

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
TÉCNICA N° 21007 FÉLIX B. CÁRDENAS – SANTA MARÍA**

PRESENTADO POR:

Bach. MIGUEL ALFREDO MENDOZA SÁNCHEZ.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA CIVIL

ASESOR:

Ing. ROMAN AGUIRRE ORTIZ

Registro CIP 73106

HUACHO - 2018

TESIS

ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA N° 21007 FÉLIX B. CÁRDENAS – SANTA MARÍA

PRESENTADO POR:

Bach. MIGUEL ALFREDO MENDOZA SÁNCHEZ.

Ing. Julio Cesar Barrenechea Alvarado

Registro CIP 98989

Presidente

Ing. Jhon Herbert Obispo Gavino

Registro CIP 68007

Secretario

Ing. Elias Filiberto Requena Soto

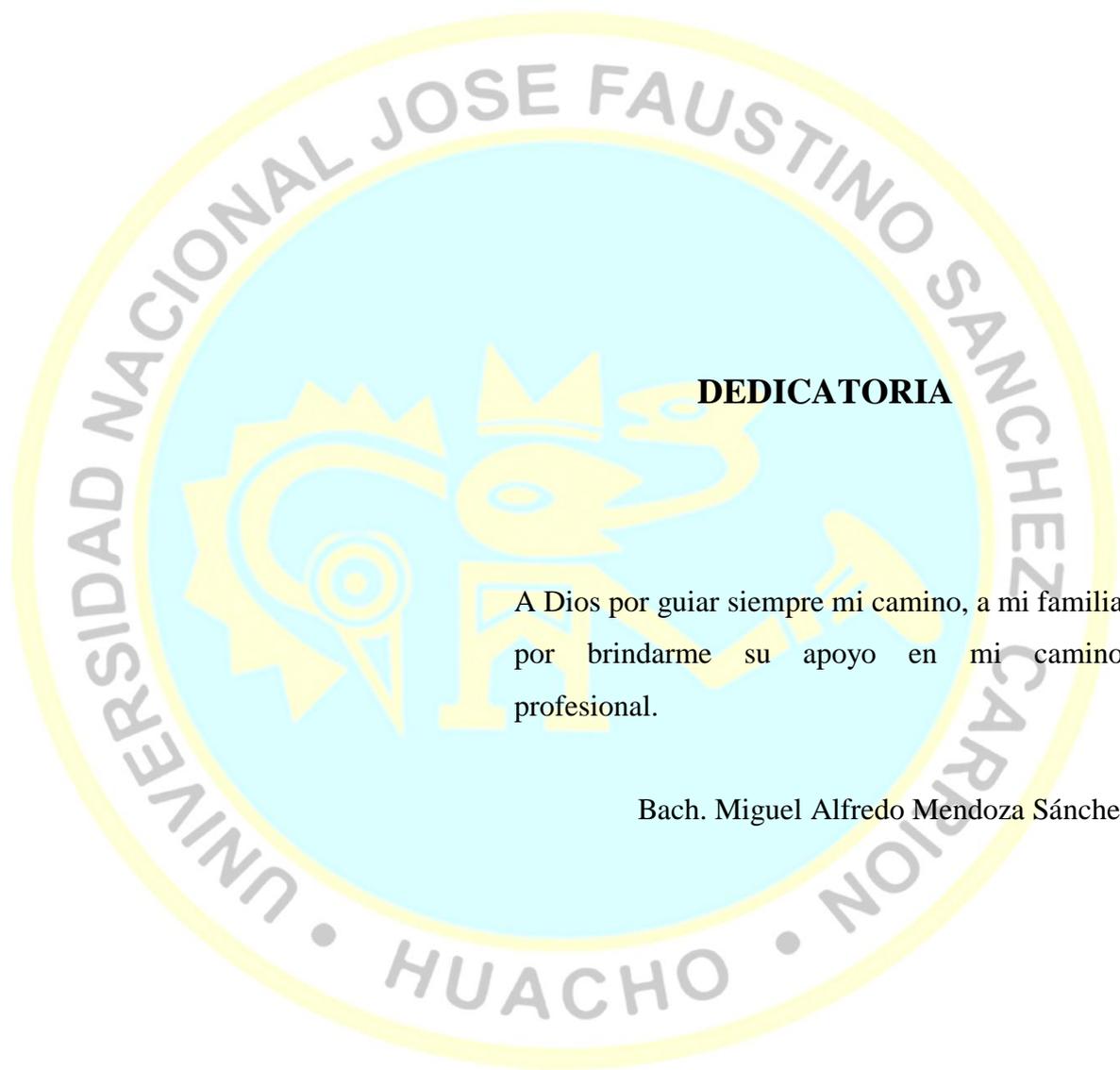
Registro CIP 52920

Vocal

Ing. Roman Aguirre Ortiz

Registro CIP 73106

Asesor



DEDICATORIA

A Dios por guiar siempre mi camino, a mi familia por brindarme su apoyo en mi camino profesional.

Bach. Miguel Alfredo Mendoza Sánchez.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme lograr este nivel profesional y también en forma muy especial a mi familia, por el valioso apoyo moral y afectivo.

A mi asesor Ing. Aguirre por el asesoramiento y tiempo brindado.

Al director, plana docente, administrativa y alumnado de la Institución Educativa N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María por las facilidades brindadas en la recopilación de datos para mi investigación.

También tengo un compromiso de gratitud con los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil que han contribuido con el logro de mi trabajo de investigación.

Bach. Miguel Alfredo Mendoza Sánchez.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPITULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2 Formulación del problema.....	19
1.2.1 Problema General.....	19
1.2.2 Problemas Específicos.....	19
1.3 Objetivos de la investigación.....	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación.....	20
1.4.1 Justificación Teórica.....	20
1.4.2 Justificación Práctica	20
1.4.3 Justificación Legal	20
1.4.4 Justificación Social	20

1.5	Delimitación del estudio.....	20
1.5.1	Delimitación Espacial.....	20
1.5.2	Delimitación Temporal.....	21
1.5.3	Delimitación Teórica	21
1.6	Viabilidad del estudio.....	21
1.6.1	Viabilidad técnica	21
1.6.2	Viabilidad ambiental.....	21
1.6.3	Viabilidad financiera.....	21
1.6.4	Viabilidad social	21
CAPÍTULO II.....		22
MARCO TEÓRICO		22
2.1	Antecedentes de la investigación.	22
2.1.1	Antecedentes Nacionales.....	22
2.1.2	Antecedentes Internacionales.....	29
2.2	Bases teóricas.....	35
2.2.1	Riesgo sísmico.....	35
2.2.2	Sismotectónica.....	38
2.2.3	Vulnerabilidad sísmica.	39
2.2.4	Clases de vulnerabilidad sísmica.	41
2.2.4.1	Vulnerabilidad estructural.	41
2.2.4.2	Vulnerabilidad no estructural.	42
2.2.4.3	Vulnerabilidad funcional.....	42
2.2.5	Métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	43
2.2.5.1	Método ATC 21 (fema 154) procedimiento de investigación visual rápida RVS (“rapid visual screening procedure”).....	44
2.2.6	Características de un probable terremoto en lima	46

2.3	Definición de términos básicos.	47
2.4	Formulación de hipótesis.....	48
2.4.1	Hipótesis General.....	48
2.4.2	Hipótesis Específica.....	48
CAPITULO III.....		49
METODOLOGÍA.....		49
3.1	Diseño metodológico.....	49
3.1.1	Tipo de investigación.....	49
3.1.2	Nivel de investigación.....	49
3.1.3	Diseño.....	50
3.1.4	Enfoque.....	50
3.2	Población y muestra.....	50
3.2.1	Población.....	50
3.2.2	Muestra.....	50
3.3	Operacionalización de variables e indicadores.....	51
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	52
3.4.1	Técnicas a emplear.....	52
3.4.2	Descripción de los instrumentos.....	52
3.5	Técnicas para el procesamiento de la información.....	53
CAPITULO IV.....		54
RESULTADOS.....		54
4.1	Características de la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María y comportamiento estructural.....	54
4.2	Debilidades más comunes hallados en la Institución Educativa Técnica N° 21007- Felix B. Cárdenas.....	55

4.3	Estudios y ensayos realizados en la infraestructura.	56
4.4	Métodos de reconocimiento para la evaluación del concreto estructural	58
4.5	FEMA 154 formulario de recolección de datos.....	63
CAPÍTULO V		72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
5.1	Conclusiones.....	72
5.2	Recomendaciones.....	72
CAPÍTULO VI		74
FUENTES DE INFORMACIÓN		74
6.1.	Fuentes bibliográficas.....	74
6.2.	Fuentes hemerograficas.....	77
6.3.	Fuentes documentales.....	78
6.4.	Fuentes electrónicas.....	80
ANEXOS.....		81

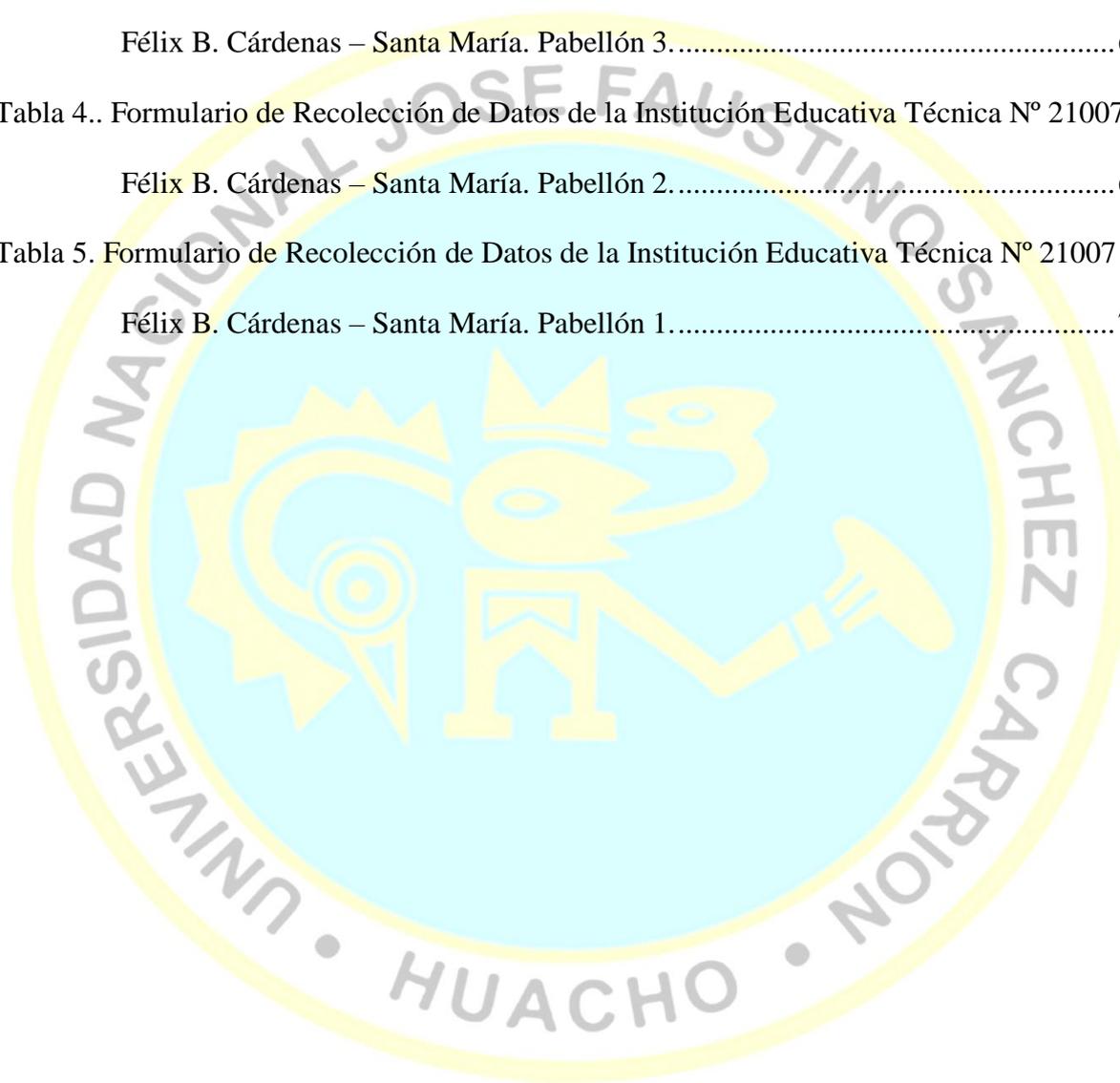


ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la población del área metropolitana de Lima y Callao en relación al resto del Perú (1994 – 2005)	25
Figura 2. Vulnerabilidad se relaciona con el riesgo y su amenaza.	40
Figura 3. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.	55
Figura 4. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.– Referente a las aulas de Taller.	56
Figura 5. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.	58
Figura 6. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.	60
Figura 7. Fisuras existentes en la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas.	61
Figura 8.. Fisuras existentes en la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas.	62
Figura 9. Fotografía – Aula de Área Técnica de Carpintería de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	51
Tabla 2. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.....	63
Tabla 3. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. Pabellón 3.....	66
Tabla 4.. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. Pabellón 2.....	68
Tabla 5. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. Pabellón 1.....	70



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Frontis de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.	82
Anexo 2: Tomas de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.	83



ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA N° 21007 FÉLIX B. CÁRDENAS – SANTA MARÍA

Miguel Alfredo Mendoza Sánchez¹

RESUMEN

Objetivo: Identificar los puntos de riesgo sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. **Métodos:** Investigación no experimental transversal descriptivo, utilizando el método de investigación Visual rápida de edificios con riesgo sísmico potencial FEMA 154. **Resultados:** a) La infraestructura del pabellón asignado para las especialidades técnicas muestra regular calidad en alguno de los materiales como existen otros materiales en muy buen estado, su estado de conservación es bueno, y se recomienda mejoramiento al suelo del área del pabellón, presenta vulnerabilidad baja. b) La infraestructura del pabellón asignado es para el nivel secundario, las aulas y laboratorios muestra buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable. c) Las aulas muestran buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable. d) La infraestructura del pabellón asignado es para el nivel inicial, dirección, sala de docentes, muestra buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable. **Conclusiones:** a) El comportamiento sísmico de la infraestructura de los diversos pabellones asignado tanto para el para el nivel inicial, primario y secundario, dirección, sala de docentes, aulas, laboratorios y demás ambientes de estudio muestran buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable. b) Elementos con riesgos de caer: las ventanas, carpetas, armarios, equipos de fluorescentes, algún muro, revestimiento, fisuras en algún aula, materiales del laboratorio. c) Cabe mencionar que la Institución ha realizado algunas mejoras en las instalaciones de su centro de estudio. d) Es importante mencionar que en la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María que tanto la plana docente, estudiantil, administrativa sabe dónde tendrían que evacuar en caso de ocurrir un sismo, debido que si cumple con los simulacros establecidos.

