



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL COLEGIO DE
BACHILLERATO "ISMAEL PEREZ PAZMIÑO" DE LA CIUDAD DE
MACHALA.

RIVAS ENCARNACION CHRISTIAN RICARDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL COLEGIO DE
BACHILLERATO "ISMAEL PEREZ PAZMIÑO" DE LA CIUDAD DE
MACHALA.

RIVAS ENCARNACION CHRISTIAN RICARDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL COLEGIO DE BACHILLERATO
"ISMAEL PEREZ PAZMIÑO" DE LA CIUDAD DE MACHALA.

RIVAS ENCARNACION CHRISTIAN RICARDO
INGENIERO CIVIL

ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO

MACHALA, 24 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
24 de febrero de 2022

FINAL RIVAS

por Christian Rivas

Fecha de entrega: 11-feb-2022 12:11p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1757927430

Nombre del archivo: TURNITIN_FINAL_RIVAS_CHRISTIAN.pdf (199.36K)

Total de palabras: 3155

Total de caracteres: 16697

FINAL RIVAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	ojs2.utp.edu.co Fuente de Internet	2%
2	dipecholac.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad de Alicante Trabajo del estudiante	1%
6	revistas.ufps.edu.co Fuente de Internet	1%
7	www.diferenciador.com Fuente de Internet	1%
8	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, RIVAS ENCARNACION CHRISTIAN RICARDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL COLEGIO DE BACHILLERATO "ISMAEL PEREZ PAZMIÑO" DE LA CIUDAD DE MACHALA., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

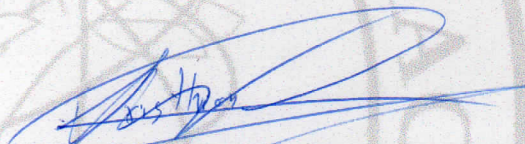
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de febrero de 2022



RIVAS ENCARNACION CHRISTIAN RICARDO
0706772043

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a Dios ya que, sin él, no hubiera llegado a esta estancia en mi preparación profesional, a mis padres Carmen Encarnación Pineda y Eloy Rivas Muñoz por haberme apoyado a lo largo de mi vida tanto personal como profesional, a mis abuelos Elalita Muñoz y Feliciano Rivas por siempre creer en mí y que llegaría a mi meta profesional, a mi esposa María Morocho por apoyarme y darme aliento a no desfallecer y poder llegar a la meta de ser Ingeniero Civil.

A toda mi familia que están conmigo, les dedico de todo corazón el sueño de tener un profesional más en casa.

A mi abuelita Rita Pineda Bravo y a mi ahijado Richard Encarnación, que Dios me los puso en casa para compartir con ellos esta anhelada meta.

A mi mejor amigo Lcdo. Luis Ordoñez Robles por creer en mí y sin dudarlo sabía que llegaría a mi meta.

A mis conocidos, y a todas las personas que creyeron en mí, que me dieron su apoyo, a lo largo de la carrera.

A todos los docentes de la facultad de Ing. Civil, de la universidad Técnica de Machala, que me han brindado sus enseñanzas, sus experiencias, y amistad, en especial a mi tutor, al Ing. Marcelo Zarate, el cual gracias a sus conocimientos me supo guiar para culminar con éxito mi trabajo de titulación.

Christian Ricardo Rivas Encarnación.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por todas las bendiciones que me ha regalado y permitirme llegar a esta estancia en mi vida, a mis padres Carmen y Eloy por ser Uds. mi pilar fundamental por toda la responsabilidad que invirtieron en mi desarrollo profesional y en todo el trascurso de mi vida, por todo su amor, educación y grandes valores que han puesto en mí y hacen el hombre que soy ahora, a mis hermanos, a mis tíos, a mis abuelos por siempre confiar en que llegaría a mi meta, a mi esposa María por su apoyo incondicional de seguir luchando y cumplir mis objetivos. Estas pocas líneas me quedan corto para agradecer tanto que me han dado, pues les debo todo.

Agradezco al Ing. Civil Carlos Grijalva Castro por compartir sus conocimientos y sabios consejos que me sirvieron para llegar a mi objetivo de ser profesional.

A las personas que confiaron en mí, a mis familiares, amigos, profesores, a todos quienes lograron hacer de mí, una mejor persona, un mejor ser humano, y profesional.

Agradezco a la Universidad Técnica de Machala, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil, por permitirme culminar la carrera a través de sus enseñanzas., a mi tutor Ing. Civil José Marcelo Zarate Encalada, por estar presente en todo momento, guiándome en este último proceso, para poder alcanzar esta gran meta anhelada., y a todos los docentes que a lo largo de la carrera he podido conocer y adquirir sus enseñanzas y consejos, para nunca rendirme y llegar a ser Ingeniero Civil.

Christian Ricardo Rivas Encarnación.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, es realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica de la institución Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” de la ciudad de Machala en cuyas instalaciones existen 3 bloques que fueron construidos hace más de 30 años, cuyo análisis lo hicimos usando la NEC-SE-RE (riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de las diferentes estructuras), el cual nos orientó a utilizar el Manual de chequeo rápido de edificios para potencial amenaza sísmica planteado por la FEMA “FEDERAL EMERGENCY MANGEMETN AGENCY” por sus siglas en ingles.

Este informe se basó en un método cualitativo, la cual se efectuó mediante una inspección visual y obtención de datos de la edificación, para la futura elección del formulario que pueden ser alto, moderado y baja sismicidad.

En los formularios que nos facilita la FEMA se analiza la vulnerabilidad mediante un índice de puntuación final “S” la cual se la determina en función al tipo de construcción que esté en los perfiles de la FEMA.

Si el puntaje final “S” antes mencionado, es menor o igual a dos ($S \leq 2$), se recomienda considerar una evaluación más minuciosa.

Palabras claves: vulnerabilidad sísmica, FEMA P-154, amenaza sísmica, riesgo sísmico, inspección visual.

