



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales  
determinados con métodos convencionales – Institución  
Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo,  
Arequipa, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Bach. Pinto Coaquira, Grober Alexander (ORCID: 0000-0002-2766-0426)

**ASESOR:**

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios, que permite que las cosas se realicen con grandeza. Gracias por brindarme sabiduría y perseverancia a lo largo de mi carrera universitaria, así como en este trabajo de investigación.

A mi amada esposa, por su apoyo incondicional. A mi adorada hija Khaely Alexandra, mi motivación más grande, soportes para alcanzar juntos nuestras metas de vida.

A mis padres y hermanos por brindarme todo su apoyo, ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis asesores por su constante orientación, sus valiosos comentarios y sugerencias en cada una de las etapas de esta tesis. Su atención plena ha dejado huella y una experiencia vívida que formará parte de un recuerdo que no olvidaré.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.1.1. Método: científico .....	16
3.1.2. Tipo: aplicada .....	16
3.1.3. Nivel: correlacional .....	16
3.1.4. Diseño: No experimental .....	16
3.2. Variables y operacionalización .....	18
3.2.1. Variable independiente: .....	20
3.2.2. Variable dependiente:.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo .....	20
3.3.1. Población.....	20
3.3.2. Muestra .....	20
3.3.3. Muestreo .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.4.1. Técnica.....	21
3.4.2. Instrumentos.....	21

3.4.3. Validez.....	22
3.5. Procedimiento .....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos .....	25
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
4.1. Descripción de la edificación .....	26
4.2. Evaluación de vulnerabilidad método ATC 21 - FEMA 154 .....	27
4.2.1. Identificación de la estructura. ....	27
4.2.2. Verificación visual de elevaciones y planta del edificio desde afuera. 27	
4.2.3. Documentación fotográfica del edificio para identificar las características generales y específicas. ....	27
4.2.4. Identificación de datos básicos .....	28
4.2.5. Determinación de la calificación estructural básica debido a las condiciones del edificio. ....	28
4.2.6. Parámetros calificativos de la estructura.....	29
4.3. Evaluación de vulnerabilidad de acuerdo a Benedetti-Petrini .....	30
4.3.1. Organización del sistema resistente .....	31
4.3.2. Calidad del sistema resistente .....	31
4.3.3. Resistencia convencional .....	31
4.3.4. Posición del edificio y cimentación.....	32
4.3.5. Diafragmas horizontales .....	32
4.3.6. Configuración en planta .....	32
4.3.7. Configuración en elevación.....	32
4.3.8. Separación máxima entre muros .....	33
4.3.9. Tipos de cubierta .....	33
4.3.10. Elementos no estructurales .....	34

4.3.11.	Estado de conservación .....	34
4.3.12.	Cálculo del índice de vulnerabilidad .....	34
4.4.	Evaluación de vulnerabilidad de acuerdo al Método de Análisis Estructural 35	
4.4.1.	Características sísmicas .....	35
4.4.1.	Evaluación de la configuración estructural .....	37
4.4.2.	Modelación en programa ETABS.....	41
4.4.3.	Análisis estructural .....	45
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>49</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>54</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>55</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>60</b>
	<b>ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	<b>61</b>

## Índice de tablas

Tabla II-1. Condiciones de calidad del concreto .....	13
Tabla III-1. Intervalos de validez del instrumento .....	22
Tabla III-2. Validez de contenido de las variables .....	23
Tabla IV-1 Estimación de la resistencia de materiales .....	26
Tabla IV-1. Datos básicos de la construcción.....	28
Tabla IV-2. Resistencia convencional .....	31
Tabla IV-3. Separación máxima entre muros .....	33
Tabla IV-4 Cálculo del índice de vulnerabilidad.....	34
Tabla IV-5 Rango de Valores del Índice de Vulnerabilidad.....	35
Tabla IV-6. Perfil de suelo .....	36
Tabla IV-7. Sistema Coeficiente .....	37
Tabla IV-8 Evaluación de irregularidades.....	37
Tabla IV-9. Verificación Del Coeficiente C.....	38
Tabla IV-10. Fuerza lateral en el sentido X .....	38
Tabla IV-11. Fuerza lateral en el sentido Y .....	38
Tabla IV-12. Distribución de fuerzas en el sentido X .....	39
Tabla IV-13. Cortante en la base del sentido X .....	39
Tabla IV-14. Distribución de fuerzas en el sentido Y .....	39
Tabla IV-15. Cortante en la base sentido Y .....	39
Tabla IV-16 Condición y resistencia de los materiales .....	41
Tabla IV-17. Cuadro de cargas unitarias .....	41
Tabla IV-18. Cargas de acuerdo con la norma E-020.....	42
Tabla IV-19. Dimensiones de los elementos estructurales .....	42
Tabla IV-20. Períodos y masas participativas.....	45
Tabla IV-21. Cortante estático.....	46
Tabla IV-22. Cortante dinámico en la base .....	47
Tabla IV-23. Cumplimiento de condiciones .....	47

## Índice de figuras

<i>Figura I.1. Pabellón 1 interior</i> .....	4
<i>Figura I.2. Pabellón 1 exterior</i> .....	5
<i>Figura III.1. Flujograma de análisis de la vulnerabilidad sísmica.</i> .....	24
<b>Figura IV.1. Esquema de pórtico en la fachada principal este</b> .....	27
<b>Figura IV.2. Esquema de planta baja</b> .....	27
<b>Figura IV.3. Colegio José Domingo Zuzunaga</b> .....	28
<b>Figura IV.4. Resultado de evaluación por método ATC 21 -FEMA 154</b> .....	30
<i>Figura IV.5. Configuración en planta</i> .....	32
<i>Figura IV.6. Configuración en elevación</i> .....	32
<i>Figura IV.7. Configuración en elevación</i> .....	33
<i>Figura IV.8. Análisis estático E-030</i> .....	37
<i>Figura IV.9. Espectro X-X</i> .....	40
<i>Figura IV.10. Espectro Y-Y</i> .....	40
<i>Figura IV.11. Modelación de los elementos en vigas y columnas vista I</i> .....	42
<i>Figura IV.12. Modelación de los elementos en vigas y columnas vista II</i> .....	43
<i>Figura IV.13. Modelación de los elementos en muros y losas vista I</i> .....	43
<i>Figura IV.14. Modelación de los elementos en muros y losas vista II</i> .....	44
<i>Figura IV.15. Modelado de la edificación en conjunto vista I</i> .....	44
<i>Figura IV.16. Modelado de la edificación en conjunto vista II</i> .....	45
<i>Figura IV.17. Modelado de la edificación en conjunto vista III</i> .....	45
<i>Figura IV.18. Desplazamiento de sismo en X-X</i> .....	48
<i>Figura 19. Plano de ubicación y localización de la Institución Educativa N° 40092 José Domingo Zuzunaga</i> .....	68
<i>Figura 20. Plano general de la Institución Educativa existente con el pabellón a intervenir P-1</i> .....	69
<i>Figura 21. Plano general de la Institución Educativa existente con el pabellón a intervenir P-1</i> .....	70
<i>Figura 22. Fachada principal de la I.E. N° 40092 José Domingo Zuzunaga</i> .....	81
<i>Figura 23. Pabellón P1 a evaluar vista interior</i> .....	81
<i>Figura 24. Pabellón P1 a evaluar vista exterior</i> .....	82
<i>Figura 25. Calicata C-1 para EMS</i> .....	82
<i>Figura 26. Material de muestra para EMS calicata 1</i> .....	83



## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa N° 40092 - José Domingo Zuzunaga, Uchumayo. Se estableció como metodología un enfoque cuantitativo de diseño no experimental, siendo de tipo aplicativo y con un nivel descriptivo-correlacional. El tipo de muestreo fue no probabilístico, por conveniencia; asimismo, se utilizaron los siguientes instrumentos: fichas de observación, fichas de reporte para colocar los resultados del índice de Vulnerabilidad. Los métodos cualitativos que se utilizaron para medir el nivel de vulnerabilidad sísmica fue el método visual ATC21-FEMA154 que contiene cuatro parámetros y el de Benedetti & Petrini, que consta de once parámetros con calificaciones de oscilan entre A y D siendo A las que se encuentran en óptimas condiciones y D representa una calificación de edificación con fallas. Luego se estableció su validez mediante un modelamiento con el programa Etabs para obtener un análisis estructural cuantitativo de acuerdo a la norma E0.30. Los resultados muestran que la infraestructura presenta incumplimientos a lo establecido por la norma. Se llegó a la conclusión que, la infraestructura tiene un Índice de Vulnerabilidad de media a baja; sin embargo, luego de realizar el análisis cuantitativo en base a la norma E.30 se obtuvo que la edificación es vulnerable a sismo severo en el sentido X-X.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad estructural, sistema estructural, sismo, distorsión de entrepiso o deriva, rigidez

## **Abstract**

The main objective of this research work was to determine the level of seismic vulnerability of the Educational Institution N ° 40092 - José Domingo Zuzunaga, Uchumayo. A quantitative approach of non-experimental design was established as a methodology, being the application type and with a descriptive-correlational level. The type of sampling was non-probabilistic, for convenience; Likewise, the following instruments were used: observation cards, report cards to place the results of the Vulnerability index. The qualitative methods that were used to measure the level of seismic vulnerability were the visual method ATC21-FEMA154 that contains four parameters and that of Benedetti & Petrini, which consists of eleven parameters with ratings ranging between A and D, with A being those in optimal conditions and D representing a rating of building with faults. Then its validity was established by modeling with the Etabs program to obtain a quantitative structural analysis according to the E0.30 standard. The results show that the infrastructure presents non-compliance with the provisions of the standard. It was concluded that the infrastructure has a Vulnerability Index from medium to low; However, after performing the quantitative analysis based on standard E.30, it was found that the building is vulnerable to a severe earthquake in the X-X sense.

**Keywords:** Structural vulnerability, structural system, earthquake, mezzanine distortion or drift, stiffness

## I. INTRODUCCIÓN

Perú está ubicado en una zona altamente sísmica denominada Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que hace que muchas vidas, actividades empresariales y económicas, estén en riesgo ISC-GEM (2013). A raíz de eventos sísmicos, las normas nacionales de construcción han ido cambiando y mejorando. DHS (2015).

Entonces, es importante tomar medidas de prevención desde la construcción de edificios esenciales por el bien de la comunidad, así como el reforzamiento de los edificios ya existentes. En junio del 2001 se produjo el último terremoto de intensidad en el sur del Perú, afectando a los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, destacándose la complejidad de su registro y ocurrencia, teniendo miles de réplicas, cuya intensidad máxima fue de grado VIII. INDECI (2006)

La seguridad y la salvaguarda de las vidas e integridad física de los alumnos es la finalidad más importante de las estructuras de los colegios. Esto es lo que se busca con la construcción de estos siguiendo las normas nacionales de sismo resistencia. Existe una cantidad considerable de colegios que han sido sin seguir los criterios adecuados. Sumado a esto, la antigüedad de las construcciones y la falta de estudios de suelos, son factores de mucho riesgo para un eventual terremoto de magnitud elevada. MINEDU (2017)

En la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de Uchumayo, viene ocurriendo un problema de vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, puesto que evidencia patologías en algunos de sus elementos estructurales (muros portantes) y los no estructurales (muro de vano - tabique) en los pabellones, evidenciando algunos indicios de que los elementos estructurales se expongan y sean vulnerables ante un posible evento sísmico. Este problema se presenta, producto de fallas estructurales, presentando algunas patologías de mayor notoriedad, como grietas estructurales en esquina de vanos para ventana, debido a no encontrarse aislado del pórtico generando el efecto de columna corta. Se presenta por acción de fenómenos naturales sísmicos, que vienen ocurriendo en los últimos años. Se presenta en forma continua, ya que la infraestructura se encuentra en una zona altamente sísmica según el mapa de

zonificación sísmica – geotécnica. La integridad del edificio y por consiguiente la seguridad del mismo, así como la seguridad y las vidas de las personas que lo ocupan, son las causas que motivan la presente investigación.

El tema de investigación abordado en esta tesis es de gran importancia para el área profesional de ingeniería civil en su especialidad de estructuras, al tratarse de una construcción de más de 30 años de antigüedad.

Analizada la realidad problemática, se considera lo siguiente como **problema general**: ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales - Institución Educativa N.º 40092 José Domingo Zuzunaga?; como **problemas específicos**: **Primero** ¿Cómo es la vulnerabilidad física determinada mediante el método ATC 21 – FEMA 154 en la Institución Educativa N.º 40092 – José Domingo Zuzunaga? **Segundo**: ¿Cuánto es el índice de vulnerabilidad sísmica determinado mediante el método de Benedetti & Petrini en la Institución Educativa N.º 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo? **Tercero**: ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural determinado mediante el análisis estructural de la Institución Educativa N.º 40092 – José Domingo Zuzunaga?

Este trabajo de investigación posee **justificación teórica** ya que al demostrar el nivel de la vulnerabilidad estructural ante sismos de la Institución Educativa N.º 40092 – José Domingo Zuzunaga, se analizará una serie de aspectos técnicos dados por el R.N.E. E030 de diseño Sismorresistente con el fin de minimizar los daños del edificio, garantizar el estado de continuidad de los servicios y evitar pérdidas humanas; y en relación con esta filosofía se propone ciertos criterios y principios técnicos para su diseño.

Al mismo tiempo, tiene **justificación práctica** ya que la Institución Educativa N.º 40092 – José Domingo Zuzunaga, fue construida en la zona sísmica 4, de alta sismicidad. La infraestructura educativa es una de las más antiguas del distrito, alcanzando más treinta años de antigüedad, como refiere en el archivo de la UGEL SUR. En la actualidad, la ciudad de Arequipa está expuesta a amenazas sísmicas latentes, por ende, es de necesidad conseguir un óptimo conocimiento sobre vulnerabilidad sísmica de una edificación, de tal forma que conforme un punto de

partida para entablar un dictamen en decisión técnica antes que se presente un eventual sismo frecuente. Esto quiere decir que es probable que durante un evento sísmico considerado como severo de 7.5 en la escala de magnitud local (Richter), esta se exponga a daños estructurales de consideración, el cual provoque el deterioro y daños materiales y pérdida de vidas. Todo esto para tener políticas educativas que estén orientadas a la prevención y al bienestar del ciudadano.

Seguidamente, dadas las condiciones que nos preceden, la tesis de investigación tuvo como **objetivo general**: Estimar el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020 y como **objetivos específicos**: **Primero**: Estimar como es la vulnerabilidad física mediante el método ATC 21 – FEMA 154 en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020; **Segundo**: Calcular el índice de vulnerabilidad sísmica mediante el método de Benedetti & Petrini en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020.; **Tercero**: Cuantificar la vulnerabilidad estructural determinado mediante el análisis estructural de la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020.; **Cuarto**: Estimar la patología estructural mediante métodos convencionales en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020.

La **importancia** de este estudio es que se pretende establecer una evaluación de vulnerabilidad sísmica el cual radica en cumplir con los criterios técnicos, conceptos y alternativas para la evaluación del comportamiento del pabellón existente ubicado en la Infraestructura educativa materia de investigación.

Con respecto a la **viabilidad** del estudio, se contó con los gastos financieros para la elaboración del estudio de investigación, asimismo con el apoyo económico para poder efectuar la evaluación estructural y de esta manera se obtuvo un diagnóstico situacional final. Del mismo modo, la tesis de investigación fue **técnicamente viable** ya que se poseyó información proporcionada por la municipalidad distrital de Uchumayo, estudio de suelos, planos de la situación actual, además se contó también con documentos como normas nacionales (RNE. E030 Diseño Sismo resistente, E060 Concreto armado, E070 Albañilería estructural, etc.), también con

el programa ETABS. En cuanto al **tiempo**, se contó con el periodo necesario para poder realizar las evaluaciones y análisis de la estructura, así lograr la formulación de la tesis de investigación.

Con respecto a la **delimitación del estudio**, en este caso se evaluó la infraestructura de la Institución Educativa N° 40092 - José Domingo Zuzunaga, habiéndose empleado el método de índice de vulnerabilidad. El pabellón P1 tiene un uso educativo de concreto armado, el cual está compuesto de pórticos y muros portantes de albañilería, estando situado en la ciudad de Arequipa, distrito de Uchumayo, diseñado íntegramente a capacidad a la compresión de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto al **alcance de la investigación**, el trabajo de investigación se aplicó al pabellón P1 de la I.E. N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, distrito de Uchumayo, provincia de Arequipa – Arequipa, para comprender la vulnerabilidad sísmica expuesta por el método de índice de vulnerabilidad.



*Figura 1.1.* Pabellón 1 interior

Fuente: Elaboración propia



*Figura 1.2.* Pabellón 1 exterior

Fuente: Elaboración propia

## II. MARCO TEÓRICO

Con respecto a los antecedentes referidos a estudios e investigaciones para determinar la vulnerabilidad, peligro y/o riesgo sísmico en edificaciones, han de mencionarse alcances y conclusiones, así como también investigaciones para reducir y mitigar dichos efectos sísmicos.

Como **antecedentes internacionales** se tiene a Moquete (2012) en su trabajo de investigación **titulado**: “Evaluación de riesgo sísmico en edificaciones especiales: escuelas de Barcelona”, de la Universidad Politécnica de Cataluña - España. Tesis para para obtener el grado de Ingeniero Civil. El **objetivo** de la investigación fue la evaluación del riesgo sísmico en colegios ubicados en Barcelona utilizando distintas técnicas de análisis de riesgo sísmico, así como la utilización de sistemas de indagación telúrica para el almacenamiento de información geo referenciada. En la **metodología** utilizada, se empleó el método Risk-UE de nivel I, que es un método avanzado de riesgo sísmico para escenarios de riesgos sísmicos con aplicaciones en diferentes poblados europeos, así como la utilización de sistemas de información geográfica complementarios a este último. Como conclusiones se obtuvo que el método del índice de vulnerabilidad es un método de fácil aplicación y robusto para evaluar con calidad y detalle los edificios. Los **resultados** encontrados fueron que, en el caso de un sismo de relativa severidad, los daños son del orden de 4 personas por cada 1000 muertos y 4 personas por cada 1000 heridos lo que correspondería a menos del 1% de la población de estudiantes de las escuelas de dicho estudio.

Por su parte, Safina (2002), con respecto a su **tesis** doctoral elaborada en el año 2002, con **título** “Vulnerabilidad ante sismos de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico”, cuyo **objetivo** general fue la examinación de los fundamentos para la clasificación de una instalación como esencial en caso de una emergencia sísmica. El enfoque sistémico fue utilizado como **metodología**. Se obtuvieron las siguientes **conclusiones generales**: La capacidad de respuestas del sistema sanitario de Cataluña es sensible a la ubicación del evento sísmico. Los **resultados** permiten clasificar los sesenta y cuatro hospitales de Cataluña, encontrándose que catorce tienen una respuesta aceptable, treinta y cinco



hospitales presentan respuesta intermedia y quince nosocomios presentan respuesta crítica.

Alonso (2016) en su investigación “Cálculo sísmico de estructuras convencionales de edificación utilizando métodos lineales y no lineales. Estudio comparativo”, en pos de la obtención del grado de master universitario en ingeniería sísmica, planteo el **objetivo** de hacer una evaluación de los diferentes métodos de cálculo lineales tanto como no lineales, en estructuras porticadas convencionales de concreto armado, utilizando cálculos estáticos lineales, cálculos dinámicos lineales, (Capacity Spectrum Method) y cálculos dinámicos directos no lineales. La **metodología** fue de nivel correlacional, usando un prototipo estructural para tener modelos numéricos, hacer simulaciones y comparar los métodos de cálculo empleados. Como **conclusiones** se tiene que el método Capacity Spretctrum tiene como ventaja la cuantificación del daño de la estructura, y mediante el uso del paradigma “Proyecto sismorresistente basado en prestaciones” es posible concebir y proyectar estructuras con un nivel de daño predecible ante terremotos.

Zora (2013) en su tesis con **título** “Cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica de las escuelas de Medellín”, tuvo como **objetivo**: Identificar los índices de vulnerabilidad sísmica en los colegios de la ciudad de Medellín en Colombia. La **metodología** utilizada en este trabajo fue mediante el método del índice prioritario. Las **conclusiones** a las que se llegó fueron que el 61% de las estructuras evaluadas tienen una alta prioridad según los límites propuestos por Hassan y Sozen, lo que indica que deben de ser atendidas prioritariamente y a su vez ser analizadas con mayor detalle. Según los **resultados** de la investigación, el índice prioritario se mostró poco sensible frente a la selección de muros a efectos del cálculo del índice del muro.

Cardona, Medina y Serna (2016) en la investigación “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones indispensables del sector educación del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risaralda”, cuyo **objetivo** fue evaluar cuán vulnerables son las estructuras correspondientes a colegios del grupo III del municipio de Dos quebradas en la localidad de Risaralda. La **metodología** de esta investigación fue no experimental de tipo aplicada. Se tienen como **resultados** que casi el 60% de los bloques tiene pórticos, el 40% tiene muros,

el 72 posee columnas, y el 28% no posee columnas, el 77% posee vigas, el 23% no posee vigas, el 85 no posee ninguna irregularidad, el 15% presenta una irregularidad en planta, la totalidad de los bloques no cuenta con ningún plano y el 77% son estructuras de 1 piso y finalmente, el 23% son estructuras de 2 pisos.

Como **antecedentes nacionales** se tiene a Vizconde (2014), con su tesis **titulada** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: clínica San Miguel” quien nos detalla que el **objetivo** del trabajo de investigación es encontrar las deficiencias en la estructura del edificio de la clínica San Miguel de Lima frente a un posible un movimiento telúrico y posteriormente reforzarlos estructuralmente. Aplicó FEMA 154 o ATC 21, FEMA 310 o ATC 22 asimismo Se evaluaron los elementos no estructurales y equipos. Los **resultados** indican que el diseño estructural de la construcción objeto de estudio es insatisfactorio, entonces se requiere un aumento en la maleabilidad de los muros de albañilería para lidiar con la carga sísmica lateral.

