

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS EDIFICACIONES
ESCOLARES PÚBLICAS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA,
TACNA 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. CRISTIAN JOEL MAMANI PADILLA

BACH. HERNÁN OSWALDO FHLCO ARCE

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS EDIFICACIONES
ESCOLARES PÚBLICAS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA,
TACNA 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de abril del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtro. Edgar Hipólito Chaparro Quispe

SECRETARIO: Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

VOCAL: Mtro. Wilber Percy Mendoza Ramírez

ASESOR: Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros CRISTIAN JOEL MAMANI PADILLA y HERNAN OSWALDO FHILCO ARCE, en calidad de: BACHILLERES de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, identificados con DNI N°74119283 y N°72540340.

Declaro bajo juramento que:

1. Somos los autores de la tesis:

“VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2021”

la misma que presentamos para optar:

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o evento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y

sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, abril del 2021



CRISTIAN J. MAMANI PADILLA

DNI N°74119283



HERNÁN O. FILCO ARCE

DNI N°72540340

DEDICATORIA

A mis padres, Luz Amelia Arce Peralta y Moisés Philco Cari por haberme dado su apoyo incondicional y sus enseñanzas en todo momento. A mi familia por sus ejemplos de perseverancia que me han demostrado siempre a salir adelante, y a todas mis amistades que me apoyaron a lo largo de la carrera, y de la misma manera, a todos aquellos que contribuyeron en la elaboración de la presente investigación.

FHILCO ARCE, HERNÁN OSWALDO

A mis padres, Giuly Eliana Padilla Mamani y Julio Alberto Mamani Silva por ser aquellas personas que siempre me dieron su aliento y sabiduría, y a mi familia por sus consejos y sus valores los cuales me han permitido ser mejor persona día a día.

MAMANI PADILLA, CRISTIAN JOEL

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada de Tacna por habernos permitido estudiar nuestra carrera y poder desarrollarnos de manera profesional. A los docentes que nos brindaron sus conocimientos y apoyo durante todo el trayecto de la carrera.

A los directores de las instituciones escolares del Distrito de Ciudad Nueva por habernos permitido el ingreso a sus instalaciones y darnos la información necesaria para la culminación de nuestra investigación.

Un especial agradecimiento a nuestra asesora de tesis la Mtra. Dina Cotrado Flores por habernos brindado su apoyo y sabiduría en todo momento para el desarrollo de nuestra tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Justificación e importancia de la investigación	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Vulnerabilidad sísmica.....	6
2.2.2. Métodos para el análisis de la vulnerabilidad.....	7
A. Métodos cuantitativos	7
B. Métodos cualitativos	7
2.2.2.1. Modelo de riesgo probabilista.....	7
2.2.2.1.1. Componentes del modelo de riesgo probabilista.....	8
A. Amenaza Sísmica.....	8
B. Base de datos de exposición	9
C. Información de Vulnerabilidad	9

D. Módulo de riesgo	9
2.2.3. Rapid Visual Screening (FEMA 154)	9
2.2.4. Análisis Dinámico Modal Espectral	10
2.3. Definición de términos	10
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	12
3.1. Tipo y Nivel de la investigación	12
3.2. Población y/o muestra de estudio	12
3.3. Operacionalización de variables	13
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	13
3.5. Procesamiento y análisis de datos	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	15
4.1. Amenaza Sísmica	15
4.1.1. Información Disponible	15
4.1.2. Amenaza Sísmica en terreno firme	16
4.1.3. Efectos locales del suelo	18
4.2. Exposición y vulnerabilidad	18
4.2.1. Consistencia y completitud de la información	18
4.2.2. Descripción y observaciones	20
4.2.2.1. I.E. Manuel A. Odría	20
4.2.2.2. I.E Mariscal Cáceres	23
4.2.2.3. I.E. Simón Bolívar	26
4.2.2.4. I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva	28
4.2.2.5. I.E.I. Sagrada Familia	29
4.2.2.6. I.E.I. Jesús Divina Misericordia	31
4.2.3. Base de datos de exposición	33
4.2.3.1. Antigüedad de la construcción	33
4.2.3.2. Ejecutor de la obra	34
4.2.3.3. Altura de la edificación	35
4.2.3.4. Área construida	36

4.2.3.5. Sistemas estructurales y tipologías constructivas.....	37
4.2.3.5.1. Según el Informe del Banco Mundial.....	37
4.2.3.5.1.1. Asignación por Diagrama de Flujo.....	38
4.2.3.5.2. Según la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente	42
4.2.3.6. Índice de Uniformidad	44
4.2.4. Vulnerabilidad de las tipologías constructivas.....	47
4.2.4.1. Funciones de vulnerabilidad para el análisis	47
4.2.4.2. Asignación de funciones de vulnerabilidad a tipologías constructivas ...	50
4.3. Estrategia de reducción de la vulnerabilidad sísmica estructural.....	51
4.3.1. Categorización según el grado de vulnerabilidad.....	51
4.3.2. Líneas de intervención.....	52
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	55
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de Variables	13
Tabla 2 Distribución por ejecutor de obra en porcentaje	34
Tabla 3 Distribución de áreas construidas	36
Tabla 4 Sistemas estructurales tomados como antecedentes	38
Tabla 5 Lista final de tipologías estructurales según el Banco Mundial	40
Tabla 6 Resultados del ensayo de esclerometría en columnas.....	45
Tabla 7 Resultados del ensayo de esclerometría en vigas	46
Tabla 8 Rangos de altura típicas para Tipologías Constructivas.....	47
Tabla 9 Niveles de código sísmico definidos.....	48
Tabla 10 Categorización según el grado de vulnerabilidad	52
Tabla 11 Tipos de intervención por tipología estructural	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del Método del Riesgo Probabilista	8
Figura 2 Mapa probabilista para un periodo de retorno de 500 años	16
Figura 3 Mapa probabilista para un periodo de retorno de 1000 años	17
Figura 4 Mapa probabilista para un periodo de retorno de 1500 años	17
Figura 5 Mapa de amenaza sísmica del Perú	18
Figura 6 Ficha de campo para base de datos de exposición	19
Figura 7 Puerta 02 de la I.E. Manuel A. Odría	20
Figura 8 Construcción de nueva infraestructura de la I.E. Manuel A. Odría	21
Figura 9 Pabellones analizados de la I.E. Manuel A. Odría	21
Figura 10 Cerco perimétrico de la I.E. Manuel A. Odría	22
Figura 11 Unión columna - pared de pabellón de la I.E. Manuel A. Odría	22
Figura 12 Puerta Principal de la I.E. Mariscal Cáceres	23
Figura 13 Pabellones analizados de la I.E. Mariscal Cáceres	23
Figura 14 Separación del cerco de la I.E. Mariscal Cáceres	24
Figura 15 Fisuras en unión viga - losa de la I.E. Mariscal Cáceres	24
Figura 16 Eflorescencia en estructuras de la I.E. Mariscal Cáceres	25
Figura 17 Aulas inhabitables de la I.E. Mariscal Cáceres	25
Figura 18 Puerta Principal de la I.E. Simón Bolívar	26
Figura 19 Pabellones analizados de la I.E. Simón Bolívar	26
Figura 20 Diferencia de alturas entre pabellones de la I.E. Simón Bolívar	27
Figura 21 Cerco perimétrico no aislado de la I.E. Simón Bolívar	27
Figura 22 Puerta Principal de la I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva	28
Figura 23 Pabellones analizados de la I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva	28
Figura 24 Puerta Principal de la I.E.I. Sagrada Familia	29
Figura 25 Pabellones analizados de la I.E.I. Sagrada Familia	29
Figura 26 Eflorescencia en Aulas de la I.E.I. Sagrada Familia	30
Figura 27 Daño en las losas de la infraestructura de la I.E.I. Sagrada Familia	30
Figura 28 Puerta principal de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia	31
Figura 29 Pabellones analizados de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia	31
Figura 30 Juntas de dilatación separadas de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia	32
Figura 31 Cerco perimétrico no aislado de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia	32
Figura 32 Distribución por antigüedad de la construcción	33
Figura 33 Resultados de la Tabla 2	34
Figura 34 Distribución por número de pisos	35
Figura 35 Distribución del número de pisos en porcentaje	36

Figura 36 Resultados de la Tabla 3	37
Figura 37 Diagrama de flujo para asignación de tipologías constructivas	39
Figura 38 Diagrama de flujo para edificaciones posteriores a 1998	39
Figura 39 Diagrama de flujo para edificaciones anteriores a 1998.....	40
Figura 40 Sistemas estructurales paralelos a la fachada de los pabellones.....	41
Figura 41 Sistemas estructurales perpendiculares a la fachada de los pabellones .	42
Figura 42 Sistemas estructurales según la Norma E.030.....	42
Figura 43 Sistemas estructurales paralelos a la fachada de los pabellones.....	43
Figura 44 Sistemas estructurales perpendiculares a la fachada de los pabellones .	43
Figura 45 Esclerómetro utilizado para el ensayo.....	45
Figura 46 Realización del ensayo con el esclerómetro	46
Figura 47 Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de baja altura.....	49
Figura 48 Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de altura media.....	49
Figura 49 Función de vulnerabilidad para Modular PRE y POST	50
Figura 50 Funciones de vulnerabilidad para Albañilería Confinada.....	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA TACNA 2021” está basado en la observación, obtención de datos y posterior análisis para estimar el grado de vulnerabilidad sísmica en seis Instituciones Educativas del Distrito de Ciudad Nueva.

Para desarrollar esta investigación se aplicó una metodología cualitativa poco convencional llamada modelo de riesgo probabilista, aplicado anteriormente por el Banco Mundial para la elaboración de una estrategia de reducción del riesgo sísmico en edificaciones escolares en el Perú, cuya aplicación conllevó a la investigación de datos históricos de la zona, el uso de mapas probabilistas de amenaza sísmica y la elaboración de una base de datos de exposición para el registro de las características ingenieriles de cada edificación para lo cual se elaboraron fichas de campo y paneles fotográficos.

La información obtenida permitió la asignación de funciones de vulnerabilidad, los cuales son dependientes del sistema estructural que presenta cada edificación, y los niveles de código sísmico que hacen referencia al grado de cumplimiento con respecto a la normativa. Estos datos se usaron para la posterior categorización según el grado de vulnerabilidad de cada Institución educativa.

Se concluye de esta manera que el 66.67% (4 Instituciones Escolares) presentan un buen desempeño sísmico y el 33.33% (2 Instituciones Escolares) tienen un alto potencial de daño.

Al finalizar también se presentan líneas de intervención para determinados sistemas estructurales según el grado de vulnerabilidad que se haya determinado.

PALABRAS CLAVES: Vulnerabilidad sísmica, amenaza sísmica, funciones de vulnerabilidad

ABSTRACT

The present research work called "SEISMIC VULNERABILITY IN PUBLIC SCHOOL BUILDINGS OF THE CITY DISTRICT NUEVA TACNA 2021" is based on observation, data collection and subsequent analysis to estimate the degree of seismic vulnerability in six Educational Institutions of the Ciudad Nueva District.

To develop this research, an unconventional qualitative methodology called the probabilistic risk model was applied, previously applied by the World Bank for the elaboration of a strategy for reducing seismic risk in school buildings in Peru, whose application led to the investigation of historical data. of the area, the use of probabilistic seismic hazard maps and the development of an exposure database to record the engineering characteristics of each building, for which field cards and photographic panels were prepared.

The information obtained allowed the assignment of vulnerability functions, which are dependent on the structural system that each building presents, and the seismic code levels that refer to the degree of compliance with the regulations. These data were used for subsequent categorization according to the degree of vulnerability of each educational institution.

In this way, it is concluded that 66.67% (4 School Institutions) present a good seismic performance and 33.33% (2 School Institutions) have a high potential for damage.

At the end, lines of intervention are also presented for certain structural systems according to the degree of vulnerability that has been determined.

KEYWORDS: Seismic vulnerability, seismic hazard, vulnerability functions

INTRODUCCIÓN

La presente investigación determina la vulnerabilidad sísmica en edificaciones escolares mediante la aplicación de un método cualitativo en el Distrito de Ciudad Nueva de la ciudad de Tacna.

La importancia del estudio parte de la problemática provocada por la ubicación en la que se encuentran las edificaciones, debido a que Tacna, y en general el Perú, se encuentra situado en el cinturón de fuego del pacífico, el cual se caracteriza por la intensa actividad sísmica.

El estudio se enfocó en edificaciones escolares del Distrito de Ciudad Nueva, puesto que estas estructuras califican como categoría "A" según la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente del Perú, por lo tanto, deben ser capaces de resistir y seguir en continuidad de funcionamiento frente a movimientos sísmicos de gran magnitud.

Este informe de tesis se basa en una investigación de tipo descriptiva y explicativa, en la cual se recopilará información de las edificaciones y luego, en base a esa información, se analizará su grado de vulnerabilidad sísmica.

Para aplicar esta metodología nos guiaremos del informe técnico del Banco Mundial realizado en el 2017 en el cual se elabora una Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares Públicas de todo el Perú, donde para determinar la vulnerabilidad de las estructuras es necesario señalar la amenaza sísmica y una base de datos de exposición.

El desarrollo del portafolio de datos de exposición se realizó mediante el registro de información en fichas de campo y la representación fotográfica de las características ingenieriles junto con las observaciones hechas en campo para cada una de las edificaciones escolares.

La información obtenida y la metodología aplicada nos permitirá determinar la vulnerabilidad de las seis edificaciones escolares tomadas como muestra en el Distrito de Ciudad Nueva.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En los últimos 30 años, se vienen presentando una serie de sismos moderados y severos, los cuales afectan directamente a las personas y comunidades más vulnerables, debido a que en el sistema estructural de las edificaciones no se emplea adecuadamente los criterios de diseño sismorresistente.

En todo el Perú, son ampliamente conocidos los peligros y riesgos que se pueden presentar ante movimientos sísmicos, los cuales se pueden manifestar en cualquier momento.

En el sur del Perú, de acuerdo al Instituto Geofísico del Perú (IGP), hay presencia de sismos de gran escala, debido al constante desplazamiento de la Placa de Nazca. En esta parte del territorio peruano se presenta un gran silencio sísmico que va desde el año 2001, y con el transcurrir de los años este silencio sísmico va incrementando su magnitud de descarga lo que lo convierte en un riesgo y un peligro para toda la urbe de esta zona.

Muy aparte de los posibles desastres provocados por los sismos de gran escala, se le suma en la actualidad la aparición de la pandemia por el Covid-19, por lo cual es necesario que las edificaciones esenciales, como son las edificaciones escolares, sirvan para el refugio de la población afectada.

En ese sentido, se propone el presente proyecto de investigación titulado “VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2021”. Este proyecto se desarrollará en base a la metodología propuesta para la evaluación del riesgo sísmico dirigido por el banco mundial, en el año 2017, el mismo que se titula “Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú”.

1.2. Formulación del problema

De lo mencionado anteriormente, se formula el problema general de la siguiente manera:

- ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva?

Para dar respuesta a la pregunta anterior, se formularon los siguientes problemas específicos:

- ¿Cuál es la probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva?
- ¿Cuáles son las principales características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva?
- ¿Cuál es el nivel de daño ante un evento sísmico severo de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

Existen varias razones por las cuales se debería realizar este proyecto de investigación, entre las que se tiene:

- Desde el punto de vista de zonificación sísmica, ya que el Distrito de Ciudad Nueva se encuentra localizado en la zona 4, es decir en la zona de mayor sismicidad, en donde se espera una aceleración $Z = 0.45 g$.
- Desde el punto de vista normativo, ya que, en el año 2018, la norma de diseño sismo resistente del R.N.E sufrió cambios significativos, originando que se construyan edificaciones más rígidas y resistentes ante sismos severos, pero aún quedan en pie edificaciones construidas con normas anteriores, sin una adecuada concepción sismorresistente. Asimismo, la NTE E.030 (Diseño sismorresistente) especifica que “las estructuras dañadas por efectos del sismo deben ser evaluadas y reparadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con los objetivos de diseño sismorresistente”.
- Desde el punto de vista social y local. Ya que se beneficia directamente los colegios evaluados, la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, el gobierno regional de Tacna, y el estado peruano a través del CENEPRED, MINEDU entre otros.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva.
- Identificar las principales características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva.
- Determinar el nivel de daño ante un evento sísmico severo de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva.

1.5. Hipótesis

Como hipótesis general se ha definido lo siguiente:

- Las edificaciones escolares del Distrito de Ciudad Nueva, presentan una alta vulnerabilidad sísmica.

Así mismo, se tendrán hipótesis específicas, las cuales son:

- La probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva genera un alto peligro en las zonas donde están ubicadas las edificaciones.
- Mediante la identificación de las principales características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva se puede obtener una base de datos la cual constituye la base para determinar la vulnerabilidad sísmica.
- El nivel de daño ante un evento sísmico de gran magnitud en las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva causaría un alto potencial de daño.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Como antecedentes del proyecto se tienen:

Barriga Monje (2014) en su tesis titulada “Análisis y determinación de criterios de vulnerabilidad, en la ciudad de Valdivia, de proyectos de viviendas sociales ante eventos sísmicos, para generar un modelo de identificación del riesgo” identificó y jerarquizó los criterios de vulnerabilidad existentes en viviendas sociales edificadas desde el año 2007 en zonas vulnerables de la ciudad de Valdivia. Para la identificación de la vulnerabilidad se basaron en cuestionarios a expertos aplicando la metodología de análisis jerárquico. Concluye con la elaboración de una metodología y herramienta de gestión que permite identificar el riesgo sísmico en viviendas de la ciudad de Valdivia, Chile.

