de la estructura en general.

2.2.2. Alcance de la investigación

Según (Mellado, 2019) se define como alcance de investigación a las limitaciones que puede tener un estudio antes de cumplir con los objetivos.

El alcance determinado es de tipo correlacional por la relación de las variables independientes debido a los ensayos que sirven para demostrar los daños en la estructura; junto a la variable dependiente, que en este caso se denomina plan estratégico a realizar para la rehabilitación de la estructura de la edificación Amancay

2.3. Tipo y método de investigación

2.3.1. Tipo de la investigación

El método empleado en la investigación fue el hipotético-deductivo, que tal como afirman (Rodríguez & Perez, 2017) en este método las hipótesis son el punto de partida para generar nuevas deducciones, estas hipótesis están expuestas a verificaciones, y sobre todo a comprobación de la veracidad o no de las hipótesis de partida, así se obtienen conclusiones importantes.

En esta investigación para determinar el plan estratégico de la rehabilitación en la estructura del edificio Amancay afectada por cloruros se establecieron hipótesis conforme a los análisis que se esperan obtener, dichas hipótesis serán verificadas cumpliendo con los ensayos no destructivos, métodos de evaluación estructural y económica que permitirá determinar su factibilidad.

2.3.2. Método de la investigación

Se realizaría un tipo de investigación mixto porque se determinarán variables cualitativas y cuantitativas, las variables cualitativas se demuestran mediante los ensayos no destructivos, que permiten una descripción visual necesario para conocer el estado de la estructura; y cuantitativo debido a que evalúa mediante un análisis de costo la rentabilidad para verificar si los propietarios que habitan en el edificio optan por rehabilitar la estructura.

2.4. Población y muestra

Según (McNeil, 2022) determina que la población está determinada por conjuntos de personas, objetos, transacciones, entre otros siendo los que permiten manifestar que la muestra es particularmente como un subconjunto de las unidades de una población.

La población de esta investigación es el edificio Amancay y su muestra son los ensayos realizados para determinar la patología de la estructura del Edificio Amancay ubicado en el sector Las Palmeras del Cantón Salinas.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizaría una recopilación de información mediante la siguiente estructura; (i) Informe de los ensayos de laboratorio, (ii) Información Municipal; (iii) plan estratégico; (iv) encuestas; (v) Análisis económico; que permitirán obtener datos relevantes de la estructura como uso, edad estructural, planificación de los propietarios a futuro, numero de condominios con la finalidad obtener información valiosa al momento de generar datos económicos y estructurales

Gráfico 1

Edificaciones por piso del Cantos Salinas.



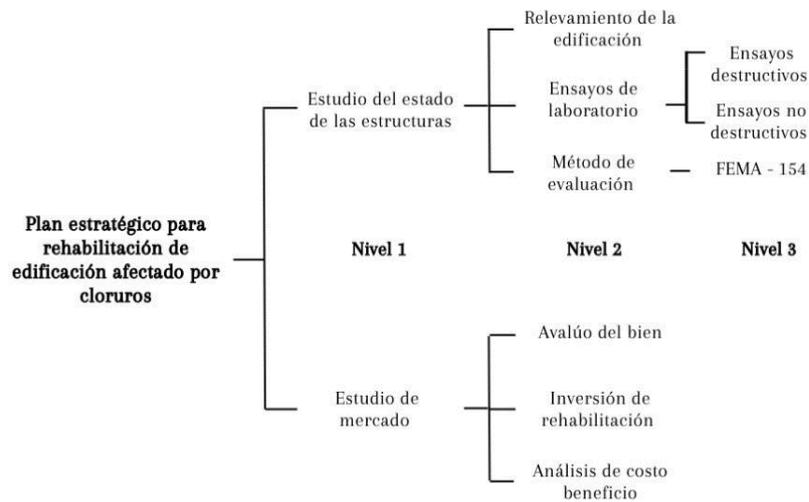
Cabe mencionar que, no se dispone de datos que reflejen si las otras 86 edificaciones con 4 o más pisos están afectadas por la corrosión debido a la salinidad del ambiente o a otros factores que influyan en el ingreso de cloruros a la edificación; aunque se estima que la corrosión es un problema generalizado en estructuras del hormigón armado con más de 30 años de vida útil. Además, se hace énfasis en que todos los propietarios de las 87 edificaciones con 4 o más pisos son beneficiarios de los resultados de este estudio porque la mayor sollicitación sísmica que afecta a las estructuras de mayor masa y altura va a requerir un estudio superior de protección de la integridad estructural mediante mantenimientos periódicos,

reforzamientos y durabilidad de los materiales para garantizar la seguridad sísmica en caso de un terremoto.

2.6. Procesamiento de la evaluación; validez y confiabilidad de los instrumentos

Para el análisis de costo beneficio hemos podido recopilar el proceso a seguir, con el cual podemos obtener el costo de reparación del proyecto y los beneficios que este otorga al momento de su reparación en los diferentes escenarios más adelante mencionados.

En el proceso de evaluación del plan estratégico para la rehabilitación de edificación Amancay afectada por cloruros sector Las Palmeras ubicado en el cantón Salinas se planteó su ejecución en tres fases:



2.6.1. Determinación de la patología de la estructura mediante ensayos destructivos y no destructivos.

Para Determinar si procede la alternativa de rehabilitar o de mejorar la edificación para asegurar la habitabilidad en el condominio fue necesario realizar el estudio de las patologías de la estructura del edificio Amancay asociadas al ataque por cloruros mediante ensayos no destructivos para conocer el estado de seguridad y funcionalidad de la edificación. Como parte de la metodología se plantea la ejecución de determinados ensayos destructivos y no destructivos que son de gran utilidad, y son de gran beneficio en la información requerida, estos ensayos son: (i) Ensayo esclerométrico (norma ASTM C805); (ii) Ensayo de extracción de núcleos (norma ASTM C42/C39); (iii) Ensayo de carbonatación; (iv) Ensayo de medición de cloruros norma D512 el método B.

En el ensayo esclerométrico para el plan de intervención se realizó seis tomas de rebotes, 4 en la planta baja y dos en los pisos superiores, se realizó mayor número de ensayos en la planta baja ya que en este sector existe mayor incidencia de daños por agentes externos en la estructura, es un ensayo económico, puede operar de manera horizontal o vertical y sobre todo es un ensayo no destructivo que permite realizar un gran número de determinaciones sin alterar su resistencia. En anexo se evidencia el infograma de los ensayos realizados

En el ensayo de extracción de núcleos permitir evaluar la resistencia del concreto a partir de extracción de núcleos y para su efecto se utiliza; (i) Máquina a rotación; (ii) Brocas diamantadas; (iii) Prensa de compresión; (iv) Pacómetro

Los núcleos extraídos se tomaron de forma perpendicular a la superficie con un equipo de rotación con brocas de diamante con un diámetro de 5.1cm, para evitar atravesar alguna barra longitudinal y transversal se utilizó un Pacómetro para determinar la posición de las barras de acero y la dirección de las mismas en una pantalla digital, los especímenes obtenidos deberán cumplir con la relación $H/D=2$, y posterior ensayar y determinar la compresión simple.

Para el ensayo de Carbonatación se tomó directamente de dos de las columnas más afectadas de la planta baja, no es necesario que las porciones tengan una geometría particular; basta que posean unas medidas suficientes como para medir la profundidad de la capa carbonatada. La porción para ensayar debe de tomarse en seco. La disolución del indicador puede aplicarse con pulverizador, mediante goteo, o cualquier otro procedimiento que permita extender una capa relativamente fina y uniforme sobre la superficie en cuestión.

REACTIVOS

A. Solución de fenolftaleína al 25% y en alcohol al 50%

B. Ácido sulfúrico estándar 0.05N

C. Anaranjado de metilo al 0.1% en agua.

Finalmente, en el ensayo de medición de cloruros se realizó la toma de muestra en la planta baja considerando 1 columna de la planta baja (Sector del estacionamiento). que es la zona más afectada de la estructura, la muestra fue enviada al laboratorio y medida según la norma ASTM D512-89

2.6.2. Análisis de formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica para edificaciones nivel 1.

Para la aplicación del método FEMA se utilizó el Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica que sigue el siguiente procedimiento; (i) Se verifica la ubicación de la edificación, las irregularidades de planta, irregularidades de elevación, distancia con edificaciones contiguas y año de construcción de la edificación; (ii) Se realiza una inspección minuciosa del suelo y pavimento en busca de fisuras, asentamientos u otro parámetro que indique que la estructura sufrió asentamientos o movimiento de tierra. (iii) Se lleva a cabo la verificación de posibles errores estructurales o de mampostería, como la presencia de columnas cortas. Además, se considera el tipo de material utilizado en la construcción y se evalúa si se aplicó el proceso constructivo adecuado.

2.6.3. Plan estratégico para el mejoramiento o reparación de la estructura del edificio Amancay.

El plan de estudio propuesto para el plan de estudio de una estructura se realizará adaptándose a la investigación no experimental, en función de objetivos previamente definidos en este documento y alineados con la información recolectada del Municipio del Cantón Salinas y encuestas realizadas.

El plan de reforzamiento para las edificaciones dañadas por corrosión es la base para el desarrollo de un proyecto de corte ingenieril, que permitirá a todas las edificaciones mayores a 4 pisos tener una idea del costo beneficio al momento de realizar un reforzamiento ante un evento sísmico. Para ello se requirieron tres etapas: (i) Enmarcar el proyecto dentro de los lineamientos de las normas vigentes (NEC, 2015) y el entorno socioeconómico del cantón Salinas; (ii) Definir los requerimientos técnicos; (iii) Fase de diseño (incluye costos y tiempo).

Para enmarcar los lineamientos se tomará datos del INEC para determinar el estado socioeconómico de Salinas, con estos datos se podrá obtener información del flujo de dinero en base al comercio de la gente y la inversión si la población económicamente activa invertiría en realizar un reforzamiento a sus edificaciones teniendo en cuenta su costo beneficio.

Se procederá a verificar los daños causados por la corrosión en la edificación mediante ensayos y con el FEMA-154, para determinar los requerimientos técnicos

y parámetros a utilizar para mejorar la vida útil de la edificación y su comportamiento estructural.

En la fase de diseño se realizará un análisis de costos para un sismo, frecuente, ocasional o raro, cada uno de estos tendrá un presupuesto con sus rubros a ejecutarse los cuales permitirán determinar los daños causados por cada uno de los sismos con las diferentes reparaciones ejecutadas. De tal manera que se puede analizar el costo beneficio de los habitantes de la edificación en base a cada una de las reparaciones en sus diferentes etapas.

En la estratificación socioeconómica de Salinas. Según datos INEC (Censo 2010), de la población económicamente activa tanto en el área rural como en el área urbana se cuenta con un total de 13067 personas activas y 14698 inactivas, tal como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 3

Población Económicamente Activa del Cantón Salinas.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA				
SALINAS				
CATEGORIA/AREA	AREA URBANA		AREA RURAL	
	Total	%	Total	%
ACTIVA(a)	13067	47,06%	11422	45,40%
OCUPADOS	12118	92,74%	10474	91,70%
DESOCUPADOS	949	7,26%	948	8,30%
POBLACION INACTIVA				
INACTIVA (b)	14698	52,94%	13736	54,60%
PET (a+b)	27765	100,00%	25158	100,00%

Nota: Tabla tomada del INEM, (2019).

En el comercio y servicio de la Provincia de Santa Elena es necesario destacar que la actividad comercial se da en el centro urbano del cantón, donde existen 1955 establecimientos comerciales de los cuales el 53.15% son establecimientos comerciales y el 41.28% son de servicio. Entre estos se encuentra las edificaciones mencionadas en el anexo 1 que tienen como comercio la actividad inmobiliaria y de turismo, que son las que se encuentran enmarcadas en el presente estudio. A continuación, en la figura 24 se indica las actividades y sus porcentajes en el cantón Salinas.

Figura 24

Actividades Comerciales por sectores productivos del Cantón Salinas



Nota: Imagen tomada del INEM, (2019).

Las vías de acceso al proyecto se resumen en las que ya existen y en las que están proyectadas. Los accesos que conectan al proyecto con vías de alta circulación vehicular son los siguientes:

- ■ Ingreso 1: Salinas – La Libertad – Santa Elena
- ■ Ingreso 2: Salinas – La Libertad – Santa Elena

Figura 25

Vía de acceso a condominio Amancay. Fuente: Google Earth



Nota: imagen tomada del INEM, (2019).

En el plan estratégico la herramienta FODA permite generar un diagnóstico general de la situación de la Edificación Amancay II. Analiza las posibles amenazas y oportunidades que viabilicen la rehabilitación del condominio o su posible demolición en comparación con el mercado inmobiliario existente en el Cantón Salinas y las necesidades de los propietarios de los departamentos tienen la finalidad de fortalecer las debilidades, minimizar situaciones de riesgo y generar un nuevo y mejor desempeño estructural sismo-resistente a partir de las medidas de intervención recomendada.

y aprovechar las oportunidades que se obtengan acerca de la rehabilitación de la edificación Amancay.

El estudio de factibilidad de mercado para la rehabilitación de una edificación en el cantón Salinas, Provincia de Santa Elena, la cual tiene por finalidad determinar la oferta, la demanda, y la información referente a las características de los departamentos a ofertar, y así determinar el alcance del servicio a ofrecer, de igual forma contribuir en la solución de los problemas habitacionales en la parte urbana de la Provincia de Santa Elena por la falta de espacios físicos.

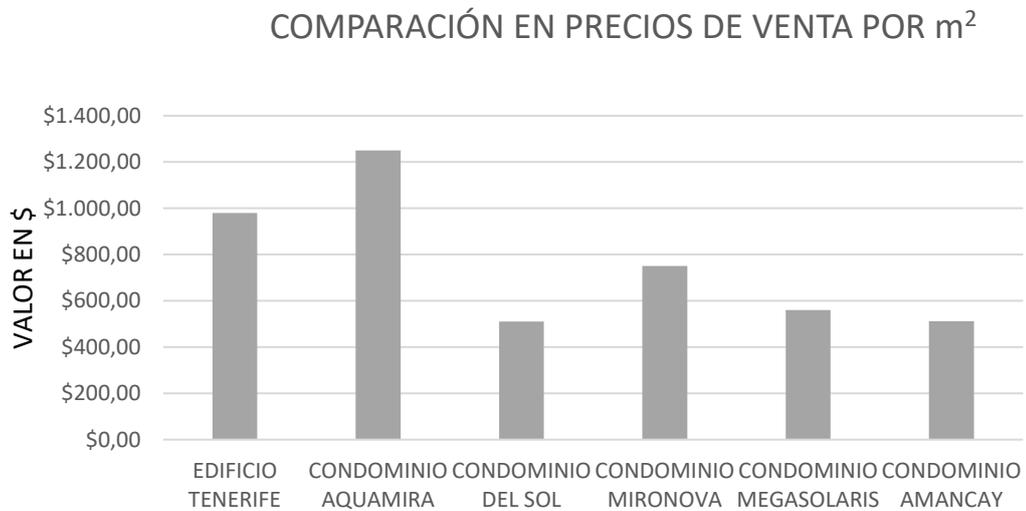
Según la guía de (Cadena, 2018) “Con los datos mostrados en el anexo 1 se realizó un estudio de mercado para ver el entorno del sector y realizar un análisis de la oferta y demanda, en base al cual se definió el proyecto. Viendo las condiciones generales del sector y analizando los diferentes indicadores que fueron parte de la investigación, se presenta un escenario favorable para las edificaciones mayores a 4 niveles del cantón Salinas. En relación con las características generales como diseño arquitectónico de la misma tipología, promotor, localización, acabados, seguridad, precio, áreas y financiamiento.

