

PROPOSAL FOR A FORM TO IDENTIFY DAMAGE TO INSURED PROPERTIES CAUSED BY EARTHQUAKES WITH AN EPICENTER IN THE ECUADORIAN COASTAL REGION

Patricia Alexandra Marcillo Pin ⁽¹⁾, Jacqueline Domínguez Gutiérrez ⁽²⁾, Franklin Loor Zambrano ⁽³⁾

(1) Magister en Construcciones Mención en Gestión de la construcción, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Ecuador, arq.patriciamarcillo@hotmail.com

(2) Docente Titular Principal, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Ecuador, jacqueline.docencia@uleam.edu.ec

(3) Profesional Independiente, Ecuador, frank_loor@msn.com

Received: April 2025. Accepted: September 2025. Published: October 2025

ABSTRACT

Ecuador is considered a country with high seismic risk, so insurance companies play an important role for real estate owners in general, however, the procedure for compensation for this type of incident is involved in chaotic situations. Currently, the adjustment project carried out by the adjusting company is determined solely by technical criteria that, since there is no guide for the identification of damages directly related to the earthquake, can be confused with the pathologies of the building. In response to this problem, the objective of this research is to establish a simplified reference form that serves as a guide for the survey of damage caused by earthquakes, depending on the vulnerability parameters of buildings to a seismic event and the intensity of this event. With this tool, it was possible to create a guide for the identification of damage caused by earthquakes from 4 to 6.9 degrees of moment magnitude (Mw) with epicenters in the coastal zone of the country, which will allow compensation to be made by insurance companies. an accurate way.

Keywords: Damage identification form, Earthquake, Insured homes.

PROPUESTA DE FORMULARIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS, EN INMUEBLES ASEGURADOS, CAUSADOS POR SISMOS CON EPICENTRO EN LA REGIÓN COSTA ECUATORIANA

RESUMEN

Ecuador es considerado un país con alto riesgo sísmico, por lo que las compañías de seguros desempeñan un papel importante para los propietarios de bienes inmuebles en general, sin embargo, el procedimiento para las indemnizaciones por este tipo de siniestro se ve envuelto en situaciones caóticas. En la actualidad, el proyecto de ajuste realizado por la compañía ajustadora se encuentra determinado únicamente por el criterio técnico que, al no contar con una guía para la identificación de daños relacionados directamente con el sismo, pueden ser confundidas con las patologías propias de la edificación. En respuesta a esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo establecer un formulario referencial simplificado que sirva como guía para el levantamiento de los daños causados por sismos, en función de los parámetros de vulnerabilidad de las edificaciones ante un evento sísmico y la intensidad de este. Con esta herramienta se logró crear una guía para la identificación de daños por sismos desde 4 a 6.9 grados de magnitud de momento (Mw) con epicentros en la zona costera del país, el cual permitirá realizar las indemnizaciones por parte de las compañías de seguros de una manera certera.

Palabras clave: Formulario identificación de daños, Sismo, Viviendas aseguradas.

1. INTRODUCCIÓN

Los sismos son fenómenos naturales que pueden causar daños significativos a las edificaciones en general. Cuando un sismo afecta a las construcciones aseguradas, es crucial poder identificar de manera rápida y precisa los daños causados en las edificaciones, para poder activar los procesos de reparación y compensación correspondientes. Sin embargo, según Juárez, (2024) la indemnización propuesta por parte del perito inspector no siempre deja conforme al asegurado, lo que puede generar retrasos, inconsistencias, y problemas en la atención a los afectados.

Ecuador se puede considerar como un país de multiamenazas en lo que concierne a desastres naturales, ya que se encuentra ubicado dentro de la microplaca llamada "Bloque Andino" que pertenece a la placa Sudamericana, la cual está en interacción con las placas de Nazca, Cocos y Caribe, haciéndolo acreedor de un nivel alto de riesgos sísmicos de pequeña e intensa magnitud. Cunalata & Caiza, (2022)

Al ser un país con alto riesgo sísmico, esta investigación se centra en la búsqueda de una guía que pueda ser utilizada por el inspector delegado por la compañía de ajustadores, para realizar la identificación de daños en las edificaciones por sismos con epicentros en la zona Costera del Ecuador, con un rango de magnitud de 4 a 6.9 Mw, el cual, permita que los procesos de indemnización que emprenden las compañías aseguradoras se realicen de manera eficaz y eficiente.

A lo largo de estas páginas, se explorarán diversos factores que influyen en la determinación de daños ocasionados por sismos en las construcciones, y de estar forma ayudar a gestionar las indemnizaciones justas mediante la propuesta de un formulario para la identificación de daños que permita gestionar la estandarización de la indemnización sugerida por las empresas ajustadoras de siniestros, promoviendo así la transparencia, la equidad y la confianza en una relación que reviste una importancia fundamental para la seguridad y bienestar de los propietarios.

A partir de esta situación problema, se define como problema de la investigación:

Los sismos representan una amenaza constante para las construcciones, generando daños que pueden afectar tanto la seguridad de los habitantes como la estabilidad económica de las familias. En estos momentos de adversidad, los propietarios confían en las compañías de seguros para mitigar las pérdidas y restablecer la estabilidad en sus vidas, por lo que esta investigación se sumerge en un aspecto crítico de la relación entre los propietarios y las compañías de seguros: las indemnizaciones por daños.

Según Vázquez, (2023) en su análisis al caso del Huracán OTIS ocurrido en acapulco, considera que el proceso de indemnización se ha ralentizado por la enorme discrepancia que hay en los criterios de análisis de cada caso por parte de los ajustadores; es decir, en el caso de una propiedad horizontal, en donde los departamentos se encuentran asegurados por varias compañías de seguros, es complicado poner de acuerdo a todos los ajustadores involucrados en el edificio, para tratar de homologar de la mejor manera el criterio de apreciación del daño, con la finalidad que el asegurado no se sienta perjudicado por el seguro adquirido, siendo esto importante para agilizar las indemnizaciones y de esta manera, realizar un ajuste justo.

Adicional a esto, según Juárez, (2024) indica que, ante un siniestro, una de las razones por el cual el asegurado presenta inconformidades con la valoración elaborada por el perito de la aseguradora, es la discrepancia en la evaluación de daños.

Existen pólizas de seguros ofertadas en el país que dejan abierta la opción para que el asegurado pueda notificar daños por sismos de magnitud menores a 5 grados en la escala de Richter (ALIANZA, 2023) esta situación puede encaminar a que el proceso de indemnización quede expuesto a cualquier tipo de Fraude; estos casos, en donde la magnitud no representa daños de fácil

identificación son los que generan más inconvenientes para las compañías de seguros al momento de realizar la indemnización, debido a que, dependen del criterio y ética del inspector (ajustador) para la identificación de los daños y la honestidad del asegurado en la notificación realizada posterior al siniestro.

Según la Escala macrosísmica europea determina que las edificaciones pueden poseer daños menores a partir de una intensidad de V (EMS) y que la escala mínima para que la intensidad pueda causar daños de fácil identificación es de VII (EMS) dependiendo del tipo de construcción y su vulnerabilidad sísmica (EMS, 2009). Por lo que se puede determinar que los daños mas complejos de identificar se encontrarían en los sismos de 4 a 6.9 grados de magnitud.

El proceso de indemnización por sismos, en referencia a lo anteriormente mencionado, dependerá como los demás tipos de siniestros, del criterio del perito evaluador la determinación de daños encontrados en la inspección, y al ser manejado de una manera muy amplia, pueden generar inconformidades por parte de los asegurados.

Esta situación denota la importancia de la implementación por parte de las compañías ajustadoras, de una herramienta que sirva como guía para la evaluación de daños causados por sismos de 4 a 6.9 grados de magnitud con epicentro en la región costa del país, el cual permita orientar al inspector, que grado de afectación puede obtener una edificación dependiendo su vulnerabilidad y de la intensidad del sismo.

Objetivo general de la Investigación: Proponer un formulario que pueda ser utilizado por parte de las compañías ajustadoras que oriente el criterio del perito ajustador, para la determinación del nivel de daños en las edificaciones que pueden estar relacionados directamente por sismos de 4 a 6.9 grados de magnitud con epicentro en la región costa del país, el cual, permita estandarizar el proceso de indemnización por este siniestro, reduciendo el descontento de los asegurados.

1.1. Seguros para Bienes Inmuebles

El seguro privado se encuentra definido en La ley de Seguros, Decreto Ley del Contrato de Seguro, (2001) “como empresas que realicen operaciones de seguros las compañías anónimas constituidas en el territorio nacional y las sucursales de empresas extranjeras, establecidas en el país, en concordancia con lo dispuesto en la presente Ley y cuyo objeto exclusivo es el negocio de asumir directa o indirectamente o aceptar y ceder riesgos en base a primas”

Un seguro de vivienda es una póliza que respalda económicamente ante cualquier situación o contratamiento que pueda suceder por factores internos o externos en una propiedad.

La Unión Andina, (2023) describe los siguientes tipos de coberturas:

✓ **Daños a la estructura:** cubre el aspecto físico de la propiedad. Es decir, techos, paredes, suelos, ventanas, las instalaciones de tubería o las redes eléctricas y de calefacción. Además, cubre eventualidades como terremotos, incendios, erupciones volcánicas, inundaciones, etc., que pueden dañar la estructura y el equipamiento básico.

✓ **Responsabilidad civil:** cubre cualquier daño o afectación a terceros que sea causada por algún accidente o siniestro en tu propia casa. Cuando hay daños a vecinos u otras personas causadas por tu propiedad, tú debes costear las indemnizaciones y las reparaciones, pero cuando cuentas con un seguro de vivienda, es este el que asume los costos. Por ello, es importante que al elegir una póliza te asegures de que ofrezca un alto monto de responsabilidad civil para cubrir cualquier indemnización y no debas asumir excedentes.

✓ **Daños del contenido:** cubre todos los daños o deterioros que puedan afectar a los muebles, equipos y bienes personales que se encuentren al interior de la vivienda (siempre y cuando

los hayas declarado al momento de adquirir el seguro). Lo más común es que se incluyan los bienes que tengan un valor relevante y que los objetos estén amparados en caso de incendio, robo y asalto.

Para poder entender profundamente cuáles son los aspectos que cubren los seguros, es crucial entender que estos están asociados a las causas (o riesgos) de los siniestros. Dentro de los seguros multirriesgo se incluyen los siguientes: Incendio o rayos; Explosión; Daños por lluvia, inundación y agua; Terremoto o temblor; Erupción volcánica; Motín, huelgas y conmoción civil; Daños maliciosos y vandalismo; Maremoto; Robo y asalto; Accidentes personales; Rotura de vidrios y por último Gastos de arrendamiento en caso de siniestro.

La protección del hogar es una preocupación fundamental para los propietarios y arrendatarios en todo el mundo. La vivienda no solo representa un activo significativo en términos financieros, sino que también es el refugio donde se construyen memorias y se forja la seguridad familiar. En este contexto, los seguros en viviendas desempeñan un papel importante al proporcionar una red de seguridad financiera en situaciones imprevistas, como incendios, robos, desastres naturales y otros eventos que podrían amenazar la estabilidad del hogar.

Según Pérez & Cantos, (2018) “Existe una oferta de seguros por parte de compañías sólidas que ofrecen diferentes productos de prevención, pese a estas facilidades, gran parte de la población es de bajos recursos económicos y no pueden acceder a los seguros contra desastres naturales que ofrecen dichas compañías a esto se le suma también que contratar un seguro es percibido como un gasto y no como inversión, siendo las grandes empresas los mayores clientes de este tipo de seguros pero no de manera voluntaria, sino porque es obligatorio”.

En el terremoto del 2016, según el (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, s.f.) un estimado de 14 mil viviendas podrían realizar reclamos por daños a seguros Sucre, que se encontraban cubiertos por los Préstamos Hipotecarios del BIESS, este indicador determina que la población no adquiere un seguro de vivienda voluntariamente.

La contratación de una póliza de seguro se puede realizar de forma directa con la compañía aseguradora o con la asesoría de un corredor de seguros, también conocidos como bróker, quienes tienen como finalidad la responsabilidad de asesorar, aconsejar y ofertar los productos que ofrecen las aseguradoras a los clientes o también se contratan de forma indirecta al momento de realizar algún préstamo monetario.

Cuando ocurre algún siniestro, en este caso un evento sísmico, y si la póliza de seguros contratada tiene cobertura para este riesgo, el asegurado se encuentra en toda libertad de realizar un reclamo por daños en su vivienda a la compañía de seguros. Para la atención de estos reclamos, la compañía aseguradora procede a contratar a una empresa Ajustadora de Siniestros, asignándole el caso para que realice la inspección de los daños ocurridos por el siniestro.

Ajustadores de siniestros

Las empresas ajustadoras de siniestros son los encargados de la mediación entre el asegurado y las compañías de seguros. Realizan la validación de daños y proponen compañía de seguros, un presupuesto justo e imparcial para el reclamo realizado dentro de las condiciones de cobertura contratadas.

La Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros en su Resolución SCVS-INS-2019-006 (expídase la norma para el ejercicio de las actividades de los asesores productores de seguros, peritos de seguros e intermediarios de reaseguros) los define como:

Para la Superintendencia de Compañías, (2019) los ajustadores de siniestros que sean personas jurídicas tendrán como único objeto social examinar las causas de los siniestros y valorar

la cuantía de las pérdidas en forma equitativa y justa, de acuerdo con las cláusulas de la respectiva póliza. Su denominación social deberá contener la expresión “Ajustadora de Siniestros”.

Al realizar las inspecciones por daños específicos de siniestros (sismos), se tiende a confundir la aplicación de las condiciones de cobertura de las pólizas de seguros, considerando daños por mantenimiento, por problemas que son consecuentes de la construcción como tal, todo esto al no existir un instructivo al momento de realizar el análisis de daños por sismo, dejando abierto el criterio y omisión del inspector perito ajustador.

Indemnización por Siniestros

La indemnización por un siniestro es la cantidad de dinero que desembolsa la compañía de seguros a favor del asegurado, al producirse un hecho que pueda dañar a la persona asegurada o a su patrimonio. El asegurador puede cumplir con la obligación de indemnizar de diversos modos: pagando en efectivo el importe tasado de los daños, reparando o reemplazando a su cargo el objeto dañado y brindando servicios: seguro de enfermedad, el tratamiento en hospitales (Halperin I, 1966).

Los ajustadores de siniestro, se encuentra expuestos a todo tipo de fraudes durante el proceso que determina el valor de la indemnización por sismos. Según FRISS, (2024) los siniestros por desastres naturales son los que crean un entorno perfecto para intentos de fraude por parte de actores malintencionados; como la exageración de su pérdida o el invento de una reclamación.

Acotando a lo anteriormente mencionado, algunas pólizas de seguros en la cobertura de terremoto o temblor establecen que: Para efectos de esta cobertura, la Compañía aceptará como prueba de que se ha producido un temblor o un terremoto, cuando el organismo competente establezca que la intensidad del movimiento sísmico, en el lugar en el que están ubicados los bienes asegurados, es del grado cinco (5) o mayor en la escala Richter. Si la intensidad es menor, el Asegurado deberá demostrar que los daños se produjeron como consecuencia directa del movimiento sísmico (ALIANZA, 2023)

Haciendo referencia a lo indicado por la póliza de seguros alianza, deja abierto al análisis, en este caso del perito inspector y a la ética del asegurado, que la indemnización por los daños que pueden ser considerados por sismos menores a 5 grados de magnitud, puedan incurrir en fraudes.

Normativa Legal de Seguros

Según la Superintendencia de Compañías (2019), Valores y seguros en su Resolución no. SCVS-INS-2019-006 (expídase la norma para el ejercicio de las actividades de los asesores productores de seguros, peritos de seguros e intermediarios de reaseguros). Esta norma en el artículo 24 establece ciertas obligaciones que definen la fecha, hora y circunstancias del siniestro; monto de las pérdidas y el de las indemnizaciones; sin perjuicio; el derecho del asegurado o beneficiario a probar la cuantía de la indemnización. Por su parte, el artículo 26 indica la relación del siniestro; la determinación de los daños; conclusión y recomendación sobre las coberturas o exclusiones; las indemnizaciones que procedan, su cálculo, el valor de los bienes; siniestrados y los procedimientos empleados para determinarlos, así como la documentación que los sustente; las gestiones realizadas durante el ajuste y una síntesis de los informes técnicos solicitados; y, las recuperaciones y salvatajes que a su juicio fueren procedentes.

1.2. Sismos

Los sismos son fenómenos naturales que se producen por la liberación repentina de energía acumulada en las placas tectónicas de la Tierra (USGS, 2023). Los sismos pueden causar diversos tipos de daños en las viviendas, que van desde daños insignificantes hasta el colapso total de las edificaciones vulnerables. Algunos de los factores que determinan la vulnerabilidad de las viviendas

incluyen las características estructurales, los materiales de construcción, la antigüedad y el mantenimiento (EC4, 2024)

Severidad de los sismos

Un terremoto se puede medir de dos maneras: por magnitud y por intensidad. Dependiendo de la escala, un sismo puede causar afectaciones severas en edificaciones de todo tipo. Estas pueden presentar daños en elementos estructurales y/o arquitectónicos como: mamposterías, revestimientos de vidrio, cubiertas, etc., los cuales incluso pueden llegar a desprenderse y caer. Además, después de la ocurrencia de un evento sísmico de moderada o gran magnitud, es muy probable que se produzcan réplicas, cuestión que puede incrementar el nivel de daño de las construcciones, lo que hace menester la identificación de los daños que deben ser reparados en las viviendas. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2015-2016) (Figura 1)



Figura 1: Severidad de un sismo
Fuente: De OVANCE, 2018

Escalas sismológicas

Según Bautista, (2007), la magnitud y la intensidad miden características diferentes de los terremotos. La magnitud mide la energía liberada en la fuente o epicentro del terremoto y es obtenida mediante instrumentos de medición, mientras que la intensidad, mide la fuerza del movimiento o temblor producido por el sismo en un lugar específico determinada mediante los efectos sentidos por las personas, de los espacios creados por el hombre y el entorno natural.

Escalas sísmicas de Magnitudes. Existen diversas escalas de medición de magnitudes, sin embargo, en este estudio se citan las más utilizadas por el INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL para generar reportes sísmicos, siendo estas las siguientes:

Escala Richter o Escala de Magnitud Local (ML): La escala de magnitud local (ML) conocida también como de Richter, según IG-EPN, (2024) mide la energía liberada en el foco sísmico en forma de ondas sísmicas.

Escala de Magnitud Local calculada en la componente Vertical (MLv): Se conoce como MLv a la Magnitud local calculada en la componente vertical, según el IGEPN, (2024) se determina “usando una corrección para adecuarla a la ML estándar de Richter (1935)”. Adicional a esto, la diferencia de grados entre las dos escalas se considera mínima.

Escala de Magnitud de Momento Sísmico (MW): La escala de magnitud de momento sísmico (Mw) según Fallas de Chile Geociencias UC, (2024), “es una escala logarítmica muy utilizada para medir la cantidad de energía liberada por un sismo introducida en 1979, su gran ventaja frente a otros sistemas de medición de magnitud es que frente a sismos de gran intensidad la escala no se satura, permitiéndonos medir mega terremotos”. Cabe recalcar que el instituto geofísico reporta en magnitud (M) el cual es una estimación de magnitud de momento (Mw) según el IG-EPN, (2024)

Escalas Sísmicas de Intensidad: La intensidad, aunque es una apreciación subjetiva y no instrumental de los efectos aparentes producidos de un evento sísmico, empleando una escala determinada que asigna grados a la forma en que la vibración del terreno es sentida, y según los daños a las edificaciones en un sitio, sigue siendo un parámetro empírico muy útil para describir los efectos de los terremotos. (Bautista, 2007)

Escala Modificada de Mercalli (MM): Para Bautista, 2007, representa la severidad del movimiento del suelo de un terremoto en un sitio específico.

Esta escala comprende 12 grados y determina la intensidad basada en la percepción de las personas ante un sismo y los daños que este ocasiona en el entorno.

Escala de intensidad Macrosísmica Europea (EMS): Es una escala de intensidad de 12 grados, que fue propuesta en base a la escala MSK. Según Bautista,2007, el término "intensidad Macrosísmica" se define para clasificar la gravedad de los movimientos sísmicos en función del impacto observado. La clasificación de daños tiene en cuenta los materiales utilizados en el edificio y si el edificio tiene una construcción resistente a los terremotos, lo cual es un elemento importante. La escala incluye una tabla de vulnerabilidad con cinco clasificaciones, que permite considerar diferentes tipos de edificios y diferentes áreas de vulnerabilidad combinada desde una perspectiva de seguridad sísmica.

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN)

Desde 1983, Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional es el principal centro de investigación del Ecuador para el diagnóstico y monitoreo de amenazas sísmicas y volcánicas que pueden tener importantes impactos en la población, los proyectos de inversión y el medio ambiente natural (IG-EPN, 2003)

Desde el 13 de enero de 2003, mediante Decreto No. 3593, se encomendó formalmente al Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional la tarea de diagnosticar y monitorear los riesgos sísmicos y volcánicos en todo el país. Actúa también, como un organismo de referencia nacional, que proporciona la información básica y asesoramiento técnico para grandes proyectos de infraestructura en materia de riesgos sísmicos y volcánicos.

Por otro lado, se encarga de la elaboración de mapas de peligro volcánico, escenarios de daños por terremotos o zonificación sísmica nacional y la incorporación permanente del concepto de prevención contra fenómenos naturales en los planes de desarrollo nacionales o locales.

Cabe recalcar que el instituto geofísico realiza el reporte en escala de magnitud sísmica del epicentro del siniestro y no la intensidad con la que se desplaza a los diferentes puntos del país, sin embargo, para los sismos de mayor magnitud como lo fue el terremoto del 2016, realizó un análisis completo mediante informes.

Evaluación de intensidades sismo en Pedernales

Mediante el Informe Sísmico Especial N. 12 – 2016 el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, reporto el análisis de la intensidad con la que fue percibida el sismo del 16 de abril del 2016 indicando:

Hasta el momento se ha recibido 4068 reportes desde 23 provincias de Ecuador incluidos algunos reportes desde las ciudades de Ipiales y Pasto en Colombia. Debido a la magnitud y ubicación del evento (Mw 7.8), los daños observados en las ciudades cercanas a la zona epicentral son importantes. Los testimonios recolectados tanto por los medios de comunicación y la información proporcionada por la comunidad a través de la aplicación “Sintió el Sismo” del Instituto Geofísico (IG-EPN), muestran, hasta el momento, que el cantón Pedernales fue el más afectado. Para este cantón y las zonas aledañas se ha estimado una intensidad de 8 EMS (Escala Macrosísmica Europea). Este valor refleja daños considerables e incluso colapso de edificaciones vulnerables (i.e. edificios construidos con materiales de mala calidad o edificaciones con bajo nivel de diseño sismorresistente). En edificaciones de hormigón armado o acero que cumplen con las normativas de diseño y construcción es posible haber observado fracturas en elementos no estructurales como mamposterías y daños en elementos estructurales como vigas o columnas.

Entre las ciudades de Portoviejo y Esmeraldas, la información recolectada muestra una intensidad de 7 EMS; esto significa que el sismo tuvo el potencial de generar daños en elementos estructurales de algunas edificaciones sin comprometer la estabilidad de estas. Los daños identificados para este nivel de intensidad van desde grietas en paredes de mampostería hasta caída de enlucidos y en algunos casos paredes completas.

Para el territorio restante de las provincias de Esmeraldas y Manabí y gran parte de las provincias de Guayas y Santo Domingo, los daños identificados en las construcciones son grietas en las esquinas de paredes y fisuras en tumbados y losas de hormigón armado, sin que esto afecte la integridad estructural. En consecuencia, la intensidad estimada para esta zona es 6 EMS.

En todas las provincias de la Sierra se ha estimado un valor de intensidad entre 4 y 5 EMS. Esto implica que no se esperan daños en las edificaciones, salvo fisuras delgadas a nivel de enlucidos. El sismo pudo ser sentido por muchas personas en el interior de edificios y por varias en el exterior. Finalmente, para las provincias orientales, la intensidad máxima estimada ha sido de 3 EMS. (IG - EPN, 2016)

Ley de Atenuación Sísmica.

Comprendiendo que la intensidad es más fuerte donde se origina el sismo y que va disminuyendo conforme se aleja de este, es necesario poder conocer la intensidad de un sismo en los diferentes lugares del país. Para ello se realizó una entrevista al doctor R. Aguiar (comunicado personal, 29 de agosto del 2024) en el cual propone la utilización y aplicación de Ley de Atenuación Sísmica para el Ecuador. La ecuación de ley de atenuación de intensidades propuesta por Aguiar y Castro (2009) es la fórmula ec. 1:

ec. 1

$$I=3.3577+1.0013 M_w-0.8856 \ln (D+10)$$

Donde:

3.3577= coeficiente establecido por el autor de la ecuación.

1.0013= coeficiente establecido por el autor de la ecuación.

Mw= Magnitud.

0.8856= coeficiente establecido por el autor de la ecuación.

Ln= Logaritmo natural.

D = Distancia hipocentral.

10= coeficiente establecido por el autor de la ecuación.

Conversión entre escalas de magnitud sísmica: Dado que el Instituto Geofísico, quien es el encargado de reportar las características de los sismos en Ecuador, realiza los reportes en diferentes escalas de magnitud sísmica, por lo que, al que querer aplicar la ecuación propuesta (Ley de Atenuación Sísmica) para conocer el desplazamiento de la intensidad en distintos puntos del país, es necesario que estos grados reportados sean convertidos en la escala de Magnitud de momento (Mw). Esta conversión entre magnitudes fue analizada por Poulos et al, (2018) determinando la siguiente fórmula ec.2:

ec. 2

$$M_w = c + d M$$

En donde:

Mw= Escala de magnitud de momento.

c= coeficiente establecido por el autor.

d= coeficiente establecido por el autor.