M.A. Salgado – Gálvez, M.L. Carreño, A.H. Barbat y O.D. Cardona (2016) en su artículo titulado “Evaluación probabilista del riesgo sísmico en Lorca mediante simulaciones de escenarios” elaboran un estudio probabilístico e integral de los riesgos potenciales originados por sismos para las edificaciones de Lorca, la ciudad más perjudicada debido al sismo ocurrido en mayo de 2011 en la Región de Murcia, España. Se ha establecido una función de vulnerabilidad para cada una de las tipologías estructurales registradas, lo que hace posible obtener las pérdidas proyectadas para las diferentes aceleraciones producidas por los sismos. Concluye con los resultados de riesgo expresados en una curva de excedencia de pérdidas en base a la cual es posible la toma de decisiones en medios de planeación de emergencia, mecanismos tradicionales de seguro para la protección financiera y la elaboración de planes para el reforzamiento de las edificaciones existentes.

Arévalo Casas (2020) en su tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres” utiliza dos métodos, uno cualitativo mediante fichas de encuesta y otro cuantitativo mediante la aplicación del software ETABS 2016. Dichos métodos se aplicaron con el objetivo de diagnosticar el riesgo y comportamiento sísmico en viviendas edificadas de manera informal en el asentamiento humano San José, en el distrito de San Martín de Porres, Lima. Concluye mediante los resultados obtenidos del modelamiento sísmico y la proyección de futuras viviendas, que los valores de los

desplazamientos máximos relativos de entrepisos originados por la ocurrencia de un sismo severo no son aceptables, pues superan los límites para edificaciones con un sistema de albañilería, lo que ocasionaría el colapso de las edificaciones proyectadas.

Laucata Luna (2013) en su tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo” determina el riesgo sísmico mediante el análisis de las características técnicas, los errores constructivos, estructurales y arquitectónicos de viviendas edificadas de manera informal en la ciudad de Trujillo. Concluye con la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Trujillo y la costa peruana, la cual se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico. La cartilla debe usarse como referencia para disminuir la vulnerabilidad por medio de recomendaciones.

Chura Arocutipa (2012) en su tesis titulada “Evaluación y propuesta de un plan de gestión de riesgo de origen sísmico en el distrito de ciudad nueva - Tacna” realiza una recopilación de información mediante encuestas para la realización una evaluación del riesgo sísmico a 86 viviendas del distrito de ciudad nueva. Concluye con la elaboración de un plan de gestión de riesgos con el objetivo de que se reduzca la vulnerabilidad del distrito ante desastres de origen sísmico, incrementando la sostenibilidad de los sistemas productivos y los asentamientos humanos, tomando en cuenta un conjunto de medidas referentes a la reducción de la vulnerabilidad institucional, la reducción de la vulnerabilidad social y la reducción de la vulnerabilidad físico o estructural. Para poder aplicar éstas medidas, es fundamental la colaboración activa de las autoridades y la población.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Vulnerabilidad sísmica

Es la predisposición inherente de las estructuras a presentar cierto nivel de deterioro por un evento sísmico y depende de las propiedades físico - mecánicas de los materiales que la componen, así como de las características estructurales de diseño (Bonett, 2003).

Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como el resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresado en una escala que va desde 0 o sin daño alguno a 1 o pérdida total. (UNDRO, 1980).

2.2.2. Métodos para el análisis de la vulnerabilidad

Para realizar un análisis de vulnerabilidad se debe determinar el nivel de daño al que está expuesta una estructura ante un desastre determinado. La literatura internacional tiene diferentes métodos para efectuar el análisis de vulnerabilidad, los cuales pueden clasificarse en métodos cualitativos y cuantitativos (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

A. Métodos cuantitativos

Son aplicados cuando la envergadura de la edificación así lo requiere y cuando se requiere profundizar y comparar los resultados provenientes de la aplicación de métodos cualitativos, cuando estos últimos no generen resultados determinantes sobre la seguridad de la edificación.

Para su aplicación se requiere tener cierta información como: planos estructurales, propiedades de los materiales empleados en la estructura, propiedades del suelo donde se encuentra cimentada la edificación, entre otros datos adicionales.

B. Métodos cualitativos

Son usados cuando se estudia la vulnerabilidad de más de una edificación. Son diseñados para la rápida evaluación de un grupo de edificaciones y de esta manera seleccionar las que necesiten una evaluación más exhaustiva.

Principalmente son aplicados para la evaluación masiva de edificaciones con el objetivo de cuantificar el riesgo sísmico en una determinada zona de una ciudad, y sus resultados no deben tomarse realmente como definitivos bajo ninguna circunstancia, salvo que se garantice la seguridad de una edificación.

2.2.2.1. Modelo de riesgo probabilista

La evaluación del riesgo probabilista toma en cuenta todos los probables sucesos que pueden suscitarse en el futuro. La falta de certeza de los modelos de análisis en relación a la magnitud y a la reiteración de eventos generan que los modelos probabilistas integren dicha incertidumbre en la estimación del riesgo.

Éste modelo fue elaborado para cuantificar los daños potenciales a partir de una secuencia de componentes.

Figura 1

Esquema del Método del Riesgo Probabilista



Nota. Adaptada de Esquema general del análisis del riesgo probabilista, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

2.2.2.1.1. Componentes del modelo de riesgo probabilista

Los principales componentes de una evaluación probabilista del riesgo son los siguientes:

A. Amenaza Sísmica

Se presenta de manera gráfica a través de mapas de asignación de parámetros de magnitud sísmica como son las aceleraciones espectrales para distintos periodos de vibración estructural o la aceleración máxima del terreno y un amortiguamiento estructural específico. Por cada depósito de suelo se debe incluir los efectos de la respuesta dinámica lo que puede generar cambios importantes en las amplitudes máximas y el contenido frecuencial.

Existen una gran cantidad de posibles sucesos que pueden presentarse en una determinada zona, los cuales se deben evaluar mediante los mapas de intensidad teniendo en consideración los rangos de magnitudes posibles en las diferentes fuentes sísmicas y las distancias relativas entre estas y las construcciones a analizar. Los eventos se caracterizan además con la frecuencia media anual de ocurrencia, la cual se elabora en base al análisis de la frecuencia de eventos históricos. La información de amenaza se agrupa y maneja con base en archivos digitales bajo el software de modelamiento CAPRA (Plataforma para la evaluación probabilista del riesgo) que contiene los mapas de parámetros de intensidad para cada uno de los escenarios estocásticos definidos.

Para esta tesis el parámetro de intensidad de amenaza sísmica seleccionado corresponde a la máxima aceleración espectral para una serie de periodos

estructurales elegidos para todas las ubicaciones geográficas.

B. Base de datos de exposición

Es necesario la elaboración de una base de datos de las edificaciones que son susceptibles a sufrir daño por la ocurrencia de eventos sísmicos. La información almacenada debe contener como mínimo lo siguiente: ubicación geográfica, función de vulnerabilidad sísmica asociada y líneas de intervención.

Para calificar la vulnerabilidad de cada edificación escolar es necesario contar con información relacionada con la calidad del diseño, el tipo estructural, la altura, el nivel de diseño sismorresistente y otra información adicional propia de cada edificación.

C. Información de Vulnerabilidad

Se representa mediante funciones que vinculan la intensidad sísmica seleccionada con las pérdidas esperadas en porcentaje. Estas funciones de vulnerabilidad son convenientes en términos estadísticos cuando existe un inventario amplio de activos expuestos ya que representan el comportamiento esperado de las edificaciones de cada tipo estructural particular.

D. Módulo de riesgo

Este módulo realiza la integración de la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de evaluar el riesgo que se representa mediante diferentes parámetros indicativos del nivel de daño, impactos físicos y afectación general a la infraestructura o a los ocupantes de la misma. Una vez estimado el daño físico esperado (valor potencial promedio y su dispersión) en porcentaje o en valor absoluto para cada una de las edificaciones expuestas, es posible realizar estimativos de diferentes parámetros o métricas útiles para el análisis propuesto tales como la curva de excedencia de pérdidas, la pérdida anual esperada, en términos absolutos o relativos y las pérdidas máximas esperadas en términos absolutos o relativos.

2.2.3. Rapid Visual Screening (FEMA 154)

El método que describe la publicación FEMA 154, lo denomina "Rapid Visual Screening" que en español se puede entender como "Detección Visual Rápida", la cual ha sido formulada 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 y miembros de universidades quienes usan el Procedimiento RVS como herramienta de trabajo e investigación. 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 puede elaborar un informe final sobre la capacidad del edificio y la necesidad de una rehabilitación (Federal Emergency Management Agency, 2002).

2.2.4. Análisis Dinámico Modal Espectral

Éste método de análisis implica solamente el cálculo de los valores máximos de los desplazamientos y las aceleraciones en cada modo empleando un espectro de aceleraciones, el mismo que representa la envolvente de espectros de respuesta para diversos sismos, con algunas consideraciones adicionales expuestas en los códigos sismo resistentes de cada país, luego se combinan estos valores máximos, por ejemplo mediante un promedio ponderado entre la media y la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de tales valores máximos o también por el método de la combinación cuadrática completa (CQC), que considera adicionalmente una correlación entre los valores modales máximos. De este modo, se obtienen los valores más probables de desplazamientos y fuerzas (ARQHYS, 2017).

2.3. Definición de términos

- **Amenaza sísmica:** Es la probabilidad de que se presente un fenómeno natural potencialmente dañino, en este caso un evento sísmico (Banco Mundial, 2017).
- **Elementos no estructurales:** Elementos de la edificación que no hacen parte del sistema principal de resistencia de cargas verticales u horizontales. Corresponden a fachadas, muros divisorios, cielos rasos, líneas de servicios y otras instalaciones de la edificación. Estos deben ser diseñados para soportar la demanda sísmica (aceleración, desplazamiento u otros) impuesta por la estructura principal (Banco Mundial, 2017).

- **Estructura:** En ingeniería una estructura es cualquier tipo de construcción formada por uno o varios elementos enlazados entre sí que están destinados a soportar la acción de una serie de fuerzas aplicadas sobre ellos (Marín, 2015).
- **Funciones de vulnerabilidad sísmica:** Funciones que relacionan el daño medio esperado en una estructura individual con la intensidad del evento sísmico (Banco Mundial, 2017).
- **Peligro Sísmico:** Es la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido. El peligro también puede incluir otros efectos que el mismo sismo genera, como derrumbes y licuefacción de suelos (Bommer, 1998).
- **Riesgo Sísmico:** Es el nivel de pérdidas probables que pueden afectar una edificación como a la población que la comprende, durante un intervalo de tiempo al que permanecen expuestas a las ondas sísmicas (Bonnet, 2003).
- **Sismo:** Es una vibración de la superficie terrestre generado por la liberación de energía en forma de onda que se extiende en todas las direcciones desde el origen del terremoto denominado foco. La gran parte de los terremotos ocurren a lo largo de inmensas fracturas denominadas fallas (Lutgens & Lutgens, 2005).
- **Sistema Estructural:** Es el conjunto de elementos estructurales que puede ser de cualquier material estructural el cual permita la transmisión adecuada de las fuerzas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Además, debe tener una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al estrato que se encuentra en la profundidad de desplante (Marín, 2015).
- **Tipología constructiva:** Grupos de edificaciones que reúnen características similares en su sistema estructural, tanto en los materiales como en la geometría de elementos, para efectos de la calificación de su vulnerabilidad (Banco Mundial, 2017).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

Tipo de Investigación

La investigación será de tipo descriptiva y explicativa, en la cual se recopilará información de las edificaciones educativas y luego en base a esa información, se analizará su grado de vulnerabilidad ante próximos eventos sísmicos.

Nivel de Investigación

El nivel de investigación será de nivel Aprehensivo y Comprensivo, analizando los datos obtenidos de las edificaciones educativas para predecir su desempeño sísmico ante sismos de alta intensidad y proponer alternativas para reducir la vulnerabilidad sísmica.

3.2. Población y/o muestra de estudio

Población

La población está representada por todas las edificaciones educativas públicas del distrito de Ciudad Nueva, siendo un total de 13 Instituciones educativas.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 6 edificaciones educativas públicas del distrito de Ciudad Nueva, las cuales representan más del 30% de la población. La Instituciones educativas que conforman nuestra muestra son:

- I.E. MANUEL A. ODRÍA
- I.E. MARISCAL CÁCERES
- I.E. SIMON BOLIVAR
- I.E.I. MUNICIPAL CIUDAD NUEVA
- I.E.I. SAGRADA FAMILIA
- I.E.I. JESUS DIVINA MISERICORDIA

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Variable Dependiente: Vulnerabilidad Sísmica	Es la susceptibilidad de componentes expuestos específicos a ser afectados de alguna manera por un evento sísmico.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amenaza Sísmica ✓ Nivel de daño ante un evento sísmico de gran magnitud 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto ✓ Medio ✓ Bajo
Variable Independiente: Edificación Escolar Pública	Es aquella estructura destinada a la educación la cual es categorizada como una edificación esencial por ende debe presentar un buen desempeño sísmico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Antigüedad ✓ Ejecutor de la Obra ✓ Altura de la edificación ✓ Área construida ✓ Sistema estructural 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Número de años ✓ Encargado de la obra ✓ Número de pisos ✓ Área en m2 ✓ Pórticos de concreto armado y muros de albañilería, albañilería confinada, aulas provisionales, construcciones precarias, albañilería sin confinar, madera, acero, adobe

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Técnicas

Las principales técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fueron:

- Mediante el método cualitativo, que es la observación in situ de las instalaciones y elementos visiblemente vulnerables.
- Mediante el método cuantitativo, que se basó principalmente en la evaluación de los resultados obtenidos del ensayo con el esclerómetro.
- Investigación Bibliográfica con respecto a los estudios realizados de la misma naturaleza en distintas investigaciones.

Instrumentos

- Martillo de rebote de ensayo (Esclerómetro)
- Fichas de campo

3.5. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis se hizo mediante fichas en campo, en las cuales se fue colocando la información de las estructuras de las edificaciones escolares.

Se realizó la evaluación de la homogeneidad del concreto con los datos obtenidos del ensayo con esclerómetro aplicado a los diferentes elementos estructurales de las edificaciones escolares.

Luego se realizó una estimación del grado de vulnerabilidad a partir de una secuencia de componentes como son la amenaza sísmica, la base de datos de exposición y la información de vulnerabilidad de las estructuras de las edificaciones escolares.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Amenaza Sísmica

4.1.1. Información Disponible

Los desastres naturales en el mundo y en el Perú, con el paso del tiempo han causado gran cantidad de víctimas, daños materiales y esto trae como consecuencia una baja economía, retrasando el avance económico y social, obstaculizando el desarrollo sostenible. Arequipa y Tacna se encuentran en la región sur-occidental del Perú, la cual se encuentra ubicada en la zona de subducción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana por lo que esta zona tiene un alto grado de sismicidad. Tomando como referencia a la sismicidad histórica del país, ocurrieron fuertes sismos en la zona sur, hasta 8.5 grados en la escala de Richter y XI en la escala de Mercalli Modificado, entre los que se tienen: El sismo de 1604 (XI- Moquegua), el sismo de 1687 (VIII- Arequipa), el sismo de 1784 (VIII - Arequipa), el sismo 1833 (VIII - Tacna) y el sismo de 1868 (XI -Arica). El periodo de retorno o de recurrencia de estos sismos de gran magnitud es de un siglo, por esa razón se considera una zona de alta sismicidad.

Muy aparte, el sismo del 23 de junio del 2001, perjudicó a la región sur de país, incluyendo la ciudad de Arica, Iquique en Chile y La Paz en Bolivia. El epicentro de este sismo fue en la región sur, que soportaron una intensidad de VIII en la escala de Mercalli, también las ciudades de Ilo, Moquegua y Tacna soportaron un sismo de hasta VII grados. Las edificaciones en la ciudad de Tacna gracias al sismo sufrieron grandes daños en los edificios ubicados en el casco de la ciudad, mayormente en las viviendas antiguas, de adobe y quincha. En las zonas periféricas, Cono Norte (Distritos Alto de la Alianza y Ciudad Nueva) las viviendas construidas de ladrillos y bloquetas, y las edificaciones públicas construidas de concreto armado, resultaron con daños considerables en su estructura, esto llevó a tener pérdidas humanas gracias a la intensidad del sismo.

Luego del evento sísmico se procedió a las etapas de emergencia, rehabilitación y reconstrucción. la ayuda proporcionada a la población por las entidades del gobierno resultó ser mínima a comparación del alcance de los daños generados por el sismo esto se debe a la carencia de un plan de prevención, plan de emergencia, la falta de coordinación interinstitucional y carencia de recursos económicos.

Además de los motivos señalados, se le suma la vulnerabilidad a la que se encontraban expuestas las edificaciones categorizadas como esenciales según la norma E.030 de Diseño Sismorresistente, las cuales deben garantizar el acopio de grandes cantidades de personas en esas etapas de emergencia ocasionadas por movimientos sísmicos de gran magnitud.

Por los antecedentes indicados y con el fin de prevenir y reducir los riesgos originados por los sismos, es necesario realizar la presente investigación para determinar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones esenciales, en este caso las Instituciones educativas, del distrito de Ciudad Nueva- Tacna.