En el ámbito comercial, se puede observar que el mercado de bienes inmuebles se está reactivando en la zona, hay nuevos proyectos y gente que se encuentra interesada en adquirir bienes inmuebles nuevos. Se tiene un buen ambiente en relación con la velocidad de ventas y absorción.”

El precio promedio dentro de la zona tiene un rango entre \$400/m² a \$1300/m² aproximadamente (Gráfico 2). El Condominio Amancay II tiene un costo de \$400/m², en base a datos obtenidos. El precio fue definido en torno al perfil del cliente el cual se definió como un segmento medio y alto en base a la capacidad de ahorro de las familias dentro del estudio de la demanda.

Gráfico 2

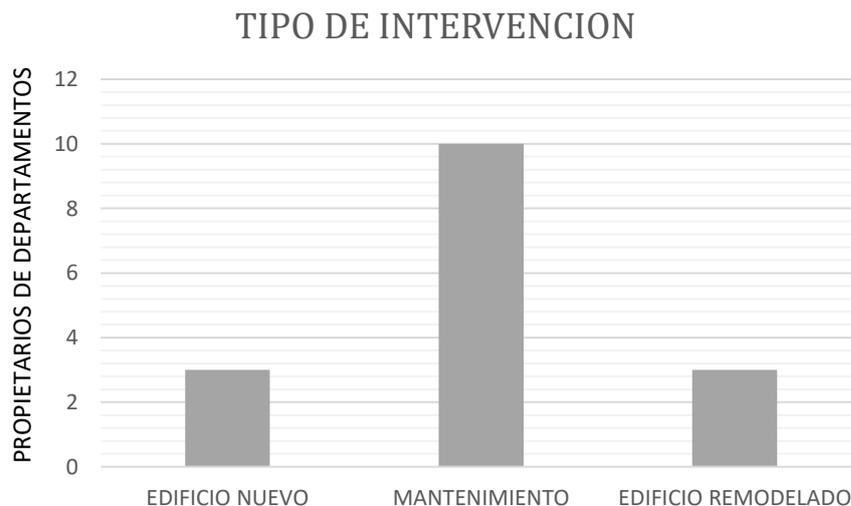
Cuadro comparativo con el precio por m² de condominios en el Cantón Salinas



En encuestas realizadas a una muestra de 16 personas dueños de los departamentos del condominio Amancay, se analiza si las familias comprarán un departamento en el condominio que se vio afectado por corrosión y que posterior ha sido rehabilitado para su habitabilidad o prefieren adquirir departamentos nuevos o simplemente realizar un mantenimiento con la finalidad de dejar en su estado original.

Gráfico 3

Cuadro comparativo con los tipos de rehabilitación.



Las características del proyecto constan de 16 Departamentos de 3 y 4 dormitorios, áreas de parqueos y bodegas. Dentro del estudio de factibilidad del proyecto, se determinaron los costos directos, costos indirectos y costo del terreno para poder

así poder elaborar un análisis estático y dinámico del proyecto. Con esto se logra tener la incidencia de los rubros más importantes en el proyecto. Por medio de esto, se determina que el costo por m² es de \$1.500 con una inversión máxima de \$309750 por departamento. Esto se determinó a base de un presupuesto elaborado a nivel de rubros. El pico de gastos se da en el mes 19, en base al cronograma valorado. (Cadena, 2018).

En el avalúo para edificaciones realizar una recopilación de referencias alrededor del bien en estudio, tomando las siguientes consideraciones: (i) Se debe encontrar por lo menos 3 referencias comparables; (ii) En lo posible deben ser muy semejantes al bien en estudio; (iii) Si no se encuentra referencias en el entorno inmediato se deberá seguir ampliando el radio de búsqueda.; (iv) analizar referencias de situación y características homogéneas; (v) El internet es una herramienta muy útil, pero con un rango de confiabilidad solo de un 50%, por tal motivo solo son útiles las referencias que puedan ser confirmadas personalmente vía telefónica.

Finalmente, se realizaron presupuestos en tres escenarios en base a los periodos de retorno de los sismos a 72, 225 y 475 años los que dotaran datos en el capítulo de resultados

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSION

La edificación, fue construida en el año de 1989, con una vida útil de 50 años. Por lo tanto, esta edificación tiene 34 años y lleva el 68% de su vida útil.

Es una edificación de dos torres en este caso de estudio se analizó la torre II y la que está considerada para una posible remodelación o rehabilitación.

Entre la información recopilada se tienen los siguientes documentos: (i) Planos estructurales; (ii) Planos arquitectónicos; (iii) Planos hidrosanitarios; (iii) Planos eléctricos.

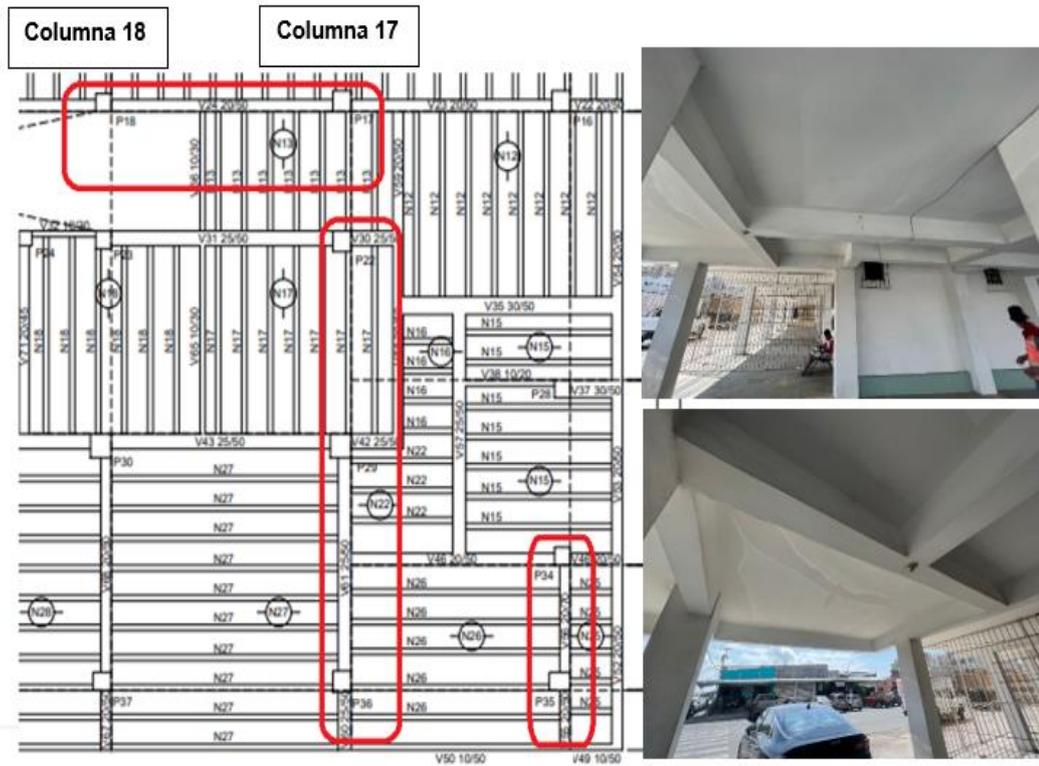
Cada uno de estos estudios por el tiempo que ha transcurrido no se visualizan muy bien y carecen de información completa ya que se encuentran realizados a mano. Por esta razón se procede a realizar un relevamiento de la edificación, complementando los planos estructurales con el dibujo de la cimentación (anexo 4), dimensiones de elementos estructurales como vigas y columnas anexo 2 y anexo 3. Cabe recalcar que la cimentación no posee estudio de suelos con el cual se podría verificar las dimensiones de esta, por lo que se procede a dibujar únicamente la cimentación con la información disponible.

El condominio consta de dos bloques independientes denominados Amancay I y Amancay II. Para la evaluación se tomó el bloque número II que posee 5 pisos y tiene un área de $500m^2$ en todos sus pisos (Figura 26), con un total de $2500 m^2$ de área de construcción. La arquitectura del bloque II es poco moderna, del primero al cuarto piso hay 8 departamentos en total, con el quinto nivel conformado por techo de asbesto cemento apoyado sobre un sistema de vigas de amarre. El sistema estructural utilizado corresponde a pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno no reforzada (Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings ASCE – Table 3.1). Cabe indicar que en algunas partes de la edificación existen pórticos discontinuos los cuales se observan en la (figura 26), ya que sus vigas y columnas no poseen una misma alineación, las columnas 17-18-22-28-29-34-35-36 sin amarre entre sí mediante vigas.

Para identificar si existe daños estructurales se evalúa posteriormente a la edificación mediante ensayos no destructivos tanto al hormigón como al acero de refuerzo: (i) ensayo esclerometrico; (ii) ensayo de penetración de cloruros; (iii) ensayo de carbonatación); (iv) demostrados a continuación;

Figura26

Pórticos discontinuos, columnas y vigas en edificación Amancay II



Las losas utilizadas en esta edificación son nervadas en una dirección con un espesor variable desde 18 a 23cm. Se pudo verificar que los nervios no siguen en los paños un mismo sentido, sus elementos estructurales como columnas son en su gran mayoría de sección cuadrada, sus vigas son rectangulares y peraltadas.

Figura27

Vista externa de edificación Amancay II



Nota: imagen obtenida de Google Earth, (2021).

En la edificación se procedió a realizar un relevamiento de daños de cada uno de los pisos con lo cual se identifica fisuras, grietas y asentamientos existentes en cada uno de ellos. Para esto se mide la longitud de fisura o grieta y el ancho de la misma,

para los asentamientos se usa un medidor laser el cual permite verificar cualquier desnivel existente.

A continuación, se adjunta la clasificación entre micro fisura, fisura y grietas relacionado con el nivel de repercusión que puede tener sobre los esfuerzos y deformaciones de la estructura.

Tabla 4

Clasificación de fisuras, micro fisuras y grietas.

CLASIFICACION POR ANCHO e		Nivel de repercusión en la estructura
MICROFISURAS	$e < 0.05 \text{ mm}$	Nivel muy bajo
FISURAS	$0.1 < e < 0.2 \text{ mm}$	Nivel bajo. Tener cuidado con ambientes marinos u otros agresivos donde pueda desencadenarse la corrosión del acero
MACROFISURAS	$0.2 < e < 0.4 \text{ mm}$	Nivel moderado. podría existir repercusiones estructurales, se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y alternativas de reparación y/o reforzamiento en caso lo amerite
	$0.4 < e < 1.0 \text{ mm}$	Nivel alto. Podría existir reducción de la capacidad sismorresistente. Se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico, y alternativas de reparación y/o reforzamiento en lo aplicable
GRIETAS	$e > 1.0 \text{ mm}$	Nivel muy alto. Posible reducción significativa de la capacidad sismorresistente. Se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y determinar la posibilidad de salvar la estructura. Dependiendo de los daños encontrados, se debe evaluar la ecuación y apuntalamiento de la edificación.

Nota: Tabla tomada de Fisuras y grietas en las estructuras de concreto.

(Sotomayor C. , 2020).

De acuerdo con lo observado, las grietas en las columnas tienen como característica, la pérdida de la adherencia entre el hormigón y el acero con la posible delaminación

del hormigón a corto plazo, ya que durante el proceso de corrosión al incrementarse las tensiones radiales ejercidas por los productos de la corrosión se producen las fisuras en el hormigón (Paredes, Prieto, & Santos, 2013) estas fisuras ocurren a lo largo de la línea de refuerzo, y generalmente su ancho es uniforme y se ensanchan a medida de transcurre la vida útil de la columna y que se delamine el hormigón, en el Anexo 5, se indica las fisuras y grietas levantadas.

Al poseer un espesor de recubrimiento que no cumple con la normativa particularmente cuando es muy insuficiente es $\geq 3\text{cm}$ la armadura en los elementos estructurales como vigas y columnas sufren mayores daños ya que penetra más fácilmente la humedad y corroe el acero de refuerzo, en frecuencias más tempranas y tasas aceleradas.

Tabla 5.

Recubrimiento mínimo.

	Recubrimiento Mínimo, mm
(A) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente en él	75
(B) Concreto expuesto a suelo o la intemperie:	
Barras No. 19 a No. 57	50
Barras No. 16 alambre MW200 ó MD200 (16mm de diámetro) y menores.....	40
(C) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
Losas, muros, viguetas:	
Barras No. 43 y No. 57	40
Barras No. 36 y menores	20
Vigas, columnas:	
Armadura principal, estribos, espirales	40
Cáscaras y placas pegadas	
Barras No. 19 y mayores.....	20
Barras No. 16, alambres MW200 ó MD200 (16mm de diámetro) y menores	15

Nota: Tabla tomada de (Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC-15, 2015)

Algunos de los parámetros o factores que afectaron a los elementos estructurales son la humedad, la mala calidad del hormigón y la alta permeabilidad.

Al momento de realizar la inspección del recubrimiento se pudo obtener muestras del hormigón y se observa que su agregado grueso es un canto rodado y que poseía un porcentaje de arena alto ya que al desintegrarlo se veía la falta de agregado

grueso, por lo cual se puede decir que su resistencia a la compresión no dará los resultados deseados, y este afectará directamente a la estructura en un evento sísmico.

3.1. Resultados de la patología de la estructura

Los ensayos esclerometricos fueron realizados a elementos estructurales como vigas y columnas específicamente; el ensayo se lo realizó de manera vertical y horizontal, en el que se verificó el acero de refuerzo, sección de elemento y su ubicación. Los resultados de las pruebas esclerométricas se presentan en la tabla 9, la resistencia a la compresión calculada obtuvo un promedio de 117.1Kg/cm² en las columnas descritas y 179.7 Kg/cm² en vigas, las cuales no cumplen con la normativa (NEC-SE-HM) indicada en la (tabla 6ta), en donde indica que el valor mínimo para el hormigón es de 21 MPa.

Cabe indicar que este ensayo tiene mucha variación en sus resultados ya que depende de muchos factores como, el tipo de cemento, tipo de agregado, tipo de superficie, edad del hormigón, si existe carbonatación superficial o si tiene humedad etc.

Los ensayos entregados por el laboratorio se encuentran en la sección (anexo 6) del presente proyecto.

Tabla 6

Propiedades Mecánicas del Hormigón Armado. Fuente: (NEC, 2015).

3.3. Propiedades mecánicas del hormigón armado

3.3.1 Resistencia a la compresión

a. **Generalidades**

El hormigón debe cumplir con los requisitos de este capítulo para condiciones de exposición ambiental (véase en la sección 3.2), y satisfacer los requisitos de resistencia estructural.

