

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12edespag.0110>

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO FEMa EN LA CAPILLA NUESTRA SRA. VIRGEN DE LOURDES

SEISMIC VULNERABILITY ANALYSIS THROUGH THE APPLICATION OF THE FEMa METHOD IN THE NUESTRA SRA. VIRGIN OF LOURDES CHAPEL

Marcillo-Merino Gery Lorenzo¹; Varios Autores

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Carrera de Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Técnicas. Jipijapa, Ecuador. Correo: gery.marcillo@unesum.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-5583-0042>

Resumen

El índice de vulnerabilidad sísmica es una medida que se utiliza para evaluar el grado de fragilidad de una estructura o región ante la ocurrencia de un terremoto. Este índice se basa en diferentes factores, como la ubicación geográfica, la calidad de la construcción, el tipo de suelo, la antigüedad de las estructuras y otros parámetros relevantes. El presente artículo enfoca la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en la Capilla Nuestra Sra. Virgen de Lourdes. La determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en la mencionada capilla se erige como una contribución esencial para la gestión de riesgos sísmicos. Se fomenta la implementación de medidas preventivas y correctivas mediante la identificación de fallas potenciales y áreas vulnerables de la estructura, protegiendo vidas y preservando el entorno construido. La intersección de la evaluación del índice de factores arquitectónicos, geotécnicos y geográficos enfatiza la necesidad de un enfoque integral y multidisciplinario para la gestión del riesgo sísmico. Al establecer un método analítico para la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica. La importancia de conocer el índice radica en el conocimiento del comportamiento de la estructura ante cualquier evento telúrico, por ende, el objetivo principal es analizar y determinar el índice adecuado a la zona en la que se encuentra construida la capilla, tomando en cuenta que, se propone un método investigativo y exploratorio para obtener resultados óptimos desde una perspectiva técnica.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, Método Fema, riesgo sísmico.

Abstract

The seismic vulnerability index is a measure used to assess the degree of fragility of a structure or region in the event of an earthquake. This index is based on different factors, such as geographic location, construction quality, soil type, age of structures, and other relevant parameters. This article focuses on the determination of the seismic vulnerability index in the Our Lady Virgin of Lourdes Chapel. The determination of the seismic vulnerability index in the aforementioned chapel stands as an essential contribution to seismic risk management. The implementation of preventive and corrective measures is encouraged by identifying potential failures and vulnerable areas of the structure, protecting lives and preserving the built environment. The intersection of the index assessment of architectural, geotechnical, and geographic factors emphasizes the need for a comprehensive, multidisciplinary approach to seismic risk management. By establishing an analytical method for determining the seismic vulnerability index. The importance of knowing the index lies in the knowledge of the behavior of the structure in the face of any telluric event, therefore, the main objective is to analyze and determine the appropriate index for the area in which the chapel is built, taking into account that,

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 05 de junio de 2023.

Fecha de aceptación: 2 de agosto de 2023.

Fecha de publicación: 17 de agosto de 2023.



an investigative and exploratory method is proposed to obtain optimal results from a technical perspective.

Keywords: seismic vulnerability, Fema Method, seismic risk.

1. Introducción

El índice de vulnerabilidad sísmica es una medida que se utiliza para evaluar el grado de vulnerabilidad de una estructura o región ante la ocurrencia de un terremoto. Este índice se basa en diferentes factores, como la ubicación geográfica, la calidad de la construcción, el tipo de suelo, la antigüedad de las estructuras y otros parámetros relevantes (Caicedo Caicedo et al., 1994).

El objetivo del índice de vulnerabilidad sísmica es proporcionar información sobre el nivel de riesgo que enfrenta una zona o edificio en particular frente a eventos sísmicos. (Safina Melone, 2003). Esta información puede reforzarse para tomar decisiones en cuanto a la planificación urbana, la implementación de medidas de mitigación del riesgo sísmico, la disposición de recursos para estructuras vulnerables y la adopción

de regulaciones de construcción más seguras (Cunalata & Caiza, 2022).

Es importante tener en cuenta que el índice de vulnerabilidad sísmica puede variar en diferentes regiones y depende de las características específicas de cada lugar (Yepez, Barbat & Canas Torres, 1995). Algunos países o regiones pueden tener sistemas de evaluación de vulnerabilidad sísmica establecidos, mientras que en otros puede ser más limitada la información disponible.