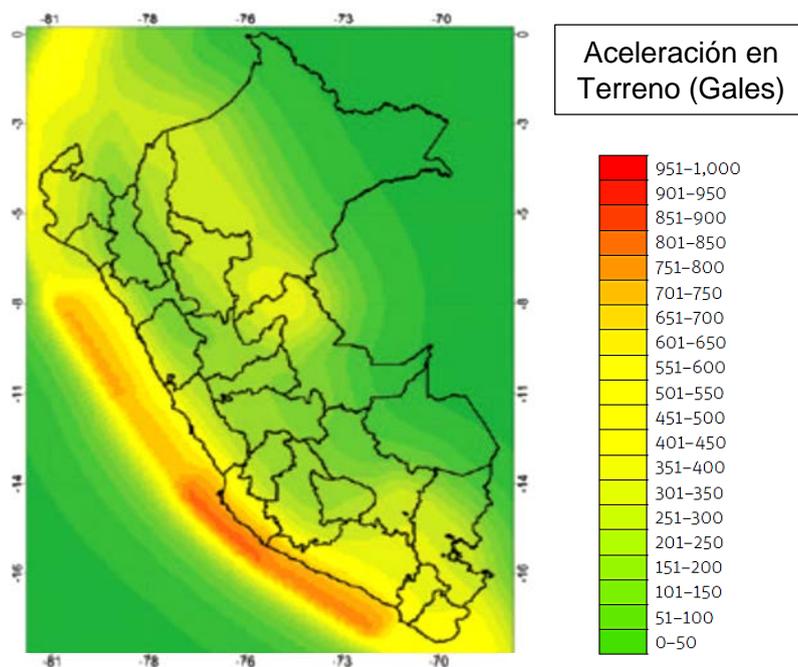
4.1.2. Amenaza Sísmica en terreno firme

Está basada en la información disponible y las evaluaciones realizadas en estudios previos como el realizado por el MINEDU en conjunto con el Banco Mundial en el 2017.

En el informe antes mencionado se obtuvieron mapas probabilísticos de la amenaza sísmica para diferentes periodos de retorno.

Figura 2

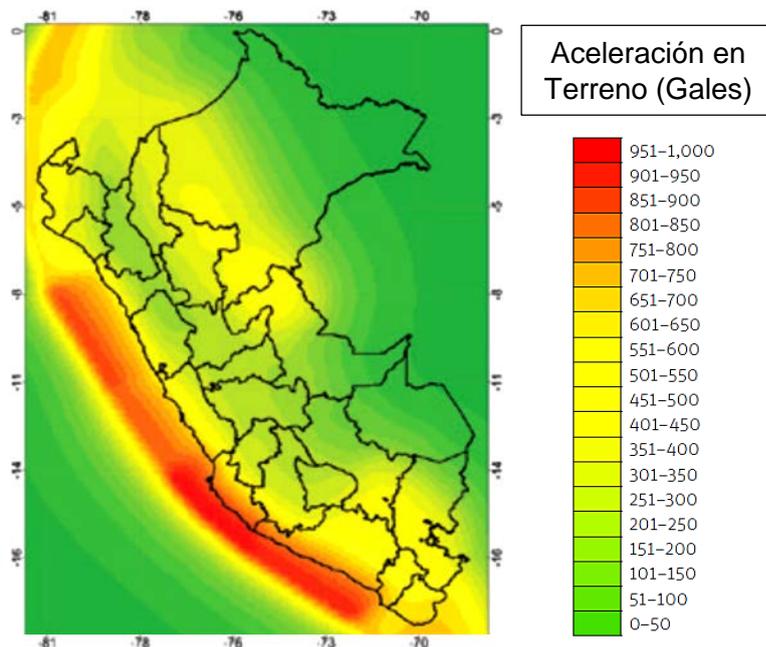
Mapa probabilista para un periodo de retorno de 500 años



Nota. Adaptado de Mapas probabilistas de amenaza sísmica, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Publicas del Perú.

Figura 3

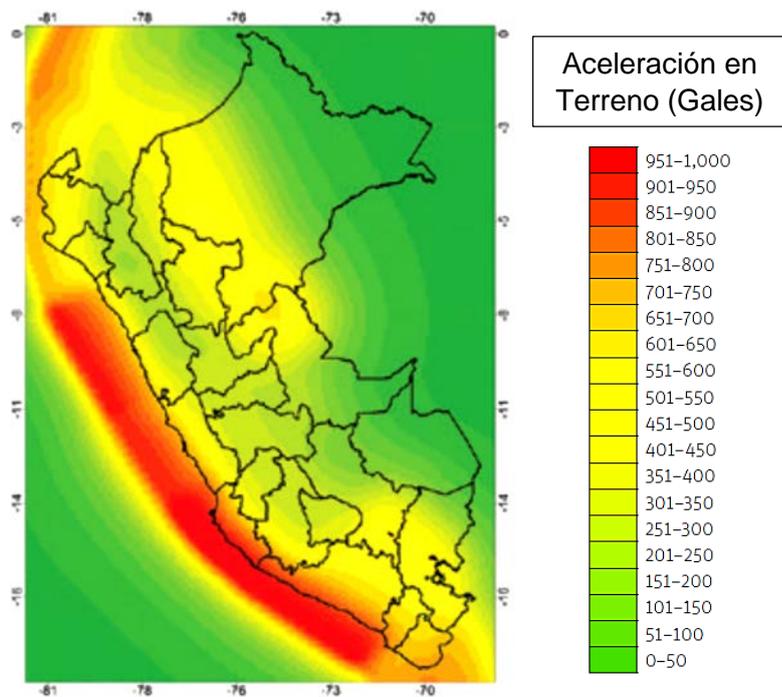
Mapa probabilista para un periodo de retorno de 1000 años



Nota. Adaptado de Mapas probabilistas de amenaza sísmica, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Publicas del Perú.

Figura 4

Mapa probabilista para un periodo de retorno de 1500 años



Nota. Adaptado de Mapas probabilistas de amenaza sísmica, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Publicas del Perú.

También es preciso señalar las zonas de amenaza sísmica que han sido definidas por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Figura 5

Mapa de amenaza sísmica del Perú



Nota. Reproducido de Zonas Sísmicas, 2019, Norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

4.1.3. Efectos locales del suelo

La región sur occidental del Perú está situada en la zona de subducción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana, zona de alta actividad sísmica. De acuerdo con la sismicidad histórica, han ocurrido sismos severos hasta de una magnitud de 8,5 grados en la escala de Richter y XI en la escala de Mercalli. El distrito de Ciudad Nueva se ubica en la mencionada zona.

Los estudios geotécnicos de suelos de cimentación caracterizan suelos de arena limosa de baja capacidad portante de 0,25 a 1,00 kg/cm². Por estas condiciones el peligro sísmico es alto en este distrito.

4.2. Exposición y vulnerabilidad

4.2.1. Consistencia y completitud de la información

Para desarrollar este trabajo de investigación se recopiló información de las seis edificaciones escolares tomadas como muestra del distrito de Ciudad Nueva.

La información se registró en fichas de campo para cuya elaboración definimos las características ingenieriles que utilizaremos para determinar el grado de vulnerabilidad de los centros educativos de Ciudad Nueva. Todos los datos se almacenaron en hojas de cálculo en el programa Excel.

A continuación, se muestra el formato de la ficha de campo elaborada.

Figura 6

Ficha de campo para base de datos de exposición

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU					
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA					
FICHA DE EVALUACION					
Ubicación:	COLEGIO N°:	Fecha de Evaluación:	Ficha N°:		
Nombre:					
Nivel:	Cantidad de alumnos en el colegio:				
Ejecutor y financiamiento para la edificación:					
Año de ejecución		Tiempo construida de la edificación (años):			
N° de pisos actuales:		N° de pisos proyectados:			
Sist. Estructural Paralelo a Fachada			Sist. Estructural Perpendicular a Fachada		
Zona:	Altura:	Área:			
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar					
DATOS TÉCNICOS					
Características de los Principales Elementos de la Vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
	Sobrecimiento		Otro		
Sobrecimiento (m)	Profundidad	-	Profundidad	-	
	Ancho	-	Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo		
	Dimensiones	-	Dimensiones	-	
	Juntas	-	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	-	Tipo	-	
	Peralte	-	Peralte	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	-	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	-	Dimensiones	-	
Observaciones y/o Comentarios:					
Problemas de Ubicación		Estructuración		Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta		Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden		Losas no monolíticas		Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden		Insuficiencia de junta sísmica		Eflorescencia	
Intermedia		Losa de techo a desnivel con vecino		Humedad en muros	
Las alturas de pisos coinciden		Cercos no aislados de la estructura		Muros agrietados	
Las alturas de pisos no coinciden		Tabiquería no arriostrada		Otros:	
No es colindante		Muros portantes de ladrillo pandereta			
		Unión muro y techo			
		Juntas frías			
Conservación de la Edificación		Otros:		Mano de Obra	
Muy mala				Muy mala	
Mala				Mala	
Regular				Regular	
Buena				Buena	

Para la obtención de datos se realizó la visita a cada una de las Instituciones Educativas y se realizó una entrevista a sus directores y personal a cargo.

En el anexo 2 se muestra a detalle todas las fichas de campo con la información obtenida y en el anexo 4 se puede visualizar un panel fotográfico de la visita y los ensayos realizados.

Para señalar la localización de cada centro educativo se elaboró un plano de ubicación general el cual se presenta en el anexo 5, donde también se colocarán dos planos de los pabellones representativos analizados debido a que todas las estructuras de las Instituciones educativas tenían una infraestructura muy similar.

4.2.2. Descripción y observaciones

La visita a los centros educativos nos permitió realizar observaciones sobre daños ocasionados por movimientos sísmicos pasados, así como también verificar el cumplimiento de ciertos parámetros y restricciones que se deben cumplir al ser consideradas edificaciones esenciales según la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Para cada Institución educativa se describirá de manera general la visita a campo junto con las observaciones correspondientes de ser el caso.

4.2.2.1. I.E. Manuel A. Odría

La visita al centro educativo se realizó el 17 de diciembre del 2020, previa coordinación con su Director el Sr. Aldo Ruperto Espinoza Rodríguez.

Figura 7

Puerta 02 de la I.E. Manuel A. Odría



Sólo se nos dio acceso a dos pabellones debido a que la Institución Educativa se encuentra en un proceso de ampliación y construcción de nuevos pabellones, por lo que no hay acceso al resto de su infraestructura.

Figura 8

Construcción de nueva infraestructura de la I.E. Manuel A. Odría



Los pabellones son típicos en todo el centro educativo, por lo que tomaremos a las estructuras analizadas como representativas de toda la demás infraestructura ya construida.

Figura 9

Pabellones analizados de la I.E. Manuel A. Odría



- Observaciones:

El cerco perimétrico evidenciaba una falta de mantenimiento a diferencia de los pabellones en estudio, y en algunas partes se veían pequeñas grietas ocasionados posiblemente por movimientos sísmicos pasados.

Figura 10

Cerco perimétrico de la I.E. Manuel A. Odría



Hay un alto riesgo de sufrir daños ante sismos debido a la falta de juntas sísmica entre las columnas y la tabiquería, pudiéndose generar fallas por columna corta.

Figura 11

Unión columna - pared de pabellón de la I.E. Manuel A. Odría



4.2.2.2. I.E Mariscal Cáceres

La visita al centro educativo se realizó el 17 de diciembre del 2020, previa coordinación con su Directora la Sra. Esther Llanos Sucapuca de Lanchipa.

Figura 12

Puerta Principal de la I.E. Mariscal Cáceres



Para nuestro análisis tomaremos el pabellón que presenta una mayor área construida en toda la I.E. y otro típico.

Figura 13

Pabellones analizados de la I.E. Mariscal Cáceres



- Observaciones:

Los movimientos sísmicos a lo largo de los años han ido ocasionando que el cerco perimétrico se incline ligeramente, separándose en su parte superior en 15 cm. Esto representa un peligro para los transeúntes debido a que frente a un sismo severo el cerco podría ceder y ocasionar accidentes en las personas que rodean el centro educativo.

Figura 14

Separación del cerco de la I.E. Mariscal Cáceres



Hay presencia de fisuras en la unión de la viga con la losa en la intersección de dos pabellones, lo cual se produce claramente por un aplastamiento ocasionado por los sismos.

Figura 15

Fisuras en unión viga - losa de la I.E. Mariscal Cáceres



En algunos pabellones y escaleras hay presencia de eflorescencia a tal nivel que incluso se logra ver el ladrillo del muro.

Figura 16

Eflorescencia en estructuras de la I.E. Mariscal Cáceres



Cerca de la zona recreativa se encuentran aulas inhabitables debido a los daños causados por los movimientos sísmicos de los últimos años. Se nos pidió no acercarnos por el alto potencial de colapso de esta edificación, pero se pudo evidenciar presencia de eflorescencia y falta de juntas de dilatación, lo que seguro generó que se ocasionaran daños al exterior e interior de su estructura.

Figura 17

Aulas inhabitables de la I.E. Mariscal Cáceres



4.2.2.3. I.E. Simón Bolívar

La visita al centro educativo se realizó el 18 de diciembre del 2020, previa coordinación con su Director el Sr. Oscar Luis Valle Zavala.

Figura 18

Puerta Principal de la I.E. Simón Bolívar



La infraestructura ha venido construyéndose en diferentes periodos de tiempo, por lo que no todos sus pabellones tienen la misma antigüedad. Para nuestro estudio tomaremos los dos pabellones principales y más antiguos del centro educativo.

Figura 19

Pabellones analizados de la I.E. Simón Bolívar



- Observaciones:

Los pabellones presentan variaciones en sus alturas de entrepiso a pesar de encontrarse colindantes y en una misma orientación, lo cual durante un movimiento sísmico puede ocasionar que las losas choquen con las vigas colindantes y puedan generarse daños estructurales.

Figura 20

Diferencia de alturas entre pabellones de la I.E. Simón Bolívar



El cerco perimétrico debe estar aislado de las estructuras para no generar daños durante los sismos. Sin embargo, una parte de la infraestructura se encuentra apegado al cerco lo que ocasionaría daños a futuro.

Figura 21

Cerco perimétrico no aislado de la I.E. Simón Bolívar



4.2.2.4. I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva

La visita al centro educativo se realizó el 18 de diciembre del 2020, previa coordinación con su Directora la Sra. Nancy Dora Yañez Muñoz.

Figura 22

Puerta Principal de la I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva



La infraestructura del centro educativo se encontraba en buen estado en general y no se encontraron observaciones de ningún tipo. Los pabellones seleccionados para el análisis serán los siguientes:

Figura 23

Pabellones analizados de la I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva



No hubo observaciones debido a un mantenimiento adecuado.

4.2.2.5. I.E.I. Sagrada Familia

La visita al centro educativo se realizó el 19 de diciembre del 2020, previa coordinación con su Directora la Sra. Rosa Maria Gilmayo Canqui.

Figura 24

Puerta Principal de la I.E.I. Sagrada Familia



La infraestructura del centro educativo en general se encontraba en un buen estado, pero había falta de mantenimiento en algunas partes. Para nuestro análisis escogimos los pabellones que superficialmente presentaban signos de mayor deterioro.

Figura 25

Pabellones analizados de la I.E.I. Sagrada Familia



- Observaciones:

Hay presencia de eflorescencia en la parte externa e interna de las aulas. Esto ha ocasionado que en ciertas partes llegue a verse el tarrajeo del muro.

Figura 26

Eflorescencia en Aulas de la I.E.I. Sagrada Familia



Según el personal a cargo, ha habido diferentes lluvias que han dañado la losa a tal punto que puede filtrar el agua dentro de las aulas ocasionando goteras. Se evidenció el daño en las losas que evidentemente no están al 100% de su integridad.

Figura 27

Daño en las losas de la infraestructura de la I.E.I. Sagrada Familia



4.2.2.6. I.E.I. Jesús Divina Misericordia

La visita al centro educativo se realizó el 19 de diciembre del 2020, previa coordinación con su Directora la Sra. Rosa Elvira Colque Linaja.

Figura 28

Puerta principal de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia



El centro educativo está compuesto por dos pabellones y tres aulas adicionales. Para nuestro análisis seleccionaremos los dos pabellones principales.

Figura 29

Pabellones analizados de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia



- Observaciones:

Las juntas de dilatación colocadas en la unión columna – pared se han separado 1cm. Asimismo, hay una zona donde la separación no fue considerable, pero generó una grieta en toda la longitud de la junta. Se podría inferir que esto podría haber sido causado por algún movimiento sísmico.

Figura 30

Juntas de dilatación separadas de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia



El cerco perimétrico no se encontraba aislado de los dos pabellones principales, por lo que hay un riesgo de que estas estructuras choquen durante un sismo y se ocasionen daños considerables.

Figura 31

Cerco perimétrico no aislado de la I.E.I. Jesús Divina Misericordia



4.2.3. Base de datos de exposición

4.2.3.1. Antigüedad de la construcción

La antigüedad de las edificaciones escolares se relaciona con el tipo de norma de diseño sismorresistente al momento de la construcción y por lo tanto define la calidad del diseño y la construcción.

Se ha elaborado el siguiente gráfico para definir el año en que fueron construidas las estructuras de cada una de las edificaciones escolares. Aun cuando la antigüedad de las estructuras comprende rangos muy cortos de años hasta la fecha actual, permite reconocer que algunas edificaciones se han visto afectadas por la aparición y posteriores modificaciones de las normas de diseño sismorresistente del Perú en cuanto a solicitaciones mínimas se refiere.

La distribución según la “Antigüedad de la construcción” en las Instituciones Educativas públicas en el distrito de Ciudad Nueva se presenta a continuación.

Figura 32

Distribución por antigüedad de la construcción



La gráfica elaborada nos permite deducir que, de la muestra tomada y tomando en cuenta las modificaciones en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) hasta la fecha, las edificaciones no cumplen con ciertos parámetros mínimos que se han establecido producto de mayores solicitaciones de refuerzo ante movimientos sísmicos de mayor magnitud que se han ido presentando en los últimos años.

Podemos resaltar también que la única edificación escolar que presenta una mayor probabilidad de vulnerabilidad sísmica debido a su fecha de construcción, es la Institución Educativa Mariscal Cáceres. No obstante, la normatividad no se ha cumplido en algunas edificaciones a pesar de haberse construido después de las modificaciones en las solicitudes de diseño sismorresistente.