Se usarán los siguientes valores de resistencia específica a la compresión:

- Valor mínimo para el hormigón: $f'_c = 21$ MPa.
- Valor máximo para elementos de hormigón liviano: $f'_c = 21$ MPa.

Tabla 7

Resultados obtenidos del ensayo esclerometricos.

Número de prueba	Número de Columna	Intersección eje	Dimensión	Acero de refuerzo	Acero de refuerzo de estribo	Estructura	Ubicación	Orientación	Resistencia		Fotos
									Promedio del Valor del Rebote	psi Kg/cm ²	
1	30	D-2	45*45	8Ø20	1Ø14 c/15 cm	Columna	Columna 1er piso	Horizontal	22,2	1550 109,2	
2	45	B-C / 2	25*50		1Ø12 c/15 cm	Viga	Viga 4to Piso	Horizontal	28	2500 176,1	
3	33	A-2	35*35	4Ø16	1Ø14 c/15 cm	Columna	Columna Planta Baja	Horizontal	16	1400 98,6	

Número de prueba	Número de Columna	Intersección eje	Dimensión	Acero de refuerzo	Acero de refuerzo de estribo	Estructura	Ubicación	Orientación	Promedio del	Resistencia		Fotos
									Valor del Rebote	psi	Kg/cm ²	
4	39	B-2	35*35	4Ø16	1Ø14 c/15 cm	Columna	Columna Planta Baja	Horizontal	20,8	1500	105,7	
5	31	C-2	50*50	8Ø20	1Ø14 c/15 cm	Columna	Columna Planta Baja Lado Izquierdo	Horizontal	26,6	2200	155	
6	61	E-2	25*50		1Ø12 c/15 cm	Viga	Viga Planta Baja Parte Frontal	Vertical	32,6	2600	183,2	

Siguiendo la norma ASTM C42/C39 indicada del capítulo 2 para este ensayo, se realizó la extracción de núcleos a tres columnas de la planta baja (Sector del estacionamiento). En la tabla 7, se puede observar la ubicación específica donde se realizó la toma de muestra, la fecha del ensayo, las medidas del espécimen y la resistencia obtenida posterior al ensayo a la compresión, donde se obtuvo una resistencia mínima de 99.31 Kg/cm² y máximo de 269.31 Kg/cm² y su promedio es de 127.56 Kg/cm², lo cual no cumple la norma indicada en la tabla 8, los parámetros como diámetro, altura, área, cargas y resultados obtenidos mediante el ensayo se encuentra en el anexo 7.

Tabla 8.

Resultados obtenidos del ensayo de extracción de núcleos.

FECHA DE ENSAYO	ESPECIMEN			CARGA MAXIMA	ESFUERZO Kg/cm ²	ESFUERZO Kg/cm ² - Factor de
	DIAMETRO	ALTURA	AREA DE CONTACTO			
45112	4	4,5	12,5664	3890	309,55564	269,31
45112	4	6	12,5664	1300	103,450471	99,31
45112	4	5,5	12,5664	190	15,1196842	14,06

Los ensayos de carbonatación se llevaron a cabo en los núcleos extraídos mediante el ensayo de extracción correspondiente. Los resultados revelaron que la profundidad de carbonatación obtenida, utilizando el método de la fenolftaleína, en los testigos evaluados en diversas zonas y alturas de la estructura, indica problemas de carbonatación. Estos resultados indican que el concreto ya no cuenta con propiedades adecuadas para detener los agentes agresivos del ambiente. De acuerdo con los valores de pH obtenidos en algunas muestras de concreto indican una disminución de pH a un valor de 8-9. En la tabla 9 se presenta los resultados de los ensayos de carbonatación.

Tabla 9

Resultados obtenidos para ensayo de carbonatación

Número de prueba	Número de Columna	Intersección eje	Dimensión	Acero de refuerzo	Acero de refuerzo de estribo	Estructura	pH	FOTOS
1	36	A-1	40*40	4Ø22	1Ø14 c/15 cm	Columna	8,2	
2	38	C-1	35*35	4Ø22	1Ø14 c/15 cm	Viga	8	
3	40	A-1	35*35	4Ø22	1Ø14 c/15 cm	Columna	9	



Los valores presentes sobrepasan los niveles normales de la molécula. Cabe recalcar que la técnica química-física no es la mejor para calcular la afección al concreto, pues la norma (ASTM D512-89, 2017) se usa ampliamente en aguas, mientras que la normativa ASTM C1218-99 realiza el análisis de mortero de cemento hidráulico concreto para cloruro que es soluble en agua.

Por lo tanto, se requerirá la determinación puntual del daño ocasionado para evaluar el potencial de un sistema de cemento bajo una reacción. Sin embargo, debe reconocerse que el cloruro soluble en agua determinado en algún momento particular de la vida de un sistema de cemento puede ser sustancialmente diferente al de otro momento; por ejemplo, el ambiente de servicio puede resultar en un mayor contenido de cloruro soluble en agua debido a cambios en la solubilidad o menor debido a la lixiviación.

Se recopiló una muestra de acuerdo con la práctica D 512, y se envió al laboratorio para diagnóstico, los resultados obtenidos se presentan en las tablas 10 y 11.

Tabla 10

Resultados obtenidos de ensayos de medición de cloruros conforme ASTM D512-89.

Número de prueba	Número de Columna	M.O. %	CL ₂ Ca mg/lit	Cl ₂ Mg mg/lit	ClNa mg/lit	Fotos
1	23	-	1900	1600	2000	
Rangos:		-	-	-	-	

De acuerdo con el Prof. David Fowler la concentración de cloruros de las varillas de acero es superior a 300ppm, equivalente al 0.15% en peso de iones cloruros solubles en agua respecto al peso del cemento (también equivalente al peso de 0.7Kg de Cl en 1m³ de hormigones). (Argudo, 2023)

Transformando los 2000 mg/lit a Kg de cloruro obtenemos 2kg de Cl en 1m³ por lo que excede al rango permisible indicado.

Tabla 11*Resultados de ensayo de medición de cloruros ASTM C1218-99*

Relación análisis físico/químico y el peso molecular del componente.	Ensayo Físico / Químico.	Cálculo de peso mol en estado normal.	Miligramos de cloro por molécula.
Cl ₂ Ca	1900mg/l	1277.82mg/l	686.50mg/l
Cl ₂ Mg	1600mg/l	1489.49mg/l	408.40mg/l
ClNa	2000mg/l	1213.21mg/l	1206.89mg/l

3.2. Resultados de la evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica (fema 154 nivel 1).

Se usó el formulario de detección visual rápida FEMA 154 método de nivel 1 de evaluación donde su calificación básica se da de acuerdo con los parámetros de la estructura como son: (i) Irregularidades; (ii) Código de la construcción; (iii) Suelo.

En esta evaluación el edificio Amancay obtuvo la calificación de 0.9 en donde la tipología del sistema estructural es C3-(URM INF), de acuerdo con lo indicado en la sección 2.4 en donde si el valor es menor o igual a 2 hay que usar un método de evaluación más detallado que conlleva el análisis matemático de la edificación para conocer si puede ser requerido o no reforzar (nivel 2 de evaluación). En la figura 28, se puede observar el formulario que contiene todos los parámetros de información de la edificación requerida para el FEMA-154. Cabe mencionar que la evaluación Nivel 2 está pendiente de realizar de parte de los propietarios; por lo que en adelante y en ausencia de dicha evaluación más detallada para efectos de la elaboración del Plan Estratégico y las evaluaciones Beneficio/Costo se tendrá que asumir escenarios de resultados para fines ilustrativos de los escenarios y se necesitará confirmar o modificar lo asumido una vez que dicha evaluación estructural de Nivel 2 sea llevada a cabo.

Adicionalmente se usa el formulario para detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica (FEMA 154). Al final de todas las observaciones visuales y con la información recopilada se hacen las conclusiones y recomendaciones. Los resultados obtenidos de la evaluación se pondrán a consideración de los propietarios de la edificación para la realización de un estudio más detallado o posibles reparaciones, en caso de ser recomendado y requerido

Figura 28

Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica para edificación” (NEC-MANUAL MIDUVI, 2020)

CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES **Nivel 1**

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154 **Muy alta sismicidad**

101 DATOS EDIFICACIÓN	
102 Nombre de la Edificación:	Amancay 2
103 Dirección:	Avenida Eduardo Aspíazu Estrada y Leonardo Aviles Tabárez Provincia de Santa Elena - Cantón Salinas
104 Sitio de referencia:	Cevichería Lojanita 105 Código Postal
106 Tipo de uso:	Condominio
107a Zona:	107b Norte: -2.205
107a Longitud:	108 Este: -80.98
109 S1:	110 S1:
111 DATOS DEL PROFESIONAL	
112 Nombre del evaluador:	Ing. Sheyla Nuñez Montiel
113 Cédula del evaluador:	0603436973
114 Registro SENESCOT:	1006-11-1061242
115 Fecha:	14/11/2022
116 Hora:	16:00
117 DATOS CONSTRUCCIÓN	
118 Número de Pisos:	4
119 Sobre el subsuelo:	120 Bajo el subsuelo
121 Año de construcción:	1989
122 Área de Construcción:	500m2
123 Código Año:	124 (Años) Remodelación:
125 Adiciones:	Ninguna x Si
126 Número de Predio:	15
127 Clave Catastral:	
200 OCUPACION:	
201 Asambleas:	Comercial
202 Industria:	Servicio de Emergencia
203 Utilidad:	Oficina
203A Residencial #:	
203B Residencial #:	x
203C Albergue:	Publico
204 TIPO DE SUELO:	
204A A:	204B B:
204C C:	204D D:
204E E:	204F F:
204G G:	204H H:
204I I:	204J J:
204K K:	204L L:
204M M:	204N N:
204O O:	204P P:
204Q Q:	204R R:
204S S:	204T T:
204U U:	204V V:
204W W:	204X X:
204Y Y:	204Z Z:
204AA AA:	204AB AB:
204AC AC:	204AD AD:
204AE AE:	204AF AF:
204AG AG:	204AH AH:
204AI AI:	204AJ AJ:
204AK AK:	204AL AL:
204AM AM:	204AN AN:
204AO AO:	204AP AP:
204AQ AQ:	204AR AR:
204AS AS:	204AT AT:
204AU AU:	204AV AV:
204AW AW:	204AX AX:
204AY AY:	204AZ AZ:
204BA BA:	204BB BB:
204BC BC:	204BD BD:
204BE BE:	204BF BF:
204BG BG:	204BH BH:
204BI BI:	204BJ BJ:
204BK BK:	204BL BL:
204BM BM:	204BN BN:
204BO BO:	204BP BP:
204BQ BQ:	204BR BR:
204BS BS:	204BT BT:
204BU BU:	204BV BV:
204BW BW:	204BX BX:
204BY BY:	204BZ BZ:
204CA CA:	204CB CB:
204CC CC:	204CD CD:
204CE CE:	204CF CF:
204CG CG:	204CH CH:
204CI CI:	204CJ CJ:
204CK CK:	204CL CL:
204CM CM:	204CN CN:
204CO CO:	204CP CP:
204CQ CQ:	204CR CR:
204CS CS:	204CT CT:
204CU CU:	204CV CV:
204CW CW:	204CX CX:
204CY CY:	204CZ CZ:
204DA DA:	204DB DB:
204DC DC:	204DD DD:
204DE DE:	204DF DF:
204DG DG:	204DH DH:
204DI DI:	204DJ DJ:
204DK DK:	204DL DL:
204DM DM:	204DN DN:
204DO DO:	204DP DP:
204DQ DQ:	204DR DR:
204DS DS:	204DT DT:
204DU DU:	204DV DV:
204DW DW:	204DX DX:
204DY DY:	204DZ DZ:
204EA EA:	204EB EB:
204EC EC:	204ED ED:
204EE EE:	204EF EF:
204EG EG:	204EH EH:
204EI EI:	204EJ EJ:
204EK EK:	204EL EL:
204EM EM:	204EN EN:
204EO EO:	204EP EP:
204EQ EQ:	204ER ER:
204ES ES:	204ET ET:
204EU EU:	204EV EV:
204EW EW:	204EX EX:
204EY EY:	204EZ EZ:
204FA FA:	204FB FB:
204FC FC:	204FD FD:
204FE FE:	204FF FF:
204FG FG:	204FH FH:
204FI FI:	204FJ FJ:
204FK FK:	204FL FL:
204FM FM:	204FN FN:
204FO FO:	204FP FP:
204FQ FQ:	204FR FR:
204FS FS:	204FT FT:
204FU FU:	204FV FV:
204FW FW:	204FX FX:
204FY FY:	204FZ FZ:
204GA GA:	204GB GB:
204GC GC:	204GD GD:
204GE GE:	204GF GF:
204GG GG:	204GH GH:
204GI GI:	204GJ GJ:
204GK GK:	204GL GL:
204GM GM:	204GN GN:
204GO GO:	204GP GP:
204GQ GQ:	204GR GR:
204GS GS:	204GT GT:
204GU GU:	204GV GV:
204GW GW:	204GX GX:
204GY GY:	204GZ GZ:
204HA HA:	204HB HB:
204HC HC:	204HD HD:
204HE HE:	204HF HF:
204HG HG:	204HH HH:
204HI HI:	204HJ HJ:
204HK HK:	204HL HL:
204HM HM:	204HN HN:
204HO HO:	204HP HP:
204HQ HQ:	204HR HR:
204HS HS:	204HT HT:
204HU HU:	204HV HV:
204HW HW:	204HX HX:
204HY HY:	204HZ HZ:
204IA IA:	204IB IB:
204IC IC:	204ID ID:
204IE IE:	204IF IF:
204IG IG:	204IH IH:
204II II:	204IJ IJ:
204IK IK:	204IL IL:
204IM IM:	204IN IN:
204IO IO:	204IP IP:
204IQ IQ:	204IR IR:
204IS IS:	204IT IT:
204IU IU:	204IV IV:
204IW IW:	204IX IX:
204IY IY:	204IZ IZ:
204JA JA:	204JB JB:
204JC JC:	204JD JD:
204JE JE:	204JF JF:
204JG JG:	204JH JH:
204JI JI:	204JJ JJ:
204JK JK:	204JL JL:
204JM JM:	204JN JN:
204JO JO:	204JP JP:
204JQ JQ:	204JR JR:
204JS JS:	204JT JT:
204JU JU:	204JV JV:
204JW JW:	204JX JX:
204JY JY:	204JZ JZ:
204KA KA:	204KB KB:
204KC KC:	204KD KD:
204KE KE:	204KF KF:
204KG KG:	204KH KH:
204KI KI:	204KJ KJ:
204KK KK:	204KL KL:
204KM KM:	204KN KN:
204KO KO:	204KP KP:
204KQ KQ:	204KR KR:
204KS KS:	204KT KT:
204KU KU:	204KV KV:
204KW KW:	204KX KX:
204KY KY:	204KZ KZ:
204LA LA:	204LB LB:
204LC LC:	204LD LD:
204LE LE:	204LF LF:
204LG LG:	204LH LH:
204LI LI:	204LJ LJ:
204LK LK:	204LL LL:
204LM LM:	204LN LN:
204LO LO:	204LP LP:
204LQ LQ:	204LR LR:
204LS LS:	204LT LT:
204LU LU:	204LV LV:
204LW LW:	204LX LX:
204LY LY:	204LZ LZ:
204MA MA:	204MB MB:
204MC MC:	204MD MD:
204ME ME:	204MF MF:
204MG MG:	204MH MH:
204MI MI:	204MJ MJ:
204MK MK:	204ML ML:
204MM MM:	204MN MN:
204MO MO:	204MP MP:
204MQ MQ:	204MR MR:
204MS MS:	204MT MT:
204MU MU:	204MV MV:
204MW MW:	204MX MX:
204MY MY:	204MZ MZ:
204NA NA:	204NB NB:
204NC NC:	204ND ND:
204NE NE:	204NF NF:
204NG NG:	204NH NH:
204NI NI:	204NJ NJ:
204NK NK:	204NL NL:
204NO NO:	204NP NP:
204NQ NQ:	204NR NR:
204NS NS:	204NT NT:
204NU NU:	204NV NV:
204NW NW:	204NX NX:
204NY NY:	204NZ NZ:
204OA OA:	204OB OB:
204OC OC:	204OD OD:
204OE OE:	204OF OF:
204OG OG:	204OH OH:
204OI OI:	204OJ OJ:
204OK OK:	204OL OL:
204OM OM:	204ON ON:
204OO OO:	204OP OP:
204OQ OQ:	204OR OR:
204OS OS:	204OT OT:
204OU OU:	204OV OV:
204OW OW:	204OX OX:
204OY OY:	204OZ OZ:
204PA PA:	204PB PB:
204PC PC:	204PD PD:
204PE PE:	204PF PF:
204PG PG:	204PH PH:
204PI PI:	204PJ PJ:
204PK PK:	204PL PL:
204PM PM:	204PN PN:
204PO PO:	204PP PP:
204PQ PQ:	204PR PR:
204PS PS:	204PT PT:
204PU PU:	204PV PV:
204PW PW:	204PX PX:
204PY PY:	204PZ PZ:
204QA QA:	204QB QB:
204QC QC:	204QD QD:
204QE QE:	204QF QF:
204QG QG:	204QH QH:
204QI QI:	204QJ QJ:
204QK QK:	204QL QL:
204QM QM:	204QN QN:
204QO QO:	204QP QP:
204QQ QQ:	204QR QR:
204QS QS:	204QT QT:
204QU QU:	204QV QV:
204QW QW:	204QX QX:
204QY QY:	204QZ QZ:
204RA RA:	204RB RB:
204RC RC:	204RD RD:
204RE RE:	204RF RF:
204RG RG:	204RH RH:
204RI RI:	204RJ RJ:
204RK RK:	204RL RL:
204RM RM:	204RN RN:
204RO RO:	204RP RP:
204RQ RQ:	204RR RR:
204RS RS:	204RT RT:
204RU RU:	204RV RV:
204RW RW:	204RX RX:
204RY RY:	204RZ RZ:
204SA SA:	204SB SB:
204SC SC:	204SD SD:
204SE SE:	204SF SF:
204SG SG:	204SH SH:
204SI SI:	204SJ SJ:
204SK SK:	204SL SL:
204SM SM:	204SN SN:
204SO SO:	204SP SP:
204SQ SQ:	204SR SR:
204SS SS:	204ST ST:
204SU SU:	204SV SV:
204SW SW:	204SX SX:
204SY SY:	204SZ SZ:
204TA TA:	204TB TB:
204TC TC:	204TD TD:
204TE TE:	204TF TF:
204TG TG:	204TH TH:
204TI TI:	204TJ TJ:
204TK TK:	204TL TL:
204TM TM:	204TN TN:
204TO TO:	204TP TP:
204TQ TQ:	204TR TR:
204TS TS:	204TT TT:
204TU TU:	204TV TV:
204TW TW:	204TX TX:
204TY TY:	204TZ TZ:
204UA UA:	204UB UB:
204UC UC:	204UD UD:
204UE UE:	204UF UF:
204UG UG:	204UH UH:
204UI UI:	204UJ UJ:
204UK UK:	204UL UL:
204UM UM:	204UN UN:
204UO UO:	204UP UP:
204UQ UQ:	204UR UR:
204US US:	204UT UT:
204UU UU:	204UV UV:
204UW UW:	204UX UX:
204UY UY:	204UZ UZ:
204VA VA:	204VB VB:
204VC VC:	204VD VD:
204VE VE:	204VF VF:
204VG VG:	204VH VH:
204VI VI:	204VJ VJ:
204VK VK:	204VL VL:
204VM VM:	204VN VN:
204VO VO:	204VP VP:
204VQ VQ:	204VR VR:
204VS VS:	204VT VT:
204VU VU:	204VV VV:
204VW VW:	204VX VX:
204VY VY:	204VZ VZ:
204WA WA:	204WB WB:
204WC WC:	204WD WD:
204WE WE:	204WF WF:
204WG WG:	204WH WH:
204WI WI:	204WJ WJ:
204WK WK:	204WL WL:
204WM WM:	204WN WN:
204WO WO:	204WP WP:
204WQ WQ:	204WR WR:
204WS WS:	204WT WT:
204WU WU:	204WV WV:
204WW WW:	204WX WX:
204WY WY:	204WZ WZ:
204XA XA:	204XB XB:
204XC XC:	204XD XD:
204XE XE:	204XF XF:
204XG XG:	204XH XH:
204XI XI:	204XJ XJ:
204XK XK:	204XL XL:
204XM XM:	204XN XN:
204XO XO:	204XP XP:
204XQ XQ:	204XR XR:
204XS XS:	204XT XT:
204XU XU:	204XV XV:
204XW XW:	204XX XX:
204XY XY:	204XZ XZ:
204YA YA:	204YB YB:
204YC YC:	204YD YD:
204YE YE:	204YF YF:
204YG YG:	204YH YH:
204YI YI:	204YJ YJ:
204YK YK:	204YL YL:
204YM YM:	204YN YN:
204YO YO:	204YP YP:
204YQ YQ:	204YR YR:
204YS YS:	204YT YT:
204YU YU:	204YV YV:
204YW YW:	204YX YX:
204YY YY:	204YZ YZ:
204ZA ZA:	204ZB ZB:
204ZC ZC:	204ZD ZD:
204ZE ZE:	204ZF ZF:
204ZG ZG:	204ZH ZH:
204ZI ZI:	204ZJ ZJ:
204ZK ZK:	204ZL ZL:
204ZM ZM:	204ZN ZN:
204ZO ZO:	204ZP ZP:
204ZQ ZQ:	204ZR ZR:
204ZS ZS:	204ZT ZT:
204ZU ZU:	204ZV ZV:
204ZW ZW:	204ZX ZX:
204ZY ZY:	204ZZ ZZ:

300 TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1	309	Pórtico Hormigón Armado	C1
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, múltiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A	310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un área de piso mayor a 500m2	W2	311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
304	Pórtico Acero Laminado (Pórtico Resistente a Momento)	S1	312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1
305	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3	314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4	315		

3.3. Plan Estratégico para para el mejoramiento o reparación de la estructura del edificio Amancay II.

En referencia el plan estratégico se realiza un análisis FODA para determinar las condiciones del proyecto.

	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
CONDOMINIO AMANCAY	Aumento de Vida útil de la estructura	Desacuerdo con propietarios del condominio para la toma de decisiones
	Mejoramamiento estético de la edificación	Poca inversión en el caso de rehabilitación
	Mejoramamiento del área urbanística	Falta de personal técnico para ejecución del estudio
	ESTRATEGIAS (FO)	ESTRATEGIAS (DO)
OPORTUNIDADES (O)	Al tener un aumento de la vida útil de la edificación se mejora la calidad y seguridad de los habitantes del condominio, disminuyendo gastos excesivos por mantenimientos.	Generar e implementar un plan estratégico con el cual todo el caso de estudio este alineado con los objetivos que se
Mejorar calidad de vida de los habitantes		
Generar empleos a nativos del sector.	Genera empleos a nativos y mejora el área urbanística del sector incitando a alquileres o compras de los departamentos del condominio.	Objetivos que se evalúen constantemente
Mejorar seguridad de los habitantes del condominio y del sector		Implementar en las distintas áreas indicadores de eficiencia, efectividad y eficacia
	ESTRATEGIAS (FA)	ESTRATEGIAS (DA)
AMENAZAS (A)	Aprovechar la lealtad y satisfacción de los clientes actuales para evitar que prefieran a los competidores presentes en el mercado. Realizando un plan de mercadeo que le ofrezca a los clientes antiguos beneficios	Buscar inversión privada en nuevos proyectos con el fin de disminuir la cantidad y magnitud de créditos bancarios
Costo excesivo de rehabilitación	Junto con el área de seguridad en el trabajo generar una matriz de riesgos contemplando daños por el ambiente salino y otros factores que influyen en el deterioro de la estructura.	Certificar la empresa en normas de calidad y generar mayor confiabilidad en los procedimientos y actividades
Ambiente salino		
Malas prácticas constructivas		

Para el análisis de costos se va a realizar un estudio detallado del edificio Amancay. Para esto se hace un avalúo del bien, con el que se puede determinar su costo real con las deficiencias y daños existentes para posteriormente realizar una comparación del bien ya

realizado los arreglos necesarios en tres escenarios. El primer escenario implica un arreglo superficial de los daños existentes, el segundo escenario un arreglo de la estructura manteniendo las dimensiones de sus elementos estructurales y el tercer escenario un reforzamiento óptimo con el cual dará mayor vida útil a la edificación y más seguridad ante eventos sísmicos.

De acuerdo con los parámetros indicados en el capítulo 2 en el apartado 2.5.4.1, se procedió a realizar la valuación del bien en donde se obtuvo el costo del terreno aplicando el método comparativo y para el costo de la construcción se aplicó el método de reposición. Aplicando el método comparativo se tomó datos referenciales de edificaciones de similares características, la cual se encuentra detallado en la tabla 13. Con estos parámetros se obtiene un valor de realización de 905.302,26 dólares americanos, ya aplicando una depreciación calculada del 18%, los resultados obtenidos de la valuación se encuentran en la tabla 12.

Tabla 12

Valores referenciales de terreno y edificación. Fuente: Investigación de campo

CONCEPTO	DIRECCIÓN	ÁREA m²	VALOR m²	PESO DE IMPORTANCIA
Terreno y edificación	Chipipe	1.244,00	\$ 1.105,00	90%
Terreno y edificación	Conjunto habitacional San Martino II	94,00	\$ 1.070,00	80%
Terreno y edificación	Barrio Rocafuerte	90,00	\$ 744,00	100%
VALOR PROMEDIO PONDERADO:			\$960,93	

Tabla 13*Tasación de Condominio Amancay II.*

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	EXPRESADO EN DÓLARES	
			V. UNITARIO	V.TOTAL
Área de construcción	m ²	1244	1105	981871,4286
Área de construcción	m ²	94	1107	74327,14286
Área de construcción	m ²	90	744	47828,57143
Valor estimado actual:			US\$	1104027,143
Valor estimado nuevo:			US\$	1625000
Son: ciento ochenta y nueve mil doscientos treinta y dos 23/100 dólares				
Valor de realización:			Us\$	905302,2571
Son: novecientos cinco mil trecientos dos dólares con 26/100 dólares				

Para obtener un costo beneficio se va a realizar un análisis de precios unitarios con el cual se podrá evaluar el costo o presupuesto de la reparación de la estructura, tomando en cuenta que se realizarán las reparaciones más adelante mencionadas. Con base a la filosofía sismo resistente descrita en la Sección 4.2 de la (NEC-SE-DS, 2015), los daños ocasionados por para tres escenarios sísmicos considerados con Periodos de Retorno $Tr = 72, 225$ y 475 años se podrían corresponder con los Niveles de Desempeño descritos en la Tabla 14 y propuestos por la Sociedad de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC, 1995).

Tabla 14*Estados de daños y niveles de desempeño. (SEAOC, 1995)*

ESTADO DE DAÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Las instalaciones continúan prestando sus servicios y funciones después del sismo
Ligero	Operacional	Daños ligeros. Las instalaciones esenciales continúan en servicio y las no esenciales pueden sufrir interrupciones de inmediata recuperación
Moderado	Seguridad	Daños moderados. La estructura sufre daños, pero permanece estable. Seguridad de ocupantes. Algunos elementos no estructurales pueden dañarse
Severo	Pre-colapso	Daño estructural severo, en la proximidad del colapso estructural. Falla de elementos no estructuras. Seguridad de ocupantes comprometida.
Completo	Colapso	Colapso estructural

Para este presupuesto se tomó únicamente rubros para arreglos superficiales, arreglo o realización de nuevas instalaciones sanitarias o eléctricas. En la tabla 15, se puede observar

detalladamente los costos unitarios y cantidades de cada rubro a ejecutarse, esto con un costo total de 6.079,50 dólares americanos

Tabla 15

Presupuesto para reparación superficial.

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	ESTRUCTURA				3.400,00
1.1	Resane de fisuras con epóxicos y aditivos	Glb	1,00	3.400,00	3.400,00
2	REVESTIMIENTO				784,50
2.1	Enlucido vertical paleteado	m2	50,00	7,49	374,50
2.2	Pintura de caucho	m2	50,00	8,20	410,00
3	INSTALACIONES SANITARIAS				1.210,00
3.1	Instalaciones sanitarias	Glb	1,00	850,00	850,00
3.2	Cajas de registro con marco metálico	UNIDAD	2,00	180,00	360,00
4	INSTALACIONES SANITARIAS				685,00
4.1	reinstalación de instalaciones eléctricas	Glb	1,00	685,00	685,00
	VALOR TOTAL PROYECTO				6.079,50

Para realizar esta reparación se va a realizar el derrocamiento de elementos estructurales y no estructurales como vigas, columnas y paredes; a los elementos estructurales, se le colocará nuevos aceros longitudinales y aceros de refuerzo, sin alterar su sección, adicional se realizará revestimiento como enlucidos, pintura, pegado de cerámica, bloque e instalaciones eléctricas y sanitarias.

Para calcular el costo de los rubros mostrados en la tabla 16, se realizará un análisis de precios unitarios con el cual se obtendrá un presupuesto en donde se indicará cantidades de rubros a ejecutarse, precios unitarios y un costo total de la reparación de 36.208,37 dólares americanos. El objetivo en este tipo de reparación profunda es devolver a la estructura su condición de seguridad provista por su diseño al inicio de su vida útil.