En general, el índice de vulnerabilidad sísmica es una herramienta útil para comprender y evaluar el riesgo sísmico en una determinada área, y ayuda a tomar medidas preventivas y de mitigación para reducir el impacto de los terremotos en las personas y las infraestructuras.

Los ingenieros o técnicos en construcción deben saber que existen diferentes métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda, pero la mayoría de

ellos desconocen cuál de estos métodos utilizar según la necesidad que se tiene, la agilidad en cuanto al tiempo y las ventajas que tiene cada uno de estos por lo que se desea es evaluar la vulnerabilidad sísmica de la CAPILLA NUESTRA SRA. VIRGEN DE LOURDES, de manera que los ingenieros o técnicos en el área de construcción tengan un mayor conocimiento y claridad de cual método es mejor a la hora de evaluar cualquier tipo de edificación, y que con base en esta evaluación mejoren las condiciones estructurales, evitando así el colapso de elementos tanto no estructurales como estructurales que de una u otra manera pongan en peligro a las personas y a la misma edificación.

El presente artículo tiene como objetivo general analizar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método FEMA, con lo cual se trabajará distintos puntos de investigación en torno a los estudios estructurales correspondientes, evaluación de la condición estructural y la identificación del sistema estructural en sí.

Criterios de análisis de vulnerabilidad

Estudios Estructurales

Al momento de hablar de un estudio estructural hacemos referencia a un estudio que normalmente es un estudio técnico basado en el objetivo de verificar aquella estabilidad que posee un edificio y eso incluye la resistencia del mismo, el simple hecho de la mecánica de un edificación, al cumplir con las verificaciones necesarias se establecen los requisitos exigidos por la normativa vigente de seguridad como completos, dando a conocer aspectos fundamentales dentro de las medidas correctivas que se realizaron a la Capilla "Nuestra Sra. Virgen de Lourdes".

2. Materiales y métodos

2.1 Fases de la Investigación

2.1.1 Evaluación de la Condición Estructural

La evaluación de la condición estructural de un edificio implica determinar el estado de sus componentes estructurales y su capacidad para resistir las cargas a

las que está sometido. Esta evaluación es esencial para garantizar la seguridad de los ocupantes y determinar la necesidad de posibles reparaciones, refuerzos o renovaciones (Civil, 2019).

Existen diferentes métodos y técnicas para llevar a cabo la evaluación de la condición estructural de un edificio. A continuación, se presentan algunos de los enfoques comunes utilizados en este proceso:

Inspección visual: Este es el método más básico y consiste en una inspección visual detallada del edificio, tanto en su interior como en su exterior. Se busca identificar signos de daños, como grietas, corrosión, desplazamientos o deformaciones en elementos estructurales clave.

Pruebas no destructivas: Estas pruebas se realizan para evaluar las propiedades de los materiales y la integridad estructural sin causar daño significativo al edificio. Algunas de las técnicas utilizadas son el ultrasonido, la radiografía, la termografía, las pruebas de carga, la medición de la resistividad eléctrica y el análisis de vibraciones.

Análisis estructural: Se utilizan métodos de ingeniería estructural para analizar el comportamiento del edificio ante diferentes cargas y determinar su capacidad para resistirlas. Esto implica evaluar los cálculos de diseño originales, revisar la geometría y las características del material, y realizar análisis de elementos finitos u otros métodos computacionales (Ojeda Ruiz et al., 2020).

Evaluación geotécnica: Si el edificio se apoya en el suelo, es importante evaluar las características del terreno para determinar su capacidad de soporte y la presencia de posibles asentamientos diferenciales. Esto se logra mediante estudios geotécnicos que incluyen pruebas de penetración, ensayos de carga y análisis de muestras de suelo.

Evaluación de los registros históricos: En algunos casos, los registros históricos del edificio, como planos, informes de inspección anteriores o registros de mantenimiento, pueden proporcionar información importante sobre su condición estructural y posibles problemas pasados o presentes.

Es importante destacar que la evaluación de la condición estructural de un edificio debe ser realizada por profesionales capacitados en ingeniería estructural y se recomienda que se realice de manera periódica para garantizar la seguridad continua del edificio y sus ocupantes.