Palabra clave: Estudio, riesgo sísmico, institución educativa

1: Facultad de Ingeniería Civil, escuela profesional de ingeniería Civil, e-mail: miguelmendoza1120@gmail.com

ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA

N° 21007 FÉLIX B. CÁRDENAS – SANTA MARÍA

Miguel Alfredo Mendoza Sánchez¹

ABSTRACT

Objective: Identify seismic risk points in the Technical Educational Institution No. 21007 Félix B. Cárdenas - Santa María. **Methods:** Transversal non-experimental descriptive research, using the rapid visual investigation method of buildings with potential seismic risk FEMA 154. **Results:** a) The infrastructure of the pavilion assigned to the technical specialties shows regular quality in some of the materials as there are other materials in very good condition, its conservation status is good, and improvement to the floor of the pavilion area is recommended, it presents low vulnerability. b) The infrastructure of the assigned pavilion is for the secondary level, the classrooms and laboratories show good quality in the materials, structural configuration and constructive process, its conservation status is good, it presents low vulnerability. The configuration in plant and acceptable height. c) The classrooms show good quality materials, structural configuration and construction process, their conservation status is good, low vulnerability. The configuration in plant and acceptable height. d) The infrastructure of the assigned pavilion is for the initial level, address, teachers' room, shows good quality in the materials, structural configuration and constructive process, its conservation status is good, it presents low vulnerability. The configuration in plant and acceptable height. **Conclusions:** a) The seismic behavior of the infrastructure of the different pavilions assigned to the initial, primary and secondary level, address, teachers' room, classrooms, laboratories and other study environments show good quality in the materials, structural configuration and constructive process, its conservation status is good, it presents low vulnerability. The configuration in plant and acceptable height. b) Elements with risks of falling: windows, folders, cabinets, fluorescent equipment, some wall, coating, cracks in a classroom, laboratory materials. c) It is worth mentioning that the Institution has made some improvements in the facilities of its study center. d) It is important to mention that in the Technical Educational Institution No. 21007 - Santa María, the faculty, student and administrative staff know where they would have to evacuate in the event of an earthquake, because if they comply with the established drills.

Keywords: Study, seismic risk, educational institution

1: Facultad de Ingeniería Civil, escuela profesional de ingeniería Civil, e-mail: miguelmendoza1120@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Es necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo. Una forma de conocer el probable comportamiento sísmico de un lugar es mediante la evaluación del peligro sísmico en términos probabilísticos, es decir predecir las posibles aceleraciones que podrían ocurrir en un lugar determinado.

Cabe mencionar que a nivel mundial se está promoviendo la evaluación del riesgo sísmico de edificaciones existentes que representen un valor importante para la vida, la economía y la sociedad en general como lo son las instituciones educativas, los hospitales y otras infraestructuras.

La investigación se efectuó en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María en donde consiste en poder descubrir, si la infraestructura de dicha institución educativa, cuenta con aquellos puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento sísmico.

Por su parte, el director del Instituto Geofísico del Perú (IGP), Hernando Tavera, refirió que existe un silencio sísmico de 260 años en la costa central del país.

"La posibilidad de que ocurra un sismo grande en el mar limeño es muy grande, pues hay mucha energía acumulada. Un movimiento de gran magnitud puede producirse en cualquier momento", dijo.

La tesis está dividida en seis capítulos:

El primer capítulo: comprende el **Planteamiento del Problema**; la formulación, objetivos y justificación.

El segundo capítulo: comprende el **Marco Teórico**; este abarca los antecedentes de

la investigación, bases teóricas, definiciones conceptuales y formulación de la hipótesis.

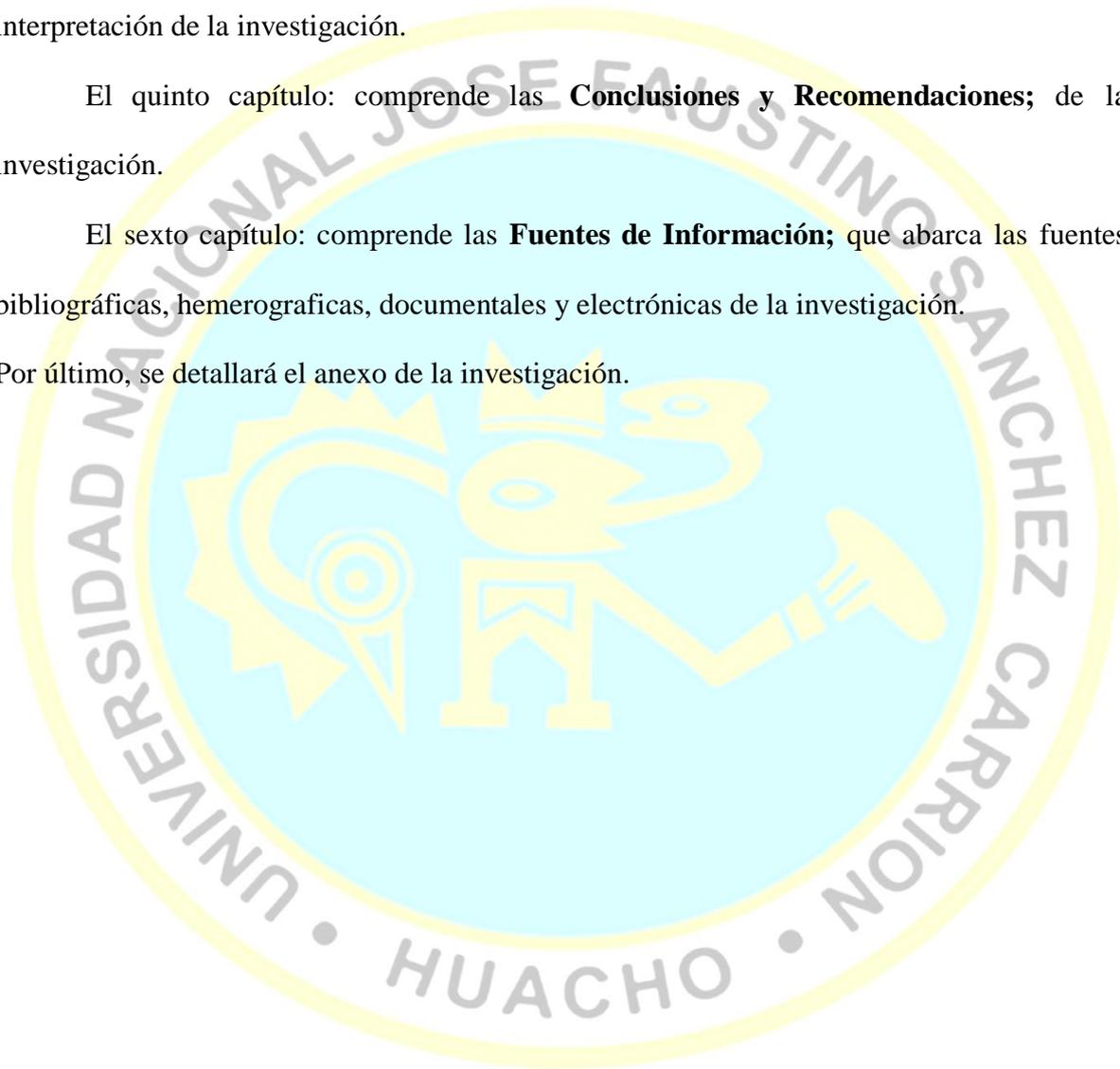
El tercer capítulo: comprende la **Metodología**; que abarca el diseño científico, la población y muestra, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas a emplear y técnicas para el procesamiento de la información.

El cuarto capítulo: comprende los **Resultados** que abarca los planos, cuadros, fotos e interpretación de la investigación.

El quinto capítulo: comprende las **Conclusiones y Recomendaciones**; de la investigación.

El sexto capítulo: comprende las **Fuentes de Información**; que abarca las fuentes bibliográficas, hemerográficas, documentales y electrónicas de la investigación.

Por último, se detallará el anexo de la investigación.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales.

Es necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo.

Una forma de conocer el probable comportamiento sísmico de un lugar es mediante la evaluación del peligro sísmico en términos probabilísticos, es decir predecir las posibles aceleraciones que podrían ocurrir en un lugar determinado.

En las normas de diseño se especifican las cargas sísmicas, por lo que no es necesario realizar investigaciones detalladas de la actividad sísmica del área donde se construirán estructuras comunes.

El coeficiente de diseño sísmico a ser usado en el diseño sísmico pseudo-estático se determina en base a la zona, condición del suelo e importancia de la estructura.

Si la estructura es flexible, la carga sísmica se modifica tomando en cuenta su periodo fundamental. Sin embargo, cuando se planifican estructuras importantes, deben evaluarse sus capacidades de resistir terremotos en base a estudios detallados de peligro sísmico.

Tales estructuras incluyen: grandes presas, puentes con luces grandes, túneles y centrales nucleares. También se necesitan estudios detallados para la evaluación del peligro sísmico en una zona grande por urbanizar.

Un estudio de vulnerabilidad sísmica tiene como finalidad descubrir en una edificación existente los puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento sísmico. Esta vulnerabilidad se evalúa para los elementos estructurales (columnas, vigas, aligerados, placas, etc.), como para

los no estructurales (tabiques, equipos, tuberías, vidrios, etc.). Estos estudios se deben realizar con mayor rigidez y compromiso debido a que somos un país altamente vulnerable a dichos eventos sísmicos, más aun perteneciendo al cinturón de fuego del pacifico.

El evaluar edificios existentes es un tema que no ha calado del todo en los profesionales peruanos involucrados en el diseño y se hace énfasis en el cálculo estructural y construcción de nuevos edificios desatendiendo a aquellos que ya existen, están operativos y albergan a muchas personas.

Esto tal vez se realiza para no mirar atrás y no crearse “problemas” si existiera alguna irregularidad seria en el edificio tras dicho estudio.

La Teoría de las Placas Tectónicas nos explica la generación de los sismos e identifica los lugares de mayor riesgo sísmico. América del Sur se encuentra en una brecha sísmica y, el Perú es uno de los países con actividad sísmica significativa en el mundo, siendo esta principalmente relacionada con el proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca) bajo la placa continental (Sudamericana).

Este proceso genera una constante acumulación de energía que se libera en forma de terremotos, en tanto esto ha motivado a muchos investigadores a realizar estudios a fin de conocer la geometría de la subducción, así como zonificar las zonas de mayor deformación superficial en el interior del continente.

En el Perú se tiene conocimiento de un proyecto de diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica de hospitales, realizada en 1997 con apoyo de la OPS/OMS, como el del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati. Aquí se evalúan sólo los componentes no estructurales, pero de una manera cualitativa.

Países pioneros en el desarrollo de metodologías orientadas a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes son Japón y Estados Unidos. Ambos países, al igual que otros más, aportan métodos analíticos para evaluar detalles de la posible

vulnerabilidad de una estructura ante algún sismo probable.

El terremoto del Perú, ocurrido el 31 de mayo de 1970 de magnitud 7,7 en la escala de Richter, fue uno de los mayores ocurridos en el Hemisferio Sur y provocó el colapso de casi todos los edificios escolares.

Ocurrieron importantes daños en la mampostería y en la estructura de un centro de salud construidos recientemente y aún no ocupados, con daños en aquellos equipos médicos que aún no habían sido anclados.

Con los resultados obtenidos se esperan emitir juicios valorativos y plantear alternativas de solución al respecto; así como, proponer acciones de mitigación en desastres naturales en edificaciones.

En Ica se concentró la mayoría de daños. De las más de 434 mil personas damnificadas, el 83,7% eran de esa región. Además, el terremoto dejó a unas 221 mil personas afectadas y derrumbó más de 52 mil viviendas, sobre todo en la ciudad de Pisco. El movimiento fue tan atroz que destruyó varios tramos de la Panamericana Sur, provocó la caída de un puente y generó el colapso de los servicios de agua, luz, teléfono e Internet en varios sectores del país.

Hoy, el Instituto Geofísico del Perú estima que terremoto de Pisco fue de magnitud 8 en la escala conocida como magnitud de momento (Mw). No obstante, el Ingeniero Hernando Tavera advierte que tampoco sería erróneo señalar que el terremoto tuvo una magnitud de 7,9 Mw –como se informó al principio- debido a que hay varios métodos para calcular la energía liberada en el foco sísmico y el resultado puede estar en un rango de valores cercano.

Respecto a las escalas, Tavera precisa que la ciudadanía está acostumbrada a escuchar reportes en la escala sismológica de Richter (nombrada así en honor al científico Charles Richter), también llamada de magnitud local.

No obstante, esta solo es útil cuando el sismo tiene una magnitud de hasta 6,5. Para sismos más potentes, se usaba la escala de magnitud de ondas superficiales, que registra terremotos de hasta 8 grados.

Actualmente, la escala más acertada –y la utilizada por el IGP- es la de magnitud de momento (M_w), que permite medir sin restricción sismos pequeños o grandes como el que ocurrió en Japón en el 2011.

En la actualidad catedráticos de la UNMSM vienen realizando investigaciones acerca de los daños y acciones de prevención en nuestro país, determinando los puntos y lugares vulnerables tanto de Lima como de los demás departamentos de nuestro país.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema General.

- ¿Cómo podemos identificar los puntos de riesgo sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas - Santa María?

1.2.2 Problemas Específicos.

- ¿Cómo podemos evaluar las propiedades de los materiales utilizados de la infraestructura en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María?
- ¿Cómo podemos describir el comportamiento sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General.