Por su parte, Gómez y Loayza (2014) en su investigación de pregrado, con **título** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de Ayacucho”, presentó como **objetivo** la estimación de la vulnerabilidad sísmica e índice de datos en los centros médicos situados en la localidad de Ayacucho, a través del método del índice de vulnerabilidad. Se utilizó como **metodología** a la cualitativa para tomar información de campo y el método italiano. Se **concluyó** que luego de la evaluación de tres centros médicos, el CS de Conchopata y Santa Elena tienen una vulnerabilidad baja y el CS de Belén presenta vulnerabilidad mediana, debido a que su tercer piso no fue construido con asesoría profesional, siendo esto un agravante en su nivel de vulnerabilidad.

Aguilar y Mudarra (2018) refiere en su tesis **titulada** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo” que tuvo como **objetivo** evaluar la vulnerabilidad sísmica utilizando el método de índice de vulnerabilidad; la **metodología** usada fue el método cualitativo de Benedetti & Petrini, que establece once parámetros para la calificación, también se usó un método cuantitativo a través del programa Etabs. Se obtuvieron las siguientes conclusiones: los bloques más antiguos tienen un nivel

de vulnerabilidad mediano a alto, mientras que los elementos más modernos presentan una vulnerabilidad mediana a baja. Los resultados de la simulación en el programa Etabs permiten evidenciar fallas en el diseño de la construcción, así como la calidad de la misma.

Asimismo, Gutiérrez (2019) en su tesis **titulada** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas en el AAHH Hijos del Ermitaño-Independencia, 2019” presenta como **objetivo** determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas del AAHH Hijos de Ermitaño. La **metodología** fue de una investigación de diseño no experimental, con enfoque cuantitativo, tipo aplicado y de nivel descriptivo-correlacional. Se usó el método italiano de Benedetti & Petrini. Se llegó a la **conclusión** de que existe un 0% de vulnerabilidad sísmica baja; 18,4% de vulnerabilidad sísmica media, 50% con vulnerabilidad sísmica alta, donde se recomienda una intervención y un 31.58% de vulnerabilidad sísmica muy alta, siendo urgente alguna intervención.

Finalmente, Sáenz (2019) en su tesis de **título** “Vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales mediante curvas de fragilidad analíticas – edificio administrativo de la Universidad Nacional del Centro del Perú”, para optar el título profesional de ingeniero civil, tuvo como **objetivo** establecer el grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales utilizando el método de curvas de fragilidad en el edificio dedicado a los servicios administrativos de la Universidad Nacional del Centro del Perú, y para esto los objetivos específicos fueron la verificación de la rigidez, resistencia y ductilidad según la norma técnica E.030, fijar curvas de fragilidad y analizar la contribución de la matriz de probabilidad en la vulnerabilidad sísmica del mencionado edificio. Utilizó una **metodología** de diseño no experimental, aplicada y de nivel explicativo. Las **conclusiones** fueron que, ante un movimiento telúrico con una aceleración máxima horizontal del terreno de 0,44g se tendría un daño catastrófico de la totalidad de la estructura en la dirección norte sur y un daño muy cercano al noventa y cuatro por ciento en la dirección este-oeste.

En cuanto a las **teorías relacionadas al tema** se revisaron conceptos correspondientes a las variables y sus respectivas dimensiones.

Sobre **la primera variable, denominada vulnerabilidad sísmica** Yépez, Barbat, Canas (1996) “es la magnitud del daño ocurrido por un movimiento traslacional y rotacional sísmico de un terreno a una intensidad establecida” (p.88). Además, debemos definir por vulnerabilidad al nivel o grado de daño causado en una edificación después de ocurrido un evento telúrico que presenta determinadas características. Hay edificaciones que son de uso público que al tener mayor concurrencia pueden ser tipificadas como más vulnerables ante un sismo, entonces es necesario tener en cuenta que en nivel de vulnerabilidad sísmica es una propiedad inherente de cada construcción.

Estas estructuras del tipo de uso común pueden ser clasificadas como más vulnerables o menos vulnerables frente a un movimiento telúrico. Debiéndose considerar que el nivel de vulnerabilidad sísmica de una edificación existente es una propiedad de la misma.

Según Vizconde (2004) una estructura podría ser vulnerable, sin embargo, no estar en peligro si el lugar en el que se encuentra ubicada no tiene amenaza sísmica (p.44).

De acuerdo con Organización Panamericana de la Salud (2000), existen dos tipos de vulnerabilidad. Una de ellas es la **vulnerabilidad estructural**, que tiene que ver con cuan susceptible a ser dañada sería una estructura o una parte de esta frente a dinámicas sísmicas interactuantes con las cargas existentes en la estructura (p.3).

Por otro lado, está la **vulnerabilidad no estructural**, aquella que es determinada por un **análisis de vulnerabilidad sísmica**, que tiene por finalidad establecer el nivel de detrimento de los elementos estructurales frente a un movimiento telúrico.

Según Herrera (2012), sin importar la tipología de uso de una edificación, y frente a un movimiento telúrico, esta no debería sufrir daños estructurales, de equipos, debiendo resistir al sismo, así como mantenerse en pie (p. 8).

Según Gorisse (1980), la calidad de los elementos con los cuales se hace posible una construcción es un punto importante al evaluar la vulnerabilidad sísmica (p. 20).

La **vulnerabilidad funcional** se refiere a la actividad de concluir, mediante cierto procedimiento si un hospital o centro de salud tiene un quiebre funcional después

de ocurrido un sismo. Para lograr esto se necesita hacer una evaluación a la infraestructura y si ésta aún cumple con la funcionalidad del sistema eléctrico, de servicios básicos, etc. Otros puntos a analizar son los exteriores de la edificación, los alrededores, accesos e interrelaciones con los demás puntos de la ciudad. Además de ello, se analiza la funcionalidad de puertas, ascensores y otros. Algunos de los factores que hacen que una edificación siga funcionando para el objetivo que fue construido son: una distribución adecuada de espacios, contar con un plan de casos de emergencia, sistemas de evacuación eficientes y adecuados sistemas de señalización.

En cuanto a la **evaluación de sismicidad**, Safina (2002) refiere que existe una gran incertidumbre al evaluar el movimiento del suelo o lo que un terremoto podría ocasionar en un sitio en particular y, en general, dichas incertidumbres impactan en la estimación del peligro sísmico del sitio. Siendo que los terremotos se diferencian tanto en intensidad como en magnitud, estos podrían implicar pequeñas grietas, así como grandes desplazamientos a lo largo de una falla geológica. Un pequeño terremoto cuya ocurrencia está cerca de la superficie se puede detectar inclusive sin el uso de instrumentos, pero un gran terremoto que ocurre a gran distancia debajo de la superficie a veces solo se puede detectar con instrumentos. En los últimos años esta variabilidad en la evaluación de los movimientos del suelo ha venido siendo reducida debido a los avances en la teoría de la sismología, así como en el incremento en el poder de cálculo computacional. Una de las características de un suelo es el momento o magnitud sísmico, el que está estrechamente ligado con el área de ruptura multiplicado por el desplazamiento promedio de dicha ruptura.

La Norma NTP 339.034: 2008 indica los pasos para calcular dicho módulo, y según ASTM C 39 – 2012, la prueba establece que se deberá ejercer una carga axial de compresión a las probetas de concreto a una velocidad que está dentro de los límites prescritos hasta la falla o rompimiento de la probeta. El esfuerzo a la compresión de una probeta se determina calculando el cociente, es decir la división que existe entre la carga axial máxima alcanzada en la fase de ensayo sobre el área transversal de sección de la probeta.

Otro tipo de prueba que se tiene disponible es el de la **medición de micro trepidaciones**. En esta prueba, se efectuarían mediciones de las aceleraciones y vibraciones usando equipos de monitoreo. Dichas mediciones serán efectuadas en puntos estratégicamente ubicados en la parte exterior del pabellón a evaluar del colegio, teniendo en consideración que la superficie de entrepiso y/o techo sea horizontal y exista comunicación directa, es decir equipo y superficie, previniendo que cualquier partícula de material lo pueda bloquear. A fin de prevenir desastres producto de sismos (sin importar su frecuencia), es necesario realizar los análisis de riesgo sísmico, de manera que se pueda establecer la vulnerabilidad sísmica. (Peck, Hanson, Thornbu, 2004, p. 89)

El **peligro sísmico** es la posibilidad de que ocurra algún efecto secundario a un terremoto, ya sea el movimiento del suelo, rompimiento de fallas geológicas, alguna inundación de diferente magnitud, licuefacción, etc. El tamaño y alcance de los efectos mencionados anteriormente estarán relacionados con las características del lugar (geología y geotécnica), así como las particularidades del terremoto como son la magnitud, duración, frecuencia, entre otros. Los métodos probabilísticos simplificados utilizados en la evaluación del riesgo sísmico contienen muchas incertidumbres, por lo que es necesario tomar información de otros lugares a fin de extrapolar los datos y hacer funcionales los modelos. En aquellos lugares en los que la actividad sísmica es poca y hay poca información registrada de sismos de gran magnitud, el grado de incertidumbre es aún mucho mayor. Las teorías geofísicas podrían reemplazar la información faltante, sin embargo, es necesario recurrir a la opinión de expertos para completar la evaluación. Siendo que la data histórica es de carácter cualitativa y estamos hablando obviamente de épocas distintas, y al no utilizarse una escala a nivel macro, los resultados serán estimados de manera probabilística. Duarte (2012)

Este periodo es conocido con el nombre de **tiempo de vida estructural de un edificio** (p. 100).

Todas las acciones adoptadas a fin de disminuir el impacto de daño en los entornos estructurales, con el objetivo de disminuir costos antes, durante y después de un sismo se define como **mitigación de datos en el entorno estructural** (OPS, 2000, p. 84).

**Tabla II-1. Condiciones de calidad del concreto**

<b>Medidas de mitigación</b>	<b>f'c (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
Disipadores de energía	$\geq 175$
Reforzamiento con elementos estructurales de concreto	$\geq 210$

Fuente: Reproducido de Villareal (2013)

Según Bommer (1996) “peligro sísmico es aquella posibilidad de ocurrencia del desplazamiento sísmico de intensidad en un determinado sector durante un lapso definido” (p. 22). También puede incluir otros efectos que el mismo evento sísmico puede generar, como son los deslizamientos, licuefacciones de suelos y asentamientos (Bazán y Meli, 1989, p. 15).

Sobre la **variable 2, denominada métodos convencionales**, el método **ATC 21-FEMA 154** tiene un nivel básico de evaluación rápida y no requiere cálculos de análisis estructural, sino que usa puntajes para identificar características de la edificación relacionadas al comportamiento sísmico.

Los pasos para evaluar un edificio son:

1. Se hace un reconocimiento de la edificación (Superestructura).
2. Se efectúa una inspección ocular tanto en elevación como en planta de la unidad educativa, desde los exteriores.
3. Se elabora un registro fotográfico del pabellón o unidad de estudio a fin de identificar las características físicas (cantidad de niveles, sistema, material, deficiencias en construcción).
4. Por último, se hace una validación de la calificación estructural debido a la situación del edificio.

El **método de índice de vulnerabilidad** planteado por Benedetti & Petrini permite calcular la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de mampostería de manera práctica, se usa desde el año 1982 y ha tenido mejoras en sus procesos para tener un mejor análisis. Se relacionan tanto el daño esperado en la estructura con la propia vulnerabilidad sísmica, mediante el uso de funciones de vulnerabilidad. Este estudio hace una estimación de las pérdidas económicas frente a un movimiento telúrico (Alva, 2016, p. 14 -25).

Haciendo uso de parámetros de movimiento del suelo, la energía sísmica esperada es representada por un valor numérico. Esta valuación calificará a la estructura evaluada de acuerdo con su capacidad sísmica y dicha evaluación irá cambiando de acuerdo con las observaciones del experto como son: su condición actual, altura, antigüedad de la estructura y el suelo de fundación.

Según INDECI (2020), el procedimiento descrito anteriormente, es un primer paso para evaluar rápidamente el nivel de riesgo de una edificación; no reemplaza un estudio detallado, pero es un buen punto de partida.

Este método usa funciones de vulnerabilidad que indica la relación entre el daño esperado en la edificación con la vulnerabilidad sísmica propia, dato que es primordial para tener una estimación en el cálculo de pérdidas económicas. Sin embargo, una limitación de este método es que ha sido formulado para edificaciones europeas y la realidad peruana es distinta, entonces es necesario adecuar los parámetros con las exigencias peruanas.

A continuación, se definirán algunos **términos básicos**:

El **Pórtico** es definido por Villeta (2000) como un elemento estructural el cual comprende la unión de elementos horizontales y verticales como son las vigas y columnas estructurales mediante nodos rígidos, estos forman pórticos resistentes a momentos pudiéndose estar ubicados en las dos direcciones principales de análisis, de esta manera pueda originarse la continuidad en toda la edificación, de esta manera se podrá asegurar la estabilidad de este (p. 85).

Según Gallegos (2005) se entiende como **Muro Estructural** a un elemento estructural en el que la resistencia ante sismos está dada por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base (p. 121).

La **Respuesta Sísmica** se define según Barbat (1982) como el “comportamiento frecuentemente experimentado por una estructura ante un sismo” (p. 75).

Según Sanchez y Gonzales (2011), los **Elementos estructurales** son elementos de concreto armado que tienen como finalidad de soportar las cargas verticales y colaborar en la resistencia ante cargas laterales, entre ello tenemos las columnas, vigas, losa, placas. En la albañilería tenemos los muros portantes (p. 11).



Asimismo, según Sanchez y Gonzales (2011), los **Elementos no estructurales** son elementos que se caracterizan por no aportar resistencia a frente a cargas horizontales, pero si aportan peso a la estructura y estas son diseñadas para soportar las fuerzas ortogonales a su plano, estos son tabiques, alfeizar, parapetos, etc. (p. 11).

Barbat (1982) define al **Riesgo sísmico** como “la probabilidad de un evento sísmico, así como también la cantidad de daño que puede sufrir una estructura debido a movimientos del terreno en un periodo determinado” (p. 21).

Según Diccionarios Oxford-Complutense (2000), se entiende por **Subducción** al “proceso por lo que una placa litosfera oceánica se hunde bajo otra placa, ya sea oceánica o continental.” (p. 298)

A las vibraciones generadas en la superficie terrestre generadas por un movimiento brusco y repentino de las capas internas como son la corteza y manto, se le conoce como **sismo**. (García, Suarez, 1996, p. 65)

Según el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2018) se define a las siglas SMC como **sismo máximo considerado** con una aceleración espectral del 1.5 veces el del sismo de diseño especificado en la NTP E.030 (p. 7).

Al nivel o cantidad de daño que podría sufrir un bien se le conoce como **vulnerabilidad**.

Asimismo, la Organización Panamericana de la salud (2000) define a la **vulnerabilidad sísmica** como el nivel o cantidad de daño por el cual se expone una edificación durante y después de un sismo (p. 9).

Charon (1979) indica que a la fuerza aplicada a un elemento y se produce, fuerza de corte, fuerza axial y momento flector se les conoce como **esfuerzos** (p. 121).

La ley (2005) define a la **ductilidad** como la capacidad de maleabilidad y deformación de un material sin pérdida de rigidez (p. 43).

Por último, a los elementos estructurales que no se deforman frente a cargas de sismo y tampoco se flexionan, se les conoce como **diafragma rígido**. (Pan American Health Org, 2000, p. 37)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Método: científico**

Este diseño, según Vara (2015) “Se usa para medir cuantitativamente las variables de una población con el fin de obtener índices matemáticos, correlación, porcentajes y frecuencias” (p. 46).

Este trabajo académico utilizó el método científico, con un enfoque cuantitativo.

##### **3.1.2. Tipo: aplicada**

De acuerdo con Rodríguez (2011) “Una investigación aplicada tiene como objetivo brindar una solución a problemas o tener un planteamiento específico construido a partir del conocimiento generado en una investigación básica” (p.96)

La teoría existente sobre métodos de estimación de la vulnerabilidad ante sismos en edificaciones sirvió para responder el planteamiento específico en la institución educativa materia de estudio.

La presente investigación es de tipo aplicada.

##### **3.1.3. Nivel: correlacional**

Este estudio, en primera instancia, es descriptivo, ya que recogió información de las variables para medir sus características y rasgos importantes. Asimismo, este estudio es transeccional puesto que se recolectaron datos en un solo periodo de tiempo y que es como captar una imagen en tiempo real. Este estudio se centró en analizar el comportamiento de las variables en un momento dado (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.57). En este caso se tomaron datos del 2020.

##### **3.1.4. Diseño: No experimental**

Según los autores Hernández et al. (2014) una investigación no experimental es “Aquella que cuyos procedimientos se llevan a cabo sin manipular intencionalmente las variables, más bien sólo se observa lo que sucede en el contexto natural, sin ser provocados por el investigador, para posteriormente analizarlos” (p.152).

El estudio no manipuló las variables, se interpretó la condición situacional de la infraestructura educativa existente asistida a diario por estudiantes, no siendo

incitada y teniendo en cuenta de que los acontecimientos y las variables ya sucedieron. Por lo tanto, será de diseño no experimental.

Finalmente, este estudio fue transeccional o transversal ya que se recolectaron datos en un determinado punto en el tiempo y no en tiempos comparados. Este estudio se centró en analizar el comportamiento de las variables en un solo momento Hernández et al (2014), en este caso se evaluó la vulnerabilidad ante eventos sísmicos de la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga en el año 2020.

### 3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Métodos convencionales	Son métodos que determinan o identifican que sección de una edificación existente será susceptible a sufrir un daño ocasionado por un terremoto debido a la falla de alguno de sus componentes, lo cual está determinado por datos reales. (Yépez Moya, y otros, 1996)	Los métodos convencionales de vulnerabilidad sísmica implican el análisis cualitativo y posteriormente el análisis cuantitativo.	D1: Método ATC 21 - FEMA 154	I1: Altura I2: Irregularidad I3: Código de la construcción I4: Suelo	Ficha de recolección de datos	Intervalo
			D2: Método de índice de vulnerabilidad (propuesto por Benedetti y Petrini)	I5: Organización del sistema resistente I6: Calidad del sistema resistente I7: Resistencia convencional I8: Posición del edificio y cimentación I9: Diafragmas horizontales I10: Configuración en planta I11: Configuración en elevación I12: Separación máxima entre muros I13: Tipos de cubierta I14: Elementos no estructurales I15: Estado de conservación		Intervalo
			D3: Método de Análisis estructural	I16: Análisis dinámico I17: Análisis estático		Razón

<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>
Vulnerabilidad sísmica	Grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de diferentes características. Esta propiedad intrínseca de la estructura es independiente de la peligrosidad de la zona donde se ubica la edificación. (Vizconde, 2014 pág. 34)	La respuesta estructural está determinada por las características del terreno y la patología estructural.	D1: Vulnerabilidad física	I18: Baja I19: Media I20: Alta	-EMS -Fichas técnicas y/u observación	Intervalo Razón
			D2: Índice de vulnerabilidad sísmica	I23: Vulnerabilidad baja I24: Vulnerabilidad media-baja I25: Vulnerabilidad media-alta I26: Vulnerabilidad alta		
			D3: Vulnerabilidad estructural	I27: Tipo de suelo I28: Zona I28: Coeficiente de amplificación sísmica I29: Sistema estructural resistente I30: Configuración estructural		

### **3.2.1. Variable independiente:**

Métodos convencionales

### **3.2.2. Variable dependiente:**

Vulnerabilidad sísmica

El detalle de la operacionalización de la variable se puede observar en el Anexo 2

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **3.3.1. Población**

De acuerdo a Hernández et al (2014) “La población es todo el universo de casos con similares características o descripciones para un determinado fin, también es considerado como la totalidad de elementos que coinciden en una peculiaridad” (p.75).

La población en este estudio fue conformada por todas las instituciones educativas de las mismas características del distrito de Uchumayo.

### **3.3.2. Muestra**

Conforme a Bernal (2010) “Se define como muestra aquella fracción representativa de una población, la cual es útil para conseguir datos requeridos” (p. 34).

La muestra del estudio fue conformada por el pabellón más antiguo de la Institución Educativa N°40092 – José Domingo Zuzunaga del Pueblo Joven Cerro Verde. Cabe indicar que los pabellones tienen características comunes, con un sistema en albañilería confinada para la dirección global, y, así como pórticos resistentes a momentos en la dirección global X, cabe indicar que la mayoría de los pabellones educativos presentan una concepción arquitectónica y estructural irregular en la disposición de su planimetría.

La selección de la muestra se realizó en la Institución Educativa en función a su configuración estructural del Pabellón P1.

### **3.3.3. Muestreo**

Según Lopez y Fachelli (2015) considera que “En el muestreo no probabilístico intencional la selección de los elementos a estudiarse será determinado de acuerdo con la conveniencia del investigador teniendo en cuenta los factores que considere pertinentes” (p. 7).

En referencia al tipo de clasificación anterior esta investigación tuvo un muestreo **no probabilístico intencional**.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnica**

Según Yuni, y Urbano (2006), “La observación directa es la observación en la que utilizamos nuestro propio sentido de la vista a fin de registrar los acontecimientos e información relacionada a estos” (p. 44).

Con respecto a este ítem se elaboró un documento tipo formato de recolección de información, el cual sirvió como guía de observación directa.

Según Peña (2010), “La revisión bibliográfica es un resumen de lo leído durante la investigación de documentos” (p. 2).