4.2.3.2. Ejecutor de la obra

El ejecutor de la obra se encarga de desarrollar la organización necesaria para garantizar el proceso y la calidad final de la obra que se está ejecutando, por lo tanto, corresponde a otro campo importante para la definición de un nivel de calidad en el diseño y la construcción.

Éste parámetro permite identificar las edificaciones en las que se pudo haber tenido supervisión en los procesos que intervinieron en la construcción de los centros educativos por parte del Estado. En la verificación de campo referente al “Ejecutor de la Obra” se encontraron dos posibilidades: Gobierno Regional y Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.

La distribución según el “Ejecutor de la Obra” en las Instituciones Educativas públicas en el distrito de Ciudad Nueva se presenta a continuación.

Tabla 2

Distribución por ejecutor de obra en porcentaje

Ejecutor de la Obra	Porcentaje (%)
Gobierno Regional	83.33 %
Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva	16.67 %

Figura 33

Resultados de la Tabla 2



Según la gráfica, se ha considerado que de las seis edificaciones escolares tomadas como muestra, el 83.33% han sido ejecutadas por el gobierno regional y el 16.67% por la Municipalidad distrital de Ciudad Nueva.

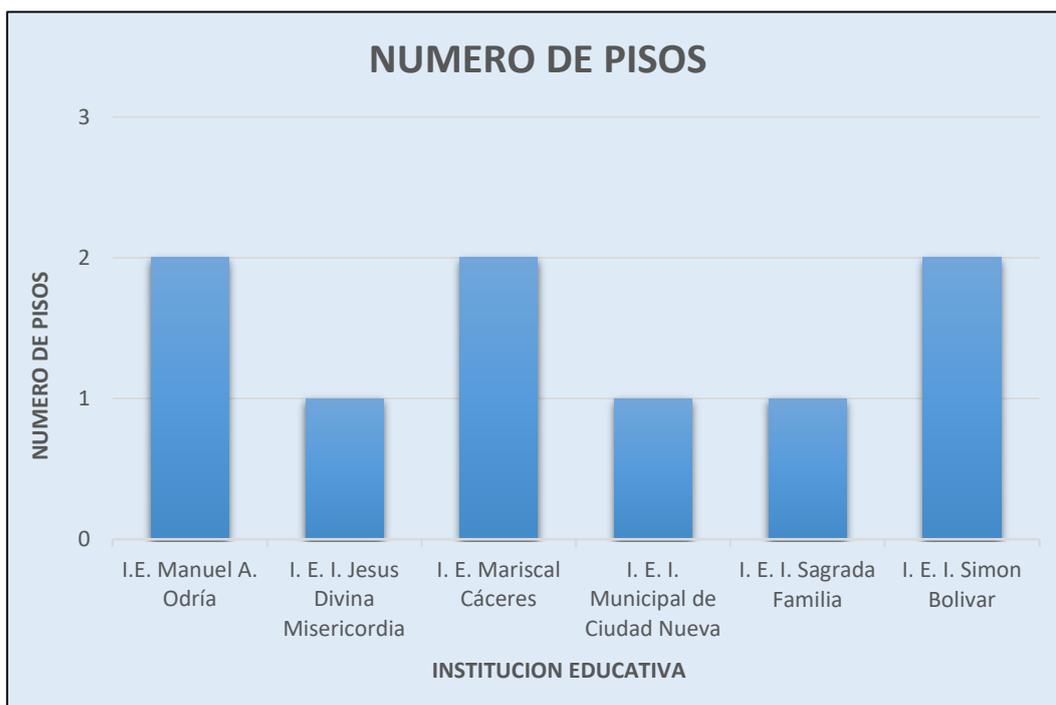
4.2.3.3. Altura de la edificación

El número de pisos permite diferenciar la vulnerabilidad de edificaciones que presentan un mismo sistema estructural por su altura, ya que según éste parámetro presentan un comportamiento dinámico diferente.

Según el Informe del Banco Mundial del 2017, a nivel de todo el país la mayoría de edificaciones son de uno y dos pisos, estadística que verificaremos si se cumple para nuestra muestra.

Figura 34

Distribución por número de pisos



El presente gráfico nos indica que de la muestra tomada (seis edificaciones escolares) tres son de dos pisos, y las otras tres de un piso. Cabe recalcar que las edificaciones escolares iniciales son las que son de un solo nivel, y las de nivel primario y secundario, son de dos niveles.

La información obtenida nos servirá para establecer rangos de acuerdo al sistema estructural de cada centro educativo para la posterior asignación de funciones de vulnerabilidad.

Figura 35

Distribución del número de pisos en porcentaje



El presente gráfico nos muestra que el 50% son de un solo piso, y el otro 50% de dos pisos. Se hizo la observación en campo que, de las tres edificaciones con nivel inicial-jardín, una se proyecta para seguir construyendo un nivel adicional, tal como es la I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva.

4.2.3.4. Área construida

El área construida es obtenida usando el “área de techo”. Ésta área es definida como el área construida en el primer piso de la edificación, y debido a la observación realizada a los centros educativos, se va a considerar que la estructura tiene el mismo tamaño en planta tanto en el primer nivel como en los niveles superiores.

Asimismo, la tabla 3 presenta el área construida aproximada para las edificaciones escolares evaluadas en el distrito de Ciudad Nueva.

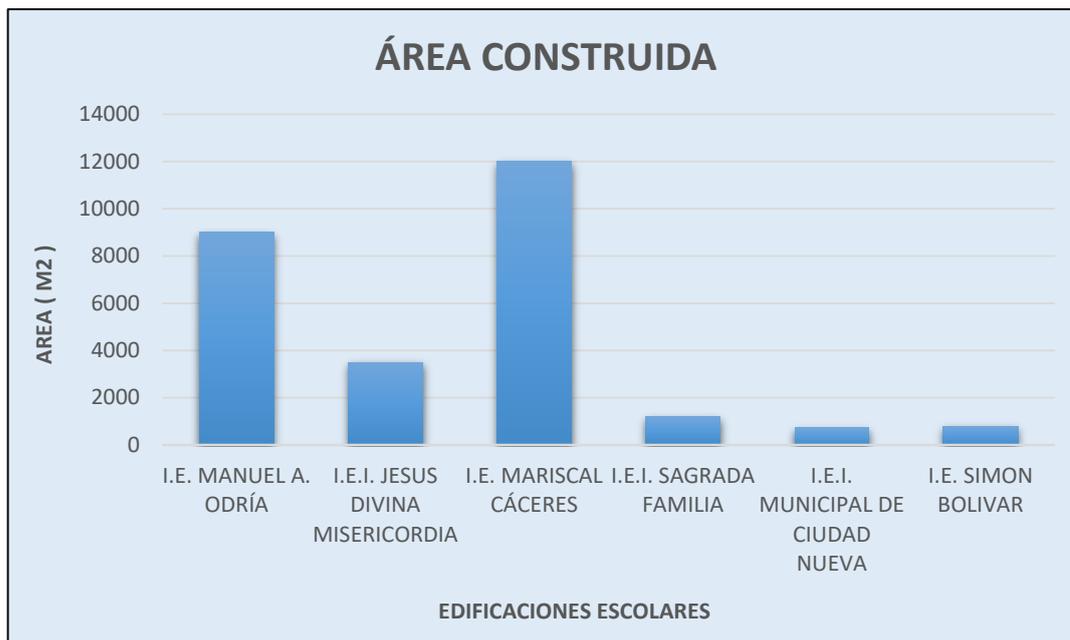
Tabla 3

Distribución de áreas construidas

Edificación Escolar	Área (m2)
I.E. Manuel A. Odría	9000
I.E.I. Jesús Divina Misericordia	3500
I.E. Mariscal Cáceres	12000
I.E.I. Sagrada Familia	1200
I.E.I. Municipal de Ciudad Nueva	750
I.E. Simón Bolívar	800

Figura 36

Resultados de la Tabla 3



El presente gráfico nos da como conclusión que, de la muestra tomada el 66.67% de estructuras tienen un área construida entre 0 y 5000m², y sólo un 33.33% tienen áreas mayores a 5000m².

La información se obtuvo mediante la aplicación de Google Earth, el cual es un programa informático que nos permite visualizar múltiples cartografías del mundo basado en imágenes satelitales, cuya aplicación nos permitió determinar el área total y el área construida de cada centro educativo.

4.2.3.5. Sistemas estructurales y tipologías constructivas

La base de datos del presente informe contiene la asignación de los sistemas estructurales para las seis edificaciones escolares estudiadas. Éstos sistemas fueron verificados mediante visitas a campo y registros fotográficos.

4.2.3.5.1. Según el Informe del Banco Mundial

Para definir los sistemas estructurales según el Informe elaborado por el Banco Mundial se presentan una lista con los sistemas estructurales más representativos en las edificaciones escolares en todo el Perú, los cuales se describen a continuación.

Tabla 4*Sistemas estructurales tomados como antecedentes*

Código	Sistema estructural	Descripción
PCA	Pórticos de concreto armado y muros de albañilería (dual)	No hay una distinción clara entre las edificaciones en pórticos de concreto y de albañilería confinada en cuanto a funciones de vulnerabilidad asignadas se refiere.
AC	Albañilería confinada o armada	En este sentido, las edificaciones que se clasifican como de albañilería confinada pudieran incluir edificaciones que de otra manera se clasifiquen como pórticos de concreto armado para el presente estudio.
AP y/o PROV	Aulas provisionales	Los sistemas de reemplazo temporal mediante edificaciones precarias fueron asumidas como "aulas provisionales".
P y/o P	Construcciones precarias (triplay, quincha, Tapial, similares)	Las edificaciones precarias se clasifican en general como de alta vulnerabilidad sísmica ya que la recomendación general para estas es la de sustituirlas por edificaciones sísmo resistentes.
ASC	Albañilería sin confinar	Las edificaciones en albañilería simple sin refuerzo son en general de alta vulnerabilidad sísmica ya que no cuentan con elementos de confinamiento o amarre en la zona de cubierta lo que los hace muy susceptibles a daño en el plano perpendicular al plano del muro.
M	Madera (normalizada)	Las edificaciones en madera y otros materiales livianos son en general de baja vulnerabilidad sísmica.
EA	Estructura de acero	Estructuras realizadas en material de acero para el caso de edificaciones construidas para el gobierno, posterior a 1998.
A	Adobe	Las edificaciones de adobe son de alta vulnerabilidad sísmica por su alto peso y la falta de amarre y confinamiento.

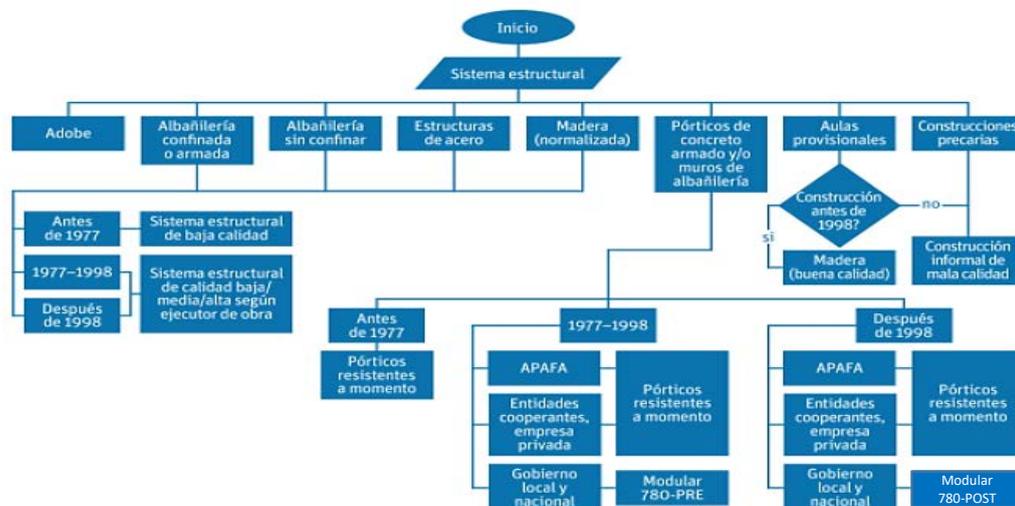
Nota. Adaptada de Sistemas estructurales definidos en el CIE, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

4.2.3.5.1.1. Asignación por Diagrama de Flujo

La asignación de las tipologías constructivas o sistemas estructurales en cada dirección de los pabellones analizados de los centros educativos se realizará mediante un diagrama de flujo para cada sistema estructural y según la antigüedad que hemos registrado en nuestras fichas de campo. Dicho diagrama se puede apreciar a continuación.

Figura 37

Diagrama de flujo para asignación de tipologías constructivas

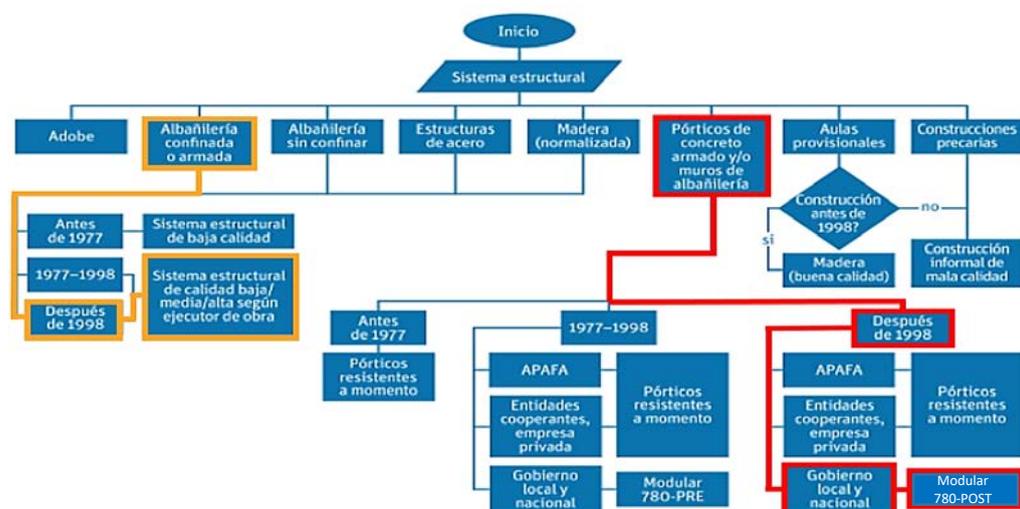


Nota. Adaptada de Diagrama de flujo para la asignación de las tipologías constructivas, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Para cinco edificaciones escolares la asignación del diagrama de flujo se hizo de la misma manera debido a que todas éstas estructuras se encuentran construidas con sistemas estructurales de concreto armado y fueron edificadas después del año 1998 como se presenta en la figura 38.

Figura 38

Diagrama de flujo para edificaciones posteriores a 1998

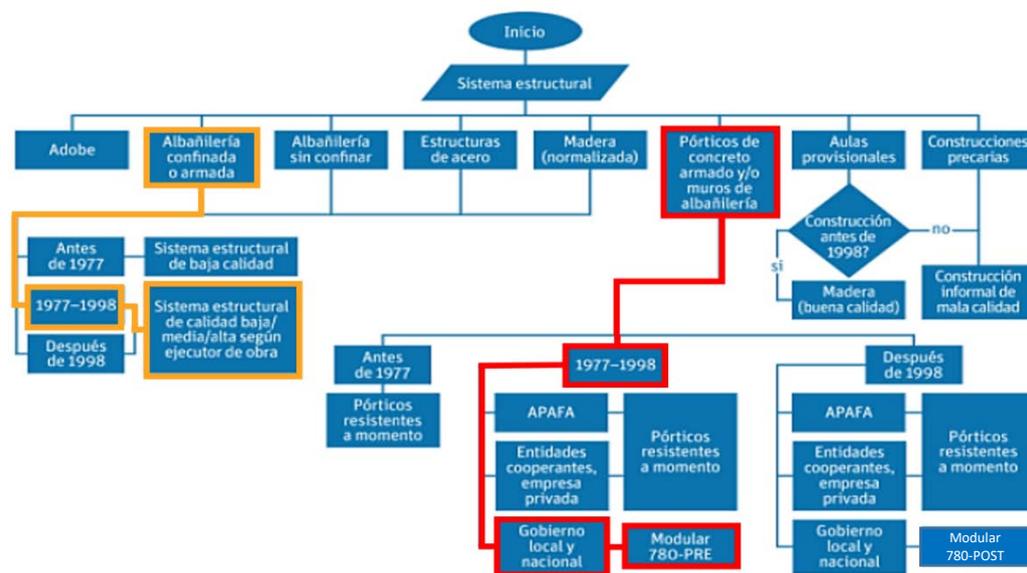


Nota. Adaptada de Diagrama de flujo para la asignación de las tipologías constructivas, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Para una edificación escolar la asignación del diagrama de flujo fue distinto, como se presenta en la figura 39, debido a que fue edificada antes del año 1998 y cuenta con un sistema estructural de concreto armado.