M= Escala de magnitud sísmica que se requiere convertir a Mw

Esta ecuación propone la conversión de magnitudes de las escalas M_s, m_b, M_L a magnitud de momento M_w utilizando coeficientes de las ecuaciones lineales de conversión indicadas en la Tabla 1, donde se visualiza los coeficientes para cada una de las escalas.

Tabla 1: Relaciones de tipo lineal utilizadas para obtener la magnitud en escala Mw

Fuente: De Poulos et al, (2018)

Escala de Magnitud	<i>c</i>	<i>d</i>
Magnitud M_s	0.585	0.935
Magnitud M_L	0.676	0.899
Magnitud m_b	-1.005	1.227

Cálculo de la Distancia Hipocentral: Se entiende por distancia hipocentral a la distancia entre el hipocentro de un sismo y un punto específico en la superficie terrestre. El hipocentro es el punto dentro de la Tierra donde se origina el sismo, y se encuentra a cierta profundidad bajo la superficie. (De Luis E. Suárez, 2020). (Figura 2)

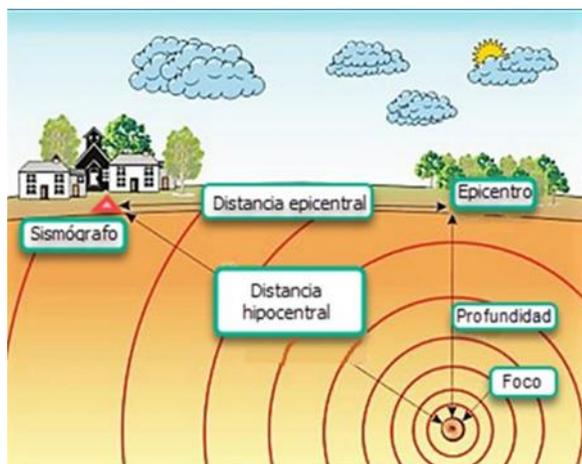


Figura 2: Distancia Hipocentral

Fuente: De Luis E. Suárez, 2020

La distancia es crucial para determinar la intensidad en diferentes puntos desde el epicentro y esta se calcula mediante el teorema de Pitágoras según Aguiar y Castro (2009) siendo esta la fórmula ec.3:

ec. 3

$$D_h = \sqrt{([D_e])^2 + H^2}$$

Donde:

D_h= Distancia Hipocentral

D_e= es la distancia epicentral

H= es la profundidad del hipocentro

Cálculo de la distancia epicentral.: Según Léniz, 2017, trigonometría esférica (ley del coseno esférico), es una fórmula matemática utilizada para calcular la distancia entre dos puntos de la superficie terrestre, esta fórmula se determina mediante la fórmula ec.4:

ec. 4

$$D = R \cdot \arccos(\cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) + \sin(\varphi_1) \cdot \sin(\varphi_2) \cdot \cos(\Delta\lambda))$$

En donde:

φ_1 = Latitud 1

φ_2 = Latitud 2

cos= coseno

sin= seno

Arc= Arcoseno

Δ = Variación

λ = Longitud

λ_2 = Longitud 2

λ_1 = Longitud 1

$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$

Rad= Radianes

Comparación de escalas sísmicas.

Según Pin Molina, (2017) considera que se puede establecer como una relación teórica entre las escalas de Richter o de Momentos y la escala modificada de Mercalli, como se observa en la Tabla 2, basado en el estudio realizado por el Centro Nacional de Información Sísmica (USGS, 2023), dependiente del Servicio Geológico de los Estados Unidos, en eventos históricos sobre el daño causado un sismo en una población medianamente urbanizada.

Tabla 2: Comparación de escalas de magnitud/intensidad
Fuente: De USGS Earthquake Hazard Program

Comparación Magnitud /Intensidad	
Magnitud	Máxima Típica (Intensidad modificada de Mercalli)
1,0 - 3,0	I
3,0 - 3,9	II - III
4,0 - 4,9	IV - V
5,0 - 5,9	VI - VII
6,0 - 6,9	VII - IX
7,0 o más	VIII o mayor

1.3. Vulnerabilidad Sísmica de las Construcciones

El término "vulnerabilidad" en el contexto de la construcción, ha sido utilizado durante décadas para describir la respuesta diferencial de los edificios a las vibraciones provocadas por los terremotos. (EMS, 2009)

Si dos grupos de edificios están expuestos exactamente a las mismas vibraciones de un terremoto, y un grupo responde mejor que el otro, esto determina que existen otros parámetros que hacen que los edificios sean más resistentes a los terremotos que otros y viceversa.

En el transcurso de los años, la vulnerabilidad sísmica en los edificios ha sido analizada por varios autores, sin embargo, para el presente trabajo investigativo se han considerado dos estudios los cuales se analizan a continuación.

Método del Índice de Vulnerabilidad.

Este método fue desarrollado en Italia por (Petrini & Benedetti, 1982) y se ha utilizado ampliamente en estudios post-terremotos, comprendiendo la evaluación de 11 parámetros cuantitativos y descriptivos que controlan el daño estructural de los edificios de mampostería y de hormigón armado. Estos parámetros permiten calcular un índice de vulnerabilidad que se relaciona directamente con el grado de daño esperado en caso de un terremoto.

Parámetros Evaluados: Los parámetros considerados en el formulario para evaluar la vulnerabilidad en edificios de mampostería según (Petrini & Benedetti, 1982), son los siguientes:

- a) Organización del sistema resistente. – Evalúa con qué tipo de sistema estructural se encuentran las conexiones entre las paredes ortogonales.
- b) Calidad del sistema resistente. – Evalúa el tipo de mampostería que fue utilizado para la construcción.
- c) Resistencia convencional. - Evalúa número de pisos y el área de la edificación.

- d) Posición del edificio y la cimentación. - Evalúa como influye el terreno y la cimentación ante un evento sísmico.
- e) Diafragmas horizontales. – Verificación de la existencia de diafragmas, ya que este permite un buen funcionamiento ante un evento sísmico.
- f) Configuración en planta. - Evalúa la forma de la planta arquitectónica.
- g) Configuración en elevación. – Analiza las reducciones de masa.
- h) Distancia máxima entre los muros. - Analiza la distancia de los muros.
- i) Tipo de cubierta. - Capacidad del techo para resistir un evento sísmico.
- j) Elementos no estructurales. - Evalúa elementos que no estén vinculados con la estructura.
- k) Estado de conservación. - Evalúa las condiciones de los muros de la construcción.

Cálculo de la vulnerabilidad. El cálculo del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, 1982 para edificios de mampostería se obtiene mediante la suma ponderada de los valores que determinan la “calidad sísmica”, clasificándolos en clases tipo A, B, C, D atribuyéndolo a cada uno de los 11 parámetros.

El valor numérico de las clases (K_i) se encuentra establecido en un rango de 0 a 45 y a su vez, a cada parámetro se encuentra asignado un peso (W_i), que oscila entre 0.25 y 1.5, el cual representa la importancia dentro del sistema resistente del edificio, como se indica en la tabla 3.

Tabla 3: Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini

Fuente: Adaptada, Método del índice de vulnerabilidad, 1982

Parámetros	Clase K_i				Peso W_i
	A	B	C	D	
1. Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma horizontales.	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7. Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Con la clase y el peso asignado respectivamente a cada uno de los parámetros, se calcula el índice de vulnerabilidad (VI) con la fórmula ec.5:

ec. 5

$$VI = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

El resultado de la ecuación determina el índice de vulnerabilidad en una escala de valores desde 0 a 382.5 como máximo.

Escala Macrosísmica Europea 1998.

En el análisis realizado por Lorenzo Martin sobre la escala Macrosísmica Europea (EMS, 2009) se analizan varios aspectos, como los daños que se le pueden asignar según el tipo de construcción y la vulnerabilidad de cada uno de ellos.

Tipos de edificios y su vulnerabilidad: En la Escala Macrosísmica Europea, se estudiaron varios tipos de estructuras que eran las más utilizados en España determinado la vulnerabilidad de la edificación según la intensidad (EMS, 2009)

- a) **Estructuras de “Fábrica” (Mampostería soportante):** presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad V hasta XII.
- b) **Estructuras de Hormigón armado:** presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad V hasta XII.
- c) **Estructuras de Acero:** presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad IX hasta XII.
- d) **Estructuras de Madera:** presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad V hasta XII.
- e) **Estructuras mixtas (hormigón y acero):** Presentan vulnerabilidad a partir de un sismo con intensidad VII hasta XII.

Este análisis se lo estableció mediante una tabla de vulnerabilidad, la definición de los grados de intensidad y adicional a esto se determina una clasificación de daños en edificios de “Fábrica” (mampostería soportante) y edificios de hormigón armado mediante grados. Tomado de De Escala Macrosísmica Europea (p.1), Instituto Geofísico Nacional, 2009, C/ General Ibáñez Ibero 3. 28003 - Madrid – España Nacional, 2009

Para los demás tipos de edificaciones la escala macrosísmica Europea establece lo siguiente:

- a) **Estructura de acero:** Son pocos estudios basados en la evaluación macrosísmica, sin embargo, se ha podido identificar que presentan un alto nivel de sismorresistencia, por lo tanto, se le atribuye daños en los enlucidos, paredes de ladrillo siendo estos, por lo general, visibles en las uniones. Por esta razón lo categorizan en la clase de vulnerabilidad probable desde tipo C dentro de una intensidad de VI.
- b) **Estructuras de madera:** Los categoriza como vulnerabilidad tipo C a partir de un sismo de intensidad XII, debido a que son consideradas con una flexibilidad innata, lo cual brinda mayor resistencia a daños, no obstante, esto dependerá del estado de conservación en que se encuentre la estructura en el momento del sismo.
- c) **Estructuras mixtas (hormigón acero):** Los daños en las edificaciones de estructura mixta (hormigón y acero) según la (EMS, 2009) determina daños a partir de una intensidad VII con una vulnerabilidad D.

Vulnerabilidad sísmica de los edificios, según varios factores

Dentro de la Escala Macrosísmica Europea, se determinan las siguientes variables para la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones, determinándolas a continuación:

- ✓ Calidad y fabricación. – Determina una evaluación centrada en el análisis de los materias y técnicas de construcción de edificaciones.
- ✓ Estado de preservación. – El mantenimiento sea preventivo y/o correctivo ejecutado en el tiempo establecido, permitirá un mejor comportamiento ante un evento sísmico.
- ✓ Regularidad. – A mayor asimetría en la edificación, existirá un mayor grado de vulnerabilidad ante un evento telúrico.

- ✓ Ductilidad. – Las cargas en el diseño estructural de las edificaciones, deben establecerse para su construcción con la finalidad de que, se obtenga una respuesta sísmo resistente eficiente.
- ✓ Localización. –Se considera un punto determinante de vulnerabilidad, debido a que el comportamiento sísmico de la estructura no es igual entre un edificio esquinero y un medianero. La ubicación esquinera puede generar una irregularidad en la rigidez de la estructura y un intermedio en donde las construcciones se encuentren muy unidas se produce el efecto conocido como “golpeteo”.
- ✓ Refuerzo.- Es importante determinar si una edificación ha sufrido modificaciones para mejorar su estructura, ya que estos serían construcciones compuestas y responderían de mejor forma a un evento sísmico, según el análisis utilizado para el refuerzo.
- ✓ Diseño sísmo resistente (DSR).- Según el (EMS, 2009) el nivel de vulnerabilidad en este tipo de edificaciones es complejo de determinar, ya que dependerá del país en el que se analice la edificación y deberá ser revisado por especialistas en la materia.

Norma Ecuatoriana de la Construcción

Zonas sísmicas del Ecuador: Según el capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño sísmo resistente; la mayor parte del territorio ecuatoriano se encuentra ubicado en zonas de alto peligro sísmico, como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.3**, determinando que Nororiente presenta una amenaza sísmica intermedia y el Litoral ecuatoriano con una amenaza sísmica muy alta. (NEC, 2014)

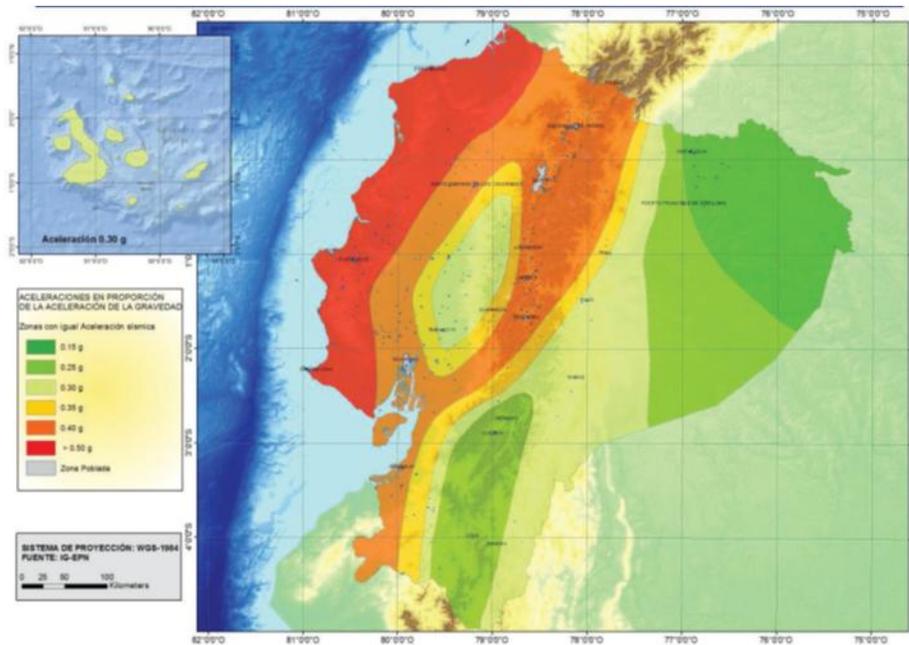


Figura 3: Mapa de Zonificación Sísmica para Diseño

Fuente: De la Norma Ecuatoriana de la Construcción, capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño sísmo resistente, 2014

En referencia a este mapa, este capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción determina VI zonas sísmicas, categorizando a cada uno de los cantones en niveles desde intermedio (0.15) hasta nivel muy alto (0.50) como si indica en la tabla 4.