Entonces, la técnica principal de cogida de información fue la extracción y análisis de material bibliográfico, que son desde libros, información digital de internet. Como recolección de datos se basó directamente en la lectura de planos arquitectónicos y estructurales, así como también la recolección de información del EMS. Se realizó una verificación y evaluación desde los exteriores para obtener de manera inmediata si el pabellón está apto para soportar las sollicitaciones sísmicas.

#### **3.4.2. Instrumentos**

De acuerdo a Bernal (2010) “La ficha de recolección de datos es un instrumento en la cual se plasma información más relevante encontrada en los procesos de búsqueda de información” (p.15). En este estudio se usó la **ficha de recopilación de datos** a fin de recabar datos confiables de los indicadores de las variables seleccionadas.

Para determinar numéricamente los valores obtenidos de los rangos, propiedades físicas y fuerzas dinámicas en el Pabellón educativo de uso esencial categoría A y conocer las instalaciones de la obra de la empresa, así como de las actividades diarias con el fin de reunir información útil para la investigación, se utilizaron herramientas de cálculo en Microsoft Excel, y seguidamente se realizó el diseño, el cual está conforme a las exigencias y términos de referencia de la Normativa Peruana E030 – 2019 y E060. Para realizar el dibujo de Pabellón Educativo

(Infraestructura educativa) se empleó la herramienta de dibujo AutoCAD 2018. El modelamiento (Análisis modal - verificación de estructuración) y determinación de esfuerzos externos se analizaron con la ayuda de la herramienta de ingeniería ETABS 2018, habiendo anticipadamente definido e incorporado la calidad de los materiales, restricciones y solicitaciones de cargas presentes a la súper estructura.

Normas de Ingeniería aplicables al trabajo de investigación:

- ✓ Código Norteamericano (ACI 318-18)
- ✓ Reglamento Peruano E-0.30 – 2019
- ✓ Reglamento Peruano E-0.70 – 2018
- ✓ Reglamento Peruano E-0.20
- ✓ Reglamento Peruano E-0.50
- ✓ Herramienta de Ingeniería Estructural Etabs 2018.
- ✓ Herramienta de dibujo técnico AutoCAD 2018.

### 3.4.3. Validez

Según Saavedra (2001) “La validez se refiere a la coincidencia entre dos o más medidas de un objeto mediante diferentes métodos estadísticos” (p. 263).

Tabla III-1. *Intervalos de validez del instrumento*

<b>Rango</b>	<b>Magnitud</b>
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Reproducido de Oseda (2011)



Tabla III-2. Validez de contenido de las variables

N°	Grado Académico	Nombres y apellidos	DNI	CIP	Dictamen	Evaluación
1	Arquitecto	Mark Gutierrez Zapata	29616858	6728	0.733	
2	Ingeniero	Otoniel L. Futuri Moscoso	46510561	223795	0.667	<b>0.695</b>
3	Ingeniero	Alex A. Quicaño Muñoz	41749823	96022	0.683	

Fuente: Elaboración propia

Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos, dando un promedio de 0.695.

Mientras que la confiabilidad, de acuerdo con Valderrama (2007) “Es una medición repetitiva y constante a fin de obtener datos fiables determinando el nivel de confianza de estos” (p.143).

### 3.5. Procedimiento

Se realizó el siguiente procedimiento para la obtención de información necesaria: Primero se hizo el método de inspección cualitativa ATC 21-FEMA 154 para determinar de forma rápida la resistencia sísmica de la edificación, donde el puntaje final muestra si es necesario estudios más detallados o no. Posteriormente, se empleó el método de Benedetti & Petrini, este método es de tipo cualitativo y permite una evaluación de 11 parámetros. Finalmente, se realizará la evaluación cuantitativa mediante un análisis estructural utilizando el software de simulación Etabs, estos datos serán comparados con los requerimientos de la norma E030.

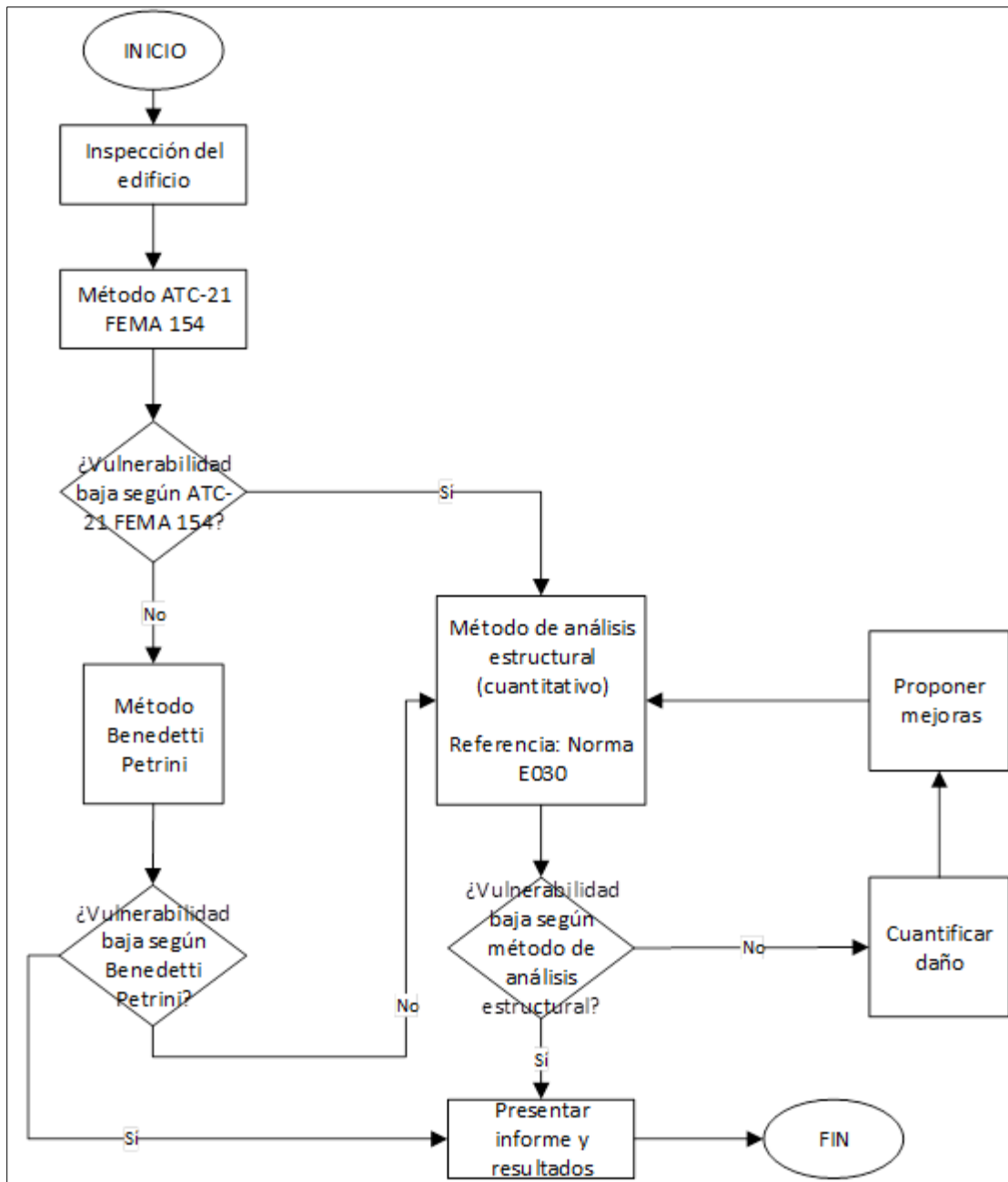


Figura III.1. *Flujograma de análisis de la vulnerabilidad sísmica.*

### 3.6. Método de análisis de datos

El procesamiento de información se realizará con la hoja de cálculo de Microsoft Excel versión 2016.

Para la simulación se empleará lo siguiente:

- Modelos estructurales: Etabs

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación obtuvo sus objetivos mediante el empleo de datos confiables y verídicos, con el fin de obtener resultados útiles para poder contribuir en el fortalecimiento del conocimiento a la comunidad estudiantil. Del mismo modo, se respetará la propiedad intelectual de los trabajos a los que se hace referencia, siendo la honestidad la conducta que rige todo el proceso investigativo. (Cegarra, 2011, p.64).

Respecto a la lealtad, es necesario que las acciones estén dirigidas hacia la búsqueda del bienestar de este colegio que ha servido como objeto de estudio, así como el bien común de la comunidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la edificación

Las edificaciones escolares en nuestro país, generalmente se construyen de un sistema compuesto por concreto armado y albañilería confinada, predominando uno de ellos en el sentido longitudinal y transversal respectivamente.

Para el caso y de acuerdo a la estructura existente, se puede determinar que la estructuración de la edificación es pre- norma de diseño sismo resistente (Previo a 1997), donde la edificación se plantea con columnas rectangulares o cuadradas y no en forma de "T", características de las edificaciones educativas más modernas.

El pabellón 1 de la Institución educativa presenta las siguientes características:

- Edificación con un área de construcción de 481. 70 m<sup>2</sup> distribuidos en 240.85 m<sup>2</sup> por nivel. Determinado por 24.42 m x 10.39 m a 9.34 m (Estructura no ortogonal).
- La edificación ha sido construida de manera progresiva, no existiendo registro documental preciso de su construcción.
- De acuerdo a los análisis realizados se asume para el análisis estructural las siguientes condiciones de los materiales:

Tabla IV-1 Estimación de la resistencia de materiales

<b>MATERIAL</b>	<b>CONDICION</b>	<b>RESISTENCIA</b>
Concreto	Resistencia a la compresión	$F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$
Acero	Esfuerzo a la fluencia	$F'_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$
Ladrillo	Resistencia a la compresión	$F'_m=65 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Evaluación de vulnerabilidad método ATC 21 - FEMA 154

### 4.2.1. Identificación de la estructura.

El nombre de la edificación es I.E. N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, y está localizada en el jirón Toquepala S/N en el pueblo joven Cerro Verde del distrito de Uchumayo, en la ciudad de Arequipa.

El tipo de uso de la edificación es de escuela.

### 4.2.2. Verificación visual de elevaciones y planta del edificio desde afuera.

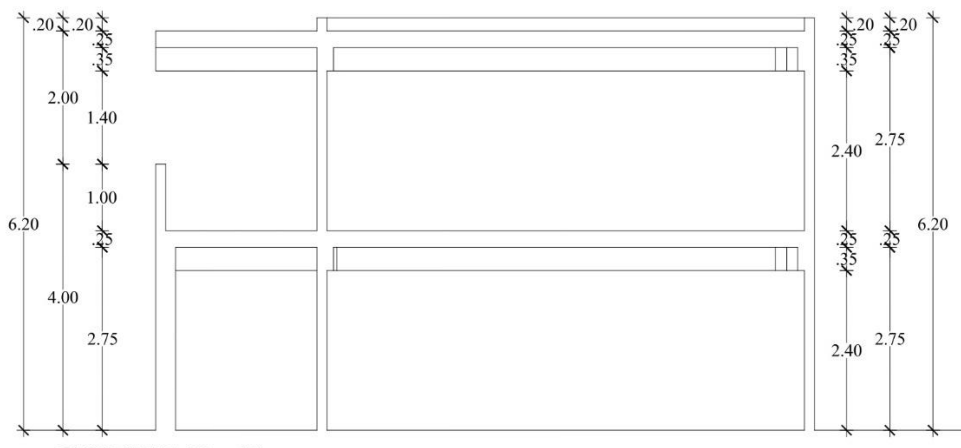


Figura IV.1. Esquema de pórtico en la fachada principal este

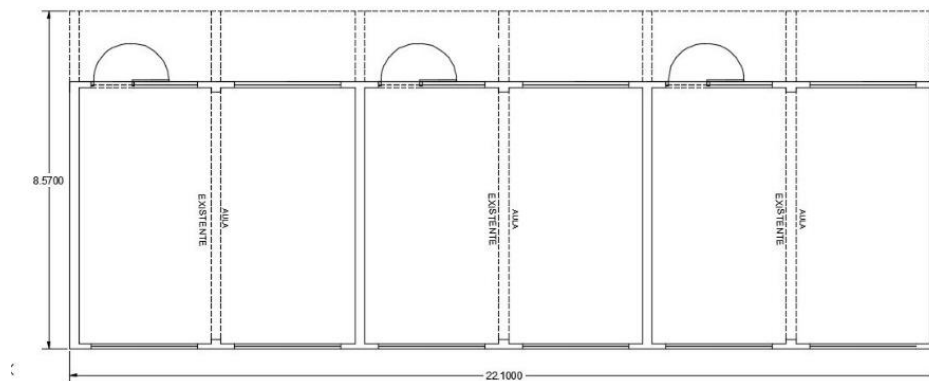


Figura IV.2. Esquema de planta baja

### 4.2.3. Documentación fotográfica del edificio para identificar las características generales y específicas.



**Figura IV.3.** Colegio José Domingo Zuzunaga

#### **4.2.4. Identificación de datos básicos**

Tabla IV-2. Datos básicos de la construcción

<b>Items</b>	<b>Datos de la construcción</b>
Tipo de uso:	Escuela
Número de pisos:	2
Área construida:	189.4
Año de construcción:	1993
Año de remodelación:	2001

#### **4.2.5. Determinación de la calificación estructural básica debido a las condiciones del edificio.**

En cuanto a la tipología del sistema estructural, la edificación presenta pórtico concreto armado C1 y pórtico H armado con mampostería confinada sin refuerzo C3.

## **4.2.6. Parámetros calificativos de la estructura**

### **4.2.6.1. Altura:**

El edificio posee una baja altura ya que es menor a 4 pisos; por lo tanto, el valor del método es igual a cero.

### **4.2.6.2. Irregularidad:**

El edificio posee Irregularidad vertical por lo tanto le corresponde un valor de -1

### **4.2.6.3. Código de la construcción**

Esta edificación fue construida en 1993, lo que corresponde a la etapa de transición, que va desde 1977 hasta el año 2001; por lo tanto, tiene un valor de cero.

### **4.2.6.4. Suelo**

Tipo de suelo D.

A continuación, se presenta la ficha de evaluación de acuerdo al método ATC21-FEMA 154, en el cual se completan datos como la identificación del edificio, uso del edificio, tamaño, documentación con fotografías y demás datos relacionados al comportamiento sísmico de la edificación.

200	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL		207	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	X								
201	MADERA	W1	208	H. Armado prefabricado	PC									
202	Mampostería sin refuerzo	URM	209	Pórtico Acero Laminado	S1									
203	Mampostería reforzada	RM	210	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2									
204	Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón	MX	211	Pórtico Acero Doblado en frío	S3									
205	Pórtico Hormigón Armado	C1	X	212	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4								
206	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	213	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5									
<b>PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S</b>														
300														
301	PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL												
		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
302	puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	4.4	2.8	4.4	2.4	2.6	3	2	2.8	2
303	ALTURA													
303A	baja altura (menor a 4 pisos )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303B	mediana altura (4 a 7 pisos )	*N/A	*N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	*N/A	0.4	0.4
303C	gran altura (mayor a 7 pisos )	*N/A	*N/A	*N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	*N/A	0.8	0.8
304	IRREGULARIDAD													
304A	Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.0	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
304B	Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
305	CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
305A	Pre-código moderno ( construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1	-1	-1	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
305B	Construido en etapa de transición (desde 1977 pero antes de 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
305C	Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	*N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
306	SUELO													
306A	Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
306B	Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-1	-0.6	-1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
306C	Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
307	PUNTAJE FINAL					2.4		2.4						
400	GRADO DE VULNERABILIDAD	*N/A No aplica esta edificación y no se debería emplear en el sistema constructivo												
401	S menor a 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
402	S entre 2,0 y 2,5	Media vulnerabilidad												
403	S mayor a 2,5	Baja vulnerabilidad												
404	OBSERVACIONES:	FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN												
- Hay que destacar que la edificación cuenta con una construcción original en 1993, sin embargo se realizó su mantenimiento en el año de 2001 Por lo tanto para esta evaluación se toma el año de construcción 1993.														
Referencia del formulario: FEMA154 (2002). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 2nd edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California														

**Figura IV.4.** Resultado de evaluación por método ATC 21 -FEMA 154

### 4.3. Evaluación de vulnerabilidad de acuerdo a Benedetti-Petrini

Se realizó la evaluación al pabellón 1 del colegio mediante la metodología italiana de once parámetros de Benedetti & Petrini con la finalidad de establecer el índice de vulnerabilidad del pabellón de estudio.

A continuación, se detalla el desarrollo de la evaluación de los once parámetros



#### 4.3.1. Organización del sistema resistente

La clasificación de este parámetro es B. El edificio presenta en todas las plantas conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros. Se construyó previo a la norma sismo resistente E-030 - 2018 e incluso la norma de 1997.

#### 4.3.2. Calidad del sistema resistente

La clasificación de este parámetro es B. Ya que sólo se evidencian dos de las tres características de la clasificación A; es decir, que las piezas de ladrillos son homogéneas, de calidad y están a lo largo del muro y tiene mortero de calidad con un espesor entre 1 y 1.5 centímetros.

#### 4.3.3. Resistencia convencional

Según fórmula:

$$C = \frac{a_o \tau_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 a_o \tau_k (1 + y)}}$$

$$q = \frac{(A + B) \cdot h}{A_\tau} \cdot P_m + P_s$$

$$\alpha = C/C'$$

$$C = 1.193$$

$$C' = 1.847$$

$$\alpha = 0.65$$

en donde según la teoría, los intervalos son los siguientes:

Tabla IV-3. **Resistencia convencional**

Intervalos	Clasificación
Edificación con $\alpha \geq 1$	A
Edificación con $0.6 \leq \alpha \leq 1$	B
Edificación con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$	C
Edificación con $\alpha \leq 0.4$	D

Fuente: (Aguilar Marin, y otros, 2018)

Por lo tanto, el índice es B.

#### 4.3.4. Posición del edificio y cimentación

Los cimientos de la edificación están situados en un terreno estable cuya pendiente es menor al diez por ciento; por lo tanto, el índice es A.

#### 4.3.5. Diafragmas horizontales

La clasificación de este parámetro es A por tratarse de un edificio con diafragmas horizontales compuesto por una losa aligerada donde el diafragma es de  $e=0.05$  m; asimismo, se satisfacen las condiciones: no hay planos en desnivel, la deformabilidad del diafragma es insignificante, y, por último, los muros y diafragma están conectados eficazmente.

#### 4.3.6. Configuración en planta

Este parámetro está dado por la forma de la planta de la edificación. De acuerdo con la configuración en planta de la estructura  $\beta_1=a/L$

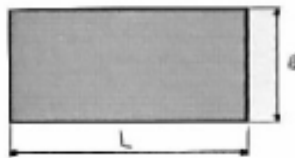


Figura IV.5. Configuración en planta

Fuente: Aguilar y Mudarra (2018)

Edificio con  $\beta_1 \geq 0.8$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$

Al ser  $\beta_1 = 24.42/10.40 = 2.34$

Por lo tanto, este parámetro tiene clasificación tipo A.

#### 4.3.7. Configuración en elevación

Siendo la relación T/H inexistente al no presentarse irregularidad en elevación de ningún tipo.

Figura IV.6. Configuración en elevación

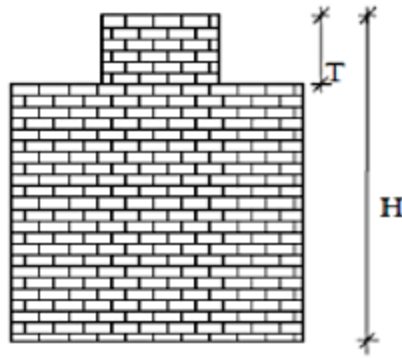


Figura IV.7. Configuración en elevación

Fuente: Aguilar y Mudarra (2018)

Si  $0.75 < T/H$

Por tanto,  $T/H=1 \geq 0.75$

Por lo tanto, este parámetro tiene clasificación tipo A.

#### 4.3.8. Separación máxima entre muros

Según la teoría, se tiene  $L/S$ , en donde se tiene que  $S$  representa el grosor del muro maestro y  $L$  correspondería al espaciamiento máximo.

Tabla IV-4. Separación máxima entre muros

Intervalos	Clasificación
$L/S \leq 15$	A
$15 < L/S \leq 18$	B
$18 < L/S \leq 25$	C
$25 < L/S$	D

Fuente: Aguilar y Mudarra (2018)

La separación es  $L=7.90$

$S=0.24$

Sea  $L/S=32.91$

Por tanto, la clasificación es: D

#### 4.3.9. Tipos de cubierta

Esta clasificación es tipo A puesto que la edificación tiene las siguientes características: Posee un comportamiento de diafragma rígido, ya que la

cubierta está amarrada a los muros con alambres, la distancia entre vigas no es grande y posee arriostramiento en vigas y por último, posee una cubierta plana amarrada y apoyada en la estructura de cubierta de loza aligerada.

#### 4.3.10. Elementos no estructurales

Este parámetro tiene una clasificación tipo B porque se considera elemento tipo parapeto con columnas de arriostre.

#### 4.3.11. Estado de conservación

Este parámetro tiene una clasificación de tipo B debido a que los muros de la edificación muestran lesiones capilares no extendidas.