Figura 39

Diagrama de flujo para edificaciones anteriores a 1998



Nota. Adaptada de Diagrama de flujo para la asignación de las tipologías constructivas, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Como se puede observar el sistema estructural de pórticos de concreto armado se puede desglosar en tipologías adicionales, por lo que la lista final de sistemas a considerar para nuestra clasificación sería la siguiente:

Tabla 5

Lista final de tipologías estructurales según el Banco Mundial

No.	Tipo Estructural	Descripción
1	Adobe (A)	Adobe
2	Albañilería sin confinar (ASC)	Muros de carga en mamposterías simple
3	Albañilería confinada (AC)	Muros confinados por estructuras de concreto reforzado
4	Precarias (P)	Construcciones informales precarias

No.	Tipo Estructural	Descripción
5	Estructuras de acero (EA)	Pórticos en acero
6	Estructuras de madera (M)	Construcciones de madera
7	Pórticos de concreto reforzado (PCM)	Estructuras de concreto con pórticos de concreto; alta incertidumbre en su comportamiento sísmico
8	Módulos 780 pre código (PRE)	Módulo 780, previo a la norma de 1998; tiene problemas de columna corta
9	Módulos 780 post código (POST)	Módulo 780, posterior a la norma de 1998
10	Aulas provisionales (PROV)	Aulas provisionales, realizadas por el gobierno posterior a la norma de 1998

Nota. Adaptada de Tipologías constructivas y funciones de vulnerabilidad definidas, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Con los resultados de la asignación realizada por el diagrama de flujo para todas las edificaciones escolares se pueden observar en las siguientes gráficas:

- Eje paralelo a la fachada de los pabellones

Figura 40

Sistemas estructurales paralelos a la fachada de los pabellones



- Eje perpendicular a la fachada de los pabellones

Figura 41

Sistemas estructurales perpendiculares a la fachada de los pabellones



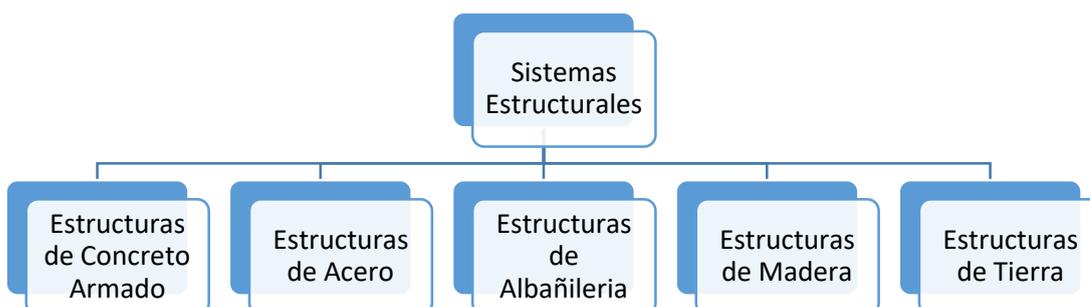
Como resultado de la asignación por diagrama de flujo sabemos que en la dirección paralela a la fachada de los pabellones se registraron sistemas estructurales de concreto armado, de los cuales el 16.67% de edificaciones presentan una tipología Modular PRE y el 83.33% una tipología Modular POST. Asimismo, en dirección perpendicular a la fachada, se tiene un sistema estructural de albañilería confinada para el 100% de los centros educativos.

4.2.3.5.2. Según la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente

Para definir los sistemas estructurales según la norma E.030 se realizó la visita a cada una de las edificaciones escolares, se hicieron registros fotográficos y se analizó los sistemas presentados en dicha norma para ambos ejes de los pabellones analizados.

Figura 42

Sistemas estructurales según la Norma E.030



Con los sistemas identificados según la NTE.030 se realizaron las siguientes gráficas para cada eje de los pabellones analizados.

- Eje paralelo a la fachada de los pabellones

Figura 43

Sistemas estructurales paralelos a la fachada de los pabellones



La gráfica nos indica que el 66.67% de las edificaciones presentan un sistema estructural Dual debido a que presentan columnas en forma de "T", mientras que el 33.33% tienen un sistema de Pórticos de Concreto Armado.

- Eje perpendicular a la fachada de los pabellones

Figura 44

Sistemas estructurales perpendiculares a la fachada de los pabellones



La gráfica nos indica que el 100% (6 edificaciones escolares) fueron construidas con el sistema de albañilería confinada.

4.2.3.6. Índice de Uniformidad

Para obtener el índice de uniformidad realizamos el ensayo de esclerometría cuyo objetivo es medir la uniformidad del concreto mediante disparos con el esclerómetro en determinados elementos estructurales.

El esclerómetro fue diseñado por el ingeniero suizo Ernst Schmidt en 1948, constituyendo una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial. Originalmente, fue propuesto como un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio. En la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

- Evaluar la uniformidad del concreto en una obra.
- Delimitar zonas de baja resistencia en las estructuras.
- Informar sobre la oportunidad para desencofrar elementos de concreto.
- Apreciar, cuando se cuenta con antecedentes, la evolución de la resistencia de estructuras.
- Determinar niveles de calidad resistente, cuando no se cuente con información al respecto.
- Contribuir conjuntamente con otros métodos no destructivos a la evaluación de las estructuras.

Básicamente el proceso está constituido por una masa móvil, con una cierta energía inicial, que impacta la superficie de una masa de concreto produciendo una redistribución de la energía cinética inicial. Parte de la energía es absorbida como fricción mecánica en el instrumento y otra parte como energía de deformación plástica del concreto. La parte restante es restituida a la masa móvil en proporción a la energía disponible. Para tal distribución de energía es condición básica que la masa de concreto sea prácticamente infinita con relación a la masa del percutor del instrumento, lo que se da en la mayoría de estructuras. En consecuencia, el rebote del esclerómetro es un indicador de las propiedades del concreto, con relación a su resistencia y grado de rigidez.

Se hizo la visita a cada una de las edificaciones escolares tomadas como muestra del distrito de Ciudad Nueva para realizar el ensayo de esclerometría.

Figura 45

Esclerómetro utilizado para el ensayo



Las tablas 6 y 7 muestran el resumen de resultados obtenidos de los ensayos de esclerometría por elemento estructural tomados de diferentes pabellones. Cabe mencionar que según la Norma ASTM C805, el número de rebote no debe variar en más de seis en cada punto con respecto a los otros puntos ensayados en el mismo elemento estructural.

Tabla 6

Resultados del ensayo de esclerometría en columnas

Institución Educativa	Resultados del Ensayo en Columnas	
	C - 1	C - 2
I.E. Manuel A. Odría	42	35
I.E. Simón Bolívar	29	29
I.E. Mariscal Cáceres	24	27
I.E.I. Municipal Ciudad Nueva	41	40
I.E.I. Jesús Divina Misericordia	36	35
I.E.I. Sagrada Familia	36	35

Tabla 7*Resultados del ensayo de esclerometría en vigas*

Institución Educativa	Resultados del Ensayo en Vigas	
	V - 1	V - 2
I.E. Manuel A. Odría	33	28
I.E. Simón Bolívar	37	37
I.E. Mariscal Cáceres	39	47
I.E.I. Municipal Ciudad Nueva	38	38
I.E.I. Jesús Divina Misericordia	39	38
I.E.I. Sagrada Familia	41	39

Como se puede observar no hay uniformidad en el concreto en las columnas y vigas de las I.E Manuel A. Odría y la I.E. Mariscal Cáceres.

En el anexo 3 se encuentran los datos obtenidos de cada disparo con el esclerómetro para cada elemento estructural.

La figura 46 muestra la aplicación del esclerómetro en los diferentes elementos estructurales ensayados como son columnas y vigas. El panel fotográfico con la aplicación del ensayo para las diferentes Instituciones educativas se encuentra en el Anexo 4.

Figura 46*Realización del ensayo con el esclerómetro*

4.2.4. Vulnerabilidad de las tipologías constructivas

4.2.4.1. Funciones de vulnerabilidad para el análisis

La vulnerabilidad de las tipologías constructivas predominantes identificadas y caracterizadas anteriormente dependen de varios factores relevantes tales como los sistemas estructurales, los materiales estructurales dominantes, la altura de la edificación y la calidad de construcción que se asocia con el nivel de cumplimiento de especificaciones de diseño sismorresistente (nivel de código sísmico), lo cual define su comportamiento ante eventos sísmicos específicos.

En la siguiente tabla se presentan los rangos de altura para las tipologías constructivas predominantes en todo el Perú, según el Informe del Banco Mundial.

Tabla 8

Rangos de altura típicas para Tipologías Constructivas

No.	Tipo Estructural	Altura Típica	
		Rango	No. Pisos
1	Adobe (A)	Baja	1+
2	Albañilería sin confinar (ASC)	Baja	1-2
		Media	3-5
3	Albañilería Confinada (AC)	Baja	1-2
		Media	3-5
4	Precarias (P)	Baja	1+
5	Estructuras de acero (EA)	Baja	1-3
6	Estructuras de madera (M)	Baja	1+
7	Pórticos de concreto reforzado (PCM)	Baja	1-3
		Media	4-7
8	Módulos 780 pre código (PRE)	Baja	1-3
9	Módulos 780 post código (POST)	Baja	1-3
		Media	4-7
10	Aulas provisionales (PROV)	Baja	1-3
		Media	4-7

Nota. Adaptada de Tipologías constructivas y funciones de vulnerabilidad definidas, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

En la representación de las funciones de vulnerabilidad, la intensidad sísmica de análisis seleccionada en este estudio es la aceleración espectral para el periodo estructural estimado para cada tipología constructiva específica.

Las funciones de vulnerabilidad que se utilizan están basadas en la metodología propuesta en el informe del Banco Mundial la cual está demostrada también por la “Evaluación de vulnerabilidad ante terremotos de Edificios para Riesgo Catastrófico” realizado por la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Politécnica de Cataluña.

En la tabla 9, la columna “Nivel de código sísmico” hace referencia al grado de cumplimiento con respecto a la normativa para las seis edificaciones escolares evaluadas. Las categorías seleccionadas según la metodología aplicada son las siguientes:

- Pre-código (P): No cumple con ningún requisito mínimo de resistencia sísmica.
- Bajo (L): No cumple de manera general con las mínimas especificaciones de resistencia sísmica.
- Medio (M): Cumple de manera general con las especificaciones de resistencia sísmica.
- Alto (H): Cumple totalmente con las especificaciones de resistencia sísmica de códigos internacionales de diseño sísmico de edificios en términos de capacidad de carga y capacidad de deformación horizontal.

Tabla 9

Niveles de código sísmico definidos

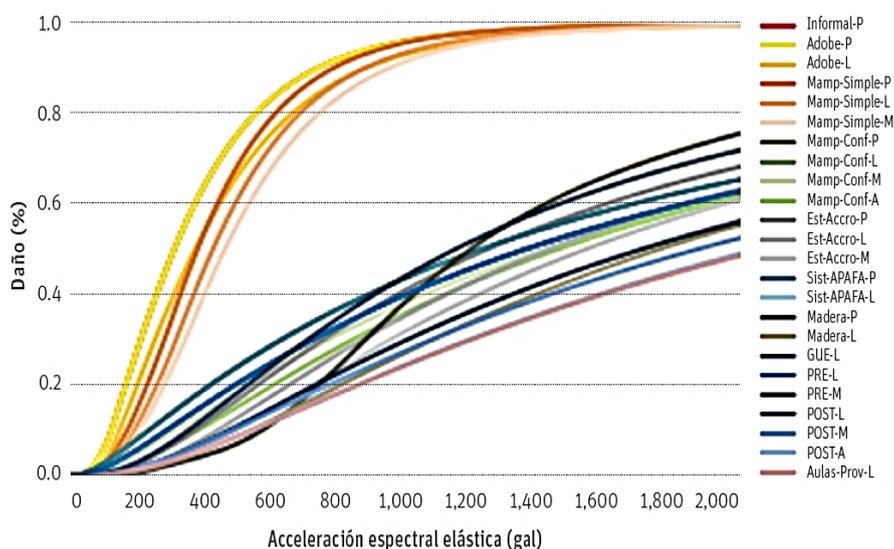
No.	Edificación Escolar	No. Pisos	Nivel de código sísmico			
			P	L	M	H
1	I.E.I. Municipal Ciudad Nueva	1	-	-	x	-
2	I.E.I. Sagrada Familia	1	-	-	x	-
3	I.E.I. Jesús Divina Misericordia	1	-	-	x	-
4	I.E. Manuel A. Odría	2	-	-	x	-
5	I.E. Mariscal Cáceres	2	-	-	x	-
6	I.E. Simón Bolívar	2	-	-	x	-

Nota. Adaptada de Tipologías constructivas y funciones de vulnerabilidad definidas, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Las funciones de vulnerabilidad para cada rango de altura varían para cada sistema estructural como se aprecia en las siguientes gráficas:

Figura 47

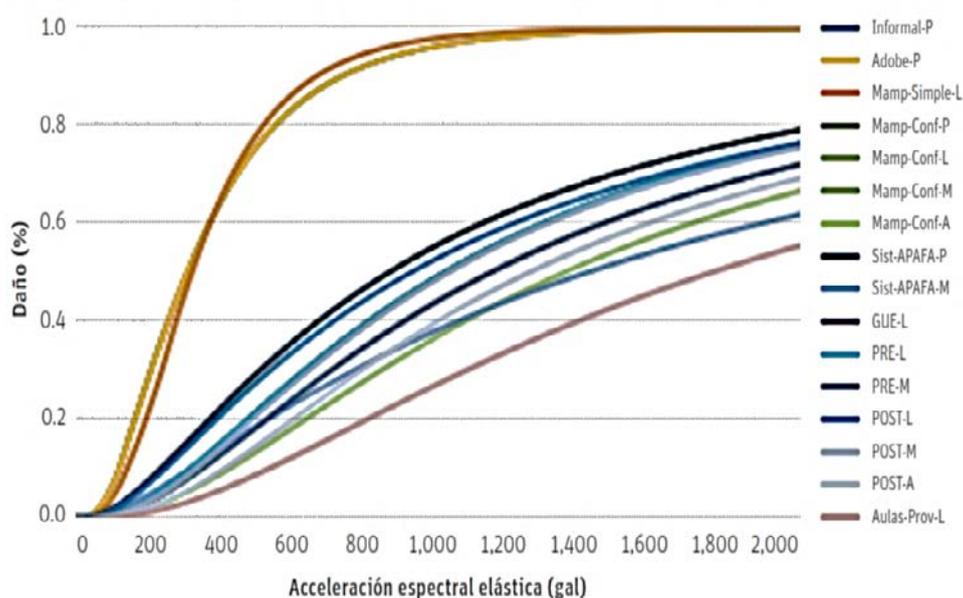
Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de baja altura



Nota. Adaptada de Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de baja altura, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Figura 48

Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de altura media



Nota. Adaptada de Funciones de vulnerabilidad para edificaciones de baja altura, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

Las gráficas permiten visualizar las diferencias en el porcentaje de daño causados por las diferentes aceleraciones espectrales elásticas según la tipología estructural pero sólo para ciertos niveles de código sísmico.

El valor de la aceleración espectral es utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica para medir la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta, por lo que será determinante la asignación de funciones para determinar la vulnerabilidad sísmica de nuestras edificaciones analizadas.

Es preciso indicar que las unidades de la aceleración espectral son en **gal** la cual equivale a 1 cm/s^2 . Cuantas mayores son las intensidades, mayores las fuerzas que el sismo impondrá en las edificaciones.

4.2.4.2. Asignación de funciones de vulnerabilidad a tipologías constructivas

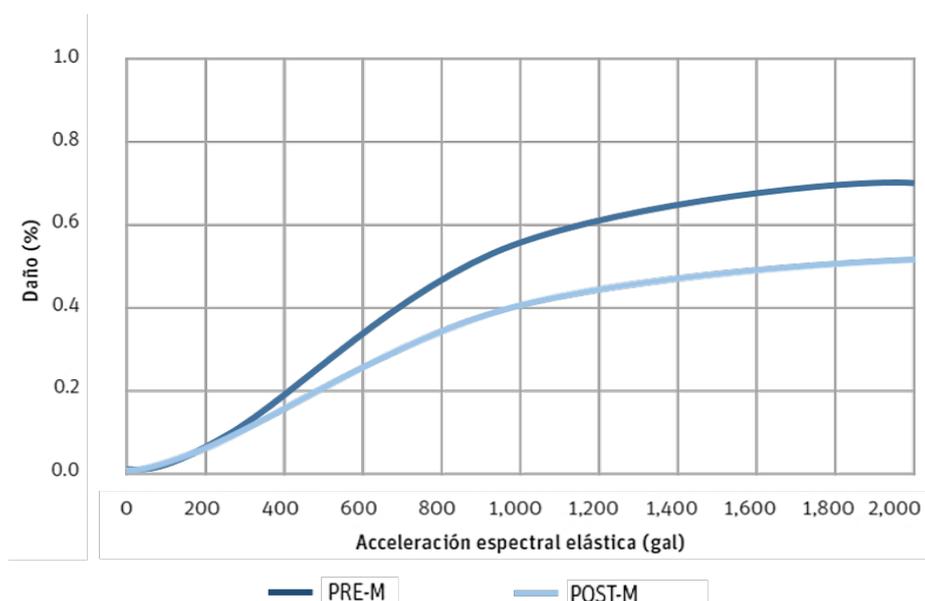
Como podemos observar en la Tabla 9 nuestras edificaciones sólo llegan a tener como máximo dos niveles, y a su vez tienen el nivel de código sísmico de categoría Media, por lo tanto, para la asignación de funciones de vulnerabilidad usaremos como guía la figura 47 para edificaciones de altura baja.

Como se presentan diferentes sistemas estructurales en cada uno de los pabellones ensayados se realizará la asignación de funciones por cada eje de los pabellones analizados.