Tabla 4: Valores del Factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Fuente: De la Norma Ecuatoriana de la Construcción, capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño sísmo resistente, 2014

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	≥0,50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Código Ecuatoriano de la Construcción. En la “Guía para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras” que forma parte del conjunto de siete guías prácticas de implementación de la NEC-15, indica los códigos de la construcción que han ido variando con los años, enfocándose en mejorar los requisitos para realizar construcciones con alto índice de sismorresistencia siendo estos:

El primer código de construcción ecuatoriano que describe un proceso de estimación de fuerzas laterales y requisitos de diseño sísmico se estableció en 1977, después de la publicación del Código Americano UBC 1974. Años más tarde, después de colapsos y daños en las edificaciones, sufridos a causa del terremoto de magnitud 7.1 ocurrido en Bahía de Caráquez, en la costa norte de Ecuador, se introdujo en el año 2001, el primer mapa de zonificación sísmica de Ecuador en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-2001), después de aplicar los principios sismológicos adecuados y conocimientos de ingeniería sísmica disponibles en ese momento en todo el mundo. La versión del código del año 2001 incluye una serie de requisitos de diseño y modelado, similares al código americano UBC 1997. Por lo tanto, 2001 podría ser considerado como año de referencia del diseño sísmico en Ecuador. Hoy en día, se encuentra aprobado la nueva Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, a la cual se considera como un código mejorado, con respecto al diseño sísmo-resistente de estructuras.

Por lo tanto, es razonable considerar que los edificios construidos antes de 1977 tendrán una resistencia sísmica inaceptable. Por el contrario, todos los edificios construidos después de 2001 se podrían considerar que tienen un diseño sísmo-resistente adecuado. (Secretaría de Gestión de Riesgos et al. 2016)

Configuración estructural. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente, establece dos configuraciones estructurales NEC, (2014):

a. Configuraciones a privilegiar. Los Diseñadores arquitectónicos y estructurales procuraran que la configuración de la estructura sea simple y regular para lograr un adecuado desempeño sísmico. Una estructura se considera como regular en planta y en elevación, cuando no presenta ninguna de las condiciones de irregularidad.

b. Configuraciones más complejas. Los Cambios abruptos de rigidez y resistencia, deben evitarse con el fin de impedir acumulación de daño en algunos componentes en desmedro de la ductilidad global del sistema y por lo tanto no se recomiendan. Adicional a esto en la NEC, (2014) en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente, describen las tipologías de irregularidades que se pueden presentar con mayor frecuencia en las estructuras de edificación. Junto a la descripción se caracteriza la severidad (acumulativa o no) de tales irregularidades.

1.4. Formulario de Levantamiento de daños por sismos

La identificación de los daños post-sísmicos implica un análisis meticuloso de diversos elementos estructurales y no estructurales de una vivienda. Entre los aspectos más comúnmente afectados se encuentran las paredes, columnas, vigas, cimientos, conexiones estructurales y

sistemas no estructurales como ventanas, puertas y revestimientos. La observación de grietas, desplazamientos, deformaciones y otros indicadores visibles se convierte en un elemento clave para evaluar la magnitud de los daños.

La identificación precisa de los daños en las edificaciones no solo facilita la toma de decisiones para la reparación y reconstrucción, sino que también contribuye a un proceso de reclamación de seguros más eficiente y equitativo. En este contexto, la investigación se orienta a comprender los métodos más efectivos para la identificación de daños post-sísmicos, con el propósito de fortalecer la resiliencia de las comunidades afectadas y mejorar la capacidad de respuesta de las compañías de seguros ante estos eventos catastróficos, identificando los siguientes casos existentes:

Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

La guía práctica que aquí se presenta tiene por objeto apoyar la realización de estudios de diseño sismo-resistentes de estructuras de conformidad con los requisitos de la norma ecuatoriana de construcción NEC-2015 a partir de la aplicación en casos prácticos. Forma parte de un conjunto de 7 guías prácticas de implementación de la NEC-15 orientadas a la correcta aplicación normativa (Secretaría de Gestión de Riesgos et al. 2016)

Este proceso de evaluación fue ejecutado por la Secretaría de Gestión de Riesgos, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, con el apoyo financiero de la Oficina de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea, en las provincias afectadas por el terremoto de Pedernales del 16 de abril del 2016, $M_w=7.8^\circ$, por los inspectores técnicos que fueron previamente capacitados por el proyecto DIPECHO-NEC y coordinados por MIDUVI. El formulario utilizado, tiene como objetivo principal la evaluación rápida en los parámetros de habitabilidad del bien inmueble afectado, categorizándolos en: Inspeccionada (pancarta verde), uso restringido (pancarta amarilla), e inseguro (pancarta roja), el cual se tuvo como referencia el manual ATC-20-1: Evaluación de la seguridad de los edificios después de un terremoto, segunda edición (revisado a principios de 2005), California. En este instructivo se propuso evaluar la edificación en base a seis criterios básicos, determinados de forma visual desde el exterior, clasificando a la estructura como insegura y en caso de no encontrarse dentro de estos criterios se pueda categorizar con vivienda inspeccionada.

Cabe recalcar que, en el desarrollo de toda la guía, se instruye sobre varios temas relacionados con la construcción de viviendas tanto de aspectos formales, de carácter estructural, y tipos de suelos, ya que lo ideal sería que estas inspecciones sean realizadas por profesionales de la ingeniería y arquitectura, pero con la experiencia del terremoto del 2016 por la cantidad de viviendas a inspeccionar se emplearon personas ajenas a estas profesiones, los cuales debían de ser capacitados. A partir de esta ficha se ha realizado actualización por parte del MIDUVI de la misma, considerando los semejantes parámetros de levantamiento y clasificación de daños en las viviendas afectadas por sismos.

Guía para la inspección y evaluación de daños en edificios por sismos (Instituto Valenciano de la Edificación)

La presencia de terremotos en la Comunitat Valenciana causa continuos daños en edificaciones y en diferentes infraestructuras, es por esta razón el Instituto Valenciano de la Edificación realiza una guía que permita identificar los daños causados por sismos. Esta guía propone mediante el reconocimiento visual completo de la construcción y con la aplicación de coeficientes, determinar una propuesta de actuación sobre bien inmueble, categorizándolo en propuesta de actuación como; limpiar, reparar o desalojar.

Para este instructivo Serrano Lanzarote, et al., (2016) emplea 3 tipos de fichas:

- ✓ Las “Fichas A”, recogen toda la información administrativa, descriptiva y gráfica del conjunto del edificio y recopila, a modo de resumen, y al finalizar la inspección, los resultados obtenidos en cada unidad de propiedad (incluyendo la unidad de propiedad común).
- ✓ Las “Fichas B”, recopilan los resultados del reconocimiento visual realizado por el inspector en el edificio, especificando las lesiones, su calificación y extensión en cada unidad de propiedad (incluyendo la unidad de propiedad común). Además, incluye toda la información administrativa y descriptiva necesaria para identificar cada unidad de propiedad del edificio.
- ✓ Las “Fichas C”, facilitan a la Administración realizar la evaluación de daños para cada unidad de propiedad, a partir de los datos recogidos en las Fichas “A” y “B”, y del cálculo del coeficiente de reposición inicial de cada uso dentro de cada unidad de propiedad (incluyendo la unidad de propiedad común).

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Determinación del área de estudio

En referencia a lo citado en el capítulo uno, se analizan para la determinación del área de estudio los siguientes puntos:

Las pólizas de seguros dejan abierta la opción para que el asegurado pueda notificar daños por sismos de magnitud menores a 5 grados en la escala de Richter y, que el proceso de indemnización puede estar expuesto a cualquier tipo de Fraude; estos casos generan más inconvenientes para las compañías de seguros al momento de realizar la indemnización, debido a que, dependen del criterio y ética del inspector (ajustador) para la identificación de los daños y la honestidad del asegurado en la notificación realizada posterior al siniestro.

La Escala Macrosísmica Europea determina que las edificaciones pueden poseer daños menores a partir de una intensidad de V (EMS) y que la escala mínima para que la intensidad pueda causar daños de fácil identificación es de VII (EMS) dependiendo del tipo de construcción y su vulnerabilidad sísmica (EMS, 2009).

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, realizó el estudio del desplazamiento de la intensidad del terremoto del 16 de abril del 2016 con epicentro en Pedernales, del cual, mediante informe y elaboración de un mapa isosista, dio a conocer la intensidad con la que el terremoto fue percibido en las diferentes regiones del país, información que permite realizar un análisis comparativo para la correcta utilización de la ecuación de la Ley de Atenuación Sísmica.

De acuerdo con lo indicado, esta investigación se enfoca en proponer un formulario, que pueda ser implementado por las compañías Ajustadoras de siniestros, permitiendo orientar al inspector ajustador sobre el grado de daños que puede causar un sismo de menor magnitud, considerando un rango a partir de 4.0 Mw hasta 6.90 Mw con registro de epicentro en la región costa del Ecuador.

Para la creación del formulario se analizaron los siguientes temas:

2.2.-Identificación de la Intensidad Sísmica en el Lugar de Inspección

Es menester conocer el grado de intensidad con la que fue percibida el sismo en el lugar de la inspección, ya que, por ejemplo, si el epicentro fue en la ciudad de Guayaquil y el lugar de la notificación de daños de un edificio a la compañía de seguros se lo realiza desde la ciudad de Manta, la intensidad del sismo no será la misma que en el punto del epicentro.

Para ello, se propone en el presente trabajo la utilización de la ecuación de Ley de atenuación sísmica determinada por el doctor Roberto Aguiar (Roberto Aguiar Falconí, 2010), realizando el análisis de cada una de las variables previo a la utilización dentro del formulario para el cálculo de la intensidad, que fueron establecidos previamente.

Adicional a esto, se determinó la utilización de la Ley del Coseno Esférico para la determinación automatizada de la distancia epicentral, para ello se creó una base de datos de los cantones y parroquias del Ecuador con sus respectivas coordenadas, y se comprobó que la intensidad en las parroquias de un mismo cantón, para esta prueba Portoviejo, se encuentra dentro del mismo rango, por lo que no sería necesario realizar el ingreso de la coordenada específica de forma manual, ya que considerando que la escala de intensidad se mide en números romanos, todos tendrían intensidad aproximada de VI, determinando de esta forma efectividad de la aplicación dentro del formulario. (Figura 4)

TABLA TOMADA DE PORTAL INSTITUCIONAL DEL INEC			INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE GOOGLE SHEET		COORDENADAS DEL EPICENTRO DEL SISMO A ANALIZAR		FÓRMULA MATEMÁTICA	FÓRMULA FACILITADA POR ING. ROBERTO AGUIAR
División política y administrativa del Ecuador			COORDENADAS EN SITIO		COORDENADAS EN ZONA DEL TERREMOTO 2016		FORMULA TRIGONOMETRICA ESFERICA (LEY DE COSENO ESFERICO)	CÁLCULO DE INTENSIDAD EN SITIO
Nombre de la Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	LATITUD 1	LONGITUD 1	LATITUD 2	LONGITUD 2	DISTANCIA EPICENTRAL	INTENSIDAD MERCALLI CON APLICACIÓN DE FÓRMULA
MANABI	PORTOVIJO	PORTOVIJO	-1.054723	-80.4524903	0.07311809999999999	-80.0513928	133.25 KM	6.751088019
MANABI	PORTOVIJO	ABDON CALDERÓN (SAN FRANCISCO)	-1.0530256	-80.33245140000001	0.07311809999999999	-80.0513928	129.21 KM	6.775375221
MANABI	PORTOVIJO	ALHAIJUELA (BAJO GRANDE)	-1.0575895	-80.2823063	0.07311809999999999	-80.0513928	128.47 KM	6.779880965
MANABI	PORTOVIJO	CRUCITA	-0.86274529999999999	-80.5299541	0.07311809999999999	-80.0513928	117.01 KM	6.852643044
MANABI	PORTOVIJO	PUEBLO NUEVO	-0.97748289999999999	-80.3101684	0.07311809999999999	-80.0513928	120.45 KM	6.83021396
MANABI	PORTOVIJO	RIOCHICO (RIO CHICO)	-0.9871377	-80.388133299999999	0.07311809999999999	-80.0513928	123.84 KM	6.808615069
MANABI	PORTOVIJO	SAN PLACIDO	-1.065808	-80.24017300000001	0.07311809999999999	-80.0513928	128.51 KM	6.779594721
MANABI	PORTOVIJO	CHIRIQUÍ	-1.0303248	-80.241889899999999	0.07311809999999999	-80.0513928	124.65 KM	6.803492963

Figura 4: Aplicación de la fórmula de la trigonometría esférica (Ley del coseno esférico) para el cálculo automatizado de la distancia epicentral

2.3. Análisis de la Ecuación Propuesta.

En esta investigación, se plantea la simplificación de procesos para conocer el desplazamiento de la intensidad de un sismo, desde el epicentro a un punto específico.