- Identificar los puntos de riesgo sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Evaluar las propiedades de los materiales de la infraestructura en la Institución

Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas - Santa María.

- Describir el comportamiento sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación Teórica

Se justifica teóricamente debido a que se cuenta con información especializada y actualizada relacionada a la institución educativa.

1.4.2 Justificación Práctica

Presenta una justificación práctica debido a que su aplicación e implementación contribuirá en prevenir un potencial problema en las edificaciones de la institución educativa

1.4.3 Justificación Legal

Se justifica legalmente porque considera las normativas legales y/o legislaciones vigentes conjuntamente con los avances tecnológicos.

1.4.4 Justificación Social

Presenta una importante relevancia social, en vista que desarrolla un análisis de la infraestructura de la institución educativa que permitirá reducir los riesgos de accidentes y muertes ante eventuales sismos.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación Espacial

Lugar : Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas
Distrito : Santa María
Provincia : Huaura
Departamento : Lima
Región : Lima provincias

1.5.2 Delimitación Temporal

Mes : Octubre

Año : 2018

1.5.3 Delimitación Teórica

- Riesgo sísmico
- Institución educativa

1.6 Viabilidad del estudio

1.6.1 Viabilidad técnica

Viable técnicamente debido que se dispone de datos de la infraestructura de la Institución Educativa.

1.6.2 Viabilidad ambiental

Debido a la naturaleza del estudio, no se generan impactos ambientales negativos, se realizaron trabajos de gabinete con las informaciones disponibles.

1.6.3 Viabilidad financiera

El requerimiento económico para el estudio estuvo garantizado por el investigador.

1.6.4 Viabilidad social

Viable socialmente, dado que se cuenta con personal calificado y no calificado como personal de apoyo para la realización del estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes Nacionales.

En el Perú se tiene conocimiento de un proyecto de diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica de hospitales, realizada en 1997 con apoyo de la OPS/OMS, como el del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati. Aquí se evalúan sólo los componentes no estructurales, pero de una manera cualitativa.

De algún estudio realizado en la región de Piura se conocen los estudios de vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas y algunas edificaciones hechas por dos tesis de la UDEP aplicando unas metodologías como lo son el ATC-21, ATC-22.

Laucata Luna, Johan Edgar (2013). Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Informales en la Ciudad de Trujillo - Pontificia Universidad Católica del Perú.

La investigación genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para ello se ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente.

La mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva.

Para recolectar la información para este trabajo de tesis se encuestaron 30 viviendas en 02 distritos de la ciudad de Trujillo, que se seleccionaron por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería.

La información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción.

Posteriormente el trabajo de gabinete se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad y peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas.

Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas.

Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico.

Morales Soto Nelson, Zavala Carlos (2008). Terremotos en el litoral central del Perú: ¿podría ser Lima el escenario de un futuro desastre?

La historia sísmica del Perú muestra que vivimos en una zona de alta actividad sísmica, donde la ciudad de Lima ha sido protagonista en varias oportunidades de sismos destructores y otros fenómenos naturales asociados como los tsunamis. En este reporte se expondrán las razones del porqué un terremoto podría afectar a la ciudad de Lima en un futuro.

Aunque no se dispone de un método de predicción sísmica científicamente aceptado se reconoce que hay territorios con gran proclividad sísmica, aquellos ubicados en el Círculo de Fuego del Pacífico soportan el 80% de la actividad sísmica y volcánica del planeta.

La historia de nuestro país muestra que el litoral es una zona de alta actividad sísmica, la ciudad de Lima ha sufrido terremotos destructores seguidos de grandes maremotos.

Estos antecedentes recomiendan la aplicación de componentes de gestión del riesgo en proyectos públicos y privados, y el fortalecimiento de la mitigación y los preparativos para desastres, así como el desarrollo de una cultura de la seguridad.

Lima metropolitana y el callao:

La fundación española de la Ciudad de los Reyes se produce el 18 de enero de 1532, el trazo inicial, de bloques cuadrados y calles estrechas desarrolladas alrededor de la Plaza Mayor, imita el de las ciudades españolas. Lima, capital del Perú, se encuentra localizada en la costa central del país a orillas del océano Pacífico, entre las coordenadas 77° 03 W y 12° 04 S.

Topografía, suelo y geología:

Las características del suelo tendrán una importancia preponderante en el nivel de daños producidos por un terremoto de gran magnitud. Lima Metropolitana asienta en su mayor parte sobre una suave llanura de material aluvional con pendiente de 4-5% en dirección NE-SO.

Los depósitos aluviales proceden en su mayoría del delta del río Rímac o del río Chillón, los cuales por su pronunciada pendiente arrastran abundante material erosionado.

El suelo de la zona central de Lima, conglomerado de canto rodado y grava en una matriz limo-arenosa y con una napa freática muy profunda, es sísmicamente adecuado por su compacidad y resistencia, mostrando capacidad de carga de 3 kg/cm².

En la parte central del Callao, los estratos superficiales de capas de arena limosas arcillosas y una napa freática a 2 ó 3 metros, otorgan una presión admisible de 0,5 a 1 kg/cm²; en La Molina el suelo es de sedimentos de limo-arena-arcilla con gravas y lodos, y la napa freática está a unos 13 metros, la resistencia del terreno es de 0,5 a 1,5 kg/cm².

Se reconocen como suelos sísmicamente desfavorables los de sedimentos aluviales arenosos en Chorrillos, los acantilados costeros y los depósitos de basura en las riberas del río Rímac y San Martín de Porres (1,2).

Expansión:

Lima tiene 8,154 millones de habitantes y representa el 30% de la población peruana al 2005 (Figura 1) (3,4), gran parte del crecimiento de la ciudad ha sido invasivo y originado en la llegada de migrantes rurales que se han asentado en los arenales de la periferia, en quebradas de las estribaciones andinas o han ocupado antiguas viviendas del centro histórico, esto ha incrementado exponencialmente los problemas de urbanismo de Lima, y con ello su vulnerabilidad sísmica(5).

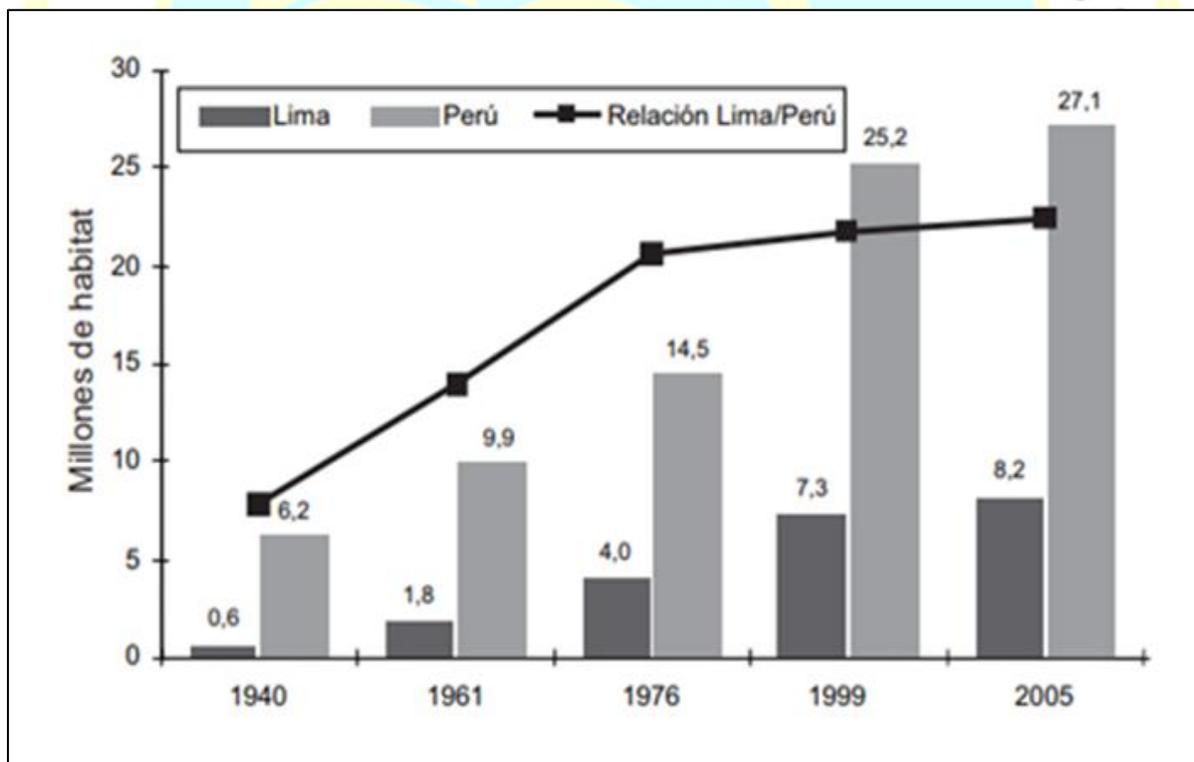


Figura 1. Evolución de la población del área metropolitana de Lima y Callao en relación al resto del Perú (1940 – 2005)

Olarte & Julca (2006), en Evaluación Del Riesgo Sísmico Del Centro Histórico De Chiclayo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

Casi la totalidad de edificaciones de adobe presenta una vulnerabilidad alta. Además, las edificaciones de albañilería y concreto armado presentan una vulnerabilidad entre baja a media.

La vulnerabilidad alta de las edificaciones de adobe se debe principalmente a que ofrecen una mala resistencia convencional, además casi no poseen ductilidad.

Esto sumado a la presencia de humedad en casi la totalidad de ellas, debido a la capa freática elevada, origina que los enlaces entre las partículas de arcilla del adobe se debiliten, lo que origina un pésimo comportamiento sísmico de las edificaciones de adobe.

Con respecto a los escenarios de daño para las diferentes aceleraciones esperadas, para el sismo raro se tendría daño severo en 1449 edificaciones, la mayoría de adobe, así como varias edificaciones de albañilería y algunas de concreto armado.

Las zonas de mayor riesgo sísmico están dispersas en toda la ciudad, pues las edificaciones de adobe están dispersas en toda el área.

Universidad Nacional de Ingeniería, (2003) en Vulnerabilidad Sísmica de la Catedral de Cusco Perú.

La estructura de la Catedral está concebida para soportar cargas de gravedad. La forma de los arcos y bóvedas es tal que la resultante de fuerzas en cualquier sección está dentro del núcleo central. Por ello no se producen tracciones, que no podrían ser resistidas con los materiales empleados.

Los esfuerzos máximos de compresión producidos por las cargas de gravedad están, en términos promedio, dentro de los límites admisibles.

La razón de esbeltez de los pilares, y localmente, la esbeltez de las paredes de los

pilares constituidas por mampostería con aparejo, no son excesivas.

Las fisuras y despostillamientos en la mampostería de los pilares se deben posiblemente a concentraciones de esfuerzos, originadas a su vez por imperfecciones en los bloques de piedra.

Originalmente estas imperfecciones eran compensadas por el mortero. Sin embargo, como resultado del muy lento flujo plástico de ese material, ha ocurrido una redistribución de los esfuerzos, observándose concentraciones donde los bloques tienen pequeñas protuberancias y las juntas mayor rigidez.

La estructura de la Catedral no es tan eficiente para soportar acciones de sismo. Éstas son intrínsecamente variables, pudiéndose fácilmente producir tracciones que excederían la poca capacidad de la mampostería de piedra ante tales esfuerzos.

Entre las características desfavorables está la alta razón peso/resistencia (en comparación a otros materiales) y la falta de ductilidad.

Entre las características favorables están la alta densidad de muros, acorde con los materiales empleados, y el uso de contrafuertes, que aportan rigidez y estabilidad en dirección transversal, lo que explica que la estructura haya podido resistir sismos de intensidad moderada.

Los elementos más vulnerables frente a sismos son las bóvedas y los arcos. Los modelos numéricos indican que un evento con las características del sismo de diseño, produciría daños importantes en las bóvedas.

Universidad Nacional de Ingeniería & Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres DPMD - CISMID - FIC - UNI, (2005) en La Vulnerabilidad Sísmica del Distrito del Rímac En la Ciudad de Lima, Perú. Concluye:

El 47.3 % de las viviendas evaluadas, presenta más de 30 años de antigüedad, estas

edificaciones presentan un nivel de vulnerabilidad alto, pues fueron construidas sin la contribución de ningún código de diseño sísmico, es decir aquellas construidas antes del Código de Diseño de 1977.

En el Sector Salud, el distrito presenta una alta vulnerabilidad sísmica, encontrándose notoriamente vulnerabilidad estructural (Puesto de Salud los Ángeles), vulnerabilidad no estructural (Centro de Salud Villacampa), y vulnerabilidad funcional (Centro de Salud Ciudad y Campo), siendo el Ministerio de Salud, el municipio y la comunidad responsables de tomar medidas preventivas de manera inmediata.

En el Sector Educativo, se encontraron principalmente diversos problemas constructivos, por ejemplo, la Institución Educativa N° 2063 ha sido construida sobre relleno, lo que genera un alto peligro para sus alumnos y para la población, pues no podría cumplir su función de zona de refugio temporal.

Yamín Lacouture Luis Eduardo, Phillips Bernal Camilo, Reyes Ortiz Juan Carlos, Ruiz Valencia Daniel. (2007). Estudios de Vulnerabilidad Sísmica, Rehabilitación y Refuerzo de Casas en Adobe y Tapia Pisada.

La tierra es uno de los materiales más antiguos usados en la construcción de edificaciones. La construcción con tierra tiene miles de años de historia y existe evidencia arqueológica que sugiere la existencia de ciudades construidas enteramente en tierra: Jericó, Çatal Huyuk en Turquía, Harappa en Pakistán, Akhlet-Aton en Egipto, Chan-Chan en Perú, Babilonia en Iraq, Duheros en España, entre otras.

Todas las grandes civilizaciones del Medio Este –los asirios, los babilonios, los persas y los sumerios– construyeron con tierra apisonada y con bloques de barro. Por otro lado, cuando los españoles empezaron su conquista del Nuevo Mundo, trajeron consigo el conocimiento de la construcción con adobe y tapia pisada.

Fue así como se inició la construcción de las principales ciudades capitales del reino de la Nueva Granada. Las casas urbanas del común de la gente eran edificadas en uno o dos pisos en adobe y tapia pisada.