Tabla 16*Presupuesto para reparación profunda (sin reforzamiento) de elementos estructurales.*

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRA				339,71
1.1	DESALOJOS DE ESCOMBROS	m3	37,62	9,03	339,71
2	ESTRUCTURA				19.823,75
	DERROCAMIENTO				
2.1	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	m3	23,70	285,00	6.755,21
2.2	DERROCAMIENTO DE PAREDES	m2	139,2	4,25	591,60
2.3	HORMIGON f ^c =240 Kg/cm ² EN COLUMNAS - VIGAS PLINTOS	m3	8,43	340,00	2.866,20
2.4	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm ¹	kg	1.713,91	2,21	3.787,74
2.5	EPOXICOS Y ADITIVOS SISTEMA DE	Glb	1,00	2.400,00	2.400,00
2.6	APUNTALAMIENTO DE ESTRUCTURA	Glb	1,00	3.423,00	3.423,00
3	REVESTIMIENTO				11.831,73
3.1	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO	m2	340,00	7,49	2.546,60
3.2	PINTURA DE CAUCHO	m2	340,00	8,20	2.788,00
3.3	PEGADO DE BLOQUE	m2	354,00	12,03	4.258,62
3.4	CERAMICA DE PISOS	m2	83,00	26,97	2.238,51
4	INSTALACIONES SANITARIAS				3.719,86
4.1	TUBERÍA DE PVC 4" AA. SS PUNTO DE AGUAS SERVIDAS PVC 4"	ml	45,00	8,10	364,50
4.2	TUBERÍA DE PVC 2" AA. SS PUNTO DE AGUAS SERVIDAS PVC 2"	pto	5,00	28,96	144,80
4.3	BAJANTES DE AGUAS SERVIDAS	ml	14,00	8,11	113,54
4.4	TUBERÍA DE 1/2" AA. PP PUNTO DE AA. PP	pto	6,00	27,29	163,74
4.5	CAJAS DE REGISTRO CON MARCO METÁLICO	ml	15,00	25,29	379,35
4.5	TUBERÍA DE 1/2" AA. PP PUNTO DE AA. PP	ml	65,00	27,29	1.773,85
4.6	CAJAS DE REGISTRO CON MARCO METÁLICO	pto	8,00	52,51	420,08
4.5	CAJAS DE REGISTRO CON MARCO METÁLICO	UNIDAD	2,00	180,00	360,00
5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				3.385,00
5.1	REINSTALACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Glb	1,00	3.385,00	3.385,00
VALOR TOTAL PROYECTO					39.100,05

Para realizar esta reparación se va a realizar el derrocamiento de elementos estructurales y no estructurales como vigas, columnas y paredes; a los elementos estructurales se le colocará

nuevos aceros longitudinales y aceros de refuerzo se aumentará su sección y se realizará un encamisado, la cimentación se aumentará su sección, adicional se realizará revestimiento como enlucidos, pintura, pegado de cerámica, bloque e instalaciones eléctricas y sanitarias. Para calcular el costo de los rubros mostrados en la tabla 17, se realizará un análisis de precios unitarios con el cual obtendremos un presupuesto en donde se indicará cantidades de rubros a ejecutarse, precios unitarios y costo total de la reparación de 62.790,47 dólares americanos.

Tabla 17

Presupuesto para reparación profunda (con reforzamiento) de elementos estructurales.

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRA				6.570,83
1.1	DESALOJOS DE ESCOMBROS	m3	137,18	16,14	2.214,09
1.2	RELLENOS COMPACTADOS	m3	172,85	14,21	2.456,20
1.3	DESALOJOS DE ESCOMBROS	m3	210,47	9,03	1.900,54
2	ESTRUCTURA				37.660,90
2.1	DERROCAMIENTO ELEMENTOS ESTRUCTURALES	m3	23,70	285,00	6.755,21
2.2	DERROCAMIENTO DE PAREDES	m2	139,2	4,25	591,60
2.3	HORMIGON f'c=240 Kg/cm2 EN COLUMNAS - VIGAS PLINTOS	m3	23,7	340,00	8.058,00
2.4	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm1	kg	4.713,91	2,21	10.417,74
2.5	HORMIGON SIMPLE EN CONTRAPISO f'c=210 Kg/cm2	m3	16,70	180,56	3.015,35
2.6	EPOXICOS Y ADITIVOS SISTEMA DE	Glb	1,00	3.400,00	3.400,00
2.8	APUNTALAMIENTO DE ESTRUCTURA	Glb	1,00	5.423,00	5.423,00
3	REVESTIMIENTO				19.510,26
3.1	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO	m2	685,00	7,49	5.130,65
3.2	PINTURA DE CAUCHO	m2	685,00	8,20	5.617,00
3.3	PEGADO DE BLOQUE	m2	354,00	12,03	4.258,62
3.4	CERAMICA DE PISOS	m2	167,00	26,97	4.503,99
4	INSTALACIONES SANITARIAS				3.719,86
4.1	TUBERIA DE PVC 4" AA. SS	ml	45,00	8,10	364,50
4.2	PUNTO DE AGUAS SERVIDAS PVC 4"	pto	5,00	28,96	144,80
4.3	TUBERIA DE PVC 2" AA. SS	ml	14,00	8,11	113,54
4.4	PUNTO DE AGUAS SERVIDAS PVC 2"	pto	6,00	27,29	163,74

4.5	BAJANTES DE AGUAS SERVIDAS	ml	15,00	25,29	379,35
4.5	TUBERIA DE 1/2" AA. PP	ml	65,00	27,29	1.773,85
4.6	PUNTO DE AA. PP	pto	8,00	52,51	420,08
4.5	CAJAS DE REGISTRO CON MARCO METALICO	UNIDAD	2,00	180,00	360,00
5	INSTALACIONES ELECTRICAS				5.385,00
5.1	REINSTALACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS	Glb	1,00	5.385,00	5.385,00
VALOR TOTAL PROYECTO					72.846,85

3.3.1. Escenario para sismo a 72 años

En el escenario 1 se realizará un arreglo superficial y con un sismo frecuente como lo indica la tabla 19, el análisis de costo beneficio se inicia con una inversión del 0.67% del valor actual de la edificación, es decir 6.079.50 dólares como lo indica el presupuesto anterior. Con esta inversión, los daños ocasionados son leves, se calcula la inversión a 72 años con una tasa de interés del 35%, con el cual al calcular el VAN da un valor negativo, este valor calculado indica que el proyecto se debería desestimar. Cabe indicar que al suceder los otros eventos sísmicos los daños en los otros escenarios serian severos y de consecuencias invaluable como, por ejemplo, la pérdida de vida de un ocupante.

3.3.2. Escenario para sismo a 225 años

En el escenario 2 se va a realizar una reparación de los elementos estructurales y con un sismo ocasional como lo indica la tabla 20, el análisis de costo beneficio se inicia con una inversión del 4.0% del valor actual de la edificación, es decir, 36.208,37 dólares como lo indica el presupuesto en la sección 3.2, con esta inversión los daños ocasionados son leves, se calcula la inversión a 225 años con una tasa de interés del 109%, con el cual al calcular el VAN da un valor positivo, este valor calculado indica que el proyecto es viable. Cabe indicar que, al suceder este evento sísmico ocasional los daños en los otros escenarios serían muy leves y severos.

3.3.3. Escenario para sismo a 475 años

En el escenario 3 se va a realizar una reparación de los elementos estructurales y con un sismo ocasional como lo indica la tabla 21, el análisis de costo beneficio se inicia con una inversión del 6.94% del valor actual de la edificación, es decir, 62.790,47 dólares como lo indica el presupuesto en la sección 3.2. Con esta inversión los daños ocasionados son leves, se calcula la inversión a 475 años con una tasa de interés del 231%, con el cual al calcular el

VAN da un valor positivo. Este valor calculado indica que el proyecto es viable, cabe indicar que al suceder este evento sísmico raro y con un reforzamiento estructural, los daños serían muy leves y nulos.

Tabla 18

Resumen de reparación de daños por escenarios.

ITEMS	INTERVENCION	ESCENARIOS (AÑOS)			COSTOS POR REPARACION PARA CADA ESCENARIO			DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA		
		72	225	475	72	225	475	72	225	475
1	SUPERFICIAL	SV	PC	C						
2	PROFUNDA	OI	SV	PC	\$6.079,50	\$39.100,05	\$72.846,85	CE	OI	SV
3	REFORZAMIENTO	CE	OI	SV						

CE= COMPORTAMIENTO ELASTICO

OI= OCUPACION INMEDIATA

SV= SEGURIDAD DE VIDA

PC= PREVENCIÓN DE COLAPSO

C=COLAPSO

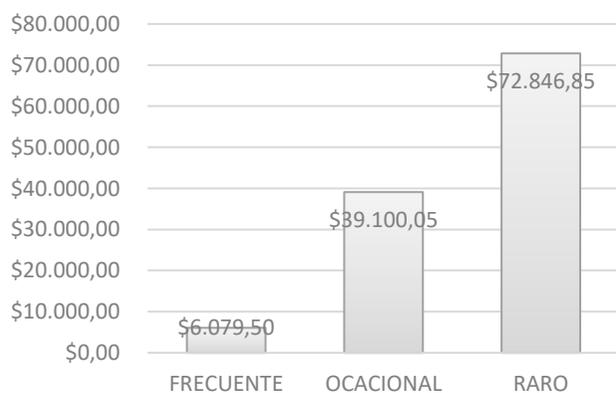
Tabla 19

Escenario 1, sismo frecuente – Periodo 72 años.

SISMO FRECUENTE - PERIODO A 72 AÑOS

NIVEL DE SISMO	SISMO	COSTO DE LA EDIFICACION	PRESUPUESTO DE INVERSION INICIAL	% DE INVERSION	PERIODO DE RETORNO	DAÑOS OCACIONADOS	TASA DE INETERES %	GASTOS POR DAÑOS OCACIONADOS POR AÑO	DIFERENCIA DE INVERSION A 72 AÑOS	INGRESOS (ALICUATA)	FLUJO DE EFECTIVO NETO	VAN
1	FRECUENTE		\$6.079,50	0,67		MUY LEVES (MANPOSTERIA)		\$8.207,33	\$2.127,83		\$337.392,68	\$-89.457,18
2	OCACIONAL	\$905.302,26	\$39.100,05	4,32	72	SEVEROS (DAÑOS ESTRUCTURALES)	35%	\$52.785,07	\$13.685,02	\$345.600,00	\$292.814,93	\$-90.206,91
3	RARO		\$72.846,85	8,05		INFINITAS (PERDIDAS HUMANAS)		\$905.302,26	\$832.455,41		\$-559.702,2	\$-414.594,27

PRESUPUESTO DE INVERSION



GASTOS OCACIONADOS POR SISMO 72 AÑOS



FLUJO DE EFECTIVO NETO VS VAN

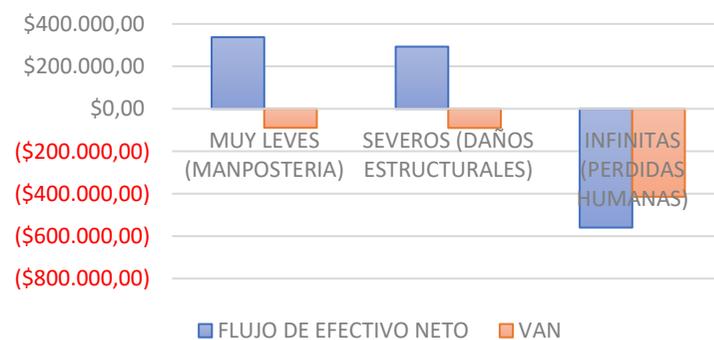


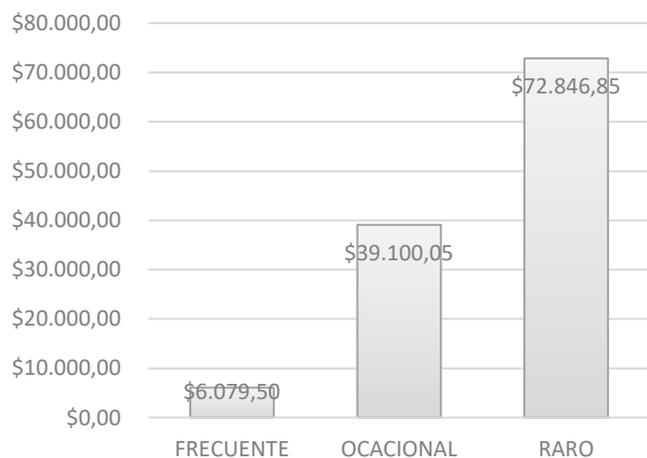
Tabla 20

Escenario 2, sismo ocasional – Periodo 225 años.

SISMO OCACIONAL - PERIODO A 225 AÑOS

NIVEL DE SISMO	SISMO	COSTO DE LA EDIFICACION	PRESUPUESTO DE INVERSION	% DE INVERSION	PERIODO DE RETORNO	DAÑOS OCACIONADOS	TASA DE INETERES %	GASTOS POR DAÑOS OCACIONADOS POR AÑO	DIFERENCIA DE INVERSION A 225 AÑOS	INGRESOS (ALICUATA)	FLUJO DE EFECTIVO NETO	VAN
1	FRECUENTE		\$6.079,50	0,67		MUY LEVES		\$12.706,16	\$6.626,66		\$1.067.293,85	\$1.442.860,56
2	OCACIONAL	\$905.302,26	\$39.100,05	4,32	225	LEVES (DAÑOS EN MANPOSTERIA)	109%	\$81.719,10	\$42.619,05	\$1.080.000,00	\$998.280,90	\$1.248.520,87
3	RARO		\$72.846,85	8,05		SEVEROS (DAÑOS ESTRUCTURALES)		\$152.249,92	\$79.403,07		\$927.750,08	\$687.222,28

PRESUPUESTO DE INVERSION



GASTOS OCACIONADOS POR SISMO 225 AÑOS



FLUJO DE EFECTIVO NETO VS VAN

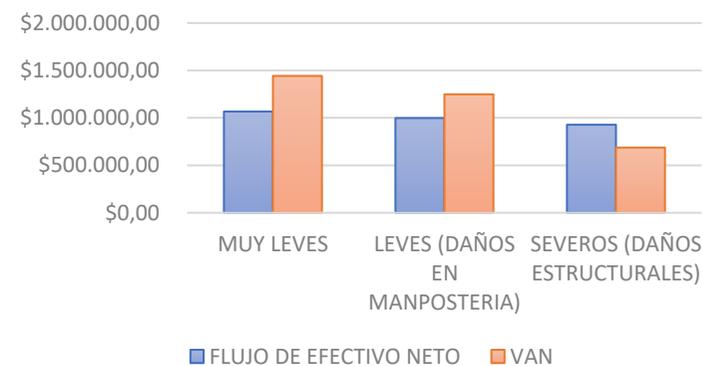


Tabla 21

Escenario 3, sismo raro – Periodo 475 años.