Con la intención de implementar la ley de atenuación sísmica para la identificación de la intensidad, esta autora creyó menester realizar una prueba para demostrar la efectividad de la ecuación; para ello, se consideró elaborar un análisis comparativo entre las escalas reportadas en el Informe Sísmico Especial N. 18 – 2016, realizado por el IG (IG-EPN, Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2024) del terremoto del 16 de abril del 2016, y las intensidades obtenidas mediante la fórmula de atenuación sísmica con los mismos datos.

El Instituto geofísico realizó un mapa isosista de este terremoto, el cual, determinó la intensidad (EMS) percibida en las 3 regiones; Costa, Sierra y Oriente, tal como se lo observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.5.**

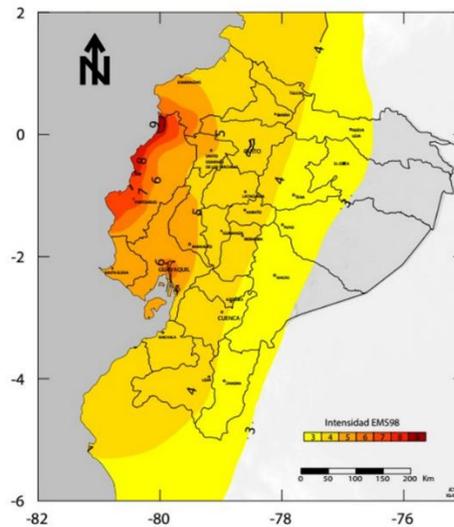


Figura 5: Mapa Isosista del sismo del 16 de abril de 2016

Fuente: Informe Sísmico Especial N. 18 – 2016. (IG - EPN, 2016)

Con la referencia del mapa isosista indicado anteriormente, se obtuvo la distancia epicentral desde el punto del epicentro, datos reportados el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, hacia cada línea isosista aproximadamente y se empleó la ecuación para cada región como se muestra en la figura 6.

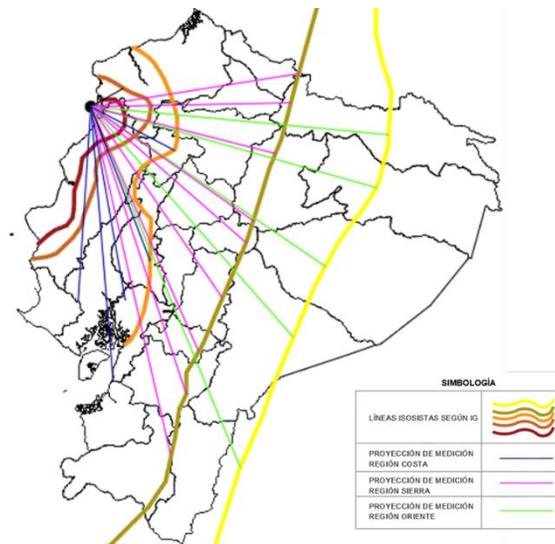


Figura 6: Proyección de Distancias desde el Epicentro a las Líneas Isosistas

Una vez obtenido los resultados de la intensidad aplicando la fórmula se detectó ciertas diferencias de grados en determinadas ubicaciones geográficas, por lo que se realizó la consulta al doctor R. Aguiar (comunicado personal, 21 de septiembre del 2024) el cual indicó que se obtenga un valor medio (margen de error) debido a que la aplicación de la ecuación no va a coincidir en un cien por ciento.

Se realizó un primer análisis para la obtención del margen de error, probando la teoría de establecer un rango por distancia, sin embargo, al procesar los datos obtenidos se verificó que no se podía establecer un rango por kilometraje, puesto que entre las provincias existen distancias que varían entre 100 km con diferencias de medidas de 2 , y que a 200 km existen diferencias de 1 y 2 grados, al igual que a distancias de 300 km se visualizan diferencias de 2 y 3 grados, como se muestra en la tabla 5, por lo que no se pudo dar viabilidad a la teoría propuesta.

Tabla 5: Análisis de Margen de Error por Distancia
Los datos obtenidos no presentan relación entre sí, en función de los km

Región	Provincia	Intensidad según informe IG EMS	Intensidad aplicando la Fórmula	Distancia Epicentral KM desde el Epicentro	Diferencia entre las 2 medidas
COSTA	Esmeraldas	7	7	50	0
	Manabí	7	7	63	0
	Santo Domingo	5	7	126	2
	Los Ríos	5	7	120	2
	Guayas	5	6	263	1
	Santa Elena	5	6	261	1
Sierra	Oro	4	6	369	2
	Carchi	4	6	280	2
	Imbabura	4	6	267	2
	Pichincha	4	6	254	2
	Cotopaxi	4	6	265	2
	Tungurahua	4	6	267	2
	Bolívar	4	6	244	2
	Chimborazo	4	6	310	2
	Cañar	4	6	357	2
	Azuay	4	6	405	2
Loja	4	6	477	2	
Oriente	Sucumbíos	3	6	399	3
	Napo	3	6	396	3
	Orellana	3	6	396	3
	Pastaza	3	6	379	3
	Morona Santiago	3	6	410	3
	Zamora Chinchipe	3	6	450	3

Para el segundo análisis, se propuso la agrupación por provincia, como se visualiza en la figura 7, generando un promedio del error entre las diferencias de las dos parámetros, es decir, las reportadas por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional en el mapa isosista y el resultado de la ecuación propuesta; como resultado se obtuvo un margen de error exacto para la región oriente de 3 grados y para la región Sierra de 2 grados, no obstante, en la región costa, se identificó un margen de error de 1.6 grados para 5 provincias, y para los lugares más próximos que se encuentran en menos de 100 km del epicentro (Manabí y Esmeraldas) sin margen de error, presumiendo que estos resultados exactos surgen por la cercanía al lugar del epicentro.

DATOS			REPORTE DE IG	APLICACIÓN DE ECUACIÓN			MARGEN DE ERROR DE FORMULA	PROMEDIO DE ERROR POR PROVINCIA	ECUACIÓN CON APLICACIÓN DE MARGEN DE ERROR	DIFERENCIA ENTRE REPORTE DE IG, CON ECUACIÓN APLICADA ESTABLECIENDO UN MARGEN DE ERROR.
			A	B	C	D=A-C	F	G=C-F	H=G-A	
REGIÓN	PROVINCIA	CIUDAD	DISTANCIA EPICENTRAL KM DESDE EL EPICENTRO	INTENSIDAD SEGÚN INFORME IG EMS	INTENSIDAD APLICANDO LA ECUACIÓN PROPUESTA MM (SIN REDONDEAR)	INTENSIDAD APLICANDO LA ECUACIÓN PROPUESTA MM (VALOR REDONDEADOEN)	DIFERENCIA ENTRE LAS DOS MEDIDAS	PROMEDIO DEL ERROR	INTENSIDAD APLICANDO MARGEN DE ERROR	DIFERENCIA INTERVALO ENTRE REPORTE DE IG A ECUACION APLICADA
COSTA	ESMERALDAS	ESMERALDAS	50	7	7.48	7	0		5.4	0
	MANABI	PORTOVIEJO	63	7	7.33	7	0		5.4	0
	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO	126	5	6.80	7	2		5.4	0.4
	LOS RIOS	BABAHYOY	220	5	6.34	7	2	1.6	5.4	0.4
	GUAYAS	GUAYAQUIL	263	5	6.19	6	1		4.4	0.6
	SANTA ELENA	SANTA ELENA	261	5	6.20	6	1		4.4	0.6
	ORO	MACHALA	369	4	5.90	6	2		4.4	0.4
SIERRA	CARCHI	TULCAN	280	4	6.14	6	2		4	0
	IMBABURA	IBARRA	267	4	6.18	6	2		4	0
	PICHINCHA	QUITO	254	4	6.22	6	2		4	0
	COTOPAXI	LATACUNGA	265	4	6.19	6	2		4	0
	TUNGURAGUA	AMBATO	267	4	6.18	6	2	2	4	0
	BOLIVAR	GUARANDA	244	4	6.26	6	2		4	0
	CHIMBORAZO	RIOBAMBA	310	4	6.05	6	2		4	0
	CAÑAR	AZOGUES	357	4	5.93	6	2		4	0
	AZUAY	CUENCA	405	4	5.82	6	2		4	0
	LOJA	LOJA	477	4	5.68	6	2		4	0
ORIENTE	SUCUMBIOS	NUEVA LOJA	399	3	5.84	6	3		3	0
	NAPO	TENA	396	3	5.84	6	3		3	0
	ORELLANA	FRANCISCO DE ORELLANA	396	3	5.84	6	3	3	3	0
	PASTAZA	PUYO	379	3	5.88	6	3		3	0
	MORONA SANTIAGO	MACAS	410	3	5.81	6	3		3	0
	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	450	3	5.61	6	3		3	0

Figura 7: Cálculo de margen de error a ecuación de cálculo de intensidad en sitio de inspección

Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio ha considerado la utilización de la ecuación con margen de error calculado para cada región, aplicándose de la siguiente manera:

- 1.-Lugares a menos de 100 km del epicentro sin margen de error.
- 2.-Costa 1.6 grados
- 3.-Sierra 2 grados
- 4.-Oriente 3 grados

Dada las particularidades presentadas en el presente proyecto de investigación, se determina que esta metodología podría ser utilizada únicamente cuando el epicentro se origine en la región Costa.

2.4.-Determinación de la vulnerabilidad en los edificios

Una vez obtenida la intensidad con la que el sismo llegó al lugar de inspección, es necesario considerar al análisis del formulario la vulnerabilidad que posee la construcción en estudio, debido a que estas pueden variar en materiales, técnica de construcción, estudios estructurales, topografía, ubicación entre otros, provocando a su vez un comportamiento sísmico diferente ante una misma intensidad.

Con el objetivo de que el formulario responda a una inspección visual, rápida y práctica se consideran de mayor relevancia para ser aplicado en la ficha propuesta, según lo revisado en el capítulo uno, los siguientes 8 parámetros:

1.-Ubicación (zonas sísmicas). - Con base en lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente, este parámetro, determina la vulnerabilidad sísmica de la zona en la que se encuentra ubicada la edificación inspeccionada.

2.-Año de la construcción. - Con este parámetro se estima el comportamiento sísmico de la edificación en referencia a lo exigido en el Código Ecuatoriano de la construcción que se encontraba vigente en el año de su construcción.

3.-Estado de Conservación. - El comportamiento sísmico de una edificación, según la literatura depende del estado de conservación en la que se encuentre en el momento del evento, dado que una falta de mantenimiento aumenta la vulnerabilidad ante un sismo.

4.-Configuración en Planta. – En referencia a la literatura, una edificación con estructura regular tendrá un mejor comportamiento sísmico, motivo por el cual, se considera un parámetro de vulnerabilidad sísmica su regularidad o irregularidad en planta.

5.-Configuración en elevación. - De igual forma, una edificación con una configuración regular tendrá un mejor comportamiento sísmico, motivo por el cual, se considera un parámetro de vulnerabilidad sísmica su regularidad o irregularidad en elevación.

6.-Reformas. - En algunos casos, los cambios posteriores no planificados, pueden tener un impacto negativo en edificios que tenían cierta regularidad. Por ejemplo, convertir la planta baja de un edificio en un garaje o espacio comercial puede debilitar el suelo (lo que da como resultado pisos débiles). De manera similar, cuando se construyen ampliaciones de edificios, puede haber variaciones en los planos, o variaciones en la rigidez o periodicidad de toda la estructura.

7.-Localización en manzanero. - La ubicación de un edificio en relación con otros edificios vecinos puede influir en su comportamiento durante un terremoto.

Si una edificación esta continua de la otra genera irregularidades en la rigidez de su estructura, provocando daños considerables, al igual que si dos edificios altos están muy cerca se puede producir en efecto conocido como 'golpeteo', generando daños significativos, por lo que su comportamiento no será igual a una edificación que se encuentre a los extremos del manzanero.

8.-Refuerzo. - Considerando que algunas edificaciones fueron reforzadas posterior al terremoto del 2016, es importante conocer si se realizó algún refuerzo estructural a la construcción que sea inspeccionada ya que esto podría mejorar su comportamiento estructural ante un sismo.