- Eje paralelo a la fachada del pabellón

Figura 49

Función de vulnerabilidad para Modular PRE y POST

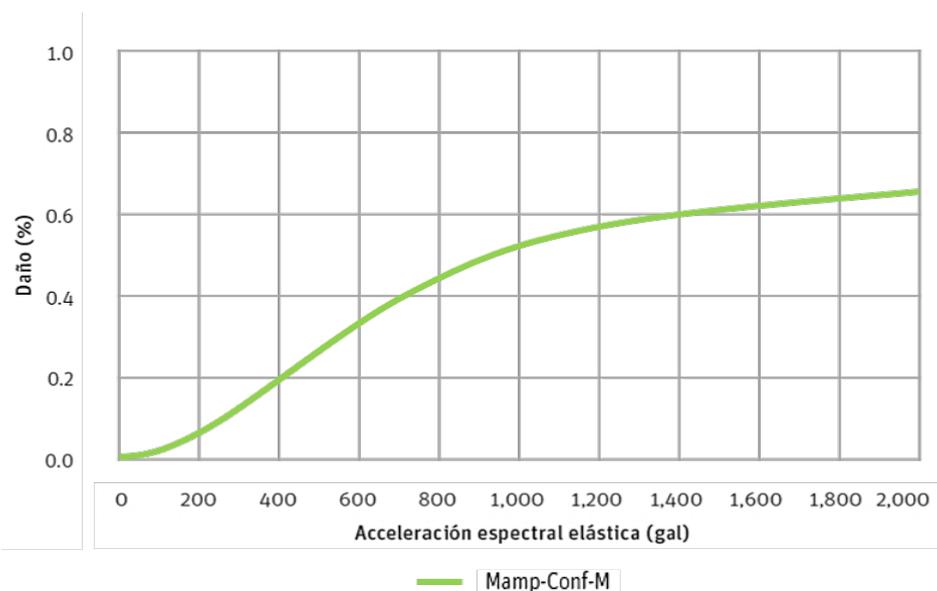


Para ambas tipologías identificadas según la clasificación realizada por el Banco Mundial, se registra un aumento de daño gradual que puede llegar a representar un peligro considerable a 2000 gal.

- Eje perpendicular a la fachada del pabellón

Figura 50

Funciones de vulnerabilidad para Albañilería Confinada



A diferencia del sistema Modular PRE y POST, a 2000 gal se presenta un porcentaje de daño intermedio, pero de igual manera es significativo.

4.3. Estrategia de reducción de la vulnerabilidad sísmica estructural

4.3.1. Categorización según el grado de vulnerabilidad

De acuerdo al informe del banco mundial para poder definir una estrategia de reducción de vulnerabilidad sísmica podemos establecer la siguiente categorización según el grado de vulnerabilidad:

- Edificaciones con alto riesgo de colapso (ARC):** Son aquellas edificaciones que de manera frecuente presentan un deficiente comportamiento sísmico y que por esta razón su eventual intervención presenta grandes dificultades técnicas, altos costos y pocas garantías de funcionalidad. Dentro de estas edificaciones se encuentran las siguientes tipologías constructivas: edificaciones precarias, aulas provisionales, adobe y albañilería sin confinar.
- Edificaciones con alto potencial de daño (APD):** Son aquellas edificaciones que ante eventos sísmicos de magnitud media-alta presentan un

comportamiento sísmico deficiente; sin embargo, presentan viabilidad técnica, funcional y económica para su intervención.

- c) **Edificaciones con buen desempeño sísmico esperado (BDS):** Son edificaciones diseñadas y construidas con criterios sismo resistentes y se considera que no requieren ningún tipo de intervención de acuerdo con los objetivos del programa.

A continuación, se clasifican nuestras edificaciones escolares en las categorías señaladas para luego poder definir las líneas de intervención.

Tabla 10

Categorización según el grado de vulnerabilidad

No.	Edificación Escolar	Categorización del grado de vulnerabilidad
1	I.E.I. Municipal Ciudad Nueva	BDS
2	I.E.I. Sagrada Familia	BDS
3	I.E.I. Jesús Divina Misericordia	BDS
4	I.E. Manuel A. Odría	APD
5	I.E. Mariscal Cáceres	APD
6	I.E. Simón Bolívar	BDS

4.3.2. Líneas de intervención

La intervención de edificios escolares está orientada a corregir posibles defectos estructurales y dotar a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos sísmicos futuros en los términos establecidos en la Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 del Código Nacional de Edificaciones de Perú. Se definen cuatro principales líneas de intervención:

- **Reforzamiento convencional:** La intervención de reforzamiento se realiza en una sola fase de tal manera que la edificación escolar alcanza el nivel de comportamiento sísmico establecido en la Norma E.030.
- **Reforzamiento incremental:** La intervención estructural se realiza en dos o más fases logrando en cada una de ellas niveles de desempeño predefinidos. Los niveles de desempeño se definen para cada tipología estructural en

particular. En la última fase el edificio escolar alcanza el nivel de comportamiento sísmico establecido en la Norma E.030.

- **Sustitución de la edificación escolar:** Tiene lugar cuando no hay factibilidad técnica y/o financiera para el reforzamiento estructural. Supone la demolición del edificio existente, la instalación de aulas temporales y el diseño y construcción de un nuevo edificio sismo resistente.
- **Intervención contingente para prevenir colapso:** Es un tipo de reforzamiento de muros de adobe mediante mallas eslabonadas, elementos de madera o cualquier otra técnica aprobada que se implementa para prevenir el colapso dado que la sustitución de dichos edificios resulta compleja y de largo plazo.

Para cada una de las edificaciones escolares categorizadas según el grado de vulnerabilidad, se definen las siguientes posibles líneas de intervención:

- Edificaciones con alto riesgo de colapso (ARC):** Se recomienda la sustitución de la edificación y/o la intervención contingente.
- Edificaciones con alto potencial de daño (APD):** Se definen dos opciones: reforzamiento incremental y reforzamiento convencional.
- Edificaciones con buen desempeño sísmico esperado (BDS):** No se considera ningún tipo de intervención.

En la siguiente tabla se presentan los posibles tipos de intervención estructural para diferentes tipologías estructurales.

Tabla 11

Tipos de intervención por tipología estructural

Grado de vulnerabilidad	(ARC)	(APD)	(BDS)
Tipología estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Adobe (A) - Albañilería sin confinar (ASC) - Precarias (P) - Provisionales (PROV) 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes unidades escolares (GUE) - Pórticos resistentes a momento (PCM) - Módulos 780 PRE 	<ul style="list-style-type: none"> - 780 POST

Grado de vulnerabilidad	(ARC)	(APD)	(BDS)
Opciones de intervención	<p>a) Sustitución por edificaciones resistentes</p> <p>b) Sustitución por aulas provisionales mientras se definen alternativas modulares</p> <p>c) Intervención contingente para prevenir colapso</p>	<p>a) Reforzamiento incremental con intervenciones graduales y en etapas, logrando cumplimiento de los requerimientos fundamentales de la normativa en la etapa inicial</p> <p>b) Reforzamiento convencional con la intervención en una sola etapa para lograr el cumplimiento total de la normativa</p> <p>c) Intervención contingente en las edificaciones ubicadas en zona de amenaza media y baja</p>	No requieren

Nota. Adaptada de Posibles tipos de intervención estructural, 2017, Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Como hipótesis específica 1, se había planteado: ***La probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva genera un alto peligro en las zonas donde están ubicadas las edificaciones.*** Al respecto debemos mencionar:

En general, todos los países ubicados en el llamado cinturón de fuego del Pacífico, como es el caso de Perú, presentan un alto peligro sísmico. Asimismo, en el caso de Tacna no ocurre un evento sísmico de gran magnitud desde el año 1848, es por ello que se debe hacer especial énfasis en cumplir con las normativas vigentes en cuanto al diseño de este tipo de edificaciones esenciales.

Por otro lado, no debemos olvidar que, en el sismo del 23 de junio del 2001, las edificaciones más dañadas fueron las que se ubicaban en el cono norte de la ciudad de Tacna.

Mediante la revisión, la información disponible y las evaluaciones realizadas en estudios previos se pudo demostrar que la probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva genera un alto peligro en las zonas donde están ubicadas las edificaciones.

Como hipótesis específica 2, se planteó: ***Mediante la identificación de las principales características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva se puede obtener una base de datos y constituye la base para determinar la vulnerabilidad sísmica.*** Al respecto podemos decir lo siguiente:

Durante la evaluación en campo se pudo recolectar diferentes tipos de información como son: antigüedad de la construcción, ejecutor de la obra, altura de la edificación, área construida, sistemas estructurales y el índice de uniformidad.

Toda esta información es de suma importancia, ya que nos permite determinar el desempeño sísmico que tendrán los centros educativos evaluados.

Una de las características más importantes en campo es identificar el sistema estructural. Según la NTE E.030, dentro de los tipos de sistema estructural en el concreto armado se encuentran los pórticos de concreto armado y sistemas duales. Asimismo, dentro de la clasificación de estructuras de albañilería se encuentran la albañilería confinada. Ésta información nos permitió la clasificación de las tipologías constructivas de nuestras edificaciones escolares evaluadas.

Es necesario mencionar también, que según la tabla 6 de la NTE E.030 “CATEGORIA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIONES”, no se

permite el uso de pórticos de concreto armado en edificaciones esenciales ya sea de categoría A1 o A2.

Sin embargo, lo mencionado en los dos párrafos anteriores se contradice con la categorización establecida en la metodología del banco mundial. En este caso se han identificado dos tipos de sistema estructural: Pórticos de concreto armado construidos antes y después de 1998 (Modular PRE y POST) y Albañilería confinada (AC).

Otra de las características importantes es el índice de uniformidad obtenido del ensayo de esclerometría, cuyos resultados nos permitieron determinar que se presenta una buena uniformidad del concreto en la mayoría de los elementos estructurales ensayados, como fueron vigas y columnas, no obstante, hubo dos edificaciones escolares que no presentaron dicha uniformidad.

Asimismo, según el “Nivel de código sísmico” o grado de cumplimiento con respecto a la normativa, los sistemas estructurales clasifican como Medio o M, es decir, cumple de manera general con las especificaciones de resistencia sísmica.

Finalmente, como hipótesis específica 3, se había planteado: ***El nivel de daño ante un evento sísmico de gran magnitud en las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva causaría un alto potencial de daño.***

Con los datos obtenidos de la presente investigación sobre la “Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares del distrito de Ciudad Nueva”, se demuestra que, de un total de seis Instituciones educativas evaluadas, cuatro edificaciones escolares presentan un Buen Desempeño Sísmico (BDS) y dos presentan un Alto Potencial de Daño (APD), lo que significa que menos de la mitad de las edificaciones escolares evaluadas presentan una alta vulnerabilidad sísmica y por lo tanto, frente a un sismo de gran magnitud, un alto potencial de daño.

Se demostró que la elección de los parámetros fueron los adecuados para estimar la vulnerabilidad sísmica de manera satisfactoria.

CONCLUSIONES

- Se evaluó la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares siguiendo los lineamientos para una correcta aplicación de un modelo de riesgo probabilista para lo cual se utilizó la información de la amenaza sísmica de la ubicación del distrito en estudio, los datos recopilados del portafolio de exposición y la asignación de funciones de vulnerabilidad de acuerdo a la tipología estructural de cada centro educativo, determinando que el 66.67% (4 Instituciones Escolares) presentan un buen desempeño sísmico y el 33.33% (2 Instituciones Escolares) tienen un alto potencial de daño.
- Para determinar la probabilidad de amenaza sísmica se emplearon mapas probabilistas de amenaza sísmica para periodos de retorno de 500, 1000 y 1500 años, datos históricos de movimientos sísmicos en la zona y datos de estudios geotécnicos que caracterizan a los suelos del distrito de Ciudad Nueva con una baja capacidad portante. Con la información obtenida hemos concluido que la amenaza sísmica en la zona de estudio es alta y por ende se debe tener esto en consideración al momento de plantear líneas de intervención en edificaciones existentes, así como también en el diseño de nuevas edificaciones esenciales.
- Se identificaron las principales características ingenieriles de los centros educativos, los cuales fueron fundamentales para determinar la vulnerabilidad sísmica y para establecer líneas de intervención en los centros educativos analizados.
 - ❖ La antigüedad de las edificaciones construidas va desde el año 2000 a 2010, por lo tanto, las edificaciones no cumplen con ciertos parámetros mínimos que se han establecido producto de mayores solicitudes de refuerzo ante movimientos sísmicos de mayor magnitud que se han ido presentando en los últimos años.
 - ❖ El 83.33% de las edificaciones escolares han sido ejecutadas por el gobierno regional y el 16.67% por la Municipalidad distrital de Ciudad Nueva.
 - ❖ El 50% de estructuras son de un solo piso, y el otro 50% de dos pisos. Cabe recalcar que las edificaciones escolares iniciales son las que son

de un solo nivel, y las de nivel primario y secundario, son de dos niveles.

- ❖ El 66.67% de estructuras tienen un área construida entre 0 y 5000m², y sólo un 33.33% tienen áreas mayores a 5000m².
- ❖ Según el informe del Banco Mundial, la clasificación según los sistemas estructurales dio como resultado que en el eje que se encuentra paralelo a la fachada de la edificación escolar El 16.67% (1 edificaciones escolares) fueron construidas con tipología Modular PRE (PRE) y el 83.33% con tipología Modular POST (POST). De la misma manera, pero en dirección perpendicular a la fachada todas las edificaciones escolares fueron construidas con Albañilería confinada (AC).

Según la Norma técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, en el eje paralelo a la fachada el 66.67% de edificaciones escolares fueron construidas con un sistema dual y el 33.33% con un sistema de pórticos de concreto armado. Asimismo, en dirección perpendicular a la fachada se identificó el sistema de albañilería confinada para el 100% de las edificaciones escolares.

- ❖ Los índices de uniformidad en general en los elementos estructurales dieron buenos resultados, pero sólo en dos edificaciones escolares arrojaron que no hubo uniformidad en el concreto.
- El nivel de daño ante un evento sísmico de gran magnitud genera un alto potencial de daño en la I.E. Manuel A. Odría y la I.E. Mariscal Cáceres, esto debido a que no cumplen con algunos parámetros mínimos expuestos en las normas peruanas, y esto lleva a patologías en la misma edificación, además de daños en su estructura provocados por movimientos sísmicos pasados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a futuros tesisistas comparar los resultados obtenidos en esta tesis mediante esta metodología cualitativa del Banco Mundial, con otras técnicas cuantitativas a nivel de detalle. Esto ayudará a encontrar nuevos métodos cualitativos y que no sean “destructivos” o que generen un cambio físico en la muestra en estudio.
- Se recomienda a las autoridades locales como regionales ejecutar estudios de peligro sísmico mediante ensayos dinámicos, ya que la mayoría de estudios existentes se basan en ensayos estáticos. A parte, se debe considerar ensayos previos, para obtener datos más efectivos y óptimos.
- Se recomienda a las autoridades locales, regionales, nacionales, contar con una base de datos de las edificaciones escolares de información relevante, ya sea a través de un software (ejemplo SIG) u otro. Ya que este tipo de construcciones sirven como refugio después de ocurrido un sismo de gran magnitud como los que se han presentado en el Perú, Arequipa (2001) y Pisco (2007).
- Se recomienda a las autoridades del MINEDU realizar una evaluación a nivel de detalle, de tal manera que se haga un reforzamiento estructural en la dirección de los pórticos de concreto armado. Una técnica de reforzamiento es la incorporación de placas de concreto armado o encamisado total o parcial de las columnas existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, J. y Mesta, C. (2017). *Evaluación estructural del edificio ubicado en Av. Cavenecia N° 347, Mz. 59, Lote 09 – Urbanización Chacarilla Santa Cruz – San Isidro Lima*. Perú
- Arévalo, C. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Arqhys, C. (2017). ARQHYS Arquitectura. Obtenido de <http://www.arqhys.com/arquitectura/analisis-modal-espectral.html>
- Banco Mundial (2017). *Estrategia de Reducción del Riesgo Sísmico de Edificaciones Escolares Públicas del Perú*. Perú.
- Barriga, N. (2014). *Análisis y determinación de criterios de vulnerabilidad, en la ciudad de Valdivia, de proyectos de viviendas sociales ante eventos sísmicos, para generar un modelo de identificación del riesgo*. Universidad Austral de Chile.
- Bommer, J., Salazar, W. y Samayoa, R. (1998). *Riesgo sísmico en la región metropolitana de San Salvador*. El Salvador
- Bonett, R. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico en edificios, aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Cataluña, Barcelona.
- Chura, A. (2012). *Evaluación y propuesta de un plan de gestión del riesgo de origen sísmico en el distrito de Ciudad Nueva - Tacna*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Federal Emergency Management Agency (2002). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (2 ed.)*. Washington, DC.
- Laucata, L. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Marín, F. (2015). *Análisis de la vulnerabilidad estructural mediante el método de Hirosawa del pabellón A de la clínica San José – Cusco*. Universidad Andina del Cusco, Perú.

- Norma técnica de edificaciones E.020 Cargas (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.
- Norma técnica de edificaciones E.030 Diseño sismorresistente (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.
- Norma técnica de edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.
- Norma técnica de edificaciones E.060 Concreto Armado (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.
- Norma técnica de edificaciones E.070 Albañilería (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.
- Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator (1980). *Natural disasters and vulnerability analysis*. Ginebra.
- Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Washington, D.C.
- Salgado, M., Carreño M., Barbat, A., Cardona, O. (2016). Evaluación probabilista del riesgo sísmico en Lorca mediante simulaciones de escenarios. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 32, pp 70-78. Recuperado de https://www.scipedia.com/public/Salgado_Galvez_et_al_2015
- Universidad Privada de Tacna (2017). *Manual para la presentación de planes e informes de investigación*. Perú.
- Yamin, L., Hurtado, A., Barbat, A., Bernal, G. y Cardona, O. (2012). *Earthquake Vulnerability Assessment of Buildings for Catastrophic Risk: Analysis in Urban Areas, in 15 World Conference on Earthquake Engineering (WCEE)*. Lisboa, Portugal.