#### 4.3.12. Cálculo del índice de vulnerabilidad

Para efectuar el cálculo del índice de vulnerabilidad se efectúa una suma ponderada de cada uno de los parámetros evaluados anteriormente, multiplicados por un peso  $W_i$ , utilizando la ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} (k_i * w_i)$$

**Tabla IV-5 Cálculo del índice de vulnerabilidad**

Parámetro	Ki(A)	Ki(B)	Ki(C)	Ki(D)	Peso $W_i$
Organización del sistema resistente	0	10	20	45	1
Calidad del sistema resistente	0	10	25	45	1
Resistencia Convencional	0	10	25	45	1.5
Posición del edificio y cimentación	0	10	25	45	0.25
Diafragmas horizontales	0	10	15	45	1
Configuración en planta	0	10	25	45	0.5
Configuración en elevación	0	10	25	45	0.5
Separación máxima entre muros	0	10	25	45	1.5
Tipos de cubierta	0	10	25	45	0.25
Elementos no estructurales	0	10	25	45	0.5
Estado de conservación	0	10	25	45	0.5
					$Iv = 112.5$

Fuente: Elaboración propia

En donde los valores de  $K_i$  y  $W_i$ , dependen de la experticia del evaluador. Con el valor de  $I_v$  se puede calcular el índice global de daño según la tabla siguiente:

Tabla IV-6 *Rango de Valores del Índice de Vulnerabilidad*

<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>RANGOS</b>
Vulnerabilidad Baja	0 -95.63
Vulnerabilidad de Media a Baja	95.63 – 191.30
Vulnerabilidad de Media a Alta	191.30 – 286.30
Vulnerabilidad Alta	286.30- 382.50

Fuente: Aguilar y Mudarra (2018)

Por lo tanto, el índice de vulnerabilidad es de media a baja.

#### **4.4. Evaluación de vulnerabilidad de acuerdo al Método de Análisis Estructural**

##### **4.4.1. Características sísmicas**

Para efectuar el análisis sísmico se pasan a determinar los siguientes factores:

- Zona sísmica (Z): Al encontrarse la edificación en la localidad de Arequipa, distrito de Uchumayo, según la norma E-030, la zonificación correspondiente es de Zona 4.

Z=	0.45
----	------

- Categoría de la edificación de acuerdo al Uso (U): De acuerdo a la norma E-030, establece las edificaciones de uso educación como edificación esencial tipo A2, por tanto, la funcionalidad no debería interrumpirse después de la ocurrencia de un sismo severo.

U=	1.5
----	-----

- Perfil de suelo (S): De acuerdo a la norma E-030, se clasifica el suelo como perfil S (2).

S2=	1.05
-----	------

- Periodo fundamental de vibración. Determinado de acuerdo a la ductilidad de la edificación por medio del programa ETABS (sismo estático), se tiene un periodo natural de vibración:

T=	0.812
----	-------

- Coeficiente de amplificación sísmica (C): De acuerdo con las características del sitio, los periodos TP y TL, el periodo se define de acuerdo con lo establecido en la norma E-030 y la siguiente data.

Tabla IV-7. Perfil de suelo

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
<b>T<sub>P</sub>(S)</b>	0.3	0.4	0.6	1.0
<b>T<sub>L</sub>(S)</b>	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E-030 diseño sismo resistente

$$\begin{array}{ll}
 T < T_P & C=2.5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2.5 * \left( \frac{T_P}{T} \right) \\
 T > T_L & C = 2.5 * \left( \frac{T_P * T_L}{T^2} \right)
 \end{array}$$

Fuente: Norma E-030 diseño sismo resistente

C=	1.847
----	-------

#### 4.4.1. Evaluación de la configuración estructural

##### 4.4.1.1. Regularidad estructural y coeficiente básico de reducción sísmica (R)

Se determina la irregularidad estructural en las direcciones X-X y Y-Y del análisis, considerando irregularidad en altura ( $I_a$ ), Irregularidad en planta ( $I_p$ ), de acuerdo a la norma E-030. Se afectará así los coeficientes básicos de reducción sísmica a saber:

Tabla IV-8. *Sistema Coeficiente*

Sistema	Coeficiente
Aporticado	$R_o=8$
Muros de albañilería	$R_o=3$

Fuente: Norma E-030 diseño sismo resistente

$$R=R_o \times I_a \times I_p$$

**Donde :**

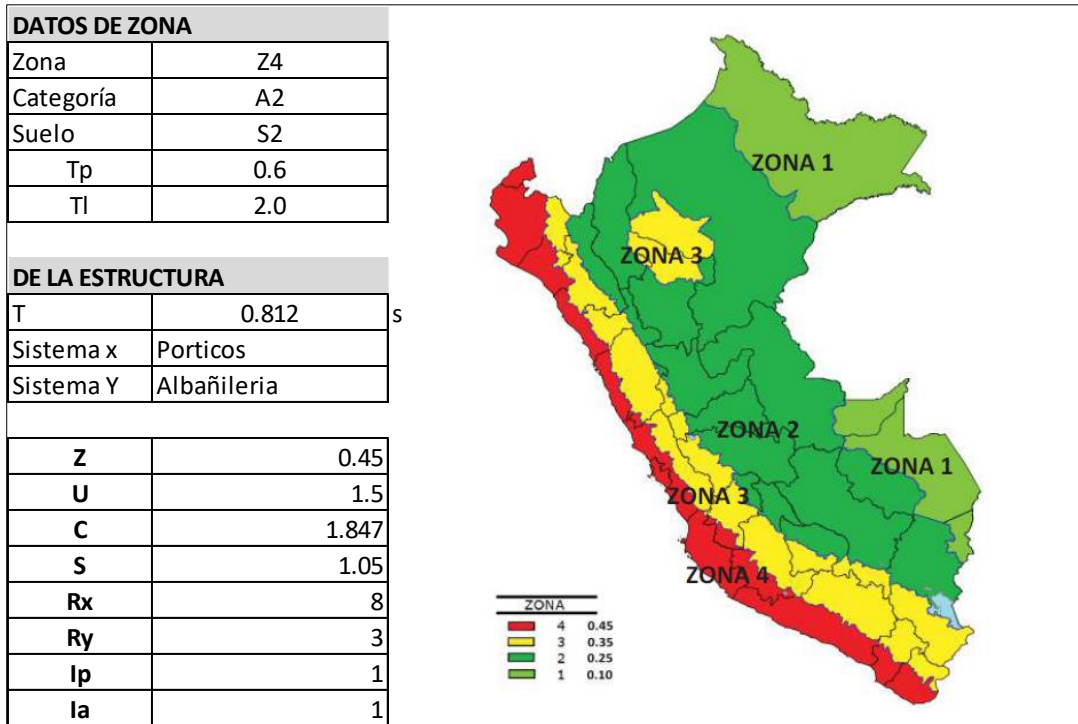
- R:** Coeficiente de reducción sísmica final
- $R_o$ :** Coeficiente de reducción sísmica inicial
- $I_a$ :** Irregularidad en altura
- $I_p$ :** Irregularidad en planta

Tabla IV-9 *Evaluación de irregularidades*

Parámetro	Evaluación
Irregularidad en altura	No presenta
Irregularidad en planta	No presenta
Irregularidad extrema de rigidez	No presenta
Irregularidad de extrema resistencia	No presenta
Irregularidad de masa o peso	No presenta
Irregularidad torsional	No presenta
Irregularidad por esquinas entrantes	No presenta
Irregularidad por discontinuidad de diafragma	No presenta
Irregularidad por sistemas no paralelos	No presenta

Fuente: Norma E-030 diseño sismo resistente

Figura IV.8. *Análisis estático E-030*



Fuente: Elaboración propia adaptado de la Norma E-030

Tabla IV-10. Verificación Del Coeficiente C

Coeficiente	Valor
$C/R_x > 0.125$	0.231
$C/R_y > 0.125$	0.616
$C/R > 0.125$	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-11. Fuerza lateral en el sentido X

En x			
ZUCS/R	0.164	Vx=	61.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-12. Fuerza lateral en el sentido Y

En y			
ZUCS/R	0.4364	Vy=	162.91

Fuente: Elaboración propia



**Tabla IV-13. Distribución de fuerzas en el sentido X**

<b>En X</b>	<b>Peso Tn</b>	<b>H m</b>	<b>Pi*hi^k</b>	<b>α1</b>	<b>Fi α1*V</b>
Piso 2	153.88	7.9	1678.15	0.561	34.28
Piso 1	219.40	4.7	1312.75	0.439	26.81
<b>Total</b>	<b>373.28</b>	<b>Σpi*hi^k</b>	<b>2990.90</b>	<b>1.000</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV-14. Cortante en la base del sentido X**

<b>Vx</b>	<b>61.09</b>	<b>61.2174</b>	<b>-0.2%</b>
-----------	--------------	----------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV-15. Distribución de fuerzas en el sentido Y**

<b>En Y</b>	<b>Peso Tn</b>	<b>H m</b>	<b>Pi*hi^k</b>	<b>α1</b>	<b>Fi α1*V</b>
Piso 2	153.88	7.9	1678.15	0.561	91.40
Piso 1	219.40	4.7	1312.75	0.439	71.50
<b>Total</b>	<b>373.28</b>	<b>Σpi*hi^k</b>	<b>2990.90</b>	<b>1.000</b>	

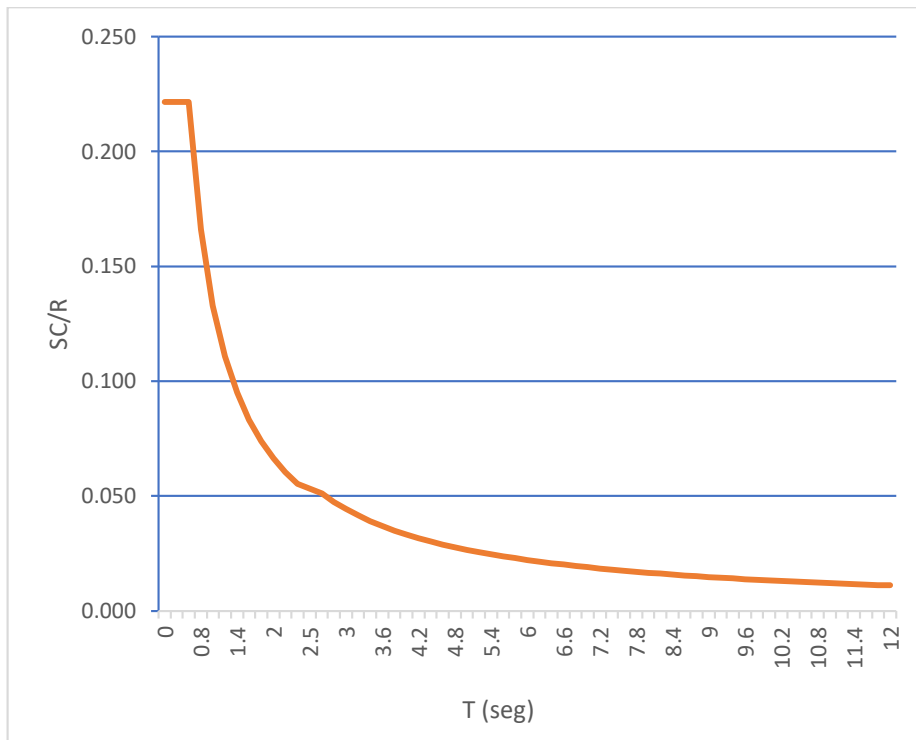
Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV-16. Cortante en la base sentido Y**

<b>VY</b>	<b>162.91</b>	<b>162.898</b>	<b>0.0%</b>
-----------	---------------	----------------	-------------

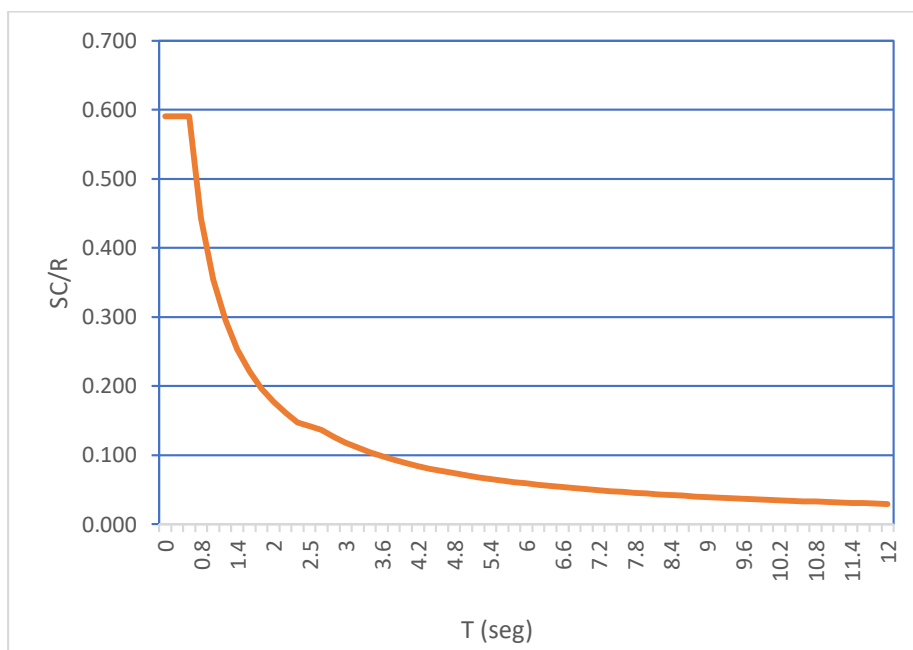
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.2. Espectros de respuesta



**Figura IV.9.** Espectro X-X

Fuente: Elaboración propia



**Figura IV.10.** Espectro Y-Y

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Modelación en programa ETABS

Se realizó el análisis cuantitativo para validar el resultado del método del índice de vulnerabilidad utilizando el programa Etabs. Este modelamiento de la edificación está de acuerdo a la propia elaboración de planos estructurales ya que este pabellón no contaba con ello.

De acuerdo a los análisis realizados se asume para el análisis estructural las siguientes condiciones de los materiales:

Tabla IV-17 *Condición y resistencia de los materiales*

MATERIAL	CONDICION	RESISTENCIA
Concreto	Resistencia a la compresión	$F^c=210 \text{ kg/cm}^2$
Acero	Esfuerzo a la fluencia	$F^y= 4200 \text{ kg/cm}^2$
Ladrillo	Resistencia a la compresión	$F^m=65 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Para efectuar el análisis estructural de la edificación se aplicó las siguientes cargas de conformidad con la normativa vigente:

Tabla IV-18. *Cuadro de cargas unitarias*

<b>Pesos volumétricos</b>	
Concreto	2400 Kg/m <sup>3</sup>
albañilería	1800 Kg/m <sup>3</sup>
Tarrajeo	2000 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Norma E-030 diseño sismo resistente

Peso volumétrico de muros de cabeza de albañilería con 2cm de tarrajeo @cara

2133.3 Kg/m<sup>3</sup>

Peso volumétrico de muros de cabeza de soga con 2cm de tarrajeo @cara

2371.4 Kg/m<sup>3</sup>

Cargas albañilería ladrillo de soga con 2cm de tarrajeo e=0.18m

Si h=1.0 332.0 Kg/m

Si h=1.5 498 Kg/m

Si h=1.8 597.6 Kg/m

Tabla IV-19. Cargas de acuerdo con la norma E-020

<b>Tipo de carga</b>	
Carga viva en aulas	250 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva en pasadizos	400 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva de techo	100 kg/m <sup>2</sup>
Carga de acabados	120 kg/m <sup>2</sup>

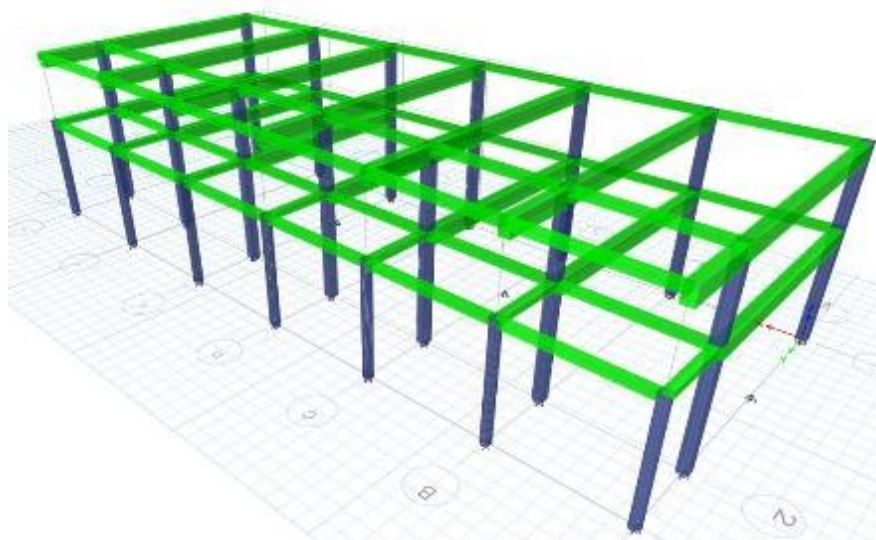
Fuente: Norma E-020 RNE, Elaboración propia

Tabla IV-20. Dimensiones de los elementos estructurales

		<b>TIPO</b>	
<b>COLUMNAS</b>	C-1	C-2	
	0.30x0.30 m	d=0.30 m	
<b>VIGAS</b>	V-1	V-2	
	0.30x0.60 m	0.25x0.25 m	
<b>LOSAS</b>			
Losas aligerada en una dirección		e=0.25m	
<b>MUROS DE ALBAÑILERIA</b>			
De cabeza		e=0.25m	
De soga		e=0.14m	

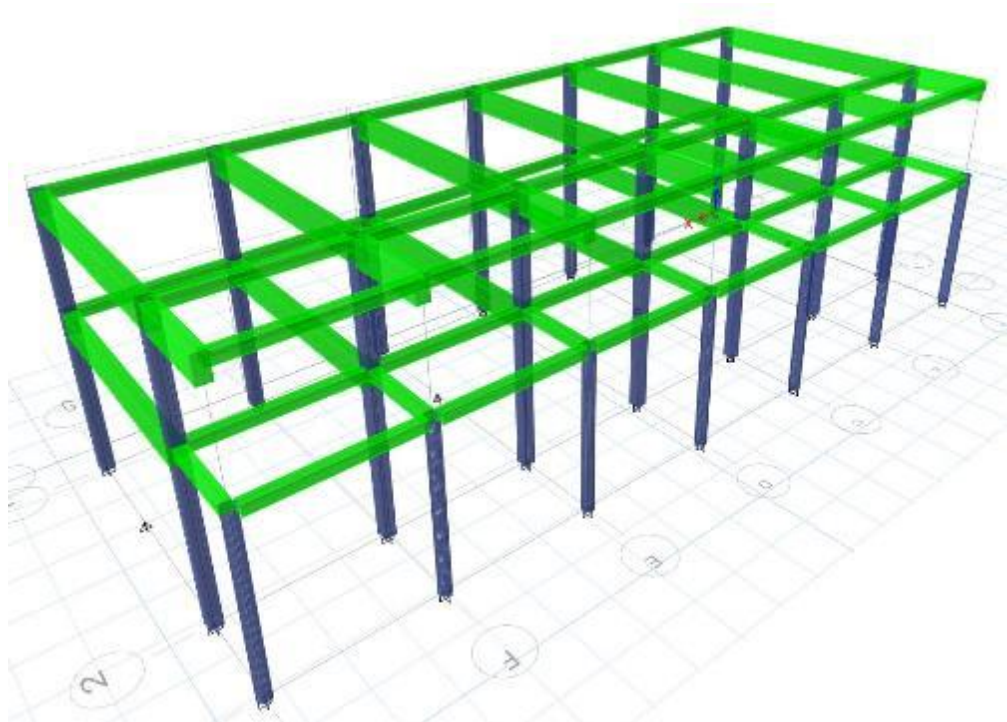
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2.1. Modelación de los elementos en vigas y columnas