ABSTRACT

The present titling work is to perform an analysis of seismic vulnerability of the institution Colegio de Bachillerato "Ismael Pérez Pazmiño" of the city of Machala in whose facilities there are 3 blocks that were built more than 30 years ago, whose analysis we did using the NEC-SE-RE (seismic risk, evaluation, rehabilitation of the different structures), which guided us to use the Manual of rapid check of buildings for potential seismic threat posed by the FEMA "FEDERAL EMERGENCY MANGEMETN AGENCY" by its acronym in English. This report was based on a qualitative method, which was carried out through a visual inspection and collection of building data, for the future choice of the form that can be high, moderate and low seismicity.

In the forms provided by the FEMA vulnerability is analyzed by a final score index "S" which is determined according to the type of construction that is in the profiles of the FEMA. If the final "S" score mentioned above is less than or equal to two (S 2), a more thorough evaluation is recommended.

Keywords: seismic vulnerability, FEMA P-154, seismic threat, seismic risk, visual inspection.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE ILUSTRACIONES	11
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO	13
1.1 Definición y contextualización del objeto de estudio.....	13
1.2 Hechos de Interés.	13
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	14
Objetivo General:.....	14
Objetivos Específicos:	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Definiciones importantes.	15
2.1.1 Terremotos.....	15
2.1.2 Sismos.....	15
2.2 Diferencia entre sismo y terremoto.....	15
2.3 Intensidad de los sismos.	15
2.4 Magnitud de los sismos.	15
2.5 Escalas Sísmicas.....	16
2.6 Edificaciones escolares	17
2.7 Características de la zona.....	18
2.7.1 Ubicación.....	18
2.7.2 Zonas Sísmicas del Ecuador.....	18
2.7.3 Tipo de suelo.....	19
2.7.4 Población Estudiantil.....	20
2.8 Metodología.....	21

3. PROCESO METODOLÓGICO	22
3.1. Usando la Metodología FEMA P-154	22
3.2. Usando la Normativa de Construcción 2015	22
3.3. Recopilación de datos e información	23
3.4. Análisis y utilización de información	23
3.4.1 Irregularidad en planta y elevación	24
3.4.2 Código de Construcción	24
3.4.3 Tipo de Suelo	25
3.4.4 Valores asignados al Formulario	25
4. CONCLUSIONES	26
5. RECOMENDACIONES	27
6. BIBLIOGRAFÍA	28
7. ANEXOS	30
Anexo A. Formulario de Baja sismicidad	30
Anexo B. Formulario de Moderada sismicidad	31
Anexo C. Formulario de Alta sismicidad	32
Anexo D. Formulario de Muy Alta Sismicidad	33
Anexo E. Tipos de estructuras utilizadas por la FEMA P 154	34
Anexo F. Tipologías de estructuras	35
Anexo G. Llenado del formulario con la información obtenida	38
Anexo H. Problemas que presentan los bloques del Colegio	40
Anexo I. Pasillos de la institución en planta baja y planta alta	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escala Abierta de Richter	16
Tabla 2. Escala de Mercalli.....	16
Tabla 3. Perfiles de suelos.....	19
Tabla 4. Población estudiantil	20
Tabla 5. Valores del Factor Z por zonas sísmicas.....	23
Tabla 6. Tipos de Estructuras Utilizadas en FEMA P 154.....	34
Tabla 7. Tipologías de Estructuras según la FEMA P -154.....	35

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Colegio Ismael Pérez Pasmíño	18
Ilustración 2. Formulario de Baja Sismicidad.....	30
Ilustración 3. Formulario de Moderada Sismicidad.....	31
Ilustración 4. Formulario de Alta Sismicidad.....	32
Ilustración 5. Formulario de Muy Alta Sismicidad	33

INTRODUCCIÓN

Los terremotos provocan pérdidas económicas, humanas y materiales, esto se debe a un comportamiento pobre de todas las estructuras en el momento que ocurre un evento sísmico, lo cual produce o provoca el colapso parcial o total de la misma. La mayoría de estos problemas son por las construcciones informales y estructuras antiguas que no fueron construidas con las normativas vigentes provocan desconfianza el comportamiento a situaciones exigentes.

El trabajo de la ingeniería y del ingeniero civil es reducir las pérdidas humanas, económicas y daños materiales, hacer que la estructura tenga un desempeño adecuado antes las varias intensidades sísmicas a las que estará expuesta hasta cuando cumpla su vida útil. Para lograr esto debemos realizar procedimientos, análisis y estudios necesarios que permitan estimar de manera práctica el nivel de riesgo sísmico en construcciones existentes, de esta manera poder dar solución o crear un plan de mejoramiento estructural en las edificaciones antiguas.

La importancia de realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica en edificaciones, surge de la necesidad de cuantificar y explicar los efectos de este fenómeno sobre los diferentes tipos de estructuras existentes, de allí nace la curiosidad del investigador de conocer el índice de vulnerabilidad sísmica debido a que numerosas estructuras en la ciudad de Machala y a nivel nacional no cumplen con los requisitos exigidos por las Normas de Construcción Ecuatoriana, lo cual deriva en procesos constructivos deficientes y en utilización de materiales de baja calidad; *“luego del episodio denominado “16 A” el cual fue uno de los mayores terremotos que azoto a Ecuador en el año 2016; dentro del cual la provincia de Manabí fue una de las más devastadas”* [1], en el presente trabajo se realizará una inspección visual para definir el grado de vulnerabilidad sísmica de los bloques más antiguos del Colegio de bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” ubicado en la Avenida de las Palmeras 1521 de la ciudad de Machala, estos fueron los primeros bloques en ser construidos, se realizara el análisis para verificar el estado en el que se encuentran y qué tan vulnerables son, para la realización de la misma vamos a emplear la metodología FEMA P-154, que *“se divide en dos rangos los cuales se determinan mediante un Puntaje Final (S) el cual establecerá si está dentro o no de un rango vulnerable”* [2].

1. GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Definición y contextualización del objeto de estudio.

La institución pública educativa Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” ubicado en las Calles General Manuel Serrano, Avenida Las Palmeras y Santa Rosa de la ciudad de Machala, Provincia El Oro, Ecuador es un centro educativo regular y de sostenimiento fiscal, modalidad presencial de jornada matutina, vespertina y nocturna y nivel educativo de EGB y Bachillerato, cuenta con 136 docentes y 3.431 estudiantes. Dentro de las instalaciones existen un total de 7 bloques, todos ellos de 2 plantas y en las cuales los bloques 1,2 y 3 están distribuidos en: planta baja y una planta alta, los cuales fueron construidos en el año 1962 por lo cual por ser los más antiguos se les realizará un análisis de vulnerabilidad sísmica, un diagnóstico detallado y posibles recomendaciones de los bloques antes mencionados.

1.2 Hechos de Interés.

En el Ecuador se conoce que existe un alto riesgo sísmico en donde se evidencia el número de víctimas por sucesos meteorológicos como: los terremotos registrados durante el período histórico post conquista, con aproximadamente 70.000 individuos. Frente a las costas ecuatorianas, se han registrado los sismos con mayor magnitud de la historia del país. Las intensidades más altas, es decir los mayores efectos causados por los terremotos, constan en la zona de la Sierra Central y Norte, en relación con los terremotos de magnitud moderada, ubicados en la zona de contacto entre la placa Sudamericana y el Bloque Norandino, que ha predominado en la Sierra, es uno de los materiales más débiles para soportar las fuerzas sísmicas.

El Ecuador es un país multiamenazas esto se debe a su ubicación y características geográficas, sumado a esto existen condiciones persistentes de vulnerabilidad que exponen a la población susceptible de sufrir importantes pérdidas. *“Las características de las amenazas del territorio, sumado a las condiciones de vulnerabilidad, especialmente en eventos de gran magnitud, pueden ocasionar impactos significativos en la población, requiriéndose en estos casos de una mayor coordinación interinstitucional a fin de que se dé una primera respuesta y recuperación temprana”.* [2]

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.

Objetivo General:

Realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los bloques de aulas más antiguos del Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” de la ciudad de Machala.

Objetivos Específicos:

- Recolectar información necesaria de los bloques a realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica.
- Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de los bloques más antiguos del Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” por medio de la metodología FEMA 154.
- Analizar los resultados y mostrar la verdadera situación de la estructura al enfrentar un sismo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones importantes.

2.1.1 Terremotos.

Es un movimiento brusco de la Tierra que emana una cantidad de energía acumulada. Esos movimientos, son imperceptibles para el ser humano. Las placas, que flotan como témpanos sobre el mar de magma que está bajo ellas, se encuentran en constantes roces entre sí. Cuando estas se encuentran, generan una tensión que va acumulando energía. *“La liberación de dicha energía, produce lo que denominamos terremoto”*. [3]

2.1.2 Sismos.

“Son movimientos de corta duración e intensidad variable y son producidos a consecuencia de la liberación repentina de energía. Aunque la interacción entre Placas Tectónicas es la principal causa de los sismos no es la única. Cualquier proceso que pueda lograr grandes concentraciones de energía en las rocas puede generar sismos cuyo tamaño dependerá, entre otros factores, de qué tan grande sea la zona de concentración del esfuerzo” [4].

2.2 Diferencia entre sismo y terremoto.

Según el impacto con el cual se percibe un movimiento sísmico, se determina por los efectos de su grado de magnitud y nivel intensidad.

No obstante, en el *“lenguaje común se denomina terremoto cuando el sismo ha causado víctimas o daños significativos en las edificaciones y así mismo, en el temblor cuando el sismo no ha ocasionado víctimas o daños”* [5].

2.3 Intensidad de los sismos.

“La intensidad es un parámetro que indica el grado en que un terremoto afecta a un lugar específico, ya sea en los efectos percibidos por las personas, los efectos sobre los objetos y el entorno, o en los daños en las construcciones” [6]. Además, que es una medida cualitativa de los efectos en un lugar determinado debido a un sismo. En [3] nos indica que en *“América se utiliza la escala MM, no se mide en una escala continua”*.

2.4 Magnitud de los sismos.

Es un indicador de la energía que se ha liberado durante el terremoto, las escalas de magnitud sísmica son logarítmicas, representan una valoración cuantitativa (instrumental) indirecta de la energía liberada por un terremoto basada en el desplazamiento del terreno registrado en los sismogramas (Escala Richter).

2.5 Escalas Sísmicas.

Hay dos escalas famosas, la de Richter y la de Mercalli.

Tabla 1. Escala Abierta de Richter

Magnitud en escala Richter.	Efectos del Terremoto.
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5-5.4	A menudo se siente, pero solo causa daños menores.
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0-7.9	Terremoto mayor, causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.
Fuente: Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 45, agosto, 2010, pp. 303-308	

Tabla 2. Escala de Mercalli

Grado I	Sacudida muy sentida por muy pocas personas.
Grado II	Sacudida sentida solo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios.
Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor.
Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas personas en el exterior. Por la noche algunas despiertan.
Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo, muchos despiertan.
Grado VI	Sacudida sentida por todo el mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; daños ligeros.
Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas.
Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. El terreno se agrieta. Las tuberías subterráneas se rompen.
Grado X	La mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen; agrietamiento considerable del terreno. Considerables deslizamientos.
Grado XI	Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas

	quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.
Fuente: Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 45, agosto, 2010, pp. 303-308	

2.6 Edificaciones escolares

“La infraestructura del Ecuador de los años del 1999 al 2015, posee correspondencia con el levantamiento de la crisis política-económica y transformaciones considerando a la materialidad, ingreso de nuevas tecnologías, mostrándose la monumentalidad en las obras gubernamentales como icono del socialismo” [7].

Por otro lado, para lograr una favorable calidad educativa, la edificación escolar no es suficiente, en el país. En [8] nos indica que *“muchas escuelas poseen de una estructura no adecuadas con su cultura institucional, relacionada con la historia y con su matriz postcolonial, considerando que el Estado continúa teniendo un papel importante en la coyuntura de las variadas infraestructuras institucionales”.*

Teniendo en cuenta los bloques a estudiar en el Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pasmíño”, por el año de construcción que fue en 1962, estuvo bajo el “Código de Construcciones de Quito.”, en el año 1951; ya que la primera normativa ecuatoriana de construcción se creó en el año de 1977.