SISMO RARO - PERIODO A 475 AÑOS

NIVEL DE SISMO	SISMO	COSTO DE LA EDIFICACION	PRESUPUESTO DE INVERSION	% DE INVERSION	PERIODO DE RETORNO	DAÑOS OCACIONADOS	TASA DE INETERES %	GASTOS POR DAÑOS OCACIONADOS POR AÑO	DIFERENCIA DE INVERSION A 72 AÑOS	INGRESOS (ALICUOTA)	FLUJO DE EFECTIVO NETO	VAN
1	FRECUENTE		\$6.079,50	0,67		SIN DAÑOS		\$20.123,15	\$14.043,65		\$325.476,86	\$148.397,60
2	OCACIONAL	\$905.302,26	\$39.100,05	4,32	475	MUY LEVES	231%	\$119.849,70	\$80.749,65	\$345.600,00	\$225.750,30	\$242.812,86
3	RARO		\$72.846,85	8,05		LEVES (DAÑOS EN MANPOSTERIA)		\$207.836,46	\$134.989,6		\$137.763,54	\$102.047,07

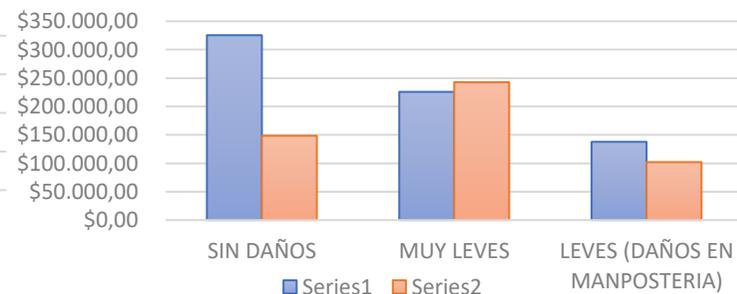
PRESUPUESTO DE INVERSION



GASTOS OCACIONADOS POR SISMO 475



FLUJO DE EFECTIVO NETO VS VAN



La rehabilitación del edificio genera una proyección de habitabilidad favorable en el sector, ya que se generaría el alquiler de los departamentos en temporada, aumentando la plusvalía y generando mejor ambiente en el ámbito turístico.

En base a la ubicación de la edificación Amancay, tiene como ventaja su cercanía al malecón turístico del cantón, ubicado cerca a sus playas, locales comerciales, locales gastronómicos y de artesanías referentes a la ciudad. Sus paisajes en horarios de la tarde se convierten en paisajes maravillosos al poder presenciar en primera fila el ocaso.

Presenta un sector inmobiliario en constante evolución y con proyecciones a inversiones futuras por turistas extranjeros y nacionales.

La poca predisposición de los propietarios de los departamentos de diferentes condominios a la rehabilitación del sector, la misma que no permite posibles inversiones, ni mejoras en sus edificaciones. El mantenimiento en vías es nulo y el sistema de alcantarillado colapsa en temporada invernal.

3.4. Resultados obtenidos del análisis de beneficios y costos.

Para los tres escenarios analizados en el apartado 3.7 las observaciones realizadas sobre resultados cuantitativos son; (i) Reforzar es indispensable para el escenario 475 años con un costo mayor al escenario 225 y 72 años; (ii) Reparaciones profundas son aceptables por su menos costo para el escenario 225 años; (iii) Reparaciones superficiales a bajo costo no generan seguridad para los habitantes del edificio para el escenario 72 años.

Tal como se ha mencionado, los agregados son aquellos que dan resistencia al hormigón y depende de ellos su durabilidad, trabajabilidad, entre otros parámetros. En la edificación estudiada, el agregado grueso posee canto rodado en su gran mayoría y pocas gravas con aristas, las mismas que afectan directamente en la resistencia del hormigón, los resultados de los ensayos no destructivos y ensayos destructivos en los elementos estructurales, indican que el hormigón no cumple con los requerimientos mínimos de su resistencia a la compresión ya que su promedio ponderado del ensayo esclerométrico es de 140 Kg/cm² y de los núcleos de hormigón su promedio es de 184.31 Kg/cm².

Uno de los factores que afecta directamente a la estabilidad de la edificación es el ingreso de cloruros en los elementos estructurales ya que estos, en contacto con un sistema de cemento, tal como mortero o concreto son capaces de la iniciación o aceleración de la corrosión. En la planta baja que es el sector más afectado por esta patología se evidenció que los aceros de refuerzo en gran parte de los elementos estructurales presentan ya signos de corrosión a gran escala y en algunos casos se ha evidenciado la disminución en el diámetro

de su sección. Cabe indicar que el acero de refuerzo utilizadas en esta edificación es lisas, no corrugadas como lo indica la norma (NEC, 2015), para esto se realizó un ensayo de cloruros utilizando la norma ASTM 512-D a las muestras obtenidas fueron tomadas in situ y ensayadas en el laboratorio por la compañía Geocon (Anexo 8).

El ensayo de carbonatación va a permitir indicar la pérdida de pH la cual ocurre cuando el dióxido de carbono reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio con alto contenido de pH a carbonato de calcio, el cual tiene un PH más neutral, en el presente estudio el ensayo se realizó a los elementos estructurales indicados en el apartado 1.12, el cual se determinó un PH ponderado de 8.4.

Según la evaluación visual nivel 1 FEMA 154, para la edificación en estudio, se recomienda realizar estudios más detallados para obtener una determinación más precisa de sus niveles de riesgo sísmico. Estos estudios adicionales podrán confirmar si el comportamiento sísmico futuro es aceptable o si se requiere la implementación de reforzamientos estructurales específicos.

Se considera que la cimentación está diseñada de manera adecuada, por cuanto no se observan asentamientos diferenciales. Cabe mencionar que, por los años de vida útil de la estructura ya debió ocurrir la mayor parte de su asentamiento; por lo que, el incremento de cargas por vigas y encamisado de columnas no generará diferencia significativa del esfuerzo de contacto.

Las especificaciones de los materiales de reparación

Cemento: Se usará Cemento Portland, Tipo I, que cumpla con los requisitos de la especificación ASTM C-150.

Agua: El agua será potable, limpia, clara, libre de aceites, ácidos, álcalis o cualquier otro elemento nocivo en cantidades perjudiciales de acuerdo con las normas.

Aditivos o Epóxicos: Todos los aditivos o epóxicos para el concreto aprobado y con certificados de calidad, antes de usarse, estarán identificados con el nombre de fábrica y serán utilizados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Curado: Una vez colocado el hormigón se protegerá para evitar su deshidratación mediante el uso de aditivos o cualquier otro método para este propósito. Los elementos hormigonados serán protegidos con abundante hidratación, en los elementos hormigonados horizontalmente, lo ideal es colocar una cama de arena sobre el elemento y sobre esta, sacos de yute o plásticos para evitar la evaporación, la arena será hidratada con agua, por lo menos una vez al día y donde puntualmente se observe la resequedad de la arena se hidratará las veces que sean necesarias en el día, este proceso se lo repetirá durante 14 días como mínimo,

para impedir la deshidratación a nivel superficial. También se puede curar mediante un riego continuo de agua de manera que mantenga siempre húmeda la superficie hormigonada, por lo menos en los primeros 14 días, tiempo en el cual el hormigón se encuentra en proceso de endurecimiento, este proceso implica la permanencia de una persona para lograr este propósito.

Agregado Fino: Será arena gruesa, libre de impurezas todas las sustancias o elementos nocivos como fragmentos blandos: carbón, terrones de arcilla y material que pase por el Tamiz # 200 no deben exceder en la suma total el 3% del peso, el módulo de finura será mínimo de 2.40, en general cumplirá con la Norma ASTM. C-33.

Agregado Grueso: Será piedra triturada, grava o una combinación de ambas, de acuerdo con la especificación ASTM C-33 con las siguientes modificaciones: todas las sustancias o elementos nocivos como fragmentos blandos entre los que se tiene al carbón, terrones de arcilla y material que pase por el Tamiz # 200 no deben exceder en la suma total el 1% del peso. Las partículas delgadas o alargadas no excederán el 15% del peso, una partícula cuyo largo sea cinco o veces mayor que su espesor promedio será considerado como delgada o alargada. Todo el agregado grueso deberá tener una granulometría dentro de los siguientes límites:

Tabla 22

Especificaciones de granulometría.

TAMIZ		ESPECIFICACIONES A.S.T.M. (% QUE PASA)					
	EN	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"
PULGADAS	(mm.)						
2 1/2"	63	100	-----	-----	-----	-----	-----
2"	50	95-100	100	-----	-----	-----	-----
1 1/2"	38	-----	95-100	100	-----	-----	-----
1"	25	35-70	-----	95-100	100	-----	-----
3/4"	19	-----	35-70	-----	90-100	100	-----
1/2"	12,5	oct-30	-----	25-60	-----	90-100	100
3/8"	9,5	-----	oct-30	-----	20-55	40-70	85-100
N° 4	4,75	0-5	0-5	0-10	0-10	0-15	oct-30
N° 8	2,36	-----	-----	0-5	0-5	0-5	0-10
N° 16	1,18	-----	-----	-----	-----	-----	0-5

Control de Calidad de la Mezcla: Se recomienda tomar 4 probetas de hormigón de cada 5 metros cúbicos para cada elemento estructural fundido, o por cada mixer en caso de fundiciones de gran volumen (losas, contrapisos, pavimentos, etc.), las mismas que serán tomadas, transportadas bajo la supervisión de un técnico, la rotura a la compresión será igual o mayor a la resistencia requerida (f'c). Para seguridad y confiabilidad de las probetas

tomadas, se deberá acondicionar una cisterna o recipiente para que los testigos sean sumergidos al agua en el sitio de obra a las 24 horas, para evitar la deshidratación por ausencia de curado, que generaría resultados erróneos en las pruebas de resistencia a la compresión.

Acero de Refuerzo: Las varillas serán de acero de lingote, cuya resistencia a la tracción sea 4200 Kg/cm², de conformidad con la norma ASTM A-615.

Clases de Hormigón: El hormigón para elementos estructurales lo definirá el Ing. Estructural para cada elemento, se recomienda que la resistencia a la compresión simple no sea inferior a $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información obtenida en el relevamiento de la estructura y los ensayos de laboratorio, se indica que la edificación estructuralmente no cumple con las especificaciones técnicas de construcción tanto en materiales como en proceso constructivos.

La evaluación FEMA 354 es útil en análisis de clase 1 es decir que para este tipo de rehabilitación se necesita realizar un análisis estructural que logre determinar con mayor revisión los daños de la estructura.

Se propone una solución de reforzamiento a la estructura, con un presupuesto de \$72846.85 para una reparación profunda y bajo el criterio del escenario 3 para un sismo de retorno de 475, el cual permitirá tener daños muy leves en sismos ocasionales, y daños imperceptibles en sismos frecuentes. Al realizar un reforzamiento estructural bajo el criterio del escenario 3 para un sismo de retorno de 475 años se obtendrá un ahorro de \$ 52723.70 dólares, ya que no necesitará realizar reparaciones para eventos sísmicos frecuentes y ocasionales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un análisis de vulnerabilidad nivel 2 y nivel 3 con el cual se podrá determinar mediante modelos analíticos y matemáticos un reforzamiento óptimo de la estructura con el cual se obtendrá como resultado la rehabilitación de la edificación.

Se recomienda realizar un encamisado de los elementos estructurales el cual ayudará a generar una nueva vida útil de la estructura que permitirá que, en caso de un evento sísmico raro, la edificación tendrá daños moderados, la inversión a realizarse es el 23% del costo del edificio actualmente, por lo que se generaría un gran ahorro de realizar una reparación para sismo frecuente.

Se recomienda llevar un control de calidad al momento de la ejecución del reforzamiento.

Y se recomienda a la entidad competente en este caso al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Salinas analizar e incorporar en sus lineamientos y reglamentos la supervisión en el control de los permisos de construcción, exigir al ciudadano los estudios previos en el área a construir y lo principal que cumpla con las normas de construcción específicas para la creación de las edificaciones considerando análisis sismorresistente y una vida útil efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC-15. (2015). Retrieved from Peligro Sísmico - Diseño Sísmico Resistente.
- ACI 318. (2014). Retrieved from <https://aportesingecivil.com/aci-318-14-en-espanol/>
- ACI 318. (2019). Retrieved from https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/318-19_preview.pdf
- Aguirre, M. (2020). Ensayo de esclerometría. *Revista de ingeniería UPAO*, 100.
- Argudo, J. (2023). *Sistemas Constructivos*. Retrieved from [file:///C:/Users/ody_c/Downloads/Clase%20%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ody_c/Downloads/Clase%20%20(1).pdf)
- ASTM C1218. (2008). *C1218*. Retrieved from https://www.astm.org/c1218_c1218m-20.html
- ASTM C42. (2020, Mayo). Retrieved from https://www.astm.org/c0042_c0042m-20.html
- ASTM D512-89. (2017, Agosto). Retrieved from <https://www.astm.org/d0512-89r99.html>
- ASTM internacional*. (2013, Agosto 15). Retrieved from [file:///C:/Users/ody_c/Downloads/astm-c1218-standard-test-method-for-water-soluble-chloride-in-mortar-and-concrete_compress_230630_095328%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ody_c/Downloads/astm-c1218-standard-test-method-for-water-soluble-chloride-in-mortar-and-concrete_compress_230630_095328%20(1)%20(1).pdf)
- Beltranena, E. (2017, Octubre 4). *Coguanor*. Retrieved from Método de ensayo para cloruros solubles en agua en .
- Benjamin, J., & Lockhart, S. (2011). *CIENCIA Y SOCIEDAD*. Retrieved from file:///C:/Users/ody_c/Downloads/Dialnet-MetodologiaParaLaEvaluacionDeLaVulnerabilidadSismi-7417842.pdf
- Bolívar, G. (2019, Junio 21). *Corrosión galvánica: mecanismos, ejemplos, protección*. Retrieved from Lifer: <https://www.lifer.com/corrosion-galvanica/#:~:text=La%20corrosi%C3%B3n%20galv%C3%A1nica%20es%20observable%20especialmente%20en%20ambientes,o%20gotas%20que%20descansan%20sobre%20la%20superficie%20met%C3%A1lica>.
- Cachay, C. (2021, Enero). *Cubas*. Retrieved from INDOCPUB: <https://idoc.pub/documents/ensayo-de-esclerometria-546gqqr368n8>

- Cadena, F. (2018). Retrieved from file:///C:/Users/ody_c/Downloads/detailed-report_es_tesis-aceptada-sheyla-nunez-montiel-final-jfa%20(2).pdf
- CGadmon. (2022, abril 01). Retrieved from Centro Galvanizador 2000: <https://cg2000.com.mx/author/cgadmon2022/>
- Construccion, I. y. (2008). Civilgeeks.
- COTECNO. (2023). *COTECNO*. Retrieved from <https://www.cotecno.cl/extraccion-de-nucleos-de-hormigon/>
- Cristina, A. (2018, Marzo 25). *Ensayos no destructivos-Esclerometro*. Retrieved from Slideshare: <https://es.slideshare.net/cristiaydali07/ensayos-nodestructivos-esclerometro>
- Delgado, B., & Garry, V. (2022). Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7081/1/UPSE-MPE-2022-0004.pdf>
- ECCA. (2011). *The Basics of Corrosion*. Retrieved from <http://www.prepaintedmetal.eu/repository/>
- Elliott, G. (2022, diciembre 25). *La relación entre sostenibilidad y ahorro de costes*. Retrieved from Sustainability: <https://sustainabilitymag.com/articles/the-relationship-between-sustainability-and-cost-savings>
- e-STRUC. (2019). *e-STRUCT*. Retrieved from Corrosión del acero estructural. Dos casos reales: <https://e-struct.com/2015/04/17/corrosion-del-acero-estructural-dos-casos-reales/#:~:text=La%20corrosi%C3%B3n%20provoca%20un%20aumento%20de%20volumen%20del,han%20de%20estar%20protegidas%20frente%20a%20la%20corrosi%C3%B3n.>
- Estudios de corrosión y durabilidad*. (2021, septiembre 02). Retrieved from AG: <https://agcorrosion.com/servicios/>
- Fanin, P. (2000, febrero 19). *Embarcaciones y yates de recreo*. Retrieved from Reaction Boat: <https://www.recreationalboatandyachtsurvey.com/>
- Feltrin, A. (2020, Agosto). Retrieved from Análise da dureza superficial do concreto: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/analise-da-dureza>
- FEMA 154. (2022). Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/browse?type=subject&value=FEMA+P-154>