Detalles Estructurales: Para evaluar la capacidad de carga del sistema estructural, se debe obtener información precisa sobre el tamaño y la configuración de los elementos existentes. Algunos de estos detalles importantes se enumeran a continuación:

- Dimensiones de la sección transversal
- Tamaño de las barras de refuerzo
- Espaciado y patrón de las barras de refuerzo
- Espesor de la cubierta de hormigón
- Espesor del elemento de hormigón con acceso por un solo lado
- Ubicación de tendones pretensado / pos-tensado en vigas y losas de hormigón.

2.1.2 Método FEMA

El método FEMA, también conocido como Análisis de Modo y Efectos de Falla (Failure Mode and Effects Analysis, en inglés), es una técnica utilizada en la ingeniería y gestión de calidad para identificar y analizar los modos de falla potenciales en un sistema, componentes o proceso. Su objetivo principal es prevenir y mitigar los riesgos asociados con estas fallas (Hernández & Castro, 2019).

El proceso de aplicación del método FEMA consta de los siguientes pasos:

- Formar un equipo: Se reúne un equipo multidisciplinario de expertos relevantes en el sistema, componente o proceso que se va a analizar. Esto puede incluir ingenieros, técnicos, especialistas en calidad, entre otros.
- Identificar los modos de falla: El equipo identifica todos los posibles modos de falla que pueden ocurrir en el sistema, componente o proceso. Un modo de falla es una forma en la que un elemento puede dejar de

funcionar o no cumplir con los requisitos establecidos.

- Determinar las causas de las fallas: Para cada modo de falla identificado, el equipo analiza las posibles causas subyacentes que podrían llevar a esa falla. Esto implica investigar los factores que podrían contribuir a que el modo de falla esté delante.
- Evaluar los efectos de las fallas: Para cada modo de falla, se analizan los efectos y consecuencias que tienen en el sistema, componentes o procesos en términos de seguridad, calidad, rendimiento u otros criterios relevantes. Esto ayuda a determinar la gravedad de cada modo de falla.
- Establecer medidas de prevención y mitigación: Con base en la evaluación de los efectos de las fallas, el equipo desarrolla medidas y acciones para prevenir o reducir los modos de falla identificados. Esto puede incluir cambios de diseño, mejoras en los procesos, implementación de controles de calidad, entre otros.
- Asignar puntajes de gravedad, ocurrencia y detección: Para

cada modo de falla, se asignan puntajes de gravedad (SG), ocurrencias (SO) y detección (SD). Estos puntajes se utilizan para calcular el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) de cada modo de falla. Cuanto mayor sea el NPR, mayor será la prioridad para tomar acciones de prevención o mitigación.

- Tomar acciones correctivas: Basándose en los NPR y previamente destacados, el equipo implementa las acciones correctivas necesarias para reducir los riesgos asociados con los modos de falla. Estas acciones pueden incluir cambios en el diseño, mejoras en los procesos, capacitación del personal, entre otros.

El método FEMA es una herramienta efectiva para identificar y abordar las posibles fallas en un sistema, componentes o procesos antes de que ocurran, lo que ayuda a prevenir problemas y mejorar la calidad y confiabilidad. Es ampliamente utilizado en diversas industrias, como la automotriz, aeroespacial, manufacturera y de dispositivos médicos, entre otras.

Figura 1.