Ahora al paso del tiempo de 60 años, se entiende que la vida útil de la estructura se cumplió hace mucho tiempo, y teniendo en cuenta todos los acontecimientos a lo largo de la historia, de estas mismas situaciones también surgieron varios cambios en la normativa de construcción, en la cual la normativa vigente es la del año 2015, se puede decir que no cumple con los requisitos mínimos.

En caso de alguna situación de alto riesgo, estos bloques no tendrían la capacidad para resistir, ya que la estructura ya tiene algunas falencias, en ciertos puntos ya se puede observar el hierro, agrietamiento en vigas y losas. **(Ver anexo: H).**

2.7 Características de la zona.

2.7.1 Ubicación

Los bloques de aulas a ser analizado se encuentran en la unidad educativa Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” de la ciudad de Machala de la provincia de El Oro, ubicado en la Avenida Las Palmeras y Santa Rosa.

Ilustración 1. Colegio Ismael Pérez Pasmíño

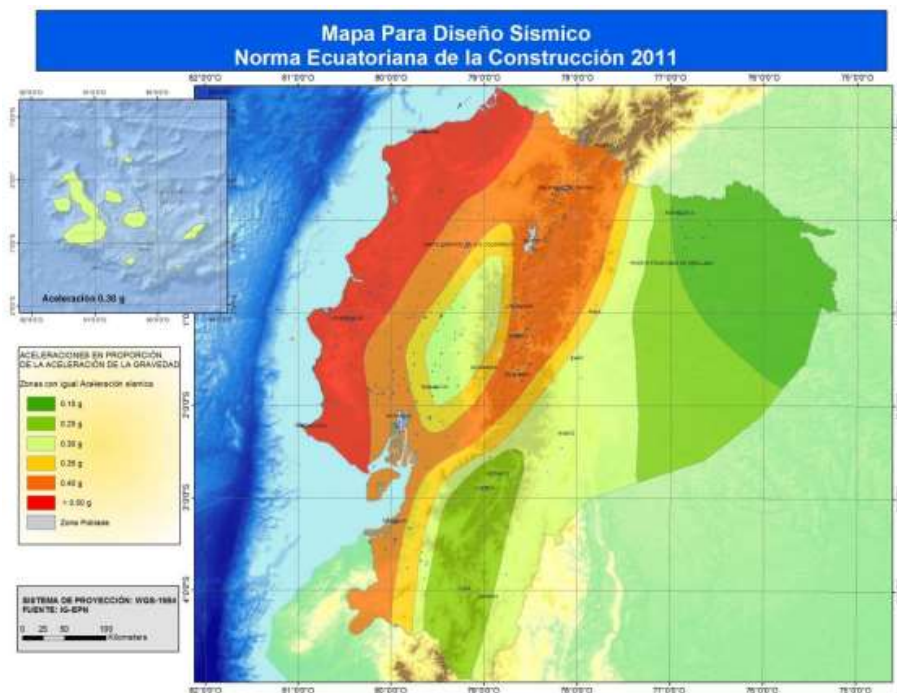


Fuente: Google Earth.

2.7.2 Zonas Sísmicas del Ecuador

La peligrosidad de los sismos en nuestro país va orientada significativamente por diferentes tipos de orígenes sísmicos los cuales son: subducción, es decir, interplaca e intraplaca de las placas tectónica y corticales la cual es la capa superficial de las placas. En cada una de las fuentes se procede a realizar tipos de acumulación y liberación para liberar la energía independiente. *“Los sismos interplaca se generan por el roce entre la placa de Nazca-Sudamericana (limite convergente). Los sismos intraplaca el cual tiene una profundidad entre 40 y 300 km pertenecen a los sismos que poseen una falla normal de profundidad media, ubicados dentro de la placa oceánica de Nazca. Los sismos corticales estos usualmente poseen una profundidad aproximadamente < 40 km mencionan que los ocurren dentro de lo que es la placa Sudamericana”* [9].

Ilustración 2. Mapa Sísmico del Ecuador



Fuente: NEC 2015

2.7.3 Tipo de suelo.

Se definen seis tipos de perfil de suelo:

Tabla 3. Perfiles de suelos

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$ $N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$

	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	50 > N ≥ 15.0 100 KPa > Su ≥ 50 KPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	Vs < 180 m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% Su < 50 KPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1- Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2- Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3- Arcillas de muy alta plasticidad (H>7.5m con índice de plasticidad IP>7.5)	
	F4- Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H>30m)	
	F5- Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil del subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6- rellenos colocados sin control ingenieril.	
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-SE-DS 2015		

2.7.4 Población Estudiantil

Los datos obtenidos del colegio son:

Tabla 4. Población estudiantil

Docentes	Masculino	47	136
	Femenino	89	
Estudiantes	Masculino	889	3431
	Femenino	2542	
Fuente: Rector de la institución.			

2.8 Metodología.

- **Científico inductivo:** Este método permitirá lograr las conclusiones estableciendo observaciones en el área de estudio y a su vez la investigación científica del fenómeno sísmico, elaboración de la hipótesis y la representación de los resultados finales de forma concreta.
- **Método Documental:** La metodología accederá a recopilar datos relevantes de diferentes fuentes informativas.
- **Método Analítico:** Nos ayudará a analizar y verificar la información, así mismo, desglosar lo cualitativo y cuantitativo.
- **Método FEMA 154:** *“Permite identificar posibles riesgos dentro de las instalaciones el cual utiliza un sistema de puntuación en donde el valor mínimo es de 2 dando una evaluación detallada por medio de un formato”* [1], el cual medirá el cumplimiento o incumplimiento de los parámetros a considerar, midiendo así la vulnerabilidad de los bloques utilizados en la investigación. **(Ver anexos: A, B, C, D y G).**

Esto se logra determinar con una puntuación inicial en base a que tipo de construcción es de los 15 diferentes tipos de perfiles. **(Ver anexo: F).**

3. PROCESO METODOLÓGICO

3.1. Usando la Metodología FEMA P-154

“El análisis de la vulnerabilidad sísmica es por medio del “Federal Emergency Management Agency (FEMA)”, es un análisis cualitativo inmediato, que permite determinar si una estructura necesita reforzamiento o no, mediante un índice” [10]. Si en dicho análisis cualitativo el índice es menor o igual a un factor dos (≤ 2), se debe realizar un análisis más minucioso a la edificación; si el índice del análisis es mayor que un factor dos (> 2), no necesita reforzamiento la estructura. En [10] nos informa que el “manual dispone al índice dos (2) como máximo límite el cual significa que la edificación tiene una probabilidad de 1 a 100 de que colapse”.