- Garcia, L. (2018). Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10635/1/T-UCSG-PRE-JUR-DER-MD-188.pdf>
- Gharehbaghi, K., & Rahmani, F. (2018). Deterioration of Transportation Infrastructures: Corrosion of Reinforcements in Concrete Structures. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.940.160>.
- Gonzalez, D. (2015).
- González, E., & Alloza, A. (n.d.). Retrieved from https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2096/mod_page/content/1/FichasTemas/tema16-carbonatacion.pdf#:~:text=Deber%20indicarse%20si%20el%20color%20que%20adquiere%20la,aplicaci%C3%B3n%20y%20protegidas%20del%20contacto%20con%20el%20aire.
- Gonzalez, E., & Alloza, A. (2011). *Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de la profundidad de carbonatacion en hormigones endurecidos y puestos en servicio*. Retrieved from https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2096/mod_page/content/3/FichasTemas/tema16-carbonatacion.pdf#:~:text=Gonz%C3%A1lez%20E.%20y,Alloza%20A.M.%20%282011%29.
- Guzman, D. (2002). *Durabilidad y patologia del concreto*. Bogota: Instituto del Concreto.
- Henriquez, J. (2020, agosto 10). *Patologías Del Concreto Reforzado*. Retrieved from IDOCPUB: <https://idoc.pub/documents/idocpub-d4pqv31xownp>
- Ing. Maritima. (2018). *ingmaritima*. Retrieved from <https://ingmaritima.blogspot.com/>
- Library. (2020). Retrieved from <https://1library.co/document/qo5j8x5y-analisis-influencia-sulfatos-cloruros-deterioro-estructuras-atlantico-colombiano.html>
- McNeil, C. (2022). *Desmitificación del análisis de costo-beneficio: 5 pasos para tomar mejores decisiones*. Retrieved from <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>
- Mellado, F. (2019, Julio). *Mellado & asociados Consuting*. Retrieved from <https://mellado1.com/2019/07/23/que-es-el-alcance-de-una-investigacion/>

- NEC. (2015). Retrieved from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC-MANUAL MIDUVI. (2020). *Manual de procedimiento administrativo y técnico para la evaluación FEMA*. Retrieved from https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2022/03/0.-Manual_procedimiento_evaluacio%CC%81n_edificaciones_MIDUVI.pdf
- NEC-SE-DS. (2015). Retrieved from Habitat y Vivienda - Norma Ecuatoriana de la construccion: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- NEC-SE-HM. (2015). Retrieved from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Paredes, J., Prieto, J., & Santos, E. (2010). Retrieved from CORROSIÓN DEL ACERO EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO: VIGAS Y COLUMNAS.
- Paredes, J., Prieto, J., & Santos, E. (2013, Mayo 29). Retrieved from Corrosion del acero de refuerzo en elementos de hormigon armado: vigas y columnas: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24384>
- Parrado, J. P. (2019). *DISEÑAR EL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA EMPRESA DEL SECTOR CONSTRUCCION TRAINING S.A.* Bogota D.C.
- Revie, & Winston. (2011). *Uhlig's Corrosion Handbook*. Wiley & Sons, Inc. USA. doi:10.1002/9780470872864
- Revie, W., & Herbert, U. (2008, Marzo 10). Corrosion and Corrosion Control – An Introduction to Corrosion Science and . opyright © 2008 John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/9780470277270
- Rodriguez, J., & Perez, J. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rodriguez, M. (2022). *DISEÑO DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL EDIFICIO L DEL CAMPUS EDISON RIERA-CHIMBORAZO*. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9830/1/Ramos%20Flor%20Franklin%20Vicente%20282022%29%20Dise%c3%b1o%20de%20un%20plan%20de%20emergencia%20para%20el%20edificio%201%20del%20campus%20Edison%20Riera%20de%20la%20Universidad%20Nacional%20de%20Chimbora>

- Rodriguez, N. (2011). Diseños Experimentales en Educacion. In 147-158, *Revista de pedagogia*.
- Salazar, J. (2015, Septiembre 3). Retrieved from Introduccion al fenomeno de corrosion: tipos, factores que ifluyen y control para la proteccion de materiales.:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n3/0379-3982-tem-28-03-00127.pdf>
- Salazar, J. (2015). Retrieved from <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n3/0379-3982-tem-28-03-00127.pdf>
- Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. *Bhandar*, 19.
- Santos, D. (2023, junio 05). *Hubspot*. Retrieved from Planeación estratégica: qué es, elementos, etapas y ejemplos: <https://blog.hubspot.es/marketing/guia-planificacion-estrategica>
- SEAOC. (1995). *Sociedad de Inegeniros de California* .
- Sotomayor, C. (2020, Marzo). Retrieved from ENTENDIENDO A LAS FISURAS Y GRIETAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO:
<http://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>
- Sotomayor, M., Tania, K., & Zambrano, A. (2011, octubre 6). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Retrieved from Desarrollo local y turismo del canton Salinas 2010:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2586>
- Torres, D. (2022, enero 18). *HubSpot*. Retrieved from <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-plan-estrategico-empresa#:~:text=El%20plan%20estrat%C3%A9gico%20de%20una%20empresa%20es%20un,para%20lograr%20sus%20objetivos%20y%20aumentar%20su%20rentabilidad.>
- Torres, D. (2022, Junio 06). *HubSpot*. Retrieved from <https://blog.hubspot.es/sales/rentabilidad-empresa>
- UCR, L. (2018). *UCR*. Retrieved from Extraccion y fallas de nucleos de concreto:
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/ensayos/6-estructuras/6.14-6.17.pdf>
- Uniiversidad Central del Ecuador. (2008). Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18528/1/T-UCE-0011-ICF-125.pdf>

UTA. (2020). Retrieved from

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23917/1/Tesis>

Villao, R. (2021). Actualidad de las técnicas de análisis de corrosión en. *Journal of engineering sciences*, 10. doi:<https://orcid.org/0000-0001-9125-6535>

Wikipedia. (2011, Marzo 15). *Cinturón de fuego del Pacífico*. Retrieved from

https://es.wikipedia.org/wiki/Cintur%C3%B3n_de_fuego_del_Pac%C3%ADfico#/media/Archivo:Pacific_Ring_of_Fire-es.svg

Willem, J. (2019, septiembre 17). *La corrosión*. Retrieved from Ingeniería Marítima:

<http://ingmaritima.blogspot.com/2017/03/la-corrosion.html>

ANEXOS

7.1. Anexo 1 Edificaciones mayores a 4 pisos

 Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Salinas		DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL	
		UNIDAD DE CONTROL DE CONSTRUCCIÓN	87
		EXPEDIENTES EDIFICACIONES - CANTÓN SALINAS	
No.	PROPIEDAD	SECTOR	# PISOS
1		ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 4 PISOS
2		CHIPIPE	EDIFICACION DE 4 PISOS
3	CONDOMINIO CELLERI	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
4		CDLA ITALIANA	EDIFICACION DE 5 PISOS
5		CAROLINA	EDIFICACION DE 4 PISOS
6	CONDOMINIO MALIBU	SAN LORENZO	EDIFICACION DE 4 PISOS
7	EDIFICIO SOLEMARE	CDLA LA MILINA	EDIFICACION DE 5 PISOS
8	EDIFICIO VISTAMAR	SAN LORENZO	EDIFICACION DE 17 PISOS
9	HOTEL DON MILTON	CHIPIPE	EDIFICACION DE 4 PISOS
10	BELLAGIO	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
11	CONDOMINIO SAN RAFAEL	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
12	EDIFICIO KANOPUS III	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 5 PISOS
13	CONDOMINIO IBIZA	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 15 PISOS
14	EDIFICIO LA VISTA	PETROPOLIS	EDIFICACION DE 10 PISOS
15	CONDOMINIO BUONA VISTA	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 5 PISOS
16	HOTEL BELAMAR 2	CAROLINA	EDIFICACION DE 4 PISOS
17	TORRE OCEANICA	LAS CONCHAS MUNICIPALES	EDIFICACION DE 13 PISOS
18	HOTEL NAUTICA	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 6 PISOS

19	EDIFICIO ISABELLA	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 11 PISOS
20	EDIFICIO MONTECATINI	CDLA LA MILINA	EDIFICACION DE 8 PISOS
21	EDIFICIO TORRE LIGURIA	COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 7 PISOS
22		COSTA DE ORO	11 PISOS
23	CONDOMINIO BUONA VISTA	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 4 PISOS
24		ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 4 PISOS
25	CONDOMINIO	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
26	EDIFICIOS TORRES DE MARBELLA	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 15 PISOS
27	EDIFICIO PUNTA PACIFICO 2	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 19 PISOS
28	EDIFICIO TENERIFE	CHIPIPE	EDIFICACION DE 5 PISOS
29	HOTEL MIAMI	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 4 PISOS
30	BAHIA CHIPIPE	CHIPIPE	EDIFICACION DE 14 PISOS
31		LAS CONCHAS MUNICIPALES	EDIFICACION DE 5 PISOS
32		CDLA COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 5 PISOS
33	EDIFICIO LOS DELFINES	SALINAS	EDIFICACION DE 10 PISOS
34	EDIFICIO SURBI	LOS MATIAS	EDIFICACION 6 PISOS
35	EDIFICIO SPONDYLUS 3	COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 5 PISOS
36	EDIFICIO CAROLINA	MIRADOR DE COSTA DE ORO	4 pisos
37	EDIFICIO ANACAPRI	CARBO VITERI	13 PISO
38	EDIFICIO CARDENAS CORRALES	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 5 PISOS
39	CONDOMINIO BAVIERA	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 7 PISOS
40		MIRADOR DE COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 5 PISOS
41	EDIFICIO TENIS PLAZA	CHIPIPE	EDIFICACION DE 10 PISOS
42		CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
43	CONDOMINIO SOL Y MAR	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 6 PISOS
44	CONDOMINIO AQUAMIRA	SALINAS	EDIFICACION DE 24 PISOS

45	COLON MIRAMAR	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 5 PISOS
46	CONDOMINIO DEL SOL	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
47	CONDOMINIO NORRIS	CAROLINA PARTICULAR	EDIFICACION DE 4 PISOS
48	CONDOMINIO L. PLAGE	9 DE OCTUBRE	EDIFICACION DE 7 PISOS
49	HOTEL MARVENTO	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 7 PISOS
50		ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 4 PISOS
51	CONDOMINIO MIRONOVA	LA CONCHAS MUNICIPALES	EDIFICACION DE 4 PISOS
52		COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 6 PISOS
53	CONDOMINIO MEGASOLARIS	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 6 PISOS
54	EDIFICIO TENERIFE 2	CHIPIPE	EDIFICACION DE 4 PISOS
55	"EDIFICIO BAY POINT"	PETROPOLIS	EDIFICACION DE 21 PISOS
56	CONDOMINIO	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 4 PISOS
57	CONDOMINIO AGUAMARINA	DCLA MIRAMAR	EDIFICACION DE 7 PISOS
58	"HOTEL CASA BLANCA SUITES"	ESTERO DE SALINAS	EDIFICACION DE 5 PISOS
59	EDIFICIO "FIORENTINA"	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 9 PISOS
60	EDIFICIO "CASTELNUOVO"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 15 PISOS
61	EDIFICIO "OCEAN BLUE"	COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 6 PISOS
62	EDIFICIO "CAMBORIÚ SUITES"	LOS MATIAS	EDIFICACION DE 8 PISOS
63	EDIFICIO "BELAIR"	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 4 PISOS
64	EDIFICIO "CASTELLMAR"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 17 PISOS
65	EDIFICIO "PUNTA PACIFICO 2 "	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 19 PISOS
66	EDIFICIO "HOTEL FAMILIAR 1 y 2 "	COSTA DE ORO	EDIFICACION DE 4 PISOS
67	CONDOMINIO "SUNSET"	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 4 PISOS
68	CONDOMINIO "MEGACANT "	CDLA. HIPODROMO	EDIFICACION DE 4 PISOS

69	CONDOMINIO "PENINSULA "	CHIPIPE	EDIFICACION DE 10 PISOS
70	CONDOMINIO "AVANT "	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
71	CONDOMINIO "ESTORIL I - II "	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
72	CONDOMINIO "UNIFAMILIAR"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
73	EDIFICIO "KONA BAY"	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 10 PISOS
74	EDIFICIO "PUNTA CARNERO PLAZA"	MIRAMAR	EDIFICACION DE 12 PISOS
75	CONDOMINIO "SALINAS"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
76	EDIFICIO "PERLA AZUL"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 24 PISOS
77	EDIFICIO "JBEIL"	CHIPIPE	EDIFICACION DE 4 PISOS
78	EDIFICIO "SANTELLI SERVIGON"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 4 PISOS
79	EDIFICIO "CONDOMINIO MALAGA"	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 10 PISOS
80	"CONDOMINIO "WILFOR MAMANI"	LOS MATIAS	EDIFICACION DE 4 PISOS
81	EDIFICIO PUNTA CARNERO	MIRARMAR	EDIFICACION DE 4 PISOS
82	EDIFICIO CONDOMINIO SUNRISE	LA ENSENADA	EDIFICACION DE 6 PISOS
83	EDIFICIO CAPRI	CHIPIPE	EDIFICACION DE 5 PISOS
84	CONDOMINIO SUNSET	MIRAMAR	EDIFICACION DE 8 PISOS
85	CONDOMINIO SALERNO	CARBO VITERI	EDIFICACION DE 15 PISOS
86	COMPLEJO RECREACIONAL DE LA FAE	SALINAS	EDIFICACION DE 5 PISOS
87	CONDOMINIO CASA DE PLAYA	MIRAMAR	EDIFICACION DE 13 PISOS