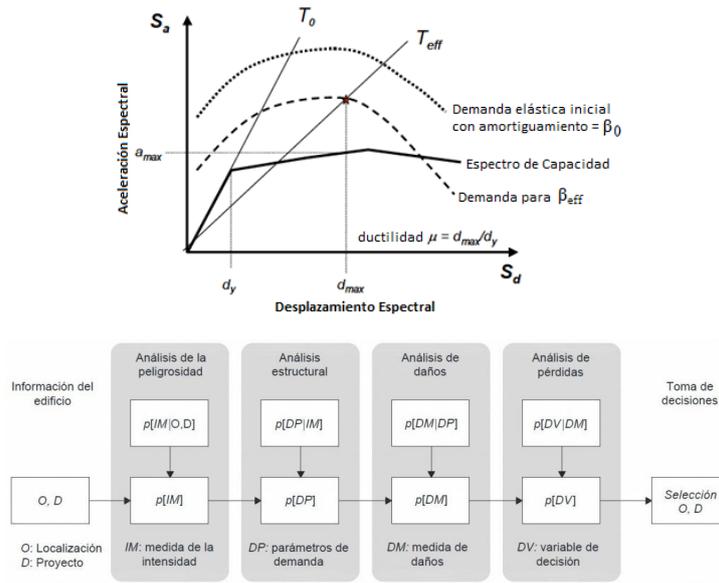


Ilustración 1. Formulario de Evaluación Rápida de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES					
DATOS DE LA EDIFICACIÓN					
Dirección:					
Nombre de la edificación					
Sitio de referencia					
Tipo de uso				Fecha de evaluación	
Años de construcción				Año de remodelación	
Área construida (m ²)				Número de pisos	
DATOS DEL PROFESIONAL					
Nombre del evaluador					
CI					
Registro SENESCYT					
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3
				Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	Pórtico H. armado con muros estructurales	PX	Pórtico acero con paredes mampostería	S5
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S					
Tipología del sistema estructural					
Puntaje básico					
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN					
Baja altura (menor 4 pisos)					
Mediana altura (4 a 7 pisos)					
Gran altura (mayor a 7 pisos)					
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN					
Irregularidad vertical					
Irregularidad en planta					
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN					
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción					
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)					
Post código moderno (construido a partir de 2001)					
TIPO DE SUELO					
Tipo de suelo C					
Tipo de suelo D					
Tipo de suelo E					
PUNTAJE FINAL					
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA					
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				
2.0-S>2.5	Media vulnerabilidad				
S>2.5	Baja vulnerabilidad				
OBSERVACIONES					

2.1.3 Identificación del sistema estructural

La evaluación visual rápida de vulnerabilidad frente a un evento

sísmico supone que el profesional a cargo será capaz de determinar el sistema estructural de la edificación en estudio.

Tabla 1. Tipología y Puntaje Básico del Sistema Estructural Implementados para la Evaluación.

Tipología y Puntaje Básico del Sistemas Estructural		
Nombre	Tipología	Puntaje
Madera	W1	4.4
Mampostería sin refuerzo	URM	1.8
Mampostería reforzada	RM	2.8
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón	MX	1.8
Pórtico Hormigón Armado	C1	2.5
Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	2.8
Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	1.6
H. Armado prefabricado	PC	2.4
Pórtico Acero Laminado	S1	2.6
Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	3
Pórtico Acero Doblado en frío	S3	2
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4	2.8
Pórtico Acero con paredes mampostería	S5	2

Nota. La tabla representa el puntaje dado por la guía 5 de la normativa NEC-15 para cada uno de las tipologías encontradas en una edificación. Tomado de, (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2016).

2.1.3.1 Modificadores

Son los principales factores que afectan significativamente el rendimiento de la edificación en estudio. Cada uno de estos modificadores tiene un valor y dependen del tipo de estructura. Estos modificadores son muy importantes porque pueden influir en el puntaje final de vulnerabilidad sísmica tanto positivo cuando se

tiene una modificación con un reforzamiento o reacondicionamiento sísmico y negativamente cuando se trata de una losa plana, Redundancia o Golpeteo. Cuando se tiene Golpeteo no debe exceder el límite indicado para este modificador.

Tabla 2. Modificadores y puntaje final S

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

Tabla 3. Tipos de suelo según los resultados del estudio de suelos

Tipo de Suelo C	Velocidad de onda cortante de suelo	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar	$N \geq 50$
	Resistencia al corte no drenado	$S_u \geq 100 \text{ kPa}$
Tipo de Suelo D	Velocidad de onda cortante de suelo	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar	$50 > N \geq 15$
	Resistencia al corte no drenado	$100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
Tipo de Suelo E	Velocidad de onda cortante de suelo	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Índice de plasticidad	$IP > 20\%$
	Contenido de agua	$W \geq 40\%$
	Resistencia al corte no drenado	$S_u < 50 \text{ kPa}$

Nota. Recuperada de (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2016).

2.1.3.2 Puntaje final, grado de vulnerabilidad sísmica y observaciones

Tabla 4. Puntaje y vulnerabilidad sísmica

Puntaje Final	Vulnerabilidad de la Edificación
$S > 2.50$	Baja
$2.00 > S \geq 2.50$	Media
$S > 2.00$	Alta

Observaciones

Aquí el evaluador podrá agregar los aspectos que desee respecto a la construcción, uso, condición e circunstancias inusuales que presenta la edificación o detalles importantes que crea necesario agregar

Nota. Recuperada de (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2016).