2.5.-Aplicación de la vulnerabilidad como factor adicional a la intensidad del sismo.

Debido a la experiencia en sitio y la dificultad que ocasiona determinar los daños basándose en la magnitud del sismo, en la sinceridad del asegurado y el criterio de del inspector, se determinó que es menester incluir los parámetros de vulnerabilidad sísmica de las construcciones como un coeficiente adicional que se pueda sumar al grado de intensidad causado por el sismo. Esto considerando que, las afectaciones en las construcciones, aunque estas se encuentren ubicadas dentro de un mismo sector, y se expongan a una misma intensidad sísmica, los daños dependerán de las condiciones en que esta se encuentre durante el siniestro.

Con esta finalidad se optó por generar un modelo simplificado de los métodos analizados en el capítulo anterior, generando atributos a cada uno de parámetros de vulnerabilidad utilizados en el formulario como se observa en la tabla 6:

Tabla 6: Parámetros y Atributos para la Medición de la Vulnerabilidad

Parámetros	Atributos		
Ubicación (Zona Sísmica)	Intermedia	Alta	Muy Alta
Año de Construcción	> 2015	2002-2015	≤2001
Estado de Conservación	Bueno	Regular	Malo
Configuración en Planta	Regular		Irregular
Configuración en Elevación	Regular		Irregular
Reformas (ampliación)	No		Si
Localización en Manzanero	Esquinero		Intermedio
Refuerzos	Si		NO
Rango de Vulnerabilidad asignado	CLASE A	CLASE B	CLASE C

A los atributos de cada parámetro para la medición de la vulnerabilidad, en el presente proyecto se ha determinado 3 tipos de CLASES, a las cuales se les aplicó una ponderación proporcional uniforme basándose en una distribución fraccionada de clases:

- ✓ Clase A: hasta 33.33
- ✓ Clase B: Entre 33.34 a 66.66
- ✓ Clase C: Desde 66.67

Esta metodología nos resalta una ponderación proporcional y escalonada por clases, donde los valores aumentan de forma lineal y uniforme, reflejando un incremento progresivo en la vulnerabilidad de acuerdo con la clase, obteniendo mediante los siguientes subprocesos metodológicos:

1.-Distribución Fraccionada por Clase: Se asignaron valores basados en fracciones (1/3, 2/3, y 3/3) de un total común de 8 parámetros. Cada clase de vulnerabilidad (A, B, C) incrementa en un tercio la proporción del valor total, lo cual distribuye de forma escalonada y equitativa los valores en función de la clase, como se observa en la Tabla 7:

Tabla 7: Parámetros y Atributos para la Medición de la Vulnerabilidad

	CLASE A	CLASE B	CLASE C
Parámetro 1	$= \frac{1}{3}$	$= \frac{2}{3}$	$= \frac{3}{3}$
Parámetro 2			
Parámetro 3			
Parámetro 4			
Parámetro 5			
Parámetro 6			
Parámetro 7			
Parámetro 8			

2.-Normalización en Porcentajes o asignación de porcentajes de ponderación: La fracción de cada clase ($1/3$ para Clase A, $2/3$ para Clase B, y $3/3$ para Clase C) se dividió entre el total de parámetros (8) y luego se multiplicó por 100. Esta operación convierte los valores fraccionarios en porcentajes, asegurando que cada parámetro contribuye de manera uniforme en cada clase, aplicándose la fórmula ec.1:

ec. 6

$$Ponderación = \left(\frac{\text{Nivel de Clase}}{\text{Total de Parámetros}} \right) \times 100$$

Aplicados de la siguiente forma:

$$Ponderación \text{ de } A = \left(\frac{1/3}{8} \right) \times 100 = 4.1667$$

$$Ponderación \text{ de } B = \left(\frac{2/3}{8} \right) \times 100 = 8.3333$$

$$Ponderación \text{ de } C = \left(\frac{3/3}{8} \right) \times 100 = 12.5000$$

3.-Escalonamiento Uniforme en Función de la Vulnerabilidad: Posterior a la investigación realizada, se considera que cada parámetro tiene el mismo peso dentro de cada clase, los porcentajes generados son idénticos por parámetro dentro de cada clase (4.17% en A, 8.33% en B, y 12.50% en C), y la suma total en cada clase aumenta en proporción al nivel de vulnerabilidad acumulada (33.33%, 66.67%, y 100%) como se observa en la Tabla 8:

Tabla 8: Escalonamiento uniforme en función de la vulnerabilidad
VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Parámetros de Vulnerabilidad de la Edificación	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	$((1/3)/8)*100$	$((2/3)/8)*100$	$((3/3)/8)*100$
Parámetro 1	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 2	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 3	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 4	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 5	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 6	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 7	4,1667	8,3333	12,5
Parámetro 8	4,1667	8,3333	12,5
SUMA	33,33333333	66,66666666	100

Cabe mencionar que el rango establecido, fue definido en consideración a que los parámetros serán de igual relevancia, puesto que son factores decisivos en la verificación en sitio de los daños causados por sismos; es así como, dado el resultado cuantitativo se finaliza con el criterio cualitativo que se estipula a continuación:

- ✓ Resultado final de hasta 33.33 se determina “VULNERABILIDAD BAJA”
- ✓ Resultado final entre 33.34 y 66.66 se determina “VULNERABILIDAD MEDIA”
- ✓ Resultado final desde 66.67 se determina “VULNERABILIDAD ALTA”

Debido a que la Escala Macrosísmica Europea opea determina que la intensidad se mide en grados enteros, es decir sin decimales, esta investigación ha establecido el aumento en 1 (un) grado según la vulnerabilidad establecida, iniciando en 0 como se especifica a continuación:

- ✓ “VULNERABILIDAD BAJA” no se aumentará ningún grado
- ✓ “VULNERABILIDAD MEDIA” se aumentará en 1 grado
- ✓ “VULNERABILIDAD ALTA” se aumentará en 2 grado

2.6.-Estimación de daños en las construcciones en función de la intensidad.

Obtenida la intensidad mediante la aplicación de la ecuación y el aumento de esta, a través de la valoración de la vulnerabilidad de la edificación por coeficientes, se determinarán los daños en función de la intensidad establecida por la Escala Macrosísmica Europea (EMS, 2009) para cada tipo de edificación clasificados entre A y B de la siguiente forma:

A. Sistema constructivo

Es menester conocer el sistema constructivo de la edificación que se encuentre en análisis para determinar la vulnerabilidad de una estructura, identificando el tipo de edificio, para ello se realizó la elección de los sistemas más utilizados en el Ecuador; Portante (conjunto de elementos estructurales que soportan las cargas) y Soportante (elementos de piedra utilizados como material base de la construcción, categorizados de esta forma por Inmobiliar, (2017)

B. Subsistema Constructivo

Una vez elegido el sistema constructivo, se requiere conocer el subsistema constructivo, ya que la Escala Macrosísmica Europea (EMS, 2009), el cual será utilizado como guía, clasifica los daños según su estructura, para lo cual en el presente trabajo se clasificaran como se indica en la Tabla 9:

Tabla 9: Clasificación de Subsistemas
Adaptada, Inmobiliar, 2017

PORTANTE	MAMPOSTERIA SOPORTANTE
Hormigón armado	Ladrillo
Acero	Bloque
Madera	Adobe
Mixto (acero/H.A)	Tapial
	Piedra

Se realiza esto con la finalidad de simplificar y homologar el proceso de identificación del levantamiento de daños en las edificaciones, quedando se forma resumida en la Tabla 1010:

Tabla 10: Homologación de Daños Según el Tipo de Edificación e Intensidad
Resumen de daños de la Escala Macrosísmica Europea, por tipo de edificación e intensidad

Tipo de edificación	Intensidad \geq	Grado	Posibles Daños
Mampostería soportante ("Fábrica"): Presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad V hasta XII	V	1	Grado 1: Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros) ✓ Fisuras en muy pocos casos ✓ Caída solo de pequeños trozos de revestimiento ✓ Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos
	VI	1-2	Grado 2: Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados) ✓ Grietas en muchos muros ✓ Caída de trozos bastante grandes de revestimiento ✓ Colapso parcial de chimeneas
	VII	3-4	Grado 3: Daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves) ✓ Grietas grandes generalizadas en la mayoría de los muros ✓ Se sueltan las tejas del tejado ✓ Se dañan elementos individuales no-estructurales (tabiques, hastiales y tejados)
	VIII	4-5	Grado 4: Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves) ✓ Se dañan seriamente los muros ✓ Se dañan parcialmente los tejados y los forjados Grado 5: Destrucción (daños estructurales muy graves)
Hormigón armado: Presenta vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad V hasta XII	V	1	Grado 1: Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros) ✓ Fisuras en el revestimiento de pórticos o en la base de los muros ✓ Fisuras en tabiques y particiones
	VI	1-2	Grado 2: Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados) ✓ Grietas en vigas y pilares de pórticos y en muros estructurales ✓ Fisuras en tabiques y particiones, caída de enlucidos y revestimientos frágiles. Caída de morteros de las juntas de paneles prefabricados
	VII	1-2-3	Grado 3: Daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves) ✓ Grietas en pilares y en juntas viga/pilar en la base de los pórticos y en la junta de los muros acoplados ✓ Desprendimiento de enlucidos, pandeo de la armadura de refuerzo ✓ Grandes grietas en tabiques y particiones, se dañan los paneles de particiones aislados
	VIII	1-2-3-4-5	Grado 4: Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves) ✓ Grandes grietas en elementos estructurales con daños en el hormigón por comprensión y rotura de

			armaduras, fallos en la tablazón de la armadura de las vigas, ladeo de pilares ✓ Colapso de algunos pilares o de una planta alta Grado 5: Destrucción (daños estructurales muy graves)
Acero: Presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad VI hasta XII	VI	1	Grado 1: Se atribuyen daños a los enlucidos, paredes de ladrillos siendo estos, por lo general, visibles en las uniones Grado 2 y 3: Deberá realizar un análisis más profundo de la estructura
	VII	2	
	VIII	3	
Estructuras de madera: Presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad V hasta XII	V	1	Grado 1: Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros) ✓ Fisuras en muy pocos casos ✓ Caída solo de pequeños trozos de revestimiento
	VI	1-2	✓ Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos
			Grado 2: Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)
			✓ Grietas en muchos muros
			✓ Caída de trozos bastante grandes de revestimiento
✓ Colapso parcial de chimeneas			
Estructuras Mixtas (Hormigón y Acero): Presentan vulnerabilidad a partir de un sismo de intensidad VII hasta XII	VII	1	Grado 1: Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros) ✓ Fisuras en muy pocos muros ✓ Caída solo de pequeños trozos de revestimiento ✓ Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos
	VII	1-2	Grado 2: Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados) ✓ Grietas en muchos muros ✓ Caída de trozos bastante grandes de revestimiento ✓ Colapso parcial de chimeneas

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La finalidad de esta investigación es la homologación de las indemnizaciones por parte de las compañías de seguros a sus asegurados, por los daños en sus bienes inmuebles causado por siniestros sísmicos considerados en una escala de 4 hasta 6.9 grados de magnitud de momento (Mw), con epicentro en la provincia de Manabí. Para ello se propone que las compañías ajustadoras implementen la utilización de un formulario automatizado que, a su vez, permita la determinación de un valor monetario real en relación con los diversos parámetros que toman como referencia la intensidad del sismo y la vulnerabilidad de las edificaciones.

3.1 Planificación

Considerando el período de la implementación del proceso de levantamiento de daños por las compañías Ajustadoras basadas en el formulario homologado, se deberá oficializar a las compañías aseguradoras, para posterior informar al asegurado; dando a conocer la metodología y proceso a ser aplicado sobre la indemnización de los daños ocasionados en sus bienes inmuebles a causa de sismos.

- 1.- Implementar el formulario como un proceso fijo de la compañía ajustadora.
- 2.-Constar con un presupuesto para la presentación del proyecto a las compañías de seguros mediante charlas.
- 3.-Impartir charlas a los asegurados.

Las compañías de ajustadores que decidan realizar la implementación del presente formulario de levantamiento de daños en las edificaciones por sismos deberán seguir el siguiente procedimiento:

- 1.-Se debe desarrollar un presupuesto para la dotación de dispositivos electrónicos portátiles (Tablet portátil), debido a que el formulario se encuentra compuesto de fórmulas automatizadas en una hoja de cálculo.
- 2.-Se debe capacitar y seleccionar a los profesionales (ingenieros o arquitectos) que realizarán las inspecciones a los bienes inmuebles.
- 3.-El técnico designado para realizar una inspección deberá contactarse con el asegurado para coordinar fecha y hora en que se realizará la visita, cabe recalcar que el inspector debe revisar la póliza del asegurado previamente.
- 4.-Previo a realizar la visita al sitio, el inspector debe revisar el informe reportado por el Instituto geofísico y llenar el formulario en el apartado respectivo "Datos del siniestro".
- 5.-El inspector deberá realizar un tipo entrevista al asegurado para obtener información general sobre el bien inmueble y llenar el apartado "Parámetros de Vulnerabilidad" respectivamente.
- 6.-Posterior a la entrevista, el inspector debe recorrer toda la construcción y verificar lo indicado por el asegurado con respecto a la vulnerabilidad.
- 7.-Una vez completados y verificados los parámetros de vulnerabilidad y de sismos, en el apartado número 4 del formulario, se reflejará automáticamente que grado de daño máximo que pudo haber tenido la edificación que este directamente relacionado con el sismo, con este dato el inspector procederá a realizar el levantamiento de daños con sus respectivas fotografías de respaldo.
- 8.-Finalizada la inspección, el inspector procederá a realizar el informe final con el ajuste de los valores que responderán acertadamente a los daños provocados por el siniestro (sismo).
- 9.-Aceptado el informe del proyecto de ajuste, se realiza los tramites respectivos entre la compañía de seguros y el asegurado para la indemnización final.