Se inicia el análisis de vulnerabilidad sísmica estructural que se le hará a los bloques del Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pasmíño”, luego determinamos qué formulario aplica para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica, en la FEMA 154 consta de tres formularios para alta, moderada y baja sismicidad. En este caso los bloques a analizar su vulnerabilidad sísmica estructural están ubicados en una zona de alta actividad sísmica, por esta razón se aplica el formulario Data Collection Form, HIGH Seismicity (Formulario de recolección de datos de alta sismicidad). **(Ver anexo: G)**

En este formulario se contempla las descripciones que representa como nombre de la edificación, uso al cual está dirigida, la ubicación de la estructura a analizar, número de losas, año que fue construida la edificación, área de la construcción, un espacio donde se brinda un esquema las irregularidades que pueden existir en planta y elevación, cantidad de personas que lo ocupan, el tipo de suelo, tipo de elementos no estructurales, y además 15 tipos de construcciones descritas en la FEMA P-154.

Las quince diferentes tipologías de construcciones empleados por la “FEMA P- 154” se presentan con sus respectivos índices básicos acorde con el riesgo sísmico dependiendo de la zona (baja, moderada y alta), acompañado de un espacio en el formulario donde se describen los “factores de ajuste del índice básico” por las características siguientes: La altura media es de 4 a 7 niveles o pisos, gran altura mayores o iguales a 8 niveles (≥ 8 niveles), irregularidades en elevación, irregularidades en planta, descripción por el año de construcción después de la normativa vigente.

3.2. Usando la Normativa de Construcción 2015

La NEC–SE-RE 2015 (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación De Estructuras) recomienda la FEMA P-154 considera:

- “La geometría el cual quiere decir que es el aumento de si vulnerabilidad en el caso de que exista un terremoto.
- La distancia entre un muro y otro, que se calibran, entre sí, la esbeltez de los muros, la ubicación de los vanos, la distancia entre muros desviados.
- Los elementos que no se encuentran estructurados, los accesorios, los elementos verticales y los voladizos que se podían presentar en el caso de que haya un terremoto” [11].

3.3. Recopilación de datos e información.

No se logró obtener los planos de los bloques de aulas, ya que son demasiados antiguos con más de 30 años de construcción, por ende, se optó por una inspección visual y levantamiento con cinta métrica de la institución para poder hacer el plano arquitectónico.

Por otra parte, al realizar la inspección visual se logró identificar las siguientes irregularidades tales como grietas, asentamientos, exposición del refuerzo, deformaciones excesivas y respuesta ante eventos importantes con lo que se logró calificar la calidad del diseño, estado de mantenimiento y conservación de la estructura

3.4. Análisis y utilización de información.

Con el valor del factor Z, podemos determinar qué tipo de formulario podemos escoger para el análisis de vulnerabilidad sísmica estructural de los bloques. **(Ilustración 2) (Tabla 7)**

Tabla 5. Valores del Factor Z por zonas sísmicas.

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro Sísmico.	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta
Fuente: NEC-SE-DS (2015). Peligro sísmico						

Analizando la **(tabla 7)** y la **(ilustración 2)**, podemos determinar el formulario de Alta Sismicidad otorgado por la FEMA P 154:

Iniciamos describiendo la información más importante de la edificación los cuales son:

- Localización.
- Número de pisos.

- Año de construcción.
- Nombre del edificio.
- Uso.
- Irregularidades en planta y elevación.
- Tipo de suelo.

Estos parámetros tienen un valor significativo los cuales son determinados mediante las características que presenta la edificación, y estos son los que influyen directamente en el valor final del formulario. **(Ver anexo G).**

3.4.1 Irregularidad en planta y elevación.

“Errores encontrados en las edificaciones por consecuencia de la incorrecta disposición de los elementos estructurales y en general del sistema estructural, se presentan en forma vertical y horizontal” [12].

Se puede deducir que, si en la edificación su configuración es más compleja, existe mayor presencia de irregularidades.

El formato de la FEMA considera la existencia de irregularidades, en donde se las califica con valores negativos, lo cual produce una reducción del puntaje básico asignado para cada sistema estructural.

En este caso la edificación de los bloques del Colegio no presenta irregularidades ni en planta, ni en elevación.

3.4.2 Código de Construcción.

Se sabe que el código de construcción del Ecuador, inició en el año de 1977, posterior a la publicación del Código Americano UBC (1977), el mismo considera una estimación de fuerzas laterales tomando en cuenta características del suelo a la estructura.

Cabe mencionar, hubo daños en estructuras por sismos de alta magnitud registrados en el país en años posteriores, por ende, se actualizó el código de construcción, llamado Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC), en el año 2001, en el cual consideraba el primer mapa sísmico del Ecuador, además de conceptos sismológicos más exigentes. En el año 2011, se creó la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2011), la cual años después tuvo una actualización (NEC 2015) y esta última es la que rige los diseños de estructuras en el Ecuador.

Consecuentemente, se considera que las edificaciones construidas antes del año 1977, tendrían una resistencia sísmica muy pobre, donde en esta categoría también se incorporan las construcciones informales.

Se puede decir que los bloques del Colegio no tendrían un pre-código y tampoco un post-código de construcción.

3.4.3 Tipo de Suelo

Como no se sabe si el suelo de la época tuvo mejoramiento o no, la FEMA indica que, si no se tiene la información, se asume que es tipo de suelo D.

3.4.4 Valores asignados al Formulario.

Ver anexo G.

4. CONCLUSIONES

- El método FEMA P-154 es una forma rápida y sencilla de obtener información de cualquier edificación a realizarle un análisis de vulnerabilidad sísmica, en este caso los bloques analizados del Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” obtuvimos la información de manera visual, levantamiento con cinta métrica y consultando con el rector de la institución educativa.
- El índice de vulnerabilidad sísmica de los bloques del Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pasmíño” utilizando el método FEMA P-154 es menor de 2, exactamente 1.1; por lo que tiene una vulnerabilidad sísmica alta.
- Viendo que el resultado del análisis de vulnerabilidad sísmica nos da 1.1, los bloques del Colegio de Bachillerato “Ismael Pérez Pazmiño” necesita de manera inmediata la intervención de un profesional estructural, mediante un análisis más minucioso el determinará si la estructura necesita reforzamiento o le dará fin a la vida útil de la edificación.

5. RECOMENDACIONES

- Dar a conocer a las autoridades del colegio que los bloques tienen una vulnerabilidad sísmica alta, con un puntaje final de 1.1, lo cual es menor al puntaje mínimo de “2”, que indica la FEMA P154.
- La autoridad del colegio debe o debería comunicarse con un Ingeniero estructural para que realice un estudio más minucioso y de un informe final de la estructura, y determine si necesita reforzamiento o dar de baja la edificación.
- Realizar estudios de vulnerabilidad sísmica en todas las instituciones educativas, edificios públicos y privados que tengan una antigüedad mínima de 30 años, para cerciorar si la estructura está en perfecta condición o no.
- Con la finalidad de evitar pérdidas humanas y daños materiales se debe concientizar el cumplimiento de la normativa de construcción sismo resistente en las futuras construcciones dentro de la ciudad de Machala y a nivel nacional.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] T. M. Gutierrez, «Evaluación de vulnerabilidad Sísmica basada en los Métodos Benedetti y Petrini; FEMA 154 del edificio Carrera de Ingeniería Civil,» Jipijapa, 2019.
- [2] M. d. Educación, «Plan Nacional para la reducción de riesgos de Desastres en Educación.,» Quito, 2019.
- [3] C. H. Trujillo P., r. Ospina Lopez y H. Parra Lara, «Los terremotos: una amenaza natural latente,» *Scientia Et Technica*, pp. 303-308, 2010.
- [4] S. G. Mexicano, «Sismos, causas, características e impactos,» Mexico, 2017.
- [5] E. Arrieta, «Diferenciador,» [En línea]. Available: <https://www.diferenciador.com/sismo-y-terremoto/>.
- [6] A. & F. S. Macau, «La intensidad, una manera para medir los terremotos a partir de sus defectos.,» de *Enseñanzas de la ciencia de la tierra*, 2012, p. 261.
- [7] A. M. D. Calisto, «Arquitectura contemporánea de Ecuador (1999-2015),» *Indexada de Textos Académicos.*, pp. 40-51, 2015.
- [8] P. Estarellas, «Cambiar la arquitectura institucional del sistema escolar para mejorar la calidad educativa en Ecuador.,» 2017.
- [9] P. & r. A. E. Quinde Martinez, «Estudio de Peligro Sísmico de Ecuador y propuestas de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca,» *SciELO*, nº 94, 2016.

- [10] J. D. & L. C. A. Hernandez, «Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente.,» *redalyc*, nº 2, pp. 256-277, 2011.
- [11] D. A. Díaz Fuentes, «Un metodo simplificado para evaluar el riesgo sísmico y priorizar la atención de los bienes culturales inmuebles: el caso Chile,» *redalyc*, vol. 8, nº 15, pp. 46-62, 2017.
- [12] S. d. G. d. riesgos, 2016. [En línea]. Available:
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>.
- [13] «Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC,» de *Cargas Sísmicas. Diseño sísmo resistente*, 2015, p. 139.
- [14] F. P. 154, rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: A Handbook., 2015.

7. ANEXOS

Anexo A. Formulario de Baja sismicidad.

Ilustración 2. Formulario de Baja Sismicidad

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1
LOW Seismicity

PHOTOGRAPH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

Ss: _____ Sr: _____

Screener(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: _____ EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
 Industrial Office School Government
 Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A B C D E F DNK
 Hard Avg Dense Stiff Soft Poor
 Rock Soil Soil Soil Soil Soil
If DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:

Additional sketches or comments on separate page

SKETCH

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		6.2	5.9	5.7	3.8	3.9	4.4	4.1	4.5	3.3	4.2	3.5	3.8	3.3	3.7	3.7	3.2	4.6
Severe Vertical Irregularity, V_{L1}		-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.3	-1.6	-1.2	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.3	-1.1	-1.1	-1.1	-1.2	NA
Moderate Vertical Irregularity, V_{L1}		-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	NA
Plan Irregularity, P_{L1}		-1.6	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.4	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	NA
Pre-Code		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Post-Benchmark		2.2	2.4	2.5	2.0	1.6	1.4	2.1	NA	2.3	2.2	NA	1.9	2.6	2.3	2.3	NA	1.8
Soil Type A or B		0.9	1.1	1.3	1.0	1.2	0.8	1.3	1.4	0.9	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	0.9
Soil Type E (1-3 stories)		-1.2	-1.7	-2.3	-1.2	-1.4	-1.0	-1.7	-2.0	-1.4	-2.0	-1.6	-1.7	-1.6	-1.7	-1.7	-1.5	-2.1
Soil Type E (> 3 stories)		-1.7	-2.0	-2.2	-1.2	-1.4	NA	-1.7	-1.9	-1.3	-1.9	-1.6	NA	-1.6	-1.6	-1.7	-1.4	NA
Minimum Score, S_{MIN}		2.7	2.1	1.5	0.9	0.8	1.2	0.8	0.9	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.4	2.5

FINAL LEVEL 1 SCORE, $S_{L1} \geq S_{MIN}$:

EXTENT OF REVIEW	OTHER HAZARDS	ACTION REQUIRED
Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____	Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation? <input type="checkbox"/> Pounding potential (unless $S_{L2} >$ cut-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system	Detailed Structural Evaluation Required? <input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one) <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK
LEVEL 2 SCREENING PERFORMED? <input type="checkbox"/> Yes, Final Level 2 Score, S_{L2} _____ <input type="checkbox"/> No Nonstructural hazards? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FD = Flexible diaphragm
 BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencia (FEMA P -154)

Anexo B. Formulario de Moderada sismicidad.