Código de la Construcción

El Código de la Construcción del Ecuador es el conjunto de normativas y regulaciones técnicas que refuerzan los requisitos y estándares para la construcción, diseño, mantenimiento y seguridad de edificaciones en Ecuador. A continuación, le proporcionamos algunos aspectos clave relacionados con el Código de la Construcción del país:

- Normativa general: El Código de la Construcción en Ecuador se encuentra establecido en la Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS) y su respectivo reglamento. Estos marcos legales establecen las disposiciones generales y los procedimientos para la planificación y control del

territorio y la construcción de edificaciones.

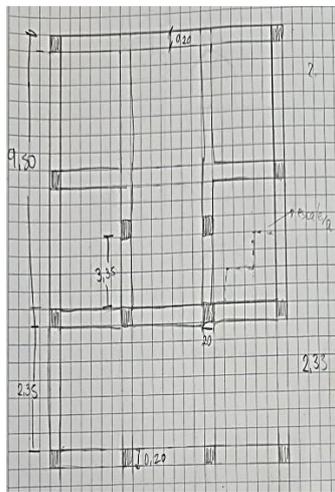
- Regulaciones técnicas: El Código de la Construcción del Ecuador establece regulaciones técnicas detalladas que deben seguirse en la construcción de edificios. Estas regulaciones abarcan aspectos como cimientos, estructuras, instalaciones eléctricas, sistemas de agua y saneamiento, seguridad contra incendios, entre otros.
- Diseño y seguridad estructural: El Código de la Construcción establece los requisitos para el diseño y la seguridad estructural de las edificaciones, asegurando que sean capaces de resistir cargas de diseño, fuerzas sísmicas y otros eventos naturales.

- Inspecciones y permisos: El código también establece los requisitos para las inspecciones técnicas y los permisos de construcción. Los constructores deben seguir los procedimientos establecidos para obtener los permisos correspondientes antes de iniciar cualquier obra, y se realizan regularmente para asegurar el cumplimiento de las normas.
- Seguridad contra incendios: El código incluye regulaciones específicas relacionadas con la seguridad contra incendios en las edificaciones. Estas normas abarcan aspectos como la

instalación de sistemas de detección y extinción de incendios, diseño de salidas de emergencia y materiales de construcción resistentes al fuego.

Es importante tener en cuenta que el Código de la Construcción puede estar sujeto a actualizaciones periódicas, por lo que es fundamental consultar la legislación vigente y las autoridades competentes para obtener la información más actualizada y precisa sobre las regulaciones de construcción en Ecuador.

3. Resultados y discusión

EVALUACIÓN VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
	DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
	Dirección: Comuna Sancán	
	Nombre de la edificación: Capilla Nuestra Sra. Virgen de Lourdes	
	Sitio de referencia: Cebichería Ceibo Real	
	Tipo de uso: Asamblea	Fecha de evaluación: Junio 2023
	Años de construcción: 1995 aprox.	Año de remodelación:
	Área construida (m2): 142.66 m²	Número de pisos: 2
	DATOS DEL PROFESIONAL	
	Nombre del evaluador:	
	C.I:	
Registro SENESCYT:		
		

--	--

Como se observa en el formulario anterior análisis que se realizó a la capilla Nuestra Sra. Virgen de Lourdes cuyos datos generales son, que fue creada o fundada aproximadamente en 1995, que cuenta con un área total de sus dos plantas de 142.66 m² y se le considera una estructura tipo asamblea.

De la misma forma consideramos que cuenta con dos tipos de tipologías URM y C1 cuyo valor básico están determinados en las Guía 5 de la NEC-15. Para los valores de los modificadores consideramos la altura que cuenta nuestra edificación (2 pisos), la irregularidad presente en la edificación, el código o norma aplicadas para la construcción de la edificación si es el caso (para este caso la capilla fue construida de la etapa de transición entre 1977 y 2001) y por último el tipo de suelo (mediante la inspección visual consideramos tomar como tipo de suelo D), los valores de los

modificadores están presentes que la guía antes mencionada y van relacionadas o en base a las tipologías elegidas como primera parte.

4. Conclusiones

Del presente artículo se puede concluir que el método FEMA permitió la cuantificación de la vulnerabilidad sísmica en términos relativos a través de la definición de clases o tipos de vulnerabilidad, los índices encontrados y clasificación de acuerdo a la Normativa Ecuatoriana.

En las edificaciones evaluadas se identificó que su vulnerabilidad se evidencia en pequeñas grietas en los elementos estructurales y no estructurales, en algunos casos pérdida de recubrimiento en la infraestructura e irregularidades de tipo vertical, así como el tipo de suelo en el cual se encuentran edificados por lo que se incrementa el nivel de riesgo.