ANEXOS

ANEXO 1:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p>Interrogante principal:</p> <p>¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva?</p> <p>Interrogantes específicas:</p> <p>✓ ¿Cuál es la probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva?</p> <p>✓ ¿Cuáles son las principales características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>✓ Determinar la probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva.</p> <p>✓ Identificar las principales características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Las edificaciones escolares del Distrito de Ciudad Nueva, presentan una alta vulnerabilidad sísmica.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>✓ La probabilidad de amenaza sísmica en el Distrito de Ciudad Nueva genera un alto peligro en las zonas donde están ubicadas las edificaciones.</p> <p>✓ Mediante la identificación de las principales</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Edificaciones escolares publicas</p>	<p>Indicadores de la variable Independiente:</p> <p>✓ Número de años</p> <p>✓ Encargado de la obra</p> <p>✓ Número de pisos</p> <p>✓ Área en m²</p> <p>✓ Pórticos de concreto armado y muros de albañilería, albañilería confinada, aulas provisionales, construcciones precarias, albañilería sin confinar, madera, acero, adobe</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>La investigación será de tipo descriptiva y explicativa</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de investigación será de nivel Aprehensivo y Comprensivo</p>

<p>Ciudad Nueva?</p> <p>✓ ¿Cuál es el nivel de daño ante un evento sísmico severo de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva?</p>	<p>✓ Determinar el nivel de daño ante un evento sísmico severo de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva.</p>	<p>características ingenieriles de las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva se puede obtener una base de datos y constituye la base para determinar la vulnerabilidad sísmica</p> <p>✓ El nivel de daño ante un evento sísmico de gran magnitud en las edificaciones escolares públicas del Distrito de Ciudad Nueva causaría un alto potencial de daño.</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Vulnerabilidad sísmica</p>	<p>Indicadores de la variable dependiente</p> <p>✓ Alto</p> <p>✓ Medio</p> <p>✓ Bajo</p>	<p>Técnica de recopilación de datos</p> <p>Mediante el método cualitativo realizando la observación in situ de las instalaciones y elementos visiblemente vulnerables y el método cuantitativo, basado en la evaluación de los resultados obtenidos del ensayo con el esclerómetro</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO 2:
FICHAS DE CAMPO

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU					
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA					
FICHA DE EVALUACION					
COLEGIO N°:	01	Fecha de Evaluación:	17/12/2020	Ficha N°:	01
Ubicación:	AV. EMANCIPACION S/N				
Nombre:	I.E. MANUEL A . ODRIA				
Nivel:	PRIMARIO - SECUNDARIO	Cantidad de alumnos en el colegio:			1300
Ejecutor y financiamiento para la edificación:		GOBIERNO REGIONAL DE TACNA			
Año de ejecución	2006	Tiempo construida de la edificación (años):		14	
N° de pisos actuales:	02	N° de pisos proyectados:		00	
Sist. Estructural Paralelo a Fachada	APORTICADO	Sist. Estructural Perpendicular a Fachada		ALBAÑILERÍA CONFINADA	
Zona:	04	Altura:	6.85 m	Área:	25482.73 m2
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar					
Los pabellones evaluados presenta algunas grietas leves, que no son de gravedad.					
DATOS TÉCNICOS					
Características de los Principales Elementos de la Vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Sobrecimiento (m)	Sobrecimiento		Otro		
	Profundidad	-	Profundidad	-	
	Ancho	0.15 m	Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo		Los muros son con ladrillo hercules y el cerco perimetral se encuentra aislado de la edificación.
	Dimensiones	e=0.15 m	Dimensiones	-	
	Juntas	1 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	Aligerado	Tipo	-	
	Peralte	0.25 m	Peralte	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.35x0.45 m	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.30x0.60 m	Dimensiones	-	
Observaciones y/o Comentarios:		Se analizó dos pabellones representativos, los cuales se encuentran en un estado regular a bueno, pero no hay presencia de juntas sismicas lo que ocasionaria fallas por columna corta.			
Problemas de Ubicación		Estructuración		Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta		Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden	/	Losas no monolíticas		Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden		Insuficiencia de junta sísmica		Eflorescencia	
		Losa de techo a desnivel con vecino		Humedad en muros	
Intermedia		Cercos no aislados de la estructura		Muros agrietados	
Las alturas de pisos coinciden	/	Tabiquería no arriostrada		Otros:	
Las alturas de pisos no coinciden		Reducción en planta			
		Muros portantes de ladrillo pandereta			
No es colindante	/	Unión muro y techo			
		Juntas frías			
Conservación de la Edificación		Otros:		Mano de Obra	
Muy mala				Muy mala	
Mala				Mala	
Regular	/			Regular	
Buena				Buena	

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU					
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA					
FICHA DE EVALUACION					
COLEGIO N°:	02	Fecha de Evaluación:	17/12/2020	Ficha N°:	02
Ubicación:	AV. INTERNACIONAL 1249				
Nombre:	I.E. MARISCAL CÁCERES				
Nivel:	INICIAL - PRIMARIO - SECUNDARIO		Cantidad de alumnos en el colegio:		1400
Ejecutor y financiamiento para la edificación:			GOBIERNO REGIONAL DE TACNA		
Año de ejecución	1982		Tiempo construida de la edificación (años):		38
N° de pisos actuales:	02		N° de pisos proyectados:		00
Sist. Estructural Paralelo a Fachada	DUAL		Sist. Estructural Perpendicular a Fachada		ALBAÑILERÍA CONFINADA
Zona:	04	Altura:	6.50 m	Área:	33 956.73 m2
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar					
La edificación presenta algunas grietas en los muros estructurales y cerca a vigas en algunos pabellones. Además, una parte del muro perimetral se inclinó aproximadamente unos 15cm.					
DATOS TÉCNICOS					
Características de los Principales Elementos de la Vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Sobrecimiento (m)	Sobrecimiento		Otro		
	Profundidad	-	Profundidad	-	
	Ancho	0.15 m	Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo		
	Dimensiones	≈0.15 m	Dimensiones	-	
	Juntas	1 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	Aligerado	Tipo	-	
	Peralte	0.25 m	Peralte	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.35x0.40 m	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.30x0.60 m	Dimensiones	-	
Observaciones y/o Comentarios:		La edificación se encuentra en un estado regular casi malo debido a la falta de mantenimiento y a la presencia de grietas, no de gravedad, pero que pueden generar peligro a largo plazo. Algunas de sus aulas se encuentran inhabitables debido al daño sufrido por los movimientos sísmicos en los últimos años.			
Problemas de Ubicación		Estructuración		Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta		Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden	/	Losas no monolíticas		Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden		Insuficiencia de junta sísmica		Eflorescencia	
		Losa de techo a desnivel con vecino		Humedad en muros	
Intermedia		Cercos no aislados de la estructura		Muros agrietados	
Las alturas de pisos coinciden	/	Tabiquería no arriostrada		Otros:	
Las alturas de pisos no coinciden		Reducción en planta			
		Muros portantes de ladrillo pandereta			
No es colindante	/	Unión muro y techo			
		Juntas frías			
Conservación de la Edificación		Otros:		Mano de Obra	
Muy mala				Muy mala	
Mala				Mala	
Regular	/			Regular	
Buena				Buena	

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU					
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA					
FICHA DE EVALUACION					
COLEGIO N°:	03	Fecha de Evaluación:	18/12/2020	Ficha N°:	03
Ubicación:	CALLE DANIEL ALCIDES CARRION S/N				
Nombre:	I.E. SIMÓN BOLÍVAR				
Nivel:	PRIMARIO - SECUNDARIO		Cantidad de alumnos en el colegio:	500	
Ejecutor y financiamiento para la edificación:			GOBIERNO REGIONAL DE TACNA		
Año de ejecución	2007		Tiempo construida de la edificación (años):	13	
N° de pisos actuales:	02		N° de pisos proyectados:	00	
Sist. Estructural Paralelo a Fachada	DUAL		Sist. Estructural Perpendicular a Fachada	ALBAÑILERÍA CONFINADA	
Zona:	04	Altura:	6.50 m	Área:	1301.99 m2
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar					
No se encontraron daños ocasionados por movimientos sísmicos					
DATOS TÉCNICOS					
Características de los Principales Elementos de la Vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Sobrecimiento (m)	Sobrecimiento		Otro		
	Profundidad	-	Profundidad	-	
	Ancho	0.15 m	Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo		
	Dimensiones	e=0.15 m	Dimensiones	-	
	Juntas	1 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	Aligerado	Tipo	-	
	Peralte	0.25 m	Peralte	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.35x0.40 m	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.30x0.60 m	Dimensiones	-	
Observaciones y/o Comentarios:		La edificación en general se encuentra en buen estado, sólo se observó la presencia de diferentes altura de entrepiso entre los pabellones ocasionados por el terreno que es muy irregular.			
Problemas de Ubicación		Estructuración		Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta		Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden		Losas no monolíticas		Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden	/	Insuficiencia de junta sísmica		Eflorescencia	
		Losa de techo a desnivel con vecino		Humedad en muros	
Intermedia		Cercos no aislados de la estructura		Muros agrietados	
Las alturas de pisos coinciden		Tabiquería no arriostrada		Otros:	
Las alturas de pisos no coinciden	/	Reducción en planta			
		Muros portantes de ladrillo pandereta			
No es colindante	/	Unión muro y techo			
		Juntas frías			
Conservación de la Edificación		Otros:		Mano de Obra	
Muy mala				Muy mala	
Mala				Mala	
Regular				Regular	
Buena	/			Buena	

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU					
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA					
FICHA DE EVALUACION					
COLEGIO N°:	04	Fecha de Evaluación:	18/12/2020	Ficha N°:	04
Ubicación:	AV.JUAN MORE 1178				
Nombre:	I.E.I. MUNICIPAL DE CIUDAD NUEVA				
Nivel:	INICIAL - CUNA - JARDIN	Cantidad de alumnos en el colegio:			200
Ejecutor y financiamiento para la edificación:		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA			
Año de ejecución	2008	Tiempo construida de la edificación (años):		12	
N° de pisos actuales:	01	N° de pisos proyectados:		01	
Sist. Estructural Paralelo a Fachada	DUAL	Sist. Estructural Perpendicular a Fachada		ALBAÑILERÍA CONFINADA	
Zona:	04	Altura:	3.00 m	Área:	1250 m2
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar					
No se encontraron daños estructurales ocasionados por movimientos sísmicos mas que pequeñas grietas en algunos muros					
DATOS TÉCNICOS					
Características de los Principales Elementos de la Vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Sobrecimiento (m)	Sobrecimiento		Otro		
	Profundidad	-	Profundidad	-	
	Ancho	0.15 m	Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo		
	Dimensiones	e=0.15 m	Dimensiones	-	
	Juntas	1 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	Aligerado	Tipo	-	
	Peralte	0.25 m	Peralte	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.35x0.40 m	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.30x0.60 m	Dimensiones	-	
Observaciones y/o Comentarios:		En general la edificación se encuentra en buen estado y a la fecha de nuestra visita se encontraban realizando la colocación de una malla rachel y dandole mantenimiento a ciertas partes de la edificación.			
Problemas de Ubicación		Estructuración		Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta		Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden	/	Losas no monolíticas		Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden		Insuficiencia de junta sísmica		Eflorescencia	
		Losa de techo a desnivel con vecino		Humedad en muros	
Intermedia		Cercos no aislados de la estructura		Muros agrietados	
Las alturas de pisos coinciden	/	Tabiquería no arriostrada		Otros:	
Las alturas de pisos no coinciden		Reducción en planta			
		Muros portantes de ladrillo pandereta			
No es colindante	/	Unión muro y techo			
		Juntas frías			
Conservación de la Edificación		Otros:		Mano de Obra	
Muy mala				Muy mala	
Mala				Mala	
Regular				Regular	
Buena	/			Buena	

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU						
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA						
FICHA DE EVALUACION						
COLEGIO N°:	05	Fecha de Evaluación:	19/12/2020	Ficha N°:	05	
Ubicación:	AV. MARIANO NECOCHEA 801					
Nombre:	I.E.I. SAGRADA FAMILIA					
Nivel:	INICIAL - CUNA - JARDIN	Cantidad de alumnos en el colegio:			125	
Ejecutor y financiamiento para la edificación:		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA				
Año de ejecución	2005	Tiempo construida de la edificación (años):		15		
N° de pisos actuales:	01	N° de pisos proyectados:		01		
Sist. Estructural Paralelo a Fachada	APORTICADO	Sist. Estructural Perpendicular a Fachada		ALBAÑILERÍA CONFINADA		
Zona:	04	Altura:	3.05 m	Área:	2304.65 m2	
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar						
La edificación sufrió grietas debido a los sismos y producto de eso presenta tiene goteras en los techos de algunas aulas.						
DATOS TÉCNICOS						
Características de los Principales Elementos de la Vivienda						
Elemento	Características				Observaciones	
Sobrecimiento (m)	Sobrecimiento		Otro			
	Profundidad	-	Profundidad	-		
	Ancho	0.15 m	Ancho	-		
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo			
	Dimensiones	e=0.15 m	Dimensiones	-		
	Juntas	1 cm	Juntas	-		
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro			
	Tipo	Aligerado	Tipo	-		
	Peralte	0.25 m	Peralte	-		
Columnas (m)	Concreto		Otro			
	Dimensiones	0.40x0.60 m	Dimensiones	-		
Vigas (m)	Concreto		Otro			
	Dimensiones	0.30x0.50 m	Dimensiones	-		
Observaciones y/o Comentarios:	La edificación en general se encuentra en estado regular, con presencia de pequeñas grietas en algunas losas y muros.					
Problemas de Ubicación		Estructuración			Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta			Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden		Losas no monolíticas			Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden		Insuficiencia de junta sísmica			Eflorescencia	
		Losa de techo a desnivel con vecino			Humedad en muros	
Intermedia		Cercos no aislados de la estructura			Muros agrietados	
Las alturas de pisos coinciden		Tabiquería no arriostrada			Otros:	
Las alturas de pisos no coinciden		Reducción en planta				
		Muros portantes de ladrillo pandereta				
No es colindante		Unión muro y techo				
		Juntas frías				
Conservación de la Edificación		Otros:			Mano de Obra	
Muy mala					Muy mala	
Mala					Mala	
Regular					Regular	
Buena					Buena	

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES, CIUDAD NUEVA, TACNA , PERU					
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA					
FICHA DE EVALUACION					
COLEGIO N°:	06	Fecha de Evaluación:	19/12/2020	Ficha N°:	06
Ubicación:	VILLA BARRANQUILLO				
Nombre:	I.E.I. JESUS DIVINA MISERICORDIA				
Nivel:	INICIAL - CUNA - JARDIN	Cantidad de alumnos en el colegio:			200
Ejecutor y financiamiento para la edificación:		GOBIERNO REGIONAL DE TACNA			
Año de ejecución	2010	Tiempo construida de la edificación (años):		10	
N° de pisos actuales:	01	N° de pisos proyectados:		00	
Sist. Estructural Paralelo a Fachada	DUAL	Sist. Estructural Perpendicular a Fachada		ALBAÑILERÍA CONFINADA	
Zona:	04	Altura:	3.05 m	Área:	13499.83 m2
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar					
La edificación sufrió grietas leves en algunos pabellones, pero no generaron daños a nivel estructural.					
DATOS TÉCNICOS					
Características de los Principales Elementos de la Vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Sobrecimiento (m)	Sobrecimiento		Otro		
	Profundidad	-	Profundidad	-	
	Ancho	0.18 m	Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Otro Ladrillo		
	Dimensiones	e=0.18 m	Dimensiones	-	
	Juntas	1 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	Aligerado	Tipo	-	
	Peralte	0.25 m	Peralte	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.40x0.60 m	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	0.45x0.30 m	Dimensiones	0.55x0.40 m	
Observaciones y/o Comentarios:	La edificación en general se encuentra en estado regular debido a la falta de mantenimiento.				
Problemas de Ubicación		Estructuración		Factores Degradantes	
Esquinera		Columna corta		Armaduras expuestas	
Las alturas de pisos coinciden	/	Losas no monolíticas		Armaduras corroídas	
Las alturas de pisos no coinciden		Insuficiencia de junta sísmica		Eflorescencia	
Intermedia		Losa de techo a desnivel con vecino		Humedad en muros	/
Las alturas de pisos coinciden	/	Cercos no aislados de la estructura		Muros agrietados	
Las alturas de pisos no coinciden		Tabiquería no arriostrada		Otros:	
No es colindante	/	Reducción en planta			
		Muros portantes de ladrillo pandereta			
		Unión muro y techo			
		Juntas frías			
Conservación de la Edificación		Otros:		Mano de Obra	
Muy mala				Muy mala	
Mala				Mala	
Regular	/			Regular	
Buena				Buena	

ANEXO 3:
RESULTADOS DEL ENSAYO CON
ESCLERÓMETRO

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	01	Fecha de Ejecución del Ensayo:	17/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E. MANUEL A. ODRÍA		
Ubicación	A.V. EMANCIPACIÓN		

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN COLUMNAS

C - 1				
N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	42	44	37	41.00
2	41	44	38	41.00
3	44	48	40	44.00
4	43	46	38	42.33
5	42	47	39	42.67
6	41	45	41	42.33
7	40	46	38	41.33
8	42	45	40	42.33
9	41	43	41	41.67
10	40	44	39	41.00
Mediana	41.5	45	39	42.00
PROMEDIO				42

C - 2				
N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	31	34	35	33.33
2	35	33	36	34.67
3	34	33	38	35.00
4	32	36	39	35.67
5	30	35	35	33.33
6	36	38	36	36.67
7	39	39	37	38.33
8	35	32	39	35.33
9	34	31	40	35.00
10	30	34	38	34.00
Mediana	34	34	37.5	35.00
PROMEDIO				35

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN VIGAS

V - 1				
N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	30	30	32	30.67
2	30	32	28	30.00
3	30	32	35	32.33
4	35	32	39	35.33
5	32	32	37	33.67
6	32	32	34	32.67
7	35	38	32	35.00
8	36	31	28	31.67
9	36	34	31	33.67
10	35	30	36	33.67
Mediana	33.5	32	33	33.17
PROMEDIO				33