Así mismo, en las ciudades se edificaron las construcciones religiosas levantadas en piedra, en tapia pisada o en ladrillo cocido sentado en argamasa.

Con el avance de los siglos, el ladrillo cocido desplazó las técnicas de construcción con tierra y estos sistemas tradicionales han ido desapareciendo. Hoy en día sobreviven diversas edificaciones en tierra que deben ser preservadas.

Las edificaciones de adobe y tapia pisada presentan usualmente unas características constructivas que contribuyen a aumentar su vulnerabilidad sísmica.

Frecuentemente la edad de estas edificaciones y el deterioro de las propiedades mecánicas de sus materiales llevan a una disminución adicional de su capacidad de soportar un terremoto.

Los principales factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad sísmica de viviendas en adobe y tapia pisada son: irregularidades en planta y en altura, distribución inadecuada de los muros en planta, pérdida de la verticalidad –o plomo– de los muros, problemas de humedad, filtraciones, conexión inadecuada entre muros, pérdida de recubrimiento de muros, uso de materiales no compatibles, entrepisos pesados y ausencia de diafragmas, apoyo y anclaje inadecuado de elementos de entepiso y cubiertas sobre muros, entrepisos muy flexibles, luces muy largas y estructuración de cubierta deficiente.

2.1.2 Antecedentes Internacionales.

Cilento Sarli, Alfredo. (2002). Sobre la Vulnerabilidad Urbana de Caracas – Venezuela.

La modificación del medio ambiente natural, para albergar las actividades necesarias para la vida de los humanos, es en esencia lo que realizan el conjunto de variados actores vinculados al sector económico de la construcción.

La progresiva urbanización de la población –que a principios de este siglo ya sobrepasa la mitad de la población mundial y que, en 25 años más, se acercará a 70%– y las modificaciones implícitas en el uso del suelo han llevado a que el medio ambiente modificado pase de la condición de sistema “contenido” a la de “contenedor” de ecosistemas.

Esto implica un incremento de los riesgos asociados a las amenazas naturales, “puesto que los ecosistemas de la biosfera están cada vez más saturados de sistemas artificiales”, con el evidente efecto de reducir sus capacidades de autorregulación y asimilación (Yean, 1999).

Venezuela es uno de los países más urbanizados del mundo, con casi 90% de población urbana y cerca de 50% de su población viviendo en barrios pobres, lo que de por sí implica una muy alta vulnerabilidad en todos sus centros urbanos.

Lavell Allan (1993). *Prevención y Mitigación de Desastres en Centroamérica y Panamá: una Tarea Pendiente*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Centroamérica, con un área geográfica de un poco más de medio millón de kilómetros cuadrados y una población de cerca de 30 millones, ha estado sujeta históricamente a un rango muy variado de mecanismos físicos generadores de desastres.

Desastres de gran escala como los asociados con los terremotos de Managua, (1972), Guatemala (1976), San Salvador (1986), Limón, Costa Rica (1991), y los huracanes Fifi en Honduras (1974) y Juana en Nicaragua (1988), constituyen procesos extremos en una región geográfica en donde múltiples comunidades están sujetas, anualmente, a dislocaciones físicas y sociales relacionadas con eventos de menor escala de tipo sísmico y volcánico, por inundaciones, sequías, deslizamientos o avalanchas.

En este escrito intentaremos ofrecer una reseña de variados aspectos relacionados con la problemática de los desastres naturales en Centroamérica. En una primera sección proveemos una visión sumaria de un esfuerzo hecho para establecer una zonificación de riesgo en la región, visto desde la perspectiva tanto de la vulnerabilidad física como de la vulnerabilidad social.

En una segunda sección analizamos el marco institucional, administrativo, legal y de políticas prevaleciente en la región, relacionado con la prevención, mitigación y atención de desastres. Y, en nuestra tercera sección ofrecemos unas ideas generales, en cuanto a cambios necesarios en la orientación tanto de la investigación como de las políticas para el futuro en el área de los desastres.

Los aspectos que se abordan en nuestro documento derivan principalmente de los resultados de un estudio de los seis países centroamericanos, concluido en 1991, y realizado bajo los auspicios de la Confederación Universitaria Centroamericana, con el apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (CSUCA 1990-91).

Este estudio intentó proveer un análisis comprensivo de los condicionantes sociales del desastre en la región, en oposición al estudio de los procesos físicos existentes (los sismos, huracanes, etc.), que han recibido tradicionalmente una mayor atención por parte de la comunidad científica y practicante, tanto dentro como fuera del istmo.

Limitaciones de tiempo y espacio inevitablemente requieren un acercamiento selectivo a los problemas que hemos seleccionado para consideración, y, a veces, un peligroso nivel de generalización en términos de las conclusiones sobre seis naciones con sus propios niveles de especificidad.

Zonas de riesgo y vulnerabilidad en Centroamérica.

Las características geofísicas del istmo centroamericano, con la confluencia de varias placas tectónicas importantes (Cocos, Caribe, Norteamericana, Nazca, Panameña), extensivos sistemas de fallas locales, y una bipolaridad climática, tipificada en una buena parte de la región por un período lluvioso extensivo y un período de sequía más corto, ofrecen un telón de fondo de condiciones naturales que conducen a la aparición de fenómenos físicos como terremotos, volcanes, sequías e inundaciones, generadores de desastres.

La diversa y acentuada geomorfología de la región, una deforestación extensiva, destrucción de cuencas hidrográficas y altos niveles de degradación ambiental en general; el reducido tamaño de los distintos países y una estrecha posición interoceánica (Pacífico y Caribe-Atlántico), agregan otras dimensiones al rango y naturaleza de los condicionantes de los riesgos enfrentados en la región (Lavell 1991, 1992 en prensa).

Los desastres y otras dislocaciones de menor nivel ocurren en una región inmersa en pobreza y con severos problemas para el crecimiento económico y el desarrollo; y, además, en términos de las severas dificultades enfrentadas en el estímulo de las asignaciones presupuestarias para programas de desarrollo económico y social, a corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo con la última información disponible (la mitad de los 80s), cerca o más del 80% de la población de Honduras, Guatemala y El Salvador vivían debajo de la línea de pobreza, y 70% de la población nicaragüense, 28% de la costarricense y 40% de la panameña vivía en condiciones parecidas (Menjívar y Trejos 1990).

El aumento del Producto Nacional Bruto era lento y el crecimiento del Producto Nacional Bruto per cápita negativo para todos los países de la región entre 1980 y 1989, con Nicaragua constituyéndose en el peor caso (menos 32.1%) y Costa Rica el mejor caso (-8.3%).

La deuda externa de todos los países es extremadamente onerosa, comparada con el tamaño del Producto Nacional Bruto, con un rango que varía entre los 6.2 mil millones de dólares en Nicaragua y los 2.25 mil millones de dólares en El Salvador en 1988 (ECLA 1990, Menjívar y Trejos 1990).

Es precisamente la combinación de los diversos y repetitivos mecanismos físicos con la presencia de una población de alta vulnerabilidad socioeconómica, lo que provee las condiciones para la alta ocurrencia de desastres en Centroamérica, como es el caso en muchas otras regiones del mundo en vías de desarrollo (o de subdesarrollo).

El reconocimiento de que la vulnerabilidad a los desastres no se relaciona unilateralmente con la distribución espacial y temporal de eventos geofísicos mayores, pero que es, más bien, el impacto de éstos sobre matrices sociales altamente vulnerables lo que provee las condiciones para la generación de desastres, ofreció el punto de partida para el proyecto impulsado por el CSUCA, y el esfuerzo hecho para construir una tipología de zonas condicionantes potenciales, tanto de índole natural como social. Comenzando por esta premisa, los investigadores ligados al proyecto en los distintos países intentaron la construcción de una clasificación o tipología de zonas de riesgo que comprendía varias etapas.

Kuroiwa Julio, Deza Ernesto y Jaén Hugo, señalan que, la gran actividad sísmica en nuestro territorio ha cobrado siempre sus mayores víctimas en las construcciones de adobe. “...Más del 90 por ciento de los edificios dañados eran de adobe y su colapso causó más de 40,000.00 muertes”.

Por otro lado, sin embargo, algunas construcciones de adobe resistieron sorprendentemente, los embates del sismo.” ... En Coishco, a 40 kilómetros del epicentro y sobre terreno rocoso, el daño fue mínimo y muchas de las construcciones de adobe

sobrevivieron y están habitadas”.

Debe aceptarse, entonces, que existen ciertas condiciones bajo las cuales este tipo de construcción puede ofrecer un comportamiento “satisfactorio” ante sismos severos.

Lo que constituye un comportamiento “satisfactorio” ante sismos, está adecuadamente resumido en una de las filosofías en boga en la ingeniería antisísmica.

Universidad de Cataluña, Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica (2007) en Evaluación del Riesgo Sísmico Mediante Métodos Avanzados y Técnicas GIS. Aplicación a la Ciudad de Barcelona, España.

Se concluye por tanto que los escenarios obtenidos son altamente representativos y robustos cuando se aplican a una muestra amplia de edificios y se interpretan los resultados mediante una óptica probabilista.

Por consiguiente, los modelos y procedimientos expuestos en esta investigación proporcionan una amplia gama de herramientas de suma utilidad y fiabilidad orientadas a la evaluación del riesgo sísmico y a la predicción de escenarios de daño en medianas y grandes ciudades.

Estos dos aspectos son de gran ayuda para la prevención de catástrofes sísmicas, minoración de la vulnerabilidad de nuestras ciudades, protección civil y planificación y gestión de emergencias sísmicas.

Universidad Industrial de Santander (2007) en Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de experto, Colombia.

En este trabajo se presenta un modelo rápido y sencillo de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería a escala regional.

El modelo fue construido de forma que puede ser aplicado especialmente a zonas donde no se cuenta con información de daños sísmicos reales.

El método se basa en la identificación de las características más relevantes e influyentes en el daño que sufrirá una edificación de mampostería bajo la acción de un sismo.

La valoración de estas características se realizó mediante la determinación de once parámetros, a los cuales se les asignó un grado de vulnerabilidad y un valor de importancia relativa con base en la opinión de expertos.

Universidad de Chile (2009) en Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de albañilería de bloques de hormigón en el norte de Chile.

La información reunida a lo largo del tiempo en un país sísmicamente activo como es Chile, permite obtener importantes resultados relacionados a la vulnerabilidad sísmica en las estructuras construidas en el territorio chileno en los últimos 48 años.

Del análisis de los daños observados se realizó el estudio de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de tipo B: construcciones de albañilería de ladrillo y de piedra labrada sin refuerzo con mortero de cemento encontrándose resultados: deficiencias en la calidad de construcción, mano de obra y los materiales, algunos detalles mala unión entre muros y refuerzos en aberturas, las alternativas es realizar acciones de refuerzo.

Estos resultados confirman mayor vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería estructural construidas con bloques de hormigón en el norte de Chile.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Riesgo sísmico.

El impacto de los sismos en las actividades humanas ha sido un tema tratado en los últimos años en un amplio número de publicaciones desarrolladas por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes en formas diferentes.

La Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios (ONU/DHU) en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promovió una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones que ha sido ampliamente aceptada en los últimos años. El reporte de dicha reunión “Desastres Naturales y Análisis de Vulnerabilidad” incluyó los siguientes:

Amenaza o riesgo (“Hazard”– H): Es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Vulnerabilidad (“Vulnerability” - V): Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 (sin daño) a 1 (pérdida total).

Riesgo Específico (“Specific Risk” – Rs): Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

Elementos bajo riesgo (“Elements at Risk” - E): Son la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

Riesgo Total (“Total Risk” – Rt): Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del Riesgo Específico Rs y los elementos bajo riesgo E.

Puede resumirse lo dicho anteriormente en: $R_t = E \cdot R_s = E \cdot (H \cdot V)$ Si consideramos la Exposición E implícita en la vulnerabilidad V, sin que esto modifique la concepción original, podría plantearse:

Una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se

presente un evento con una intensidad mayor o igual A_i durante un periodo de tiempo t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el riesgo R_{ie} puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i , $R_{ie} = (A_i, V_e)$. Las instituciones educativas son edificaciones con un alto riesgo sísmico.

Características que acentúan el riesgo sísmico.

El riesgo sísmico también se acentúa porque si bien es cierto que esta clase de edificios son muy esenciales e indispensables para enfrentar un desastre, también es cierto son altamente vulnerables, por ser muy complejos desde el punto de vista funcional, tecnológico y administrativo.

El servicio que brinda la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María es la educación en el nivel inicial, primario y secundario.

Y las características que lo hacen vulnerables son:

1. **Ocupación:** Las Instituciones Educativas son edificios con un regular número de ocupantes: alumnado, plana docente, plana administrativa y de mantenimiento, padres de familia. Que suelen estar ocupados todo el día y en ocasiones en las tardes.
2. **Complejidad:** Son edificios muy complejos que ejercen las funciones de cualquier edificio de hotel, oficinas, restaurante, laboratorio y bodega.

Las instituciones Educativas contienen un cierto número de aulas, laboratorios, baños, anexos, patios, corredores donde confluyen las personas en casos de desastres como son sismos, al presentarse este evento puede que no haya corriente eléctrica, pueden caerse las carpetas, armarios, escombros, etc.

3. **Servicios públicos:** Una Institución Educativa es una institución que más que ninguna otra requiere de los servicios públicos de luz eléctrica, agua, recojo de basura, comunicaciones, etc.
4. **Artículos pesados:** Las carpetas, estantes suelen estar dentro de las aulas y muy cerca de los alumnos, docentes, lo cual en un posible sismo estos artículos pesados podrían caer en algunas de las personas que están en el aula.

2.2.2 Sismotectónica.

La actividad sísmica en el país es el resultado de la interacción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana y de los reajustes que se producen en la corteza terrestre como consecuencia de la interacción y la morfología alcanzada por el Aparato Andino. Principales Rasgos Tectónicos Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes.

La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968). La idea básica de esta teoría es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litósfera (100 Km), está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas (Berrocal et al, 1975).