**Figura IV.11.** Modelación de los elementos en vigas y columnas vista I

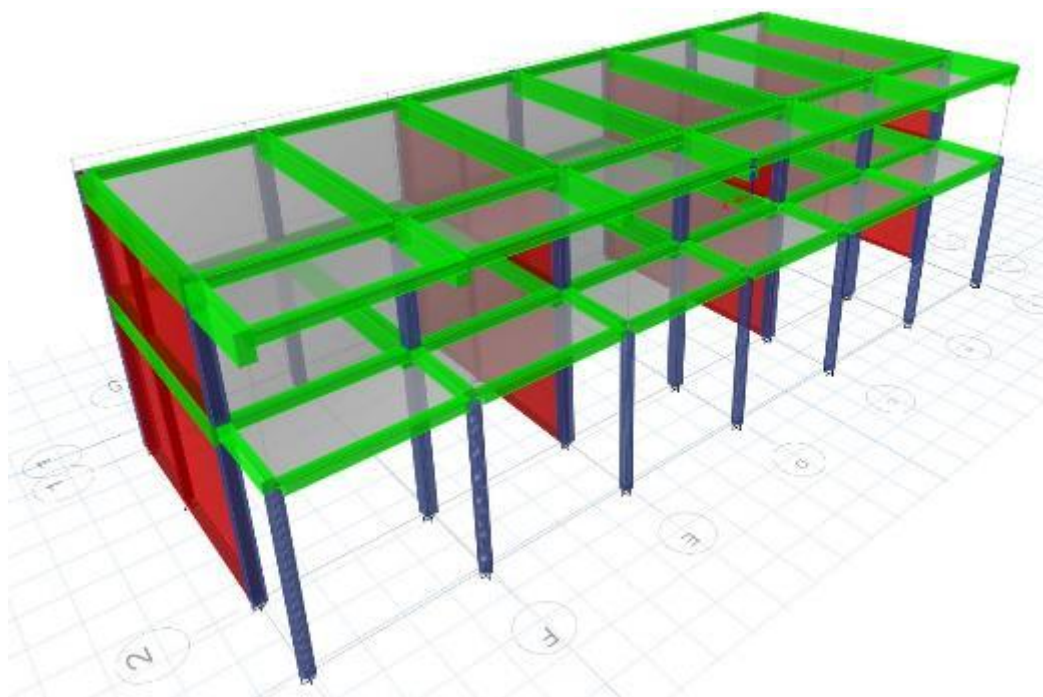
Fuente: Elaboración propia



**Figura IV.12.** *Modelación de los elementos en vigas y columnas vista II*

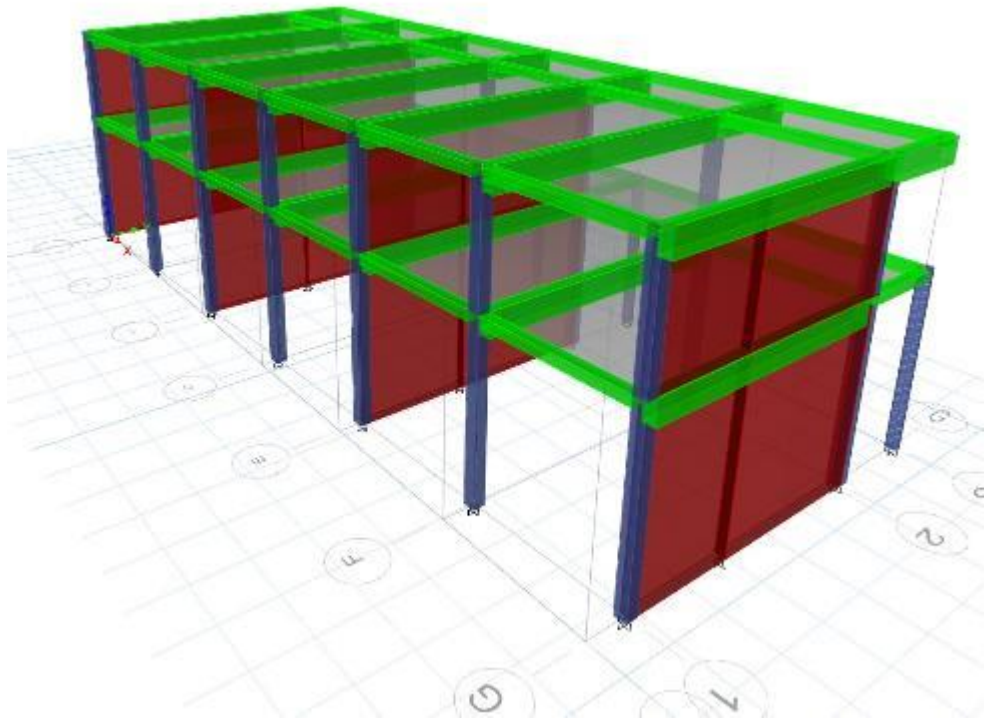
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2.2. Modelación de los elementos en muro y losas



**Figura IV.13.** *Modelación de los elementos en muros y losas vista I*

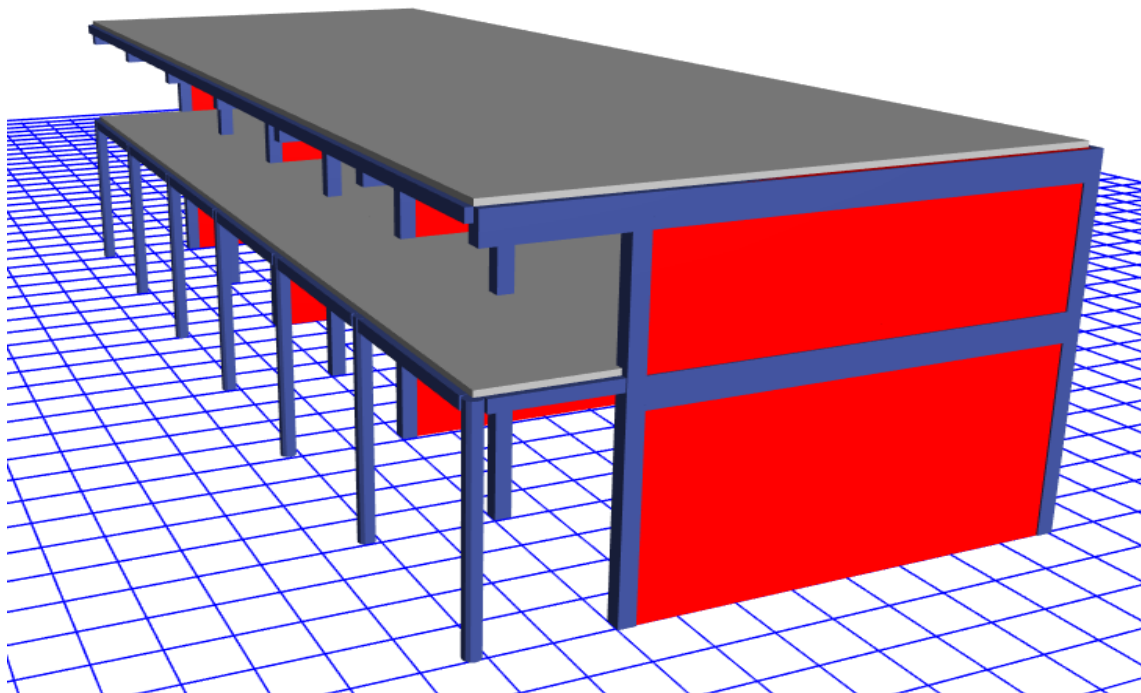
Fuente: Elaboración propia



**Figura IV.14.** *Modelación de los elementos en muros y losas vista II*

Fuente: Elaboración propia

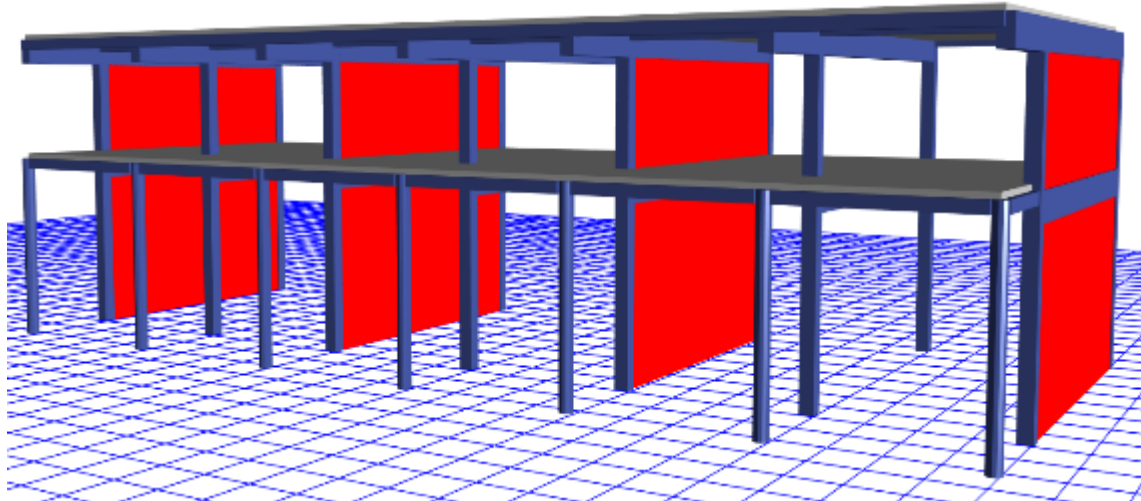
#### 4.4.2.3. Modelado de edificación en conjunto



**Figura IV.15.** *Modelado de la edificación en conjunto vista I*

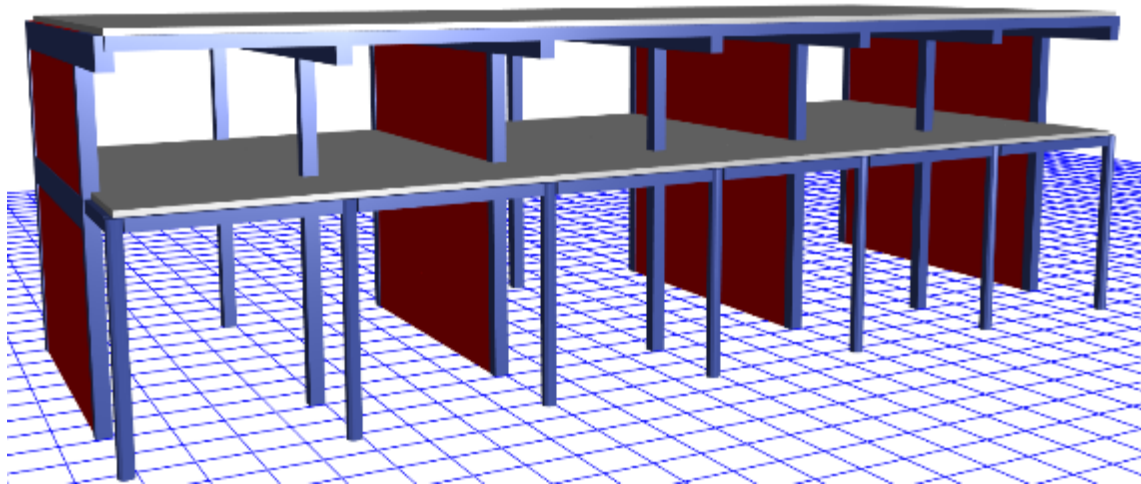
Fuente: Elaboración propia





**Figura IV.16.** *Modelado de la edificación en conjunto vista II*

Fuente: Elaboración propia



**Figura IV.17.** *Modelado de la edificación en conjunto vista III*

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.3. Análisis estructural**

##### **4.4.3.1. Análisis estático**

Del análisis estático se obtiene:

Tabla IV-21. *Períodos y masas participativas*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
Modal	1	0.812	0.958	0	0
Modal	2	0.212	0.042	0	0
Modal	3	0.105	0	0.8439	0
Modal	4	0.099	1.28E-06	0.1081	0
Modal	5	0.034	0	0.0446	0
Modal	6	0.032	0	0.0033	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-22. *Cortante estático*

Patrón de carga	C	Peso usado tonf	Cortante en la base tonf
SISMO EN X	0.164	373.2768	61.2174
SISMO EN Y	0.4364	373.2768	162.898

Fuente: Elaboración propia

El análisis estático determina a una estructura sumamente dúctil por ausencia de rigidez de los elementos estructurales en el sentido X-X. Condición que determina la Vulnerabilidad de la edificación en dicho sentido.

#### 4.4.3.2. Análisis dinámico

Para realizar el análisis dinámico se han considerado las combinaciones de carga establecidas en la norma E-060 a saber:

$$U=1.4CM+1.7CV$$

$$U=1.25(CM+CV) +/- CS$$

$$U=0.90 CM +/- CS$$

Estas se han combinado en 24 combinaciones de carga, incluyendo en las mismas la alternancia de carga viva en paños no consecutivos y una Envolvente general.

Este análisis dinámico utiliza los espectro establecido de acuerdo a la norma E-030 -2018, en función de los valores Z,U,C,S, considerando la dualidad de los sistemas constructivos se generan dos espectros de respuesta según lo establecido en el punto 4.3.1.2.



Tabla IV-23. Cortante dinámico en la base

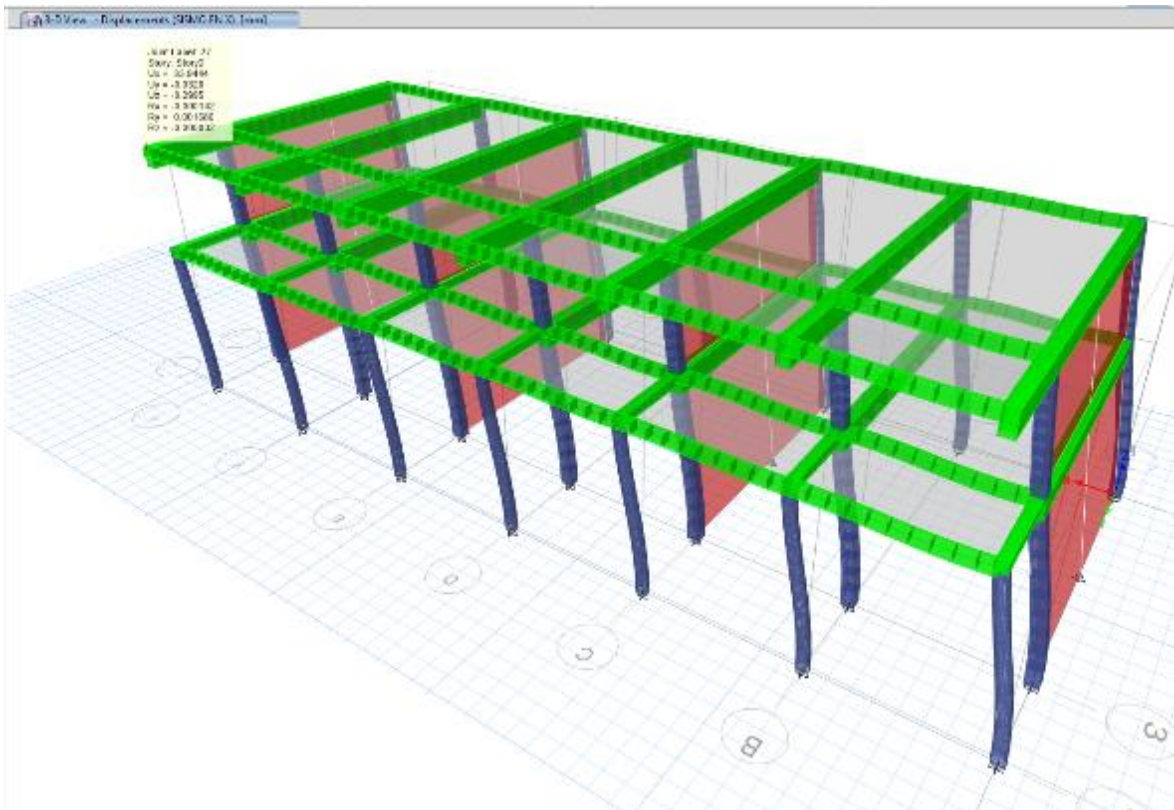
<b>Patrón de carga</b>	<b>C</b>	<b>Peso usado</b> tonf	<b>Cortante en la base</b> tonf
SISMO EN X	0.164	373.2768	61.2174
SISMO EN Y	0.4364	373.2768	162.898

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-24. Cumplimiento de condiciones

<b>PISO</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>DIAFRAGMA</b>	<b>DERIVA / DRIFT</b>	<b>DERIVA INELASTICA</b>	<b>CONDICION C°A° 0.007 ALB 0.005</b>
Piso 1	SISMO EN X	Diaph D1 X	0.00504	0.03023	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 1	ENVOLVENTE Min	Diaph D1 X	0.00474	0.02842	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 2	SISMO DIN X Max	Diaph D2 X	0.00366	0.02193	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 1	SISMO DIN X Max	Diaph D1 X	0.00472	0.02834	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 1	ENVOLVENTE Max	Diaph D1 X	0.00472	0.02834	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 2	SISMO EN X	Diaph D2 X	0.00396	0.02378	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 1	SISMO DIN Y Max	Diaph D1 X	0.00381	0.02288	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 2	ENVOLVENTE Min	Diaph D2 X	0.00368	0.02206	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 2	ENVOLVENTE Max	Diaph D2 X	0.00364	0.02186	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 2	SISMO DIN Y Max	Diaph D2 X	0.00296	0.01774	<b>NO CUMPLE</b>
Piso 1	SISMO EN Y	Diaph D1 Y	0.00027	0.00061	<b>CUMPLE</b>
Piso 2	SISMO EN Y	Diaph D2 Y	0.00024	0.00054	<b>CUMPLE</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura IV.18.** *Desplazamiento de sismo en X-X*

Fuente: Elaboración propia

El análisis dinámico ratifica lo mostrado por el análisis estático determinándose:

- La edificación es vulnerable a sismo severo en el sentido X-X al exceder los desplazamientos permitidos por la norma E-030-2018.
- La edificación no es vulnerable a sismo severo en el sentido Y-Y al no exceder los desplazamientos permitidos por la norma E-030-2018.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

Los diferentes métodos utilizados en la presente investigación para calcular la vulnerabilidad sísmica son ATC 21 – FEMA 154, índice de vulnerabilidad según el método de Benedetti-Petrini y el método de análisis estructural, que comprende el análisis dinámico y estático. La aplicación del método ATC 21 – FEMA 154, dio como resultado un valor de 2.4, por lo que el grado de vulnerabilidad corresponde a la escala de media vulnerabilidad. La evaluación del índice de vulnerabilidad según el método de Benedetti-Petrini dio como resultado un valor de 112.5, por lo tanto, presenta vulnerabilidad media a baja. Los métodos mencionados anteriormente son de carácter cualitativo, y coinciden ambos en asignar una vulnerabilidad media a baja. Al obtener dicha evaluación, se procedió a evaluar la vulnerabilidad mediante simulación en Etabs utilizando parámetros cuantitativos, buscando cumplir con la Norma E030, encontrándose que la infraestructura si es vulnerable y no cumple las condiciones en los diafragmas que está establecido en la norma sismorresistente. Al respecto (Moquete, 2012), citado como antecedente internacional en su investigación: “Evaluación del riesgo sísmico en edificaciones especiales: escuelas aplicación en Barcelona”, evaluó el riesgo sísmico en colegios ubicados en Barcelona utilizando distintas técnicas de análisis de riesgo sísmico (método Risk-UE de nivel I) y sistemas de investigación telúrica para el almacenamiento de información geo referenciada. Como conclusiones se obtuvo que el método del índice de vulnerabilidad es un método de fácil aplicación y robusto para evaluar con calidad y detalle los edificios.

Asimismo, (Aguilar et al., 2018) , citado como antecedente nacional en su tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica utilizando el método de índice de vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo” evaluó la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti & Petrini, asimismo, se usó un método cuantitativo a través del programa Etabs, obteniéndose como conclusiones que los bloques más antiguos tienen un nivel de vulnerabilidad mediano a alto, mientras que los elementos más modernos presentan una

vulnerabilidad mediana a baja. Los resultados de la simulación en el programa Etabs permiten evidenciar fallas en el diseño de la construcción, así como la calidad de esta.

De acuerdo a lo detallado anteriormente, los resultados alcanzados son parecidos con lo presentado en trabajos anteriores; por lo tanto, el objetivo ha sido alcanzado.

### **Discusión 2:**

La aplicación del método ATC21 – FEMA 154, dio como resultado un valor de 2.4, por lo que el grado de vulnerabilidad corresponde a la escala de media vulnerabilidad.

Al respecto Soto (2018), citado como antecedente nacional, en su investigación “Comparación de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y demanda - resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – baños del inca” formula como hipótesis que el método más conservador es el de Hirosawa; resultando esta falsa. Es el método de Demanda – Resistencia y de la mano de otros ensayos y modelamientos adicionales, se obtienen resultados más conservadores. Al ser evaluado por el método de FEMA 154, se tiene como resultado que el colegio en mención no es vulnerable ante ocurrencia de un sismo, al ser evaluado con un valor 4. Se puede observar que la aplicación de métodos cualitativos como son ATC 21 y Benedetti, no siempre evidencian problemas, siendo necesario complementarlos con métodos d análisis cuantitativos de la mano de la norma peruana. Se ha utilizado esta metodología ya que demanda poco tiempo para su ejecución y significa tener un costo inferior frente a análisis cuantitativos que exigen mayor tiempo y presupuesto.

Asimismo, Cueva (2017), citado como antecedente internacional, en su tesis de evaluación de vulnerabilidad sísmica de un edificio de la Universidad Central de Ecuador con la norma ecuatoriana de la construcción (NEC SE-RE 2015)” tuvo como resultados que luego de la aplicación de la inspección ATC21 - FEMA 154, se obtiene como resultado que el edificio tiene una vulnerabilidad alta, haciéndose necesario estudios más meticulosos para determinar el grado de vulnerabilidad con mayor precisión. Se encuentra que los bloques A y baños

tienen una vulnerabilidad media, mientras que los bloques B tienen una vulnerabilidad alta.

La edificación que comprende la I.E. N° 40092, se encuentran en un terreno con un suelo semi compacto de arena y limo no plástico de capacidad portante promedio de 2.339 kg/cm<sup>2</sup> que es propicia para entidades de educación. Básica regular de acuerdo al Ministerio de Educación.

Al respecto (Aguilar et al., 2018), citado como antecedente nacional, haciendo uso de los estudios de mecánica de suelos, determinó que el suelo es clase S2. Por su parte (Vizconde, 2014), citado como antecedente nacional, se elaboró un estudio de mecánica de suelos para la Clínica San Miguel en Piura. Tuvieron a lugar 4 sondajes de hasta 9 metros de profundidad. Adicionalmente se tomaron muestras en el lugar para su posterior procesamiento en laboratorio.

Tal como indican los resultados analizados, las conclusiones son similares y consistentes con los de los antecedentes; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

### **Discusión 3:**

De acuerdo con los parámetros del método de Benedetti & Petrini se tiene que el estado estructural presenta un Índice de Vulnerabilidad de 112.5 que según la clasificación del método corresponde a media-baja, siendo la más baja calificación el parámetro de Separación máxima entre muros con  $L/S=32.91$ , obteniendo una clasificación D que corresponde a deficiente. En el caso de los elementos estructurales fueron calificados como no deficientes.

Al respecto (Aguilar Marin, y otros, 2018), citado como antecedente nacional, luego de evaluar con método de Índice de Vulnerabilidad Benedetti & Petrini, se tiene que los módulos más antiguos (A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7 y A8) tienen vulnerabilidad Media – Alta; motivo por el cual se propuso una mejora estructural. En cuanto a los pabellones más nuevos, obtuvieron una vulnerabilidad Media – Baja.