3.2 Formulario de estimación de daño sísmico en Edificaciones

El formulario creado en el presente trabajo de investigación se denomina "Formulario de estimación de daño sísmico en edificaciones" y se encuentra conformado por 3 fichas; A (Levantamiento de Información), B (Cálculo y resultado de daños) y C (Anexos), las cuales cuentan con fórmulas automatizadas y listados desplegables de selección múltiple, las cuales se describen a continuación:

Ficha A: Levantamiento de información:

En esta ficha, como su nombre lo indica, se realizará el ingreso de la información levantada por parte del inspector, el cual deberá seleccionar las características de la edificación mediante listas desplegables siendo elegidas utilizando como referencia lo indicado en esta guía. Se encuentran conformada por 8 variables como se observa en la figura 8, explicadas cada una de ellas en la presente guía.

1. **Datos del inspector:** Este dato será necesario para que la empresa de ajustadores mantenga el registro de las inspecciones realizadas por los distintos inspectores a su cargo; así mismo permitirá un correcto manejo referente a la gestión documental.

2. **Datos del asegurado:** Los datos del asegurado deberán ser los mismos que consten dentro de la póliza de seguro.
3. **Otras personas presentes en inspección efectuada por ajustador de seguro:** Es necesario identificar a la persona que se encuentra en el bien inmueble en el momento de la inspección, ya sea este, el asegurado o algún representante, por lo que, de ser el caso, se deberá incluir adicionalmente el nombre la persona con quien se entrevista el inspector. Cabe recalcar que, en caso de ser un representante u otro, se deberá obtener la documentación de respaldo sobre el poder otorgado por el asegurado.
4. **Lugar de inspección:** Es importante identificar el lugar de inspección, fecha y hora, ya que estos datos serán necesarios para realizar el informe del ajuste y para el cálculo de la intensidad realizado en la ficha B. En esta sección se debe elegir mediante lista desplegable; Provincia, Cantón, Parroquia, y hora de inspección. Las demás opciones el inspector deberá tipiar la información; fecha y dirección.
5. **Parámetros constructivos:** En esta sección se deberá seleccionar dependiendo del tipo de construcción de la edificación, eligiendo el sistema constructivo y el subsistema respectivamente, en el cual servirá como punto de valoración de la vulnerabilidad en la ficha B que incluye el Sistema Constructivo, comprendida por dos tipos; portante y mampostería soportante y el Subsistema constructivo subdividido a su vez en Sistema Portante y Sistema Soportante.
6. **Coordenadas geográficas:** Con la finalidad de facilitar el levantamiento de las coordenadas geográficas en las que se encuentra ubicado el bien inmueble, se ingresará únicamente en formato decimal "Grados decimales" para que puedan ser consultadas desde la aplicación de "Maps", sin necesidad de un equipo de precisión.
7. **Datos del siniestro:** Los datos de este apartado deberán ser completados por el técnico encargado del caso antes de realizar la inspección, debido a que, estos corresponden al lugar del epicentro y se registrarán únicamente los datos reportados por el instituto geofísico. La finalidad de estos datos del siniestro es determinar la intensidad aproximada con la que se desplazó el sismo, desde el lugar del epicentro hasta el lugar de la inspección, para lo cual, estos datos son procesados de forma automatizada en la ficha B con la utilización de la ecuación de la Ley de atenuación propuesta.

Mediante selección múltiple se deberá escoger la provincia y cantón en la que el instituto geofísico reporto el lugar del epicentro; debido a que esta entidad realiza los reportes en diferentes escalas de magnitud, siendo entre las más frecuentes; magnitud local (ML), magnitud local calculada en la componente vertical (MLv), magnitud de momento superficial (MS), Magnitud de cuerpo (MC) y Magnitud de momento (MW), se realizará la selección acertada del tipo de magnitud reportada, adicional al ingreso del grado indicado. La selección de la escala utilizada en el reporte es importante, dado que en la ficha B, de forma automatizada, convierte mediante la fórmula de conversión propuesta, las escalas de magnitud sísmicas en escalas de magnitud de Momento (Mw) el cual es utilizado en la ecuación de atenuación sísmica.

8. **Parámetros de vulnerabilidad de la edificación:** Los parámetros de vulnerabilidad que se utilizan en el formulario son nueve, sin embargo, solo se llenará la información requerida de los 8 parámetros para la valoración de la vulnerabilidad mediante listas despegables.
 - ✓ **Ubicación (zona sísmica):** En la ficha A, este parámetro de vulnerabilidad no se encuentra activa la lista desplegable para la selección, por motivo que se encuentra automatizado el ingreso de las variables dependiendo el riesgo sísmico del suelo determinado en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente,

en este parámetro del formulario, el inspector no deberá ingresar ningún valor de forma manual; es decir, solo se debe ingresar los datos relacionados con la ubicación del bien inmueble en la sección 4 “Lugar de inspección” y se visualizará automáticamente la variable correspondiente.

- ✓ **Año de construcción:** Para la elección del año de construcción se establecieron 3 rangos de selección (≤ 2001 , 2002-2015 y > 2015), los cuales se encuentran dispuestos en lista desplegable.
 - ✓ **Estado de conservación:** Este apartado consta de 3 opciones; Bueno (La propiedad está en buen estado, sin necesidad de reparaciones en su estructura, acabados o instalaciones. Este tipo de categoría suele aplicarse a edificaciones nuevas con más de 5 años, pero que se han mantenido adecuadamente); Regular (El inmueble necesita reparaciones menores en su estructura, enlucidos, pisos e instalaciones. Es evidente la falta de un mantenimiento adecuado) y Malo (La edificación necesita reparaciones significativas en acabados, instalaciones y especialmente en su estructura, mostrando un evidente deterioro de la construcción).
 - ✓ **Configuración en planta:** En esta sección el inspector deberá reconocer e identificar la forma de la construcción en planta y clasificarla entre regular e irregular con base en lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente.
 - ✓ **Forma de elevación:** En esta sección el inspector deberá reconocer e identificar la forma de la elevación (fachada de la edificación) y clasificarla entre regular o irregular con base en lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente.
 - ✓ **Reformas (Ampliación):** Esta sección consta de 2 variables; “Si” y “No”; el inspector deberá consultar al entrevistado y verificar visualmente si se ha realizado alguna ampliación en el bien inmueble de cualquier tipo desde su construcción, con la finalidad de calcular el índice de vulnerabilidad por criterio estructural. Adicional a esto, en caso de haberse realizado modificaciones, el ajustador deberá consultar a la compañía de seguros si estas han sido notificadas y se encuentran dentro de la póliza, caso contrario no podrá ser cubierto el daño y deberá ser indicado en el apartado de observaciones.
 - ✓ **Localización en manzanero:** El inspector deberá de identificar si la edificación se encuentra localizado en el manzanero como lote intermedio o esquinero. La disposición en manzanero se lo determinara si un lote tiene como linderos dos calles (lote esquinero) o solo una calle (lote intermedio).
 - ✓ **Refuerzos:** En este apartado de deberá seleccionar entre “SI” y “NO”, dependiendo si se han realizado refuerzos estructurales de cualquier tipo. Esta información deberá ser consultado tanto al asegurado como a la compañía de seguros, en caso de haber realizado estos refuerzos estructurales sin notificar a la compañía de seguros, no se podrá considerar como parte de la indemnización y se deberá colocar en el apartado de observaciones.
9. **Observaciones:** En este apartado se deberán ingresar las observaciones que el inspector tenga con respecto a la inspección de forma general. (Figura 8))

FORMULARIO DE ESTIMACIÓN DE DAÑO SISMICO EN EDIFICACIONES			
FICHA A: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN			
1.- DATOS DEL INSPECTOR		2.- DATOS DEL ASEGURADO	
Nombre del inspector	LOOR ZAMBRENO FRANKLIN HUMBERTO	Nombre del asegurado	LOOR IGLESIAS JOAQUIN HUMBERTO
Ci del Inspector	1312866245	Ci del asegurado	1312866245
3.- OTRAS PERSONAS PRESENTES EN INSPECCIÓN EFECTUADA POR AJUSTADOR DE SEGURO			
Compañía ajustadora	AJUSTADORES MARCILLO PIN S.A.	Nombre	ZAMBRANO ZAMBRANO MONICA ESTER
		Ci	1305873109
4.- LUGAR DE LA INSPECCIÓN		5.- PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS	
Provincia	GALÁPAGOS	Sistema constructivo	PORTANTE
Fecha	lunes, 21 de octubre de 2024	Subs Subsistema Constructivo	HORMIGÓN ARMADO
Cantón	SAN CRISTÓBAL	7.- DATOS DEL SINIESTRO	
Parroquia	ISLA SANTA MARÍA FLOREANA	Provincia	AZUAY
Hora de la Inspección	16 04	Cantón	EL PAN
Dirección	AV. 26 DE SEPTIEMBRE Y CALLE URUGUAY	Magnitud de momento (MW)	5.00 MW
6.- COORDENADAS DEL LUGAR DE INSPECCIÓN		Profundidad del epicentro	10.00 KM
Cordenadas del bien inmueble (Latitud)		8.- PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN	
Cordenadas del bien inmueble (Longitud)		Año de Construcción	2002-2015
		Configuración en Elevación	SENCILLA
		Reformas (Ampliación)	NO
		Localización en manzanero	ESQUINERO
		Refuerzos	SI
9.- OBSERVACIONES			

Figura 8: Ficha A: Levantamiento de daños

Ficha B: Resultado de daños

Corresponde a una hoja de cálculo en la cual se procesan de forma automatizada los datos ingresados en la ficha A, el objetivo de la creación de esta ficha es la visualización de los resultados, con la finalidad de que además de ser la guía para la determinación de daños, se utilice como documento adjunto en el informe que es entregado a la compañía de seguros. Esta ficha consta de cinco secciones que abordan los aspectos específicos relevantes considerados para el cálculo de la evaluación de daños en la edificación producidos por el sismo en el sitio de inspección, siendo estas las siguientes:

- 1. Información general:** En esta sección se encuentra vinculada la información que el inspector ingresa en la ficha A, los cuales son datos generales de la inspección; con la finalidad de que la ficha que será utilizada como anexo en el informe, conste con esta información.
- 2. Datos del siniestro:** Se encuentra vinculado con la información de los datos ingresados por el inspector en la ficha A, correspondientes a los datos del siniestro y a su vez, con los datos de lugar de inspección. El objetivo en esta sección 2 es el cálculo estimado de la intensidad con la que se desplazó el sismo, mediante la aplicación de la ecuación de la ley de atenuación sísmica. El resultado del cálculo referencial de la intensidad se encuentra en el apartado 2.2 “Datos de inspección” / “Intensidad del sismo en el lugar de inspección en escala de Mercalli”.
- 3. Cálculo de vulnerabilidad de la edificación:** Mediante el análisis de diversos parámetros que caracterizan una construcción, esta sección tiene como objetivo la identificación del grado de vulnerabilidad que posee la edificación frente a un sismo, con la finalidad de la obtención de un coeficiente el cual se pueda añadir a la intensidad resultante, ya que en el presente trabajo de investigación se considera que la intensidad no debe ser el único parámetro de nivel para determinar el grado de daños en una edificación. El cálculo de la vulnerabilidad comprende 9 parámetros, a los cuales de forma automática determinan la

clase A, B, C; las cuales se encuentran vinculadas con la información ingresada en la Ficha A por el inspector. En esta sección se visualiza la clase en la que se está determinando cada parámetro, dando como resultado de forma cuantitativa el nivel de vulnerabilidad que posee la edificación.

Vulnerabilidad detectada en edificación aplicada a intensidad: Con el cálculo de la vulnerabilidad de forma cuantitativa, y mediante la asignación de porcentajes de la ponderación, se obtiene la intensidad de forma cualitativa para determinar la vulnerabilidad en tres clases A (vulnerabilidad baja), B (vulnerabilidad media) y C (vulnerabilidad alta) y la suma de cada uno de estas vulnerabilidades determinan en forma generalizada un total de vulnerabilidad estipulado en los siguientes rangos: vulnerabilidad baja(hasta 33.33), media (de 33.4 a 66.66) y alta (mayores a 66.67) . En esta sección se visualiza en forma de semáforo la vulnerabilidad de la edificación; es decir, cuando la vulnerabilidad calcula es baja, se sombreará de color verde el apartado que describe que ponderación se le sumara a la intensidad calculada, así mismo, si es vulnerabilidad Media, se sombreara de color amarillo y de color rojo la vulnerabilidad alta.