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en el área de estudio son:

- La Fosa Oceánica Perú-Chile.
- La Dorsal de Nazca.
- La porción hundida de la costa norte de la Península de Paracas, asociada con un zócalo continental más ancho.
- La Cadena de los Andes.
- Las unidades de deformación y sus intrusiones magmáticas asociadas.
- Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobreescurrecimientos.

2.2.3 Vulnerabilidad sísmica.

Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico.

Se debe de tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica.

En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica.

El que una estructura sea más o menos vulnerable ante un terremoto de determinadas características, es una propiedad intrínseca de cada estructura, es decir, es independiente de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento, por lo tanto, una estructura puede ser vulnerable pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica.

Puede observarse, desde este punto de vista que los estudios de vulnerabilidad

sísmica se pueden aplicar a cualquier obra de ingeniería civil, como son edificaciones, presas, carreteras, puentes, taludes, depósitos, centrales nucleares y, en general, a toda obra en la que se requiera conocer su comportamiento ante un posible terremoto y las consecuencias que puedan producir.

Como sostiene el Banco Interamericano de Desarrollo y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe: “La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solamente para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible”.

En la figura se explica cómo la vulnerabilidad se relaciona con el riesgo y su amenaza.

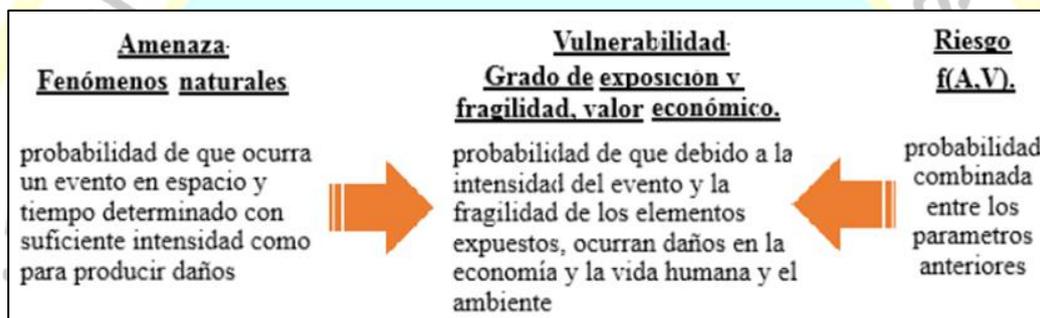


Figura 2. Vulnerabilidad se relaciona con el riesgo y su amenaza.

La vulnerabilidad es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido suficiente en prevención y mitigación, y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado elevado.

De aquí se desprende que la tarea prioritaria para definir una política preventiva es reducir la vulnerabilidad, pues no es posible enfrentarse a las fuerzas naturales con el objeto de anularlas.

Diferencia entre diseño y evaluación.

La diferencia esencial entre el diseño de un edificio nuevo y la evaluación de uno ya existente es más que el punto de vista.

En el diseño el objetivo es crear un nuevo edificio el cual debe resistir unas cargas esperadas (horizontales y verticales) amplificadas con un factor de seguridad, que en el caso

de la Norma Peruana es de 1.5 para carga muerta y 1.8 para la carga viva, y la carga sísmica viene de trabajar con un sismo de diseño probable de ocurrencia en un periodo dado.

Se inicia modelando el edificio (con un modelo ligeramente conservador: Se desatiende la influencia positiva de algunos elementos) que consta de elementos estructurales con secciones prediseñadas con un material afectado por un factor de reducción.

Además, las fuerzas de diseño están gobernadas con el objetivo de optimizar el diseño. También en ingeniería sísmica se trabajan con sismos que acepten a veces un alto riesgo de daño.

Mientras que en la evaluación de un edificio existente el objetivo es determinar cómo éste responderá realmente a unas fuerzas ya dadas.

Hay que analizar las estructuras del edificio y trabajar con las propiedades reales del material, las cargas reales sin amplificarlas, un modelo lo más exacto posible y analizar cómo serán realmente la interacción de elementos estructurales con los no estructurales y viceversa en el comportamiento sísmico del edificio.

Aquí no es necesario calcular el peor escenario sísmico para elegir un modelo conservador ni asumir propiedades de los materiales, pero si hay que evaluar el más probable comportamiento sísmico del edificio.

Tanto las cargas reales muertas y vivas no deben afectarse por un factor grande de seguridad ya que afectarían los resultados.

2.2.4 Clases de vulnerabilidad sísmica.

2.2.4.1 Vulnerabilidad estructural.

Se refiere a que tan susceptibles a ser afectados o dañados son los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella y actuando en conjunto con las demás cargas habidas en dicha estructura.

Los elementos estructurales son aquellas partes que sostienen la estructura de una edificación, encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo; las fuerzas causadas por el peso del edificio y su contenido, así como las cargas provocadas por los sismos.

Entre estos elementos se encuentran las columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte, etc. Debido a ello como se dirá que un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva aún ante desastres naturales severos como lo son los terremotos.

Por esto los mayores daños en edificios en las instituciones educativas tras un sismo se deben a esquemas de configuración estructural lejanos a formas y esquemas estructurales simples. El sismo castiga fuertemente dichas irregularidades.

2.2.4.2 Vulnerabilidad no estructural.

Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que estos elementos puedan presentar. Sabemos que al ocurrir un sismo la estructura puede quedar inhabilitada debido a daños no estructurales, sean por colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie.

2.2.4.3 Vulnerabilidad funcional.

Un estudio de la vulnerabilidad funcional busca determinar la susceptibilidad de una institución educativa o un colegio a sufrir un “colapso funcional” como consecuencia de un sismo.

Esto es sólo visible en el momento en que ocurre una emergencia. A fin de determinar en esta tercera etapa la vulnerabilidad funcional, se evalúa lo referente a la infraestructura.

En primer lugar, el sistema de suministro de agua y de energía eléctrica, que son

las partes más vulnerables. También son afectadas por los sismos las tuberías de alcantarillado, para lo cual se realizan investigaciones sobre su resistencia y flexibilidad.

Estos aspectos funcionales incluyen también un análisis detallado de las áreas externas, vías de acceso a exteriores y su conexión con el resto de la ciudad, acumulación de escombros en escaleras y pasillos, como así también el atascamiento de puertas.

2.2.5 Métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Cuando nosotros identificamos a un edificio como potencialmente vulnerable, tanto a sus estructuras como a sus elementos no estructurales, es necesario seguir con el proceso de investigación para confirmar o descartar dicha vulnerabilidad.

En caso de confirmarla debemos determinar la naturaleza y extensión de los daños probables, la magnitud del riesgo y la pérdida, en definitiva, se trata de seguir un procedimiento de la evaluación de la competencia sismorresistente.

Muchas veces se pretende determinar la vulnerabilidad y evaluar el comportamiento sísmico de un edificio existente en función de lo que demandan los reglamentos de construcción y diseño para una edificación nueva.

Para realizar los estudios de vulnerabilidad existen muchas metodologías valederas.

En general éstas se clasifican en:

1. Métodos cualitativos.
2. Métodos experimentales.
3. Métodos analíticos.

2.2.5.1 Método ATC 21 (fema 154) procedimiento de investigación visual rápida RVS (“rapid visual screening procedure”).

Este procedimiento RVS presentado por FEMA 154 de USA, puede aplicarse en Huacho. Si bien es cierto la sismología de ambas regiones es distinta su aplicación es válida por tratarse de un nivel básico de evaluación, que hace diferencia entre 3 zonas sísmicas distintas (Alta, Moderada y Baja) y se ha aplicado a edificios con características muy similares a los del Perú.

Por otro lado, Huacho se ubica en una zona de sismicidad alta (como lo especifica la norma sismorresistente) y en el Cinturón de Fuego de la costa occidental del continente americano, al igual que la costa oeste de USA.

El FEMA 154 ha sido formulado para identificar, inventariar, y clasificar edificios que son potencialmente peligrosos ante un sismo.

Desarrollado por un grupo multidisciplinario que incluye funcionarios e inspectores de edificios públicos, agencias de gobierno, profesionales de diseño, propietarios de edificios del sector privado, miembros de universidades quienes usan el Procedimiento RVS como herramienta de trabajo e investigación, miembros del público.

Este procedimiento puede ser implementado en forma relativamente rápida y económica para desarrollar una lista de edificios con peligro potencial ante un sismo sin un alto costo de análisis sísmico detallado de los edificios individuales.

Si un edificio recibe un puntaje alto (por encima de un límite de puntaje), el edificio es considerado que tiene una adecuada resistencia sísmica.

Si un edificio recibe un bajo puntaje sobre la base de este procedimiento debería ser evaluado por un ingeniero profesional con una experiencia en diseño sísmico.

De acuerdo a la inspección detallada, a los análisis ingenieriles, y otros

procedimientos detallados se logra un informe final sobre la capacidad del edificio y la necesidad de una rehabilitación.

El procedimiento RVS es diseñado para ser implementado sin unos cálculos de análisis estructural.

Este utiliza un sistema de puntajes que requiere que el usuario:

- Identifique el sistema primario resistente estructural a carga lateral.
- Identificar los atributos del edificio que pueden modificar el comportamiento sísmico esperado de su sistema a carga lateral.
- La inspección, la recolección de datos, y el proceso de decisión se llevará a cabo en el sitio del edificio, tomando un promedio de 15 a 30 minutos por edificio (30 minutos a una hora si el acceso al interior está disponible).
- Los resultados son registrados en uno de los 3 formularios de recolección de datos, dependiendo de la sismicidad de la región (Alta, media o baja) que está siendo estudiada.
- El formato de recolección de datos incluye un espacio para la información de la identificación del edificio, incluyendo su uso y tamaño, una fotografía del edificio, un bosquejo, y documentación de los datos relacionados al comportamiento sísmico del edificio, incluyendo el desarrollo de un resultado numérico del peligro sísmico.
- Los resultados son basados sobre unos niveles promedio de movimiento del suelo para la sismicidad de la región tan bien como el diseño sísmico y las prácticas de construcción para el distrito.
- Los edificios pueden ser revisados desde la vereda sin la necesidad de ingresar al edificio, planos o cálculos estructurales. La fiabilidad y confianza en la determinación del tipo de edificio aumenta si el sistema de elementos

estructurales es verificado durante una inspección en el interior o en base a una revisión de los documentos de construcción.

2.2.6 Características de un probable terremoto en lima

La organización de los preparativos institucionales para responder a situaciones de emergencia y desastres se inicia por la construcción de escenarios hipotéticos de eventos probables, los cuales sirven para el diseño de los planes de contingencia.

Deben tomarse en cuenta el registro histórico sobre antecedentes sísmicos de una región (la amenaza), la ocupación territorial, el crecimiento de las ciudades y las características urbanas y sociales, entre otros, que van modificando la escena (la vulnerabilidad).

Instituciones y reconocidos expertos han estudiado la amenaza tectónica y la vulnerabilidad de Lima, algunos han alertado sobre las consecuencias de eventos de alta magnitud (1, 14, 15,20-23).

Por ello, en el año 2000 preparamos un plan de respuesta del sector salud en un escenario probable de un terremoto destructivo en Lima Metropolitana y un maremoto en el Callao, el cual no está publicado, una versión actualizada se expone a continuación.

El sismo máximo probable: aproximación al tema

Hipótesis.

Un terremoto de gran magnitud con epicentro marino frente a Lima podría afectar el litoral central y la región andina correspondiente. Sus efectos podrían sentirse en gran parte del país.

Sustento.

1. El registro histórico revela que Lima ha sufrido el impacto de 43 grandes sismos, pero los terremotos de 1586, 1655, 1687 y 1746 alcanzaron intensidades destructivas, IX a X en la

escala de Mercalli Modificada (15,28).

2. El Callao fue afectado por grandes maremotos en 1586, 1687 y
3. 1746, produciendo este último pérdidas catastróficas (28).
4. En tanto no se disponga de predicción científica para eventos sísmicos se emplea el criterio de recurrencia sísmica. La fórmula de Gutenberg y Richter, aplicada por Deza para la región sismotectónica de Lima ($\log N = 5,63 - 0,85 M_b$) establece que para un sismo de magnitud entre 7,8 M_b y 8,5 M_b el periodo de recurrencia sería aproximadamente de 100 años (1).
5. Se reporta que en el presente siglo se activaron dos áreas sísmicas vecinas a Lima
 - **Chimbote-Huacho:** activada en los sismos del 31 may 70 y 17 oct 74
 - **Lima - Pisco:** activada en el sismo del 03 oct 74.
 - **El área sísmica Huacho - Lima** faltaría activarse (el epicentro del sismo del 24 may 40 es impreciso) (1,15).

El evento sísmico máximo probable

Magnitud. 7,5 a 8,0 grados Richter (15,26-28).

Intensidades máximas. IX grados Mercalli Modificada (1, 15,25). Aceleraciones máximas previstas. 360 gals (26,27).

Epicentro. Frente a Lima (1, 15,25).

Hipocentro. Profundidad: 33 km (25).

Extensión afectada. Presupone efectos destructivos en los departamentos de Lima, Ancash, Ica, Huánuco, Junín, Pasco, Huancavelica, Ayacucho y la Provincia Constitucional del Callao.

2.3 Definición de términos básicos.

Riesgo sísmico.

Como el grado esperado de pérdidas sufridas por una estructura o grupo de

estructuras en riesgo, durante el periodo de exposición considerado.

Sismo:

Es el movimiento de la corteza terrestre o como la vibración del suelo, causado por la energía mecánica emitida de los mantos superiores de la corteza terrestre, en una repentina liberación de la deformación acumulada en un volumen limitado.

Sismotectónica.

La actividad sísmica en el país es el resultado de la interacción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana y de los reajustes que se producen en la corteza terrestre como consecuencia de la interacción y la morfología alcanzada por el Aparato Andino. Principales Rasgos Tectónicos Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis General.