#### **Discusión 4:**

Del cálculo de las condiciones existentes en la estructura se puede determinar: La separación entre la albañilería y los elementos estructurales en el sentido X-X es insuficiente (Menor a 1”), existe alta vulnerabilidad por efecto de columna corta. Asimismo, la edificación presenta vigas de peralte  $h=0.25$  con condiciones sísmicas, situación que va contra la norma E-060, originando vulnerabilidad en la edificación. El análisis estático determina ya una estructura sumamente dúctil por ausencia de rigidez de los elementos estructurales en el sentido X-X. Condición que determina la Vulnerabilidad de la edificación en dicho sentido. El análisis dinámico ratifica lo mostrado por el análisis estático determinándose: La edificación es vulnerable a sismo severo en el sentido X-X ya que no cumple con lo establecido por la norma. La edificación no es vulnerable a sismo severo en el sentido Y-Y al no exceder los desplazamientos permitidos por la norma E-030-2018.

Por su parte (Vizconde Campos, 2004), citado como antecedente nacional, en sus resultados evidencia que el comportamiento de la clínica evaluada cambia su comportamiento de edificio de pórticos a uno con comportamiento dual, esto por la interferencia de tabiques de albañilería no aislados a los pórticos. La carga lateral ha sido absorbida por los muros situados simétrica y regularmente en todos los niveles del edificio, protegiendo las columnas. La mayoría de muros de albañilería no reforzada no fueron diseñados para soportar cargas de sismos, por lo que fallarían por corte ante un sismo máximo esperado.

Como se puede observar los resultados obtenidos son similares y consistentes con los de los antecedentes; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1:**

Se evaluó la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa N° 40092 complementando análisis cualitativos como el Método ATC 21- FEMA 154 y el Método de Índice de Vulnerabilidad, con un método cuantitativo denominado Análisis estructural, estableciendo que la infraestructura si podría sufrir daños durante un eventual sismo moderado.

### **Conclusión 2:**

La evaluación de vulnerabilidad mediante el método ATC 21- FEMA indica que tuvo como resultado un valor de 2.4; por lo tanto, la calificación es de media vulnerabilidad.

### **Conclusión 3:**

De acuerdo a los parámetros del método de Benedetti & Petrini se tiene que el estado estructural presenta un Índice de Vulnerabilidad: media-baja, siendo la más baja calificación el parámetro de Separación máxima entre muros mientras que los elementos estructurales fueron calificados como no deficientes.

### **Conclusión 4:**

De las condiciones existentes en la estructura se determinó que la separación entre la albañilería y los elementos estructurales en el sentido X-X es insuficiente por lo que existe alta vulnerabilidad por efecto de columna corta. Asimismo, la edificación es vulnerable a sismo severo en el sentido X-X al exceder los desplazamientos permitidos por la norma E-030-2018.

## VII. RECOMENDACIONES

### **Recomendación 1:**

Se recomienda realizar una evaluación de vulnerabilidad de edificaciones tomando en cuenta estudios complementarios para validar resultados previos, para esto se puede tomar datos más exactos como ensayos de diamantina y scanner para determinar el daño en estructuras de manera más precisa.

### **Recomendación 2:**

Difundir el resultado de la investigación con las autoridades y la comunidad educativa de la Institución Educativa N°40092 - José Domingo Zuzunaga Obando para realizar actividades preventivas y correctivas necesarias ante futuros sismos.

### **Recomendación 3:**

Considerando que la estructura requiere la separación de muros existente; se debe compensar los requerimientos estructurales de manera que satisfagan las exigencias de la norma E-030 2018 y E-060 2009.

### **Recomendación 4:**

Al existir exceso de desplazamiento en el sentido X-X, se recomienda incrementar la rigidez en dicho sentido Longitudinal tal condición requiere reforzamiento estructural. Al no existir exceso de desplazamiento en el sentido Y-Y, no se requiere incrementar la rigidez en dicho sentido Transversal; no obstante, se recomienda un reforzamiento estructural conjunto.



## REFERENCIAS

- Aguilar Marin, Gracilda y Mudarra Abanto, Carlos. 2018.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo.* Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2018.
- Alonso, Rubén. 2016.** *Cálculo sísmico de estructuras convencionales de Edificación aplicando métodos lineales y no lineales Implementados en diferentes normas. Estudio Comparativo.* Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, 2016.
- Alva, J. 2016.** *Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de Independencia.* Lima : Universidad Privada del Norte, 2016. págs. 14-25.
- Barbat, Alex. 1982.** *Cálculo sísmico de las estructuras.* Barcelona : Editores técnicos asociados, 1982. 8471462370, 9788471462374.
- Bazán , Enrique y Meli, Roberto. 1989.** *Configuración y diseño sísmico de edificios.* Barcelona : Limusa, 1989. pág. 28.
- Bernal, Cesar. 2010.** *Metodología de la investigación.* Colombia : Pearson Education, 2010. 978-958-699-128-5.
- Cardona, Cristian, Medina, Giovana y Serna, David. 2016.** *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del sector educación del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risaralda.* Bogotá : Universidad Libre Colombia, 2016.
- Cegarra, J. 2011.** *Metodología de la investigación científica y tecnológica.* s.l. : Edición Diaz De Santos S.A., 2011.
- Charon, Pierre. 1979.** *Cálculo práctico de vigas, pórticos y Marcos.* Barcelona : Reverte, 1979. pág. 121. 847146196X, 9788471461964.
- Cueva, Christian. 2017.** *Vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de filosofía, comercio y administración de la UCE con la norma ecuatoriana de la construcción (NEC SE-RE 2015).* Quito : Universidad central del Ecuador , 2017.

**Diccionarios Oxford-Complutense. 2000.** *Diccionario de ciencias de la tierra.* Madrid : Editorial Complutense, 2000. 8489784779, 9788489784772.

**Duarte, Jesus. 2012.** *Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI: Hacia la construcción de escuelas que promueven el aprendizaje, ofrecen seguridad y protegen el medio ambiente.* Ontario : Inter-American Development Bank, 2012. 1597821535, 9781597821537.

**Gallegos, Hector. 2005.** *Albañilería Estructural.* Lima : Fondo Editorial PUCP, 2005. 9972427544, 9789972427541.

**García, Virginia y Suárez, Gerardo. 1996.** *Los sismos en la historia de México: El análisis social.* s.l. : CIESAS, 1996. 9681664116, 9789681664114.

**Gomez, Walter y Loayza, Antonio. 2014.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de Ayacucho.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

**Gorisse, Francis. 1980.** *Ensayos y control de los hormigones.* Barcelona : Editores técnicos asociados, 1980. 8471462141.

**Gutierrez Aguirre, Lady. 2019.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas en el AA.HH Hijos del Ermitaño-Independencia, 2019.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

**Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.

**Herrera, Guillermo. 2012.** *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Urbano Marginales.* Arequipa : Editorial Academica Espanola, 2012. 3847350226.

**INDECI. 2006.** *Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2006 Sismos ocurridos en el Perú .* Lima : Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006.

—. **2020.** Programa de Capacitación para la Estimación del Riesgo - PCER. *Programa de Capacitación para la Estimación del Riesgo - PCER.* [En línea] 2020. [Citado el: 20 de 12 de 2020.] [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc320/doc320\\_7b.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc320/doc320_7b.pdf).

**ISC-GEM. 2013.** *ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900-2009)*. Colorado : International Seismological Centre, 2013.

**LA LEY. 2005.** *Elementos de la Construcción*. Madrid : LA LEY, 2005. pág. 43. 8497256492, 9788497256490.

*La revisión bibliográfica.* **Peña, Luis Bernardo. 2010.** 2010, PROYECTO DE INDAGACIÓN, págs. 1-12.

**Lopez Roldan y Fachelli, Sandra. 2015.** *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona : Bellaterra, 2015.

**MINEDU. 2017.** *POR UNA EDUCACIÓN CON DIGNIDAD Inversión en infraestructura educativa 2011-2016*. Lima : MINEDU, 2017.

**Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2018.** *NORMA TÉCNICA E.030. Diseño sismo resistente*. Lima : Ministeriode vivienda, construcción y saneamiento, 2018.

**Moquete Rosario, Francisco Ernesto. 2012.** *Evaluación del Riesgo Sísmico en Edificios Especiales: Escuelas. Aplicación a Barcelona*. Catalunya : Universidad Politécnica de Catalunya, 2012.

**OPS. 2000.** *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Washington DC : Pan American Health Org, 2000. 9275323046, 9789275323045.

**Organización Panamericana de la salud. 2000.** *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Washington DC : Organización Panamericana de la salud, 2000. pág. 9. 9275323046.

**Peck, Ralph, Hanson, Walter y Thornbu, Thomas. 2004.** *Ingeniería de cimentaciones*. s.l. : Limusa, 2004. 9681814142, 9789681814144.

**Rodriguez Araínga, Walabonso. 2011.** *Guía de investigación científica*. Lima : Universidad de Ciencias y Humanidades , 2011.

**Saavedra, D. 2001.** *Elaboración de tesis profesionales Primera Edición*. México : Editorial Pax, 2001. pág. 263.

**Sáenz, Uver. 2019.** *Vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales mediante curvas de fragilidad analíticas – edificio administrativo de la Universidad Nacional del Centro del Perú.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.

**Safina Melone, Salvador. 2002.** *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico.* Cataluña : Universidad Politécnica de Cataluña, 2002. 8468815748.

**Sanchez, David y Gonzales, Jose. 2011.** *Cálculo de elementos estructurales.* Catalunya : Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2011. 8476539126, 9788476539125.

**Soto, Edelmira. 2018.** *Comparación de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y demanda - resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – baños del inca.* Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2018.

**Tapia, Ricardo. 2015.** *Terremoto 2010 en Chile y vivienda social: Resultados y aprendizajes para recomendación de políticas públicas.* Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

—. **2015.** *Terremoto 2010 en Chile y vivienda social: Resultados y aprendizajes para recomendación de políticas públicas.* Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

*Terremotos, urbanización y riesgo sísmico en San Salvador.* **Bommer, Julián. 1996.** 18, San Salvador : PRISMA, 1996, Vols. julio - agosto.

**Valderrama. 2007.** *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica.* Perú : Editorial San Marcos EIRL, 2007. pág. 143.

**Vara, Alfredo. 2015.** *7 pasos para elaborar una tesis.* Lima : Empresa Editora Macro EIRL, 2015.

**Villete, Jesus. 2000.** *Diseño de proyectos de ingeniería.* Santo Domingo : INTEC, 2000. 9993425133, 9789993425137.

**Vizconde Campos, Adalberto. 2004.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente : Clínica San Miguel, Piura.* Piura : Universidad de Piura, 2004.

**Vizconde, Adalberto. 2014.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente : Clínica San Miguel, Piura.* Piura : Universidad de Piura, 2014.

**Yépez Moya, Fabricio, Barbat Barbat, Horia y Canas Torres, José. 1996.** *"Evaluación probabilista de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras de hormigón armado por medio de simulación".* Barcelona : Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), 1996. 8487867812.

**Yuni, José y Urbano, Claudio. 2006.** *Técnicas Para Investigar 2.* Córdoba : Brujas, 2006.

**Zora, Faver. 2013.** *IDENTIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESCUELAS DE MEDELLÍN.* Medellín : Universidad EAFIT, 2013.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA


VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES, DETERMINADOS CON MÉTODOS CONVENCIONALES – INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 40092 – JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA, 2020.

Problemas de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p style="text-align: center;"><u>Problema General:</u></p> <p>¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, ¿2020?</p>	<p style="text-align: center;"><u>Objetivo General:</u></p> <p>Estimar el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Hipótesis Principal:</u></p> <p>El nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales - Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020, es alta.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Variable Independiente:</u></p> <p>V1. Métodos convencionales</p>	<p>D1: Método ATC 21 - FEMA 154</p> <p>D2: Método de índice de vulnerabilidad (propuesto por Benedetti y Petrini)</p> <p>D3: Método de Análisis estructural</p>	<p>I1: Altura I2: Irregularidad I3: Código de la construcción I4: Suelo</p> <p>I1: Organización del sistema resistente I2: Calidad del sistema resistente I3: Resistencia convencional I4: Posición del edificio y cimentación I5: Diafragmas horizontales I6: Configuración en planta I7: Configuración en elevación I8: Separación máxima entre muros I9: Tipos de cubierta I10: Elementos no estructurales I11: Estado de conservación</p> <p>I1: Análisis dinámico</p>	<p><u>Tipo de Investigación:</u></p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p><u>Nivel de Investigación:</u></p> <p>Descriptiva-Correlacional</p> <p><u>Diseño de Investigación:</u></p> <p>No experimental - transversal.</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Pabellones que conforman la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga</p> <p><u>Muestra:</u></p> <p>Pabellón P1 de la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga selección de la muestra se realizará en la I.E. en función a su configuración estructural.</p>

					I2: Análisis estático	Muestreo: _____ No probabilístico
<p><u>Problemas Específicos:</u></p> <p>- ¿Cómo es la vulnerabilidad física determinada mediante el método ATC 21 –FEMA 154 en la Institución Educativa N° 40092 José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020?</p> <p>- ¿Cuánto es el índice de vulnerabilidad sísmica determinado mediante el método de Benedetti &amp; Petrini en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020?</p> <p>- ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural determinado mediante el análisis estructural de la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020?</p>	<p><u>Objetivos Específicos:</u></p> <p>- Estimar como es la vulnerabilidad física mediante el método ATC 21 – FEMA 154 en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020</p> <p>- Calcular el Índice de vulnerabilidad sísmica mediante el método de Benedetti &amp; Petrini en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020</p> <p>- Cuantificar la vulnerabilidad estructural determinado mediante el análisis estructural de la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020.</p>	<p><u>Hipótesis Específicas:</u></p> <p>- La vulnerabilidad física estimada mediante el método ATC 21 – FEMA 154 en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020 es media.</p> <p>- El índice de vulnerabilidad sísmica calculada mediante el método de Benedetti &amp; Petrini en la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020, es media-baja.</p> <p>- La vulnerabilidad estructural determinado mediante el análisis estructural de la Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020 es alta</p>	<p><u>Variable Dependiente:</u></p> <p>v2. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales</p>	<p>D1: Vulnerabilidad física</p> <p>D2: Índice de vulnerabilidad sísmica</p> <p>D3: Vulnerabilidad estructural</p>	<p>I1: Baja I2: Media I3: Alta</p> <p>I1: Vulnerabilidad baja I2: Vulnerabilidad media-baja I3: Vulnerabilidad media-alta I4: Vulnerabilidad alta</p> <p>I1: Tipo de suelo I2: Zona I3: Coeficiente de amplificación sísmica I4: Sistema estructural resistente I5: Configuración estructural</p>	<p><u>Técnicas de Recolección de Datos:</u></p> <p>Recolección de datos, observación.</p> <p><u>Instrumentos de Recolección de Datos:</u></p> <p>Fichas de observación y recolección de datos, ensayos.</p> <p><u>Técnicas de Procesamiento de Datos:</u></p> <p><u>Etabs</u></p>



## ANEXO 2: FICHA DE VALIDEZ POR EXPERTOS

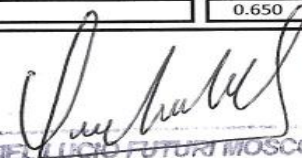
SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES, DETERMINADOS CON MÉTODOS CONVENCIONALES - INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA, 2020.						
<b>AUTOR: GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA</b>						
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					<b>EXPERTO C</b>	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
DISTRITO:	Uchumayo	ALTITUD:	2128			
PROVINCIA:	Arequipa	LATITUD:	16°27'05"			
REGION:	Arequipa	LONGITUD:	71°36'51"			
<b>II.- Método ATC-21 FEMA 154</b>						0.4
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:		Und
Altura		Irregularidad		Código de la construcción		
Indicador 4:	Und					
Suelo						
<b>III.- Método de índice de vulnerabilidad</b>					0.5	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Organización del sistema resistente		Calidad del sistema resistente		Resistencia convencional		
Posición del edificio y cimentación		Diafragmas horizontales		Configuración en planta		
Configuración en elevación		Separación máxima entre muros		Tipos de cubierta		
Elementos no estructurales		Estado de conservación				
<b>IV.- Método de análisis estructural</b>					1	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und			
Análisis dinámico		Análisis estático				
<b>V.- Vulnerabilidad física</b>					0.8	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
baja		media		alta		
<b>V.- Índice de vulnerabilidad sísmica</b>					0.6	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Vulnerabilidad baja		Vulnerabilidad media-baja		Vulnerabilidad media-alta		
Indicador 4:	Und					
Vulnerabilidad alta						
<b>VI.- Vulnerabilidad estructural</b>					0.8	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Tipo de suelo		Zona		Coefficiente de amplificación sísmica		
Indicador 4:	Und	Indicador 5:				
Sistema estructural resistente		Configuración estructural				
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Quicaño Muñoz Alex Alonso					
<b>PROFESION</b>	Ingeniero Civil					
<b>REGISTRO CIP No:</b>	96022					
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:alongm@hotmail.com">alongm@hotmail.com</a>					
<b>TELEFONO:</b>	959221585					
					4.1	
					0.683	
<b>Según Oseda (2011):</b>						
						
0.53 a menos	Validez nula					
0.54 a 0.59	Validez baja					
0.60 a 0.65	Válida					
0.66 a 0.71	Muy válida					
0.72 a 0.99	Excelente validez					
1.0	Validez perfecta					

  
**Alex A. Quicaño Muñoz**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 96022

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES, DETERMINADOS CON MÉTODOS CONVENCIONALES – INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 40992 – JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA, 2020.						
AUTOR: GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA						
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					<b>EXPERTO B</b>	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
DISTRITO:	Uchumayo	ALTITUD:	2128			
PROVINCIA:	Arequipa	LATITUD:	16°27'05"			
REGION:	Arequipa	LONGITUD:	71°36'51"			
<b>I.- Método ATC-21 FEMA 154</b>					0.5	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Altura		Irregularidad		Código de la construcción		
Indicador 4:	Und					
Suelo						
<b>II.- Método de índice de vulnerabilidad</b>					0.5	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Organización del sistema resistente		Calidad del sistema resistente		Resistencia convencional		
Posición del edificio y cimentación		Diafragmas horizontales		Configuración en planta		
Configuración en elevación		Separación máxima entre muros		Tipos de cubierta		
Elementos no estructurales		Estado de conservación				
<b>III.- Método de análisis estructural</b>					0.5	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und			
Análisis dinámico		Análisis estático				
<b>IV.- Vulnerabilidad física</b>					0.6	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
baja		media		alta		
<b>V.- Índice de vulnerabilidad sísmica</b>					0.9	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Vulnerabilidad baja		Vulnerabilidad media-baja		Vulnerabilidad media-alta		
Indicador 4:	Und					
Vulnerabilidad alta						
<b>VI.- Vulnerabilidad estructural</b>					0.9	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Tipo de suelo		Zona		Coefficiente de amplificación sísmica		
Indicador 4:	Und	Indicador 5:				
Sistema estructural resistente		Configuración estructural				
<b>APELLIDOS Y</b>	Futuri Moscoso Otoniel Lucio					
<b>PROFESION</b>	Ingeniero Civil					
<b>REGISTRO CIP No:</b>	223795					
<b>EMAIL:</b>	futurilucio@gmail.com					
<b>TELEFONO:</b>	916416266					
					3.9	
					0.650	



  

Según Oseda (2011):	
0	1
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta



OTONIEL LUCIO FUTURI MOSCOSO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 223795



ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS							
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES, DETERMINADOS CON MÉTODOS CONVENCIONALES – INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 40092 – JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA, 2020.							
AUTOR: GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA						EXPERTO C	
<b>I.-</b>	<b>INFORMACION GENERAL:</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
DISTRITO:	Uchumayo		ALTITUD: 2128				
PROVINCIA:	Arequipa		LATITUD: 16°27'05"				
REGION:	Arequipa		LONGITUD: 71°36'51"				
<b>I.-</b>	<b>Método ATC-21 FEMA 154</b>					0.5	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Altura		Irregularidad		Código de la construcción			
Indicador 4:	Und						
Suelo							
<b>II.-</b>	<b>Método de índice de vulnerabilidad</b>					0.7	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Organización del sistema resistente		Calidad del sistema resistente		Resistencia convencional			
Posición del edificio y cimentación		Diafragmas horizontales		Configuración en planta			
Configuración en elevación		Separación máxima entre muros		Tipos de cubierta			
Elementos no estructurales		Estado de conservación					
<b>III.-</b>	<b>Método de análisis estructural</b>					1	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und				
Análisis dinámico		Análisis estático					
<b>IV.-</b>	<b>Vulnerabilidad física</b>					0.7	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
baja		media		alta			
<b>V.-</b>	<b>Índice de vulnerabilidad sísmica</b>					0.7	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Vulnerabilidad baja		Vulnerabilidad media-baja		Vulnerabilidad media-alta			
Indicador 4:	Und						
Vulnerabilidad alta							
<b>VI.-</b>	<b>Vulnerabilidad estructural</b>					0.8	
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Tipo de suelo		Zona		Coefficiente de amplificación sísmica			
Indicador 4:	Und	Indicador 5:					
Sistema estructural resistente		Configuración estructural					
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Gutierrez Zapata Mark						
<b>PROFESION</b>	Arquitecto						
<b>REGISTRO CIP No:</b>	6728					4.4	
<b>EMAIL:</b>	imagine.arquitectos@gmail.com						
<b>TELEFONO:</b>	959372992					0.733	
<b>Según Oseda (2011):</b>							
							
0.53 a menos	Validez nula						
0.54 a 0.59	Validez baja						
0.60 a 0.65	Válida						
0.66 a 0.71	Muy válida						
0.72 a 0.99	Excelente validez						
1.0	Validez perfecta						
							
<small>MARK GUTIERREZ ZAPATA ARQUITECTO C.A.F. 6728</small>							

## ANEXO 3: FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

### FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

<b>Distrito:</b>		<b>Sector:</b>	
<b>Institución educativa:</b>		<b>Nivel:</b>	
<b>Coordenadas</b>	<b>Latitud:</b>		<b>Bloque:</b>
	<b>Longitud:</b>		

Foto(s) N° (s):

1 Organización del sistema resistente: \_\_\_\_\_

- A. Edificio construido con las recomendaciones de la norma sismorresistente
- B. Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre de muros.
- C. Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituida por paredes ortogonales bien ligadas.
- D: Edificio con paredes ortogonales no ligadas

2 Calidad del sistema resistente:

- Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogénicas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro
- Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería
- Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las pegas entre 1.0 a 1.5 cm

3 Resistencia convencional:

Número de pisos: \_\_\_\_\_ N: \_\_\_\_\_  
 Altura media de los pisos: \_\_\_\_\_ H: \_\_\_\_\_m

4 Posición del edificio y de la cimentación

Pendiente= \_\_\_\_\_

5 Diafragmas horizontales

- Ausencia de planos a desnivel
- La deformabilidad del diafragma es despreciable
- La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz

6 Configuración en planta

L (lado mayor)= \_\_\_\_\_ m  
 a (lado menor)= \_\_\_\_\_ m  
 b (protuberancia)= \_\_\_\_\_ m

7 Configuración en elevación

T= \_\_\_\_\_ m  
 H= \_\_\_\_\_ m  
 H/T= \_\_\_\_\_

8 Distancia máxima entre los muros L/S:

L (separación máxima entre muros)= \_\_\_\_\_ m  
 S (espesor de muros)= \_\_\_\_\_ m  
 L/S= \_\_\_\_\_

9 Tipo de cubierta:

- Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas como tornillos o alambres, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido
- Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grande
- Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada

10 Elementos no estructurales:

- A. Edificio sin parapetos y sin cornisas.
- B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
- C. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.  
Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura, parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos que pueden
- D. caer en caso de terremoto.