Ilustración 3. Formulario de Moderada Sismicidad

F
FEMA P-154 Data Collection Form **MODERATE Seismicity**

PHOTOGRAPH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

S₁: _____ S₂: _____

Screeners(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: 051

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
 Industrial Office School Government
 Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A Hard Rock B Avg Rock C Dense Soil D Soft Soil E Poor Soil F DNK # DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Teller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:

SKETCH

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S _{L1}																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (SW)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S6 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FC)	RM2 (FC)	URM	MH
Basic Score		5.1	4.5	3.8	2.7	2.8	3.5	2.5	2.7	2.1	2.5	2.0	2.1	1.9	2.1	2.1	1.7	2.9
Severe Vertical Irregularity, V ₁		-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.1	-1.2	-1.1	-1.2	-1.0	-1.1	-1.0	-1.1	-1.1	-1.0	NA
Moderate Vertical Irregularity, V ₂		-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	NA
Plan Irregularity, P ₁		-1.4	-1.3	-1.2	-1.0	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	NA
Pre-Code		-0.3	-0.5	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.5
Foot-Benchmark		1.4	2.0	2.5	1.5	1.5	0.8	2.1	NA	2.0	2.3	NA	2.1	2.5	2.3	2.3	NA	1.2
Soil Type A or B		0.7	1.2	1.8	1.1	1.4	0.6	1.5	1.8	1.1	1.5	1.3	1.6	1.3	1.4	1.4	1.3	1.8
Soil Type E (1-3 stories)		-1.2	-1.3	-1.4	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	-1.0	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9
Soil Type E (> 3 stories)		-1.8	-1.6	-1.3	-0.9	-0.9	NA	-0.9	-1.0	-0.8	-1.0	-0.8	NA	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	NA
Minimum Score, S _{min}		1.6	1.2	0.9	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.5

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} ≥ S_{min}:

<p>EXTENT OF REVIEW</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered</p> <p>Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p> <p>Soil Type Source: _____</p> <p>Geologic Hazards Source: _____</p> <p>Contact Person: _____</p>	<p>OTHER HAZARDS</p> <p>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</p> <p><input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S_{LS} > cut-off, if known)</p> <p><input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building</p> <p><input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F</p> <p><input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system</p>	<p>ACTION REQUIRED</p> <p>Detailed Structural Evaluation Required?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, other hazards present</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated</p> <p><input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary</p> <p><input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK</p>
---	---	--

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM (INF) = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FC = Flexible diaphragm
 BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt-up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencia (FEMA P – 154)

Anexo E. Tipos de estructuras utilizadas por la FEMA P 154.






Tabla 6. Tipos de Estructuras Utilizadas en FEMA P 154

W1	Edificios con estructura de madera ligera residenciales y comerciales menores o iguales a 5.000 pies cuadrados
W2	Edificios ligeros con estructura de madera más grande de 5.000 pies cuadrados
S1	Edificios con estructura de acero resistentes a momento
S2	Edificios con estructura de acero arriostrados
S3	Edificios de metal ligero
S4	Edificios marco de acero con muros de corte de hormigón colado in situ
S5	Edificios con estructura de acero con paredes de mampostería no reforzada de relleno
C1	Edificios de estructura de hormigón resistentes a momento
C2	Edificios de pared de hormigón resistente a corte
C3	Edificios con estructura de hormigón con paredes de mampostería de relleno no reforzada
PC1	Edificio hormigón prefabricado.
PC2	Edificio con estructura de hormigón armado prefabricado.
RM1	Edificios de mampostería reforzada con suelo flexible y diafragmas de techo
RM2	Edificios de mampostería reforzada con suelo rígido y diafragmas de techo
URM	Edificios de pared de apoyo de mampostería no reforzada

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencia (FEMA P-154)

Anexo F. Tipologías de estructuras.


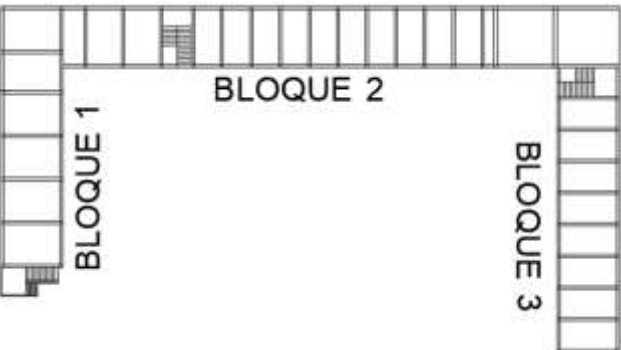
Tabla 7. Tipologías de Estructuras según la FEMA P -154