- Se identifican los puntos de riesgo sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

2.4.2 Hipótesis Específica.

- Se evalúan las propiedades de los materiales en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.
- Se describen el comportamiento sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La diversidad y complejidad de los hechos y fenómenos de la realidad (social y natural) han conducido a diseñar y elaborar numerosas y variadas estrategias, para analizar y responder a los problemas de investigación según su propia naturaleza y características. Así, por ejemplo, tenemos: los diseños experimentales y los diseños no experimentales, ambos con igual importancia y trascendencia en el plano científico. (Carrasco S., 2017, pág. 59)

3.1.1 Tipo de investigación.

Dependiendo del objetivo de la investigación que se va a realizar, podemos determinar el tipo de investigación al que corresponde. Esta labor debe realizarse antes de formular el plan de investigación, con el fin de tener bien definido lo que se piensa hacer y qué tipo de información se debe obtener, ya que este documento constituye una secuencia estructurada de fases y operaciones que se articulan en cadena. (Carrasco S., 2017, pág. 43)

La investigación corresponde a una investigación aplicada o práctica debido a que en el transcurso de la investigación explico los factores, las causas condicionantes y determinantes que caracterizan el problema que se investigó.

Investigación visual rápida de edificios con riesgo sísmico potencial Fema 154.

3.1.2 Nivel de investigación.

Siendo la producción de los nuevos conocimientos y la resolución de problemas críticos, acciones estratégicas, que en esencia representan el propósito fundamental de la investigación científica, deben realizarse guardando un cierto orden progresivo y escalonado. (Carrasco S., 2017, pág. 41)

Investigación descriptiva

3.1.3 Diseño

No experimental transversal descriptivo.

3.1.4 Enfoque.

La metodología del presente trabajo de investigación es cualitativa en la investigación visual rápida de edificios con riesgo sísmico potencial Fema 154.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación. (Carrasco Díaz, 2008, pág. 236)

Población: Infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

3.2.2 Muestra.

La muestra es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población. (Carrasco Díaz, 2008, pág. 237)

Muestra: Infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

3.3 Operacionalización de variables e indicadores.

Tabla 1: Operacionalización de variables

TÍTULO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	ITEMS
<p>Estudio del riesgo sísmico en la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.</p>	<p>El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales.</p> <p>Hoy, el Instituto Geofísico del Perú estima que terremoto de Pisco fue de magnitud 8 en la escala conocida como magnitud de momento (Mw). No obstante, el ingeniero Hernando Tavera advierte que tampoco sería erróneo señalar que el terremoto tuvo una magnitud de 7,9 Mw –como se informó al principio- debido a que hay varios métodos para calcular la energía liberada en el foco sísmico y el resultado puede estar en un rango de valores cercano.</p>	<p>Si un edificio recibe un puntaje alto (por encima de un límite de puntaje) el edificio es considerado que tiene una adecuada resistencia sísmica.</p> <p>Si un edificio recibe un bajo puntaje sobre la base de este procedimiento debería ser evaluado por un ingeniero</p>	<p>Fema 154. Observación</p>

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear.

Utilizaremos las siguientes técnicas:

Técnicas documentales: La investigación de carácter documental se apoya en la recopilación de antecedentes a través de documentos gráficos de cualquier índole y de diversos autores, en los que el investigador fundamenta y complementa su investigación. (Ledesma Vera, 2014)

Técnica de observación: La observación consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar. A través de sus sentidos el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente. (Sabino, 1992, pág. 111)

La observación es la acción de observar, de mirar detenidamente, en el sentido del investigador es la experiencia, es el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación.

Observación significa también el conjunto de cosas observadas, el conjunto de datos y conjunto de fenómenos. En este sentido, que pudiéramos llamar objetivo, observación equivale a dato, a fenómeno, a hechos. (Paradinas, 2005, pág. 89)

Investigación Visual Rápida de Edificios con Riesgo Sísmico Potencial FEMA 154.

3.4.2 Descripción de los instrumentos.

Para cada técnica los siguientes instrumentos:

- a) Instrumentos de técnicas documentales

Fuentes bibliográficas: Enciclopedias, diccionarios, guías, tratados, manuales, libros de textos, tesis, revistas, normas técnicas, catálogo de equipos, especificaciones técnicas de productos, marchas analíticas estandarizadas.

Fuentes iconográficas: Diapositivas, videos.

Fuentes magnéticas: Equipo de cómputo, CD-ROM

b) Instrumentos de técnicas de campo

Observación.

- Lista de cotejo
- Ficha de observación.

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Diferentes herramientas ayudan al programador y al ingeniero de software a diseñar una solución para un problema dado, algunas de estas herramientas son diseño descendente, abstracción procedimental, abstracción de datos. (Joyanes Aguilar, 2003, pág. 731)

- Estimación de datos estructurales.
- Investigación Visual Rápida de Edificios con Riesgo Sísmico Potencial FEMA 154.
- Formulario de recolección de datos.
- Fotografías

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Características de la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007

Félix B. Cárdenas – Santa María y comportamiento estructural.

- Las aulas de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María: Según la clasificación de FEMA 310 estos edificios corresponden al Edificio tipo 8 (C1 – C3): Pórticos de concreto resistente a momento.

La infraestructura de la **Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María** consiste de un pórtico de concreto armado fabricado en el lugar a base de columnas y vigas. Además, las aulas, dirección posee placas de concreto que conforman la fachada.

Por tanto, esta estructura se concibió en su diseño como un sistema dual. Las losas de entrepisos son aligeradas con ladrillo hueco de arcilla de 30 x 30 x15 cm. los elementos laterales son resistidas por los pórticos que desarrollan su rigidez a través de las uniones monolíticas columna-viga.

- **Edificio Institución Educativa:** Este edificio consta de un sistema estructural basado en muros portantes confinados de albañilería no reforzada, pórticos y las escaleras. El sistema de la cimentación es de cimientos corridos, pequeñas losas de cimentación y vigas de cimentación.
- **Aulas:** Este edificio está basado en un pórtico de concreto armado de vigas y columnas, las zapatas son aisladas. Su característica concuerda con la de un edificio tipo 8 (C1) según FEMA.

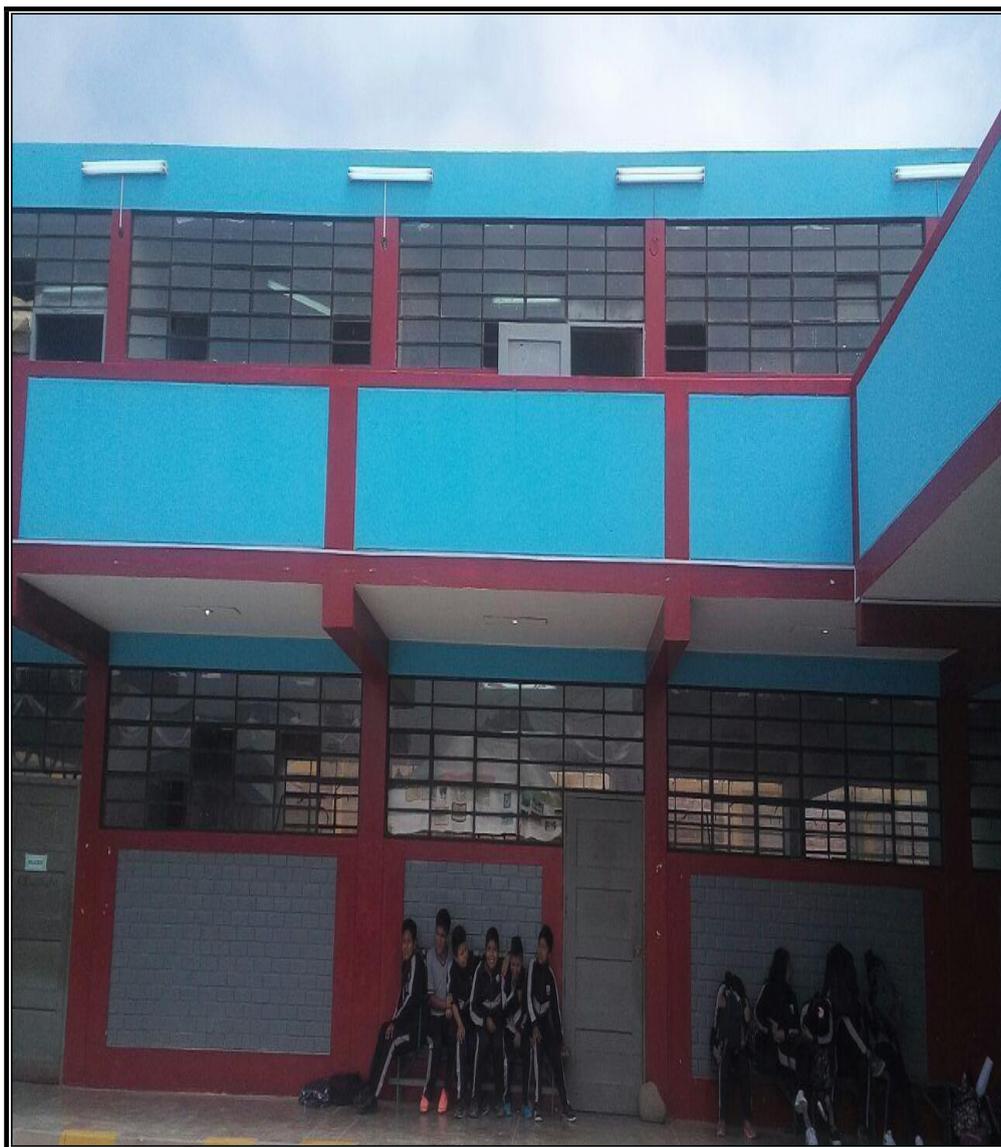


Figura 3. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Debilidades más comunes halladas en la Institución Educativa Técnica N° 21007- Félix B. Cárdenas.

Como se puede apreciar en la figura 3 los defectos que presenta dicha Institución Educativa conciernen específicamente al regular estado de las ventanas de dichas aulas para la realización de áreas técnicas como son los talleres de calzado, electrónica, costura, carpintería.



Figura 4. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María – Referente a las aulas de Taller.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Estudios y ensayos realizados en la infraestructura.

Evaluación de la resistencia del concreto en edificios existentes según ACI 437R- Según el reporte del comité 437 del ACI, presidido por Brian J. Pashina, éste puede aplicarse al edificio en estudio debido su alcance, el cual investiga el establecer las cargas que pueden con seguridad ser sostenidas por los elementos estructurales de un edificio existente de concreto como es el caso de la **Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas** – Santa María.

El procedimiento indicado para realizar una evaluación estructural es como sigue:

- Investigación Preliminar.

Revisión de la información existente: Todas las fuentes de la información existente concerniente con el diseño, construcción, y vida de servicio del edificio debe ser investigado para aprender todo lo más posible acerca de la estructura. Esto con el fin de minimizar el asumir cosas necesarias para la evaluación analítica.

El diseño original: Las siguientes fuentes de información deben ser investigadas para definir los parámetros usados en el diseño original.

- Planos arquitectónicos, estructurales, mecánico-eléctricos, etc. En el desarrollo del presente estudio no nos facilitaron los planos, pero si nos permitieron realizar fotografías, estudio de la infraestructura.
- Cálculos del diseño estructural.

Materiales de construcción. Documentos del proyecto podrían ser chequeados para desarrollar una comprensión del tipo de materiales que fueron originalmente especificados y actualmente usados para el edificio.

Esto incluye

- Cálculos del diseño estructural.
- Reportes de las proporciones y propiedades de las mezclas de concreto.
- Reporte de los reportes de ensayos de la fábrica del acero de refuerzo.

Registros de construcción. La documentación de la construcción original que con frecuencia incluye:

- Reporte de los reportes de ensayos de la fábrica del acero de refuerzo.
- Reportes de inspecciones de campo.
- Fotografías del progreso del trabajo.
- Reportes de las pruebas de ensayo de probetas de concreto.

- Cuadernos de obra.
- Registros de la correspondencia del equipo de diseño, el propietario, el constructor, los subcontratistas, los proveedores y fabricantes.

a. Personal de diseño y construcción: Se basa en la fuente de la información concerniente al diseño y construcción del edificio.



Figura 5. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

Fuente: Elaboración propia

4.4 Métodos de reconocimiento para la evaluación del concreto estructural

Visual: Todos los deterioros, anomalías y daños existentes en la estructura deben ser localizados por medio de una inspección visual de todos los componentes estructurales del edificio.

Para ello utilizamos y recomendamos el uso de fotografías, notas, bosquejos para

documentar bien este procedimiento.

En caso de encontrarse defectos o debilidades que evidencien que un aparte o todo el edificio es peligroso debe comunicársele inmediatamente al director que es el encargado de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas.

Esto no fue necesario en la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas por encontrarse, los elementos estructurales de concreto y de albañilería, en muy buen estado de conservación, con excepto de las aulas de los talleres y las ventanas, las cuales fueron mejoradas.

Ensayos en sitio para evaluar la resistencia del concreto.

El código ACI 437R señala una serie de métodos de ensayos disponibles para estimar la resistencia del concreto en sitio.

La mayoría de éstos se refieren a ensayos no destructivos, siendo su característica común que no mide directamente la resistencia a compresión del concreto.

Medición de la infraestructura:

Se realizó una inspección ocular de todos los recintos de la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas y posteriormente se tomó medidas con wincha de todas las distancias horizontales y elevaciones de los distintos elementos: muros, columnas, vigas, altura piso-techo, escaleras, pasadizos, vanos de puertas y ventanas, etc.



Figura 6. Fotografía de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

Fuente: Elaboración propia

Toma de fotografías.

Punto muy importante a tener en cuenta, lo exigía el método del FEMA 154 y de una manera indirecta todos los demás métodos, esto para “llevar el edificio de su sitio a la oficina” y conocerlo mejor a la hora de la modelación de las estructuras.

Inspección de existencia de fisuras y grietas.

Una fisura o grieta es una separación completa o incompleta, de cualquiera de los dos concreto o albañilería, en dos o más partes producido por una rotura o fractura.

Las fisuras pueden tener su origen en acciones de tipo mecánico (tracción, cortante, torsión, flexión, compresión); en acciones de tipo electroquímico (corrosión de armaduras); en acciones de tipo físico (contracciones y dilataciones térmicas, heladas, fuego, cristalización

interna de sales, etc.) o finalmente en acciones de tipo reológico (retracción plástica o de secado, etc.).

La existencia de grietas o fisuras en una edificación no siempre indica que ésta tenga problemas de servicialidad, sino que aquellas nos sirven para hacer un diagnóstico y buscar la causa del problema.

Ubicación	Comentario	Grado de daño y efecto sobre estructura
Muro en el pasillo de los servicios higiénicos		Leve. Sólo estético.