En todos los diseños estructurales de las edificaciones se debe considerar primordialmente los efectos del lugar a cualquier amenaza, sea natural o antrópica, así como de las condiciones geológicas en donde se vaya a edificar, con la finalidad de reducir los daños provocados por los diversos tipos de peligros a los cuales se encuentren expuestos y de esta manera salvaguardar la vida de las personas que hacen uso de los mismos, así como los bienes materiales.

Limitaciones y estudios futuros

Uno de los límites principales está determinado por baja información que mantiene En instituciones, así como en el uso y aplicación de métodos técnicos cuantitativos Para ver con una mayor precisión, el análisis de lo que se recomienda investigar con mayor Detalles y con expertos en el campo de la ingeniería.

Bibliografía

CAICEDO CAICEDO, C., BARBAT BARBAT, H. A., CANAS TORRES, J. A., & AGUIAR FALCONÍ, R. (1994).

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS.

CIVIL, I. (2019). MANUAL DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES POST EVENTO SÍSMICO BASADO EN EL ATC 20-1 JOSÉ ANTONIO ANDRADE GABELA. 1–160.

CUNALATA, F., & CAIZA, P. (2022). ESTADO DEL ARTE DE ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ECUADOR. REVISTA POLITÉCNICA, 50(1), 55-64.

HERNÁNDEZ, J. D. B., & CASTRO, S. A. L. (2019). METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE. CIENCIA Y SOCIEDAD, 36(2), 256–275. [HTTP://WWW.REDALYC.ORG/ARTICULO.OA?ID=87019757004](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757004)

MORILLAS. (2019). FEMA. [HTTPS://MASTERINGENIERIASISMICA.ETSII.UPM.ES/EVALUACION-BASADA-EN-PRESTACIONES-SEGUN-EL-PEER-FEMA-P-58-1/#:~:TEXT=EL%20FEMA%20P%2D58%2D1,NO%20ESTRUCTURALES%20Y%20SU%20OCUPACI%C3%B3N](https://masteringenieriasismica.etsii.upm.es/evaluacion-basada-en-prestaciones-segun-el-peer-fema-p-58-1/#:~:TEXT=EL%20FEMA%20P%2D58%2D1,NO%20ESTRUCTURALES%20Y%20SU%20OCUPACI%C3%B3N).

NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN.

(SEPTIEMBRE DE 2016).
GUÍA PRÁCTICA PARA
EVALUACIÓN SÍSMICA Y
REHABILITACIÓN DE
ESTRUCTURAS. OBTENIDO
DE
[HTTPS://WWW.HABITATYVI
VIENDA.GOB.EC/DOCUME
NTOS-NORMATIVOS-NEC-
NORMA-ECUATORIANA-
DE-LA-CONSTRUCCION/](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/)

OJEDA RUIZ, J. M., PARRA MEZA,
A., & SÁNCHEZ VERGARA
RICARDO. (2020).
CUADERNO DE APUNTES
MATERIA ANÁLISIS
ESTRUCTURAL.

SAFINA MELONE, S. (2003).
VULNERABILIDAD SÍSMICA
DE EDIFICACIONES
ESENCIALES. ANÁLISIS DE
SU CONTRIBUCIÓN AL
RIESGO SÍSMICO.
UNIVERSITAT

POLITÈCNICA DE
CATALUNYA.

STRUCTURALIA BLOG. (30 DE
MARZO DE 2022). QUÉ ES
LA CARBONATACIÓN DEL
HORMIGÓN Y CÓMO
PREVENIRLA. OBTENIDO
DE STRUCTURALIA:
[HTTPS://BLOG.STRUCTUR
ALIA.COM/CARBONATACI%
C3%B3N-DEL-
HORMIG%C3%B3N-
PREVENCION](https://blog.structuralia.com/carbonatacion-del-hormigon-y-como-prevenir-la/)

YEPEZ, F., BARBAT BARBAT, H.
A., & CANAS TORRES, J. A.
(1995). RIESGO,
PELIGROSIDAD Y
VULNERABILIDAD SÍSMICA
DE EDIFICIOS DE
MAMPOSTERÍA. CENTRE
INTERNACIONAL DE
MÈTODES NUMÈRICS EN
ENGINYERIA (CIMNE).

ANEXOS