Anexo 1. Expedientes edificaciones - cantón Salinas

7.2. Anexo 2 cuadros de plintos

PLINTOS					
TIPO	N°	A (m)	B (m)	Armado en "x"	Armado en "y"
CENTRAL	1 - 24	1.25	1.25	1Ø10 c/10 cm	1Ø10 c/10 cm
	2 - 28 - 40	1.50	1.50	1Ø12 c/13 cm	1Ø12 c/13 cm
	3 - 8 - 37	1.65	1.65	1Ø12 c/11 cm	1Ø12 c/11 cm
	4	1.90	1.90	1Ø16 c/13 cm	1Ø16 c/13 cm
	5 - 18 - 34	1.50	1.50	1Ø12 c/13 cm	1Ø12 c/13 cm
	6 - 27	1.40	1.40	1Ø12 c/15 cm	1Ø12 c/15 cm
	7	1.10	1.10	1Ø10 c/14 cm	1Ø10 c/14 cm
	9 - 12 - 30	2.00	2.00	1Ø16 c/12 cm	1Ø16 c/12 cm
	10	2.45	2.45	1Ø10 c/11 cm	1Ø10 c/11 cm
	11	2.40	2.40	1Ø10 c/12 cm	1Ø10 c/12 cm
	13 - 17 - 22	1.80	1.80	1Ø16 c/15 cm	1Ø16 c/15 cm
	14 - 15	1.25	1.25	1Ø10 c/10 cm	1Ø10 c/10 cm
	16 - 26 - 36	1.70	1.70	1Ø12 c/10 cm	1Ø12 c/10 cm

Anexo 2. Datos de los plintos existentes en la edificación Amancay II

7.3. Anexo 3 cuadros de columnas

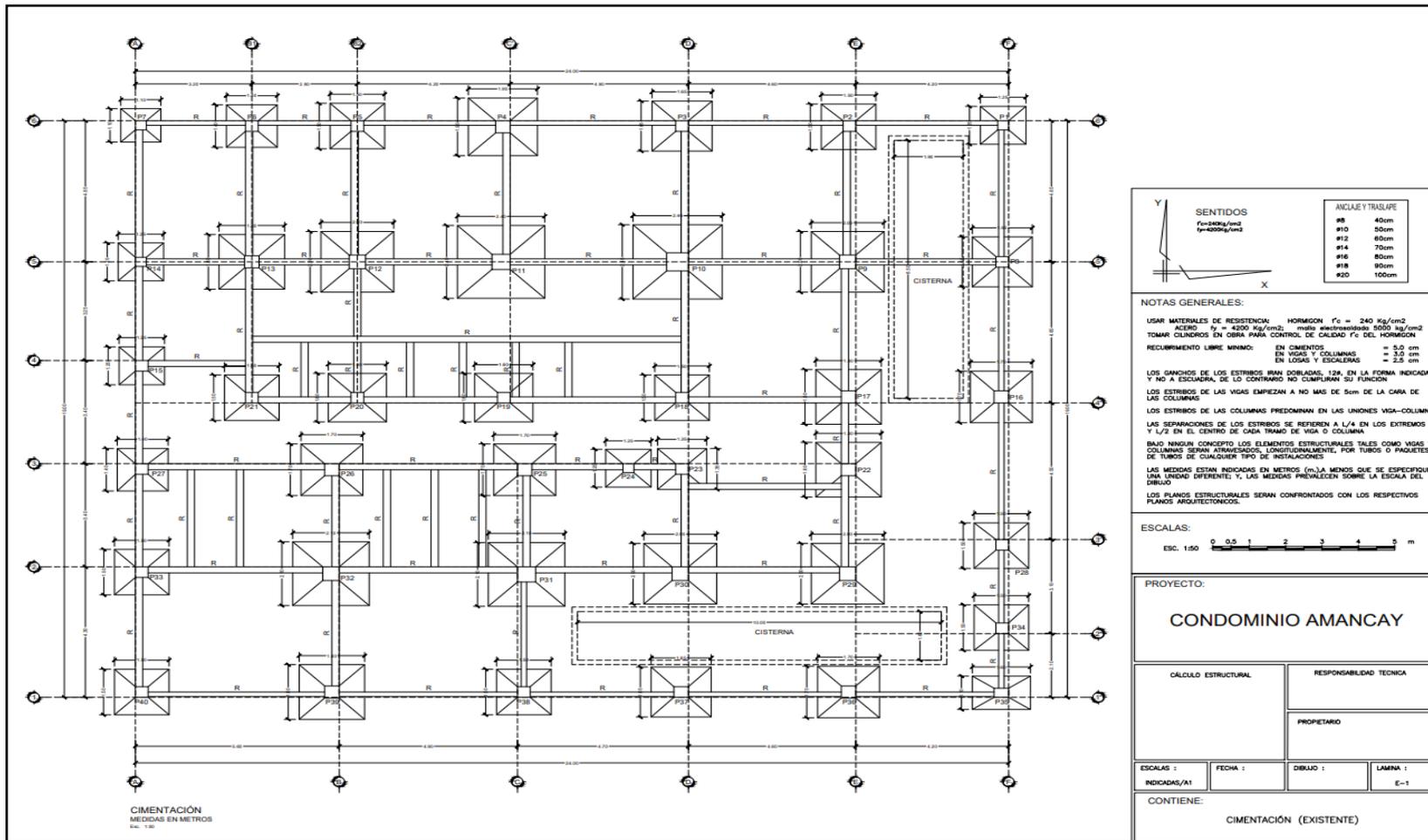
C O L U M N A S				
UBICACIÓN	Nº	Dimensión (cm)	Ø Vertical	Estribos
CIMENTACIÓN A PRIMER PISO	1-14	30 x 30	8 Ø 12	1Ø14 c/15 cm
	2	35 x 35	8 Ø 12	1Ø14 c/15 cm
	3-8-19-37	35 x 35	8 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	4	40 x 40	8 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
	5-6-15-18-21-27-28- 33-38-39-40	35 x 35	4 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	7-24	30 x 30	4 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	10	60 x 60	8 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
	11	50 x 50	8 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
	13-16-17-22-36	40 x 40	4 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	20-34	35 x 35	8 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	23	35 x 35	4 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	25-26	40 x 40	4 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
	9-12-29-30	45 x 45	8 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	31	50 x 50	8 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
	32	45 x 45	8 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
35	30 x 40	6 Ø 16	1Ø14 c/15 cm	

PRIMER PISO A SEGUNDO PISO	1	30 x 30	6 Ø 12	1Ø14 c/15 cm
	2	30 x 30	8 Ø 12	1Ø14 c/15 cm
	3-8-13-16-17-19-22- 26-36-37	35 x 35	8 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	4-9-12-29-30	40 x 40	8 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	5-6-18-21-23-27-28- 33-38-39-40	30 x 30	4 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	7-24	25 x 25	4 Ø 12	1Ø14 c/15 cm
	10-11	50 x 50	8 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	14-15	25 x 25	4 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	20-34	30 x 30	8 Ø 16	1Ø14 c/15 cm
	25	35 x 35	4 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	31	40 x 40	8 Ø 22	1Ø14 c/15 cm
	32	40 x 40	8 Ø 20	1Ø14 c/15 cm
	35	30 x 40	6 Ø 12	1Ø14 c/15 cm
SEGUNDO PISO A CUARTO PISO	1-2-8-9-16-17	30 x 25	DIMENSIONES SUPUESTAS (VERIFICAR EN SITIO) SE HA AGREGADO 5CM A LAS MEDIDAS SOBRE EL 4TO PISO ALTO OBTENIDAS DEL PLANO FÍSICO	
	3-4	35 x 35		
	5-6-7-12-13-14-15- 18-19-20-21	25 x 25		
	22-24-26-27-28-29- 32-33-34-35-40	25 x 25		
	10	35 x 30		
	11	30 x 25		
	23-25-30-31	30 x 30		
36-37-38-39	25 x 35			

CUARTO PISO A TERRAZA (CUBIERTA)	1-2-8-9-16-17	30 x 20	INFORMACIÓN OBTENIDA A ESCALA DE LA LOSA DEL CUARTO PISO ALTO
	3-4	30 x 30	
	5-6-7-12-13-14-15- 18-19-20-21	20 x 20	
	22-24-26-27-28-29- 32-33-34-35-40	20 x 20	
	10	30 x 25	
	11	25 x 20	
	23-25-30-31	25 x 25	
	36-37-38-39	20 x 30	

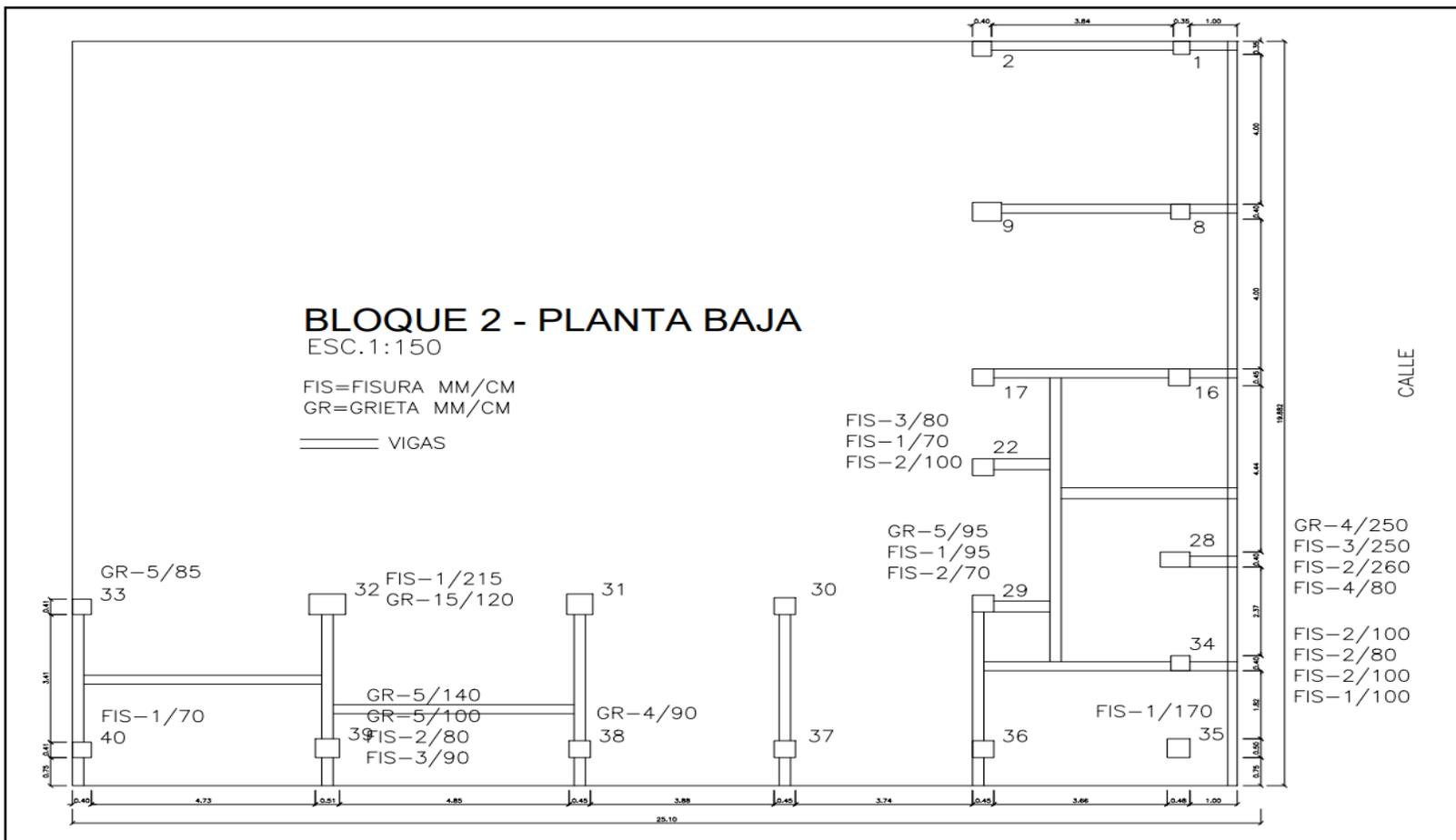
Anexo 3. Datos de las columnas existentes en la edificación Amancay II.

7.4. Anexo 4 Cimentación



Anexo 4. Relevamiento cimentación de la edificación Amancay II.

7.5. Anexo 5 Relevamiento de grietas y fisuras



7.6. Anexo 6 Ensayo Esclerométrico



ENSAYO DE ESCLEROMETRIA (ASTM C805)

Contratista: Ing. Sheyla Nuñez Montie
Fiscalización: -
Obra: Edificio Amancay II
Localización: Salinas
Fecha:
Informe: 41414

Tipo de martillo y serie: Hammer Rebound / Serie 210830

Temperatura en el momento del ensayo: -

Número de prueba	Fecha de fundición de muestras	Estructura	Ubicación	Orientación	Promedio del	Resistencia	
					valor del Rebote	psi	Kg/cm ²
1	-	Columna	Columna 1er Piso alto	Horizontal	22,2	1550	109,2
2	-	Viga	Viga 4to Piso	Horizontal	28,0	2500	176,1
3	-	Columna	Columna Planta Baja	Horizontal	16,0	1400	98,6
4	-	Columna	Columna Planta Baja	Horizontal	20,8	1500	105,7
5	-	Columna	Columna Planta Baja Lado Izquierdo	Horizontal	26,6	2200	155,0
6	-	Viga	Viga Planta Baja Parte Frontal	Vertical	32,6	2600	183,2

Nota: Los puntos fueron tomados el día 10 de noviembre de 2022

Cada número de prueba es el resultado del promedio de la repetición de 10 valores de rebote.



7.7. ANEXO 7 Ensayo de compresión de cilindros

FREDY H. BANEGAS BUSTAMANTE

ING. CIVIL REG. PROF. 09 - 5230

URBANOR MZ. L1 - V. 38 ; TELF: 23315971 - 0994340172



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO ASTM C 873

PROYECTO: Condominio Amancay

UBICACIÓN: Provincia de Santa Elena- Canton Salinas

CLIENTE: Ing. Sheyla Nuñez Montiel

PROCEDENCIA	Fecha Ensayo	ESPECIMEN			Carga Máxima Kg.	Esfuerzo Kg/cm2	Esfuerzo Kg/cm2 - Factor de corrección según la relación de longitud al diámetro del espécimen
		DIAMETRO	ALTURA	AREA DE CONTACTO			
MUESTRA - 1	05/07/2023	4,00	4,50	12,57	3890	309,56	269,31
MUESTRA - 2	05/07/2023	4,00	6,00	12,57	1300	103,45	99,31
MUESTRA - 3	05/07/2023	4,00	5,50	12,57	190	15,12	14,06

ING. FREDY BANEGAS B.
REG. PROF: 09 - 5230

7.8. Anexo 8 Ensayo de medición de cloruros



Contratista: ING. SHEYLA NUÑEZ
Fiscalización: -
Obra: Edificación
Localización: Santa Elena
Fecha: 20 de Julio de 2023
Informe #: 41953
Material de: Columna
Color: -
Cantera: -
Observaciones: Muestra tomada por contratista

ENSAYOS FISICO - QUIMICO

MUESTRA #	CODIGO	M.O. %	CL2Ca mg/lit	Cl2Mg mg/lit	CINa mg/lit
1	M#1 Columna	-	1900	1600	2000
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Rangos:		-	-	-	-

Observaciones: Cloruros por titulacion nitrato de plata
 No disponemos de rangos
 Cloruro Norma ASTM 512
 Se cambio unidad a pedido del cliente.

Ing. Sylvia Vásquez
Gerente General

7.9. Anexo 9 Imágenes de ensayos y daños en la estructura.