Figura 7. Fisuras existentes en la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas.

Fuente: Elaboración propia

Ubicación	Comentario	Grado de daño y efecto sobre estructura
Fisuras en el segundo patio.		Leve. Sólo estético.
		

Figura 8. Fisuras existentes en la infraestructura de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La infraestructura asignada a las áreas de técnicas de la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María como se puede observar en el formulario llenado se puede justificar los valores marcados por lo siguiente:

- **Ocupación:** La ocupación se realiza en los turnos de mañana y tarde de acuerdo al horario del servicio de la Institución Educativa Técnica N° 21007- Félix B. Cárdenas – Santa María.
En dicho pabellón la mayoría de aulas están asignadas para la realización de las especialidades técnicas como son Institución Educativa Técnica N° 21007- Félix B. Cárdenas – Santa María como: Industrias Alimentarias, Cosmetología, Industria del Vestido, Electrónica, Carpintería, Zapatería y existen aulas que están asignadas para almacén de algunos materiales. En caso de la presencia de un sismo de magnitud moderada a alta la evacuación del recinto la salida inmediata es por la puerta para el primer piso y para el segundo piso es por la escalera.
- **Tipo de suelo:** Geológicamente el terreno de la construcción del pabellón de las especialidades técnicas para dicho pabellón como se puede observar en el formulario es suelo blanco (densificación media).
- **Tipo de edificio:** Infraestructura de albañilería confinada, muros portantes de albañilería confinada no reforzada de resistencia a cortante y algunos pórticos. Actualmente están arreglando el suelo.
- **Elementos con riesgos de caer:** Las ventanas y materiales asignados para la realización de cada especialidad técnica.
- **Comportamiento sísmico:** La infraestructura del pabellón asignado para las especialidades técnicas muestra regular calidad en alguno de los materiales como

existen otros materiales en muy buen estado, su estado de conservación es bueno, y se recomienda mejoramiento al suelo del área del pabellón, presenta vulnerabilidad baja.



Figura 9. Fotografía – Aula de Área Técnica de Carpintería de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. Pabellón 3.

OCUPACIÓN		TIPO DE SUELO		ELEMENTOS CON RIESGO DE CAER													
Colegio	Nro. Personas Más 1000	A	B	C	D	E	F	Vidrios. Aulas. Laboratorios. Equipos fluorescentes. Fisuras. Materiales designados.									
		Roca Dura	Roca Común	Suelo Denso	Suelo Rígido	Suelo Blando	Suelo Pobre										
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL																	
TIPO DE EDIFICIO		W1	W2	S1 MRF	S2 BR	S3 LM SW	S4 RC INF	S5 URM	C1 MRF	C2 SW	C3 URM INF	PC1 TU	PC2	RM1 FD	RM2 RD	URM	
Puntaje básico		7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6	
Altura mediana		N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	0.6	
Altura alta		N/A	N/A	1.0	1.0	N/A	1.0	1.2	1.0	0.0	-0.2	N/A	-0.4	N/A	0.0	N/A	
Irregularidad vertical		-4.0	-0.2	-0.3	-0.2	N/A	-0.2	-0.2	1.5	-0.2	-0.2	N/A	-1.5	-0.2	-1.5	1.5	
Irregularidad en planta		-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	
Pre- código		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Post- Benchmark		0.0	0.2	0.4	0.8	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	
Suelo tipo C		-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	-0.4	-0.4	0.2	
Suelo tipo B		-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.0	-0.8	-1.4	-0.8	-0.6	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	0.6	
Suelo tipo E		-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	2.2	-2.0	1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4	-1.4	
PUNTAJE S										0.5	-0.8						
COMENTARIOS: Riesgo potencial de las ventanas las cuales pueden caer o romperse, pérdidas de los materiales asignados para las diversas aulas, laboratorios y equipo de fluorescente. Posibles fisuras en el pabellón 3.										Requiere evaluación detallada SI							

Interpretación:

La infraestructura asignada del Pabellón 3 del nivel secundario de la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María como se puede observar en el formulario llenado se puede justificar los valores marcados por lo siguiente:

- **Ocupación:** La ocupación se realiza en los turnos de mañana y tarde de acuerdo al horario del servicio de la Institución. En dicho pabellón las aulas y laboratorios están asignadas para el nivel secundario. En caso de la presencia de un sismo de magnitud moderada a alta la evacuación del recinto la salida inmediata es por la puerta para el primer piso y para el segundo piso es por la escalera.
- **Tipo de suelo:** Geológicamente el terreno de la construcción del pabellón 3 como se puede observar en el formulario es suelo blanco (densificación media).
- **Tipo de edificio:** Infraestructura de albañilería confinada, muros portantes de albañilería confinada no reforzada de resistencia a cortante y algunos pórticos.
- **Elementos con riesgos de caer:** Las ventanas y materiales asignados para cada aula y laboratorios.
- **Comportamiento sísmico:** La infraestructura del pabellón asignado es para el nivel secundario. Las aulas y laboratorios muestran buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable.

Tabla 4.. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. Pabellón 2.

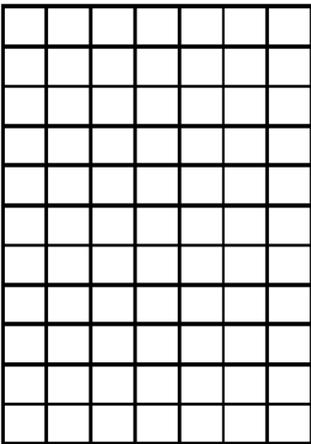
OCUPACIÓN		TIPO DE SUELO										ELEMENTOS CON RIESGO DE CAER					
Colegio	Nro. Personas Más 1000	A	B	C	D	E	F										
		Roca Dura	Roca Común	Suelo Denso	Suelo Rígido	Suelo Blando	Suelo Pobre										
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL																	
TIPO DE EDIFICIO		W1	W2	S1 MRF	S2 BR	S3 LM SW	S4 RC INF	S5 URM	C1 MRF	C2 SW	C3 URM INF	PC1 TU	PC2	RM1 FD	RM2 RD	URM	
Puntaje básico		7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6	
Altura mediana		N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	0.6	
Altura alta		N/A	N/A	1.0	1.0	N/A	1.0	1.2	1.0	0.0	-0.2	N/A	-0.4	N/A	0.0	N/A	
Irregularidad vertical		-4.0	-0.2	-0.3	-0.2	N/A	-0.2	-0.2	1.5	-0.2	-0.2	N/A	-1.5	-0.2	-1.5	1.5	
Irregularidad en planta		-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	
Pre- código		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Post- Benchmark		0.0	0.2	0.4	0.8	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	
Suelo tipo C		-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	-0.4	-0.4	0.2	
Suelo tipo B		-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.0	-0.8	-1.4	-0.8	-0.6	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	0.6	
Suelo tipo E		-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	2.2	-2.0	1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4	-1.4	
PUNTAJE S										0.5							-0.8
COMENTARIOS: Riesgo potencial de las ventanas las cuales pueden caer o romperse, pérdidas de los materiales asignados para las diversas aulas y equipo de fluorescente. Posibles fisuras en el pabellón 2.											Requiere evaluación detallada						
											SI						

Interpretación:

La infraestructura asignada del Pabellón 2 del primario de la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María como se puede observar en el formulario llenado se puede justificar los valores marcados por lo siguiente:

- **Ocupación:** La ocupación se realiza en los turnos de mañana de acuerdo al horario del servicio de la Institución Educativa Técnica N° 21007- Félix B. Cárdenas – Santa María. En dicho pabellón la mayoría de aulas están asignadas para el nivel primario. En caso de la presencia de un sismo de magnitud moderada a alta la evacuación del recinto la salida inmediata es por la puerta para el primer piso y para el segundo piso es por la escalera.
- **Tipo de suelo:** Geológicamente el terreno de la construcción del pabellón 2 como se puede observar en el formulario es suelo blanco (densificación media).
- **Tipo de edificio:** Infraestructura de albañilería confinada, muros portantes de albañilería confinada no reforzada de resistencia a cortante y algunos pórticos.
- **Elementos con riesgos de caer:** Las ventanas y materiales asignados para cada aula.
- **Comportamiento sísmico:** Las aulas muestran buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable.

Tabla 5. Formulario de Recolección de Datos de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María. Pabellón 1.

OCUPACIÓN		TIPO DE SUELO		ELEMENTOS CON RIESGO DE CAER												
ESCALA		<p align="center">SISMICIDAD MODERADA</p> <p>Dirección: Av. Cruz Blanca #2030 Cruz Blanca – Santa María. Zona sísmica: 3 Nro. de pisos: Pabellón 1 (2 pisos) Inspector: Miguel Mendoza Sánchez. Área total de piso (m2) : 470.00 m2 (área techada) Nombre del Edificio : I.E.T. N° 21007 - Félix B. Cárdenas – Santa María Uso: Educativo</p>														
																
Colegio Nro. Personas Más 1000		A B C D E F Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Dura Común Denso Rígido Blando Pobre		Vidrios. Revestimiento. Aulas. Dirección – Subdirección. Fisuras. Materiales designados.												
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL																
TIPO DE EDIFICIO		W1	W2	S1 MRF	S2 BR	S3 LM SW	S4 RC INF	S5 URM	C1 MRF	C2 SW	C3 URM INF	PC1 TU	PC2	RM1 FD	RM2 RD	URM
Puntaje básico		7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
Altura mediana		N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	0.6
Altura alta		N/A	N/A	1.0	1.0	N/A	1.0	1.2	1.0	0.0	-0.2	N/A	-0.4	N/A	0.0	N/A
Irregularidad vertical		-4.0	-0.2	-0.3	-0.2	N/A	-0.2	-0.2	1.5	-0.2	-0.2	N/A	-1.5	-0.2	-1.5	1.5
Irregularidad en planta		-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0.8
Pre- código		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Post- Benchmark		0.0	0.2	0.4	0.8	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4
Suelo tipo C		-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	-0.4	-0.4	0.2
Suelo tipo B		-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.0	-0.8	-1.4	-0.8	-0.6	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	0.6
Suelo tipo E		-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	2.2	-2.0	1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4	-1.4
PUNTAJE S		0.5								-0.8						
COMENTARIOS: Riesgo potencial de las ventanas las cuales pueden caer o romperse, pérdidas de los materiales asignados para las diversas aulas, dirección, sala de docentes. Posibles fisuras en el pabellón 1.										Requiere evaluación detallada SI						

Interpretación:

La infraestructura asignada al Pabellón 1 de la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María como se puede observar en el formulario llenado se puede justificar los valores marcados por lo siguiente:

- **Ocupación:** La ocupación se realiza en los turnos de mañana y tarde de acuerdo al horario del servicio de la Institución. En dicho pabellón la mayoría de aulas están asignadas para el nivel primario e inicial. En caso de la presencia de un sismo de magnitud moderada a alta la evacuación del recinto la salida inmediata es por la puerta para el primer piso y para el segundo piso es por la escalera.
- **Tipo de suelo:** Geológicamente el terreno de la construcción del pabellón 1 como se puede observar en el formulario es suelo blando (densificación media).
- **Tipo de edificio:** Infraestructura de albañilería confinada, muros portantes de albañilería confinada no reforzada de resistencia a cortante y algunos pórticos.
- **Elementos con riesgos de caer:** Las ventanas y materiales para cada aula y oficinas.
- **Comportamiento sísmico:** La infraestructura del pabellón asignado es para el nivel inicial, dirección, sala de docentes, muestra buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

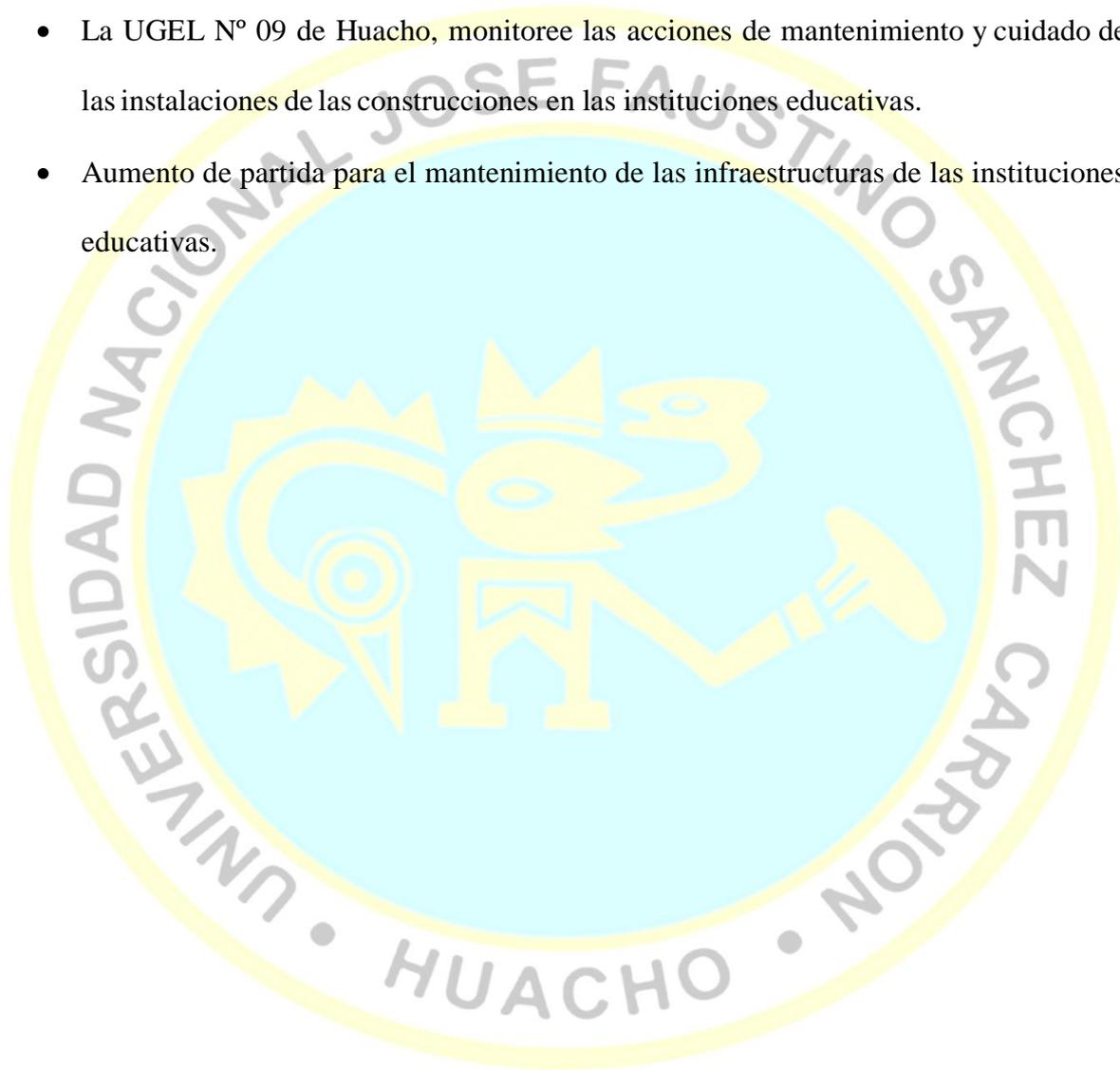
5.1 Conclusiones.