V - 2				
N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	26	30	26	27.33
2	32	28	28	29.33
3	24	29	28	27.00
4	28	32	25	28.33
5	25	32	24	27.00
6	33	32	29	31.33
7	28	30	23	27.00
8	22	30	28	26.67
9	32	32	30	31.33
10	31	30	26	29.00
Mediana	28	30	27	27.83
PROMEDIO				28

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	02	Fecha de Ejecución del Ensayo:	17/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E. MARISCAL CÁCERES		
Ubicación	A.V. INTERNACIONAL 1249		

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN COLUMNAS

C - 1					C - 2				
N°	Valor del rebote				N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO		PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	24	24	22	23.33	1	29	28	27	28.00
2	22	23	23	22.67	2	25	28	25	26.00
3	22	26	22	23.33	3	26	26	24	25.33
4	25	26	22	24.33	4	23	25	29	25.67
5	23	24	24	23.67	5	24	24	30	26.00
6	24	23	22	23.00	6	23	25	26	24.67
7	23	23	24	23.33	7	26	29	24	26.33
8	22	25	21	22.67	8	27	28	30	28.33
9	24	26	22	24.00	9	29	26	28	27.67
10	26	24	23	24.33	10	26	29	29	28.00
Mediana	23.5	24	22	23.33	Mediana	26	27	27.5	26.17
PROMEDIO				24	PROMEDIO				27

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN VIGAS

V - 1					V - 2				
N°	Valor del rebote				N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO		PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	45	38	32	38.33	1	44	52	44	46.67
2	44	39	36	39.67	2	48	54	45	49.00
3	49	35	39	41.00	3	45	51	46	47.33
4	49	32	33	38.00	4	42	48	43	44.33
5	49	39	34	40.67	5	44	49	47	46.67
6	46	34	36	38.67	6	45	52	42	46.33
7	43	39	32	38.00	7	46	48	45	46.33
8	46	33	32	37.00	8	44	55	47	48.67
9	43	38	29	36.67	9	48	50	44	47.33
10	44	38	36	39.33	10	45	52	45	47.33
Mediana	45.5	38	33.5	38.50	Mediana	45	51.5	45	47.00
PROMEDIO				39	PROMEDIO				47

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	03	Fecha de Ejecución del Ensayo:	18/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E. SIMÓN BOLÍVAR		
Ubicación	CALLE DANIEL ALCIDEZ CARRIÓN S/N		

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN COLUMNAS

C - 1					C - 2				
N°	Valor del rebote				N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO		PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	30	31	27	29.33	1	29	31	28	29.33
2	30	27	26	27.67	2	28	27	27	27.33
3	30	29	26	28.33	3	30	28	29	29.00
4	28	32	27	29.00	4	31	30	29	30.00
5	28	31	28	29.00	5	28	30	31	29.67
6	26	30	29	28.33	6	27	29	30	28.67
7	27	29	27	27.67	7	27	30	30	29.00
8	28	28	26	27.33	8	29	28	27	28.00
9	30	29	28	29.00	9	28	28	31	29.00
10	30	30	28	29.33	10	30	29	30	29.67
Mediana	29	29.5	27	28.67	Mediana	28.5	29	29.5	29.00
PROMEDIO				29	PROMEDIO				29

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN VIGAS

V - 1					V - 2				
N°	Valor del rebote				N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO		PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	38	38	35	37.00	1	37	38	36	37.00
2	38	35	36	36.33	2	39	35	38	37.33
3	36	34	34	34.67	3	38	36	37	37.00
4	37	36	35	36.00	4	39	37	36	37.33
5	36	37	36	36.33	5	37	35	38	36.67
6	38	36	37	37.00	6	37	36	39	37.33
7	39	36	36	37.00	7	40	36	38	38.00
8	40	35	38	37.67	8	39	39	36	38.00
9	36	37	37	36.67	9	38	38	38	38.00
10	37	38	36	37.00	10	37	38	37	37.33
Mediana	37.5	36	36	36.83	Mediana	38	36.5	37.5	37.33
PROMEDIO				37	PROMEDIO				37

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	04	Fecha de Ejecución del Ensayo:	18/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E.I. MUNICIPAL DE CIUDAD NUEVA		
Ubicación	AV. JUAN MORE 1178		

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN COLUMNAS

C - 1					C - 2				
N°	Valor del rebote				N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO		PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	40	45	38	41.00	1	42	36	42	40.00
2	36	48	45	43.00	2	42	39	44	41.67
3	36	46	43	41.67	3	36	42	41	39.67
4	34	40	42	38.67	4	36	35	40	37.00
5	32	38	42	37.33	5	41	43	41	41.67
6	40	45	35	40.00	6	39	44	42	41.67
7	36	45	37	39.33	7	36	40	40	38.67
8	41	47	40	42.67	8	39	44	42	41.67
9	37	47	42	42.00	9	35	44	44	41.00
10	34	42	41	39.00	10	39	40	41	40.00
Mediana	36	45	41.5	40.50	Mediana	39	41	41.5	40.50
PROMEDIO				41	PROMEDIO				40

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN VIGAS

V - 1					V - 2				
N°	Valor del rebote				N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO		PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	38	36	40	38.00	1	38	36	39	37.67
2	35	40	37	37.33	2	37	37	38	37.33
3	37	37	36	36.67	3	36	39	39	38.00
4	38	39	38	38.33	4	38	38	37	37.67
5	36	38	38	37.33	5	39	39	41	39.67
6	34	41	37	37.33	6	37	37	36	36.67
7	37	38	36	37.00	7	38	40	38	38.67
8	39	37	38	38.00	8	36	36	40	37.33
9	38	39	39	38.67	9	38	39	37	38.00
10	37	39	40	38.67	10	40	37	38	38.33
Mediana	37	38.5	38	37.67	Mediana	38	37.5	38	37.83
PROMEDIO				38	PROMEDIO				38

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	05	Fecha de Ejecución del Ensayo:	19/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E.I. SAGRADA FAMILIA		
Ubicación	AV. MARIANO NECOCHEA 801		

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN COLUMNAS

C - 1				
N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	35	38	37	36.67
2	32	37	36	35.00
3	36	36	38	36.67
4	35	35	35	35.00
5	36	37	36	36.33
6	35	38	36	36.33
7	34	36	35	35.00
8	35	36	37	36.00
9	34	37	38	36.33
10	33	38	35	35.33
Mediana	35	37	36	36.17
PROMEDIO				36

C - 2				
N°	Valor del rebote			
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	PROMEDIO
1	34	35	37	35.33
2	33	36	35	34.67
3	36	37	38	37.00
4	35	38	34	35.67
5	36	36	36	36.00
6	34	34	37	35.00
7	35	35	35	35.00
8	34	37	33	34.67
9	36	36	36	36.00
10	33	33	34	33.33
Mediana	34.5	36	35.5	35.17
PROMEDIO				35

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN VIGAS

V - 1				
N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	42	43	37	40.67
2	41	46	39	42.00
3	40	44	40	41.33
4	39	42	42	41.00
5	39	43	37	39.67
6	40	45	40	41.67
7	41	46	38	41.67
8	42	42	40	41.33
9	39	43	38	40.00
10	38	42	41	40.33
Mediana	40	43	39.5	41.17
PROMEDIO				41

V - 2				
N°	Valor del rebote			
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	PROMEDIO
1	41	42	39	40.67
2	40	40	40	40.00
3	39	39	38	38.67
4	38	41	37	38.67
5	38	40	40	39.33
6	40	38	38	38.67
7	41	39	40	40.00
8	38	41	39	39.33
9	39	42	37	39.33
10	37	41	38	38.67
Mediana	39	40.5	38.5	39.33
PROMEDIO				39

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	06	Fecha de Ejecución del Ensayo:	19/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E.I. JESUS DIVINA MISERICORDIA		
Ubicación	VILLA BARRANQUILLO		

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN COLUMNAS

C - 1				
N°	Valor del rebote			PROMEDIO
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	
1	34	43	33	36.67
2	32	35	35	34.00
3	36	41	28	35.00
4	38	44	37	39.67
5	33	44	34	37.00
6	32	34	30	32.00
7	35	42	35	37.33
8	36	42	31	36.33
9	34	38	33	35.00
10	35	38	30	34.33
Mediana	34.5	41.5	33	35.67
PROMEDIO				36

C - 2				
N°	Valor del rebote			PROMEDIO
	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA	
1	32	42	33	35.67
2	33	38	34	35.00
3	29	35	35	33.00
4	35	37	36	36.00
5	31	42	34	35.67
6	30	36	33	33.00
7	31	40	36	35.67
8	32	41	32	35.00
9	33	37	33	34.33
10	31	36	34	33.67
Mediana	31.5	37.5	34	35.00
PROMEDIO				35

RESULTADOS DEL ESCLERÓMETRO EN VIGAS

V - 1				
N°	Valor del rebote			PROMEDIO
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	
1	38	41	40	39.67
2	39	40	39	39.33
3	37	38	37	37.33
4	38	39	38	38.33
5	39	37	39	38.33
6	40	41	38	39.67
7	38	40	38	38.67
8	39	38	37	38.00
9	40	39	39	39.33
10	38	37	36	37.00
Mediana	38.5	39	38	38.50
PROMEDIO				39

V - 2				
N°	Valor del rebote			PROMEDIO
	PARTE IZQ	PARTE MEDIA	PARTE DER	
1	40	40	39	39.67
2	37	38	37	37.33
3	38	41	38	39.00
4	38	39	39	38.67
5	39	38	37	38.00
6	39	40	38	39.00
7	40	39	40	39.67
8	37	38	41	38.67
9	38	37	37	37.33
10	36	36	38	36.67
Mediana	38	38.5	38	38.67
PROMEDIO				38

ANEXO 4:
PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	01	Fecha de Ejecución del Ensayo:	17/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E. MANUEL A. ODRÍA		
Ubicación	A.V. EMANCIPACIÓN		



Imagen 01. Puerta 02 de la I.E. Manuel A. Odría



Imagen 02. Ensayo con esclerómetro - Columna 1



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Columna 2

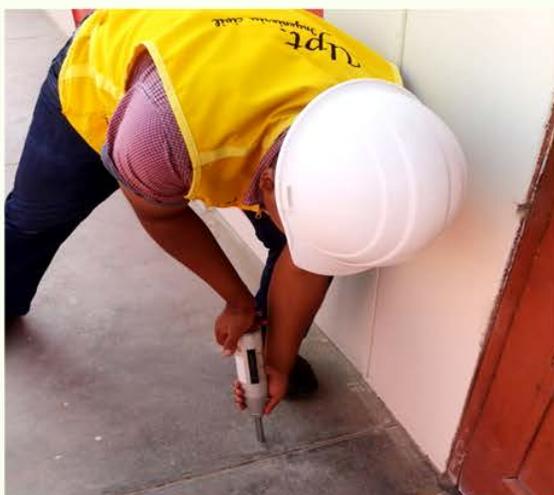


Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Viga 1



Imagen 04. Ensayo con esclerómetro - Viga 2

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	02	Fecha de Ejecución del Ensayo:	17/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E. MARISCAL CÁCERES		
Ubicación	A.V. INTERNACIONAL 1249		



Imagen 01. Puerta Principal de la I.E. Mariscal Cáceres



Imagen 02. Ensayo con esclerómetro - Columna 1



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Columna 2



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Viga 1



Imagen 04. Ensayo con esclerómetro - Viga 2

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	03	Fecha de Ejecución del Ensayo:	18/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E. SIMÓN BOLIVAR		
Ubicación	CALLE DANIEL ALCIDEZ CARRIÓN S/N		



Imagen 01. Puerta Principal de la I.E. Simón Bolívar

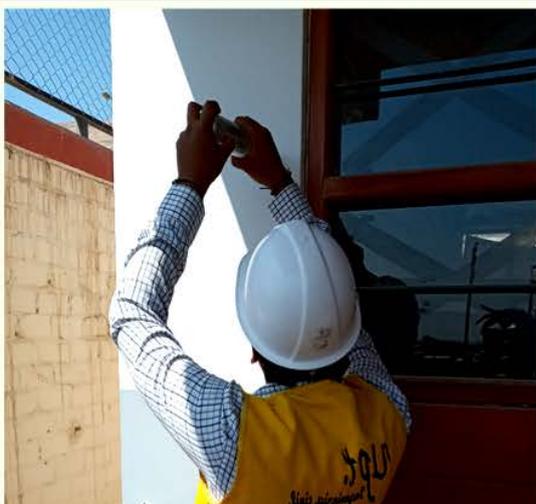


Imagen 02. Ensayo con esclerómetro - Columna 1



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Columna 2



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Viga 1

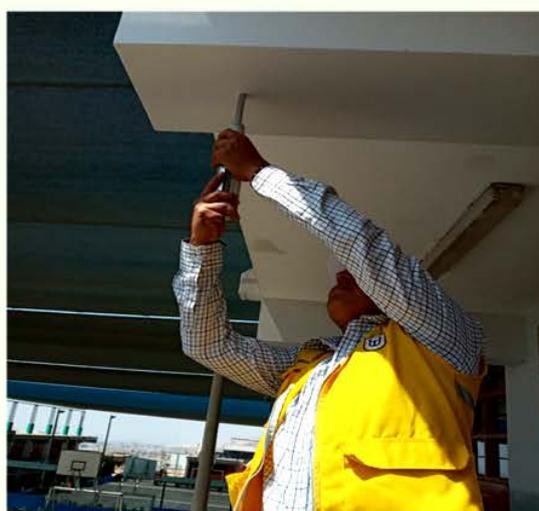


Imagen 04. Ensayo con esclerómetro - Viga 2

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	04	Fecha de Ejecución del Ensayo:	18/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E.I. MUNICIPAL CIUDAD NUEVA		
Ubicación	AV. JUAN MORE 1178		



Imagen 01. Puerta Principal de la I.E.I. Municipal Ciudad Nueva

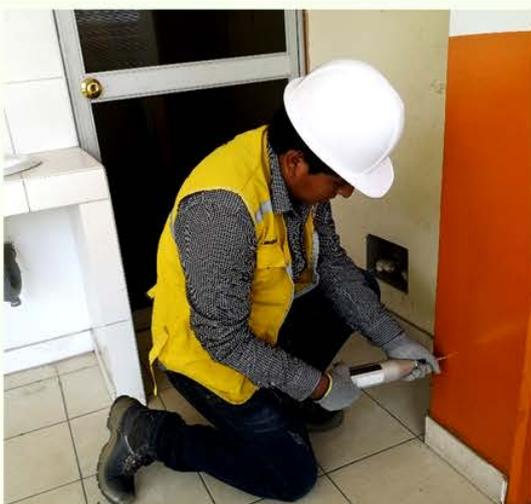


Imagen 02. Ensayo con esclerómetro - Columna 1



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Columna 2



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Viga 1

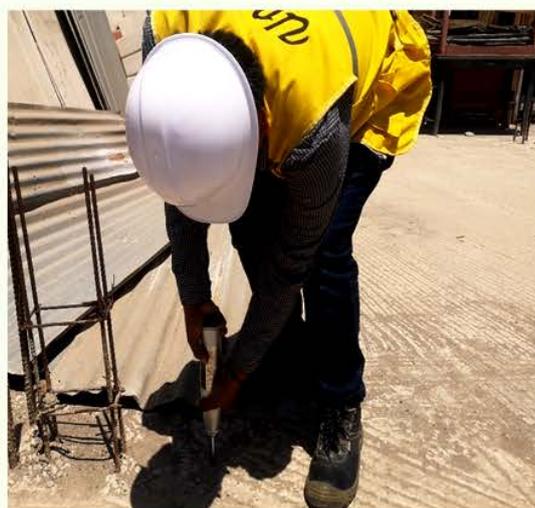


Imagen 04. Ensayo con esclerómetro - Viga 2

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	05	Fecha de Ejecución del Ensayo:	19/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E.I. SAGRADA FAMILIA		
Ubicación	AV. MARIANO NECOCHEA 801		



Imagen 01. Puerta Principal de la I.E.I. Sagrada Familia



Imagen 02. Ensayo con esclerómetro - Columna 1

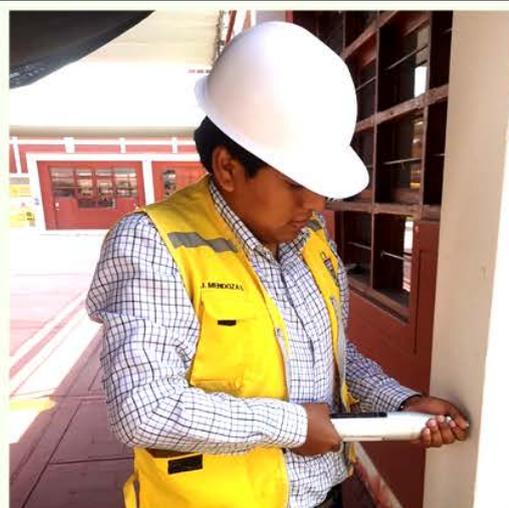


Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Columna 2



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Viga 1



Imagen 04. Ensayo con esclerómetro - Viga 2

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Colegio N°:	06	Fecha de Ejecución del Ensayo:	19/12/2020
Nombre del centro educativo	I.E.I. JESUS DIVINA MISERICORDIA		
Ubicación	VILLA BARRANQUILLO		



Imagen 01. Puerta Principal de la I.E.I. Jesus Divina Misericordia



Imagen 02. Ensayo con esclerómetro - Columna 1



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Columna 2



Imagen 03. Ensayo con esclerómetro - Viga 1



Imagen 04. Ensayo con esclerómetro - Viga 2

ANEXO 5:

PLANOS

ANEXO 5.1:
**PLANO DE UBICACIÓN DE CENTROS
EDUCATIVOS DE CIUDAD NUEVA**

ANEXO 5.2:
PLANOS DE ESTRUCTURAS DEL
PABELLÓN REPRESENTATIVO