4. **Determinación de intensidad y medición en sitio:** Este apartado comprende de dos ítems, el primero determina la intensidad en sitio aplicando el coeficiente de vulnerabilidad y el segundo determina según lo establecido en la Escala Macrosísmica Europea (EMS) los daños que puede poseer una edificación de acuerdo a su intensidad. Cada uno de ellos se describen a continuación:
 - ✓ **Determinación de intensidad en sitio de inspección:** En esta sección 4 se visualizan los cálculos realizados según los datos ingresados en las secciones 1, 2 y 3 de la ficha B, determinando que intensidad es la que se deberá considerar por el inspector para el levantamiento de daños en base a la Escala Macrosísmica Europea.
 - ✓ **Determinación de daños en la edificación:** En esta sección se visualizará a manera de resumen los datos del bien inmueble, la intensidad calculada y los daños que se puedan justificar con relación a la intensidad del sismo con sustento de la Escala Macrosísmica Europea; es decir, los daños a valorar por el inspector deberán estar dentro de lo que estable la EMS 98 según la intensidad obtenida en la sección anterior, los cuales se encontrarán descritos en el apartado “Posibles daños”. En caso de que el cálculo refleje una intensidad menor a V, en la sección grado de daño se reflejara “Los estudios de intensidad de Escala Macrosísmica Europea no determina daños para sismos con intensidad menor a V (EMS), en edificaciones con subsistema de construcción de hormigón armado”, con ello el inspector no podrá realizar la indemnización por daños, por motivo de que en la Escala Macrosísmica Europea solo determina daños a partir de esta escala. De la misma manera, si la intensidad calculada es mayor a VIII, se reflejará lo siguiente: “La intensidad ajustada del sismo en el sitio de la inspección, se encuentra fuera del rango establecido para análisis de la presente plantilla”
5. **Conclusión:** En esta sección se realiza la descripción de una conclusión al análisis de la edificación, agrupando datos de forma automatizada, para que el inspector pueda obtener una comprensión clara y resumida del proceso que él tiene que realizar en la inspección.

Ficha C: Anexos

Esta ficha tiene como objetivo el registro visual y el respaldo de la inspección realizada.

6. **Registro de daños:** Se podrá realizar el registro de daños identificado por el inspector en forma de cantidades y el mapa de daños referencial.

- ✓ **Cantidades:** Una vez obtenido el grado de daños en la sección 4, el inspector deberá recorrer interior y exteriormente la edificación, con la finalidad de identificar y levantar las cantidades de daños existentes; posterior a ello realizar el cálculo de cantidades de estos, para lo cual dispondrá del espacio necesario para realizarlo.
 - ✓ **Mapa de daños:** El inspector deberá realizar un esquema de la ubicación de los daños con relación a toda la construcción.
7. **Registro fotográfico:** Esta sección se encuentra distribuida en dos partes; Fotografías exteriores Se deberá realizar el ingreso de una fotografía por cada fachada de la edificación) y Fotografía de daños (se deberá realizar el ingreso del registro fotográfico que justifiquen los daños levantados en la edificación) con la finalidad de respaldar fotográficamente lo observado por el inspector.

4. CONCLUSIONES

- Luego de la investigación realizada, se presume que los daños ocasionados por sismos, no dependen en su totalidad de la intensidad, sino también del estado en que se encuentre la edificación en el momento del siniestro, para ello en referencia a los estudios recopilados en el capítulo 1, se pudo determinar un índice de vulnerabilidad sísmica para los diferentes tipos de edificaciones y que en forma de coeficiente, pueda sumarse con un valor adicional a la intensidad del sismo, el cual permita realizar una identificación de daños más aproximada a la realidad.

- Considerando la importancia de conocer la intensidad de un sismo con al que se puede desplazar hacia los diferentes lugares del país, se propone la utilización de la ecuación de la Ley de Atenuación Sísmica, realizando la búsqueda de márgenes de errores a la mediante un análisis comparativo con el informe emitido por el instituto geofísico del terremoto del 16A, dando como resultado un margen de error para cada región; Costa 1.6 grados , Sierra 2 grados Oriente 3 grados y para los lugares más cercanos al epicentro, menos de 100km, 0 grados.

- Con base en los resultados obtenidos con respecto a la aplicación de la ley de atenuación sísmica, para buscar la intensidad, se decide delimitar este estudio para ser aplicado sólo cuando el sismo tenga como lugar de epicentro la zona costera del Ecuador, por motivo de que el estudio comparativo para la búsqueda de margen de error se lo realizó con un mapa isosista del sismo más representativo en la actualidad con epicentro en esta zona del país.

- La identificación de daños en las edificaciones causados por sismos de 4 a 6.9 grados de magnitud, son los que presentan más inconvenientes e inconformidades en el momento de la indemnización, debido a que según lo investigado, estos causan fisuras hasta grietas y en el lugar de inspección se tiende a confundir daños patológicos propios de la edificación por los daños causado por sismos, para ello, una vez identificado la intensidad y agregada la vulnerabilidad como coeficiente, se determina la aplicación de lo estipulado en Escala Macrosísmica Europea en retroceso; es decir, esta escala se basa en el análisis de los daños registrados para determinar una intensidad, sin embargo en el presente proyecto se propuso la aplicación de estos grados para la determinación de un daño máximo y mínimo según la intensidad calculada, encontrándose dentro de un rango de daños en intensidad V y VI para las magnitudes indicadas; con ello se genera además una guía referencial de los daños causados por el tipo de sismo registrado y de esta manera se logra homologar el tipo de daño que puede causar un sismo y posterior a ello su indemnización.

- La indemnización por parte de las compañías de seguros con respecto a los daños por sismos, se encuentra en la actualidad directamente influenciada por el criterio de cada inspector de cada una las compañías de ajustadores, existiendo diferencias de valores que pueden perjudicar a la compañía de seguros o al asegurado, al identificar esta problemática se propone la utilización del presente formulario diseñado de forma ágil, sencilla y automatizada, con la finalidad de ser utilizado

mediante medios digitales apegado a los tiempos actuales; este se encuentra estructurado en 6 partes en las cuales responden al proceso de recolección de datos generales, ingreso de información del sismo y los datos del siniestros, la vulnerabilidad de las edificaciones y cálculo de los daños probables según lo establecido por la Escala Macrosísmica Europea y finalmente el procedimiento del levantamiento de daños. Dando como resultado que, además de ser un elemento fácil de levantamiento de información, es una guía que según la intensidad del sismo y de la vulnerabilidad de la edificación logra homologar el reconocimiento de daños de forma general y de este modo una indemnización más justa y acertada a la realidad.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su más sincero agradecimiento al Dr. Roberto Aguiar y a la Econ. María José Delgado,

Adicionalmente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por la apertura de un Programa de Formación de Cuarto Nivel dentro de la línea de formación.

6. REFERENCIAS

- ALIANZA, S. (14 de 04 de 2023). Obtenido de https://www.dpe.gob.ec/rc2023/Procesos_de_contratacion/LICITACION/polizas/CG%2003-80096-signed-signed-signed.pdf
- Bautista, F. A. (2007). *Estimación de Intensidad Macrosísmica*. Guatemala.
- Chinchilima Quezada, Y. M. (2022). *universidad catolica de cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/3e304b13-bbe3-4709-a924-02f9514dd87e>
- CONSUMIDOR, O. P. (2019). Qué ocurre cuando presento un reclamo al seguro.
- Cunalata. (octubre de 2022). *SCIELO*. Obtenido de Revista Politécnicaversión On-line ISSN 2477-8990versión impresa ISSN 1390-0129: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-01292022000300055&script=sci_arttext#B4
- Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. *Revista Politécnica*.
- Decreto Ley del Contrato de Seguro. (2001).
- EC4, O. (13 de septiembre de 2024). *Daños en edificaciones por sismos*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/da%C3%B1os-en-edificaciones-por-sismos-ec4-oficial-2uxgc/>
- EMS. (2009). CONSEIL DE L'EUROPE. *Escala Macrosísmica Europea*. Luxembourg: F. Lorenzo Martín.
- ESCOBAR NIÑO, A., & PAEZ VILLAMIL, D. (2017). *POLITECNICO GRANCOLOMBIANO*. Obtenido de <https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/990/ESTUDIO%20DE%20CASO%20PREVISORA%20SEGUROS%20VERSI%C3%93N%20FINAL.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Fallas de Chile Geociencias UC. (2024). Obtenido de <https://fallasdechile.ing.uc.cl/>
- FRISS. (09 de 2024). *Fraude por Desastre — El lado oscuro de las Reclamaciones de Seguros*. Obtenido de <https://www.friiss.com/es/blogs/fraude-por-desastre?form=MG0AV3>
- GEOGRAPHIC, R. N. (6 de Febrero de 2023). *NATIONAL GEOGRAPHIC*. Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/02/que-es-un-terremoto>
- Halperin I. (1966). *Contrato de Seguros*. Argentina.
- IG - EPN. (17 de ABRIL de 2016). Obtenido de Informe Sísmico Especial N. 12 - 2016: <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1316-informe-sismico-especial-n-12-2016>
- IG-EPN. (2003). Obtenido de Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

- IG-EPN. (2024). Obtenido de Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional: <https://www.igepn.edu.ec/glosario?letter=m>
- igepn.edu.ec, I. G.-E. (2016). *Informe Sísmico Especial N. 12 - 2016*.
- Inmobiliar. (2017). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/318230773/Ficha-Predial-Para-Relevamiento-de-Informacion>
- Juárez, O. (23 de 09 de 2024). *Rastreador*. Obtenido de <https://www.rastreator.com/seguros-de-coche/guias/reclamacion-perito?form=MG0AV3>
- Léniz, R. (2017). FÓRMULAS FUNDAMENTALES EN TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA. 9.
- *Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información*. (s.f.). Obtenido de 14 Mil viviendas en las zonas afectadas por el terremoto están aseguradas contra desastres naturales: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/14-mil-viviendas-en-las-zonas-afectadas-por-el-terremoto-estan-aseguradas-contra-desastres-naturales/>
- Nacional, I. G. (2009). *SIS-Escala-intensidad-Macrosismica*. Obtenido de <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/SIS-Escala-Intensidad-Macrosismica.pdf>
- NEC. (2014). *PELIGRO SISMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*. QUITO: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Pérez, M. V., & Cantos, M. J. (2018). Gestión de los seguros ante desastres naturales en el Ecuador. *SCIELO*.
- Petrini & Benedetti. (1982). Método del Índice de Vulnerabilidad.
- Pin Molina, J. A. (2017). *SeismicKnowledge*. Obtenido de ¿Aumenta el número de terremotos cada año?: <https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/tag/magnitud/>
- Poulos, A., Monsalve, M., Zamora, N., & Llera, J. C. (2018). An Updated Recurrence Model for Chilean Subduction Seismicity and Statistical Validation of Its Poisson Nature . *GeoScienceWorld*.
- Roberto Aguiar Falconí, E. G. (2010). LEYES DE ATENUACIÓN PARA SISMOS CORTICALES Y DE SUBDUCCIÓN PARA EL ECUADOR. *REVISTA CIENCIA*.
- Romero, J. L., & Romero, G. E. (s.f.). *Revista OMNIA*. Obtenido de Manejo ético de los principios.
- Secretaría de Gestión de Riesgos, S. (2015-2016). *Inspección y Evaluación Rápida e Estructuras Post-Evento Sísmico*.
- Secretaría de Gestión de Riesgos, SGR, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, & Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de. (2016). Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. 183.
- Seguí, P. (2018). *OVACEN*. Obtenido de <https://ovacen.com/evaluar-danos-casas-estructuras-sismo/>
- SEGUROS, M. A. (2020). GUIA PARA EL CONSUMIDOR: SEGURO DE PROPIETARIOS DE VIVIENDAS.
- Serrano Lanzarote, B., García-Prieto Ruiz., S., & Soto Vicario., T. (2016). Guía para la inspección y evaluación de daños en edificios por sismo. *Instituto Valenciano de la Edificación*, 100.
- SGR, S., MIDUVI, M., PNUD, P., & ECHO, O. (09 de 2016). GUÍAS PRÁCTICAS DE DISEÑO DE CONFORMIDAD CON LA NEC – 15. *Guía para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*. Quito, Pichincha: Imprenta Activa, Quito - Ecuador.
- Superintendencia de Compañías, V. y. (2019). *NORMA PARA EL EJERCICIO DE LAS ACTIVIDADES DE LOS ASESORES PRODUCTORES DE SEGUROS, PERITOS DE SEGUROS E INTERMEDIARIOS DE REASEGUROS*.
- USGS. (2023). *Earthquake Hazards Program*. Obtenido de <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards>
- Vázquez, L. A. (2023). *El asegurador*. Obtenido de <https://www.elasegurador.com.mx/blog/discrepancias-en-el-ajuste-y-carencia-de-cobertura-hidrometeorologica-ralentizan-pagos-por-otis/>