11 Estado de conservación:

- A. Muros en buena condición, sin lesiones visibles.  
Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los
- B. cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.  
Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza
- C. por un estado mediocre de conservación de la mampostería  
Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o lesiones muy
- D. graves de más de 3 milímetros de ancho.

## ANEXO 4: PLANOS

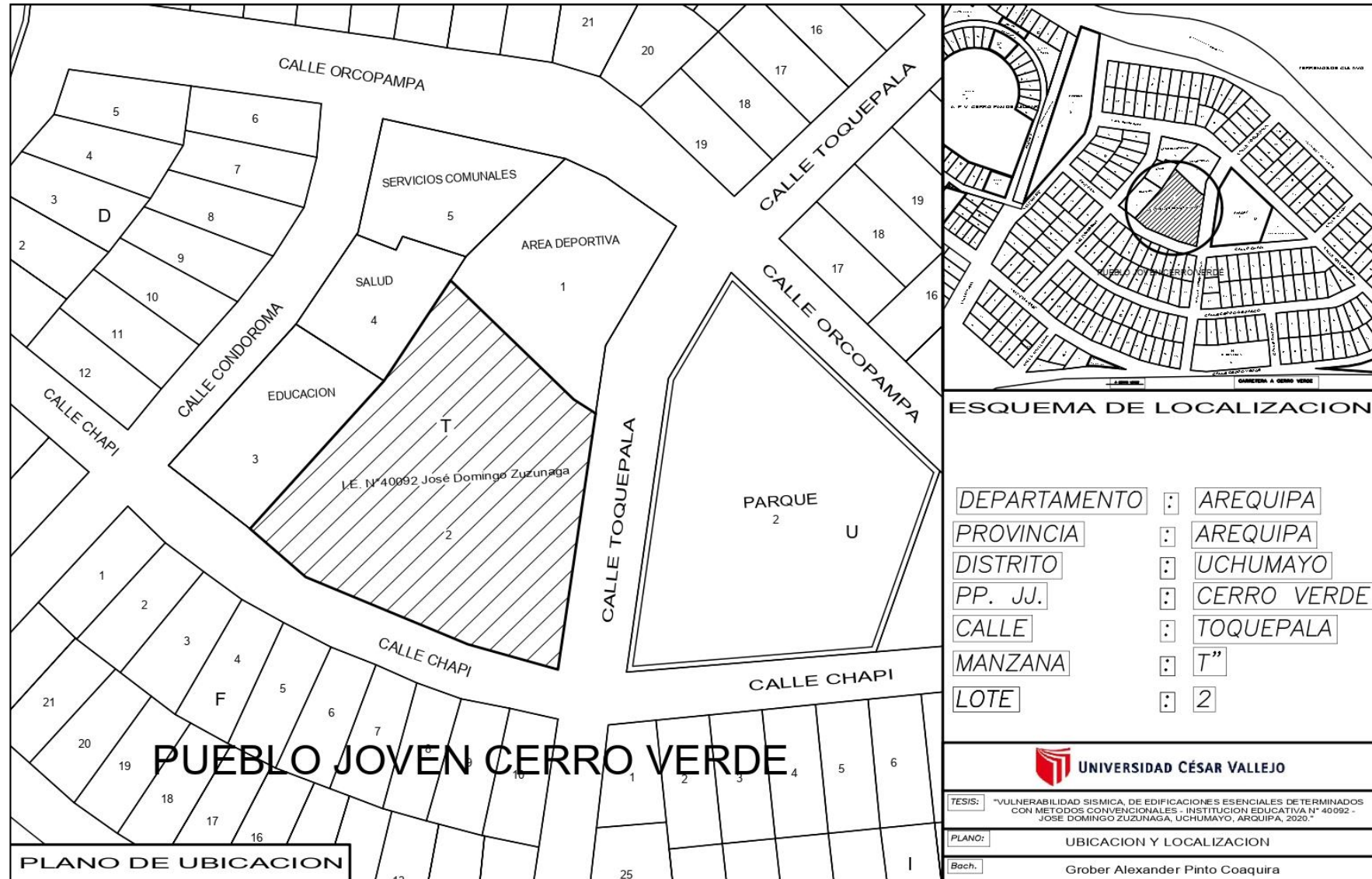


Figura 19. Plano de ubicación y localización de la Institución Educativa N° 40092 José Domingo Zuzunaga

Fuente: Elaboración propia



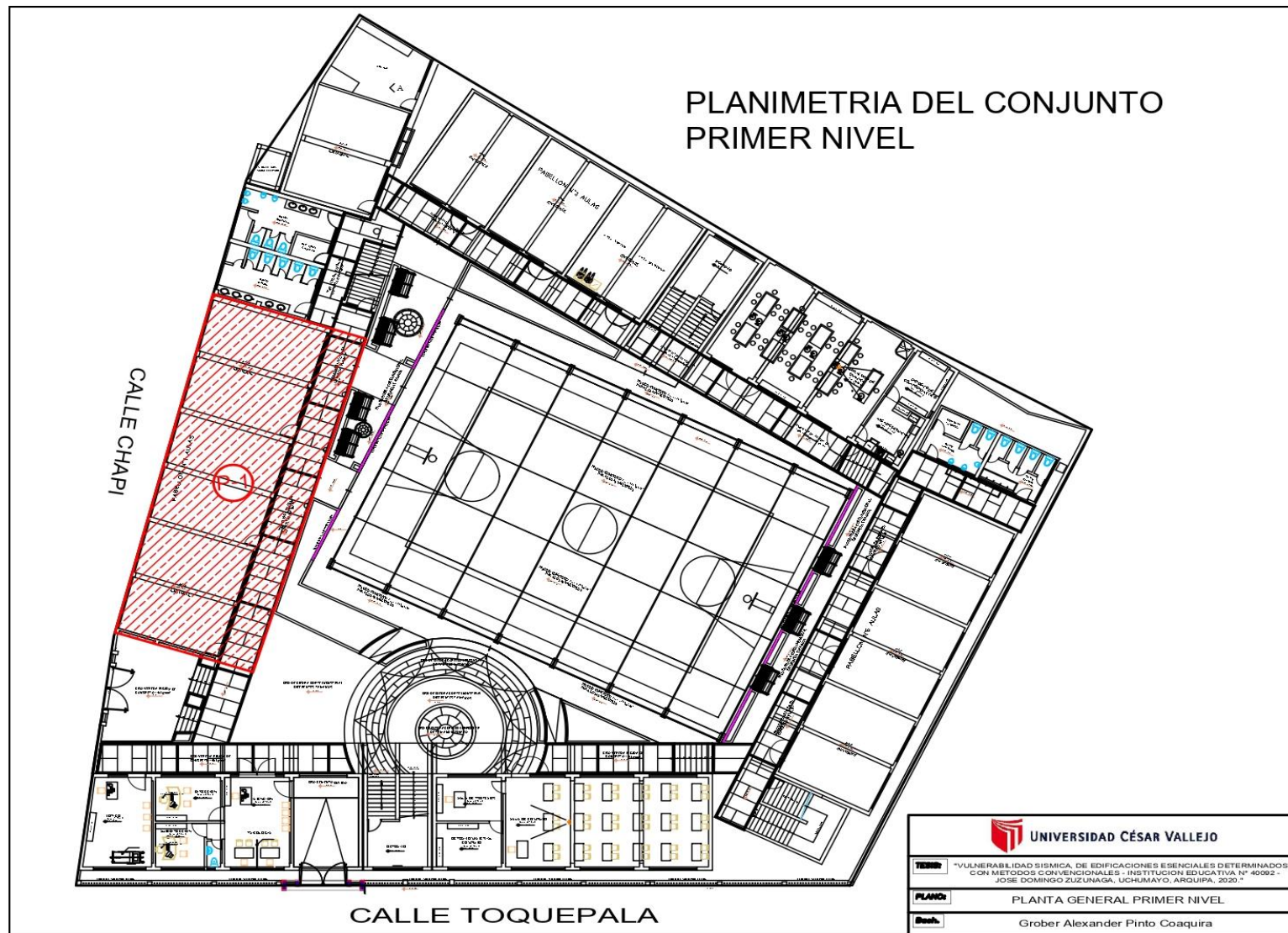


Figura 20. Plano general de la Institución Educativa existente con el pabellón a intervenir P-1

Fuente: Elaboración propia

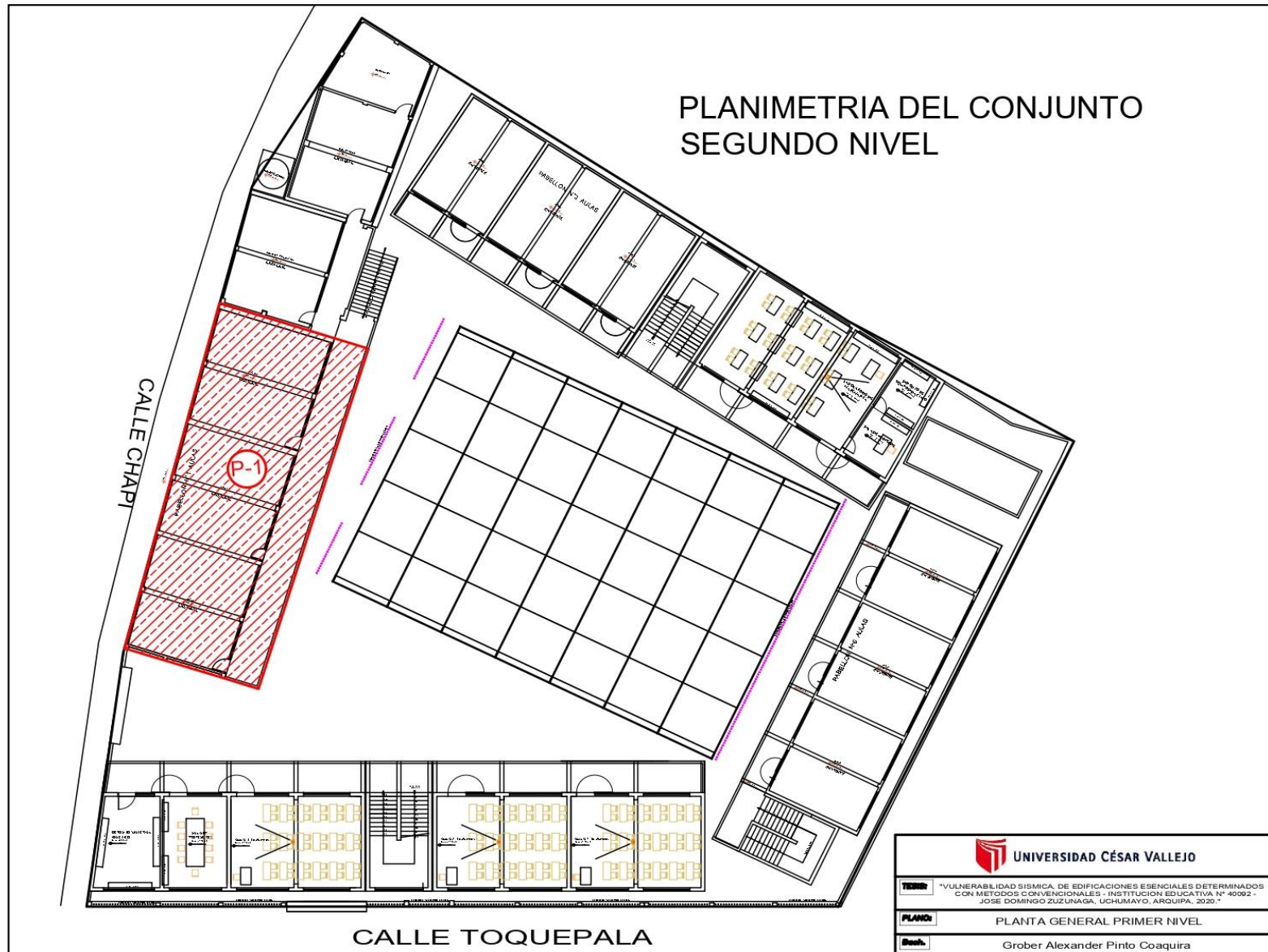


Figura 21. Plano general de la Institución Educativa existente con el pabellón a intervenir P-1

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 5: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**ESACON**

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email. esacon\_ego@hotmail.com

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

#### CALICATA N° 1

- **Primer Estrato.-** (Prof. 0.00 a 1.70). Arena limo no plastico, suelo semi-compacto, densidad baja, presencia de material orgánico, color beige claro.
- **Segundo Estrato.-** (Prof. 1.70 a 2.50). Grava. Arena limo no plástico, densidad alta, suelo semi-compacto, presencia de piedra tamaño máximo 4", color marrón oscuro.

MUESTRA	01	02
Clasificación de Suelos	SM	GP-GM
Humedad Natural	6.20 %	4.60 %
Porcentaje Malla #200	14.60 %	7.00 %
Máxima Densidad	1.67 gr/cc	1.95 gr/cc
Humedad Optima	12.50 %	9.80 %
Gravedad Especifica	2.31 gr/cc	2.52 gr/cc
Limite Líquido	23.40 %	21.80 %
Limite Plástico	NP	NP
Índice Plástico	NP	NP


#### 9. ASPECTOS SISMICOS.-

##### 10.1 FACTORES SISMICOS.

El área de estudio se ubica en el Distrito de Uchumayo, donde se realizara la **VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACION ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES – INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 – JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA,** se encuentra en una zona de Alta Sismicidad, clasificándose según el Reglamento Nacional de Construcciones como zona 4, mencionando que la zonificación considerada se basa en la distribución espacial de la Sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

A cada zona se le asigna un factor, este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 10 años.

Conforme a la clasificación como zona 4 puede darse la probabilidad de ocurrencia de sismos de considerable magnitud.

  
EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO  
Ing. Civil CIP: 154567



**ESACON**

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

TEL: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

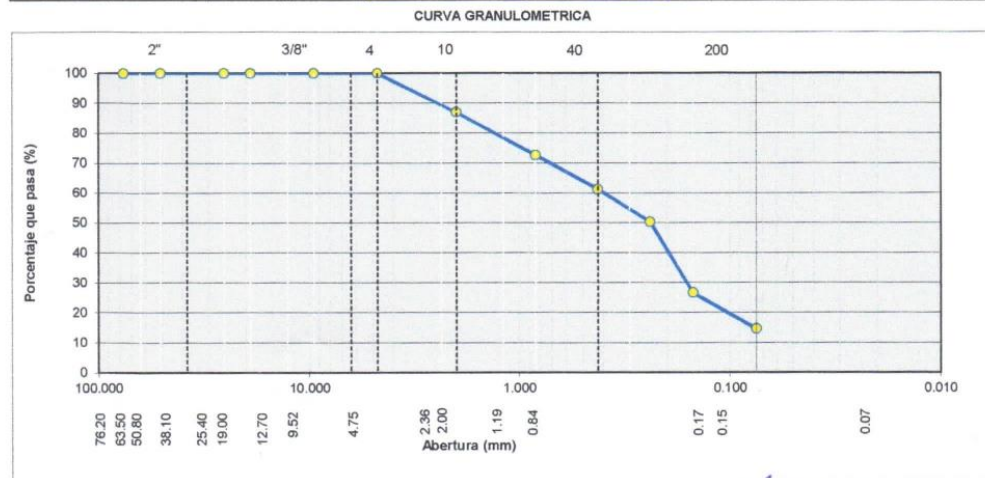
email. esacon\_ego@hotmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA		
SECTOR	PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO	FECHA MUESTREO :	01/12/2020
SOLICITA	GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA	FECHA ENSAYO :	02/12/2020

CALICATA	N° 01	TAMAÑO MAXIMO	: N° 4
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.70 m	Peso inicial seco	: 4778 g
MUESTRA	M-001		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		
2 1/2"	63.500						Peso Piedra : 0
2"	50.800						Peso arena : 4778
1 1/2"	38.100						Peso Inicial : 4778
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						<b>PORCENTAJES</b>
3/8"	9.525						Porcentaje Grava : 0.0 %
1/4"	6.350						Porcentaje Arena : 85.4 %
N° 4	4.750						Porcentaje Finos : 14.6 %
N° 8	2.360						<b>CONSTANTES FISICAS</b>
N° 10	2.000	625	13.1	13.1	86.9		Límite Líquido (LL) : 23
N° 16	1.190						Límite Plástico (LP) : NP
N° 20	0.840	684	14.3	27.4	72.6		Índice Plástico (IP) : NP
N° 30	0.600						<b>CLASIFICACION</b>
N° 40	0.425	547	11.4	38.8	61.2		Clasificación (SUCS) : SM
N° 50	0.300						Clasificación (AASHTO) : A-2-4 ( 0 )
N° 60	0.240	523	10.9	49.8	50.2		
N° 80	0.177	624	13.1	62.9	37.1		OBSERVACIONES :
N° 100	0.150	502	10.5	73.4	26.6		
N° 200	0.075	575	12.0	85.4	14.6		
< N° 200	FONDO	698	14.6	100.0			
<b>HUMEDAD NATURAL</b>						<b>6.20%</b>	



**ESACON**  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y ASFALTO

*Eulogio Callejos Obando*  
GERENTE GENERAL

*Ever Nelson Manuel Luque Aquino*  
EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO  
Ing. CIVIL CIP: 154567



**ESAZON**

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E-38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

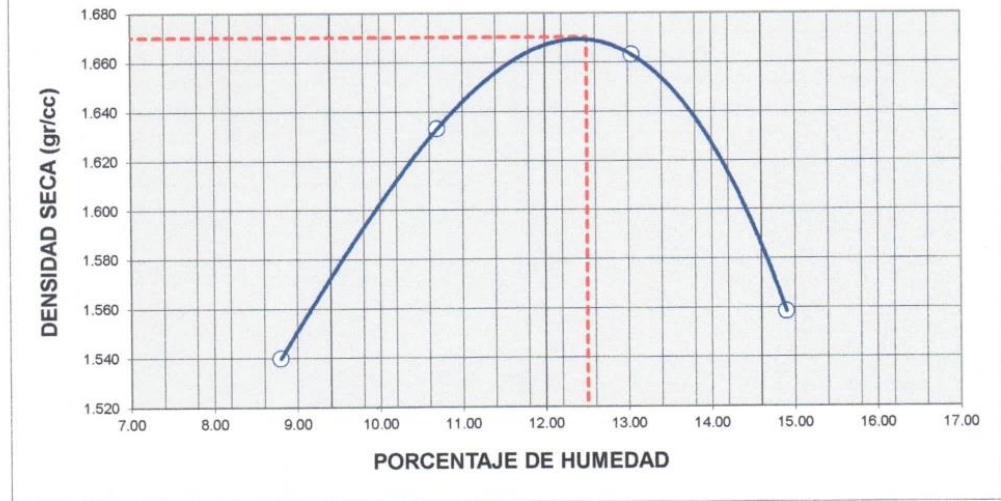
email: esacon\_ego@hotmail.com

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA : VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA  
UBICACIÓN : PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO  
SOLICITA : GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA  
FECHA MUESTREO : 01/12/2020  
FECHA ENSAYO : 02/12/2020  
CALICATA : N° 01  
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.70 m  
MUESTRA : N° 01

**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION :		C				
VOLUMEN DEL MOLDE	2116			3200	MOLDE NRO.	1
PESO SUELO+MOLDE	6745	7025		7178		6989
PESO DEL MOLDE	3200	3200	3200	3200		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	3545	3825	3978	3789		
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.81	1.88	1.79		
CAPSULA NRO.	11	45	63	80		
PESO DE LA CAPSULA	137	147	151	166		
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	1402	1605	1720	1831		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	1300	1464	1539	1615		
PESO DE AGUA	102.30	140.90	181.00	215.90		
PESO DEL SUELO SECO	1163.30	1317.30	1387.60	1449.10		
CONTENIDO HUMEDAD	8.79	10.70	13.04	14.90		
DENSIDAD SECA	1.540	1.633	1.663	1.558		



MAXIMA DENSIDAD SECA	1.670	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	12.50	%

**ESAZON**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y ASFALTO  
*Eulogio Callejos Obando*  
GERENTE GENERAL

*Ever Nelson Manuel Luque Aquino*  
EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO  
Ing. Civil CIP; 154567





# ESACON

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email. esacon\_ego@hotmail.com

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA		
SECTOR	: PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO		
SOLICITA	: GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA	CALICATA	: N° 01
FECHA MUESTREO	: 01/12/2020	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.70 m
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	MUESTRA	: N°01

#### (LIMITES DE ATTERBERG) NORMA ASTM D-4318

##### LIMITE LIQUIDO

MUESTRA	07	16	25
RECIPIENTE N°			
R + S HUMEDO	42.92	45.64	47.67
R + S SECO	39.65	41.66	43.11
PESO - AGUA	3.27	3.98	4.56
PESO RECIPIENTE	24.09	24.66	24.87
PESO - S.SECO	15.56	17.00	18.24
% DE HUMEDAD	21.02	23.41	25.00
N° DE GOLPES	30	25	19

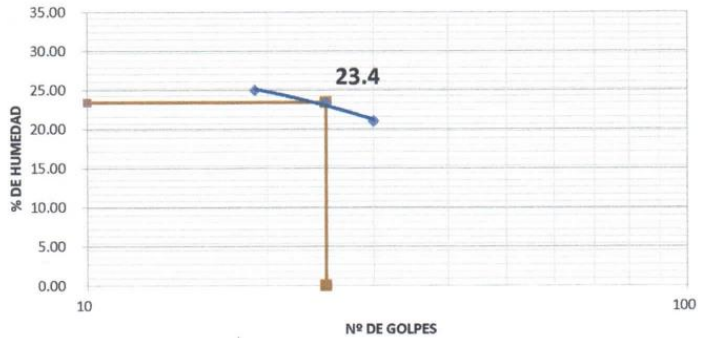
##### LIMITE PLASTICO

MUESTRA			
RECIPIENTE N°			
R + S HUMEDO			
R + S SECO			
PESO - AGUA			
PESO - RECIPIENTE			
PESO - S.SECO			
% DE HUMEDAD			

**NO PLASTICO**

#### RESULTADOS

LL.
23
L.P.
NP
I.P.
NP



ESACON  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y ASFALTO

*Eulogio Callegos Obando*  
GERENTE GENERAL

*Ever Nelson Manuel Luque Aquino*  
ING. CIVIL CIP; 154567



# ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627


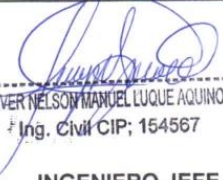
email, esacon\_ego@hotmail.com

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	:	VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA		
UBICACIÓN	:	PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO		
SOLICITA	:	GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA	CALICATA	N° 01
FECHA MUESTREO	:	01/12/2020	PROFUNDIDAD	0.00 - 1.70 m
FECHA ENSAYO	:	02/12/2020	MUESTRA	N°01

### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

TAMAÑO MAXIMO DE LA MUESTRA		N° 4		
TAMAÑO	mm.	4.76	4.76	4.76
PESO DE MATERIAL SAT. SUP. SECA EN AIRE	gr.	4550.3	4591.4	4606.4
PESO DE MATERIAL SAT. SUP. SECA EN AGUA	gr.	2556.8	2648.3	2614.5
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS	cc.	1993.5	1943.1	1991.9
PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA	gr.	4525.3	4566.4	4581.4
VOLUMEN DE MASA	cc.	1968.5	1918.1	1966.9
PESO ESPECIFICO BULK ( BASE SECA)	gr/cc.	2.27	2.35	2.30
PESO ESPECIFICO BULK ( BASE SATURADA)	gr/cc.	2.28	2.36	2.31
PESO ESPECIFICO APARENTE ( BASE SECA)	gr/cc.	2.30	2.38	2.33
% DE ABSORCION	%	0.55	0.55	0.55
PROMEDIO P. ESP. BULK ( BASE SECA)	gr/cc.	2.31		

OBSERVACIONES	
 <p>ESACON LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y ASFALTO</p> <p><i>Eulogio Gallegos Obando</i> GERENTE GENERAL</p> <p><b>JEFE LABORATORIO</b></p>	 <p>EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO Ing. Civil CIP; 154567</p> <p><b>INGENIERO JEFE</b></p>



**ESACON**

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E-38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email. esacon\_ego@hotmail.com

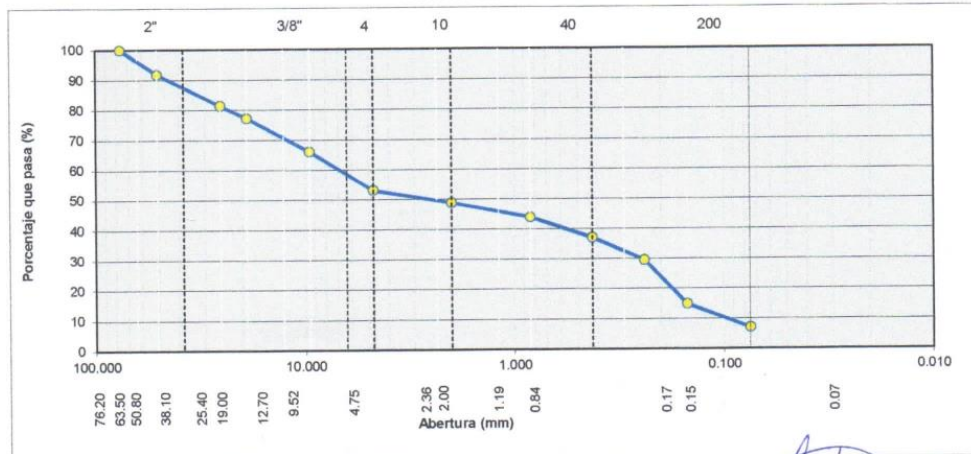
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA		
SECTOR	PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO	FECHA MUESTREO :	01/12/2020
SOLICITA	GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA	FECHA ENSAYO :	02/12/2020

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	N° 01	TAMAÑO MAXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	1.70 - 2.50 m	Peso inicial seco	: 12723 g
MUESTRA	M-002		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		
2 1/2"	63.500	523	4.1	4.1	95.9		Peso Piedra : 5965
2"	50.800	522	4.1	8.2	91.8		Peso arena : 6768
1 1/2"	38.100	625	4.9	13.1	86.9		Peso Inicial : 12723
1"	25.400	702	5.5	18.6	81.4		
3/4"	19.050	533	4.2	22.8	77.2		
1/2"	12.700	865	6.8	29.6	70.4		<b>PORCENTAJES</b>
3/8"	9.525	557	4.4	34.0	66.0		Porcentaje Grava : 46.9 %
1/4"	6.350	653	5.1	39.1	60.9		Porcentaje Arena : 46.1 %
N° 4	4.750	985	7.7	46.9	53.1		Porcentaje Finos : 7.0 %
N° 8	2.360						<b>CONSTANTES FISICAS</b>
N° 10	2.000	544	4.3	51.2	48.8		Límite Líquido (LL) : 22
N° 16	1.190						Límite Plástico (LP) : NP
N° 20	0.840	629	4.9	56.1	43.9		Índice Plástico (IP) : NP
N° 30	0.600						<b>CLASIFICACION</b>
N° 40	0.425	865	6.8	62.9	37.1		Clasificación (SUCS) : GP-GM
N° 50	0.300						Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
N° 60	0.240	955	7.5	70.4	29.6		
N° 80	0.177	896	7.0	77.5	22.5		<b>OBSERVACIONES :</b>
N° 100	0.150	986	7.7	85.2	14.8		
N° 200	0.075	988	7.8	93.0	7.0		
< N° 200	FONDO	895	7.0	100.0			
<b>HUMEDAD NATURAL</b>						<b>4.60%</b>	

CURVA GRANULOMETRICA



**ESACON**  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y ASFALTO

*Eulogio Gallegos Obando*  
GERENTE GENERAL

*Ever Nelson Manuel Loque Aquino*  
Ing. Civil CIP: 154567





**ESACON**

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email. esacon\_ego@hotmail.com

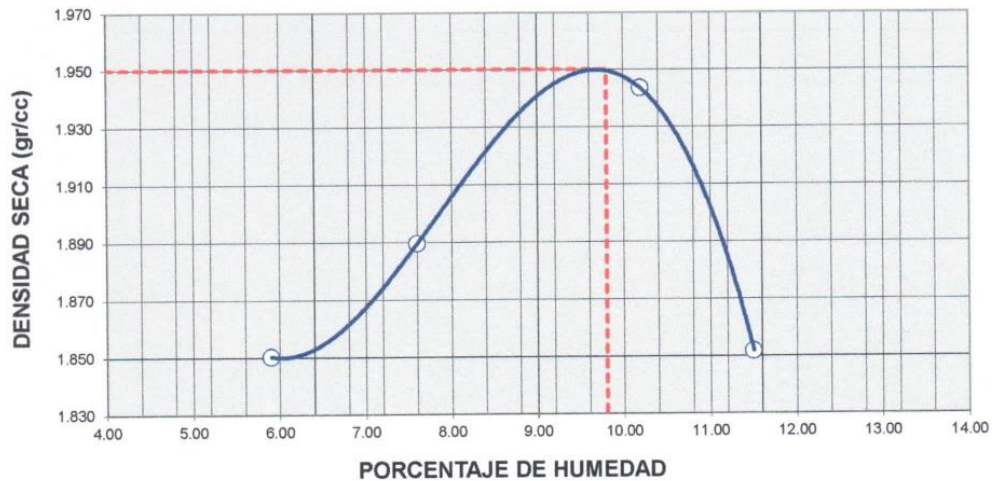
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA : VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA  
UBICACIÓN : PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO  
SOLICITA : GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA  
FECHA MUESTREO : 01/12/2020  
FECHA ENSAYO : 02/12/2020  
CALICATA : N° 01  
PROFUNDIDAD : 1.70 - 2.50 m  
MUESTRA : N° 02

**PROCTOR MODIFICADO**

**NORMA AASHTO T-180**

METODO DE COMPACTACION :		C				
VOLUMEN DEL MOLDE	2116	3200			MOLDE NRO.	1
PESO SUELO+MOLDE	7346	7502	7732	7569		
PESO DEL MOLDE	3200	3200	3200	3200		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4146	4302	4532	4369		
DENSIDAD HUMEDA	1.96	2.03	2.14	2.06		
CAPSULA NRO.	17	45	63	77		
PESO DE LA CAPSULA	143	157	166	175		
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	1513	1631	1787	1904		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	1437	1527	1637	1726		
PESO DE AGUA	76.30	104.10	150.00	178.40		
PESO DEL SUELO SECO	1294.10	1370.20	1471.20	1551.10		
CONTENIDO HUMEDAD	5.90	7.60	10.20	11.50		
DENSIDAD SECA	1.850	1.890	1.944	1.852		



MAXIMA DENSIDAD SECA	1.950	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	9.80	%

ESACON  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y ASFALTO

Eulogio Gallegos Obando  
GERENTE GENERAL

EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO  
Ing. Civil CIP: 154567



# ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email. esacon\_ego@hotmail.com

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA		
SECTOR	: PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO		
SOLICITA	: GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA	CALICATA	: N° 01
FECHA MUESTREO	: 01/12/2020	PROFUNDIDAD	: 1.70 - 2.50 m
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	MUESTRA	: N°02

### (LIMITE DE ATTERBERG) NORMA ASTM D-4318

#### LIMITE LIQUIDO

MUESTRA	17	44	65		
RECIPIENTE N°					
R + S HUMEDO	43.76	46.90	48.72		
R + S SECO	40.63	42.85	44.17		
PESO - AGUA	3.13	4.05	4.55		
PESO RECIPIENTE	24.16	24.25	24.38		
PESO - S.SECO	16.47	18.60	19.79		
% DE HUMEDAD	19.00	21.77	22.99		
N° DE GOLPES	33	25	18		

#### LIMITE PLASTICO

MUESTRA					
RECIPIENTE N°					
R + S HUMEDO					
R + S SECO					
PESO - AGUA					
PESO - RECIPIENTE					
PESO - S.SECO					
% DE HUMEDAD					

**NO PLASTICO**

#### RESULTADOS

L.L.

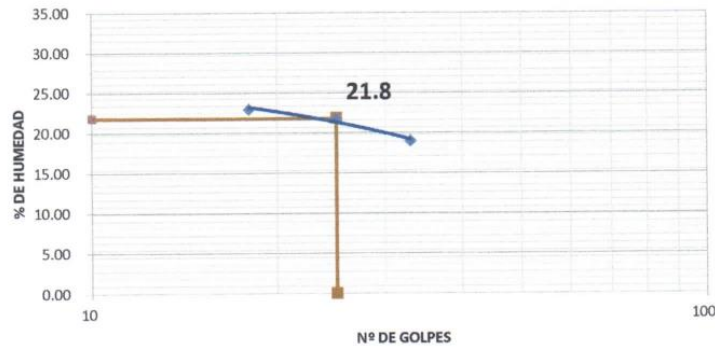
22

L.P.

NP

I.P.

NP



**ESACON**  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS Y ASFALTO  
Ing. *Patricia Gallegos Obando*  
PRESIDENTE GENERAL

*Ever Nelson Manuel Luque Aquino*  
EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO  
Ing. CIVIL CIP: 154567





# ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email, esacon\_ego@hotmail.com

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA		
UBICACIÓN	: PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO		
SOLICITA	: GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA	CALICATA	N° 01
FECHA MUESTREO	: 01/12/2020	PROFUNDIDAD	1.70 - 2.50 m
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	MUESTRA	N°02

### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

TAMAÑO MAXIMO DE LA MUESTRA	3"			
TAMAÑO	mm.	76.20	76.20	76.20
PESO DE MATERIAL SAT. SUP. SECA EN AIRE	gr.	4540.4	4562.8	4576.9
PESO DE MATERIAL SAT. SUP. SECA EN AGUA	gr.	2719.7	2790.2	2763.4
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS	cc.	1820.7	1772.6	1813.5
PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA	gr.	4515.4	4537.8	4551.9
VOLUMEN DE MASA	cc.	1795.7	1747.6	1788.5
PESO ESPECIFICO BULK ( BASE SECA)	gr/cc.	2.48	2.56	2.51
PESO ESPECIFICO BULK ( BASE SATURADA)	gr/cc.	2.49	2.57	2.52
PESO ESPECIFICO APARENTE ( BASE SECA)	gr/cc.	2.51	2.60	2.55
% DE ABSORCION	%	0.55	0.55	0.55
PROMEDIO P. ESP. BULK ( BASE SECA)	gr/cc.	2.52		

OBSERVACIONES	
 <i>Eulogio Callejos Obando</i> JEFE LABORATORIO	 EVER NELSON MANUEL LOQUE AQUINO Ing. Civil CIP; 154567 INGENIERO JEFE



**ESACON**

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38  
PAUCARPATA - AREQUIPA

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS  
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

TELF: Cel. (054) 959498635  
Dom. (054) 461191  
Lab. (054) 253627

email. esacon\_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PROYECTO	VULNERABILIDAD SISMICA, DE EDIFICACIONES ESCENCIALES DETERMINADOS CON METODOS CONVENCIONALES - INSTITUCION EDUCATIVA N° 40092 - JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA				
SECTOR	PP.JJ. CERRO VERDE - UCHUMAYO				
SOLICITA	GROBER ALEXANDER PINTO COAQUIRA				
CALICATA	01	PROF. (m)	0.00 - 2.50	FECHA	02/12/20
N. F. (m)	---				

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Descripción del estrato	SUCS	AASHTO	H.N. %	L.L. %	L.P. %	LP. %	Malla N° 200
1.70	M-1		Arena limo no plastico, suelo semi-compacto, densidad baja, presencia de material organico, color beige claro.	SM	A-2-4 (0)	6.20%	23	NP	NP	14.6
2.50	M-2		Grava, arena limo no plastico, suelo semi-compacto, densidad alta, presencia de piedra tamaño maximo 4", color marron oscuro.	GP-GM	A-1-b (0)	4.60%	22	NP	NP	7.0
			NO SE ENCONTRO N.F.							

**REGISTRO FOTOGRAFICO**



OBSERVACIONES	

<p><b>ESACON</b> LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y ASFALTO</p> <p><b>Eulogio</b> JEFE DE LABORATORIO GERENTE GENERAL</p>	<p><b>EVER NELSON MANUEL LUQUE AQUINO</b> Ing. Civil CIP: 154567 INGENIERO JEFE</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------



ANEXO 6: FOTOS DE TRABAJO DE CAMPO



Figura 22. Fachada principal de la I.E. N° 40092 José Domingo Zuzunaga



Figura 23. Pabellón P1 a evaluar vista interior



Figura 24. Pabellón P1 a evaluar vista exterior



Figura 25. Calicata C-1 para EMS





Figura 26. Material de muestra para EMS calcata 1

**SOLICITO: CARTA DE PRESENTACION**

**Ingeniera:**  
**Mg. DORIS LINA HUAMAN BALDEON**  
**Coordinadora EP de Ingeniería Civil**  
**UCV - CAMPUS LIMA NORTE**

Yo, PINTO COAQUIRA GROBER ALEXANDER, identificado con DNI N°44483181, domiciliado en la calle Macedonia W-4, distrito Paucarpata, provincia y departamento de Arequipa, ante usted con el debido respeto me presento, y expongo.

Que, habiéndome inscrito en el taller de titulación, me es necesario realizar trabajos en el I.E. N°40092 JOSE DOMINGO ZUZUNAGA OBANDO, como son mediciones y una calicata para el estudio de mecánica de suelos, para continuar con el desarrollo de la TESIS titulada: "VULNERABILIDAD SÍSMICA, DE EDIFICACIONES ESENCIALES DETERMINADOS CON MÉTODOS CONVENCIONALES – INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 40092 – JOSÉ DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO, AREQUIPA, 2020".

Por tal motivo solicito a usted, disponga una CARTA DE PRESENTACION dirigido a la directora de la institución educativa.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Arequipa, 30 de noviembre de 2020.



.....  
Grober A. Pinto Coaquira  
DNI N° 44483181

Adjunto:

**DATOS**

**Nombres y apellidos a la persona a la que vamos dirigir la carta:**

- Miriam Aco Coaguila  
Directora de la I.E. N°40092 JOSE DOMINGO ZUZUNAGA OBANDO.

**Motivo de ingreso a la entidad:**

- Realizar una calicata para EMS y/o mediciones del pabellón a evaluar.

**Código del alumno:** 7002555897

**DNI:** 44483181

Los Olivos, 01 de diciembre del 2020

**CARTA N°535-2020/EP-ING-CIV-UCV**

Señor  
I.E. N°40092 JOSE DOMINGO ZUZUNAGA OBANDO

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante PINTO COAQUIRA, GROBER ALEXANDER con código de matrícula N° 7002555897 quien en el 2020-II se encuentra en la etapa de desarrollo de la tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, asimismo, nuestro estudiante requiere autorización para realizar trabajo de campo como son mediciones y una calicata para el estudio de mecánica de suelos el cual será para su tema de investigación que forman parte de la tesis que viene desarrollando, titulada "***Vulnerabilidad Sísmica, De Edificaciones Esenciales Determinados Con Métodos Convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020***".

Agradezco anticipadamente su gentil atención y su apoyo a favor del dicho alumno.

En tal sentido, si fuera posible de remitirle la información al correo electrónico [ic.pintoc@gmail.com](mailto:ic.pintoc@gmail.com)

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,



**Mg. Doris Lina Huamán Baldeón**  
Coordinadora  
EP de Ingeniería Civil

I.E.	
JOSE DOMINGO ZUZUNAGA OBANDO	
N° 40092	
MESA DE PARTES	
EXPEDIENTE N°	555
FECHA	01-12-20 01
OPRA	R. C. S.
	Yanet

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **PINTO COAQUIRA, Grober Alexander** cuyo título es: **“Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa 2020”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (Catorce).

Los Olivos, 08 de febrero del 2021



.....  
PRESIDENTE

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto



.....  
SECRETARIO

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio



.....  
VOCAL

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ <a href="#">DEVAC</a> / Responsable del SGC	Aprobó	<a href="#">Rectorado</a>
--------	------------------------------------------------------------------------------	--------	---------------------------



Yo **PINTO COAQUIRA, Grober Alexander**, identificado con DNI N° **44483181**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ) , No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “**Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa 2020**”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



\_\_\_\_\_  
PINTO COAQUIRA, Grober Alexander

DNI: 44483181

FECHA: Los Olivos, 25 de enero del 2021

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ <b>DEVAC</b> /Responsable del SGC	Aprobó	<b>Rectorado</b>
--------	--------------------------------------------------------------------	--------	------------------

*NOTA: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA.*

Yo, **Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada

**“Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa 2020”**, del (de la) estudiante **PINTO COAQUIRA, Grober Alexander**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **19 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de enero 2021



Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

DNI: 23851049

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ <b>DEVAC</b> /Responsable del SGC	Aprobó	<b>Rectorado</b>
--------	--------------------------------------------------------------------	--------	------------------



## Declaratoria de Originalidad del Autor

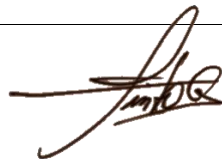
Yo, **PINTO COAQUIRA, Grober Alexander** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa 2020”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 25 de enero de 2021

Apellidos y Nombres del Autor <b>PINTO COAQUIRA, Grober Alexander</b>	
DNI: <b>44483181</b>	Firma 
ORCID: <b>0000-0002-2766-0426</b>	