Edificio Identificador	Fotografía	Puntuación básica estructural	Características y rendimiento
W1		H=4.4 M=5.2 L=7.4	La mayoría de los materiales de acabado exteriores comunes son el revestimiento de metal, o estudio.
W2		H=3.8 M=4.8 L=6.0	Se trata de grandes edificios de apartamentos, edificios comerciales o industriales.
S1		H=2.8 M=3.6 L=4.8	Estructuras de acero resistentes a momentos.
S2		H=2.8 M=3.6 L=4.8	Marcos arriostrados se utilizan a veces para edificios largos y estrechos debido a su rigidez.
S3		H=3.2 M=3.8 L=4.6	En el interior de la mayoría de estos edificios, no tienen acabados interiores y en su esqueleto

			estructural se puede ver fácilmente.
S4		H=2.8 M=3.6 L=4.8	Las cargas laterales son resistidas por muros de corte, que generalmente rodean los núcleos de ascensores y escaleras.
S5		H=2.0 M=3.6 L=5.0	Columnas de acero son relativamente delgadas y pueden estar ocultos en las paredes.
C1		H=2.8 M=3.6 L=4.8	Todos los marcos de hormigón expuestas están reforzados de hormigón.
C2		H=1.6 M=3.2 L=4.4	Edificios con muro de concreto generalmente se echaron en el lugar, y muestran signos típicos de hormigón in situ.
C3		H=3.2 M=3.8 L=4.6	Columnas y vigas de hormigón pueden ser espesor de pared completa y pueden ser expuestos para

			su visualización en los laterales.
PC1		H=2.5 M=3.2 L=4.4	El techo puede ser un diafragma de madera y vigas de madera laminada o un sistema de cubierta de acero y viguetas en el interior del edificio sobre columnas tubos de acero.
PC2		H=2.4 M=3.2 L=4.5	Prefabricados de estructuras de hormigón son, en esencia, el correo y construcción de vigas de hormigón.
RM1		H=2.8 M=3.6 L=4.8	Se requiere una inspección interna para determinar si los diafragmas son flexibles o rígidos.
RM2		H=2.8 M=3.4 L=4.6	Las paredes son ya sea de ladrillo o bloque concreto.
URM		H=1.8 M=3.4 L=4.6	Estos edificios utilizan a menudo débil mortero de cal para unir las unidades de mampostería juntos.

Anexo G. Llenado del formulario con la información obtenida.

	Información de identificación del edificio Dirección: Calle General Manuel Serrano, Avenida de las Palmeras y Santa Rosa código postal 070101 Otras referencias: Nombre del edificio: Colegio de Bachillerato "Ismael Pérez Pasmiño" Uso: Unidad Educativa Latitud: _____ Longitud: _____ S _s _____ S _r _____ Evaluador: Christian Ricardo Rivas Encarnación Fecha/hora: 25 de enero 2022, 13:30 pm
	Características del edificio: N# pisos: 2 Niveles Superiores: 1 Niveles posteriores 1 año de construcción: 1962 Área total de pisos m ² : 745.99 Nombre de la edificación: Colegio de Bachillerato "Ismael Pérez Pasmiño" Adiciones: <input type="checkbox"/> Ninguna: <input type="checkbox"/> SI, año de construcción:
	OCUPACION Montaje Industrial Comercial Oficina Deposito Serv. de Emerg. Escuela Bodega Histórico albergue Gubernamental Residencial, # unidades _____
	Tipo de suelo <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F DNK Roca Roca Suelo Suelo Suelo si no sabe Dura Rígida Denso Rígido Suave Pobre Asumir D
Bosquejo	PELIGROS GEOLOGICOS: Licuefacción YES/NO/DNK Deslizamientos YES/NO/DNK Fallas Geo.: YES/NO/DNK Proximidad <input type="checkbox"/> Golpeteo <input type="checkbox"/> Peligro de caída del edificio adyacente
	Irregularidades <input type="checkbox"/> Vertical (Tipo/severidad): _____ <input type="checkbox"/> Planta (Tipo): _____ Peligros de caída exterior: <input type="checkbox"/> Chimeneas sin refuerzo <input type="checkbox"/> Revestimiento pesado <input type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Accesorios <input type="checkbox"/> Otros
Comentarios: No hay planos de la edificación, según autoridades del Colegio, se asume fue construido hace 60 años.	

PUNTUACION BASICA, MODIFICADORES Y PUNTUACION FINAL DE NIVEL 1, SL1

TIPO DE EDIFICIO FEMA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Irregularidad vertical severa, VL1	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Irregularidad vertical moderada, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Irregularidad de planta, PL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre- Código	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post- código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Tipo de suelo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo																	
Suelo tipo E (1-3 pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4

Suelo tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Puntaje min, Smin									1.1								
NIVEL 1 Puntuación Final, SL1 V SMIN																	
ALCANCE DE REVISION																	
<p>EXTERIOR: <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/></p> <p>TODOS LOS LADOS <input type="checkbox"/> AEREA <input type="checkbox"/> NINGUNO <input type="checkbox"/></p> <p>INTERIOR: <input type="checkbox"/> INGRESO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>DIBUJOS REVISADOS: _____</p> <p>FUENTE TIPO DE SUELO: _____</p> <p>FUENTE PELIGRO GEOLOGICO: _____</p> <p>PERSONA DE CONTACTO: _____</p>																	
¿EVALUACIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA?																	
<input type="checkbox"/> Si, Puntaje Final Nivel 2, SL2 _____ <input type="checkbox"/> No ¿Peligros no estructurales? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No																	
OTROS PELIGROS																	
<p>¿Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?</p> <p><input type="checkbox"/> Potencial golpeteo, (a menos que SL2 > que el puntaje límite aceptable)</p> <p><input type="checkbox"/> Peligro de objetos que puedan caer de edificaciones adyacentes</p> <p><input type="checkbox"/> Peligros geológicos o suelo Tipo F</p> <p><input type="checkbox"/> Daño/deterioro significativo en el sistema estructural</p>																	
ACCION REQUERIDA																	
<p>¿Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?</p> <p><input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación</p> <p><input type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable</p> <p><input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>¿Se recomienda una Evaluación No Estructural? (chequear uno)</p> <p><input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados</p> <p><input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación</p> <p><input type="checkbox"/> No, no se han identificado peligros no estructurales</p>																	
Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguiente, EST = Estimado o datos no confiables O DNK = no se sabe																	
Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154), Apéndice B. Pág. 250																	

Anexo H. Problemas que presentan los bloques del Colegio.

Agrietamiento en la losa.



Fuente: Autor

Desprendimiento de recubrimiento en losa de 2 planta y vista de hierro.



Fuente: Autor

Agrietamiento en la unión de losa, viga y vista de hierro.



Fuente: Autor

Anexo I. Pasillos de la institución en planta baja y planta alta.



Fuente: Autor



Fuente: Autor