- El comportamiento sísmico de la infraestructura de los diversos pabellones asignado tanto para el nivel inicial, primario y secundario, dirección, sala de docentes, aulas, laboratorios y demás ambientes de estudio muestran buena calidad en los materiales, configuración estructural y proceso constructivo, su estado de conservación es buena, presenta vulnerabilidad baja. La configuración en planta y altura aceptable.
- Elementos con riesgos de caer: las ventanas, carpetas, armarios, equipos de fluorescentes, algún muro, revestimiento, fisuras en algún aula, materiales del laboratorio.
- Cabe mencionar que la Institución ha realizado algunas mejoras en las instalaciones de su centro de estudio.
- Es importante mencionar que en la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María que tanto la plana docente, estudiantil, administrativa sabe dónde tendrían que evacuar en caso de ocurrir un sismo, debido que si cumple con los simulacros establecidos.

5.2 Recomendaciones.

- Que se siga efectúan responsablemente como lo vienen desarrollando los simulacros de sismo en la Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María
- Iniciar una evaluación de la vulnerabilidad sísmica a nivel general (aplicando FEMA 154) en instituciones educativas, universidades.

- Cabe precisar que Institución Educativa Técnica N° 21007 – Santa María ya ha efectuado las mejoras necesarias dentro de sus instalaciones por el bienestar de todos lo que acuden a dicha institución.
- Que las municipalidades sigan efectuando las supervisiones de las instalaciones de las instituciones educativas, para garantizar el buen uso y, evitar la auto construcción.
- La UGEL N° 09 de Huacho, monitoree las acciones de mantenimiento y cuidado de las instalaciones de las construcciones en las instituciones educativas.
- Aumento de partida para el mantenimiento de las infraestructuras de las instituciones educativas.



CAPÍTULO VI

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Fuentes bibliográficas.

Abanto Castillo, Flavio Abanto (2010). Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería 2º Edición, Perú, Editorial San Marcos, 310 Pág.

Alva Hurtado, Jorge (1983). Mapa de Licuación de Suelos en el Perú. V Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones/ Lima, Septiembre.

Arnold, Christopher & Reitherman, Robert (1991). Manual de Configuración y Diseño Sísmico de Edificios Vol.1 Y 2/ Edit. Limusa / 1era. Edición / México.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (1995). Manual Para La Evaluación Sísmica de Edificaciones Existentes. Boletín Técnico Nro. 46. Manual de Atc-22 Versión en Inglés. Bogotá, Abril.

Banco Interamericano de Desarrollo - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2000). La Reducción de la Vulnerabilidad Frente a los Desastres. México - Marzo.

Bazán, Enrique y Meli, Roberto. (1998). Diseño Sísmico De Edificios/ Editorial Limusa/ 1era. Edición/ México.

Blanco Blasco, Antonio (1990-1991). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado/ Libro 2 de la Colección del Ingeniero Civil/ Lima.

Bozzo Rotondo, Luis. (1995). "Técnicas Avanzadas de Diseño Sismorresistente". Lima.

Building Seismic Safety Council (Bssc), Fema & National Earthquake Hazards. (2001). Reduction Program (Nehrp)/ Recommended Provisions For Seismic Regulations For New Buildings And Other Structures. Edition /Washington D.C.

Carrasco Díaz, S. (2008). Metodología de la Investigación Científica - Pautas metodológicas para diseñar y elaborara el proyecto de investigación (2 ed.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.

Cardona A., Omar Dario. (1999). Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales, Fundamentos para Ingenieros, Arquitectos y Administradores. Boletín Técnico 51. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica/ Enero.

Comisión Asesora de Riesgo Sísmico y Volcánico (1993). Evaluación de Potencial de Licuación. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica- Boletín Técnico N°44. Diciembre - Bogotá.

Dowrick, David J. (1997). Earthquake Resistant Design. Editorial John Wiley And Sons, Ltd. 1era. Edition. Gran Bretaña.

Fema 154 (2002). Rapid Visual Screening Of Buildings For Potential Seismic Hazards: A Handbook/ Federal Emergency Management Agency. 2da. Edition/ Washington.

Gómez Chávez, Salvador Ismael (2007). Análisis Sísmico Moderno Ética Aplicada. México, Editorial Trillas, Pp. 198.

Kappos, A. J., Stylianidis, K. C. and Michailidis, C. N. (1996). "A Methodology For Developing Loss Scenarios, With An Application To The City Of Thessaloniki". Proceedings Of The Elventh World Conference On Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico, (CD-ROM) Paper No. 2057.

Joyanes Aguilar, L. (2003). Fundammnetos de programaión. Madrid: Concepción Fernandez Madrid.

Kappos, A., Pitilakis, K., Stylianidis, K., Morfidis, K. and Asimakopoulus, N. (1995). "Cost-Benefit Analysis For The Seismic Rehabilitation Of Buildings In Thessaloniki, Based On A Hybrid Method Of Vulnerability Assessment". Proceedings Of The Fifth International Conference On Seismic Zonation, Nice, France, 1, 406-413.

Lancelin, Laurent (2000). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de un Edificio. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid.

Mainas Bejarano, B. (2018). Investigando en ambiental (I ed.). Lima: San Marcos.

Martí, J. O. (1999). "Anàlisi Del Risc Sísmic En La Ciutat De Barcelona. Aspectes Relacionats Amb L'evolució Espai Temporal Del Risc Sísmic", Tesina d'Especialitat, Universidad Politècnica De Catalunya.

Mejía Luna, Blanca Carolina. (1999). Metodología para Evaluar la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Aplicada a Piura. UDEP/ Piura.

Meli Roberto y Bazán Enrique. (2001). Diseño Sísmico de Edificios, México, Editorial Limusa S.A. Pp. 317.

Paulay, T. & Priestley, M.J.N. (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. Editorial John Wiley and Sons, Inc.- Estados Unidos.

Paradinas, F. (2005). Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales (13 ed.). México: Siglo XXI editores.

Petrovski, J., Ristic, D. and Nocevski, N. (1992). "Evaluation of Vulnerability and Potential Seismic Risk Level of Buildings". Proceedings of the Tenth World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, 1, 509-514.

Pique Del Pozo, Javier, Escaletti Farina, Hugo. (1991). Análisis Sísmico De Edificios, Ediciones Capítulo de Ingeniero Civil. Lima Perú.

Powell, G. H. and Allahabadi, R. (1988). "Seismic Damage Prediction by Deterministic Methods: Concepts and Procedures". Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 16, 719-734.

RAD, F. N. and McCormack, T. C. (1996). "A Methodology For Estimating Earthquake Losses For Buildings In Urban Areas", Proceedings Of The Eleventh World Conference On Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico, (CD-ROM) Paper No. 1776.

Reglamento Nacional de Edificaciones Vigente.

Sabino, C. (1992). El proceso de la investigación. Caracas, Venezuela: Panapo

San Bartolomé, Ángel (1999). Análisis De Edificios. Editorial PUCP- Lima.

San Bartolomé, Ángel. (2001). Construcciones de Albañilería- Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Editorial PUCP - Lima.

Sauter, F. (1996). "Redefining Terms in the Field on Seismic Safety and Risk Mitigation". Earthquake Spectra, 12(2), 315-326.

Tavera, H. (2001). Peligro Sísmico en Lima y el País. Prevención, Revista del Centro de Estudios y Prevención de Desastres, Año 8, Número 14.

Villaverde, R. (1997). "Seismic Design of Secondary Structures: State Of The Art". Journal of Structural Engineering. 123(8), 1011-1019.

Williams, M. S. and Sexsmith, R. G., (1995). "Seismic Damage Indices for Concrete Structures: A State-Of-The-Art Review". Earthquake Spectra, Vol. II, No 2. Pp. 319-349.

Yépez, F., Barbat, A. H. y Canas, J. A. (1995). "Simulación De Escenarios De Daño Para Estudios De Riesgo Sísmico", Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE. Barcelona, Monografía IS-14.

6.2. Fuentes hemerograficas.

Allan Lavell (1993). Prevención y mitigación de desastres en Centroamérica: una tarea pendiente. Desastres y Sociedad - Revista Semestral de la Red De Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. <http://65.182.2.246/docum/lared/dys1-Todo-oct-24-2001.pdf#page=19>.

Applied Technology Council (Atc) & Structural ENGINEERS ASSOCIATION OF CALIFORNIA (SEAOC)/ Seismic Code Requirements For Anchorage Of Nonstructural Components/ Briefing Paper 6/ Redwood City, California- USA 2002. <Http://Www.Atcouncil.Org/Pdfs/Bp6b.Pdf>.

Morales Nelson, Zavala Carlos (2008). Terremotos en el litoral central del Perú: ¿podría ser Lima el escenario de un futuro desastre? Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Publica – UNMSM - Lima. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000200011.

PERÚ 21. (2016). Tres zonas sísmicas son las de mayor riesgo en el Perú. <https://peru21.pe/lima/tres-zonas-sismicas-son-mayor-riesgo-peru-231946>

6.3. Fuentes documentales.

American Concrete Institute/ Norma Aci 318 – 2002- Código de Diseño de Concreto Armado.

American Concrete Institute/ Norma Aci 437r– 91 (Reapproved 1997) / Strength Evaluation Of Existing Buildings.

Angeletti, P., Bellina, A., Grandori, E. G., Moretti, A. and Petrini, V. (1988). "Comparison Between Vulnerability Assessment And Damage Index, Some Results", Proceedings Of The Ninth World Conference On Earthquake Engineering, Kyoto, Japan.

Arteta, C. y Vásquez, J. (2003). Monografía Manual de Evaluación y Diagnóstico de Vulnerabilidad Sísmica de Estructuras Existentes de Pórticos de Concreto. Universidad del Norte.

Boroshek K., Rubén & Muñoz, Eduardo. (2002). Diseño Sísmico de Ascensores de Tracción. Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Cardona A., Omar Dario (2001). Estimación Holística del Riesgo Sísmico Utilizando Sistemas Dinámicos Complejos. Tesis Doctoral /Universidad Politécnica De Catalunya / Barcelona, Septiembre.

Castell R., Eduardo & Robledo R., Alejandro (1990). Seminario de Vulnerabilidad-Trabajo Final. Universidad De Los Andes. Bogotá, Mayo.

Castillo Aravena, María Inés. (1997). Evaluación de la Vulnerabilidad de Viviendas de la Ciudad de Piura, Sector Norte – Tesis. Udep/ Piura.

Espinoza Barreras, Fortunato (1999). Determinación de Características Dinámicas de Estructuras. Universidad Politécnica de Cataluña - Tesis Doctoral. Barcelona, Octubre.

Fernández Canovas, Manuel. (2002). Diagnóstico, Evaluación y Reparación de Estructuras de Hormigón Armado/ E. T. S. de Ingenieros De Caminos, Canales y Puertos - Universidad Politécnica de Madrid. Curso de Patología de la Edificación. Diciembre.

Kuroiwa Higa, Julio. (1990). Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú. Seminarios CISMID. Lima.

Martínez Ramírez, Arturo. (2002). Estructuración y Modelación del Comportamiento Estructural de Edificaciones de Albañilería Confinada. Universidad De Piura. Piura.

Mena Hernández, Ulises. (2002). Evaluación de Riesgo Sísmico en Zonas Urbanas, España. (Tesis) Universidad Politécnica de Cataluña.

Meneses Loja, Jorge & Alva Hurtado, Jorge. (1984). Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú. V Congreso Nacional de Ingeniería Civil - Tacna, noviembre.

Pinto Zegarra, César Francisco. (1999). Identificación de las Zonas con Potencial de Licuación de Suelos en la Ciudad de Piura con Ensayos Spt. Tesis. Universidad de Piura.

Yépez, F. (1994). "Vulnerabilidad Sísmica de Edificios de Mampostería para Estudios de Riesgo Sísmico". Tesis de Master, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Yépez, F. (1996). "Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Estructuras Aplicando Técnicas de Simulación". Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales Y Puertos, Universidad Politécnica De Cataluña, Barcelona.

6.4. Fuentes electrónicas.

Castillo Aedo Jorge, Alva Hurtado Jorge. Peligro Sísmico en el Perú.
http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis15_a.pdf

Instituto Geofísico del Perú. Centro Nacional de Datos Geofísicos. Catálogo Sísmico del Perú 1 471-1 982/ Lima – Perú. [Http://Www.Igp.Gob.Pe/Cns/Sismología](http://Www.Igp.Gob.Pe/Cns/Sismología).

Ledesma Vera, R. (Mayo de 2014). Las Técnicas de la Investigación. Recuperado el 13 de Abril 2018, de Monografias.com:<http://www.monografias.com/trabajos101/tecnicas-investigacion/tecnicas-investigacion2.shtml#top>

MINAN (2017) Legislación ambiental. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Yamin Lacouture, Phillips Bernal, Reyes Ortiz, Ruiz Valencia (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada.
<http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v20n2/v20n2a09.pdf>.



Anexo 1: Frontis de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.



Fuente: Elaboración propia

HUACHO • NO

Anexo 2: Tomas de la Institución Educativa Técnica N° 21007 Félix B. Cárdenas – Santa María.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia