



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE  
HIROSAWA PARA DETERMINAR LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS CENTROS  
EDUCATIVOS EN LA VICTORIA, CHICLAYO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**Bach. De La Cruz Diaz Daiana Rossmery**

**<https://orcid.org/0000-0002-6704-9664>**

**Asesor:**

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**

**<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>**

**Línea de Investigación  
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú  
2021**

**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE  
HIROSAWA PARA DETERMINAR LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS CENTROS  
EDUCATIVOS EN LA VICTORIA, CHICLAYO”**

**Aprobación de Tesis**

---

Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro  
**Asesor**

---

Mg. Idrogo Pérez, César Antonio  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mg. Marín Bardales Noé Humberto  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mg. Villegas Granados Luis Merino  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo el corazón mi tesis a mi madre Gloria, por confiar en mí en todo momento, pues sin ella no lo hubiera logrado. Tu bendición a diario a lo largo de este camino me protege y lleva por el camino del bien. Por esa razón te doy mi trabajo de investigación como ofrenda por tu paciencia y perseverancia; así mismo a mi sobrino Matheo, espero que puedas lograr ver este trabajo.

Daiana Rossmery De La Cruz Diaz

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme dado la sabiduría y fortaleza espiritual para culminar la carrera profesional.

A mi madre por creer constantemente en mi aun sabiendo que surgieron temporadas difíciles en nuestro núcleo familiar.

A mis hermanos Jam Pool y Estefania por su apoyo moral y creer en mi desde el principio a fin de la carrera universitaria.

A Huber por su apoyo incondicional y motivarme a seguir adelante.

A mis formadores, personas de calidad quienes se esforzaron en brindarme sus conocimientos porque sin ellos no pude haber logrado terminar con éxito la carrera.

A la Universidad Universidad Señor de Sipán por la oportunidad de estudiar en las mejores condiciones que me permitieron formarme como profesional.

Daiana Rossmery De La Cruz Diaz

## Resumen

Este trabajo evalúa el índice de daño mediante el método Hirosawa para la determinación de la vulnerabilidad sísmica en las instituciones educativas del distrito de la Victoria, con el fin de conocer las condiciones actuales que presentan las estructuras y las respuestas de estas mismas ante la eventualidad de un sismo de gran magnitud en esta zona. La evaluación consiste en la delimitación de las cualidades más importantes, así como el grado de vulnerabilidad, la clasificación de las estructuras, aspectos geotécnicos y constructivos, y otros parámetros que requiere la norma sismo resistente. Cabe mencionar que se tomaron en cuenta los daños que estas edificaciones ya han sufrido con anterioridad por sismos.

De acuerdo a los resultados las instituciones educativas como caso de estudio, son vulnerables. Por lo que como investigadora me crea una preocupación ya que son edificaciones esenciales, por lo que a partir de los resultados finales, se plantean algunas alternativas estructurales lo que generaría un refuerzo estructural, como el salvaguardar la vida de los usuarios.

**Palabras claves:** vulnerabilidad sísmica, índice de daños, Hirosawa.

## **Abstract**

This work evaluates the damage index using the Hirosawa method for determining seismic vulnerability in educational institutions in the Victoria district, in order to know the current conditions presented by the structures and their responses to the eventuality of an earthquake of great magnitude in this area. The evaluation consists of the delimitation of the most important qualities, as well as the degree of vulnerability, the classification of the structures, geotechnical and construction aspects, and other parameters required by the earthquake resistant standard. It is worth mentioning that the damages that these buildings have suffered previously due to earthquakes were taken into account.

According to the results, educational institutions as a case study are vulnerable. Therefore, as a researcher, it creates a concern for me since they are essential buildings, so based on the final results, some structural alternatives are proposed, which would generate a structural reinforcement, such as safeguarding the lives of users.

**Keywords: seismic vulnerability, damage index, Hirosawa.**

## INDICE

<b>I. Introducción .....</b>	<b>16</b>
1.1. Realidad Problemática .....	16
1.1.1. Nivel Internacional .....	16
1.1.2. Nivel Nacional .....	18
1.1.3. Nivel Local .....	19
1.2. Trabajos Previos .....	20
1.2.1. Nivel Internacional .....	20
1.2.2. Nivel Nacional .....	24
1.2.3. Nivel Local .....	25
1.3. Teorías Relacionadas al tema .....	26
1.3.1. Sismicidad en el Perú .....	26
1.3.2. Sismicidad en Lambayeque .....	31
1.3.3. Características geotécnicas de Chiclayo .....	35
1.3.4. Vulnerabilidad Sísmica .....	36
1.3.5. Método de Hirosawa .....	38
1.3.6. Índice de vulnerabilidad .....	46
1.4. Formulación del Problema .....	46
1.5. Justificación e Importancia .....	46
1.5.1. Justificación Social .....	46
1.5.2. Justificación económica: .....	46
1.5.3. Justificación técnica: .....	47
1.5.4. Importancia .....	47
1.6. Hipótesis .....	47
1.7. Objetivos .....	47
1.7.1. Objetivo General .....	61
1.7.2. Objetivos Específico .....	61
<b>II. Material y Método .....</b>	<b>47</b>
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	47
2.1.1. Tipo de Investigación: .....	47
2.1.2. Diseño de Investigación: .....	48

2.2.	Población y Muestra .....	48
2.2.1.	Muestra – Caso de Estudio .....	48
2.3.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	54
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	56
2.4.1.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	56
2.5.	Procedimientos de análisis de datos.....	57
2.5.1.	Procesamiento de la Información .....	57
2.5.2.	Procedimiento de la investigación .....	57
2.6.	Criterios éticos .....	58
2.6.1.	Ética de la recolección de datos.....	58
2.6.2.	Ética de la publicación.....	58
2.6.3.	Ética de la aplicación .....	59
2.7.	Criterios de rigor científico.....	59
2.7.1.	Replicabilidad.....	59
2.7.2.	Fiabilidad .....	59
2.8.	Diagrama de Flujo de Procesos .....	59
<b>III.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>62</b>
3.1.	Patologías.....	62
3.2.	Estudio de mecánica de Suelos .....	69
3.3.	Ensayo de Diamantinas.....	73
3.4.	Derivas-Parámetros.....	76
3.5.	Método Hirosawa.....	76
3.5.1.	Institución Educativa José María Arguedas .....	76
3.5.2.	Institución Educativa Carlos Augusto Salaverry .....	77
3.5.3.	Institución Educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzman .....	78
3.5.4.	Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres .....	79
3.6.	Discusión de Resultados .....	83
3.7.	Aporte práctico .....	86
3.7.1.	Alternativa N° 01 “Cambio de uso de la edificación” .....	86
3.7.2.	Alternativa N° 02 “Reforzamiento estructural” .....	86
<b>V.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>87</b>

4.1. Conclusiones .....	87
4.2. Recomendaciones .....	88
<b>Referencias .....</b>	<b>89</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo I.</b> Informes de ensayos de laboratorio.....	93
<b>Anexo II.</b> Panel fotográfico.....	135
<b>Anexo III</b> Informes de Diamantina.....	141
<b>Anexo IV.</b> Modelamiento en ETABS .....	146
6.4.1. Institución Educativa “José María Arguedas” .....	146
6.4.2. Institución Educativa Carlos Augusto Salaverry.....	155
6.4.3. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán .....	168
6.4.4. Análisis Sísmico Programa ETABS.....	177
<b>Anexo V</b> Planos de Las Instituciones Educativas.....	186
<b>Anexo VI</b> Validez de instrumentos de Investigación.....	190
<b>Anexo VII</b> Autorización .....	195

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Factores de Zona .....	31
<b>Tabla 2</b> Sismos históricos del norte del Perú.....	33
<b>Tabla 3</b> Sismos en el Departamento de Lambayeque.....	33
<b>Tabla 4</b> Valores de los coeficientes $\alpha_1$ .....	41
<b>Tabla 5</b> Valores de $G_i$ y $R_i$ .....	42
<b>Tabla 6</b> Valores del índice $T$ para diferentes causas y tipos de deterioro.....	42
<b>Tabla 7</b> Clasificación de daños causados por un sismo .....	44
<b>Tabla 8</b> Datos Generales de la Institución Educativa .....	50
<b>Tabla 9</b> Operacionalización.....	55
<b>Tabla 10</b> Descripción de patología.....	63
<b>Tabla 11</b> Descripción de patología.....	65
<b>Tabla 12</b> Descripción de patología.....	67
<b>Tabla 13</b> Descripción de los Resultados .....	69
<b>Tabla 14</b> Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa José María Arguedas.....	73
<b>Tabla 15</b> Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa Carlos Augusto Salaverry.....	74
<b>Tabla 16</b> Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzman.....	74
<b>Tabla 17</b> Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa Andrés Avelino Cáceres.....	75

<b>Tabla 18</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	77
<b>Tabla 19</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	77
<b>Tabla 20</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	77
<b>Tabla 21</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	78
<b>Tabla 22</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	78
<b>Tabla 23</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	79
<b>Tabla 24</b> <i>Tabla Is-Iso</i> .....	79
<b>Tabla 25</b> <i>Estado de vulnerabilidad de la IE José María Arguedas</i> .....	79
<b>Tabla 26</b> <i>Estado de vulnerabilidad de la IE Carlos Augusto Salaverry</i> .....	80
<b>Tabla 27</b> <i>Estado de vulnerabilidad de la IE Juan Pablo Vizcardo y Guzman</i> .....	81
<b>Tabla 28</b> <i>Estado de vulnerabilidad de la IE Andrés Avelino Mariscal Cáceres</i> .....	82
<b>Tabla 29</b> <i>Estados de Cargas</i> .....	147
<b>Tabla 30</b> <i>Estados de Carga</i> .....	156
<b>Tabla 31</b> <i>Estados de Cargas</i> .....	169
<b>Tabla 32</b> <i>Cargas</i> .....	178

## Índice de Imágenes

<i>Figura 1: Placas Tectónicas</i> .....	27
<i>Figura 2: Proceso de convergencia de la placa de Nazca y la placa Sudamericana</i> .....	28
<i>Figura 3: Mapa Sísmico del Perú</i> .....	29
<i>Figura 4: Zona Sísmica</i> .....	30
<i>Figura 5: Zona Sísmica</i> .....	32
<i>Figura 6: Mapa Geotécnico de la Ciudad de Chiclayo</i> .....	36
<i>Figura 7: Esquema del planteamiento de la metodología Hirosawa</i> .....	39
<i>Figura 8: Ubicación de la IE</i> .....	49
<i>Figura 9: Ubicación de la IE</i> .....	51
<i>Figura 10: Ubicación de la IE</i> .....	52
<i>Figura 11: Ubicación de la IE</i> .....	53
<i>Figura 12: Origrama de flujo de proceso de la Investigación</i> .....	60
<i>aFigura 13: Ubicación de la IE</i> .....	60
<i>Figura 14: Ubicación de la IE</i> .....	60
<i>Figura 15: Ubicación de la IE</i> .....	60
<i>Figura 16: Origrama de flujo de proceso de la Investigación</i> .....	60
<i>Figura 17: Fisuras en esquina de vanos para ventana.</i> .....	63
<i>Figura 18: Carencia de rigidez lateral en las direcciones a los pórticos.</i> .....	64
<i>Figura 19: Carencia de rigidez lateral en las direcciones a los pórticos.</i> .....	64
<i>Figura 20: Puertas y vetanas en mal estado</i> .....	65
<i>Figura 21: Pintura desgastada</i> .....	66

<i>Figura 22: Carencia de rigidez lateral en las direcciones al pórtico .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 23: Fisuramiento.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 24: Pintura desgastada.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 25: Agrietamiento .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 26: Colocación de la muestra al horno. ....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 27: Tamizado de las muestras.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 28: Peso en seco.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 29: Ensayos de Límites de consistencia.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 30: Ensayos de Límites de consistencia.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 31: Calicata a cielo abierto. ....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 32: Medida de profundidad de calicata. ....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 33 : Calicata a cielo abierto .....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 34: Estratos de Muestra .....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 35: Calicata a cielo abierto .....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 36: Identificación de estrato .....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 37: Ensayos Granulométrico .....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 38: Tamizado .....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 39: Cuarteo de muestra .....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 40: Ensayo de Consistencia.....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 41: Ensayo de Consistencia.....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 42: Rotura de núcleo de diamantina.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 43: Núcleos de Diamantina .....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 44: Cargas. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>148</i>

<b>Figura 45:</b> Espectro de Pseudoaceleraciones .....	151
<b>Figura 46:</b> Modelamiento 1 bloque .....	152
<b>Figura 47:</b> Modelamiento 2 bloque .....	153
<b>Figura 48:</b> Masas aprticipativas.....	154
<b>Figura 49:</b> Cargas Vivas.....	157
<b>Figura 50:</b> Carga viva en losa inclinada en el primer módulo de techo a dos aguas.....	158
<b>Figura 51:</b> Espectro de pseudoaceleraciones.....	161
<b>Figura 52:</b> Modelamiento primer módulo .....	163
<b>Figura 53:</b> Masa participativa.....	163
<b>Figura 54:</b> Modelamiento segundo módulo.....	164
<b>Figura 55:</b> Masa participativa.....	164
<b>Figura 56:</b> Modelamiento Módulo 3.....	165
<b>Figura 57:</b> Masa Participativa .....	165
<b>Figura 58:</b> Modelamiento 4 modulo .....	166
<b>Figura 59:</b> Masa participativa.....	166
<b>Figura 60:</b> Carga viva en losa inclinada en techo a dos aguas .....	170
<b>Figura 61:</b> Modelamiento bloque –Aulas primaria.....	174
<b>Figura 62:</b> Masa Participativa .....	174
<b>Figura 63:</b> Modelamiento Aulas Laboratorio-Dirección .....	175
<b>Figura 64:</b> Masa Participativa .....	175
<b>Figura 65:</b> Aulas secundarias.....	176
<b>Figura 66:</b> Modelamiento- Aulas secundarias .....	176
<b>Figura 67:</b> Laboratorio -Dirección .....	182

<i>Figura 68: Modelamiento Aulas</i> .....	183
<i>Figura 69: Masas participativas</i> .....	184

## **I. Introducción**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **1.1.1 Nivel Internacional**

Se afirma que en Himalaya alrededor de 63.87% de escuelas estatales de esta provincia se encuentran ubicados en zonas altamente sísmicas; clasificados como Zona V y Zona IV en el Mapa de Zonificación de Terremotos de India; además se revela que el 78.51% no podrá funcionar inmediatamente después de un sismo **(Rautela, et al., 2020)**.

Hasta mediados del año 2003, las dos terceras partes del territorio italiano no eran considerados por ninguna zonificación sísmica, por tal motivo, el estado procedió a la clasificación del 80% de infraestructuras educativas de nivel básico, según su año de construcción, esto fue fundamental para entender si las escuelas fueron diseñadas para soportar eventos sísmicos. El mayor porcentaje de edificios escolares fueron construidos después de 1976 (31.5%). Por lo que en su mayoría los daños reportados en este tipo de infraestructura son datos relacionados con el mal comportamiento estructural **(Perrone, et al., 2020)**.

Irán es uno de los lugares más vulnerables en lo que respecta a eventos sísmicos, ocupa el séptimo lugar en Asia, el terremoto del 2002 de Avaj, Irán; destruyó aldeas completas teniendo como principal factor negativo el colapso de sus estructuras y esto se debe a que la construcción que realizaron no tuvo efectos constructivos efectivos, esto se debió a que los suelos en las zonas son considerados inestables, no poseen capacidad soporte para edificaciones de gran envergadura **(Einali, et al., 2020)**.

Según estudios las pérdidas de gran magnitud que son a causa por anteriores eventos sísmicos, afecto mucho más a las edificaciones, puesto que el aumento de los niveles de intensidad del movimiento del suelo suma una demanda sísmica anual impuesta a edificaciones,

posteriormente a estructuras individuales y no estructurales, teniendo como conclusión que el conjunto de mayores pérdidas estimadas son mayormente a un nivel alto de estructuras por daños sufridos durante eventos sísmicos (**Cardone, et al., 2019**).

Oklahoma presenta a escala de Richert un aumentó de 41 en 2010 a 903 en 2015, por esta razón más del 75% del daño en las infraestructuras son consecuencia a construcciones vulnerables ante terremotos, agregando también a este problema las aguas residuales masivas que presenta esta zona (**Ng'ombe & Boyer, 2019**).

Sri Lanka se considera actualmente como un país frente a amenazas sísmicas y se asegura que las causas de muertes por este factor son por derrumbes total de infraestructuras lo que son causados por terremotos, esto es debido a métodos inadecuados para la construcción y mantenimientos de edificaciones las cuales colapsan en eventos sísmicos, considerándolos vulnerables e inadecuados por el nivel estructural que deja los terremotos después de haber ocurrido (**De Silva, et al., 2018**).

Tras el sismo del 19 de setiembre del 2017 en la ciudad de México, se pudo identificar en zonas específicas como Lomas, daños en la parte estructural, fallas de varios tipos y la mala estructuración de las edificaciones, causa de esto es que no cuentan con los elementos mínimos para resistir las cargas generadas por un evento sísmico (**Pérez-Gavilán, et al., 2018**).

Irán al estar ubicado en una zona de colisión activa entre las placas tectónicas de Eurasia y Arabia, se han presentado 46 terremotos ocurridos durante el período entre los años 1900 y 2014, por lo cual es un país que sufre riesgos asociados con frecuentes terremotos destructivos, presentando problemas de superficie, afectando a edificios de gran altura los cuales colapsaron debido a desplazamientos horizontales y verticales en sus estructuras (**Ghassemi, 2016**).

Después del terremoto de 6,3 Mw ocurrido el 6 de octubre de 2008 en el sur del condado de Damxung dentro de Yangi, de intensidad IX; afirma que la mayoría de estructuras construidas por mampostería eran insuficientes para la resistencia a terremotos, pocos solo quedaron con fisuras y grietas, por lo cual se comprobó la inestabilidad de los muros, además de efectos negativos en la superficie de los suelos. Se terminó por clasificar a los edificios como daños severos y moderados, principalmente por edificios de mamposterías los cuales en gran parte colapsaron en su totalidad (**Wu, et al., 2011**).

### ***1.1.2. Nivel Nacional***

Después del terremoto del 15 de agosto del 2007 las zonas de alto peligro sísmico y futura ocurrencia de desastres con posibles colapsos de edificaciones se localiza en las ciudades de Ica, Chincha, Lima, Trujillo y Chiclayo esto debido a la mayor concentración de carga de edificaciones con un negativo sistema de construcción convirtiéndolas en estructura vulnerables frente a estos desastres (**Ocola, 2019**).

El 24 de noviembre de 2015 ocurrieron dos eventos sísmicos de Magnitud Mw 7.5 y Mw 7.6 a 5 minutos en profundidad > 600 km bajo limite Perú- Brasil, teniendo como consecuencia la evidencia de fallas en la infraestructura de las edificaciones cercanas, así como daño en la superficie relación: suelo-cimentación, convirtiéndola en vulnerables e inestables para posteriores colapsos frente a futuras amenazas sísmicas (**Ruiz, et al., 2017**).

En Perú los eventos sísmicos se repetirán y con ello colapsos de innumerables edificaciones, a causa de que las ciudades urbanas han incrementado considerablemente sobre zonas donde el suelo no es considerado bueno o la topografía no es la adecuada, lo que conlleva a que cualquier tipo de edificación no cumpla con su funcionamiento estructural y sea vulnerable ante cualquier evento sísmico de gran magnitud (**Tavera, 2014**).

En 2007 en Perú se presentó un terremoto de gran magnitud, y consecuencia grave de este evento numerosas estructuras hechas de mampostería y adobe colapsaron, así mismo diferentes edificios fueron severamente dañados por el asentamiento debido a la licuefacción. El problema que se identificó abarca a las columnas sobrecargadas las cuales influyen significativamente en la demanda sísmica de la estructura, también se referencio el mal funcionamiento de estribos en las columnas de algunas edificaciones (**Kwon & Kim, 2010**).

El día 15 de agosto del año 2007 en Perú se produjo un evento de desastre sísmico con magnitud 8.1 a de 100 km de la costa peruana, por lo que más del 20 % de los edificios públicos, posterior a esto se clasificaron como estructuras con riesgo severo a colapso total o parcial (es decir 49 locales), teniendo cifras como las de Cercado de Lima, donde 89 de las sus estructuras fueron consideradas vulnerables y propensas a colapso y 87 como riesgo medio (**Robert & D'Ercole, 2009**).

Tras ocurrido el terremoto en Perú en 2007 se evidencio los errores cometidos en las construcciones de edificaciones en albañilería, los cuales por consecuencia produjeron daños catalogados desde leves hasta estados de colapso total, por ello las estructuras de centros educativos se vieron frágiles, fallas en las vigas de cimentación, y los pabellones quedaron inutilizables después (San Bartolomé, 2007) .

### ***1.1.3. Nivel Local***

Chiclayo al tener mayor concentración de usuarios que permanecen por lapsos de tiempo prolongado en los centros educativos, y por el hecho de que alguna de ellas no está estructuralmente adecuada no permitan brindar seguridad en momentos de emergencia o desastres, lo que incluye la de vida de las personas (**Industria, 2019**).

Chiclayo, teniendo 2342 edificaciones de las cuales 936 son de albañilería; representan el 70% vulnerabilidad media a alta, lo que conlleva a que en su totalidad de presentarse eventos sísmicos de gran magnitud estas edificaciones sufrirían un daño severo más de la mitad es decir 43,47% los cuales requerirían demolición total (**Olarte, et al., 2008**).

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.2. Nivel Internacional**

(**Kassem, et al., 2020**) En la investigación titulada “The efficiency of an improved seismic vulnerability index under strong ground motions” Tuvo como objeto de estudio el edificio .de un hospital dañado durante el terremoto de Ranau en Malasia con intensidad (VIII), aplicando un índice empírico mejorado de vulnerabilidad sísmica, comparando así valores de SVI (en campo) y SVI (obtenidos del análisis estático no lineal), se verificó mediante curvas de fragilidad y arrojó resultados de colapso para los parámetros, y grados de daño medio.

(**Zora-Mejia & Acevedo-Jaramillo, 2019**) En la investigación titulada “Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia”. Tiene como objeto de estudio 82 estructuras pertenecientes a 30 instituciones educativas, se procedió a identificar una evaluación de vulnerabilidad sísmica detallada. Para ello su metodología de estudio fue el I.P. propuesto por Hassan y Sözen (1997), clasificándose así por 3 tipos de daños. Teniendo como resultado que de 82 estructuras 49 (61 %) de ellas pueden sufrir daño severo colapso. Concluye que el método aplicado no es satisfactorio en su totalidad, ya que este no puede identificar la existencia de las columnas corta.

(**Peña, et al., 2020**) En la investigación titulada “Implementation of seismic assessment of schools in El Salvador”, el objeto de estudio es evaluar 100 escuelas en el Salvador en caso de terremoto, aplicando el método VISUS, en un total de 300 edificios y 494 unidades

estructurales, de los cuales de acuerdo a su localización el 44 % de complejos escolares analizados se encuentran en un sitio adecuado, el 40% se encuentran en zonas propensas a terremotos y el 16% en zonas inadecuadas (deslizamiento de tierra o cerca de una falla sísmica), por otro lado el 19% de escuelas presentan problemas estructurales (daños locales en columnas cortas), concluyendo a que el método tuvo resultados claros y efectivos.

**(Zhou, et al., 2020)** En la investigación titulada “Research on seismic vulnerability of buildings and risk of seismic disasters: a case study in Yancheng, China” Como objeto de estudio tiene estructurales típicos de 3 niveles, así mismo evaluó el valor de índice de vulnerabilidad del primer y segundo nivel, para finalmente determinar la distribución de riesgo sísmico en el área. Teniendo como resultado que las principales áreas urbanas de 9 condados, como Yandu, el distrito de Tinghu y el Condado de Xiangshui, presenta vulnerabilidad sísmica en los edificios de mampostería, esto se debe a que hay una gran proporción de edificios con estructuras que no cumplen la necesidad de resistir cargas sísmicas.

**(O'Reilly, et al., 2018)** En la investigación titulada “Seismic assessment and loss estimation of existing school buildings in Italy” se aplicó un estudio de caso que cuantifica la seguridad de colapso para tres edificios escolares representativos italianos. El método que se aplica es EAL italiano, proporciona el estado de vulnerabilidad sísmica de estos mismos, tanto en pérdidas por daños estructurales y no estructurales. Como resultado los valores encontrados recalcan la vulnerabilidad existente, teniendo como 70% daños estructurales.

**(De Silva, et al., 2018)** En la investigación titulada “Assessment Method for Seismic Vulnerability of Old Masonry Buildings in Sri Lanka” El objeto de estudio fueron edificios escolares, hospitalarios y residenciales de la región Sri Lanka, se evaluó el estado de los edificios de mampostería para identificar y clasificar mediante sistema experto de Sri Lanka el

nivel de daño, que clasifica a la edificación como  $S = 0.25$  se encuentra como límite y  $S < 0.25$  indica una alta vulnerabilidad, se descubrió así que las edificaciones residenciales en un 70% del conjunto seleccionado está en peligro sísmico ya que las están por debajo de 0.25 y los edificios escolares y hospitalarios se clasifican en grado 3 ( $0.25 < S < 0.68$ ) confirmando así que las estructuras no son lo suficientemente resistentes para soportar cargas sísmicas.

**(Pizarro & Agüera, 2016)** En la investigación titulada “Vulnerabilidad sísmica de edificios educacionales en la zona de elevado riesgo sísmico de la provincia de Mendoza, Argentina-Una Propuesta Metodológica” aspira como objetivo brindar un análisis de la vulnerabilidad sísmica que pueda resultar ser ágil, certero y económicamente aceptable, para que así pueda permitir controlar la seguridad estructural y no estructural sismo resistente de los centros educativos, para esta investigación se usó el método G.N.D.T., el cual toma como 11 parámetros específicos para poder clasificar según las condiciones de las construcciones. La investigación concluyó analizando que el método que se propone clasificó de acuerdo a parámetros.

**(Gulfo y Serna, 2015)** En la investigación titulada “Vulnerabilidad Sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot-Cundinamarca-Colombia”, se optó por 36 instituciones educativas como objeto de estudio; se evaluó cualitativamente las estructuras, por ello se efectuó una caracterización y una modelación numérica de las edificaciones, determinación de índices de sobrefuerzos y flexibilidad, así mismo la calificación de la vulnerabilidad de la estructura, llegando a la conclusión que la tipología general de las estructuras (un piso) marcó la tendencia hacia una vulnerabilidad baja (66.83%), correspondientes a un desempeño estructural adecuado ya que pudo encontrarse en un rango elástico adecuado.

**(Clementi, et al., 2015)** En la investigación titulada “Post-World War II Italian school buildings: typical and specific seismic vulnerabilities” tuvo como objeto de estudio las escuelas típicas italianas posteriores a la Segunda Guerra Mundial, por lo que hicieron los análisis dinámicos no lineales y de empuje tomando en cuenta cuatro modelos diferentes, teniendo como resultado que las estructuras presenta vulnerabilidades tipológicas, como lo son amplios atrios, escaleras excéntricas e irregularidades que afectan al comportamiento sismo resistente.

**(Hancilar, et al., 2014)** En la investigación titulada “Earthquake vulnerability of school buildings: Probabilistic structural fragility analyses” Evalúa la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de fragilidad estructural de los edificios escolares públicos de 4 pisos ubicados en Estambul, aplicando una propuesta probalística para determinar los valores de desviación media y estándar de las funciones de fragilidad, como resultado de esta propuesta de análisis probalística tenemos que causan un problema de variación lateral en la función de fragilidad, lo que recomienda el mejor ajuste de log normal curva para completar el daño de niveles de piso en valores medios realistas o no realistas.

**(Tavares Miranda & Pereira de Araújo, 2011)** En la investigación titulada “Aplicação do Método de Hirosawa Adaptado à Realidade Brasileira em uma Estrutura com um Grau de Liberdade”. Tuvo por objeto reducir el daño causado a las nuevas estructuras habituales por los sismos, teniendo en cuenta que la mayoría de los edificios existentes en Brasil se construyeron por la Norma NBR 15421 en 2006. Entre los métodos usados de evaluación, está el Método Hirosawa, lo cual se estudió el rendimiento sísmico estructural que se encuentra en la resistencia y ductilidad de la estructura, el deterioro estructural, también se añadió estudios geotécnicos y topográficos para la importancia de la construcción. Resultando que el Método

Hirosawa se adaptó a la realidad constructiva brasileña considerando los parámetros de NBR 15421.

**(López, y otros, 2010)** En la investigación “Evaluación sismo resistente de edificios escolares en Venezuela” tuvo como objeto de estudio evaluar y así mismo reducir el riesgo sísmico de las escuelas actuales en Venezuela. El 70 % de aproximadamente de 28.000 planteles educativos se encuentran en zonas sísmicas. El 46 % de 18.685 fueron construidos con normas antiguas para estimar la vulnerabilidad sísmica de los edificios escolares se adoptó por una distribución log normal para describir la curva de fragilidad. Teniendo como resultado de 131 edificios educativos 10 estimaron valores de amortiguamiento entre 2 y 10 % y  $f_m$  varían entre 5,4 y 7,9 Hz, por lo cual se ponen en descubierto la necesidad de reforzar las estructuras existentes.

### ***1.2.3. Nivel Nacional***

**(Soto Raico, 2018)** En la investigación titulada “Comparación de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y demanda- resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – Baños del Inca”, el objeto de estudio fue el colegio “Andrés Avelino Cáceres”. Los métodos usados fueron; el FEMA 154 se enfocó en examinar la estructura, el Método Hirosawa evaluó mediante dos parámetros el ( $I_s$ ) y el ( $I_{so}$ ) donde  $I_s > I_{so}$  es adecuada y por ultimo método de Demanda, comparó la resistencia de la estructura. Como resultado se tuvo que para FEMA 154 arrojó un nivel de puntuación 4, Hirosawa obtuvo que el  $I_s = 0.41 > I_{so} = 0.16$ , y por el ultimo método de demanda determinó que el esfuerzo estructural es menor. Concluyendo que el método que se ajustó es Demanda-Resistencia, obteniendo resultados satisfactorios.

**(Cucho Salinas & Nuñez Cusma, 2018)** En la investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica

del Hospital Regional de Lambayeque” El fin de esta investigación es analizar la seguridad sísmica del hospital, aplicando el método Hirosawa el cual sirvió para evaluar la vulnerabilidad estructural. Resultando que ésta investigación indicó que el hospital resulta ser inseguro tanto en sentido “X” como “Y”, así como vulnerable ante sismos tanto cualitativamente como cuantitativamente, por lo que se sugirió un reforzamiento estructural.

**(Mattos Castro, 2014)** En la investigación titulada “Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio municipal del distrito de Río Negro a través del método de Hirosawa” Este edificio fue construido en 3 etapas, lo cual generó irregularidades estructurales y continuadas. Se identificaron deformaciones y grietas en los elementos estructurales. Se realizó el diseño de los índices Eo, Sd, T y Is, para contrastarlo con el Iso del Método Hirosawa en sus dos niveles. Se concluyó que ante esta evaluación y comparación del Iso con el Índice Estructural de Capacidad Sísmica, resulta que el edificio municipal es vulnerable ante un evento sísmico.

#### ***1.2.4. Nivel Local***

**(Villar y Aguirre, 2019)** En la investigación titulada “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Hirosawa en la institución Educativa Elvira García y García- Chiclayo-Perú”, se tuvo como objeto 18 módulos de la institución educativa, considerando los conceptos como el comportamiento estructural, así como el deterioro de la edificación analizada y también las condiciones existentes del terreno. La metodología que se aplica es Hirosawa. teniendo como resultado 4 módulos vulnerables e inseguros, también se determinó modelando en softwares que 6 módulos no cumplen con la Norma E.030 2018. Resultando que la Institución es vulnerable frente a eventos sísmicos.

**(Calle Nizama, 2017)** En la investigación titulada “Vulnerabilidad Estructural De La I.E. N° 10024 “Nuestra Señora De Fátima” Los módulos que se construyó en el año 1950, se

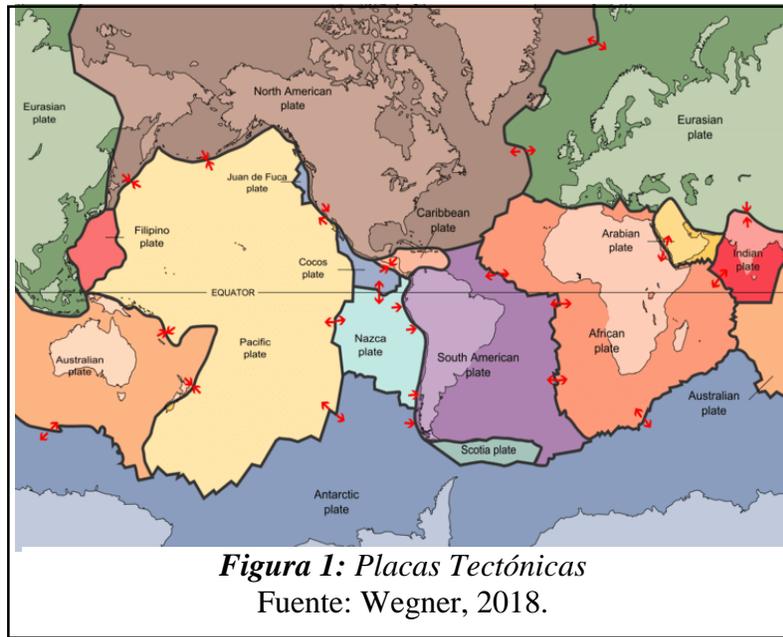
caracteriza por llegar a tener un peligro debido a la elevada posibilidad de derrumbe durante y después de un fuerte evento sísmico. Sin embargo, para los módulos del año 2001 son estructuras que presentan una resistencia y rigidez apropiada que son aptos para un evento sísmico.

**(Ramírez y Salazar, 2015)** En su investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos públicos y privados del distrito de La Victoria” tiene como objeto de estudio las instituciones educativas de la victoria, este tipo de edificaciones se categorizan por ser esenciales según la Norma E.030. debido a la alta concentración de usuarios durante tiempos prolongados, además de servir como refugio ante desastres. Para esta evaluación se optó por la Metodología del FEMA-USA, teniendo en cuenta aspectos como aplicación y adaptación que considera distintos niveles de desempeño estructural.

### **1.3. Teorías Relacionadas al tema**

#### ***1.3.2. Sismicidad en el Perú***

Los sismos son liberaciones de energías súbitas los cuales se originan bajo la corteza terrestre ocasionando sacudimiento del suelo. En territorio peruano los sismos se producen debido al proceso de subducción que representa la placa Nazca bajo la placa Sudamericana (Velázquez, 2006).



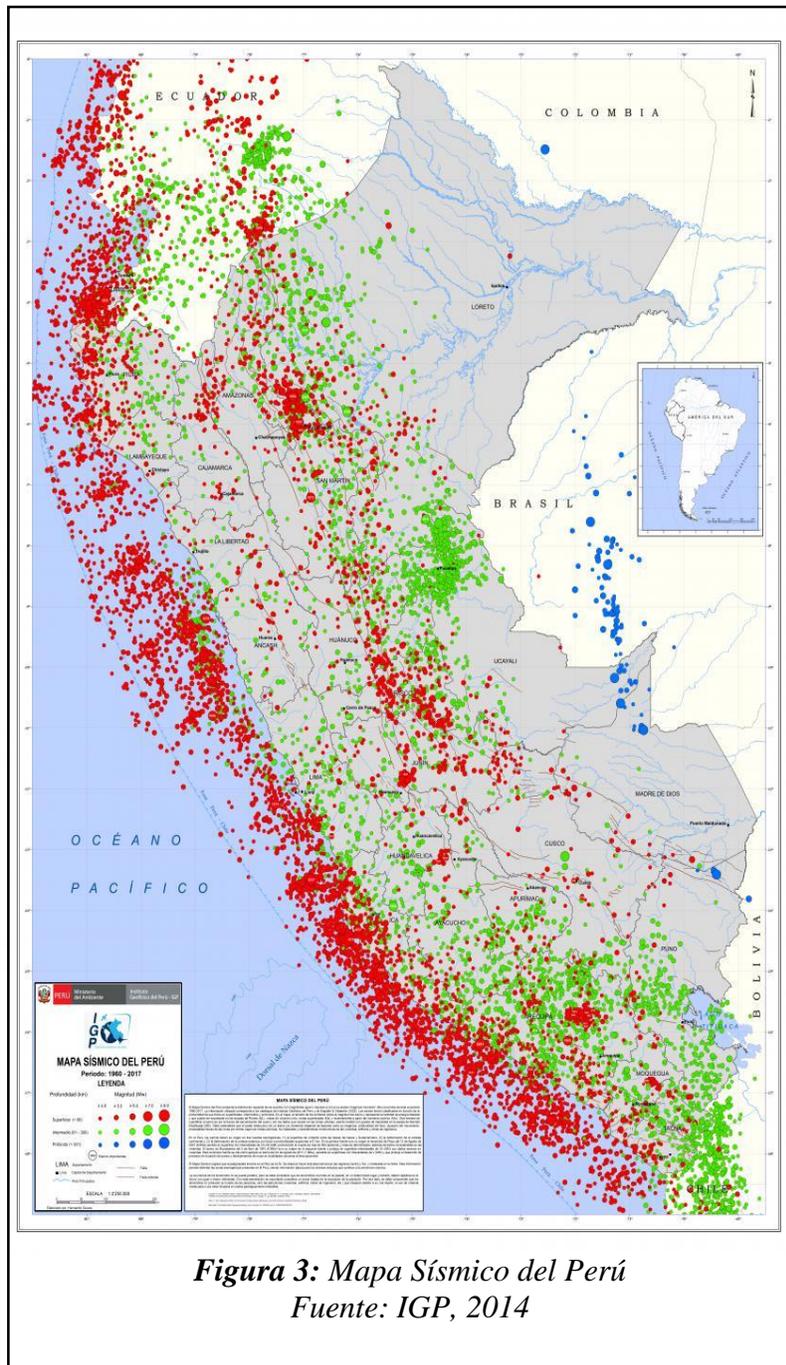
“El Perú es una región de alta actividad sísmica, y está expuesto al peligro de pérdidas de vidas humanas y materiales se produce por interacción de las placas Sudamericana y de Nazca” (Cárdenas, 2008, p.143)

Por causa de la relación que tiene la placa de Nazca bajo la placa de Sudamericana con una velocidad de 8 a 10 cm por año se produce la mayor parte de acción sísmica en Perú. (Tavera, 2005, p.3)

“Es uno de los más enérgicos y activos en el margen continental oeste de Sudamérica y de los bordes de placa el mayor en la Tierra. Como resultado de este proceso se ha formado la Cordillera de los Andes en diferentes etapas orogénicas” (Tavera, 2005, p. 3).



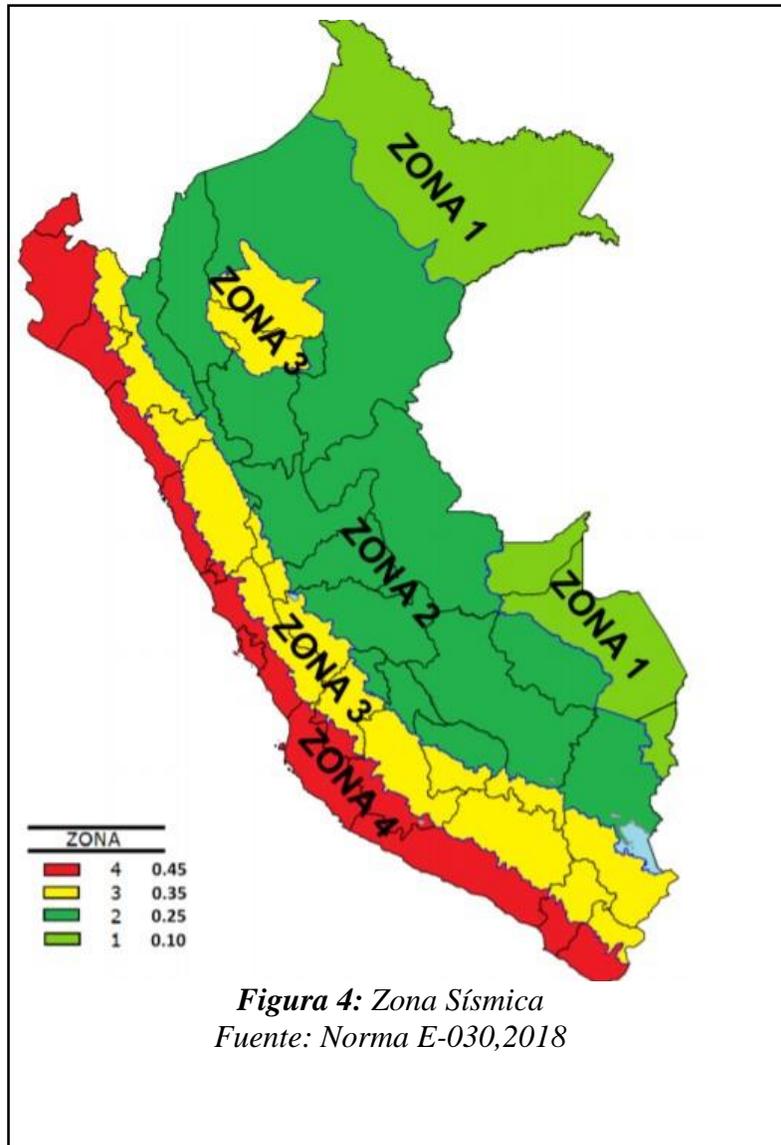
El instituto Geofísico del Perú (2014), afirma que la deformación de la corteza a niveles superficiales y a la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera, permitió clasificar tres principales fuentes sismo génicas



*Figura 3: Mapa Sísmico del Perú  
 Fuente: IGP, 2014*

La Norma E-030 (2018), el territorio de Perú está clasificado por 4 zonas sísmicas, de acuerdo a su división espacial de sismicidad y características generales de los acontecimientos telúricos.

En la Norma E-030 (2018), se consigna un coeficiente Z a cada una de las zonas como se señala en la Tabla N° 1. El factor se expone como la máxima aceleración horizontal del suelo rígido siendo probable en un 10 % que sea superada dentro de 50 años. El coeficiente Z es una parte de la aceleración de la gravedad (g).



**Tabla 1**  
*Factores de Zona*

ZONA	FACTORES DE ZONA “Z”
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

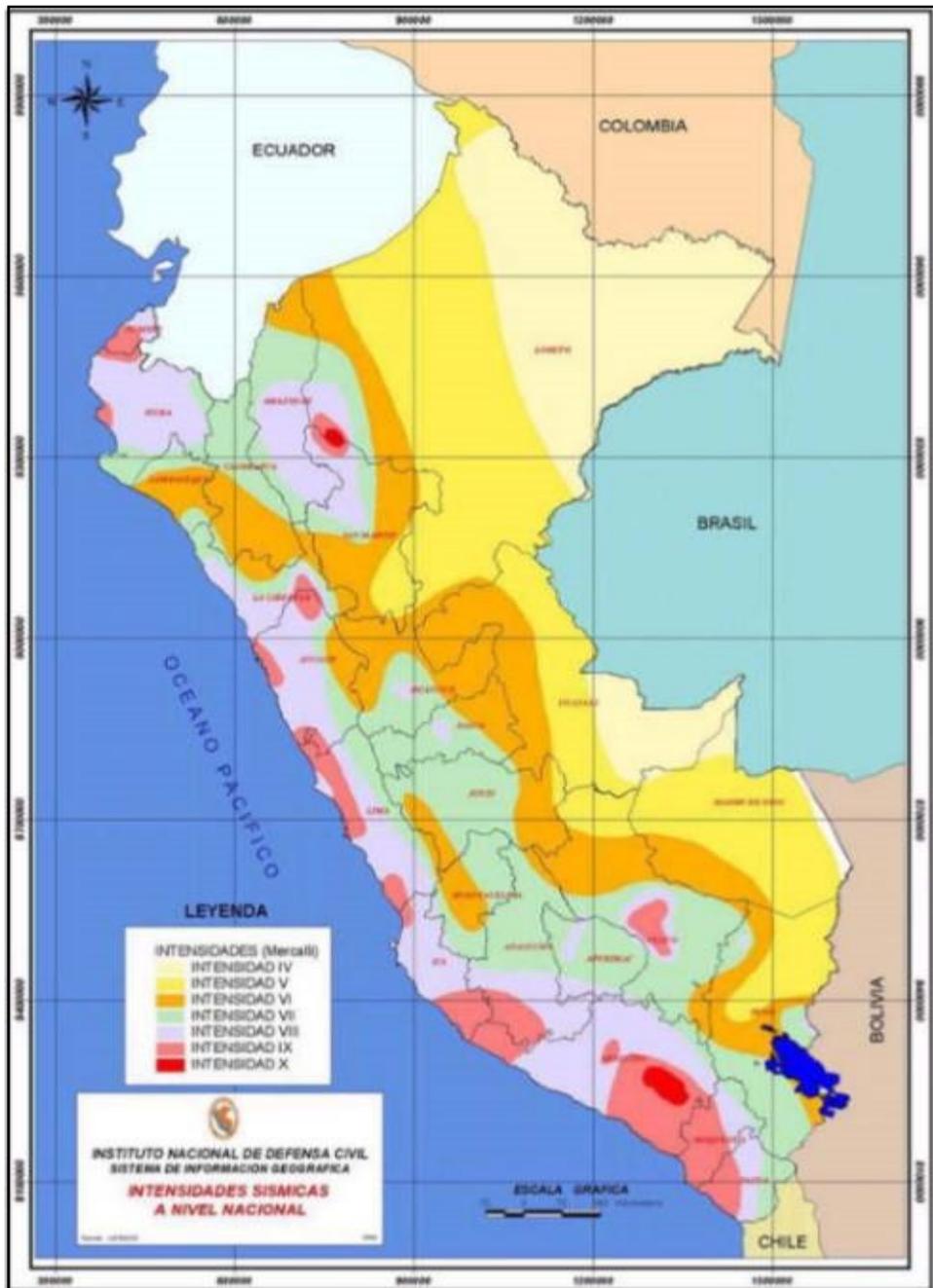
Fuente: Norma E-030, 2018

### **1.3.3. Sismicidad en Lambayeque**

(INDECI,2003), Hace referencia que Lambayeque se encuentra en la nombrada zona de subducción del Pacífico, donde mayormente ocurren movimientos de la corteza terrestre, ocasionando actividades sísmicas de gran envergadura.

Se clasificó al departamento de Lambayeque como zona IV dentro del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, por haber tenido importantes eventos sísmicos. **(INDECI, 2003, p.82)**

(INDECI, 2003), El distrito de Chiclayo según el mapa de intensidades sísmicas en todo el Perú se encuentra en intensidad VI según Mercalli.



*Figura 5: Zona Sísmica*  
*Fuente: Norma E-030,2018*

**Tabla 2**  
*Sismos históricos del norte del Perú*

Fecha de evento	Lugar epicentro	Magnitud	Intensidad
<b>23 de marzo 1606</b>	Zaña, Lambayeque	8	
<b>6 de enero de 1725</b>	Huaylas, arrasó el pueblo cerca de Yungay	7	7
<b>2 de septiembre de 1759</b>	Entre Lambayeque y Huamachuco	6.5	6
<b>2 de enero de 1902</b>	Casma y Chimbote, sentido en Chiclayo		
<b>28 de setiembre de 1906</b>	Lambayeque	7	7
<b>20 de Junio de 1907</b>	Chiclayo, Lambayeque	6.75	6
<b>20 de mayo de 1917</b>	Trujillo y Chiclayo	7	6
<b>21 de junio de 1937</b>	Chiclayo, Lambayeque	7	7
<b>8 de mayo de 1951</b>	Chiclayo, Lambayeque		4
<b>12 de diciembre de 1953</b>	Nor oeste del Perú		7
<b>19 de agosto de 1955</b>	Trujillo, se sintió en Chiclayo, Piura y Lima		6
<b>8 de agosto de 1957</b>	Noreste del Perú		6
<b>20 de noviembre de 1960</b>	Costo de Lambayeque	6.75	
<b>3 de febrero de 1969</b>	Chiclayo, Lambayeque	7	7
<b>31 de mayo de 1970</b>	Ancash (viii), se sintió en Chiclayo (vi)	6	8
<b>9 de diciembre de 1970</b>	Nor - oeste del Perú	7.2	8

Fuente: INDECI,2003

**Tabla 3**  
*Sismos en el Departamento de Lambayeque*

SISMO EN LAMBAYEQUE (2010-2018)					
Fecha	Hora	Profundidad	Magnitud	Intensidad	Epicentro
Miércoles 26 de Mayo de 2010	01 horas - 27 minutos (Hora Local)	52 km Profundidad Superficial	3.8 ML	II en Chiclayo	45 km al Nor-Oeste Lambayeque
Lunes 16 de Agosto de 2010	22 horas - 22 minutos (Hora Local)	85 km Profundidad Intermedia	5.0 ML	IV-V en Olmos	44 km al Norte de Olmos, Lambayeque
Sábado 24 de Marzo de 2012	01 horas - 52 minutos (Hora Local)	51 km Profundidad Superficial	4.4 ML	II en Lambayeque, Olmos	54 km al Nor-Oeste de Lambayeque

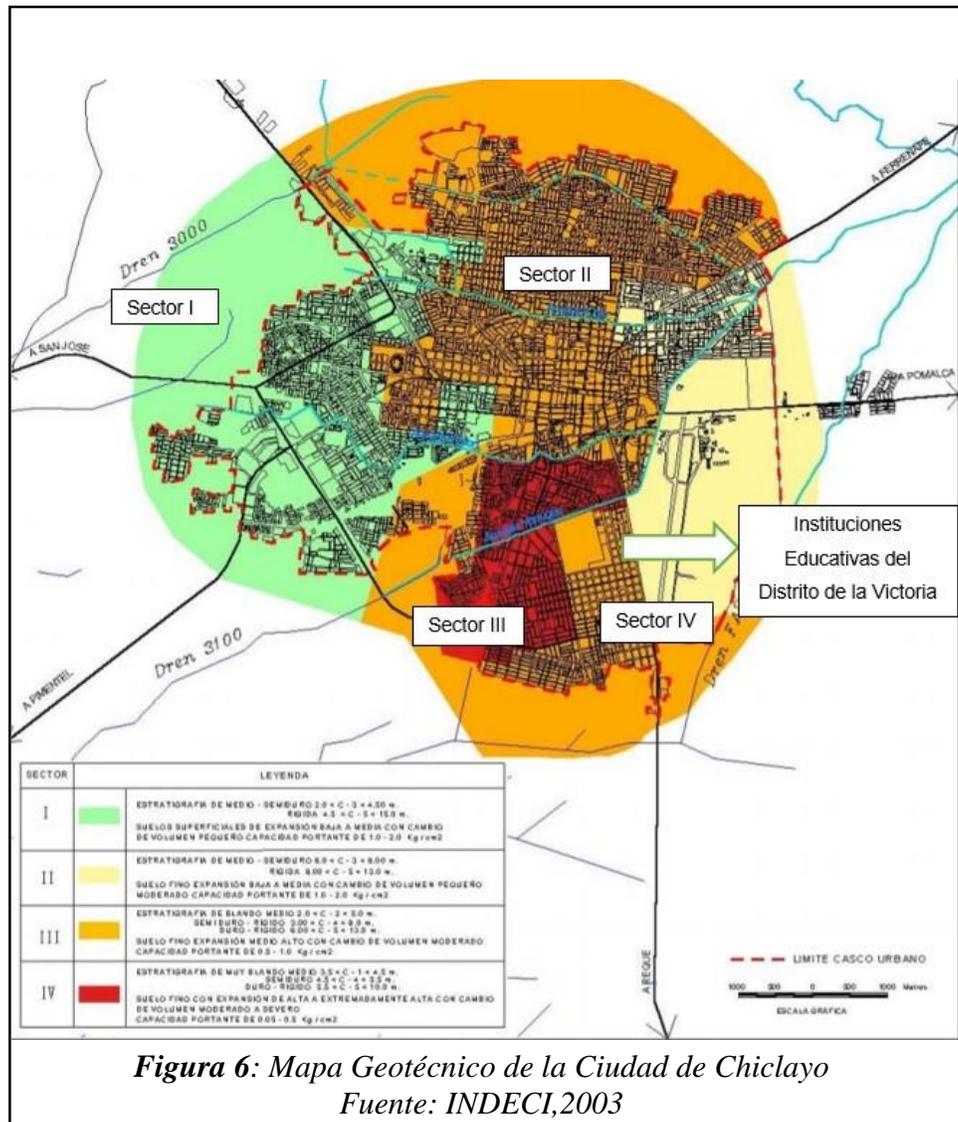
Viernes 07 de Setiembre de 2012	07 horas – 26 minutos (Hora Local)	53 km Profundidad Superficial	4.4 ML	IV en Olmos; II-III en Chiclayo	28 km al SO de Olmos
Viernes 19 de Octubre de 2012	10 horas – 42 minutos (Hora Local)	30 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Chiclayo	88 km al SO de Chiclayo
Domingo 16 de Diciembre de 2012	20 horas – 18 minutos (Hora Local)	38 km Profundidad Superficial	4.6 ML	III-IV en Islas Lobos de Afuera II en Pimentel	103 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo
Lunes 8 de Abril del 2013	19 horas – 32 minutos (Hora Local)	55 km Profundidad Superficial	4.4 ML	II en Olmos	74 km al Oeste de Olmos, Lambayeque
Domingo 11 de Agosto del 2013	21 horas 27 minutos (Hora Local)	58 km Profundidad Superficial	4.5 ML	III en Olmos	46 km al SO de Olmos, Lambayeque
Sábado 17 de Agosto del 2013	08 horas 29 minutos (Hora Local)	30 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Pimentel	139 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo
Jueves 14 de noviembre del 2013	10 horas 02 minutos (Hora Local)	60 km Profundidad Superficial	5.2 ML	IV en Olmos	42 km al O-NO de Olmos, Lambayeque
Martes 19 de noviembre del 2013	09 horas 30 minutos (Hora Local)	51 km Profundidad Superficial	4.2 ML	II en Olmos	36 km al Oeste de Olmos, Lambayeque
Domingo 17 de mayo del 2015	06 horas – 01 minutos (Hora Local)	34 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Pimentel	62 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo
Miércoles 24 de junio del 2015	22 horas – 07 minutos (Hora Local)	22 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Pimentel	73 km al O-NO de Pimentel, Chiclayo
Lunes 06 de julio del 2015	06 horas – 17 minutos (Hora Local)	17 km Profundidad Superficial	4.9 ML	III-IV en Pimentel	93 km al Oeste-SO de Pimentel, Chiclayo
Domingo 13 de septiembre del 2015	13 horas – 12 minutos (Hora Local)	38 km Profundidad Superficial	4.6 ML	II-III en Olmos	60 km al SE de Sechura, Sechura

Viernes 20 de noviembre del 2015	16 horas – 28 minutos (Hora Local)	32 km Profundidad Superficial	4.6 ML	IV Pinchollo	en	78 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo
04 de Octubre del 2016			4 ML			40 km al Oeste de Olmos, Lambayeque
domingo 16 de Octubre del 2016	08 horas – 04 minutos	14 km Profundidad Superficial	5.3 ML	III-IV Pimentel	en	48 km al SO de Pimentel, Chiclayo
11 de Junio del 2016			4.2 ML			31 km al SO de Olmos, Lambayeque
22 de setiembre del 2017	02 horas – 19 minutos (Hora Local)	29 km Profundidad Superficial	4.2 ML			70 km del balneario de pimentel, Chiclayo
Jueves 16 de noviembre del 2017	19 horas – 33 minutos (Hora Local)	29 km Profundidad Superficial	4.7 ML	II en Chiclayo		II en Chiclayo
Martes 26 de diciembre del 2017	13 horas – 47 minutos (Hora Local)	108 km Evento de Foco Intermedio	4.8 ML	III Lambayeque	en	34 km al NE de Olmos, Lambayeque
Sabado 10 de febrero del 2018	12 horas – 54 minutos (Hora Local)	33 km Profundidad Superficial	4.1 ML	II en Chiclayo		83 km al SO de Chiclayo

Fuente: INDECI, 2003

#### ***1.3.4. Características geotécnicas de Chiclayo***

En la Tesis Microzonificación de la ciudad de Chiclayo y zonas de Expansión para la Reducción de Desastres-200 se determinó 4 sectores en la ciudad de Chiclayo. El distrito de la Victoria, el cual es nuestra área de estudio, se encuentra ubicada en el sector III y sector IV.



**Figura 6:** Mapa Geotécnico de la Ciudad de Chiclayo  
Fuente: INDECI, 2003

### 1.3.5. Vulnerabilidad Sísmica

Los autores definen en su investigación que el término de vulnerabilidad sísmica se relaciona con el daño que sufre las estructuras ante la presencia de eventos sísmicos. Afirman también que una estructura es vulnerable por no cumplir parámetros de diseño sismo resistente que indican la norma actual, así mismo al realizar una evaluación de una edificación se puede llegar a la conclusión clasificando a una estructura vulnerable o no ante un evento sísmico. (Picón y Vargas, 2011).

La vulnerabilidad sísmica es el grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. (Vizconde, 2004, p.37)

“El nivel de vulnerabilidad está regido por parámetros como el tipo de irregularidad estructural (planta o elevación), tipo de sistema resistente, influencia del terreno, estado de conservación, entre otros”. (Bonett, 2003, p10)

#### **1.3.5.1. Vulnerabilidad estructural**

Son daños en columnas, como fallas por esfuerzos de flexo compresión (pandeo de barras longitudinales y aplastamiento de la sección de concreto), grietas en dirección vertical y diagonal estas últimas provocadas por esfuerzos de cortante, así mismo los elementos horizontales como vigas, presentarán grietas en dirección diagonal y fallas en el acero de confinamiento, falla en el acero longitudinal y aplastamiento en el concreto producto de los esfuerzos por flexión causados por acciones sísmica. (Gonzales, 2017)

#### **1.3.5.2. Vulnerabilidad no estructural**

Se hace referencia a aquellos componentes de la edificación que están unidas a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, entre otros), y cumplen funciones esenciales en el edificio (gasfitería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas), o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos mecánicos muebles); agrupándolas en tres categorías: arquitectónicas, instalaciones y equipos. (Ramírez y Salazar, 2015)

#### **1.3.5.3. Metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica**

(Cárdenas, 2008) enuncia que “para la realización de un análisis de vulnerabilidad de una edificación se debe tener conocimiento de su demanda de carga y de su resistencia en servicio” (p. 93)

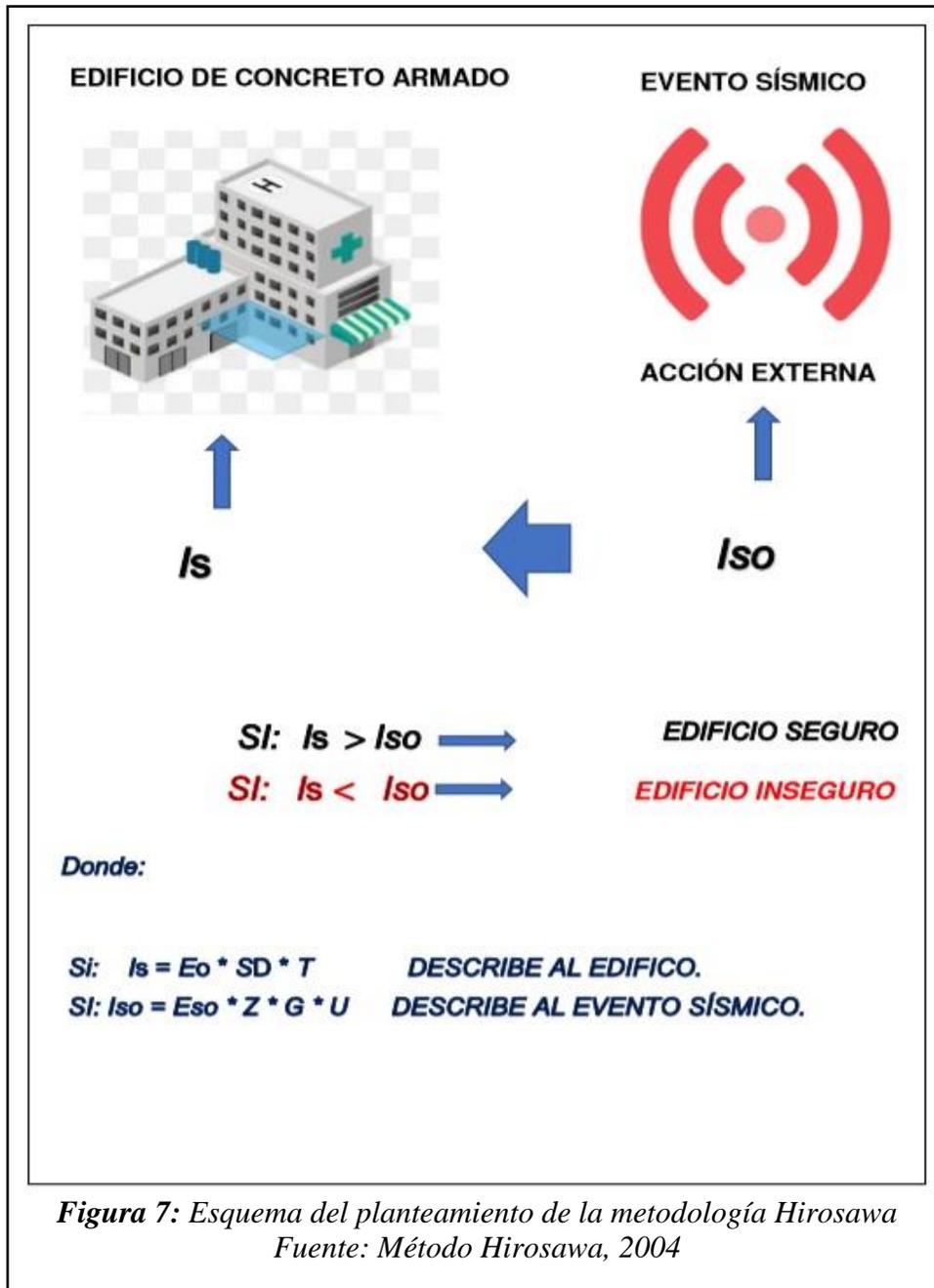
### **1.3.6. Método de Hirosawa**

Este método es utilizado en Japón oficialmente por el Ministerio de Construcción para la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de hormigón armado, así mismo el método sugiere tres niveles de análisis basándose en el comportamiento sísmico de cada piso en direcciones principales de la estructura de la edificación (Iglesias,1986)

El método, según Iglesias (1986) “fue propuesto originalmente para edificios de concreto armado de altura media existentes o dañados, del orden de seis a ocho pisos estructurados con muros o pórticos. Recientemente, el método se ha aplicado a edificios mixtos de hormigón armado y albañilería” (p.120).

La vulnerabilidad estructural se rige tomando en cuenta:

- Si  $I_s \geq I_{so}$  se considera con un adecuado comportamiento sísmico frente a un evento sísmico.
- Si  $I_s < I_{so}$  se denomina una edificación con un comportamiento inseguro frente a futuras acciones sísmicas.



### 1.3.6.1. Cálculo del $I_s$ (Índice de vulnerabilidad estructural)

Se calcula de la siguiente manera:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Dónde:

- $E_0$  = índice sísmico básico de comportamiento estructural
- $SD$  = índice de configuración estructural
- $T$  = índice de Tiempo de deterioro de la edificación

#### **1.3.6.1.1. Cálculo del Índice de Comportamiento Básico Estructural ( $E_0$ )/**

El índice  $E_0$  es directamente proporcional al coeficiente de resistencia  $C$  multiplicado por el de ductilidad  $F$ .

$$E_0 = \alpha C * F$$

Para calcular el índice  $E_0$ , según la OPS (2004), “cualquier elemento vertical que conforma la estructura resistente a eventos sísmicos deberá encontrarse de una de las siguientes categorías” (p. 141).

$$E_0 = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + 1)} * \{\alpha_1 * C_{mar} + C_{sc} + C_{\alpha} + C_{mar}\} + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c * F$$

Donde:

- $\alpha_i$ : factor de reducción de la capacidad resistente
- $n_p$ : niveles de número pisos o de la edificación.
- $i$ : Piso o nivel a evaluar.
- $C_{mar}$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de albañilería.
- $C_{sc}$ : índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de concreto armado.
- $C_a$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería no reforzada o parcialmente confinada.
- $C_{ma}$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada.
- $C_w$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de concreto armado.
- $\alpha_i$ : factor de reducción de la capacidad resistente

Si

- $F = 1,0$  si los valores de  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son iguales a cero
- $F = 0,8$  si los valores de  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son distintos de cero

**Tabla 4**

*Valores de los coeficientes  $\alpha_1$*

Tipo	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	Módulo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Muros de relleno de mampostería o columnas cortas o muros de mampostería no reforzada y parcialmente confinada controlan la falla.
B	0.0	1.0	0.7	Muros de concreto reforzado controlan la falla.
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de concreto reforzado controlan la falla.

Fuente: Lezama, 2015

El coeficiente  $\frac{(n_p+1)}{(n_p+1)}$  es la correspondencia entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente

de corte de cada nivel  $i$ , cuando estos esfuerzos de corte, en función del peso de la estructura, se encuentran por encima del piso a evaluar.

#### **1.3.6.1.2. Cálculo de Índice de Configuración Estructural (SD)**

“La información para calcular SD se obtiene principalmente de los planos arquitectónicos y se complementa con visitas a terreno” (OPS, 2004, p. 147).

El método de Hirosawa plantea calcular el coeficiente SD, al usar el método de primer orden de análisis de la vulnerabilidad con la siguiente fórmula:

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i$$

$G_i$  y  $R_i$ , son valores que recomienda Hirosawa y se señalan en la siguiente tabla

**Tabla 5**  
Valores de  $G_i$  y  $R_i$

Ítems ( $Q_i$ )	$G_i$			$R_i$
	1.0	0.9	0.8	
Regularidad: $a_i$	Regular (a1)	Mediano (a2)	Regula(a3)	1,0
Relación largo-ancho: $B=n/m$	$B<5$	$5<B<8$	$B>8$	0,5
Contracción de planta $c=d1/d0$	$0,8<c$	$0,5<C<0,8$	$C<0,5$	0,5
Atrio o patio interior	$Rap=0,1$	$0,1<Rap<0,3$	$0,3<Rap$	0,5
Excentricidad de atrio o patio interior	$f1=0,4$ $f2=0,1$	$f1>0,4; 0,1<f2<0,3$	$0,4<f1$	0,25
Subterráneo	$1,0<Ras$	$0,5<Ras<1,0$	$Ras<0,5$	1,0
Junta de dilatación	$0,01<s$	$0,005<s<0,01$	$s<0,005$	0,5
Uniformidad de altura de piso	$0,8<Rh$	$0,7<Rh<0,8$	$Rh<0,7$	0,5

Fuente: Lezama, 2015

### 1.3.6.1.3. Cálculo de Índice de Tiempo de Deterioro ( $T$ )

Este índice cuantifica los efectos que produce el deterioro de la estructura, debido al paso del tiempo o a acciones de sismos pasados, y se calcula de información obtenida de visitas al edificio y de información que el propietario proporcione. (OPS 2004, p.150)

**Tabla 6**  
Valores del índice  $T$  para diferentes causas y tipos de deterioro

Deformación permanente (T1)	
El edificio presenta inclinación debido a asentamientos diferencial.	0.7
El edificio está construido sobre relleno artificial.	0.9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente	0.9

Tiene visible deformación de vigas o columnas.	0.9
No presenta signos de deformación	1.0

---

Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T2)

Característica	T2
Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0.8
Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0,9
Presenta grietas visibles en muros.	0,9
Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0,9
Nada de lo anterior.	1,0

---

Incedios (T3)

Característica	T3
Ha experimentado incendio, pero no fue reparado.	0,7
Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0,8
No ha experimentado incendio.	1,0

---

Incedios (T4)

Característica	T4
Almacena sustancias químicas.	0,8
No contiene sustancias químicas.	1,0

---

Incedios (T5)

Característica	T5
Presenta daño estructural grave.	0,8
Presenta daño estructural fuerte.	0,9
Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1,0

Fuente: Lezama, 2015

**Tabla 7**  
*Clasificación de daños causados por un sismo*

Tipo de daño	Descripción
No estructural	Daños únicamente en elementos no estructurales.
Estructural ligero	Grietas de menos de 0.5 mm de espesor en elementos de concreto armado.
Estructural ligero	Grietas de menos de 3 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural fuerte	Grietas de 0.5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto reforzado.
Estructural fuerte	Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural fuerte	Grietas de más de 1 mm de espesor en elementos de concreto armado.
Estructural fuerte	Aberturas en muros de mampostería.
Estructural grave	Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de concreto reforzado.
Estructural grave	Agrietamiento de capiteles y consolas.

---

Desplome de columnas. Desplome del edificio en más de 1% de su altura.  
Asentamiento de más de 20 cm.

---

Fuente: Lezama, 2015

### 1.3.6.2. Cálculo del Iso (índice de juicio estructural)

El índice Iso se calculará con la la siguiente ecuación:

$$I s = E s o * Z * G * U$$

Dónde:

- Eso = Resistencia sísmica básica requerida.
- Z = Factor de zona sísmica; su valor depende del peligro sísmico del lugar donde se ubica el edificio ( $0.5 \leq Z \leq 1$ ).
- G = Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas.
- U = Factor de importancia del edificio por su uso.

“La resistencia sísmica básica (Eso) se ha establecido a partir del análisis de los daños de edificios durante un evento sísmico evaluado por Hirosawa en Japón” (OPS, 2004, p. 153)

### 1.3.6.3. Norma de Diseño Sismorresistente de Perú (Norma E.030 2018)

“Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados” (Norma E.030 2018).

Según la Norma E.030 2018 señala que para calcular la fuerza cortante en la base de cada estructura y en cada dirección analizada se determinará por la ecuación siguiente:

$$V=(Z.U.C.S /R) .$$

### ***1.3.7. Índice de vulnerabilidad***

El índice de vulnerabilidad contempla parámetros que permiten cuantificar la susceptibilidad de una edificación de sufrir daños. Tiene como ventaja que permite comparar diferentes edificaciones de una misma tipología, con los mismos factores de evaluación. Existen diversos índices de vulnerabilidad que dependen del método y de los parámetros que se planteen. Con estos índices se obtiene una medida relativa de la vulnerabilidad sísmica con la desventaja que son limitados para comparar edificaciones de diferentes tipos, como mampostería y hormigón armado, esto es ocasionado por los distintos factores considerados en la evaluación (Safina, 2002).

## **1.4. Formulación del Problema**

¿Cuál es el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos del distrito de La Victoria, Chiclayo?

## **1.5. Justificación e Importancia**

### **1.5.2. Justificación Social**

La investigación a realizar presenta una justificación social, ya que las conclusiones de dicho estudio, sirve como un indicador del estado/nivel de vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de la victoria. También colabora con la UGEL-Lambayeque donde se informa como complemento a la oficina de infraestructura de dicho centro administrativo de la educación para la toma acciones de reparación reforzamiento o demolición de algunas estructuras.

### **1.5.3. Justificación económica:**

La investigación presenta una justificación económica, ya que identifica las estructuras dañadas y se puede direccionar de la mejor manera los recursos económicos para la reparación, reforzamiento o demolición de la estructura.

#### **1.5.4. Justificación técnica:**

La investigación plantea aplicar las fichas de evaluación de índice de daño estructural mediante el método Hirosawa con la finalidad de determinar la vulnerabilidad sísmica. Lo cual se adaptará las exigencias del método y revisiones de otros estudios (antecedentes de investigación) para lograr plantear un formato que serviría de consulta para otros estudios similares.

#### **1.5.5. Importancia**

La presente investigación es de suma importancia ya que involucra la vida de los usuarios (estudiantes) quienes pasan la mayor parte del tiempo en las instituciones educativas. De acuerdo a la Norma E.030 2018, una institución educativa es una edificación de vital importancia (esenciales) y es asignada por el gobierno como refugio en caso de desastres naturales.

#### **1.6. Hipótesis**

El índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos del distrito de La Victoria, Chiclayo permitirá representar los parámetros en el método.

### **II. Material y Método**

#### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

##### ***2.1.1. Tipo de Investigación:***

La tesis presentada es descriptiva, debido a que detalla ordenadamente las características estructurales que poseen todas las instituciones educativas mencionadas, y a su vez porque permite examinar y procesar los datos obtenidos en campo de manera numérica.

### **2.1.2. *Diseño de Investigación:***

El enfoque utilizado es no experimental, esto a causa de que se realiza un análisis sin adular deliberadamente las variables, sino que se analiza tal y como se encuentra la estructura de la edificación.

## **2.2. Población y Muestra**

### **2.2.1. *Muestra – Caso de Estudio***

La muestra lo conforma las Instituciones Educativas Publicas: José María Arguedas, Agosto Salaverry, Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, Andrés Avelino Mariscal Cáceres.

Criterios de selección de la Muestra:

- Son infraestructuras con más de 40 años y se considera las más antiguas del distrito La Victoria.
- Su capacidad de alumnos supera los 1000 alumnos.
- Son calificados para colegios emblemáticos.
- Ya soportaron 2 sismos de gran magnitud a partir de su creación.

#### **2.2.1.1. La Institución Educativa N°10717 “José María Arguedas”**

##### **Descripción General**

Se encuentra ubicada en el Distrito de La Victoria en la av. Los tambos cuadra 6 y 7 (junto a la comisaría de la victoria)- Chiclayo. Está constituida por 19 bloques dividido entre 7 pabellones, los cuales son conformados por las direcciones y aulas tanto de inicial, primaria y secundaria, talleres de mecánica, costura y carpintería denominada producción, biblioteca, laboratorios, sala de cómputo, tutoría, baños, almacenes.



La Institución Educativa tiene una infraestructura de 44 años con un área de 14,188.79m<sup>2</sup> y un perímetro de 536.95 m. Está construido sobre un terreno regular ya que su capacidad portante es de 1.00 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel de cimentación de 1.20 m, está localizado en el territorio de mayor peligrosidad sísmica del Perú (Zona 4) y que a su vez pertenece al Cinturón Circumpacífico. Generando una necesidad de poder evaluar el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica de su estructura para así determinar su seguridad sísmica aplicando el método Hirosawa.

Geográficamente, el área de estudio está ubicada la parte Este de la ciudad de Chiclayo a 6°47'50.8" Latitud sur y a 79°50'11.2" Longitud Oeste de Greenwich.

La infraestructura de la Institución Educativa está conformada por 19 módulos, que a continuación se describen:

**Tabla 8**  
*Datos Generales de la Institución Educativa*

	<b>Bloque - 1</b>	<b>N° de pisos</b>
<b>1</b>	Dirección	02
<b>2</b>	Administración	02
<b>3</b>	Aulas secundarias	03
<b>4</b>	Aulas Primarias	04
<b>5</b>	Aulas inicial	01
<b>6</b>	Aula taller producción	01
<b>7</b>	Aula costura y carpintería	01
<b>8</b>	Laboratorios	02
<b>9</b>	TOE	01
<b>10</b>	Administración	02
<b>11</b>	Baños	01
<b>12</b>	Escaleras	03
<b>13</b>	Cafetín	01

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a su estructura, la Institución educativa José María Arguedas cuenta en cada bloque vigas peraltadas, losa aligerada de 0.20 m de altura y tiene en las esquinas columnas en L, columnas en T en los ejes principales y rectangulares en los demás ejes. Además, para confinar los muros de albañilería presenta y columnatas y viguetas de confinamiento.

Así mismo en relación a las E.T. encontradas en el expediente técnico se encontró que la resistencia a la compresión del concreto utilizada en los elementos sismo resistente de cada piso (columnas, vigas y losa aligerada) es  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y según expediente presenta un suelo tipo 3.



Generando una necesidad de poder evaluar el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica su estructura para así determinar su seguridad sísmica aplicando el método Hirosawa.

Geográficamente, el área de estudio está ubicada la parte Este de la ciudad de Chiclayo a  $6^{\circ}48'08.2''$  Latitud sur y a  $79^{\circ}50'55.1''$  Longitud Oeste de Greenwich.

### 2.2.1.3. La Institución Educativa N° 11025 “Juan Pablo Vizcardo y Guzmán”

Se encuentra ubicada en el Distrito de La Victoria en la av. Av. Manuel Seoane N° 1250 - Chiclayo. Está constituida por 5 bloques dividido entre 2 pabellones, los cuales son conformados por las direcciones y aulas tanto de inicial, primaria y secundaria, talleres de mecánica, baños, almacenes.



Su infraestructura de 49 años con un área de 3,194.79 m<sup>2</sup> y un perímetro de 240.96 m. Está construido sobre un terreno regular ya que su capacidad portante es de 1.00 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel de cimentación de 1.10 m, está localizado en el territorio de mayor peligrosidad sísmica del Perú (Zona 4) y que a su vez pertenece al Cinturón Circumpacífico. Generando una

necesidad de poder evaluar el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica su estructura para así determinar su seguridad sísmica aplicando el método Hirosawa.

Geográficamente, el área de estudio está ubicada la parte Este de la ciudad de Chiclayo a 6°47' 45" Latitud sur y a 79°50'00" Longitud Oeste de Greenwich.

#### 2.2.1.4. La Institución Educativa N° 11026 “Andrés Avelino Cáceres”

Se encuentra ubicada en el Distrito de La Victoria en la av. Av. N° Yahuarhuaca N°375-Chiclayo. Está constituida por 3 bloques que se encuentra en 1 sólo pabellón, los cuales son conformados por la dirección y aulas de primaria.



Su infraestructura de 49 años con un área de 2,405.68 m<sup>2</sup> y un perímetro de 196.14m. Está construido sobre un terreno regular ya que su capacidad portante es de 0.98 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel de cimentación de 1.00 m, está localizado en el territorio de mayor peligrosidad sísmica del Perú (Zona 4) y que a su vez pertenece al Cinturón Circumpacífico. Generando una necesidad de poder evaluar el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la

vulnerabilidad sísmica su estructura para así determinar su seguridad sísmica aplicando el método Hirosawa.

Geográficamente, el área de estudio está ubicada la parte Este de la ciudad de Chiclayo a  $6^{\circ}47' 35''$  Latitud sur y a  $79^{\circ}50'33''$  Longitud Oeste de Greenwich.

### **2.3. Variables y Operacionalización**

Presenta dos variables:

- Variable dependiente: Vulnerabilidad sísmica.
- Variable independiente: Índice de daño.

**Tabla 9**  
Operacionalización

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Vulnerabilidad sísmica	Estado físico	Patología estructural	adimensional	Observación y análisis documentaria	Fichas técnicas
		Patología no estructural	adimensional		
	Aspectos Geotécnicos	Clasificación de suelos	%	Observación y análisis documentaria	Fichas técnicas (ensayos de laboratorios, diamantina)
		Perfil de suelo	%		
		Capacidad portante	%		
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Índice de Daño	Daño sísmico	Estado de daño	adimensional	Observación y análisis documentaria	Fichas técnicas (Modelamiento)
		Indicadores de daño	adimensional		
		Relación entre estado e índice de daño	adimensional		
	Método Hirosawa	Cálculo del $I_s$	%	Observación y análisis documentaria	Fichas técnicas
	Cálculo del $I_{so}$	%			
		Diseño sismo resistente	%		

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Instrumentos de Recolección de Datos**

En la presente investigación los instrumentos y técnicas de recopilación de datos utilizados son:

**a) Material bibliográfico:** La cual nos permitió como fuente primordial, ya que se pudo recopilar de libros, repositorios académicos, artículos de investigación, etc.

**b) Entrevistas:** Se realizaron entrevistas al personal docente perteneciente al centro educativo, con el fin de que me proporcionen información acerca de las edificaciones.

**c) Observación:** Se analizaron las características estructurales, la actual condición de cada edificación, verificando detalles como: grietas, rajaduras etc., esto permitió efectuar una evaluación de la situación de las edificaciones.

**d) Documentación:** Comprenden documentos tales como permisos de acceso, credenciales, expediente técnico, cuaderno de obra, ensayos, protocolos.

**e) Norma E.030 2018:** Diseño Sismo resistente Para el modelamiento de los módulos, se empleó la norma E-030 2017 Diseño sismo resistente, lo que permitió considerar los factores sísmicos como: factor de uso, factor de zona, categoría de la edificación, coeficiente de amplificación sísmica y demás.

**g) Modelamiento en software:** Se realizó el modelamiento sísmico de los bloques de las Instituciones educativas con el propósito de verificar los resultados y así poder comparar la aplicación del método Hirosawa.

## **2.5. Procedimientos de análisis de datos**

### **2.5.1. *Procesamiento de la Información***

El análisis y procesamiento de la información de la tesis se desarrolló teniendo en cuenta los planos de los expedientes técnicos de las Instituciones Educativas (José María Arguedas, Carlos Augusto Salavaerry, Juan Pablo Vizcardo y Guzmán y Andrés Avelino Mariscal Cáceres). Con estos datos se prosiguió a calcular los metrados de cargas por piso teniendo en cuenta las características y dimensiones de los elementos estructurales.

### **2.5.2. *Procedimiento de la investigación***

Para el cálculo del índice de resistencia sísmica ( $I_s$ ), se tuvieron que calcular los siguientes tres índices, el índice de sísmico básico del comportamiento estructural ( $E_o$ ), el índice de configuración estructural ( $S_d$ ) y el índice de deterioro de la edificación (T); y para hallar el índice de resistencia demandada ( $I_{so}$ ), se determinaron los parámetros de zona (Z), uso e importancia de cada módulo (U), factor de amplificación sísmica (C), coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R), el tipo de suelo (S) y condiciones topográficas (G).

El índice de sísmico básico del comportamiento estructural ( $E_o$ ), se calculó mediante parámetros y fórmulas basadas en el método Hirosawa y Norma E-0.30 2017, por lo que se tuvo en cuenta el peso por piso de cada módulo, el índice de resistencia proporcionada por las columnas ( $C_c$ ) en cada dirección de análisis (eje X y eje Y), el coeficiente de factor de reducción (R).

Para obtener el índice de configuración estructural ( $S_d$ ) se tomó en cuenta en cada módulo las características de regularidad en planta, relación largo-ancho, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, existencia de subterráneo, uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas y de la rigidez de entrepiso de los pisos

en altura. A cada característica se le asignará un valor según el nivel de influencia de cada una.

Para calcular el índice de deterioro de la edificación (T) se consideraron las tablas dadas por el método Hirosawa, deformaciones e inclinaciones en los elementos, daños ligeros, fisuras en elementos estructurales, almacenamiento de sustancias químicas y antigüedad de la institución educativa. Para analizar estos parámetros fue necesario la visita a las instalaciones del colegio.

Así mismo creí necesario realizar los estudios de suelos en el laboratorio y obtener resultados de las instituciones, agregando a ello tomas de núcleos de diamantinas.

Finalmente, a estos análisis empíricos se realizó un modelamiento computacional en el software Etabs 2016 v16.2.1, teniendo en cuenta los parámetros propuestos por la Norma E-0.30 2017, y obteniendo un cálculo de vulnerabilidad sísmica cuantitativa.

## **2.6. Criterios éticos**

### ***2.6.1. Ética de la recolección de datos***

Para la correcta realización del proyecto de investigación, se solicitó a las autoridades de la institución educativa los permisos correspondientes como el ingreso a las instalaciones del colegio.

Debido a que la información recogida puede ser empleada en un futuro para otras investigaciones de la rama, por ella se tiene que documentar con veracidad y así mismo anexar resultados que sean lo más precisos posibles y cercanos a la realidad.

### ***2.6.2. Ética de la publicación***

Esta investigación sirviera, debe ser reconocida por los usuarios que la tomarán como punto de referencia.

### **2.6.3. *Ética de la aplicación***

Lo que genere esta investigación es de suma importancia para que las posteriores puedan generar mejores resultados, es decir, se citó a los autores correspondientes.

Para esta investigación se siguió los lineamientos de las Normas APA en la obtención de fuentes de información, como repositorios académicos similares a mi tesis.

## **2.7. Criterios de rigor científico**

### **2.7.1. *Replicabilidad***

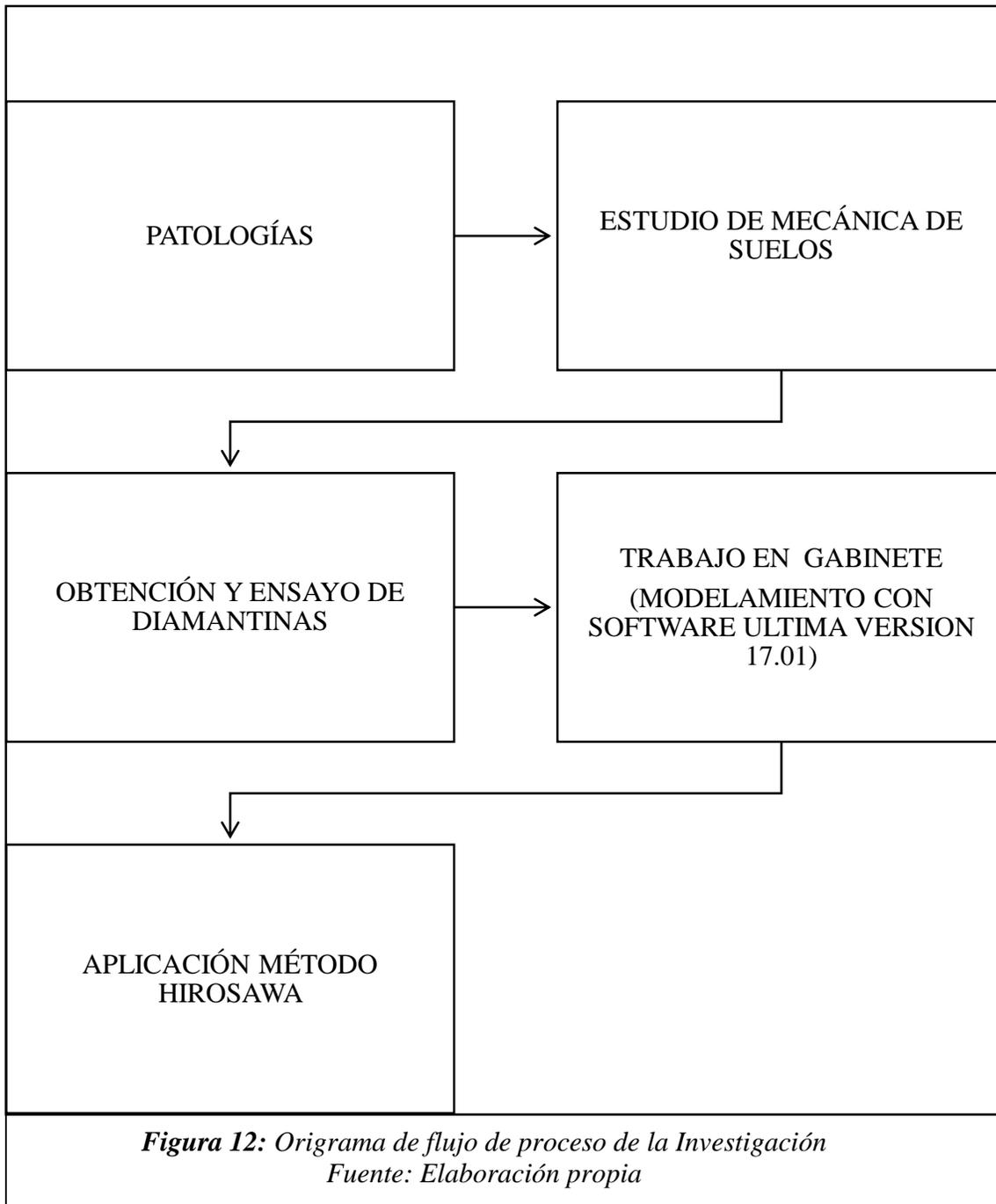
Se tomó en cuenta el cuidado del proceso con el que se tomará los datos y así mismo como es manipulado sus resultados.

### **2.7.2. *Fiabilidad***

Los resultados de la siguiente tesis, tanto como modelamientos, extracción de diamantinas y estudios de suelos, se realizaron en laboratorios, con firma de los mismos.

## **2.8. Diagrama de Flujo de Procesos**

Se presenta el diagrama con la secuencia lógica para la recolección de datos



**Figura 12:** Origrama de flujo de proceso de la Investigación  
*Fuente: Elaboración propia*

## **2.9. Objetivos**

### **2.9.1. *Objetivo General***

Evaluar el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos del distrito de la La Victoria, Chiclayo.

### **2.9.2. *Objetivos Específico***

- Plasmar las patologías estructurales y no estructurales de los centros educativos del distrito de La Victoria.
- Identificar las características geotécnicas del suelo de los centros educativos del distrito de La Victoria.
- Analizar los parámetros de evaluación del índice de daño de las estructuras mediante Hirosawa.
- Determinar la vulnerabilidad sísmica mediante Hirosawa en los centros educativos del distrito de La Victoria.

### III. Resultados

#### 3.1. Patologías

Sobre plasmar las patologías estructurales y no estructurales de los centros educativos del distrito de La Victoria.

- **En la I.E. José María Arguedas**, muestra las siguientes patologías las cuales en algunas es muy notable:

**Tabla 10**

Descripción de patología.

Patología estructural	Patología superficial	Ambiente
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Fisuras en esquina de vanos para ventana, por falta de confinamiento, a su vez ausencia de una junta que separe la columna con el tabique generando esto efecto de columna corta.</li><li>➤ Fisura en revestimiento y columna, en la mayoría de aulas del nivel secundario presentan tal patología mencionada.</li><li>➤ Agrietamiento en los pasadizos que dirigen a los pabellones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pintura desgastada.</li><li>➤ Mobiliario en mal estado.</li></ul>	<p>Aulas del tercer piso en la primera edificación que se encuentra en la entrada de la Institución educativa</p>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 17:** Fisuras en esquina de vanos para ventana.  
Fuente: Institución Educativa José María Arguedas

- En la I.E. Carlos Augusto Salaverry, muestra las siguientes patologías:

**Tabla 10**

Descripción de patología.

Patología estructural	Patología superficial	Ambiente
Se pudo identificar que algunos de los módulos del 2 pabellón como sistema estructural presenta carencia de rigidez lateral en las direcciones a los pórticos, pudiéndose producir en cualquier momento deformaciones. Agrietamiento en los pabellones que dirigen a las aulas de primaria.	Pintura desgastada. Mobiliario en mal estado.	Módulos del 2do pabellón de la Institución Educativa.

Fuente, Elaboración Propia.



**Figura 18:** Carencia de rigidez lateral en las direcciones a los pórticos.  
Fuente: Institución Educativa Carlos Augusto Salaverry



**Figura 19:** Carencia de rigidez lateral en las direcciones a los pórticos.  
Fuente: Institución Educativa Carlos Augusto Salaverry

- **La Institución Educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzmán** presenta patologías que se detallan a continuación:

**Tabla 11**

Descripción de patología.

Patología estructural	Patología superficial	Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Existen módulos con aparente adecuada resistencia a fuerzas laterales, debido a la sección de columnas que presentan, sin embargo presentan fisuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pintura desgastada.</li> <li>➤ Mobiliario en mal estado.</li> <li>➤ Ventanas y puertas en mal estado.</li> </ul>	<p>Aulas del nivel secundario en el segundo piso, del pabellón 1.</p>

Fuente, Elaboración Propia.



**Figura 20:** Puertas y ventanas en mal estado.  
Fuente: Institución Educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzmán



**Figura 21:** Pintura desgastada  
*Fuente: Institución Educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzmán*



**Figura 22:** Carencia de rigidez lateral en las direcciones al pórtico  
*Fuente: Institución Educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzmán*

- **La Institución Educativa Andrés Avelino Mariscal Cáceres**, presenta patologías que se detallan a continuación:

**Tabla 12**

Descripción de patología.

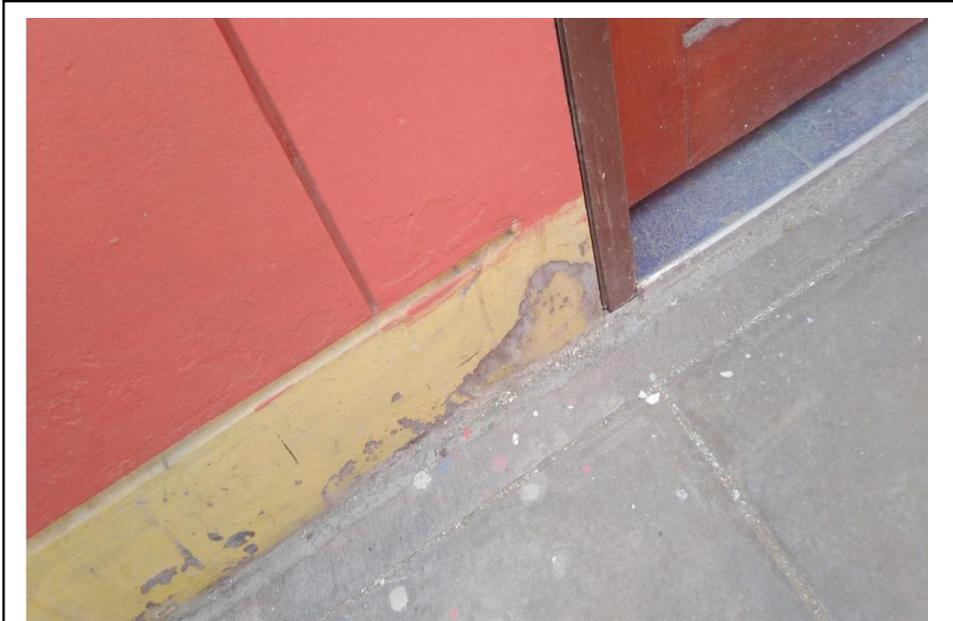
Patología estructural	Patología superficial	Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Existen módulos con aparente adecuada resistencia a fuerzas laterales, debido a la sección de columnas que presentan, así mismo presenta fisuras.</li> <li>➤ Agrietamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pintura desgastada.</li> <li>➤ Mobiliario en mal estado.</li> <li>➤ Ventanas y puertas en mal estado.</li> </ul>	<p>Aulas del pabellón principal que funcionan los niveles de primaria en su totalidad.</p>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23:** Fisuramiento.

Fuente: Institución Educativa Andrés Avelino Mariscal Cáceres



***Figura 24: Pintura desgastada***  
*Fuente: Institución Educativa Andrés Avelino Mariscal Cáceres*



***Figura 25: Agrietamiento***  
*Fuente: Institución Educativa Andrés Avelino Mariscal Cáceres*

### 3.2. Estudio de mecánica de Suelos

**Tabla 13**

*Descripción de los Resultados*

Ensayos	I.E. José María Arguedas		I.E. Carlos Augusto Salaverry		I.E. Juan Pablo Vizcardo Y Guzmán		I.E. Andrés Avelino Mariscal Cáceres.	
Calicatas	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Límites líquido	M1:52.85	M1:53.18	M1:41.15	M1:42.05	M1:44.60	M1:42.94	M1:42.66	M1:41.86
	M2:34.61	M2:35.59	M2:30.62	M2:33.81	M2:41.31	M2:43.31	M2:47.16	M2:46.33
	M3:31.66	M3:31.23	M3:36.16	M3:38.17	M3:42.67	M3:42.66	M3:42.59	M3:41.62
	M4:37.78	M4:36.11	M4:29.19	M4:30.37			M4:43.89	M4:42.83
	M5:33.48	M5:33.01						
Límite plástico	M1:27.04	M1:27.79	M1:15.23	M1:15.17	M1:17.03	M1:19.89	M1:17.47	M1:22.11
	M2:20.50	M2:20.16	M2:15.01	M2:16.47	M2:17.75	M2:17.96	M2:24.86	M2:24.73
	M3:19.65	M3:19.90	M3:17.11	M3:17.29	M3:19.43	M3:17.47	M3:22.73	M3:21.70
	M4:19.01	M4:19.82	M4:14.18	M4:14.68			M4:20.81	M4:21.09
	M5:22.84	M5:22.67						
Índice de plasticidad	M1:25.82	M1:25.39	M1:25.92	M1:26.88	M1:25.57	M1:23.05	M1:25.19	M1:19.75
	M2:14.11	M2:15.43	M2:15.61	M2:17.34	M2:23.57	M2:25.35	M2:22.30	M2:21.61
	M3:12.01	M3:11.33	M3:19.06	M3:20.87	M3:23.24	M3:25.19	M3:19.86	M3:19.91
	M4:18.75	M4:16.29	M4:15.01	M4:15.69			M4:23.08	M4:21.73
	M5:10.64	M5:10.33						
Sales solubles	Sales solubles totales: ppm 200	Sales solubles totales: ppm 100	Sales solubles totales: ppm 400	Sales solubles totales: ppm 500	Sales solubles totales: ppm 600	Sales solubles totales: ppm 500	Sales solubles totales: ppm 600	Sales solubles totales: ppm 700
	Sales solubles	Sales solubles	Sales solubles	Sales solubles	Sales solubles en	Sales solubles	Sales solubles	Sales solubles

	totales en peso seco: %0.02.	totales en peso seco: %0.01.	totales en peso seco: %0.04.	totales en peso seco: %0.05.	peso seco: %0.06.	totales en peso seco: %0.05.	totales en peso seco: %0.06.	totales en peso seco: %0.07.
Capacidad portante (corte directo)	M5: C=0.11kg/c m2 $\phi = 22.74^\circ$	M5: C=0.17kg/c m2 $\phi = 22.64^\circ$	M4: C=0.10kg/c m2 $\phi = 22.74^\circ$	M4: C=0.10kg/c m2 $\phi = 22.64^\circ$	M3: C=0.158kg/cm2 $\phi = 18.33^\circ$	M3: C=0.155kg/c m2 $\phi = 18.23^\circ$	M4: C=0.158kg/cm2 $\phi = 17.92^\circ$	M4: C=0.161kg/c m2 $\phi = 18.02^\circ$

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a identificar las características geotécnicas del suelo de los centros educativos del distrito de La Victoria.

Las ubicaciones de las calicatas a cielo abierto son las siguientes:

-José María Arguedas: 6°47'59" S- 79°50'09"-W

-Carlos Augusto Salaverry: 6°47'54" S- 79°50'56"-W

-Juan Pablo Vizcardo y Guzmán: 6°47'43" S- 79°50'01"-W

- Andrés Avelino Mariscal Cáceres: 6°47'59" S- 79°50'09"



**Figura 26:** Colocación de la muestra al horno.  
*Fuente: Laboratorio LEMS W&C EIRL-CHICLAYO*



**Figura 27:** Tamizado de las muestras.  
*Fuente: Laboratorio LEMS W&C EIRL-CHICLAYO*



**Figura 28:** *Peso en seco.*  
*Fuente: Laboratorio LEMS W&C EIRL-CHICLAYO*



**Figura 29:** *Ensayos de Límites de consistencia.*  
*Fuente: Laboratorio LEMS W&C EIRL-CHICLAYO*



**Figura 30:** Ensayos de Límites de consistencia.  
Fuente: Laboratorio LEMS W&C EIRL-CHICLAYO

### 3.3. Ensayo de Diamantinas

#### Resultados de los ensayos de los corazones diamantinos

**Tabla 14**

Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa José María Arguedas

Norma de Ensayo		Denominación				
NTP- 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)				
Muestra	Identificación	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación longitud/diámetro		
1	D-01 columna	11.37	5.87	1.94		
2	D-02 viga	8.32	5.87	1.42		
Norma de Ensayo		Denominación				
NTP- 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas				
Muestra	Identificación	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia corregida (kg/cm <sup>2</sup> )

1	D-01 columna	5.87	27.1	3530	130	<b>130</b>
2	D-02 viga	5.87	27.1	3224	119	<b>113</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15**

*Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa Carlos Augusto Salaverry*

Norma de Ensayo	Denominación
NTP- 339.059	Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)

Muestra	Identificación	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación longitud/diámetro
1	D-01 columna	10.21	5.87	1.74
2	D-02 viga	9.54	5.87	1.62

Norma de Ensayo	Denominación
NTP- 339.034	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Muestra	Identificación	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 columna	5.87	27.1	3481	129	<b>126</b>
2	D-02 viga	5.87	27.1	3321	123	<b>119</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzman*

Norma de Ensayo	Denominación
NTP- 339.059	Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)

Muestra	Identificación	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación longitud/diámetro
1	D-01 columna	10.84	5.87	1.85
2	D-02 viga	10.79	5.87	1.84

Norma de Ensayo	Denominación
-----------------	--------------

NTP- 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas				
Muestra	Identificación	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 columna	5.87	27.1	3154	116	<b>116</b>
2	D-02 viga	5.87	27.1	3085	114	<b>114</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17**

*Resultado del Ensayo de diamantina de la Institución educativa Andrés Avelino Cáceres*

Norma de Ensayo		Denominación				
NTP- 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)				
Muestra	Identificación	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación longitud/diámetro		
1	D-01 columna	11.02	5.87	1.88		
2	D-02 viga	10.98	5.87	1.87		
Norma de Ensayo		Denominación				
NTP- 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas				
Muestra	Identificación	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 columna	5.87	27.1	3210	119	<b>119</b>
2	D-02 viga	5.87	27.1	3408	126	<b>126</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Derivas-Parámetros

Los resultados del análisis dinámico modal espectral en concordancia con la NTE. E.030

“Diseño Sismo resistente”, fueron los siguientes.

**Tabla 19**

*Resultados obtenidos del análisis dinámico:*

Descripción	Peso Edificación (Tn)		Tx (seg)	Ty (seg)	Uxmáx (cm)	Uymáx (cm)	Δx	Δy
	C/Piso	Total						
Módulo Biblioteca y Talleres*								
Segundo Nivel	154.83	472.43	0.50	0.10	3.88	0.25	0.0121	0.0008
Primer Nivel	317.60							
Módulo Biblioteca y Talleres**								
Segundo Nivel	108.61	387.03	0.50	0.56	6.86	6.67	0.0215	0.0208
Primer Nivel	278.42							
Módulo Laboratorio*								
Segundo Nivel	106.22	270.37	0.89	0.10	15.14	0.21	0.0473	0.0007
Primer Nivel	164.15							
Módulo Laboratorio**								
Segundo Nivel	78.53	224.70	0.94	0.61	15.08	5.54	0.0471	0.0173
Primer Nivel	146.17							
Módulo Cuatro Aulas								
Segundo Nivel	251.16	602.44	0.21	0.10	0.64	0.14	0.0020	0.0005
Primer Nivel	351.28							
Módulo Tres Aulas								
Segundo Nivel	192.52	461.19	0.22	0.09	0.73	0.15	0.0023	0.0005
Primer Nivel	268.68							

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Método Hirosawa

#### 3.5.1. Institución Educativa José María Arguedas

##### 3.5.1.1. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en 3 y 2 piso mientras que en el 1 si es vulnerable en la dirección X-X.

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
-----------	------	----	-----	--------

X	3°	<b>1.34</b>	0.28	No Vulnerable
X	2°	<b>0.70</b>	0.28	No Vulnerable
x	1°	<b>0.25</b>	0.28	Vulnerable

**Tabla 18**

Tabla Is-Iso

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.1.2. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en el 3 y 2 piso mientras que el primero sí en la dirección Y-Y.

**Tabla 19**

Tabla Is-Iso

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
Y	3°	1.40	0.74	No Vulnerable
Y	2°	0.78	0.74	No Vulnerable
Y	1°	0.70	0.74	Vulnerable

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2. Institución Educativa Carlos Augusto Salaverry

#### 3.5.2.1. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en la dirección X-X.

**Tabla 20**

Tabla Is-Iso

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
X	3°	<b>1.75</b>	0.28	No Vulnerable
X	2°	<b>0.85</b>	0.28	No Vulnerable
X	1°	<b>0.28</b>	0.28	No Vulnerable

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2.2. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en el 3 y 2 piso mientras que el primero sí en la dirección Y-Y.

**Tabla 21**

Tabla Is-Iso

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
Y	3°	1.40	0.74	No Vulnerable
Y	2°	0.78	0.74	No Vulnerable
Y	1°	0.70	0.74	Vulnerable

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3. Institución Educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzmán

#### 3.5.3.1. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en la dirección X-X.

**Tabla 22**

Tabla Is-Iso

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
X	3°	1.42	0.28	No Vulnerable
X	2°	0.79	0.28	No Vulnerable
X	1°	0.28	0.28	No Vulnerable

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.5.3.2. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en la dirección Y-Y.

*Tabla Is-Iso-dirección Y-Y*

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
Y	3°	1.42	0.28	No Vulnerable
Y	2°	0.79	0.28	No Vulnerable
Y	1°	0.28	0.28	No Vulnerable

Fuente: Elaboración de los autores.

### 3.5.4. Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres

#### 3.5.4.1. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en la dirección X-X.

**Tabla 23**

Tabla Is-Iso

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
X	3°	1.42	0.28	No Vulnerable
X	2°	0.79	0.28	No Vulnerable
X	1°	0.28	0.28	No Vulnerable

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.5.4.2. Comparación entre los índices de vulnerabilidad y juicio estructural

Se puede apreciar en la tabla que los índices de vulnerabilidad superan a los índices de juicio estructural por lo que podemos concluir que el bloque no es vulnerable en el 3 y 2 piso mientras que el primero sí en la dirección Y-Y.

**Tabla 24**

Tabla Is-Iso

Dirección	Piso	Is	Iso	Estado
Y	3°	<b>1.34</b>	0.28	No Vulnerable
Y	2°	<b>0.72</b>	0.28	No Vulnerable
Y	1°	<b>0.25</b>	0.28	Vulnerable

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 25**

Estado de vulnerabilidad de la IE José María Arguedas

Módulo	Piso	x-x	y-y	Estado
Administración	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	3°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Escalera 01	2°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	1°	INSEGURO	SEGURO	<b>VULNERABLE</b>

SS.HH.	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Sum 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Sum 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Escalera 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Laboratorio	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Innovación 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Innovación 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Escalera 03	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Toe	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Aulas primarias	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Aulas secundarias	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Cafetín	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Ss.hh. 2	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Vestuario 01	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Vestuario 02	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26**

*Estado de vulnerabilidad de la IE Carlos Augusto Salaverry*

<b>Módulo</b>	<b>Piso</b>	<b>x-x</b>	<b>y-y</b>	<b>Estado</b>
Administración	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Escalera 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	SEGURO	VULNERABLE
SS.HH.	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Sum 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Sum 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE

Escalera 02	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Laboratorio	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Innovación 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Innovación 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Escalera 03	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Toe	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Aulas primarias	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Aulas secundarias	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Cafetín	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Ss.hh. 2	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Vestuario 01	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Vestuario 02	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27**

*Estado de vulnerabilidad de la IE Juan Pablo Vizcardo y Guzman*

<b>Módulo</b>	<b>Piso</b>	<b>x-x</b>	<b>y-y</b>	<b>Estado</b>
Administración	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Escalera 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	SEGURO	VULNERABLE
SS.HH.	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Sum 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Sum 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Escalera 02	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Laboratorio	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Innovación 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE

Innovación 02	2°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	1°	INSEGURO	INSEGURO	<b>VULNERABLE</b>
Escalera 03	2°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Toe	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Aulas primarias	2°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Aulas secundarias	3°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	2°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Cafetín	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Ss.hh. 2	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Vestuario 01	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>
Vestuario 02	1°	SEGURO	SEGURO	<b>NO VULNERABLE</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 28**

*Estado de vulnerabilidad de la IE Andrés Avelino Mariscal Cáceres*

<b>Módulo</b>	<b>Piso</b>	<b>x-x</b>	<b>y-y</b>	<b>Estado</b>
Administración	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Escalera 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	SEGURO	VULNERABLE
SS.HH.	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Sum 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Sum 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Escalera 02	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Laboratorio	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Innovación 01	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Innovación 02	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	INSEGURO	INSEGURO	VULNERABLE
Escalera 03	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Toe	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Aulas primarias	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Aulas secundarias	3°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	2°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Cafetín	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
SS.HH. 2	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Vestuario 01	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE
Vestuario 02	1°	SEGURO	SEGURO	NO VULNERABLE

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Discusión de Resultados

La investigación realizada tiene como objetivo principal evaluar el índice de daño mediante Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos (José María Arguedas, Carlos Augusto Salaverry, Juan Pablo Vizcardo y Guzman y Andres Avelino

Mariscal Cáceres), para lo cual se analizaron los valores numéricos obtenidos de los índices de vulnerabilidad estructural y demanda sísmica.

Para esto, se efectuaron visitas previas a las instalaciones de las instituciones con el fin de verificar los datos recolectados, así como también características físicas (figuración, humedad, mantenimiento de la estructura, etc.) de cada módulo a analizar.

Del análisis de la vulnerabilidad sísmica de cada módulo, aplicando la metodología de Hirosawa, se calculó el valor del índice de resistencia de columnas, configuración estructural, deterioro de la edificación, y se compara con el valor del índice de demanda sísmica, que depende de la zonificación, ubicación sísmica, tipo de suelo, etc.

Por lo tanto, después de comparar el índice de vulnerabilidad estructural ( $I_s$ ) con el de juicio propio ( $I_{so}$ ), se determinó, mediante el método Hirosawa, que cuatro de los dieciocho módulos de la institución educativa José María Arguedas y Carlos Augusto Salaverry, 3 módulos de la institución educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzman , y por último 2 módulos de la institución educativa Andres Avelino Mariscal Cáceres, son vulnerables ante acciones sísmicas, por lo que se acepta la hipótesis inicialmente planeada, la cual indicaba que el índice de daño mediante Hirosawa se determina la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos

Al analizar el índice de configuración estructural mediante el método Hirosawa, se obtuvo como resultado el valor de 1.0, que indica que la edificación no presenta irregularidades en planta, la relación largo-ancho en planta es la adecuada, las juntas sísmicas son mayores a 0.01 m, y presenta uniformidad en la altura de entrepiso. Con estos resultados podemos tomar la hipótesis planteada como cierta.

Después de analizar el índice de comportamiento básico estructural ( $E_0$ ), mediante el método Hirosawa, se obtuvieron resultados en la dirección X-X en el rango de 0.34 al 1.73 y en Y-Y en el rango de 0.54 a 2.79, con lo cual se puede aceptar la primera hipótesis planteada.

Para determinar la vulnerabilidad sísmica mediante Hirosawa se realizó una comparativa entre la norma japonesa y la peruana, analizando las condiciones de terreno, zonificación sísmica, importancia o uso de la edificación, factor de amplificación del suelo y de reducción sísmica del sistema estructural. El cálculo de éste índice resultó en la dirección X-X un valor de 0.41 y en Y-Y un valor de 1.10, aplicando la tercera hipótesis planteada.

Determinación de la vulnerabilidad Método cuantitativo Adicionalmente, a la evaluación de vulnerabilidad sísmica con el método Hirosawa, se realizó un modelamiento en el software Etabs 2016 v16.2.1, para analizar las distorsiones de entrepiso y compararlas con los parámetros que me indica la Norma E.030 2018, si no se cumpliera con las condiciones señaladas se concluirá que el módulo analizado es vulnerable.

Después de realizar el análisis dinámico en el software Etabs 2016 v16.2.1 a los módulos de la Instituciones Educativas, en los módulos Escalera 01, 02, 03 y 04, SSHH 01 y 02, Vestuarios 01 y 02, se obtuvieron distorsiones en la dirección X-X que excedían los parámetros señalados por la Norma E.030 2018, mientras que en la dirección Y-Y resultaron derivas muy por debajo de lo permisible, con lo que se pudo concluir que 06 de los más de 18 módulos evaluados son vulnerables ante acciones de sismo.

### **3.7. Aporte practico**

#### ***3.7.1. Aporte N° 01 “Cambio de uso de la edificación”***

Esta alternativa consiste en el cambio de uso de las instalaciones de las instituciones educativas que vienen funcionando como salones de clase en las edificaciones vulnerables estructuralmente, y pasen a ser de uso administrativo como oficinas de secretaría, dirección, tópicos, o cualquier otro tipo de uso que no implique la ocurrencia de un gran número de personas. Cabe resaltar que a pesar de la reducción de la sobrecarga aplicada, sigue presentándose como una estructura vulnerable sin embargo tomando esta medida se logra eliminar el riesgo de la pérdida de vidas humanas para los estudiantes.

#### ***3.7.2. Alternativa N° 02 “Reforzamiento estructural”***

Esta alternativa consiste en el reforzamiento estructural de las edificaciones vulnerables dándoles continuidad al funcionamiento de los ambientes de uso educativo, con la construcción de muros cortante como parte de la estructura, aportante rigidez en la dirección más desfavorable, reduciendo así los desplazamientos de entrepiso hasta valores que sean aceptables por la NTE.030 “Diseño Sismorresistente”. Por otro lado, también esta alternativa contempla la separación de los elementos estructurales con lo no estructurales, los cuales se encontraban adosados elevando el riesgo de falla de las columnas debido al efecto de columna corta, y la construcción de columnas de confinamiento y vigas soleras para los tabiques que fueron separados de las columnas estructurales.

## **IV. Conclusiones y Recomendaciones**

### **4.1. Conclusiones**

La evaluación del índice de daño mediante el método Hirosawa, demuestra que las instituciones educativas 4 módulos principales tanto como José María Arguedas y Carlos Augusto Salaverry, 3 módulos de la institución educativa Juan Pablo Vizcardo y Guzman , y por último 2 módulos de la institución educativa Andres Avelino Mariscal Cáceres, son vulnerables ante acciones sísmicas (Escaleras 01, 02, 03 e Innovación 2°), y con el método cuantitativo resultan 12 módulos (Escaleras 01, 02, 03 , SSHH 01 y 02, Vestuarios 01 y 02, aulas primarias, secundarias) vulnerables, por lo cual se rechaza la hipótesis general planteada.

El comportamiento estructural calculado para cada módulo varía entre los valores de 0.34 al 2.79, y estos están condicionados por el sistema estructural, el peso de la edificación, calidad de los elementos estructurales ( $f_c$ ) y cantidad de elementos verticales que resisten el peso de la edificación (columnas).

Se efectuó la apreciación del deterioro de las estructuras y en coherencia a los datos actuales de la deformación permanente, grietas en columnas, incendios, usos, tipo de daño estructural, resultó ser una herramienta para el criterio de la clasificación de daños asociados a la estructura considerando algunos parámetros, teniendo éstos las más óptimas condiciones.

Sé recolectó datos de condiciones insitu del terreno como estudio de suelos y se compararon los parámetros de la norma peruana con la norma japonesa y así calcular el índice de demanda sísmica, obteniendo un valor de 0.41 en dirección X y 1.10 en dirección Y.

## 4.2. Recomendaciones

- Evaluar el índice de vulnerabilidad con otras metodologías de evaluación para otras instituciones educativas de la región, y así tener un control de la vulnerabilidad estructural ante un posible evento sísmico lo que nos permitiría tomar medidas correctivas.
- Promover los estudios expuesto del método Hirosawa en diferentes instituciones ya que es un método confiable, práctico y que está oficializado actualmente en Japón, realizar el estudio más detallado a todas las estructuras vulnerables y plantear propuestas de reforzamiento.
- Hacer una comparación y análisis del método Hirosawa con la norma peruana y se introduzca algunos parámetros de este método al R.N.E.
- Realizar un análisis profundo del índice de configuración estructural de acuerdo a las tablas que proporciona el método Hirosawa para calcular de manera correcta el índice de resistencia sísmica.

## Referencias

- Calle Nizama, C. E. (2017). *Vulnerabilidad estructural de la I.E. N° 10024 Nuestra Señora de Fátima [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4228>
- Cardone, D., Flora, A., De Luca Picione, M., & Martoccia, A. (2019). Estimating direct and indirect losses due to earthquake damage in residential RC buildings. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*(126). doi:<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2019.105801>
- Clementi, F., Quagliarini, E., Maracchini, G., & Lenci, S. (2015). Post-World War II Italian school buildings: typical and specific seismic vulnerabilities. *Journal of Building Engineering*, 4, 152-166. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.09.008>
- Cucho Salinas, H. M., & Nuñez Cusma, K. M. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque [Tesis de pre grado, Universidad San Martín de Porres]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/4238>
- De Silva, S., De Silva, S. G., & Padmal, H. (2018). Assessment Method for Seismic Vulnerability of Old Masonry Buildings in Sri Lanka. *Procedia Engineering*, 212, 61-38. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.009>
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- Einali, J., Mohamady Yeganeh, B., Cheraghi, M., & Feyzolahpour, M. (2020). Evaluating the effects of reconstruction of the damaged villages in the 2002 earthquake in Avaj, Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101373>
- Ghassemi, M. R. (2016). Surface ruptures of the Iranian earthquakes 1900–2014: Insights for earthquake fault rupture hazards and empirical relationships. *Earth Science Reviews*, 156, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.03.001>
- Gulfo Mendoza, A., & Serna Hernández, L. F. (2015). Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot-Cundinamarca. *Revista Ingenierías, XVIII*(68).
- Hancilar, U., Çaktö, E., Erdik, M., Franco, G. E., & Deodatis, G. (2014). Earthquake vulnerability of school buildings: Probabilistic structural fragility analyses. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 67, 169-178. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2014.09.005>

- Industria. (26 de Marzo de 2019). Exigen mejorar infraestructura de instituciones educativas. *Exigen mejorar infraestructura de instituciones educativas*.
- Kassem, M. M., Mohamed Nazri, F., & Noroozinejad Farsangi, E. (2020). The efficiency of an improved seismic vulnerability index under strong ground motions. *Structures*, 23, 366-382. doi:<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2019.10.016>
- Kwon, O.-S., & Kim, E. (2010). Case study: Analytical investigation on the failure of a two-story RC building damaged during the 2007 Pisco-Chincha earthquake. *Engineering Structures*, 32(32), 1876-1887. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2009.12.022>
- López, O., Marinilli, A., Bonilla, R., Fernández, N., Domínguez, J., Coronel D, G., . . . Vielma, R. (2010). Evaluación sismorresistente de edificios escolares en Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 25(4), 81-94.
- Mattos Castro, F. Y. (2014). Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio municipal del distrito de Río Negro a través del método de Hirosawa. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2979>
- Ng'ombe, J. N., & Boyer, T. A. (2019). Determinants of earthquake damage liability assignment in Oklahoma: A Bayesian Tobit censored approach. *Energy Policy*, 131, 422-433. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.013>
- Ocola, L. (2009). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad. *Revista Geofísica*, 81-125.
- Ocola, L. (2019). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. *Revista Geofísica*(61), 81-125. Obtenido de <https://www.revistasipgh.org/index.php/regeofi/article/view/555>
- Oh-Sung Kwon, E. K. (2010). Case study: Analytical investigation on the failure of a two-story RC building. *Engineering Structures*.
- Olarte, J., Julca, J., & Orbegoso, E. (2008). *EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO HISTÓRICO DE CHICLAYO*. INDECI.
- O'Reilly, G. J., Perrone, D., Fox, M., Monteiro, R., & Filiatrault, A. (2018). Seismic assessment and loss estimation of existing school buildings in Italy. *Engineering Structures*, 168, 142-162. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.04.056>
- Peña Figueroa, E. A., Malisan, P., & Grimaz, S. (2020). Implementation of seismic assessment of schools in El Salvador. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101449>
- Pérez-Gavilán, J. J., Aguirre, J., & Ramírez, L. (2018). Sismicidad y seguridad estructural en las construcciones: lecciones aprendidas en México. *Salud Pública de México*, 60(1), 41-51. doi:<http://dx.doi.org/10.21149/9300>

- Perrone, D., O'Reilly, G. J., Monteiro, R., & Filialtrault, A. (2020). Assessing seismic risk in typical Italian school buildings: From in-situ survey to loss estimation. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101448>
- Pizarro, N. F., & Agüera, N. D. (Mayo 2016). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS EDUCACIONALES EN LA ZONA DE ELEVADO RIESGO SÍSMICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA. UNA PROPUESTA METODOLÓGICA. *Trabajo presentado en el Congreso Euroamericano*. España.
- Ramírez Machado, B. J., & Salazar Valdez, P. M. (2015). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos públicos y privados del distrito de La Victoria [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/523>
- Rautela, P., Girish, C. J., & Shailesh, G. (2020). Economics of seismic resilience of educational infrastructure in high earthquake hazard prone Himalayan province of Uttarakhand in India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101363>
- Robert, J., & D'Ercole, R. (2009). El sismo del 15 de agosto de 2007 en la Margen Izquierda del Río Rímac (Lima). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38(3), 515-526. doi:<https://doi.org/10.4000/bifea.2310>
- Ruiz, S., Tavera, H. J., Poli, P., Herrera, C., Flores, C. H., Rivera, E., & Madariaga, R. I. (2017). The deep Peru 2015 doublet earthquakes. *Earth and Planetary Science Letters*, 478(15), 102-109. doi:<https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.08.036>
- San Bartolomé, A. (2007). *Defectos que incidieron en el Comportamiento de las Construcciones de Albañilería en el sismo de Pisco del 15-08-2007 [Instituto de la Construcción y Gerencia]*. Biblioteca Virtual ICG. Obtenido de Biblioteca Virtual : <http://dev2.construccion.org/biblioteca/articulo/defectos-que-incidieron-comportamiento-las-construcciones-albanileria-sismo-pisco-del-15-08-2007-1044>
- Soto Raico, E. E. (2018). *Comparación de los métodos: Fema 154, Hirosawa y demanda - resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – Baños del Inca [ Tesis de grado de Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13477>
- Tavares Miranda, P., & Pereira de Araújo, T. D. (2011 Noviembre). Aplicação do Método de Hirosawa Adaptado à Realidade Brasileira em uma Estrutura com um Grau de Liberdade. *Trabajo presentado por Conference: 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO*.

- Tavera, H. (2014). Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en el Perú [Monografías, Instituto Geofísico del Perú ]. *Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en el Perú*. Repositorio IGP, Lima, Perú.
- Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.
- Villar Gallardo, E. A., & Aguirre Paulini, V. M. (2019). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Hirose en la Institución Educativa Elvira García y García - Chiclayo - Perú [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/5958>
- Wu, Z.-h., Ye, P.-s., Barosh, P. J., & Wu, Z.-h. (2011). The October 6, 2008 Mw 6.3 magnitude Damxung earthquake, Yadong-Gulu rift, Tibet, and implications for present-day crustal deformation within Tibet. *Journal of Asian Earth Sciences*, 40(4), 943-957. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2010.05.003>
- Zhou, J., Li, S., Nie, G., Fan, X., Deng, Y., & Xia, C. (2020). Research on seismic vulnerability of buildings and seismic disaster risk: A case study in Yancheng, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101477>
- ZORA-MEJIA, F. N., & ACEVEDO-JARAMILLO, A. B. (2019). Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia. *Revista EIA*, 16(32), 195-207. doi:<https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1035>

# Anexos

## 6.1. Anexo I. Informes de ensayos de laboratorio.



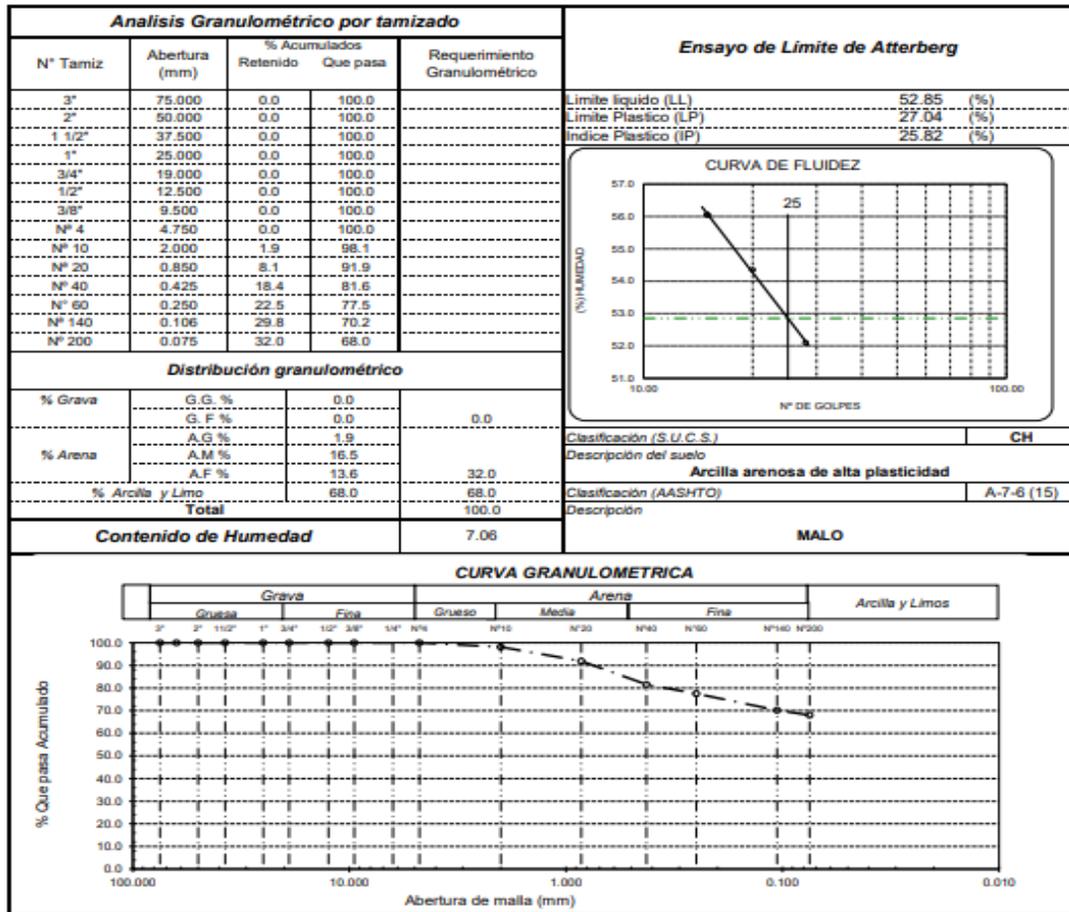
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.60 m



**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Cristian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

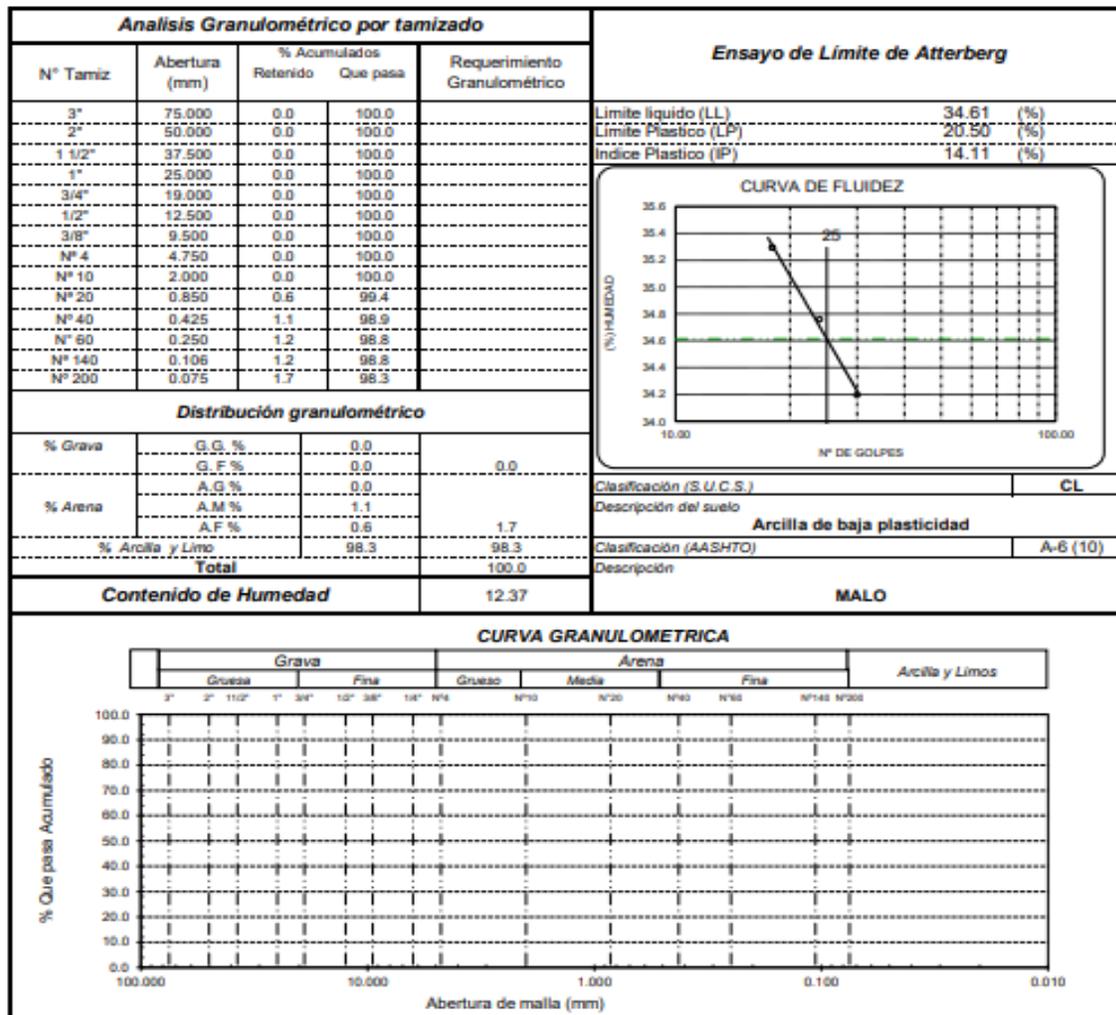
Ing. David Vasquez Lopez  
Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.60 - 0.90 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

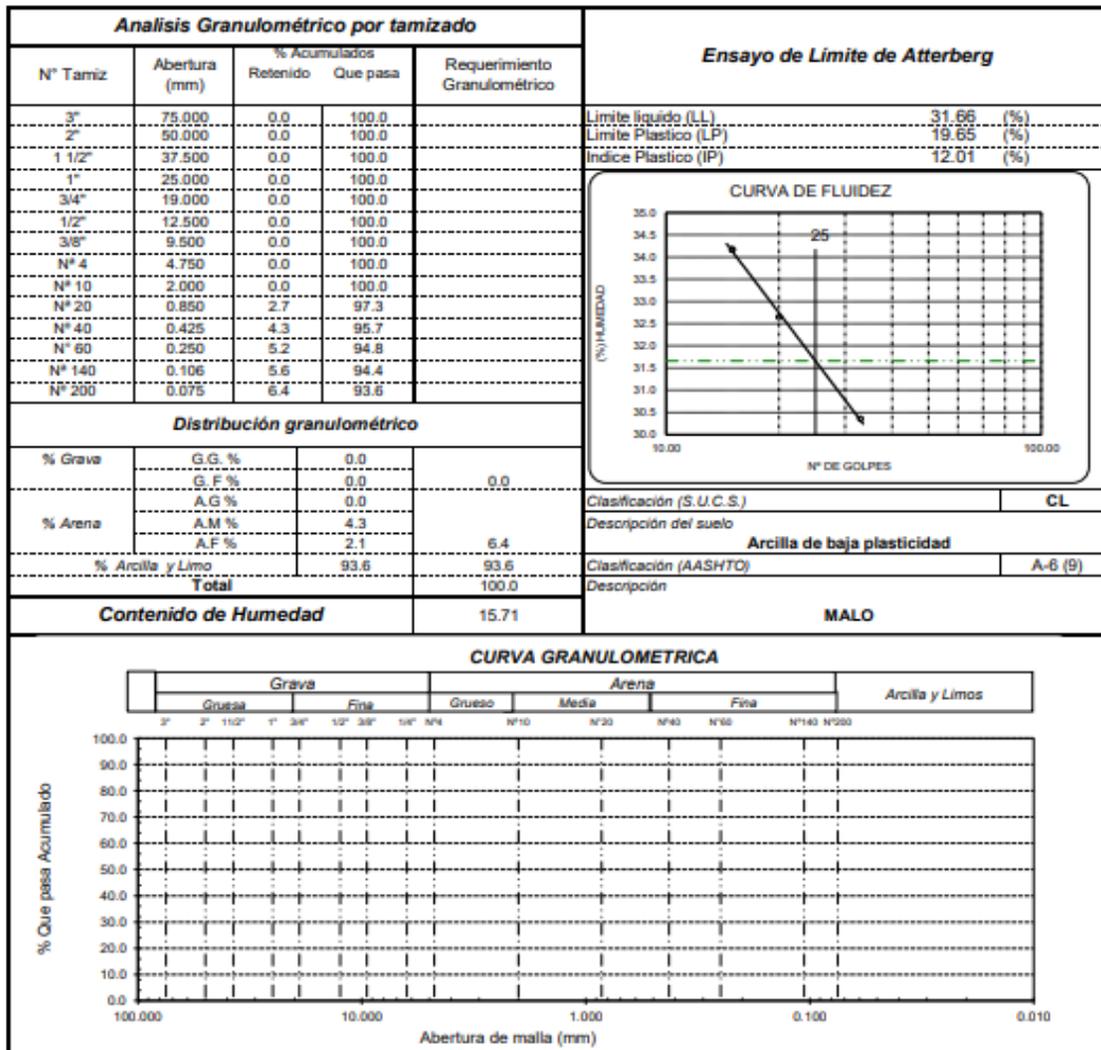
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 3

Profundidad: 0.90 - 1.20 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

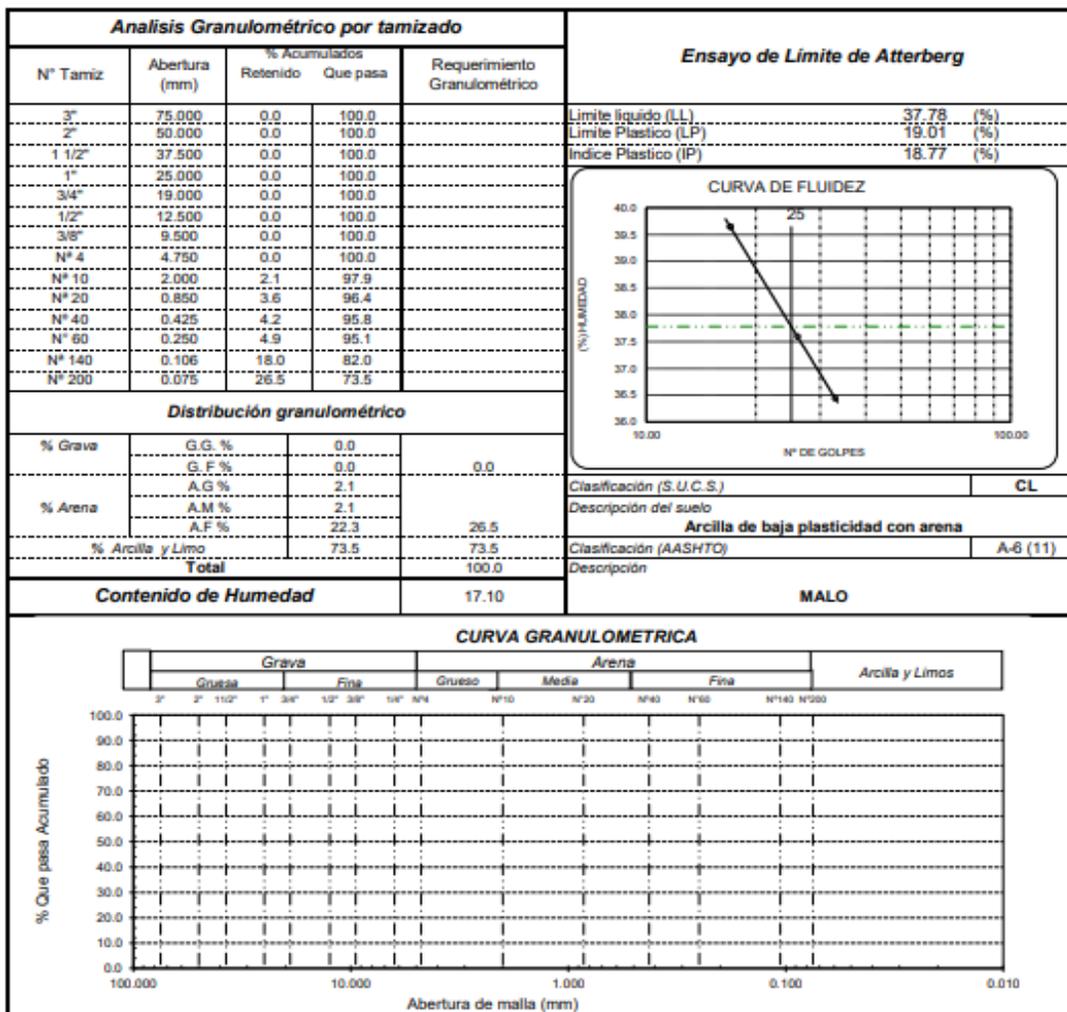
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
**Ubicación** : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 4

Profundidad: 1.20 - 1.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

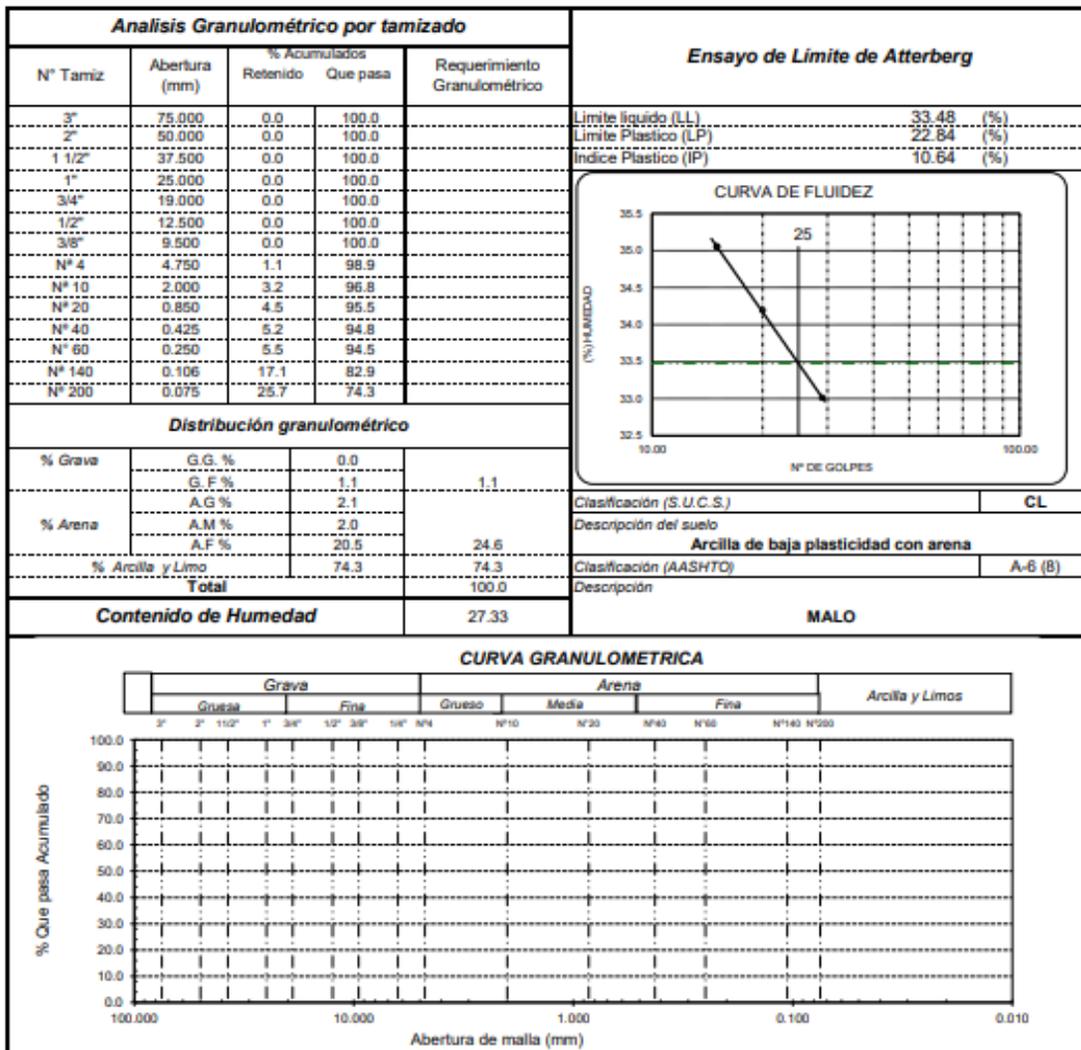
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 5

Profundidad: 1.50 - 3.00 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

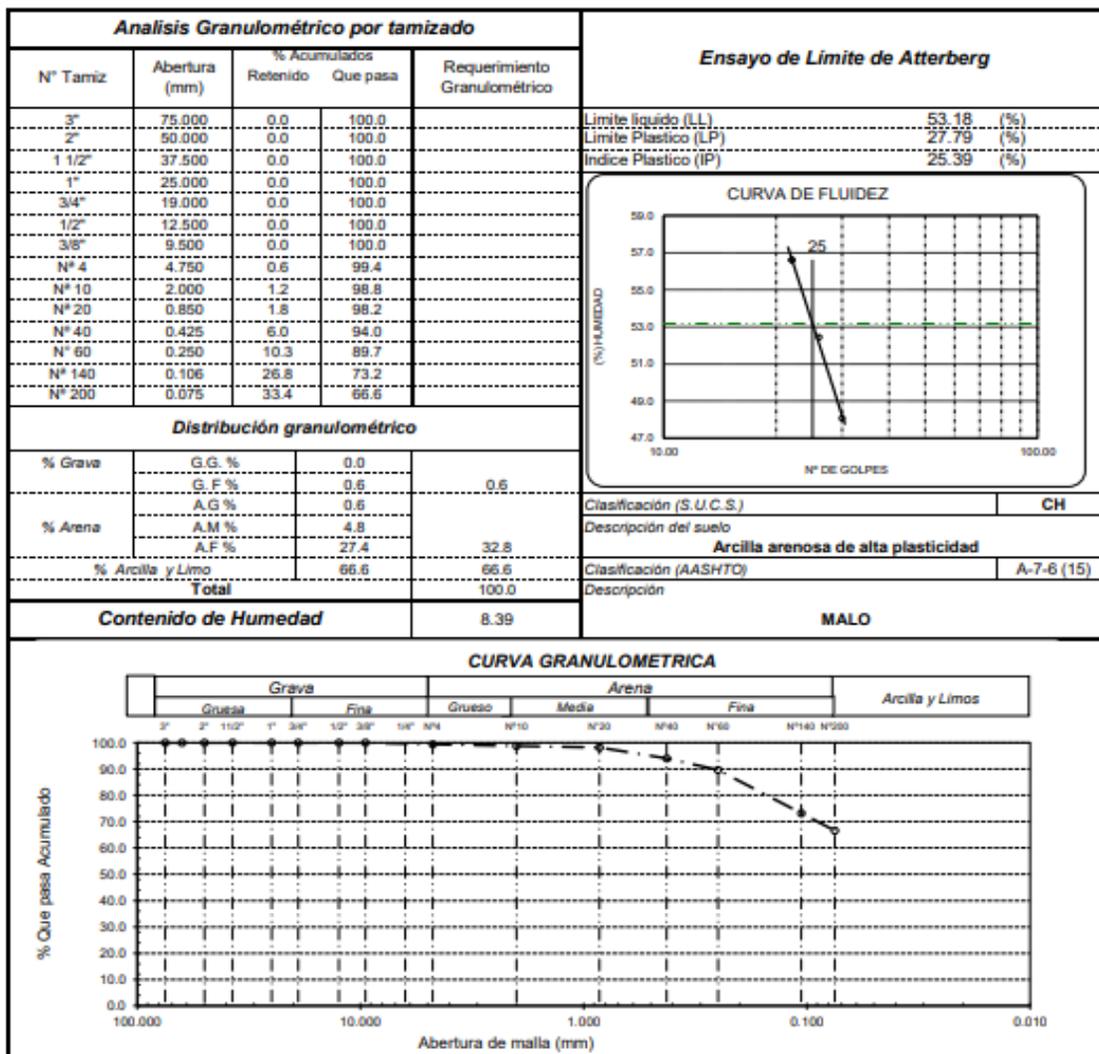
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
**Ubicación** : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

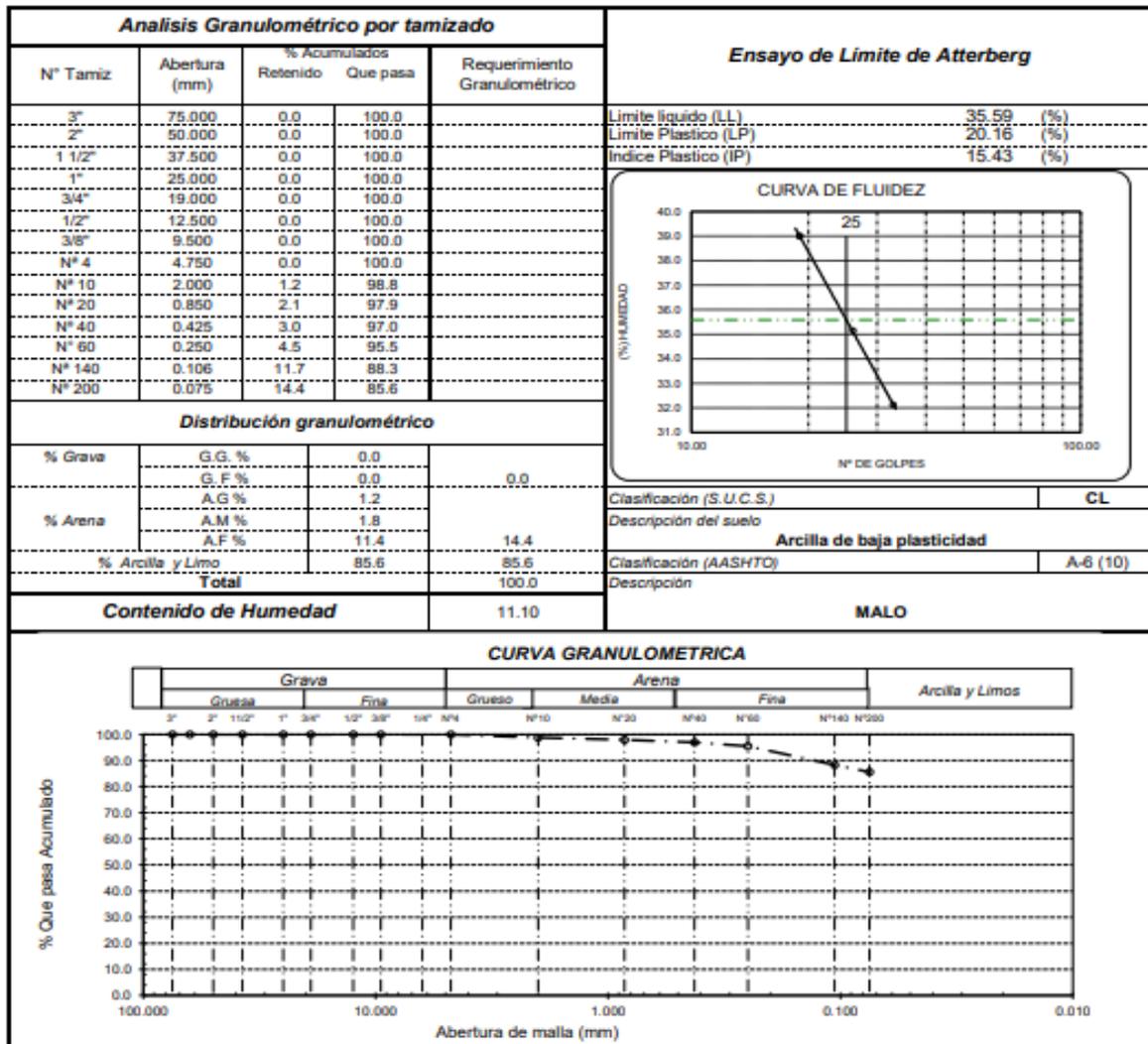
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.50 - 0.85 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

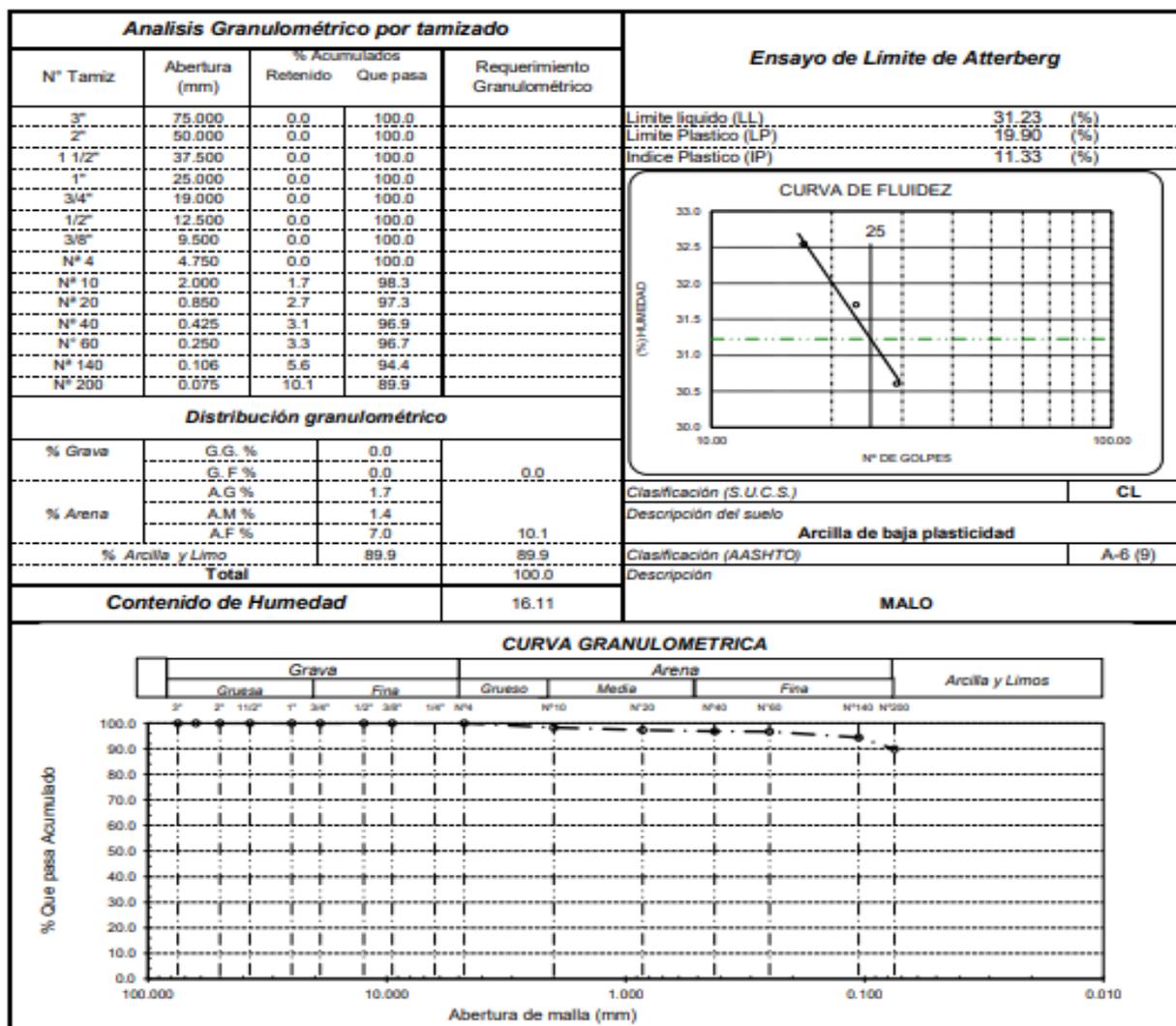
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 3

Profundidad: 0.85 - 1.10 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

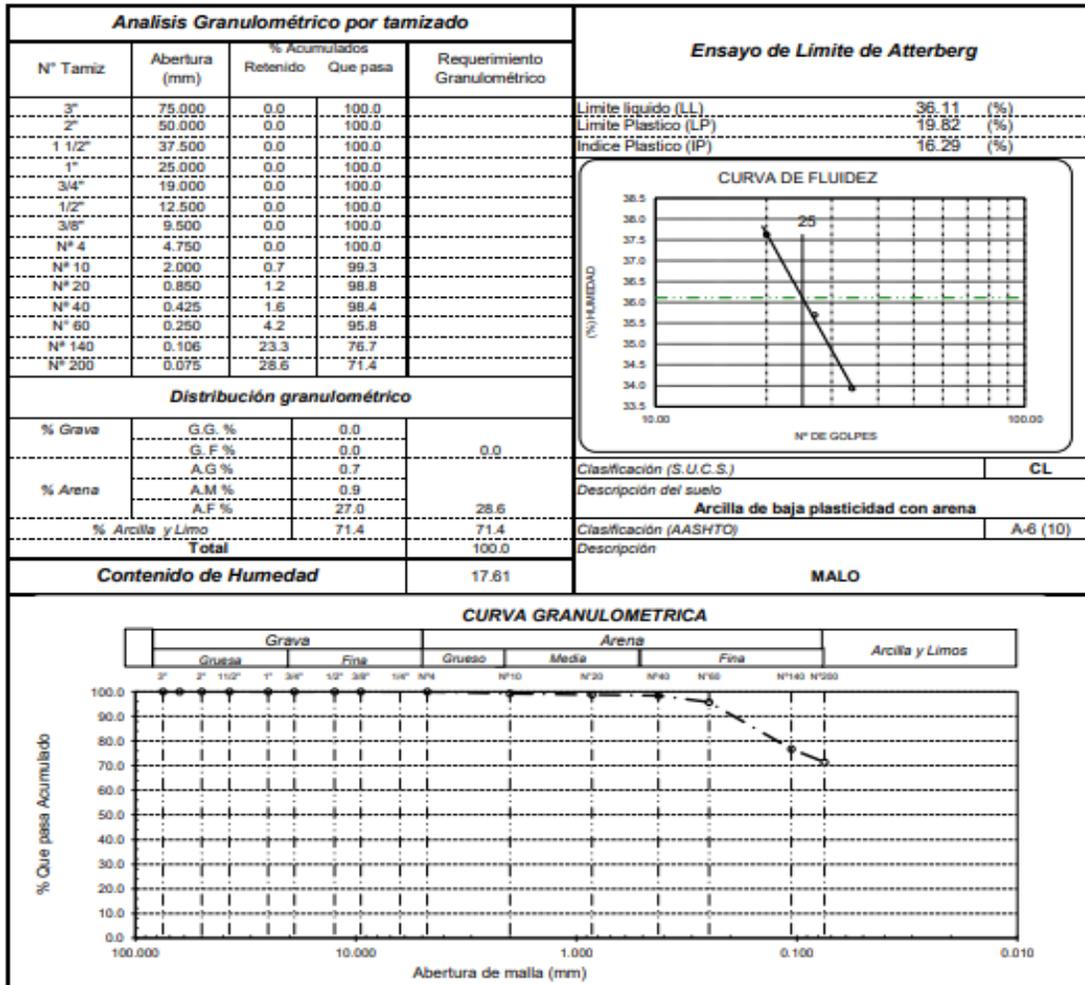
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 4

Profundidad: 1.10 - 1.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

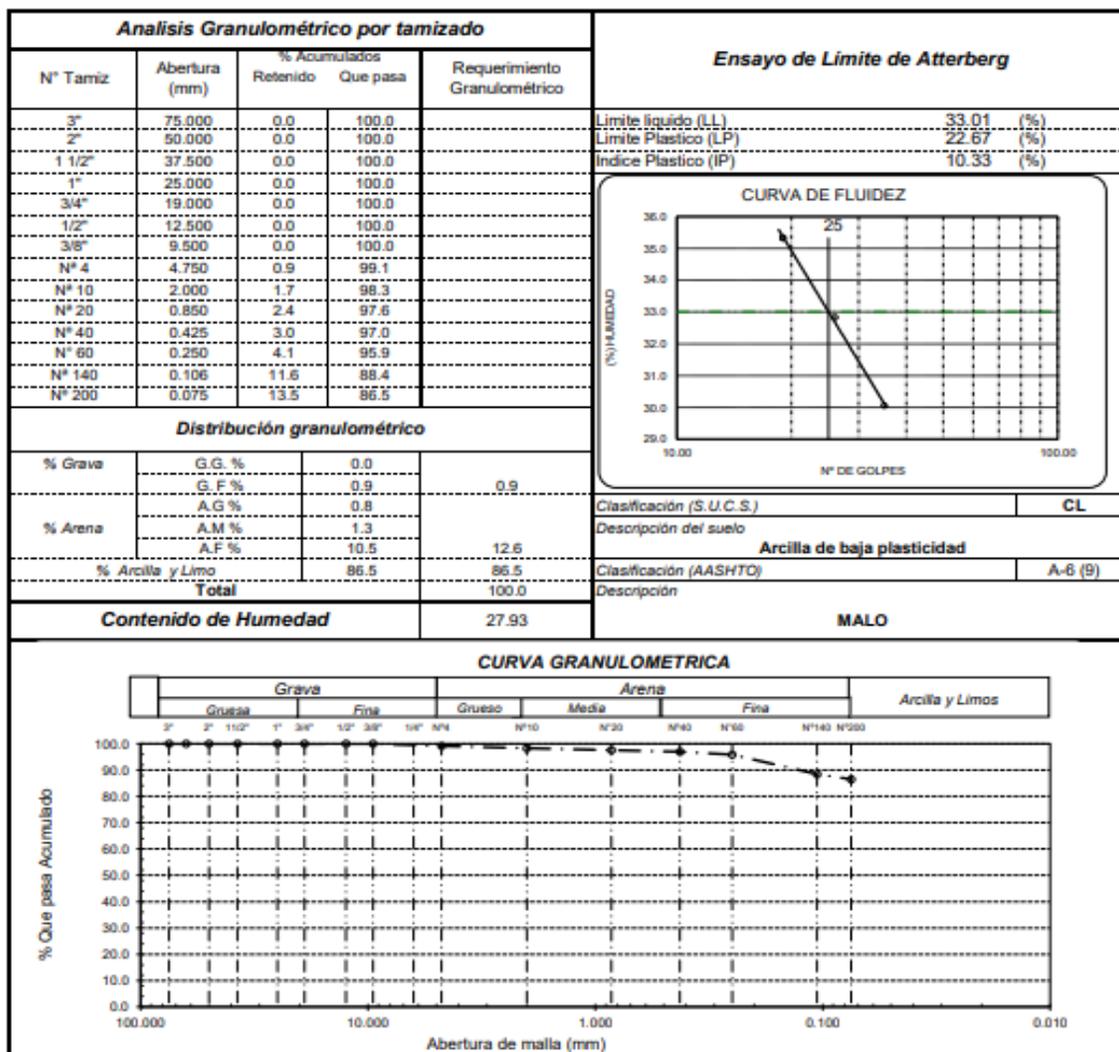
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 5

Profundidad: 1.50 - 3.00 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**
**ASTM - D3080**

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 5  
 Profundidad : 1.50 - 3.00 m. Estado: INALTERADA

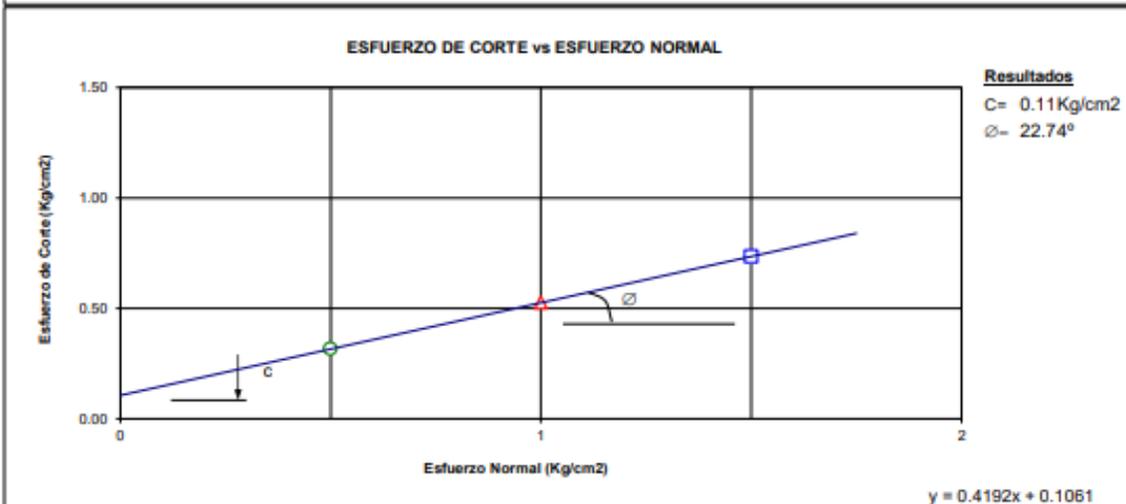
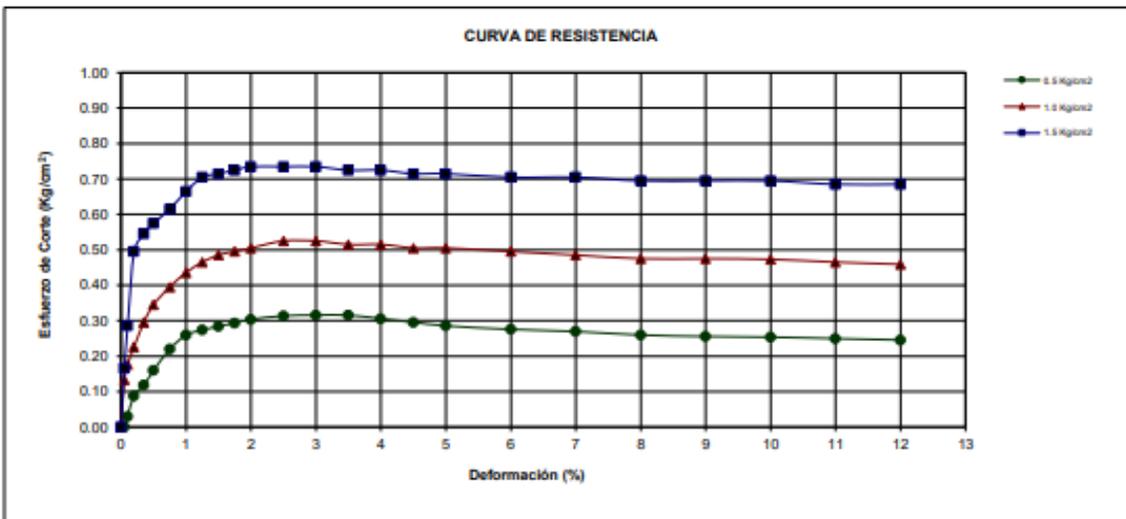
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.5 Kg/cm <sup>2</sup>	1 Kg/cm <sup>2</sup>	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Altura Anillo (cm)		2.00	2.00	2.00
Diámetro Anillo (cm)		5.03	5.03	5.03
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )		1.846	1.849	1.849
Humedad (%)		17.55	17.53	17.56
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.57	1.57	1.57

0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.05	0.13	0.13	0.05	0.17	0.11
0.10	0.03	0.06	0.10	0.18	0.18	0.10	0.29	0.19
0.20	0.09	0.18	0.20	0.23	0.23	0.20	0.50	0.33
0.35	0.12	0.24	0.35	0.30	0.30	0.35	0.55	0.36
0.50	0.16	0.32	0.50	0.35	0.35	0.50	0.58	0.38
0.75	0.22	0.44	0.75	0.40	0.40	0.75	0.62	0.41
1.00	0.26	0.52	1.00	0.44	0.44	1.00	0.66	0.44
1.25	0.27	0.55	1.25	0.47	0.47	1.25	0.70	0.47
1.50	0.28	0.57	1.50	0.49	0.49	1.50	0.71	0.48
1.75	0.29	0.59	1.75	0.50	0.50	1.75	0.72	0.48
2.00	0.30	0.61	2.00	0.51	0.51	2.00	0.73	0.49
2.50	0.31	0.63	2.50	0.53	0.53	2.50	0.73	0.49
3.00	0.32	0.63	3.00	0.53	0.53	3.00	0.73	0.49
3.50	0.32	0.63	3.50	0.52	0.52	3.50	0.72	0.48
4.00	0.31	0.61	4.00	0.52	0.52	4.00	0.72	0.48
4.50	0.30	0.59	4.50	0.51	0.51	4.50	0.71	0.48
5.00	0.29	0.57	5.00	0.51	0.51	5.00	0.71	0.48
6.00	0.28	0.55	6.00	0.50	0.50	6.00	0.70	0.47
7.00	0.27	0.54	7.00	0.49	0.49	7.00	0.70	0.47
8.00	0.26	0.52	8.00	0.48	0.48	8.00	0.69	0.46
9.00	0.26	0.51	9.00	0.48	0.48	9.00	0.69	0.46
10.00	0.25	0.51	10.00	0.47	0.47	10.00	0.69	0.46
11.00	0.25	0.50	11.00	0.47	0.47	11.00	0.68	0.46
12.00	0.25	0.49	12.00	0.46	0.46	12.00	0.68	0.46

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
 ASTM - D3080

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 5  
 Profundidad : 1.50 - 3.00 m. Estado: INALTERADA



**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
**Ubicación** : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020

**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u>	: C - 1	
<u>Muestra</u>	: M-5	
<u>Profundidad</u>	: 1.50 - 3.00 m	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	200
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.02

<u>Calicata</u>	: C - 2	
<u>Muestra</u>	: M-5	
<u>Profundidad</u>	: 1.50 - 3.00 m	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	100
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.01

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Cristian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio



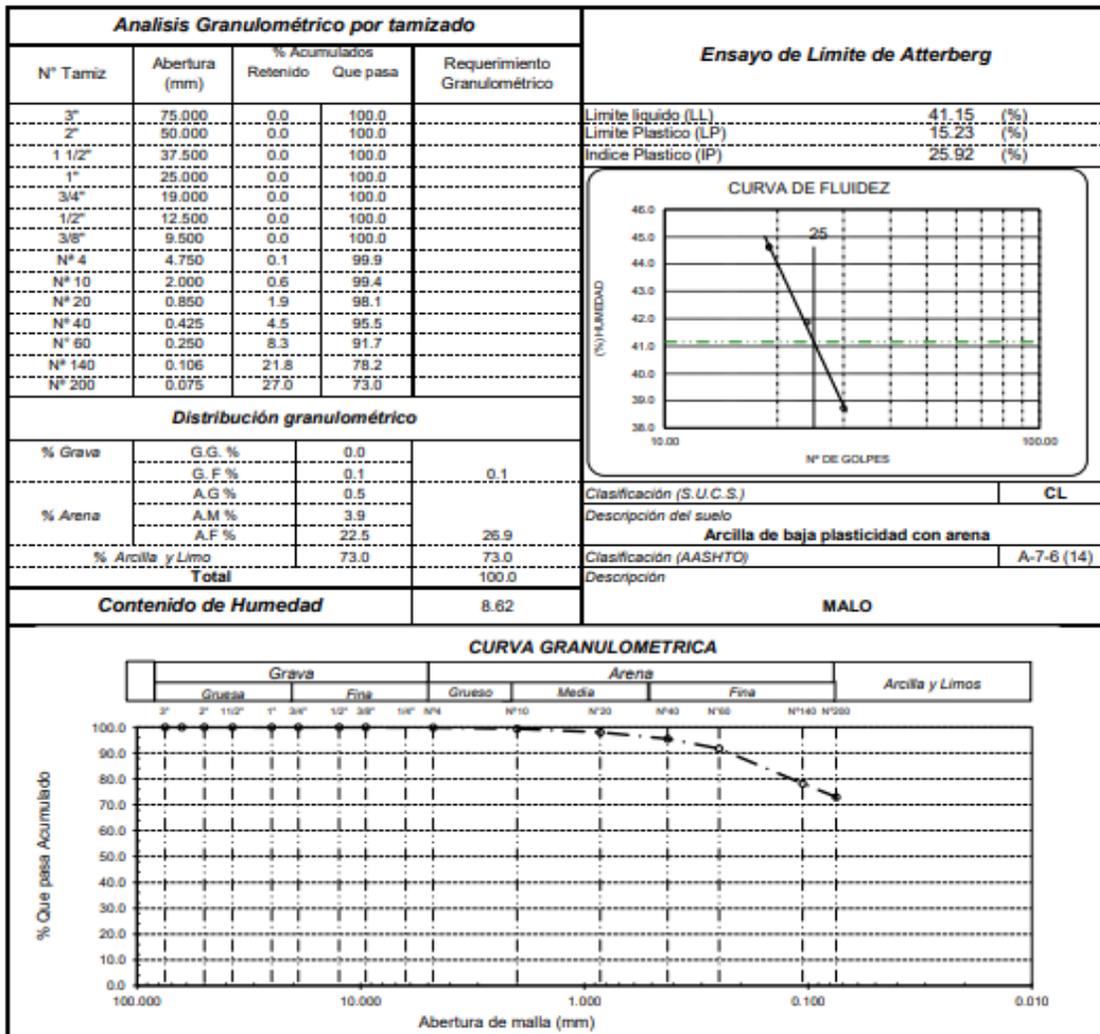
Ing. David Vasquez Lopez  
Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "Carlos Augusto Salaverry"  
**Ubicación** : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

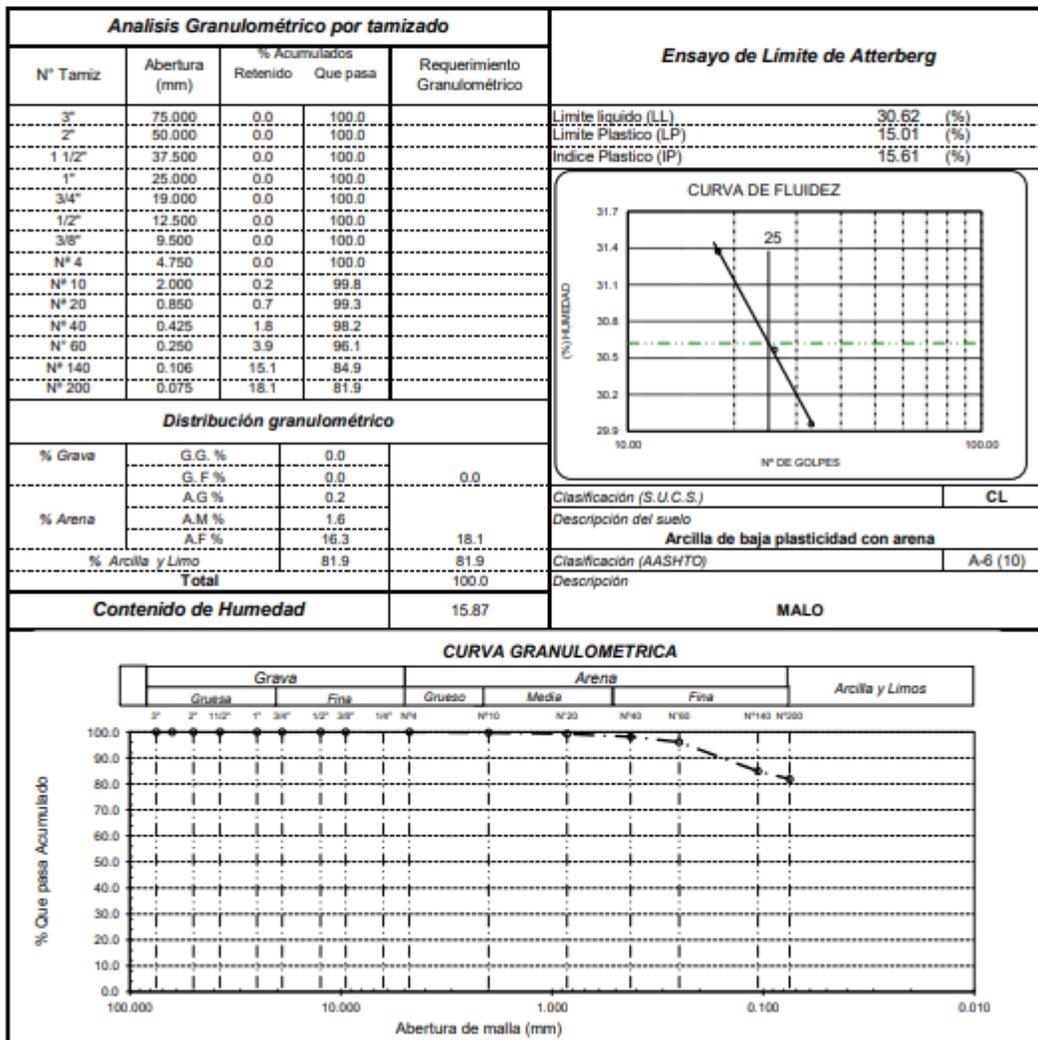
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "Carlos Augusto Salaverry"  
 Ubicación : Av. Cahulde 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.50 - 0.80 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

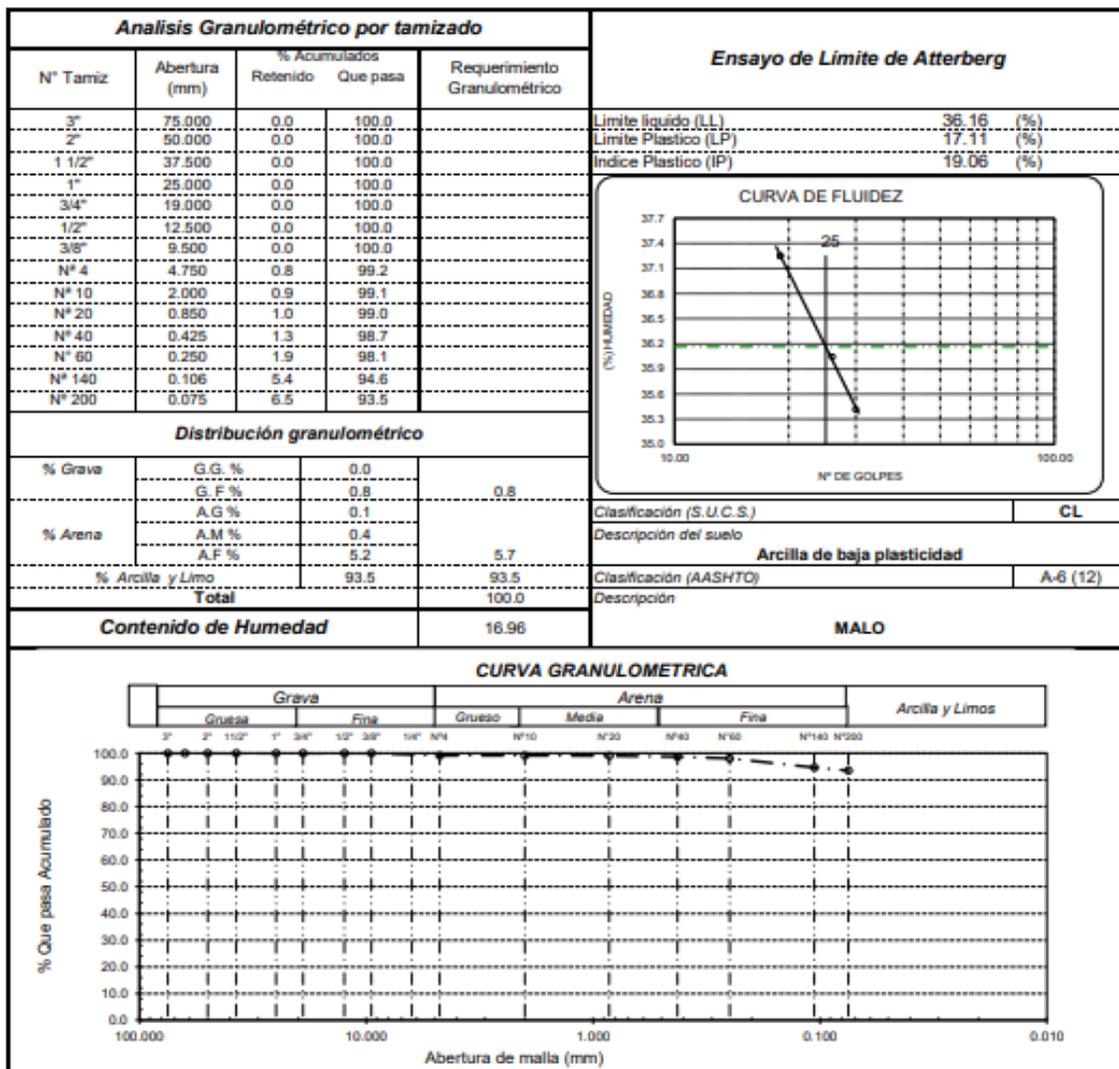
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "Carlos Augusto Salaverry"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 3

Profundidad: 0.80 - 1.40 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

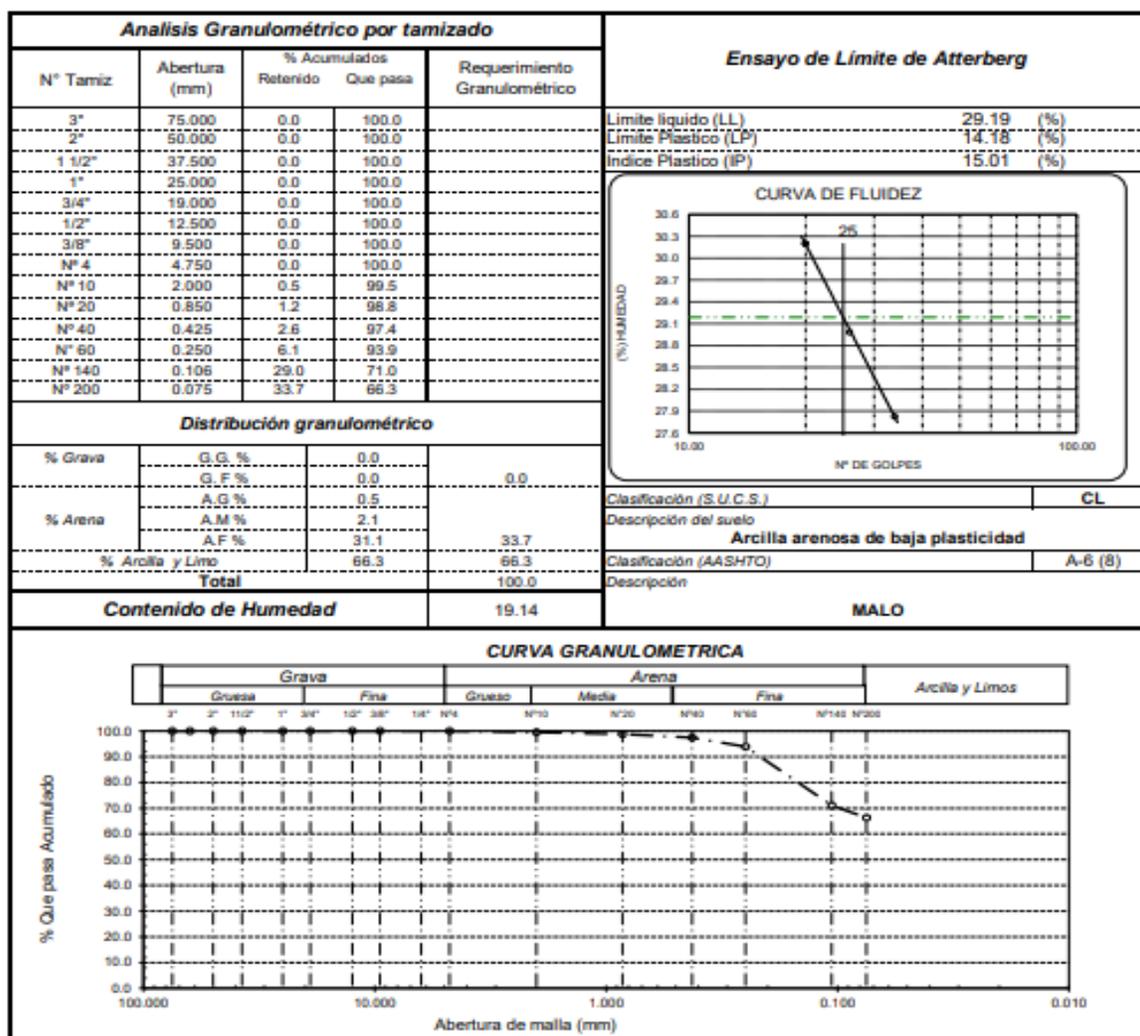
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAJANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 4

Profundidad: 1.40 - 3.00 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

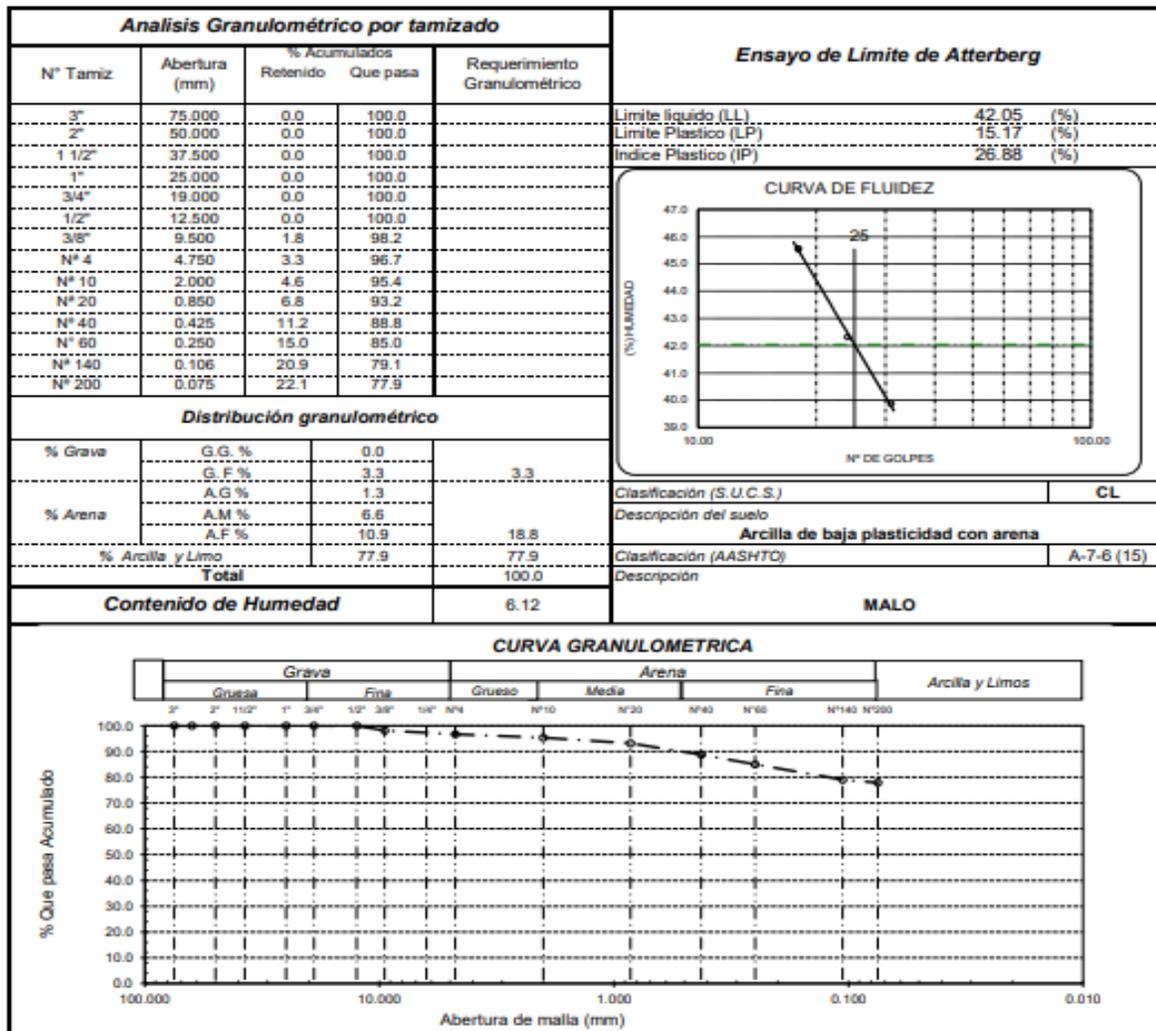
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "CARLOS AGUSTO SALAVERRY"  
**Ubicación** : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

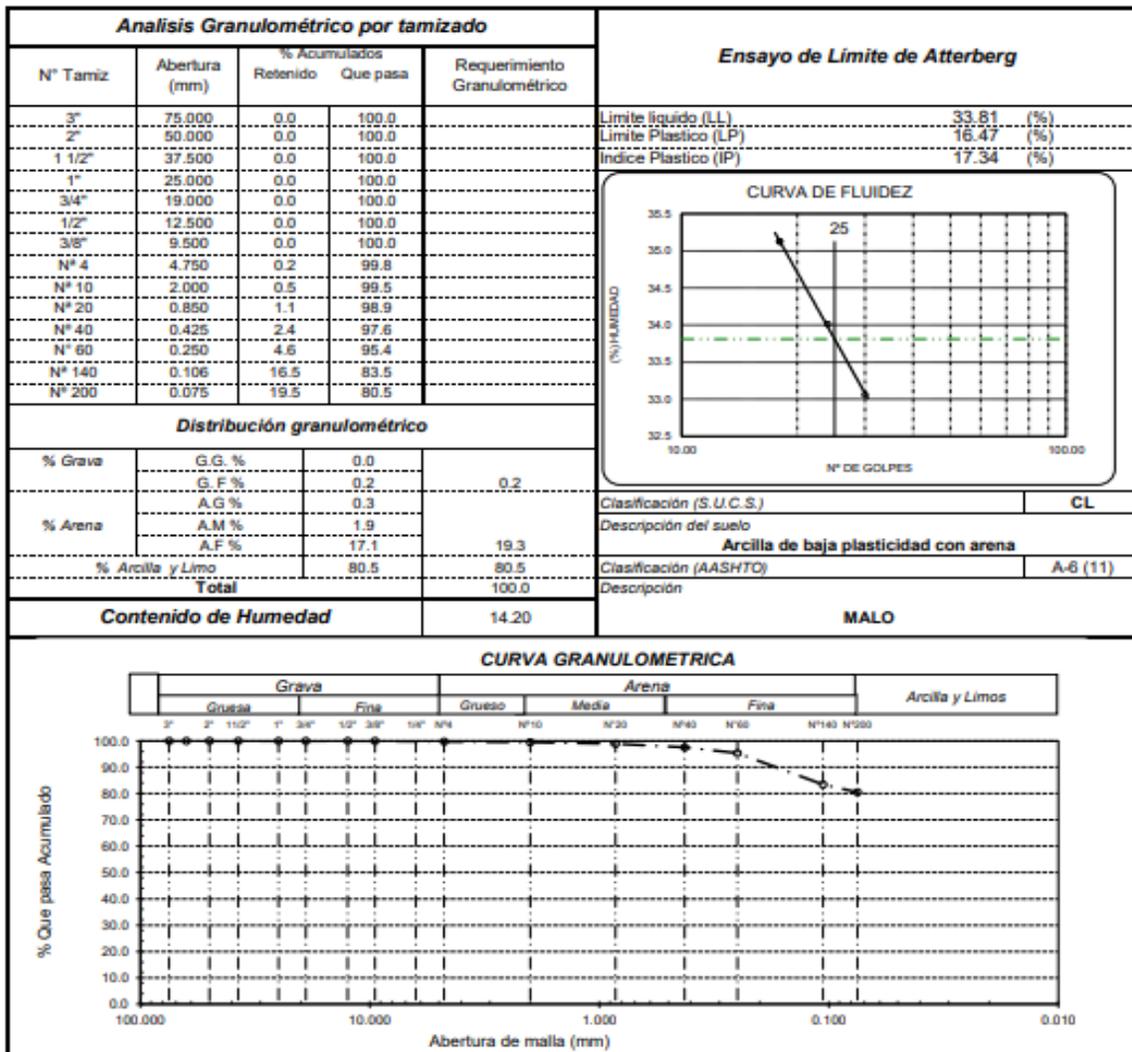
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
 Ubicación : Av. Cahilde 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.50 - 0.80 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

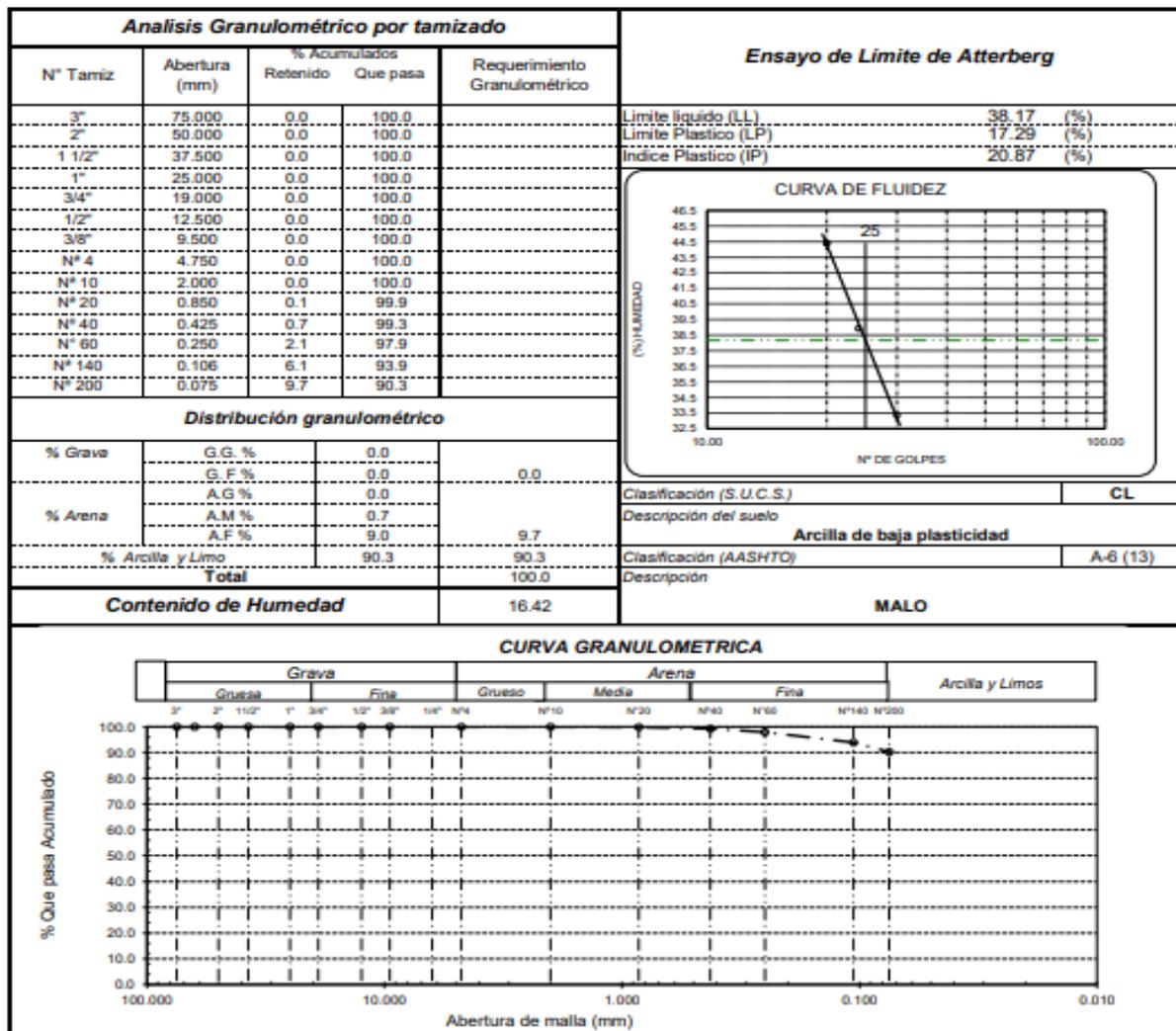
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 3

Profundidad: 0.80 - 1.45 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

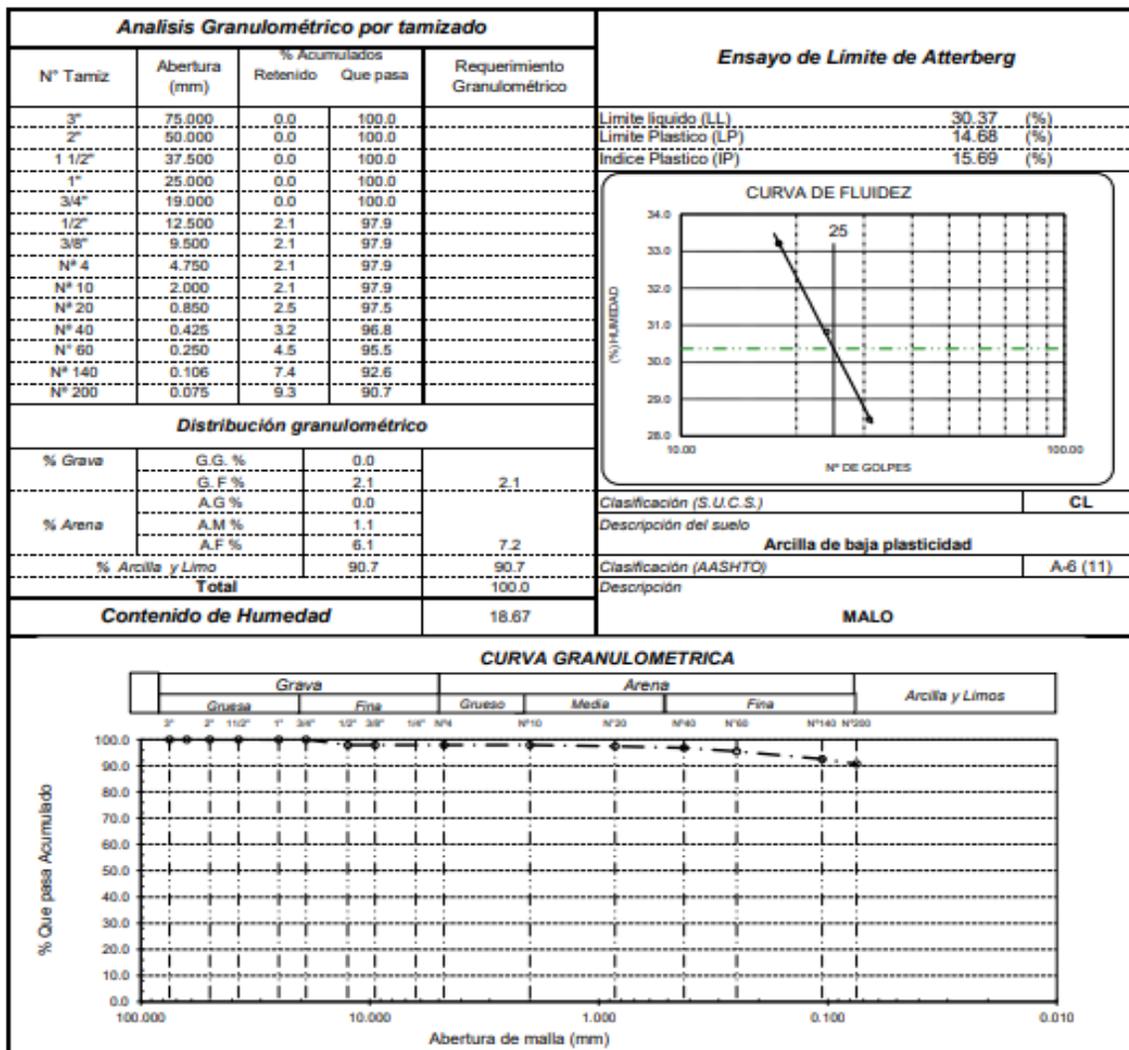
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
**Ubicación** : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 4

Profundidad: 1.45 - 3.00 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

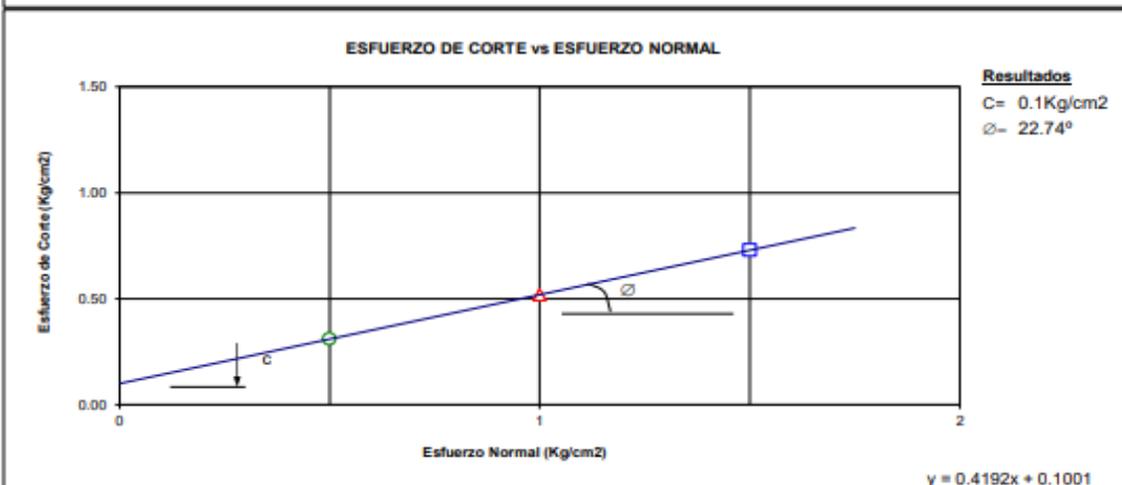
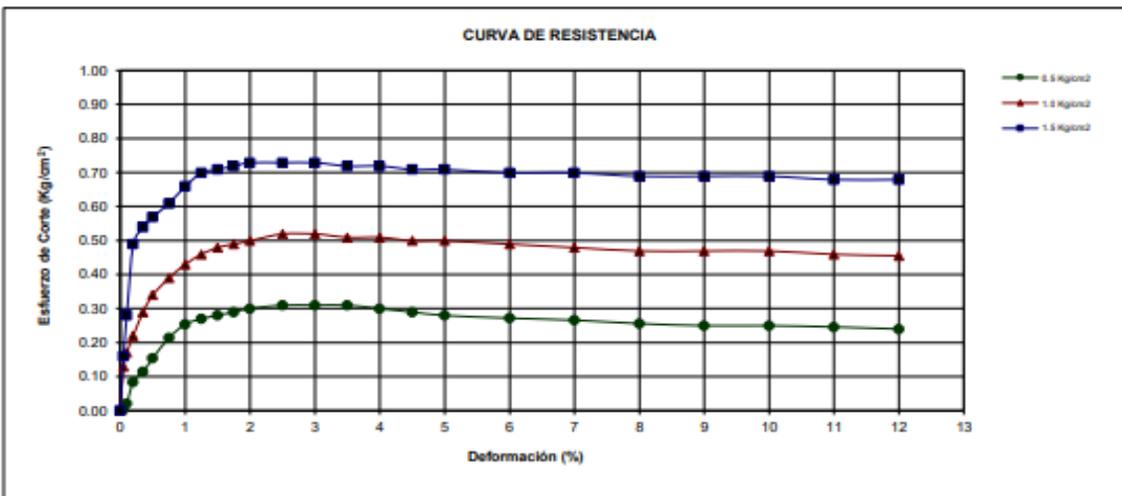
Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 4  
 Profundidad : 1.40 - 3.00 m. Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.5 Kg/cm <sup>2</sup>	1 Kg/cm <sup>2</sup>	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>				
Altura Anillo (cm)		2.00	2.00	2.00				
Diámetro Anillo (cm)		5.03	5.03	5.03				
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )		1.844	1.841	1.844				
Humedad (%)		17.66	17.60	17.65				
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.57	1.57	1.57				
0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.05	0.13	0.13	0.05	0.16	0.11
0.10	0.02	0.04	0.10	0.17	0.17	0.10	0.28	0.19
0.20	0.08	0.17	0.20	0.22	0.22	0.20	0.49	0.33
0.35	0.11	0.23	0.35	0.29	0.29	0.35	0.54	0.36
0.50	0.15	0.31	0.50	0.34	0.34	0.50	0.57	0.38
0.75	0.21	0.43	0.75	0.39	0.39	0.75	0.61	0.41
1.00	0.25	0.51	1.00	0.43	0.43	1.00	0.66	0.44
1.25	0.27	0.54	1.25	0.46	0.46	1.25	0.70	0.47
1.50	0.28	0.56	1.50	0.48	0.48	1.50	0.71	0.47
1.75	0.29	0.58	1.75	0.49	0.49	1.75	0.72	0.48
2.00	0.30	0.60	2.00	0.50	0.50	2.00	0.73	0.49
2.50	0.31	0.62	2.50	0.52	0.52	2.50	0.73	0.49
3.00	0.31	0.62	3.00	0.52	0.52	3.00	0.73	0.49
3.50	0.31	0.62	3.50	0.51	0.51	3.50	0.72	0.48
4.00	0.30	0.60	4.00	0.51	0.51	4.00	0.72	0.48
4.50	0.29	0.58	4.50	0.50	0.50	4.50	0.71	0.47
5.00	0.28	0.56	5.00	0.50	0.50	5.00	0.71	0.47
6.00	0.27	0.54	6.00	0.49	0.49	6.00	0.70	0.47
7.00	0.27	0.53	7.00	0.48	0.48	7.00	0.70	0.47
8.00	0.26	0.51	8.00	0.47	0.47	8.00	0.69	0.46
9.00	0.25	0.50	9.00	0.47	0.47	9.00	0.69	0.46
10.00	0.25	0.50	10.00	0.47	0.47	10.00	0.69	0.46
11.00	0.25	0.49	11.00	0.46	0.46	11.00	0.68	0.45
12.00	0.24	0.48	12.00	0.46	0.46	12.00	0.68	0.45

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10796 "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
 Ubicación : Av. Cahulde 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 4  
 Profundidad : 1.40 - 3.00 m. Estado: INALTERADA



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Calicata : C - 02  
 Muestra : M - 4  
 Profundidad : 1.40 - 3.00 m. Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.5 Kg/cm <sup>2</sup>	1 Kg/cm <sup>2</sup>	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>				
Altura Anillo (cm)		2.00	2.00	2.00				
Diámetro Anillo (cm)		5.03	5.03	5.03				
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )		1.844	1.841	1.844				
Humedad (%)		17.66	17.60	17.65				
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.57	1.57	1.57				
0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.05	0.13	0.13	0.05	0.16	0.11
0.10	0.03	0.06	0.10	0.17	0.17	0.10	0.28	0.19
0.20	0.09	0.17	0.20	0.22	0.22	0.20	0.49	0.33
0.35	0.12	0.23	0.35	0.29	0.29	0.35	0.54	0.36
0.50	0.16	0.31	0.50	0.34	0.34	0.50	0.57	0.38
0.75	0.22	0.43	0.75	0.39	0.39	0.75	0.61	0.41
1.00	0.26	0.51	1.00	0.43	0.43	1.00	0.66	0.44
1.25	0.27	0.54	1.25	0.46	0.46	1.25	0.70	0.47
1.50	0.28	0.56	1.50	0.48	0.48	1.50	0.71	0.47
1.75	0.29	0.58	1.75	0.49	0.49	1.75	0.72	0.48
2.00	0.30	0.60	2.00	0.50	0.50	2.00	0.73	0.49
2.50	0.31	0.62	2.50	0.52	0.52	2.50	0.73	0.49
3.00	0.31	0.62	3.00	0.52	0.52	3.00	0.73	0.49
3.50	0.31	0.62	3.50	0.51	0.51	3.50	0.72	0.48
4.00	0.30	0.60	4.00	0.51	0.51	4.00	0.72	0.48
4.50	0.29	0.58	4.50	0.50	0.50	4.50	0.71	0.47
5.00	0.28	0.56	5.00	0.50	0.50	5.00	0.71	0.47
6.00	0.27	0.54	6.00	0.49	0.49	6.00	0.70	0.47
7.00	0.27	0.54	7.00	0.48	0.48	7.00	0.70	0.47
8.00	0.26	0.52	8.00	0.47	0.47	8.00	0.69	0.46
9.00	0.25	0.50	9.00	0.47	0.47	9.00	0.69	0.46
10.00	0.25	0.50	10.00	0.47	0.47	10.00	0.69	0.46
11.00	0.25	0.50	11.00	0.46	0.46	11.00	0.68	0.45
12.00	0.24	0.48	12.00	0.46	0.46	12.00	0.68	0.45

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10796 "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u>	: C - 1		
<u>Muestra</u>	: M-4		
<u>Profundidad</u>	: 1.40 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	400
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.04

<u>Calicata</u>	: C - 2		
<u>Muestra</u>	: M-4		
<u>Profundidad</u>	: 1.40 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	500
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.05

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

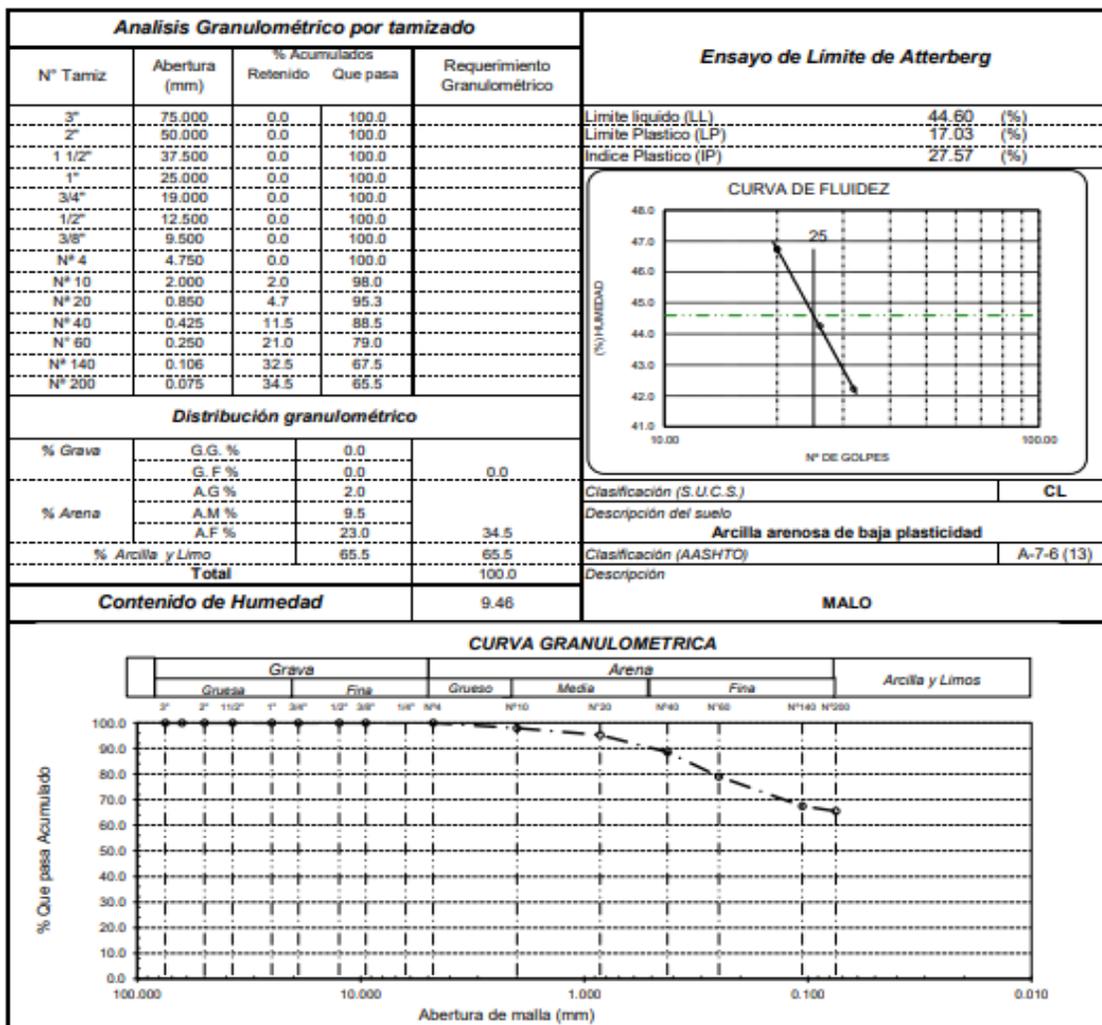
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

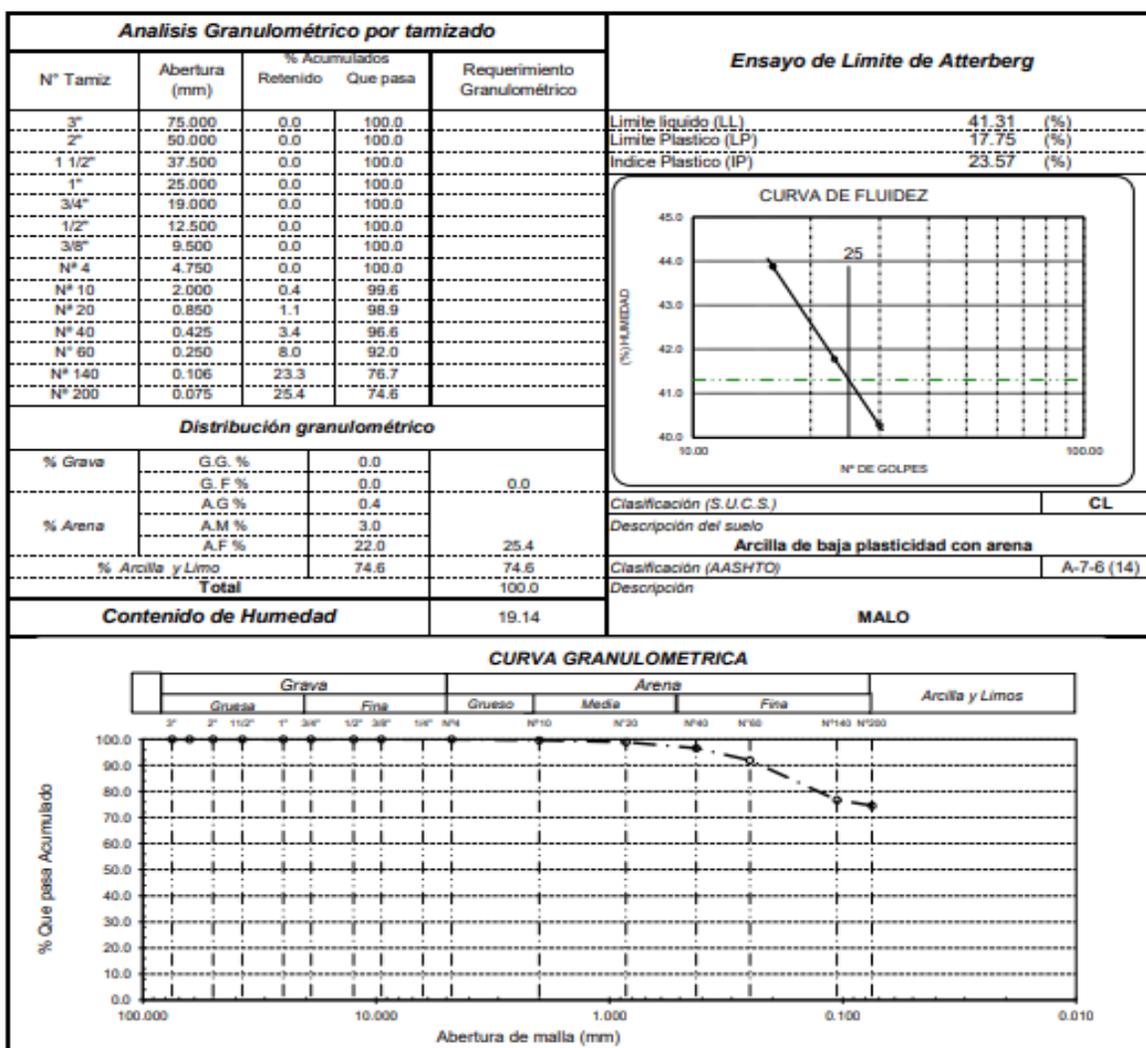
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : JUAN PABLO VIZCARDY Y GUZMAN  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Distro. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.50 - 1.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

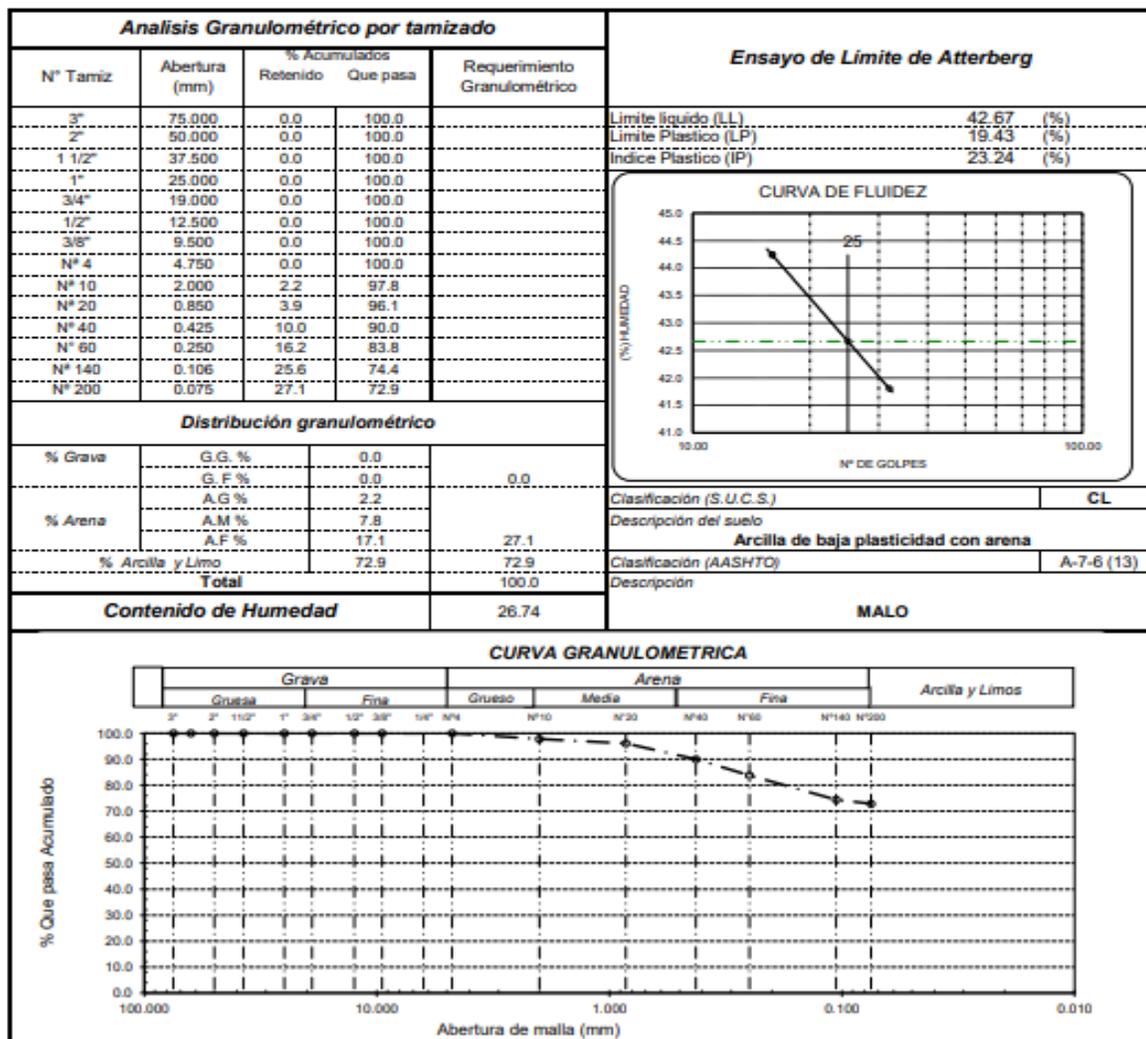
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.50 - 1.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

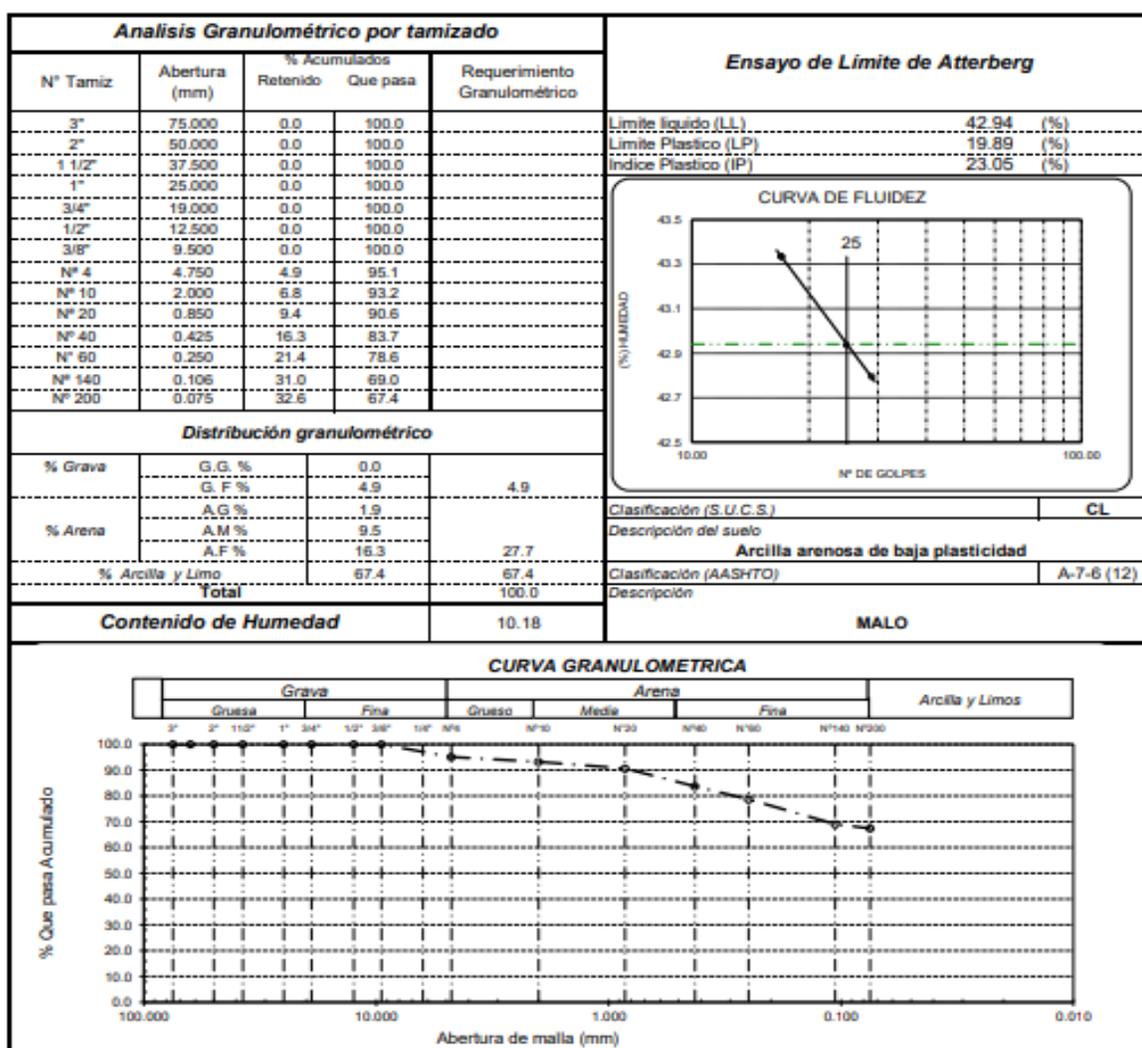
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

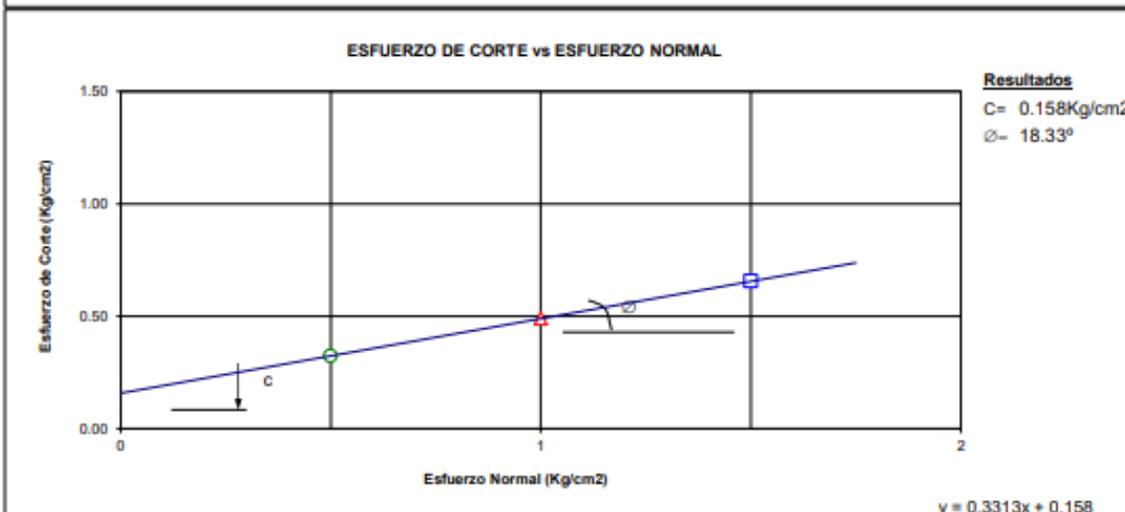
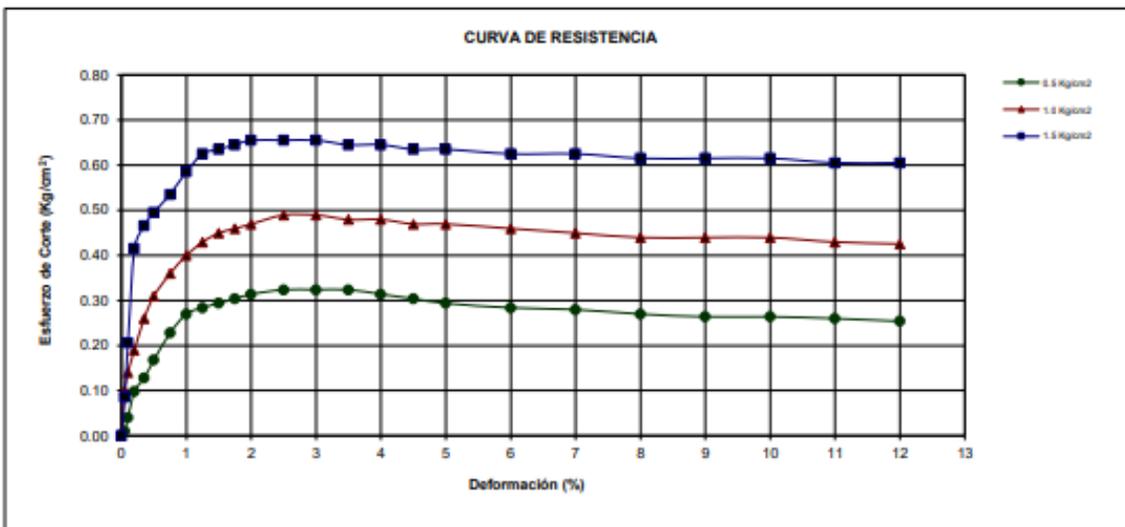
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**
**ASTM - D3080**

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 3  
 Profundidad : 1.50 - 3.00 m. Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.5 Kg/cm <sup>2</sup>	1 Kg/cm <sup>2</sup>	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>				
Altura Anillo (cm)		2.00	2.00	2.00				
Diámetro Anillo (cm)		5.03	5.03	5.03				
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )		1.864	1.864	1.864				
Humedad (%)		26.76	26.71	26.73				
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.47	1.47	1.47				
0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.02	0.05	0.10	0.10	0.05	0.09	0.06
0.10	0.04	0.08	0.10	0.14	0.14	0.10	0.21	0.14
0.20	0.10	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.42	0.28
0.35	0.13	0.26	0.35	0.26	0.26	0.35	0.47	0.31
0.50	0.17	0.34	0.50	0.31	0.31	0.50	0.50	0.33
0.75	0.23	0.46	0.75	0.36	0.36	0.75	0.54	0.36
1.00	0.27	0.54	1.00	0.40	0.40	1.00	0.59	0.39
1.25	0.28	0.57	1.25	0.43	0.43	1.25	0.63	0.42
1.50	0.29	0.59	1.50	0.45	0.45	1.50	0.63	0.42
1.75	0.30	0.61	1.75	0.46	0.46	1.75	0.64	0.43
2.00	0.31	0.63	2.00	0.47	0.47	2.00	0.65	0.44
2.50	0.32	0.65	2.50	0.49	0.49	2.50	0.65	0.44
3.00	0.32	0.65	3.00	0.49	0.49	3.00	0.65	0.44
3.50	0.32	0.65	3.50	0.48	0.48	3.50	0.64	0.43
4.00	0.31	0.63	4.00	0.48	0.48	4.00	0.64	0.43
4.50	0.30	0.61	4.50	0.47	0.47	4.50	0.63	0.42
5.00	0.29	0.59	5.00	0.47	0.47	5.00	0.63	0.42
6.00	0.28	0.57	6.00	0.46	0.46	6.00	0.63	0.42
7.00	0.28	0.56	7.00	0.45	0.45	7.00	0.63	0.42
8.00	0.27	0.54	8.00	0.44	0.44	8.00	0.62	0.41
9.00	0.26	0.53	9.00	0.44	0.44	9.00	0.62	0.41
10.00	0.26	0.53	10.00	0.44	0.44	10.00	0.62	0.41
11.00	0.26	0.52	11.00	0.43	0.43	11.00	0.61	0.40
12.00	0.25	0.51	12.00	0.43	0.43	12.00	0.61	0.40

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 3  
 Profundidad : 1.50 - 3.00 m. Estado: INALTERADA



Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<i>Calicata</i>	: C - 1		
<i>Muestra</i>	: M-3		
<i>Profundidad</i>	: 1.50 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	600
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.06

<i>Calicata</i>	: C - 2		
<i>Muestra</i>	: M-3		
<i>Profundidad</i>	: 1.50 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	500
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.05

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Cristian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio



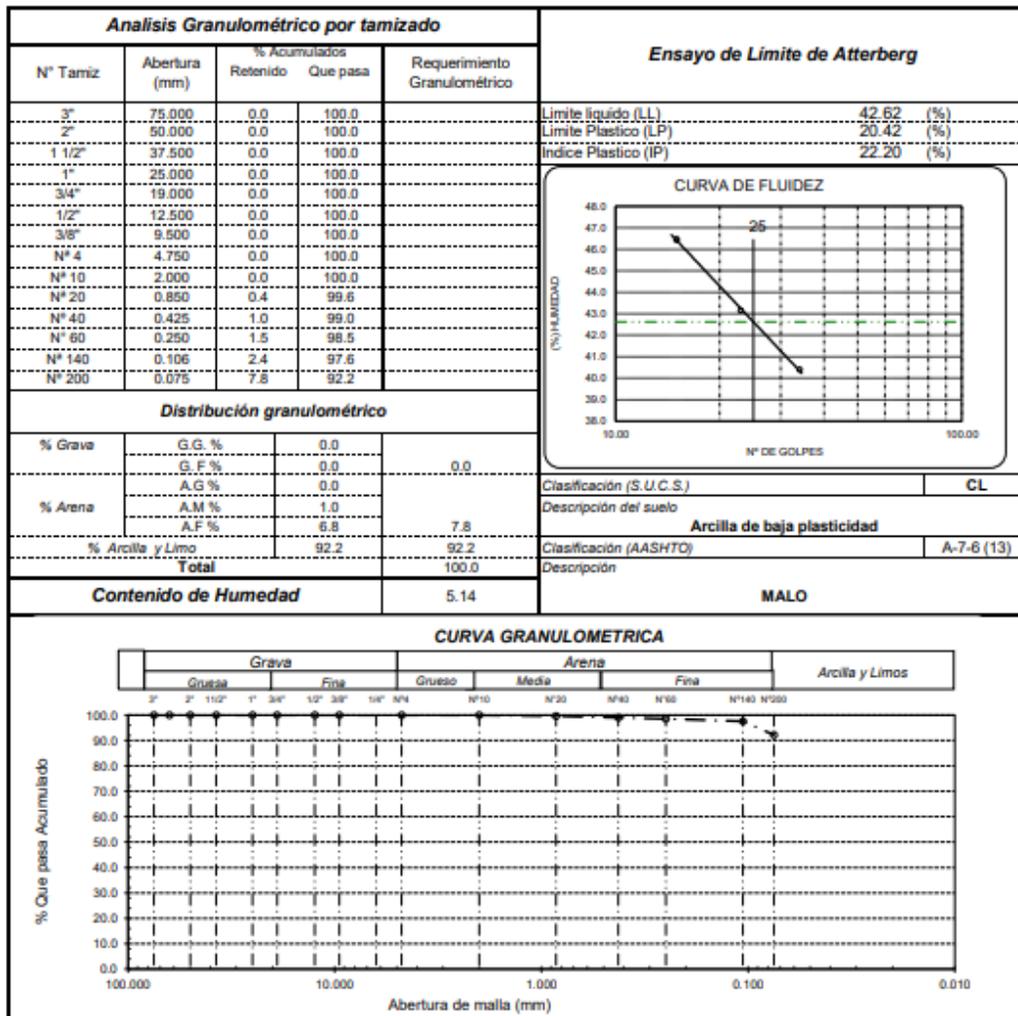
Ing. David Vasquez Lopez  
Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "ANDRÉS MARISCAL CÁCERES"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.129 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.40 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

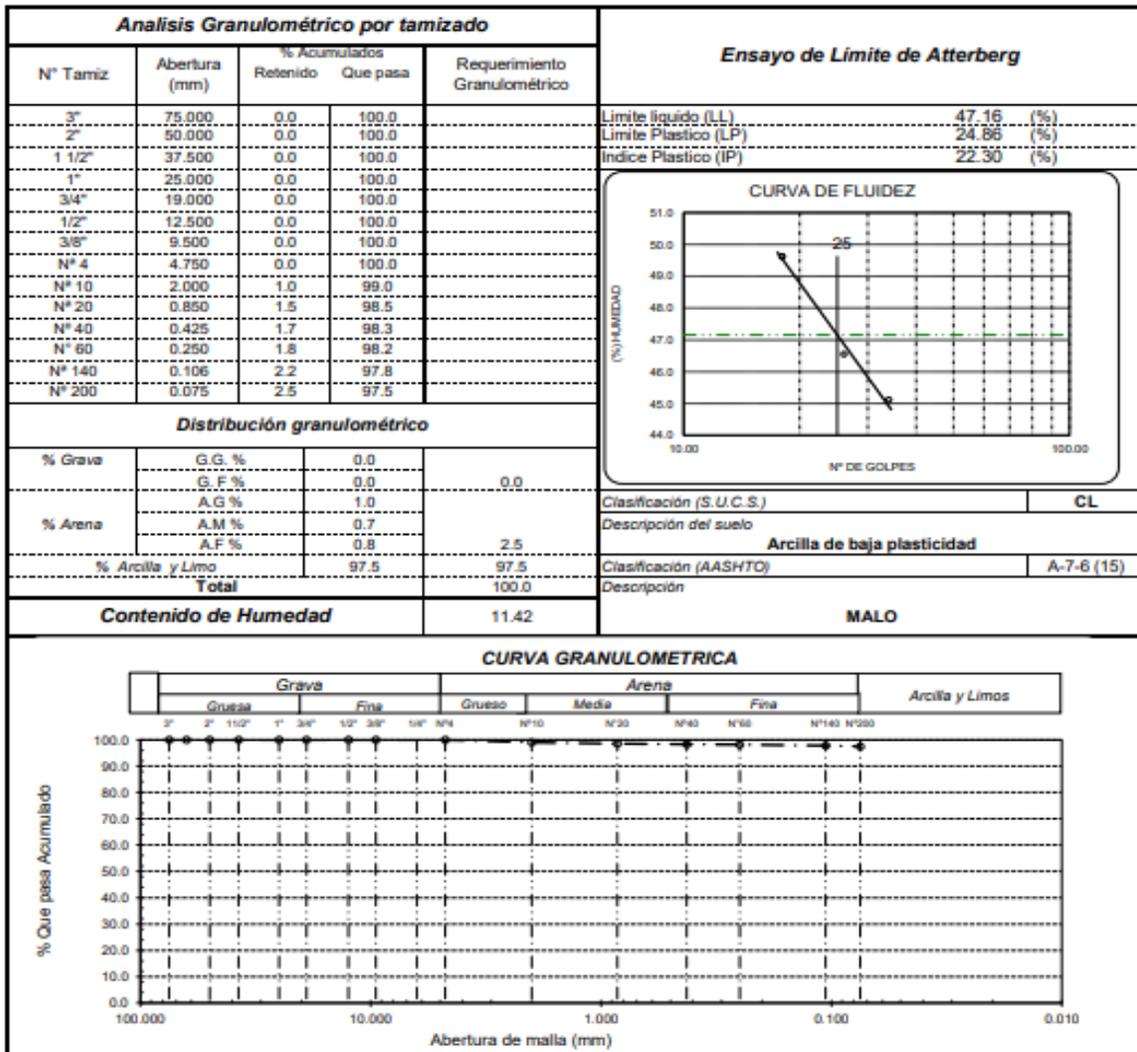
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "ANDRÉS MARISCAL CACERES"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.40 - 0.70 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

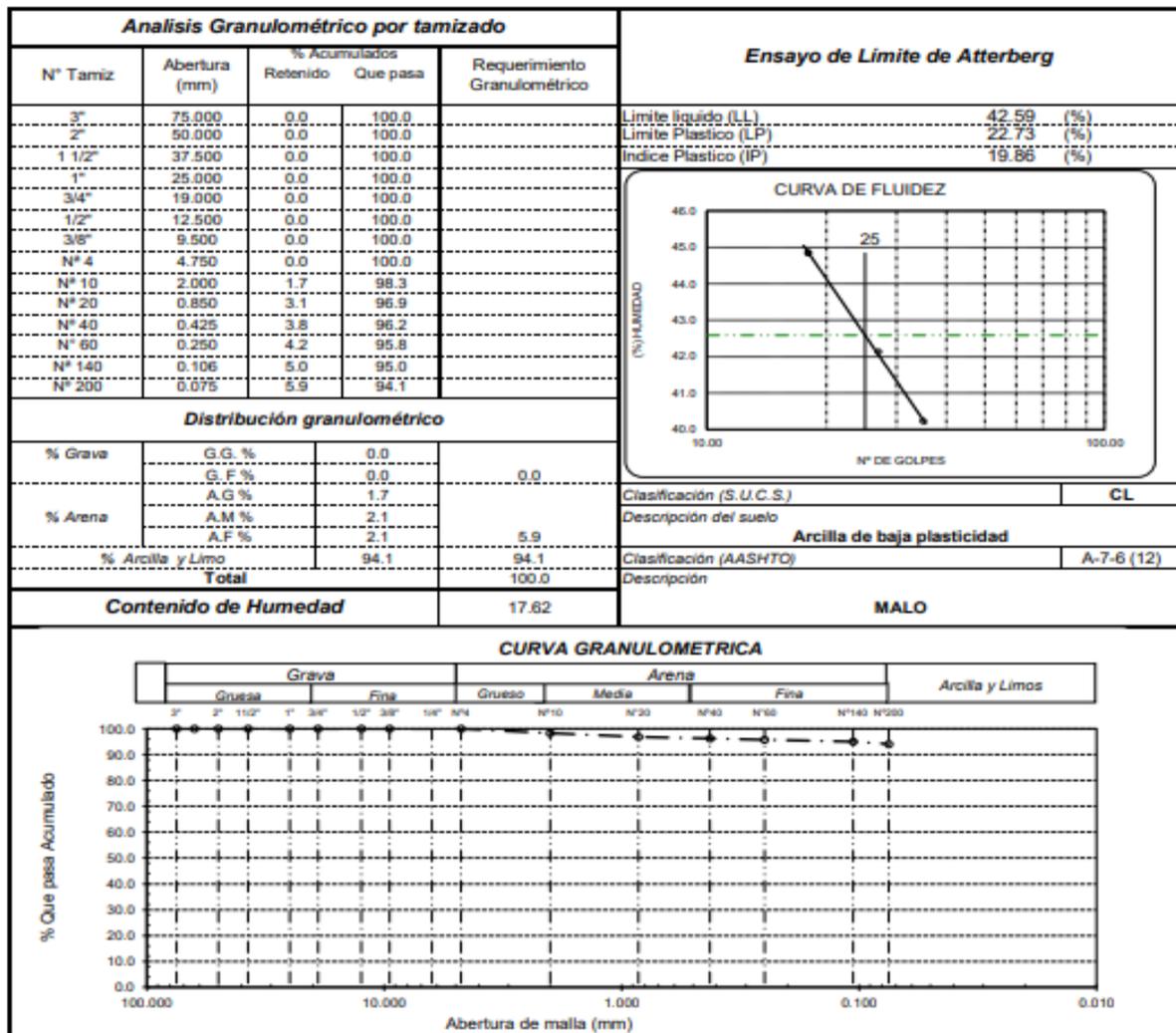
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "ANDRÉS MARISCAL CÁCERES"  
**Ubicación** : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 3

Profundidad: 0.70 - 1.45 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

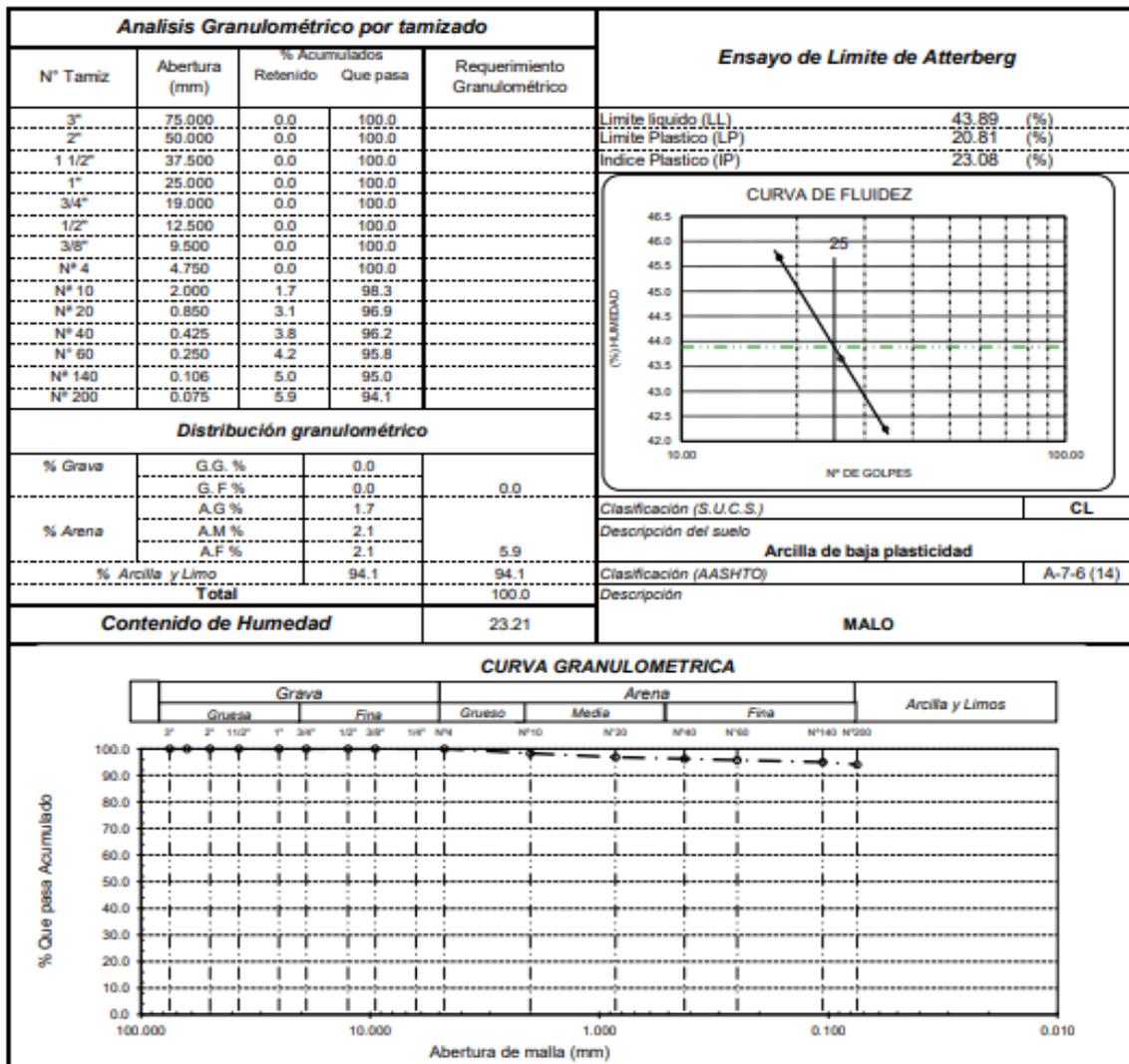
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "ANDRÉS MARISCAL CÁCERES"  
**Ubicación** : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 4

Profundidad: 1.45 - 3.00 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

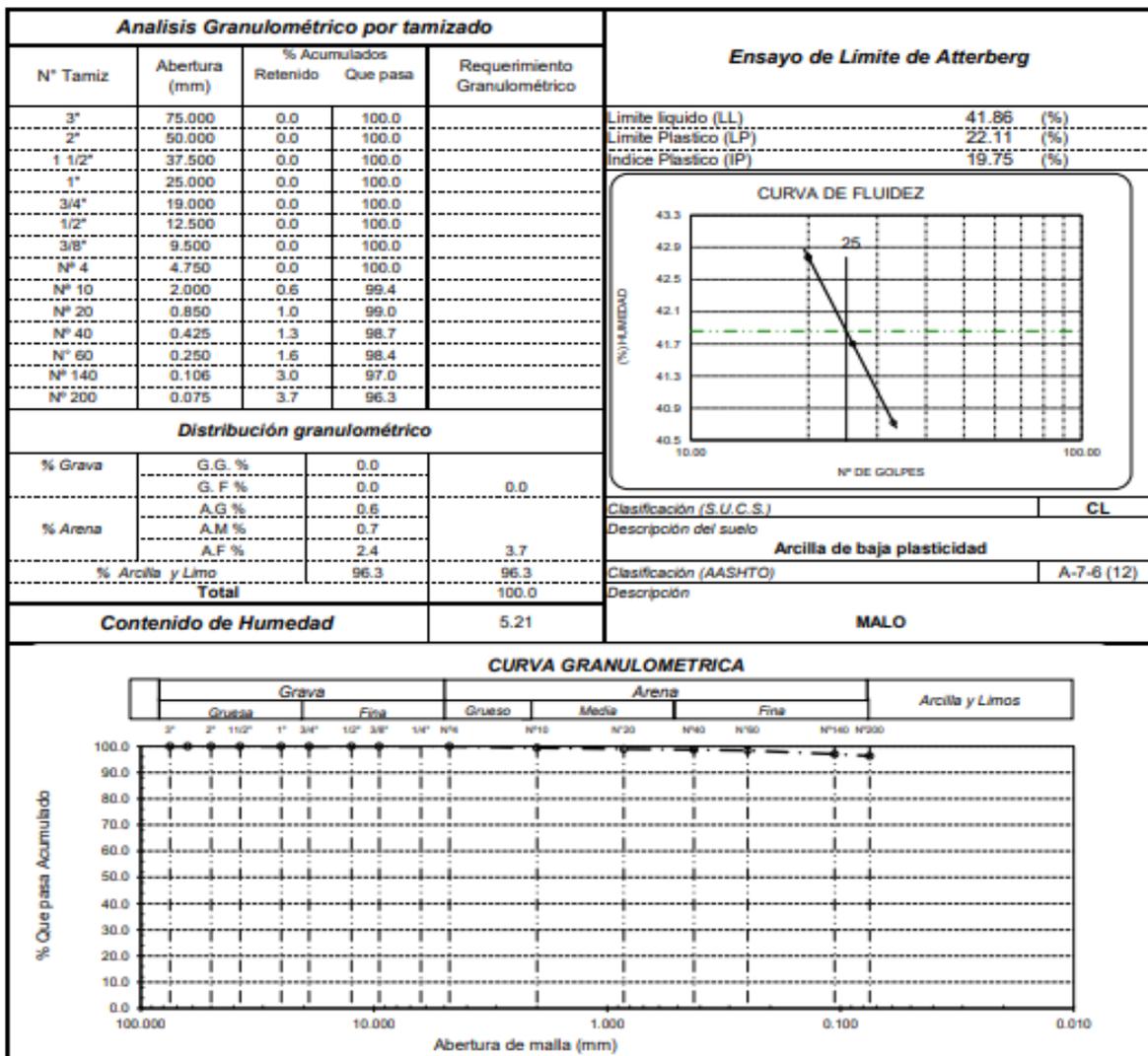
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "ANDRÉS MARISCAL CÁCERES"  
**Ubicación** : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.45 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

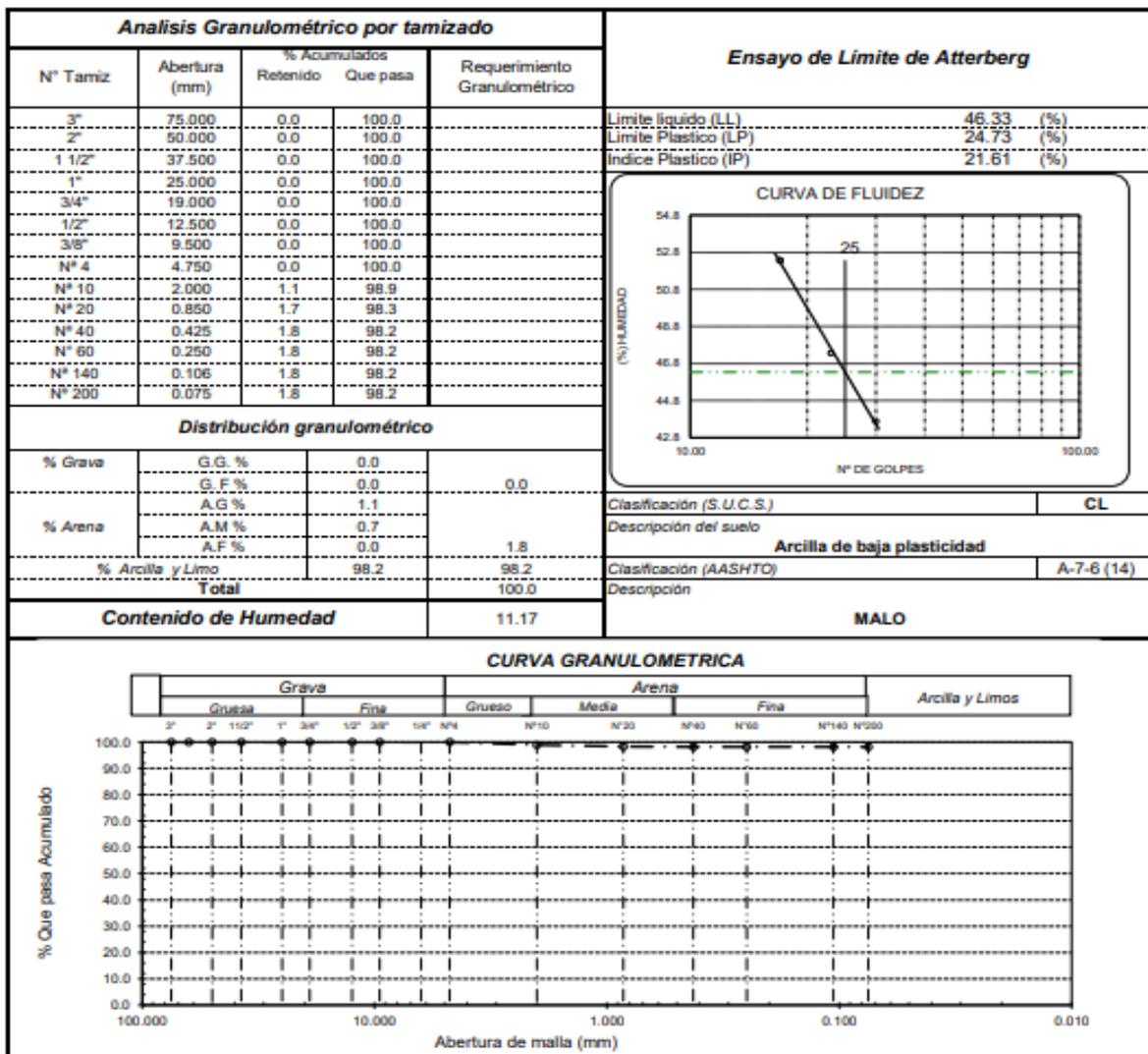
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : "ANDRÉS MARISCAL CÁCERES"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.45 - 0.80 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

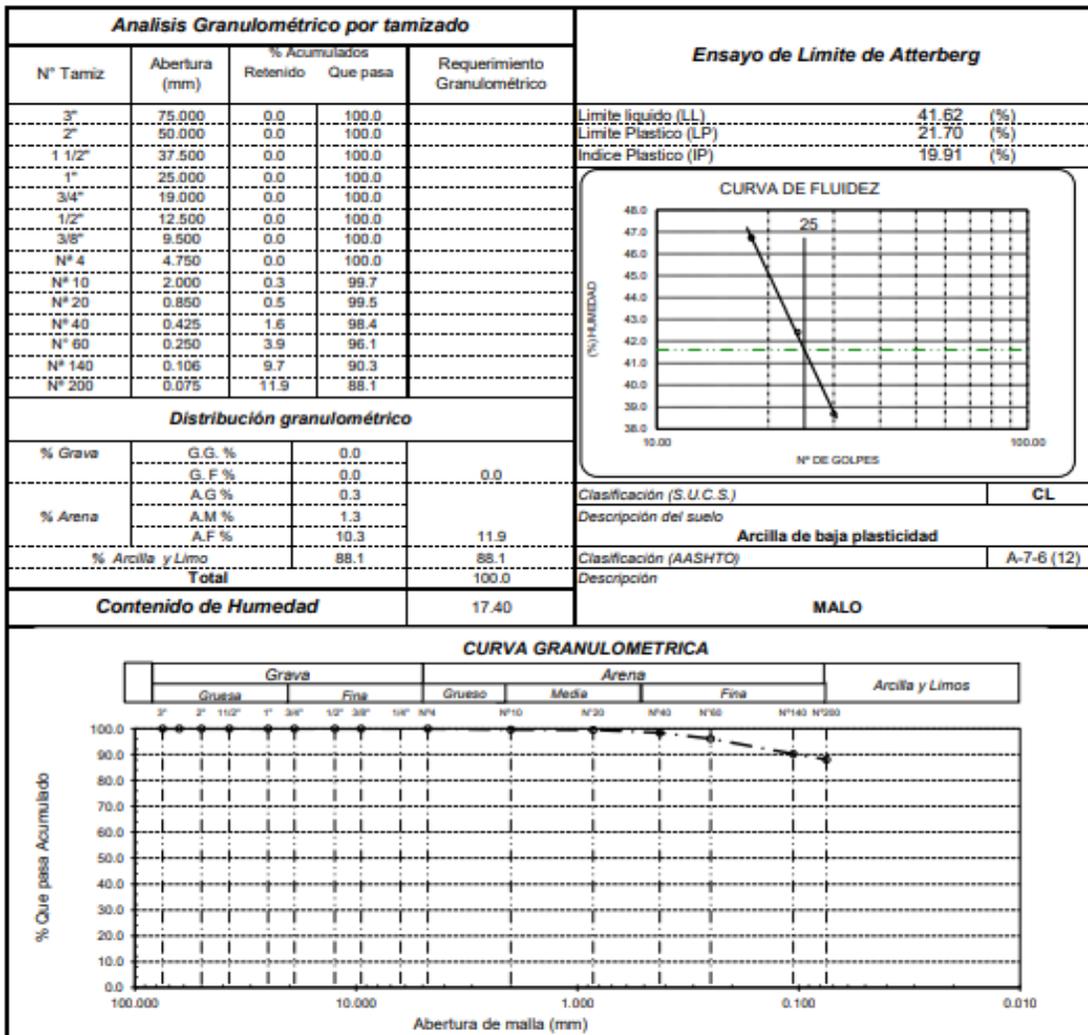
  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**Solicitante** : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
**Proyecto** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
**Centro Educativa** : "ANDRÉS MARISCAL CÁCERES"  
**Ubicación** : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 3

Profundidad: 0.80 - 1.50 m


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

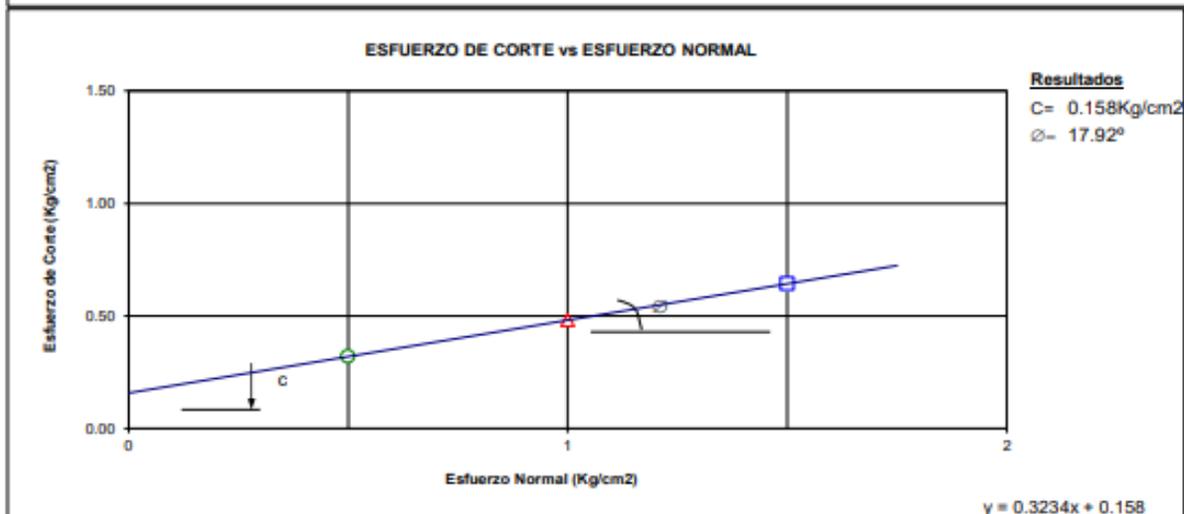
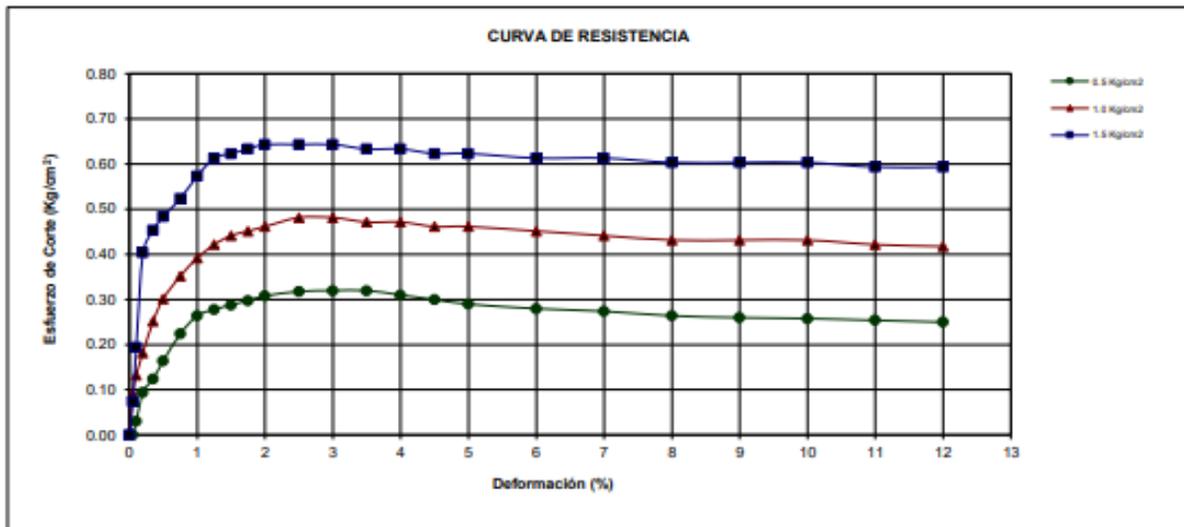
Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 4  
 Profundidad : 1.45 - 3.00 m. Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.5 Kg/cm <sup>2</sup>			1 Kg/cm <sup>2</sup>			1.5 Kg/cm <sup>2</sup>		
Altura Anillo (cm)	2.00			2.00			2.00		
Diámetro Anillo (cm)	5.03			5.03			5.03		
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.869			1.869			1.869		
Humedad (%)	23.33			23.36			23.34		
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.52			1.52			1.52		
0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>			
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.05	0.00	0.00	0.05	0.09	0.09	0.05	0.07	0.05	
0.10	0.03	0.06	0.10	0.13	0.13	0.10	0.19	0.13	
0.20	0.09	0.19	0.20	0.18	0.18	0.20	0.40	0.27	
0.35	0.12	0.25	0.35	0.25	0.25	0.35	0.45	0.30	
0.50	0.16	0.33	0.50	0.30	0.30	0.50	0.48	0.32	
0.75	0.22	0.45	0.75	0.35	0.35	0.75	0.52	0.35	
1.00	0.26	0.53	1.00	0.39	0.39	1.00	0.57	0.38	
1.25	0.28	0.56	1.25	0.42	0.42	1.25	0.61	0.41	
1.50	0.29	0.58	1.50	0.44	0.44	1.50	0.62	0.42	
1.75	0.30	0.60	1.75	0.45	0.45	1.75	0.63	0.42	
2.00	0.31	0.62	2.00	0.46	0.46	2.00	0.64	0.43	
2.50	0.32	0.64	2.50	0.48	0.48	2.50	0.64	0.43	
3.00	0.32	0.64	3.00	0.48	0.48	3.00	0.64	0.43	
3.50	0.32	0.64	3.50	0.47	0.47	3.50	0.63	0.42	
4.00	0.31	0.62	4.00	0.47	0.47	4.00	0.63	0.42	
4.50	0.30	0.60	4.50	0.46	0.46	4.50	0.62	0.42	
5.00	0.29	0.58	5.00	0.46	0.46	5.00	0.62	0.42	
6.00	0.28	0.56	6.00	0.45	0.45	6.00	0.61	0.41	
7.00	0.27	0.55	7.00	0.44	0.44	7.00	0.61	0.41	
8.00	0.26	0.53	8.00	0.43	0.43	8.00	0.60	0.40	
9.00	0.26	0.52	9.00	0.43	0.43	9.00	0.60	0.40	
10.00	0.26	0.52	10.00	0.43	0.43	10.00	0.60	0.40	
11.00	0.25	0.51	11.00	0.42	0.42	11.00	0.59	0.40	
12.00	0.25	0.50	12.00	0.42	0.42	12.00	0.59	0.40	

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 11026 "MARISCAL CÁCERES"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020  
 Calicata : C - 01  
 Muestra : M - 4  
 Profundidad : 1.45 - 3.00 m. Estado: INALTERADA



Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativa : N° 11026 "MARISCAL CÁCERES"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<i>Calicata</i>	: C - 1		
<i>Muestra</i>	: M-4		
<i>Profundidad</i>	: 1.45 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	600
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.06

<i>Calicata</i>	: C - 2		
<i>Muestra</i>	: M-4		
<i>Profundidad</i>	: 1.50 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	700
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.07

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

## 6.2. Anexo II. Panel fotográfico



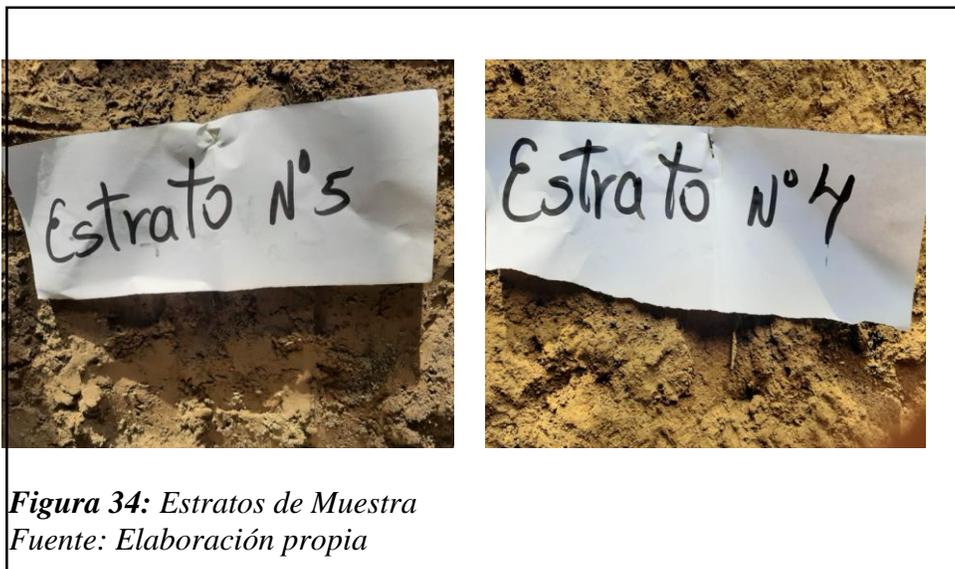
**Figura 31:** Calicata a cielo abierto.  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 32:** Medida de profundidad de calicata.  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 33 :** Calicata a cielo abierto  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 34:** Estratos de Muestra  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 35:** Calicata a cielo abierto  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 36:** Identificación de estrato  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 37: Ensayos Granulométrico**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 38: Tamizado**  
*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 39:** Cuarteo de muestra  
*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 40:** Ensayo de Consistencia  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 41:** *Ensayo de Consistencia*  
*Fuente: Elaboración propia*

### 6.3. Anexo II Informes de Diamantina



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### CERTIFICADO DE ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativo : N° 10717 "JOSÉ MARIA ARGUEDAS"  
 Ubicación : Av. Los Tambos Cuadra 6 y 7, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Norma de Ensayo	Denominación
Norma Técnica Peruana 339.059	Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO
1	D-01 COLUMNA	31/10/2020	11.37	5.87	1.94
2	D-02 VIGA	31/10/2020	8.32	5.87	1.42

Norma de Ensayo	Denominación
Norma Técnica Peruana 339.034	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 COLUMNA	5/11/2020	5.87	27.1	3530	130	<b>130</b>
2	D-02 VIGA	5/11/2020	5.87	27.1	3224	119	<b>113</b>

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
Cristian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vasquez Lopez  
Director de Laboratorio

CERTIFICADO DE ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativo : N° 10796 "CARLOS AUGUSTO SALAVERRY"  
 Ubicación : Av. Cahuide 340, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Norma de Ensayo		Denominación			
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)			
Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO
1	D-01 COLUMNA	31/10/2020	10.21	5.87	1.74
2	D-02 VIGA	31/10/2020	9.54	5.87	1.62

Norma de Ensayo		Denominación					
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas					
Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 COLUMNA	5/11/2020	5.87	27.1	3481	129	<b>126</b>
2	D-02 VIGA	5/11/2020	5.87	27.1	3321	123	<b>119</b>

## OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 Cristian Romero Cristobal  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. David Vasquez Lopez  
 Director de Laboratorio

CERTIFICADO DE ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativo : JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN  
 Ubicación : Calle Lloque yupanqui Cuadra 18, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Norma de Ensayo		Denominación			
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)			

Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO
1	D-01 COLUMNA	31/10/2020	10.84	5.87	1.85
2	D-02 VIGA	31/10/2020	10.79	5.87	1.84

Norma de Ensayo		Denominación					
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas					

Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 COLUMNA	5/11/2020	5.87	27.1	3154	116	<b>116</b>
2	D-02 VIGA	5/11/2020	5.87	27.1	3085	114	<b>114</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Cristian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio



Ing. David Vasquez Lopez  
Director de Laboratorio

CERTIFICADO DE ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO

Solicitante : DAIANA ROSSMERY DE LA CRUZ DIAZ  
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIANTE HIROOSAWA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO LA VICTORIA, CHICLAYO"  
 Centro Educativo : N° 11026 "MARISCAL CÁCERES"  
 Ubicación : Calle Yahuar Huaca N° 375, Disto. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de noviembre del 2020

Norma de Ensayo		Denominación					
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)					
Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO		
1	D-01 COLUMNA	31/10/2020	11.02	5.87	1.88		
2	D-02 VIGA	31/10/2020	10.98	5.87	1.87		
Norma de Ensayo		Denominación					
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas					
Muestra	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	D-01 COLUMNA	5/11/2020	5.87	27.1	3210	119	<b>119</b>
2	D-02 VIGA	5/11/2020	5.87	27.1	3408	126	<b>126</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



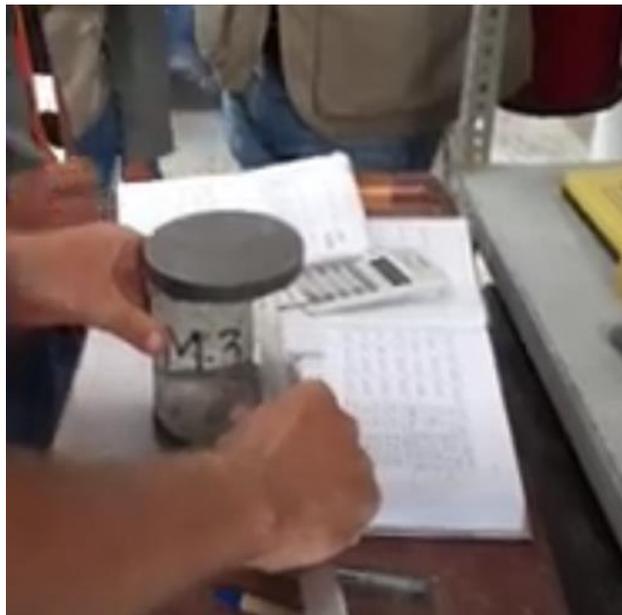
Cristian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio



Ing. David Vasquez Lopez  
Director de Laboratorio



*Figura 42: Rotura de núcleo de diamantina*



*Figura 43: Núcleos de Diamantina*

## **6.4. Anexo IV. Modelamiento en ETABS**

### **6.4.1. Institución Educativa “José María Arguedas”**

Analizaremos estructuralmente la institución educativa de diecinueve módulos con áreas destinada a uso de oficina y salones de estudio.

#### Descripción de la Institución Educativa

El análisis estructural tiene como objetivo principal mostrar el planteamiento y comportamiento estructural de la institución educativa teniendo en cuenta aspectos importantes como la categoría de la edificación, que recae en edificaciones esenciales.

El colegio cuenta con 2 módulos de más de 1 pisos. El sistema estructural utilizado es aporticado, regida por la Norma E030 – E060. Todos los elementos estructurales se realizaron cumpliendo el Reglamento Nacional de Edificaciones E020, E030, E050, E060.

#### **6.4.1.1. Normas Empleadas**

Se utilizó el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E020 “Cargas”.
- E030 “Diseño Sismorresistente”
- E050 “Suelos y Cimentaciones”.
- E060 “Concreto Armado”

#### **6.4.1.2. Especificaciones – Materiales Empleados**

Concreto:

- Resistencia a la compresión ( $f'c$ ) : 280 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad ( $E_c=15000\sqrt{f'c}$ ) : 250998.008 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de Poisson ( $\mu_c$ ) : 0.20.
- Módulo al corte ( $G_c=E_c/2(\mu_c+1)$ ) : 104582.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

Acero:

- Esfuerzo de Fluencia ( $f_y$ ) : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 6.4.1.3. Estados de Carga

Para el análisis estructural se cumplió con el Reglamento Nacional de Edificaciones, cumpliendo con los valores mínimos que nos da la Norma Técnica E020, teniendo como cargas a considerar la carga muerta, viva y sismo.

Consideramos como Carga Muerta (CM), al peso propio de la estructura, los tabiques y acabados, dichos elementos que serán permanentes en la estructura. Carga Viva (CV), el peso de los ocupantes, mobiliaria y otros elementos móviles. Finalmente, la Carga de Sismo (CS), son aquellas que se general a consecuencia de la acción sísmica sobre la estructura.

**Tabla 29**  
*Estados de Cargas*

<b>CARGA MUERTA</b>	
Peso del Concreto Armado	2400 Kg/cm <sup>3</sup>
Peso Acabados	100 Kg/cm <sup>3</sup>
Peso Tabiquería Móvil	100 Kg/cm <sup>3</sup>
<b>SOBRE CARGA</b>	
Aulas	250 kg/cm <sup>2</sup>
Techo Inclinado (>3°)	100 kg/cm <sup>2</sup>
Escalera	400 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

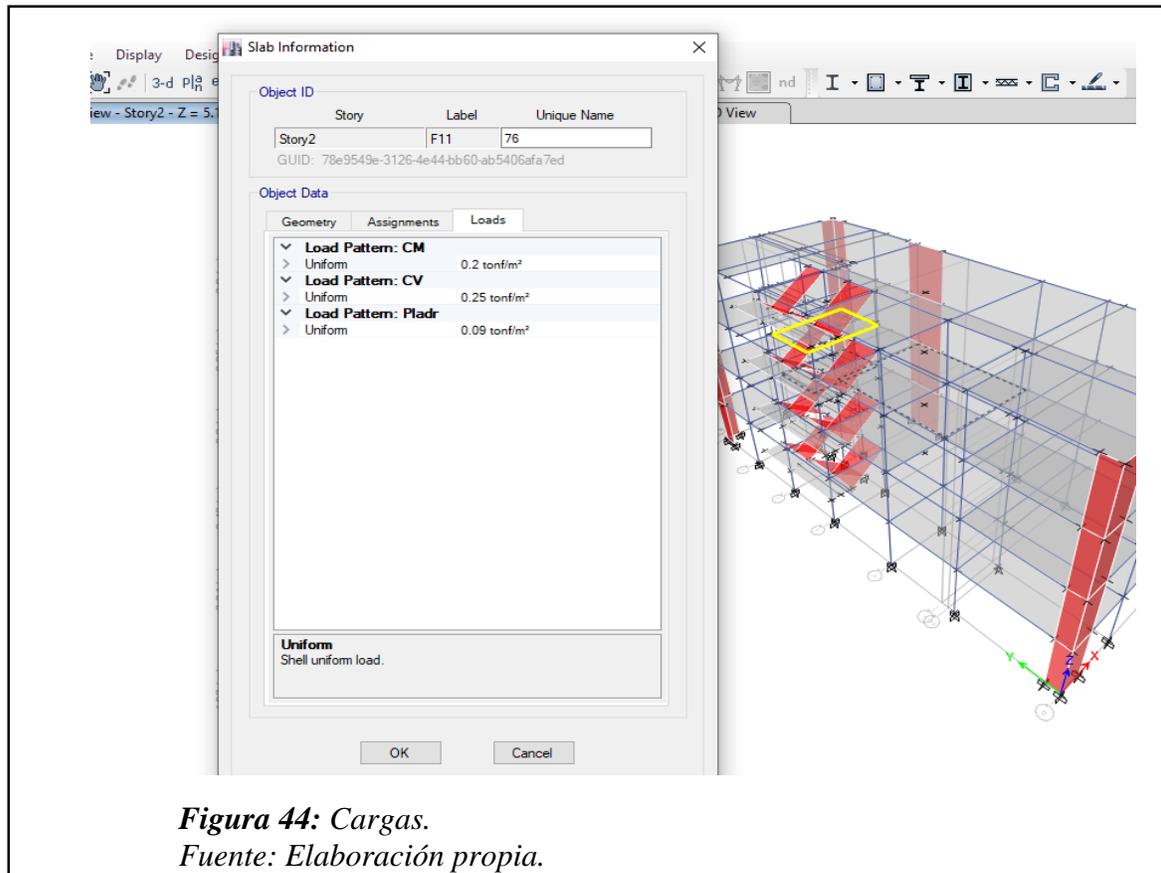
#### 6.4.1.4. Estructuración

La dimensión de losas, vigas y columnas se indica en los planos planteados.

#### 6.4.1.5. Metrado de Cargas

Se mostrará el cálculo de las cargas de gravedad que se aplican a la estructura. Las cargas de gravedad son la Carga Muerta y la Carga Viva.

El metrado se hará mediante el método de área tributaria o zonas de influencia separando la carga muerta de la carga viva. Los valores de cargas y pesos unitarios a usar son los siguientes y han sido tomados de la NTE E.020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.



**Figura 44:** Cargas.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la imagen anterior se consideran las siguientes cargas para el análisis PESO ACABADOS = 100 kg/m<sup>2</sup>, una carga VIVA = 250 kg/m<sup>2</sup> y agregamos el peso del ladrillo de techo PLADR = 9 kg/m<sup>2</sup>. La carga del PESO PROPIO lo define automáticamente el programa, siendo necesario solo crear el padrón de carga, como se puede apreciar a continuación:

#### **6.4.1.6. Análisis Sísmico**

##### Modelo Estructural

El análisis se ha desarrollado haciendo uso del programa ETAPS ULTIMATE VERSION 17.01 elaborado por Computers and Estructures Inc. La carga sísmica total se ha calculado tomando el 100% de la Carga Muerta y el 50% de la carga viva (para edificaciones esenciales), tal como lo señala la norma NTE-030 de diseño Sismo resistente.

El análisis sísmico se desarrolló de acuerdo a las indicaciones de la Norma Peruana de Albañilería Armada E070.

Se empleó un modelo espacial con diafragmas rígidos en cada sistema de piso. Como coordenadas dinámicas se consideraron 3 traslaciones y 3 giros. De estos 6 grados de libertad, los desplazamientos horizontales y el giro en la vertical se establecieron dependientes del diafragma. Se consideraron la deformación por fuerza axial, cortante, flexión y torsión.

La Norma NTE-030 señala que al realizar el análisis sísmico empleando el método de superposición espectral se debe considerar como criterio de superposición el ponderado entre la suma de absolutos y la media cuadrática según se indica en la siguiente ecuación:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

Alternativamente se puede utilizar como criterio de superposición la combinación cuadrática completa (CQC). En el presente análisis se utilizó este último criterio.

#### **Normas y Parámetros para el Análisis Sísmico**

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente NTE.030 del 2016.

La respuesta sísmica se determinó empleando el método de superposición espectral considerando como criterio la “Combinación Cuadrática Completa”, (CQC) de los efectos individuales de todos los modos.

#### Parámetros sísmicos

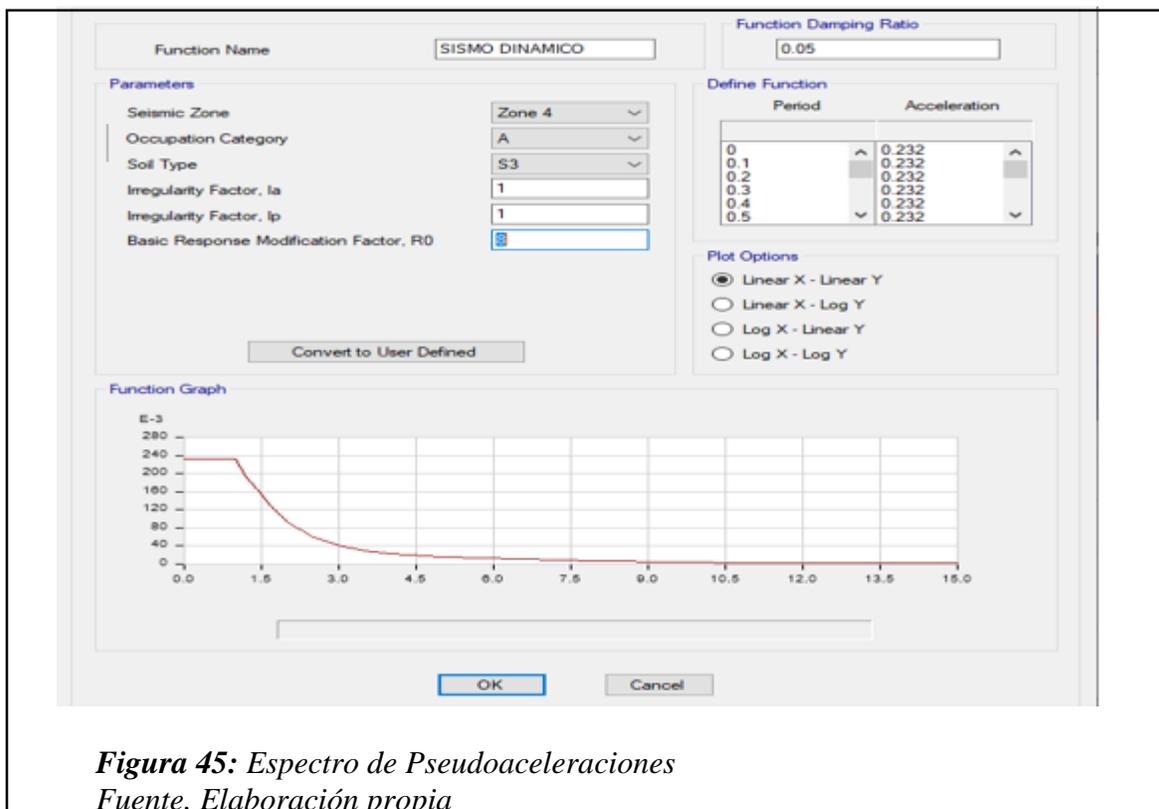
Tal como lo indica la Norma E.030, y de acuerdo a la ubicación de la estructura y las consideraciones de suelo proporcionadas, los parámetros para definir el espectro de diseño fueron:

- Zonificación: La zonificación propuesta 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 información geotécnica.
- El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, a cada zona se le asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. La zona donde está ubicada la edificación según la zonificación de la norma E-030 es la zona 4 y su factor de zona es 0.45.
- Condiciones Geotectónicas: Para los efectos de esta norma los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la Norma E-030 de diseño sismo resistente se considera que el perfil de suelo es del tipo (S3), el parámetro  $T_p$  y  $T_L$  asociado con este tipo de suelo es de 1.00 seg. Y 1.60 seg., respectivamente, y el factor de amplificación del suelo asociado se considera  $S=1.10$ .

- Categoría de las edificaciones: Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, se está considerando para el presente análisis, categoría A ( $U=1.5$ ).
- Sistemas estructurales: Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usara un coeficiente de reducción de fuerza sísmica ( $R$ ). Para el presente análisis, Pórticos ( $R=8.0$ ).

### Espectro de Pseudoaceleraciones

El espectro de pseudoaceleraciones con el factor de reducción  $R=8.00$



**Figura 45:** Espectro de Pseudoaceleraciones  
Fuente. Elaboración propia

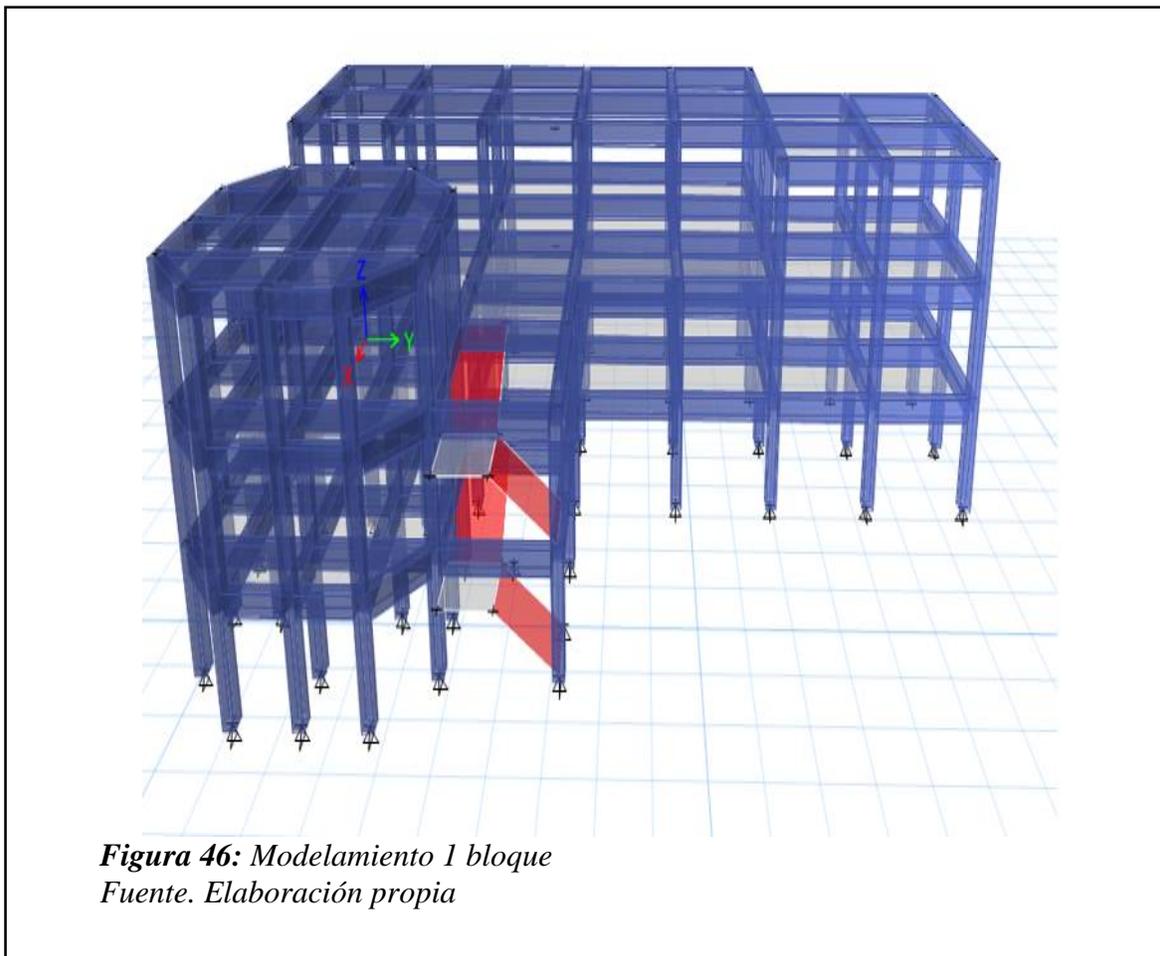
#### 6.4.1.7. Resultados del Análisis

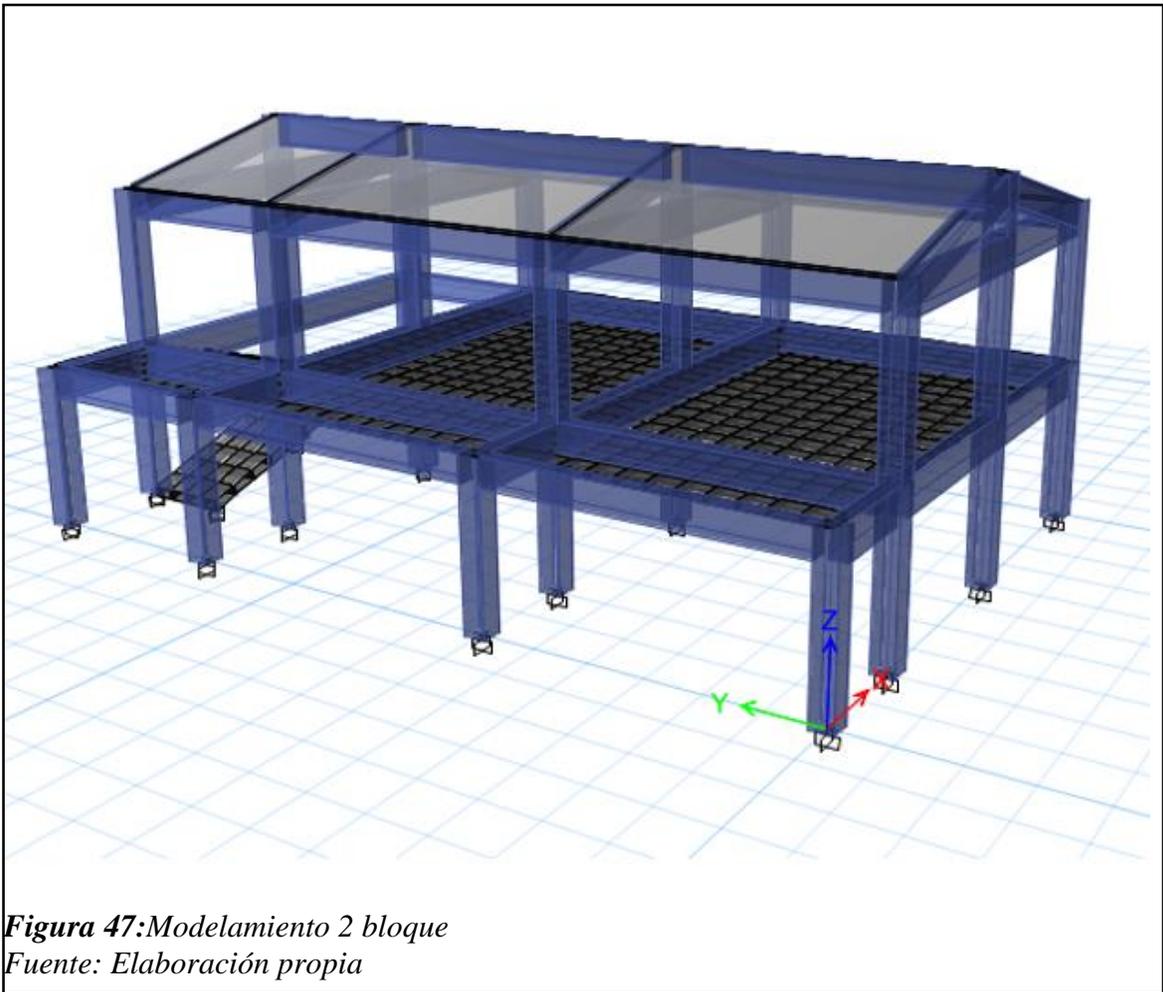
##### Modelos de Análisis y Resultados de Desplazamiento

Para el análisis sísmico y de gravedad, el edificio se modelo con elementos con deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial. Para cada nudo se consideraron 6

grados de libertad estáticos y para el conjunto tres grados de libertad dinámicos correspondientes a dos traslaciones horizontales y a una rotación plana asumida como un diafragma rígido en cada nivel.

El cálculo de los desplazamientos elásticos se realizó considerando todos los modos de vibración y un 5% de amortiguamiento en la Combinación Cuadrática Completa. Los desplazamientos inelásticos se estimaron multiplicando los desplazamientos de la respuesta elástica por el factor de reducción correspondiente, de acuerdo al esquema estructural adoptado en cada dirección.

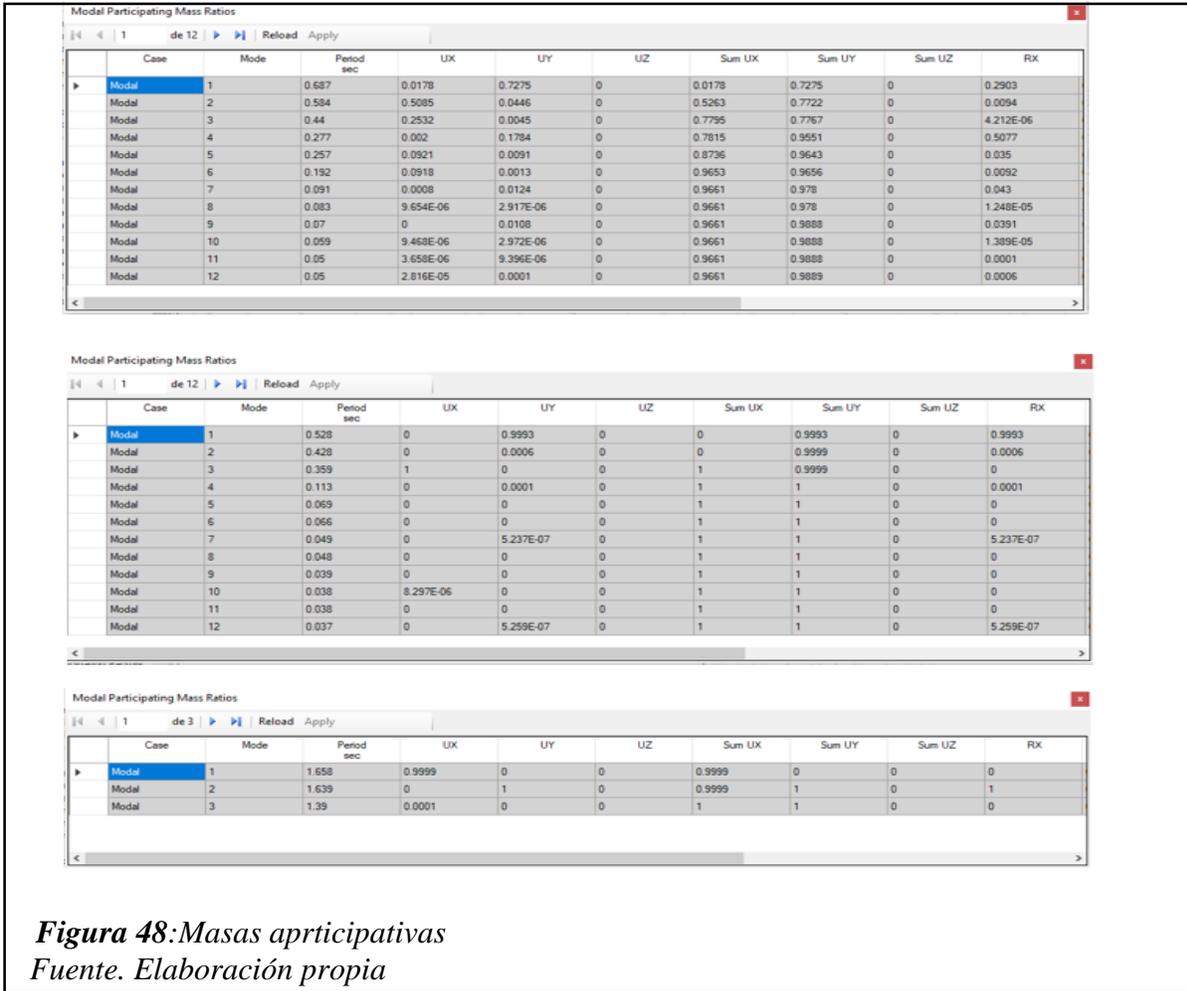




**Figura 47:** Modelamiento 2 bloque  
Fuente: Elaboración propia

### Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.



**Figura 48:** Masas participativas  
Fuente. Elaboración propia

**Cortante Basal Estático y Dinámico**

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrespacio del edificio no podrá ser menor que el 80% de la cortante basal calculada por el método estático, para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

$$V = \frac{ZUCS}{R} x P$$

Se verificó que en todos los módulos cumplan que el cortante dinámico será al menos 80% del estático (E030), a excepción del módulo Laboratorio y Dirección que se usó un factor de amplificación sísmica de 1.6 para ambos.

#### Control de Derivas Máximas

Según la norma de edificaciones. NTE E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” en la Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso en edificaciones de Albañilería, presenta una deriva máxima de 0.007

Las derivas cumplen en todos los módulos a excepción del módulo Laboratorio y Dirección.

Analizaremos estructuralmente la institución educativa Carlos Augusto Salaverry de nueve módulos con áreas destinadas a uso de oficina y salones de estudio.

#### Descripción del proyecto

El colegio cuenta con 9 módulos o bloques de más de 1 nivel. El sistema estructural utilizado es aporticado, regida por la Norma E030 – E060. Todos los elementos estructurales se realizaron cumpliendo el Reglamento Nacional de Edificaciones E020, E030, E050, E060.

### **6.4.2. Institución Educativa Carlos Augusto Salaverry**

#### **6.4.2.1. Normas Empleadas**

Se utilizó el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E020 “Cargas”.
- E030 “Diseño Sismorresistente”.
- E050 “Suelos y Cimentaciones”.
- E060 “Concreto Armado”

### 6.4.2.2. Especificaciones – Materiales Empleados

Concreto:

- Resistencia a la compresión ( $f'c$ ) : 280 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad ( $E_c=15000\sqrt{f'c}$ ) : 250998.008 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de Poisson ( $\mu_c$ ) : 0.20.
- Módulo al corte ( $G_c=E_c/2(\mu_c+1)$ ) : 104582.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

Acero:

- Esfuerzo de Fluencia ( $f_y$ ) : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 6.4.2.3. Estados de Carga

Consideramos como Carga Muerta (CM), al peso propio de la estructura, los tabiques y acabados, dichos elementos que serán permanentes en la estructura. Carga Viva (CV), el peso de los ocupantes, mobiliaria y otros elementos móviles. Finalmente, la Carga de Sismo (CS), son aquellas que se general a consecuencia de la acción sísmica sobre la estructura.

**Tabla 30**  
Estados de Carga

SOBRE CARGA	
Aulas	250 kg/cm <sup>2</sup>
Techo Inclinado (>3°)	100 kg/cm <sup>2</sup>
Escalera	400 kg/cm <sup>2</sup>
SOBRE CARGA	
Aulas	250 kg/cm <sup>2</sup>
Techo Inclinado (>3°)	100 kg/cm <sup>2</sup>
Escalera	400 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

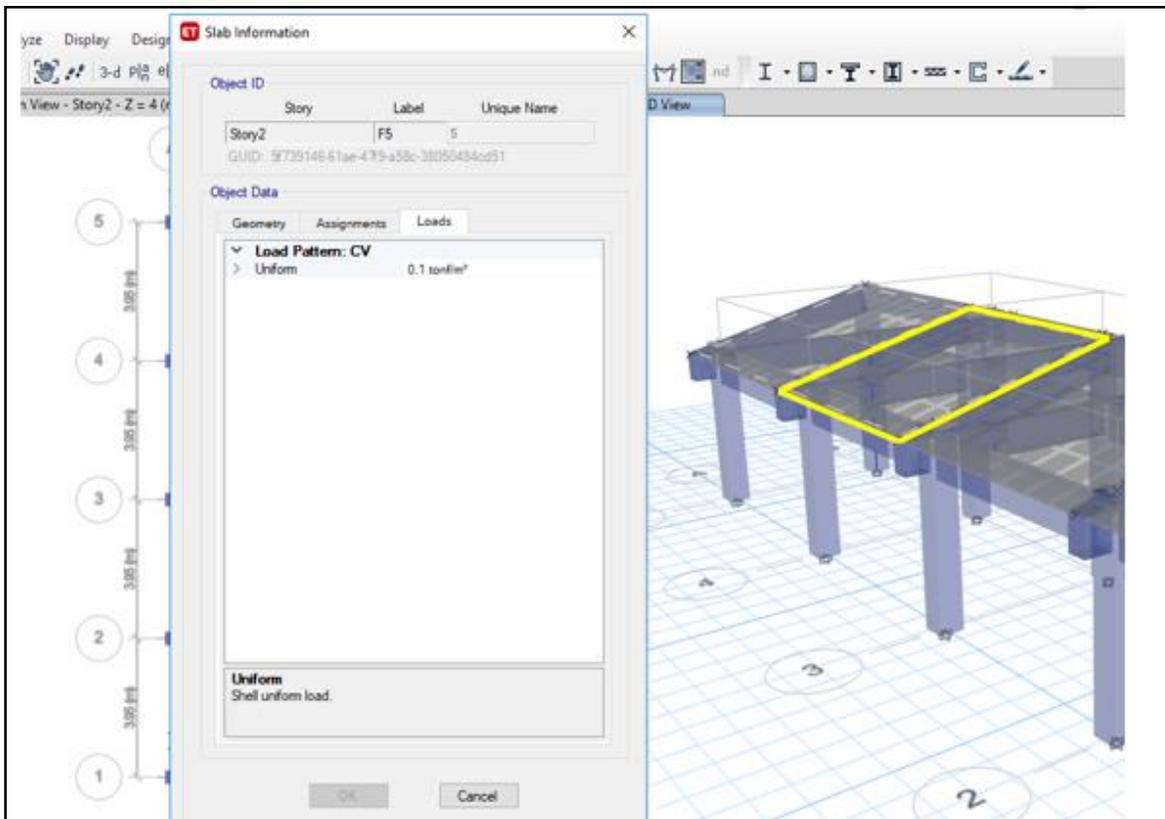
### 6.4.2.4. Estructuración

La dimensión de losas, vigas y columnas se indica en los planos planteados.

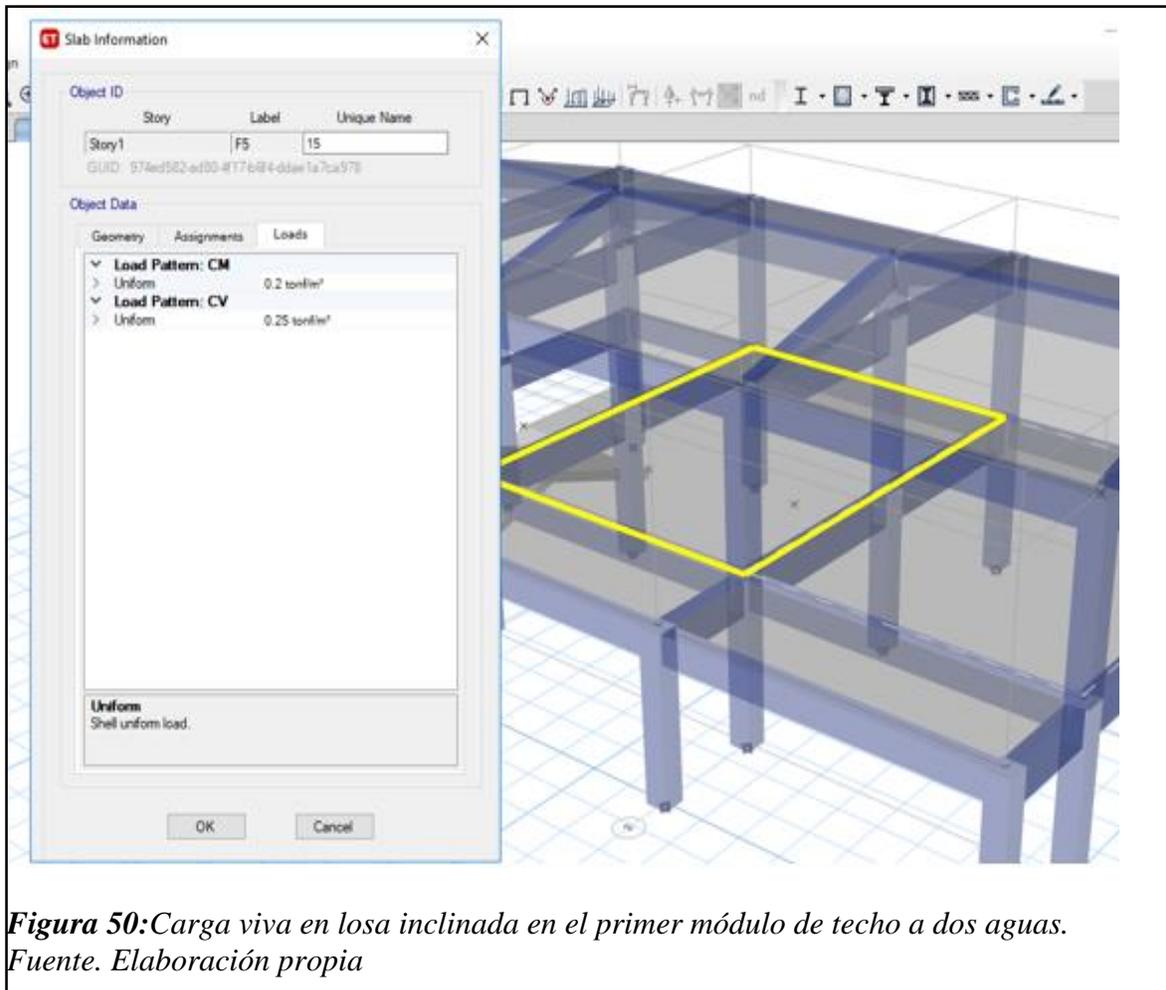
#### 6.4.2.5. Metrado de Cargas

En este capítulo, se mostrará el cálculo de las cargas de gravedad que se aplican a la estructura. Las cargas de gravedad son la Carga Muerta y la Carga Viva.

El metrado se hará mediante el método de área tributaria o zonas de influencia separando la carga muerta de la carga viva. Los valores de cargas y pesos unitarios a usar son los siguientes y han sido tomados de la NTE E.020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.



**Figura 49:** Cargas Vivas  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 50:** Carga viva en losa inclinada en el primer módulo de techo a dos aguas.  
Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura anterior se consideran las siguientes cargas para el análisis PESO ACABADOS Y TAQBIQUERIA = 200 kg/m<sup>2</sup>, una carga VIVA = 250 kg/m<sup>2</sup>. La carga del PESO PROPIO lo define automáticamente el programa, siendo necesario solo crear el padrón de carga, como se puede apreciar a continuación:

#### 6.4.2.6. Análisis Sísmico

##### Modelo Estructural

El análisis se ha desarrollado haciendo uso del programa ETAPS ULTIMATE VERSION 17.01 elaborado por Computers and Estructures Inc. La carga sísmica total se ha calculado tomando el 100% de la Carga Muerta y el 50% de la carga viva (para

edificaciones esenciales), tal como lo señala la norma NTE-030 de diseño Sismo resistente.

Se empleó un modelo espacial con diafragmas rígidos en cada sistema de piso. Como coordenadas dinámicas se consideraron 3 traslaciones y 3 giros. De estos 6 grados de libertad, los desplazamientos horizontales y el giro en la vertical se establecieron dependientes del diafragma. Se consideraron la deformación por fuerza axial, cortante, flexión y torsión.

La Norma NTE-030 señala que al realizar el análisis sísmico empleando el método de superposición espectral se debe considerar como criterio de superposición el ponderado entre la suma de absolutos y la media cuadrática según se indica en la siguiente ecuación:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

Alternativamente se puede utilizar como criterio de superposición la combinación cuadrática completa (CQC). En el presente análisis se utilizó este último criterio.

### **Normas y Parámetros para el Análisis Sísmico**

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente NTE.030 del 2016.

La respuesta sísmica se determinó empleando el método de superposición espectral considerando como criterio la “Combinación Cuadrática Completa”, (CQC) de los efectos individuales de todos los modos.

### **Parámetros sísmicos:**

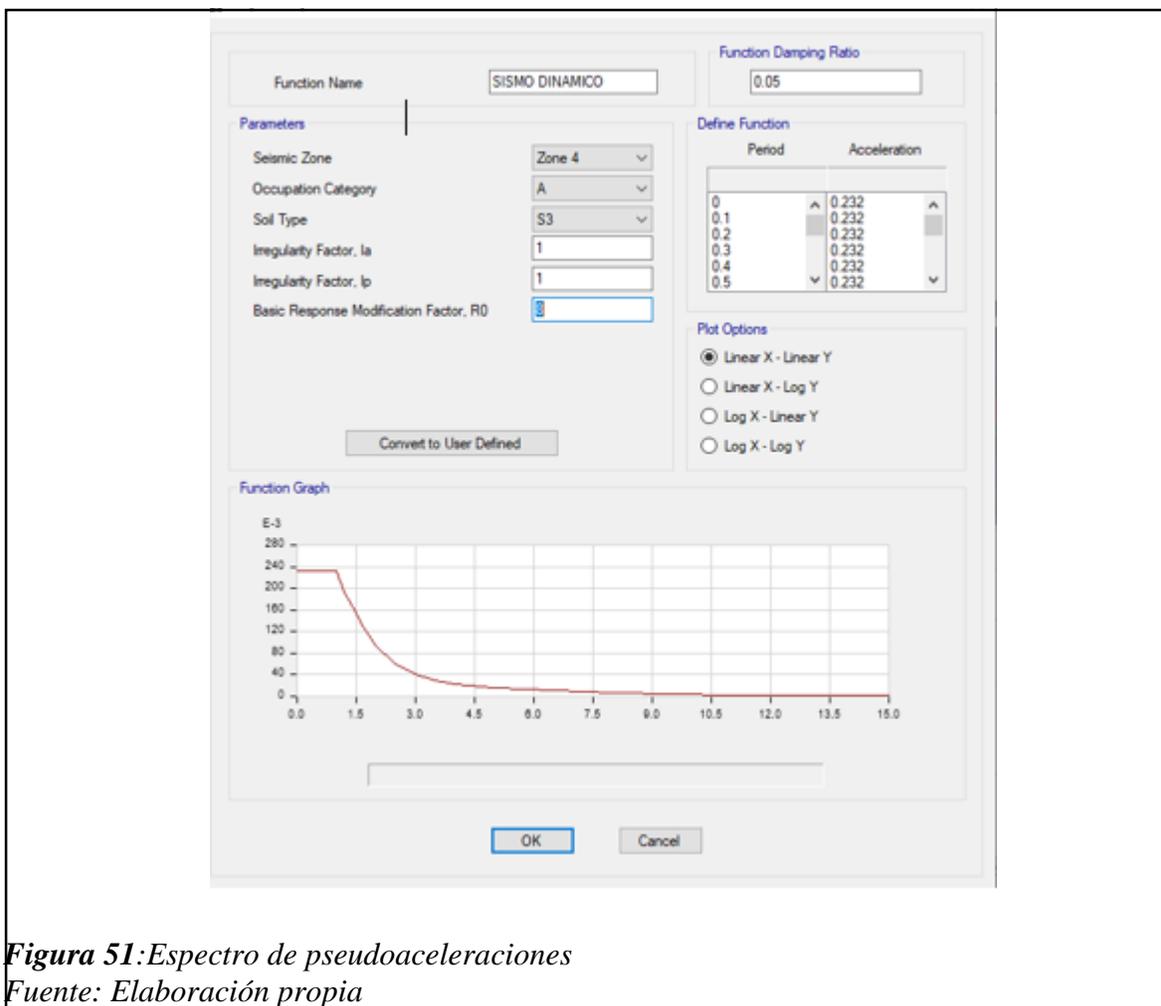
Tal como lo indica la Norma E.030, y de acuerdo a la ubicación de la estructura y las consideraciones de suelo proporcionadas, los parámetros para definir el espectro de diseño fueron:

- **Zonificación:** La zonificación propuesta 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 información geotécnica. El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, a cada zona se le asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. La zona donde está ubicada la edificación según la zonificación de la norma E-030 es la zona 4 y su factor de zona es 0.45.
- **Condiciones Geotectónicas:** Para los efectos de esta norma los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la Norma E-030 de diseño sismo resistente se considera que el perfil de suelo es del tipo (S3), el parámetro  $T_p$  Y  $T_L$  asociado con este tipo de suelo es de 1.00 seg. Y 1.60 seg., respectivamente, y el factor de amplificación del suelo asociado se considera  $S=1.10$ .
- **Categoría de las edificaciones:** Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, se está considerando para el presente análisis, categoría A ( $U=1.5$ ).

- **Sistemas estructurales:** Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sísmo resistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica ( $R$ ). Para el presente análisis, Pórticos ( $R=8.0$ ).

### Espectro de Pseudoaceleraciones

El espectro de pseudoaceleraciones con el factor de reducción  $R=8.00$ .



**Figura 51:** Espectro de pseudoaceleraciones  
Fuente: Elaboración propia

#### 6.4.2.7. Resultados del Análisis

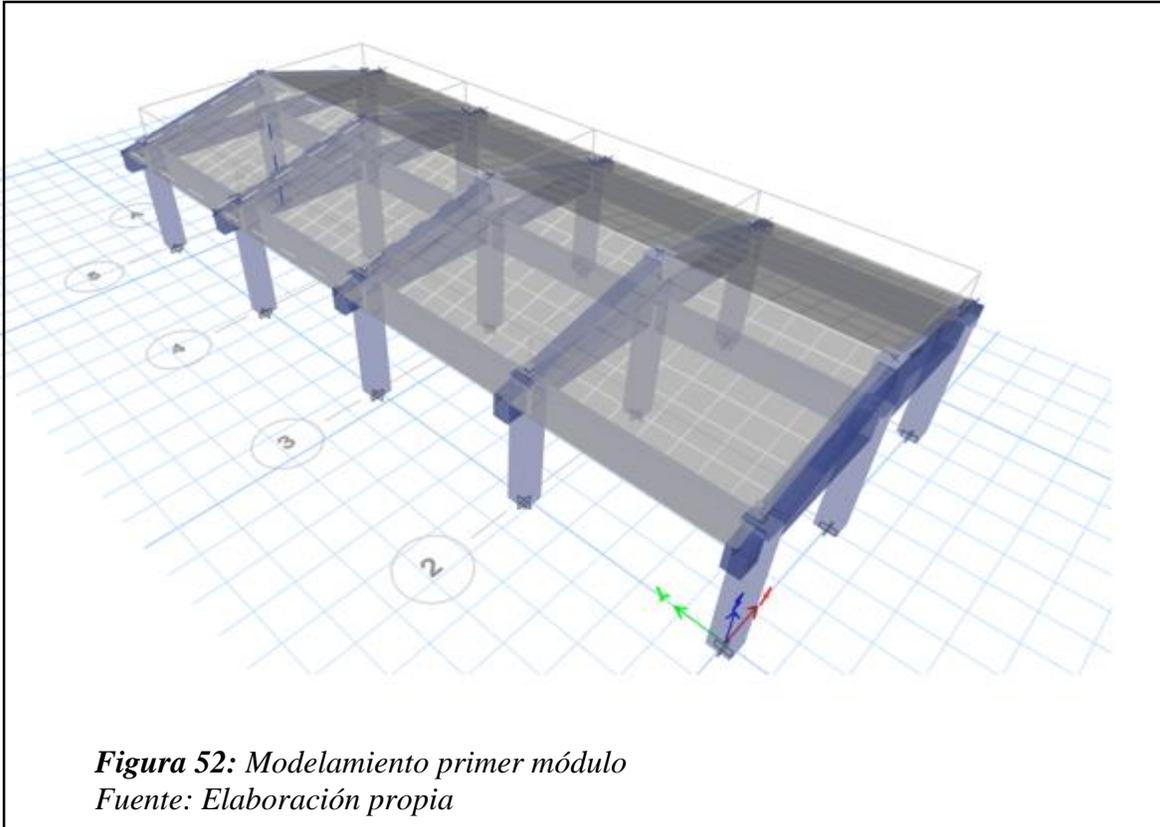
Modelos de Análisis y Resultados de Desplazamiento

Para el análisis sísmico y de gravedad, el edificio se modeló con elementos con deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial. Para cada nudo se consideraron 6 grados de libertad estáticos y para el conjunto tres grados de libertad dinámicos correspondientes a dos traslaciones horizontales y a una rotación plana asumida como un diafragma rígido en cada nivel.

El cálculo de los desplazamientos elásticos se realizó considerando todos los modos de vibración y un 5% de amortiguamiento en la Combinación Cuadrática Completa. Los desplazamientos inelásticos se estimaron multiplicando los desplazamientos de la respuesta elástica por el factor de reducción correspondiente, de acuerdo al esquema estructural adoptado en cada dirección.

#### Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.



Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

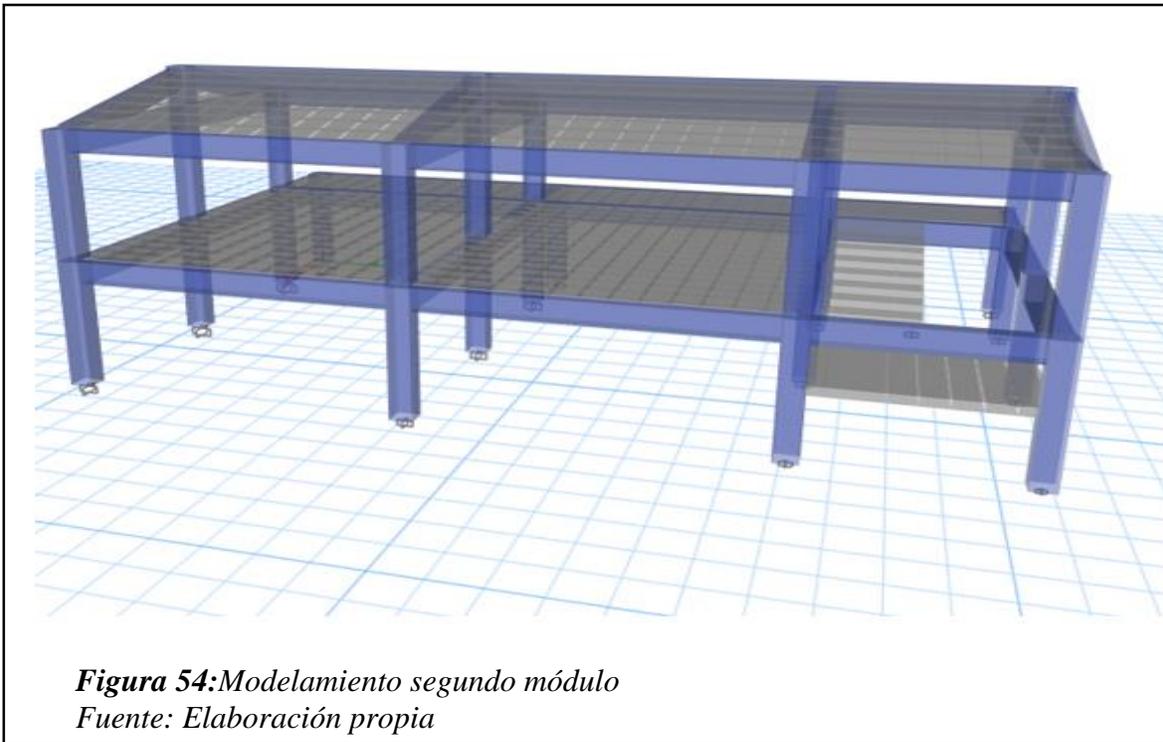
Filter:

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY
▶	Modal	1	0.337	0.9992	0	0	0.9992	0	0	0	0.4673	0	0	0.4673
	Modal	2	0.333	0	0.9982	0	0.9992	0.9982	0	0.4722	0	5.766E-07	0.4722	0.4673
	Modal	3	0.303	0	5.5E-07	0	0.9992	0.9982	0	0	0	0.9995	0.4722	0.4673
	Modal	4	0.087	0.0002	0	0	0.9994	0.9982	0	0	0.0003	0	0.4722	0.4676
	Modal	5	0.071	0	0.0016	0	0.9994	0.9998	0	0.0222	0	0	0.4944	0.4676
	Modal	6	0.064	0	0	0	0.9994	0.9998	0	0	0	0.0001	0.4944	0.4676
	Modal	7	0.055	0	0	0	0.9994	0.9998	0	0	0	4.361E-05	0.4944	0.4676
	Modal	8	0.055	0	2.041E-06	0	0.9994	0.9998	0	4.068E-06	0	0	0.4944	0.4676
	Modal	9	0.055	0	0	0	0.9994	0.9998	0	0	2.947E-06	0	0.4944	0.4676
	Modal	10	0.054	0	5.245E-07	0	0.9994	0.9998	0	3.957E-06	0	0	0.4944	0.4676
	Modal	11	0.054	0	0	0	0.9994	0.9998	0	0	0	0	0.4944	0.4676
	Modal	12	0.053	0.0001	0	0	0.9995	0.9998	0	0	0.0024	0	0.4944	0.47

Record: << < 1 > >> of 12

Add Tables... Done

**Figura 53: Masa participativa**  
 Fuente: Elaboración Propia



*Figura 54: Modelamiento segundo módulo*  
*Fuente: Elaboración propia*

Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

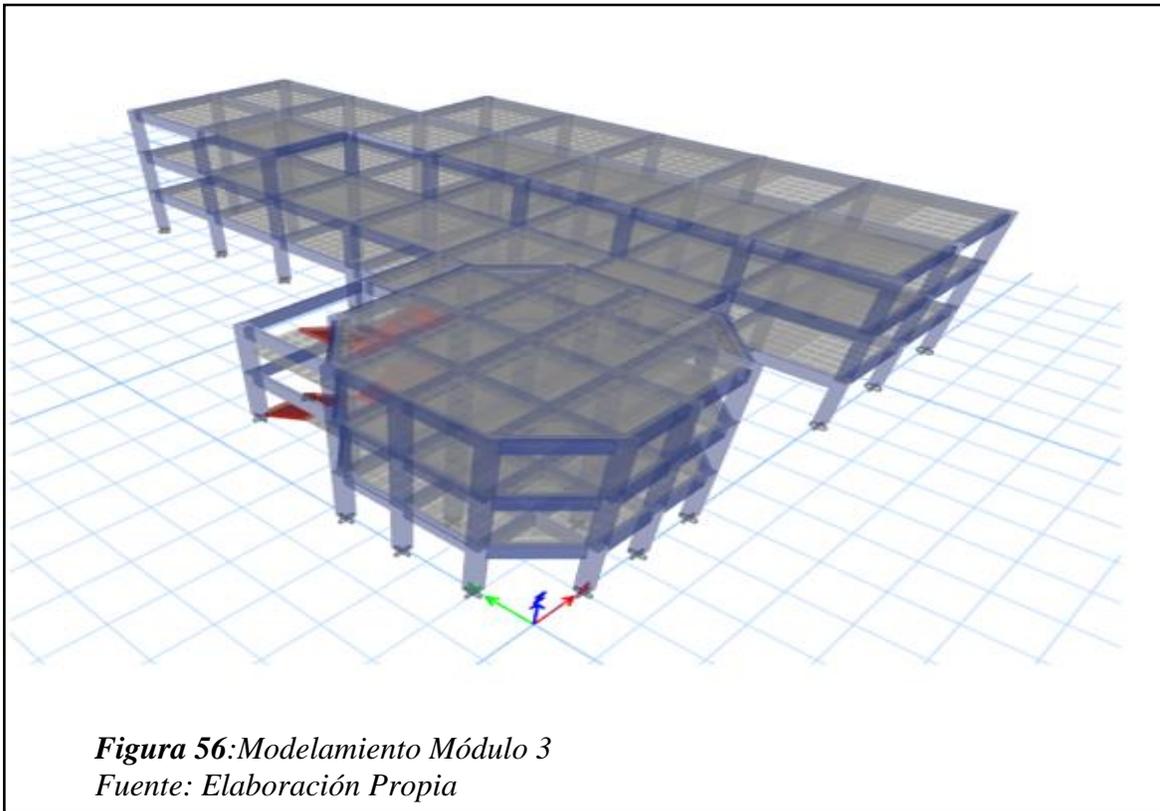
Filter:

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY
▶	Modal	1	0.689	0.0248	0.7144	0	0.0248	0.7144	0	0.2902	0.0058	0.051	0.2902	0.0058
	Modal	2	0.603	0.532	0.0535	0	0.5568	0.7679	0	0.0133	0.183	0.2567	0.3035	0.1888
	Modal	3	0.462	0.1686	0.0963	0	0.7254	0.7742	0	0.0001	0.1724	0.4352	0.3036	0.3612
	Modal	4	0.282	0.0539	0.1004	0	0.7793	0.8745	0	0.2648	0.1601	0.0206	0.5685	0.5213
	Modal	5	0.272	0.0819	0.0894	0	0.8612	0.9639	0	0.2765	0.2083	0.0022	0.8449	0.7296
	Modal	6	0.198	0.104	0.0016	0	0.9652	0.9655	0	0.0109	0.1225	0.1889	0.8558	0.8521
	Modal	7	0.093	0.0008	0.0114	0	0.966	0.9769	0	0.0394	0.0001	4.233E-06	0.8952	0.8522
	Modal	8	0.086	2.177E-05	7.753E-06	0	0.9661	0.9769	0	3.007E-05	0.0001	8.142E-06	0.8953	0.8523
	Modal	9	0.075	6.501E-07	0	0	0.9661	0.9769	0	2.345E-06	1.103E-06	7.614E-07	0.8953	0.8523
	Modal	10	0.074	0	5.54E-07	0	0.9661	0.9769	0	1.778E-06	1.344E-06	6.889E-06	0.8953	0.8523
	Modal	11	0.074	0	0	0	0.9661	0.9769	0	1.509E-06	0	0	0.8953	0.8523
	Modal	12	0.071	1.65E-06	0.0119	0	0.9661	0.9688	0	0.0436	0.0001	0.0016	0.9388	0.8523

Record: << < 1 > >> of 12

Add Tables... Done

*Figura 55: Masa participativa*  
*Fuente: Elaboración Propia.*



Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

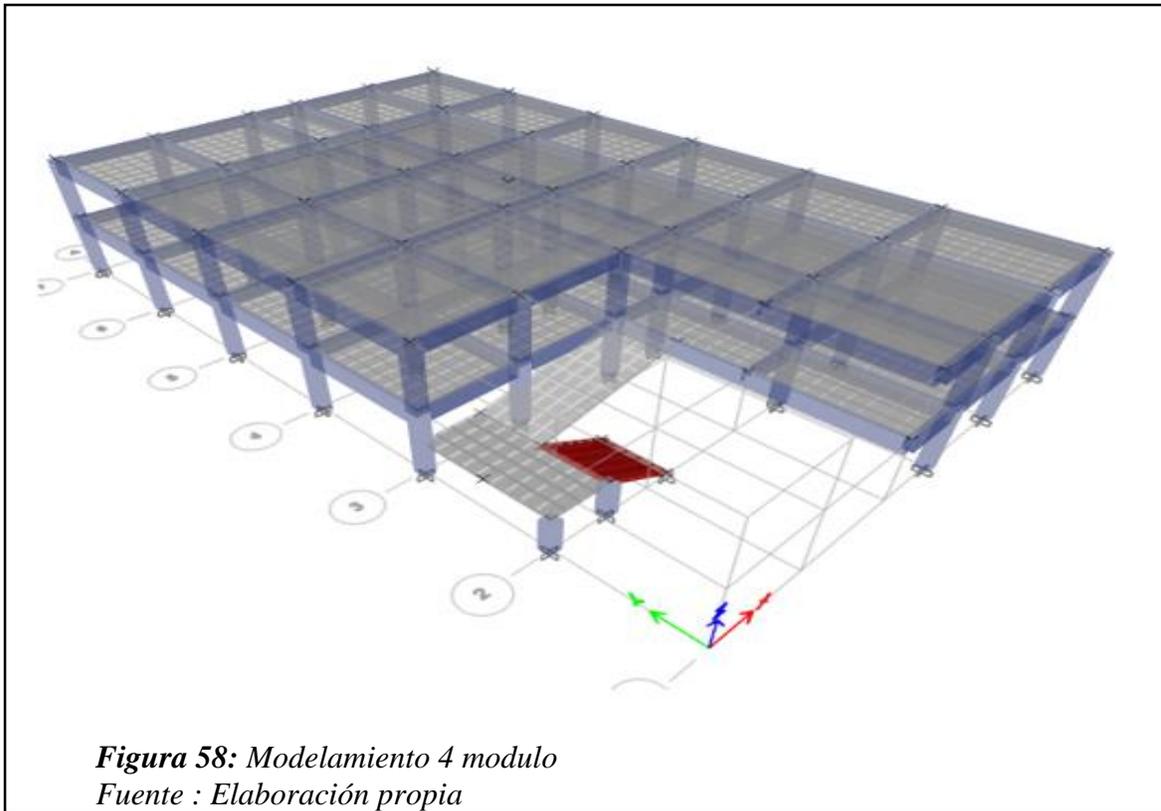
Filter:

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY
▶	Modal	1	0.961	0.1049	0.2997	0	0.1049	0.2997	0	0.0695	0.0252	0.463	0.0695	0.0252
	Modal	2	0.83	0.6191	0.2583	0	0.7239	0.558	0	0.0381	0.1287	0.0004	0.1076	0.1539
	Modal	3	0.651	0.1189	0.3023	0	0.8429	0.8603	0	0.0776	0.0531	0.3821	0.1852	0.207
	Modal	4	0.334	0.0294	0.0335	0	0.8723	0.8938	0	0.2241	0.1591	0.0365	0.4093	0.3662
	Modal	5	0.312	0.0524	0.039	0	0.9247	0.9328	0	0.3555	0.3941	0	0.7648	0.7603
	Modal	6	0.254	0.0236	0.0255	0	0.9483	0.9584	0	0.1144	0.1023	0.0667	0.8792	0.8626
	Modal	7	0.219	0.0152	0.0189	0	0.9636	0.9772	0	0.0432	0.0404	0.0008	0.9224	0.903
	Modal	8	0.206	0.0224	0.0036	0	0.986	0.9809	0	0.0173	0.0656	0.0002	0.9397	0.9686
	Modal	9	0.169	0.0122	0.0167	0	0.9982	0.9976	0	0.0487	0.0226	0.0281	0.9884	0.9912
	Modal	10	0.076	2.4E-05	1.352E-05	0	0.9982	0.9976	0	1.252E-05	0.0001	1.055E-05	0.9884	0.9912
	Modal	11	0.059	4.17E-06	0.0001	0	0.9983	0.9977	0	0.0002	4.689E-06	0.0001	0.9886	0.9912
	Modal	12	0.057	0.0005	0.0017	0	0.9980	0.9994	0	0.0094	0.0013	0.0017	0.998	0.9926

Record: << < 1 > >> of 12

Add Tables... Done

*Figura 57: Masa Participativa*  
*Fuente: Elaboración propia.*



Model Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter: Model Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.65	0.2357	0.5683	0	0.2357	0.5683	0	0.108	0.0432	0.1118	0.108	0.0432	0.1118
Modal	2	0.632	0.5819	0.2944	0	0.8176	0.8627	0	0.0592	0.1139	0.0193	0.1672	0.1571	0.1768
Modal	3	0.576	0.0754	0.0313	0	0.893	0.894	0	0.0061	0.0196	0.7539	0.1753	0.1768	0.1768
Modal	4	0.248	0.0987	4.085E-05	0	0.9917	0.8941	0	0.0001	0.7655	0.0037	0.1754	0.9422	0.9422
Modal	5	0.246	4.262E-06	0.0896	0	0.9917	0.9837	0	0.7564	0.0004	0.0001	0.9318	0.9427	0.9427
Modal	6	0.225	2.107E-05	0.0025	0	0.9917	0.9861	0	0.0089	0.0054	0.0946	0.9407	0.9481	0.9481
Modal	7	0.066	0.0002	0.0103	0	0.9919	0.9964	0	0.0395	0.0007	0.0089	0.9803	0.9488	0.9488
Modal	8	0.046	0.0013	5.437E-06	0	0.9932	0.9964	0	0	0.0148	0.0012	0.9803	0.9637	0.9637
Modal	9	0.038	0.0044	6.309E-06	0	0.9977	0.9964	0	0.0002	0.0263	0.004	0.9805	0.9899	0.9899
Modal	10	0.037	0.0003	0.0002	0	0.998	0.9966	0	0.001	0.0002	0.0003	0.9814	0.9902	0.9902
Modal	11	0.028	0.0008	0.0002	0	0.9988	0.9969	0	0.0006	0.0033	0.0004	0.9821	0.9935	0.9935
Modal	12	0.023	0.0001	0.0001	0	0.9988	0.9969	0	0.0002	0.0004	0.0001	0.9822	0.9939	0.9939

Record: << < 1 > >> of 12

Add Tables... Done

**Figura 59: Masa participativa**  
*Fuente: Elaboración propia*

### Cortante Basal Estático y Dinámico

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% de la cortante basal calculada por el método estático, para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

$$V = \frac{ZUCS}{R} x P$$

Se verificó que en todos los módulos cumplan que el cortante dinámico será al menos 80% del estático (E030), a excepción del módulo Laboratorio y Dirección que se usó un factor de amplificación sísmica de 1.6 para ambos.

### Control de Derivas Máximas

Según la norma de edificaciones. NTE E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” en la Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso en edificaciones de Albañilería, presenta una deriva máxima de 0.007

Las derivas cumplen en todos los módulos a excepción del módulo Laboratorio y Dirección.

Analizaremos estructuralmente del de nueve módulos con áreas destinada a uso de oficina y salones de estudio. El análisis estructural tiene como objetivo principal mostrar el planteamiento y comportamiento estructural del colegio teniendo en cuenta aspectos importantes como la categoría de la edificación, que recae en Edificaciones Esenciales.

El colegio cuenta con 5 módulos o bloques de más de 1 nivel. El sistema estructural utilizado es APORTICADO, regida por la Norma E030 – E060. Todos los elementos estructurales se realizaron cumpliendo el Reglamento Nacional de Edificaciones E020, E030, E050, E060.

### **6.4.3. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán**

#### **6.4.3.1. Normas Empleadas**

Se utilizó el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E020 “Cargas”.
- E030 “Diseño Sismorresistente”.
- E050 “Suelos y Cimentaciones”.
- E060 “Concreto Armado”

#### **6.4.3.2. Especificaciones – Materiales Empleados**

Concreto:

- Resistencia a la compresión ( $f'c$ ) : 280 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad ( $E_c=15000\sqrt{f'c}$ ) : 250998.008 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de Poisson ( $\mu_c$ ) : 0.20.
- Módulo al corte ( $G_c=E_c/2(\mu_c+1)$ ) : 104582.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

Acero:

- Esfuerzo de Fluencia ( $f_y$ ) : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **6.4.3.3. Estados de Carga**

Para el análisis estructural se cumplió con el Reglamento Nacional de Edificaciones, cumpliendo con los valores mínimos que nos da la Norma Técnica E020, teniendo como cargas a considerar la carga muerta, viva y sismo.

Consideramos como Carga Muerta (CM), al peso propio de la estructura, los tabiques y acabados, dichos elementos que serán permanentes en la estructura. Carga Viva (CV), el peso de los ocupantes, mobiliaria y otros elementos móviles. Finalmente, la Carga de Sismo (CS), son aquellas que se general a consecuencia de la acción sísmica sobre la estructura.

**Tabla 31**  
*Estados de Cargas*

CARGA MUERTA	
Peso del Concreto Armado	2400 Kg/cm <sup>3</sup>
Peso Acabados	100 Kg/cm <sup>3</sup>
Peso Tabiquería Móvil	100 Kg/cm <sup>3</sup>
SOBRE CARGA	
Aulas	250 kg/cm <sup>2</sup>
Techo Inclinado (>3°)	100 kg/cm <sup>2</sup>
Escalera	400 kg/cm <sup>2</sup>

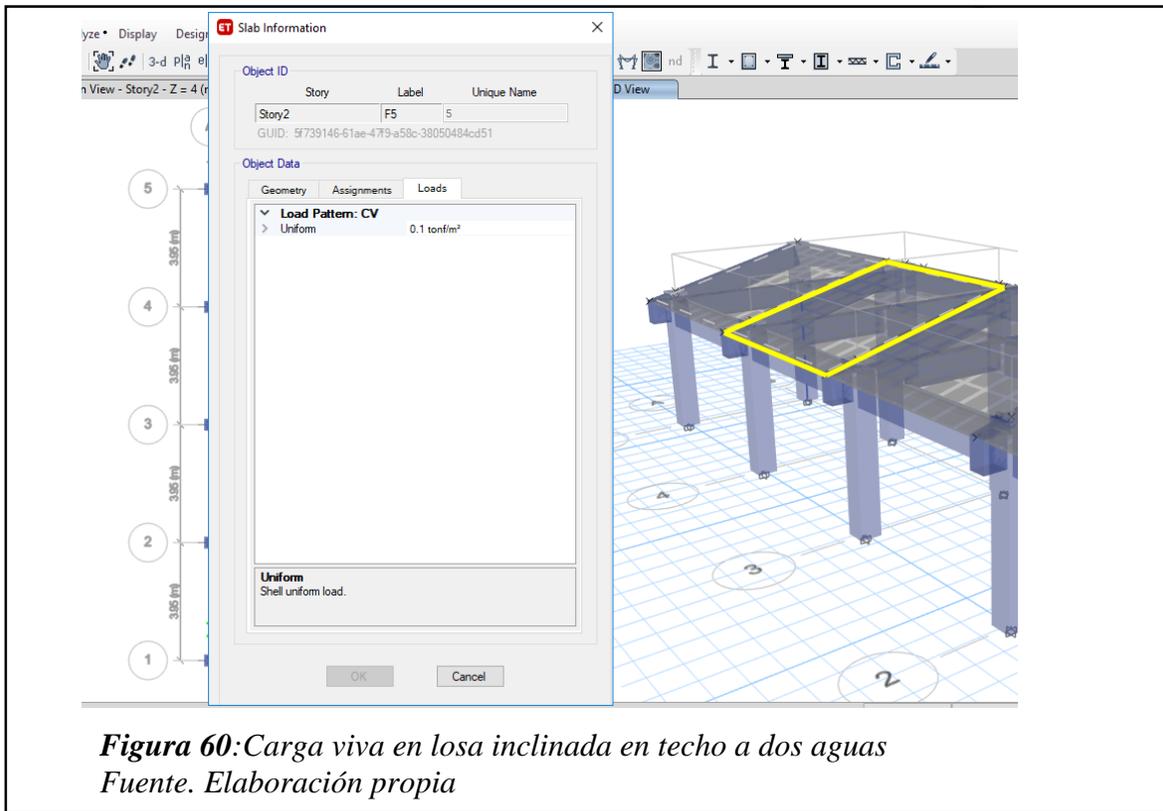
#### **6.4.3.4. Estructuración**

La dimensión de losas, vigas y columnas se indica en los planos planteados.

#### **6.4.3.5. Metrado de Cargas**

Se mostrará el cálculo de las cargas de gravedad que se aplican a la estructura. Las cargas de gravedad son la Carga Muerta y la Carga Viva.

El metrado se hará mediante el método de área tributaria o zonas de influencia separando la carga muerta de la carga viva. Los valores de cargas y pesos unitarios a usar son los siguientes y han sido tomados de la NTE E.020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.



**Figura 60:** Carga viva en losa inclinada en techo a dos aguas  
Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura anterior se consideran las siguientes cargas para el análisis PESO ACABADOS Y TAQUQUERIA = 200 kg/m<sup>2</sup>, una carga VIVA = 250 kg/m<sup>2</sup>. La carga del PESO PROPIO lo define automáticamente el programa.

#### 6.4.3.6. Análisis Sísmico

##### Modelo Estructural

El análisis se ha desarrollado haciendo uso del programa ETAPS ULTIMATE VERSION 17.01 elaborado por Computers and Structures Inc. La carga sísmica total se ha calculado tomando el 100% de la Carga Muerta y el 50% de la carga viva (para edificaciones esenciales), tal como lo señala la norma NTE-030 de diseño Sismo resistente.

Se empleó un modelo espacial con diafragmas rígidos en cada sistema de piso. Como coordenadas dinámicas se consideraron 3 traslaciones y 3 giros. De estos 6 grados de

libertad, los desplazamientos horizontales y el giro en la vertical se establecieron dependientes del diafragma. Se consideraron la deformación por fuerza axial, cortante, flexión y torsión.

La Norma NTE-030 señala que al realizar el análisis sísmico empleando el método de superposición espectral se debe considerar como criterio de superposición el ponderado entre la suma de absolutos y la media cuadrática según se indica en la siguiente ecuación:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

Alternativamente se puede utilizar como criterio de superposición la combinación cuadrática completa (CQC). En el presente análisis se utilizó este último criterio.

### **Normas y Parámetros para el Análisis Sísmico**

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente NTE.030 del 2016.

La respuesta sísmica se determinó empleando el método de superposición espectral considerando como criterio la “Combinación Cuadrática Completa”, (CQC) de los efectos individuales de todos los modos.

### **Parámetros Sísmicos:**

Tal como lo indica la Norma E.030, y de acuerdo a la ubicación de la estructura y las consideraciones de suelo proporcionadas, los parámetros para definir el espectro de diseño fueron:

- Zonificación: La zonificación propuesta 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 información geotécnica.

El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, a cada zona se le asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. La zona donde está ubicada la edificación según la zonificación de la norma E-030 es la zona 4 y su factor de zona es 0.45.

- Condiciones Geotectónicas: Para los efectos de esta norma los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la Norma E-030 de diseño sismo resistente se considera que el perfil de suelo es del tipo (S3), el parámetro  $T_p$  Y  $T_L$  asociado con este tipo de suelo es de 1.00 seg. Y 1.60 seg., respectivamente, y el factor de amplificación del suelo asociado se considera  $S=1.10$ .
- Categoría de las edificaciones: Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, se está considerando para el presente análisis, categoría A ( $U=1.5$ ).
- Sistemas estructurales: Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usara un coeficiente de reducción de fuerza sísmica ( $R$ ). Para el presente análisis, Pórticos ( $R=8.0$ ).

### **Espectro de Pseudoaceleraciones**

El espectro de pseudoaceleraciones con el factor de reducción  $R=8.00$ .

#### **6.4.3.7. Resultados del Análisis**

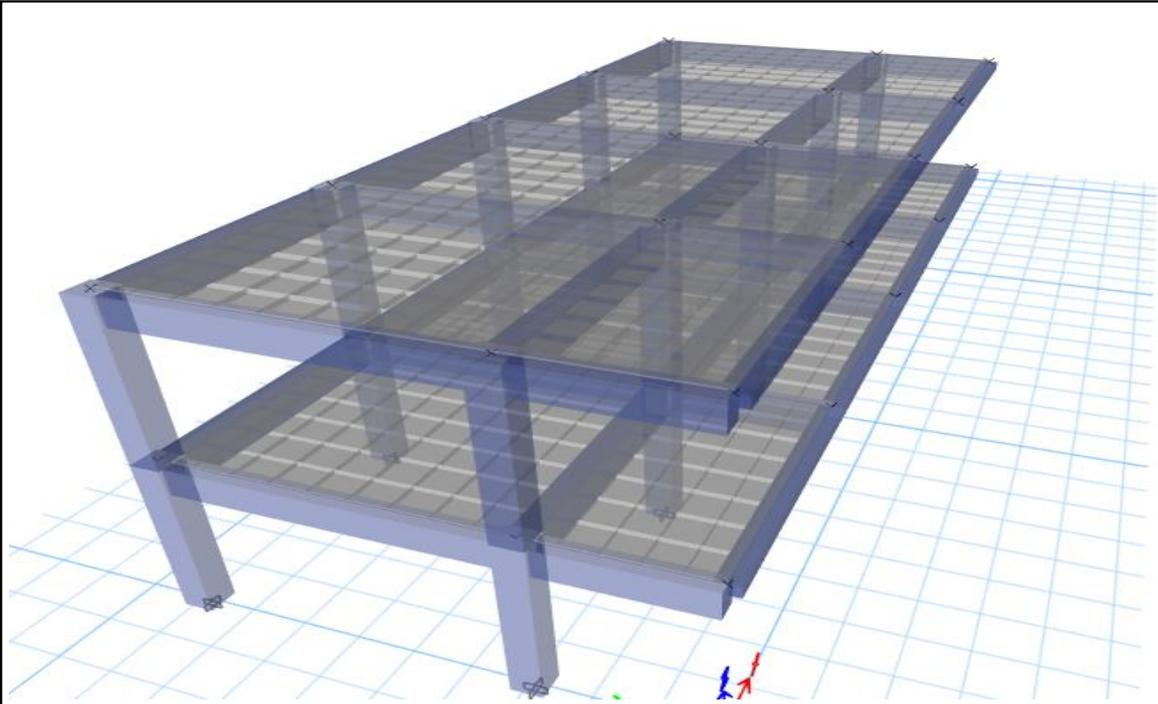
##### **Modelos de Análisis y Resultados de Desplazamiento**

Para el análisis sísmico y de gravedad, el edificio se modeló con elementos con deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial. Para cada nudo se consideraron 6 grados de libertad estáticos y para el conjunto tres grados de libertad dinámicos correspondientes a dos traslaciones horizontales y a una rotación plana asumida como un diafragma rígido en cada nivel.

El cálculo de los desplazamientos elásticos se realizó considerando todos los modos de vibración y un 5% de amortiguamiento en la Combinación Cuadrática Completa. Los desplazamientos inelásticos se estimaron multiplicando los desplazamientos de la respuesta elástica por el factor de reducción correspondiente, de acuerdo al esquema estructural adoptado en cada dirección.

##### **Modos de Vibración**

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.



**Figura 61:** Modelamiento bloque –Aulas primaria  
 Fuente: Elaboración propia

Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

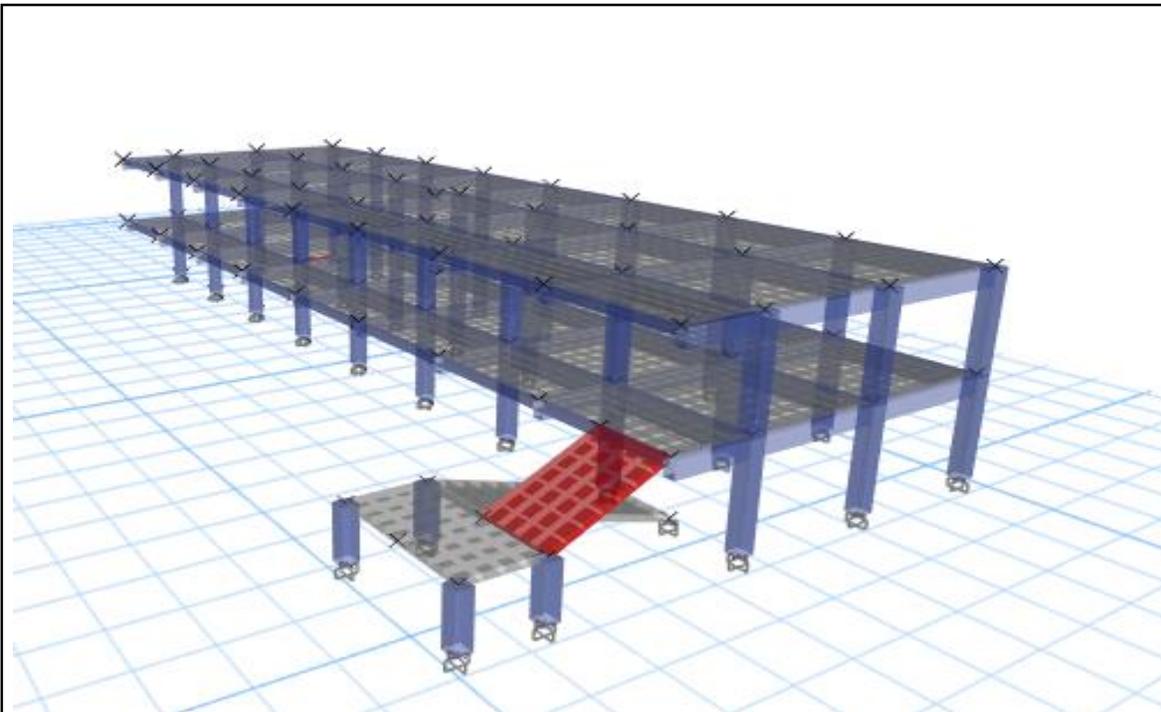
Filter: Modal Participating Mass Ratios

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
▶	Modal	1	0.814	0	0.8963	0	0	0.8963	0	0.1718	0	0	0.1718	0	
	Modal	2	0.743	0.4734	0	0	0.4734	0.8963	0	0	0.0696	0.448	0.1718	0.0696	0.9
	Modal	3	0.629	0.4564	0	0	0.9298	0.8963	0	0	0.0597	0.4565	0.1718	0.1293	0.9
	Modal	4	0.274	0	0.1037	0	0.9298	1	0	0.8282	0	0	1	0.1293	0.9
	Modal	5	0.268	0.0509	0	0	0.9807	1	0	0	0.6365	0.0283	1	0.7658	0.9
	Modal	6	0.225	0.0193	0	0	1	1	0	0	0.2342	0.0672	1	1	

Record: << < 1 > >> of 6

Add Tables... Done

**Figura 62:** Masa Participativa  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura 63:** Modelamiento Aulas Laboratorio-Dirección  
 Fuente: Elaboración propia

Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

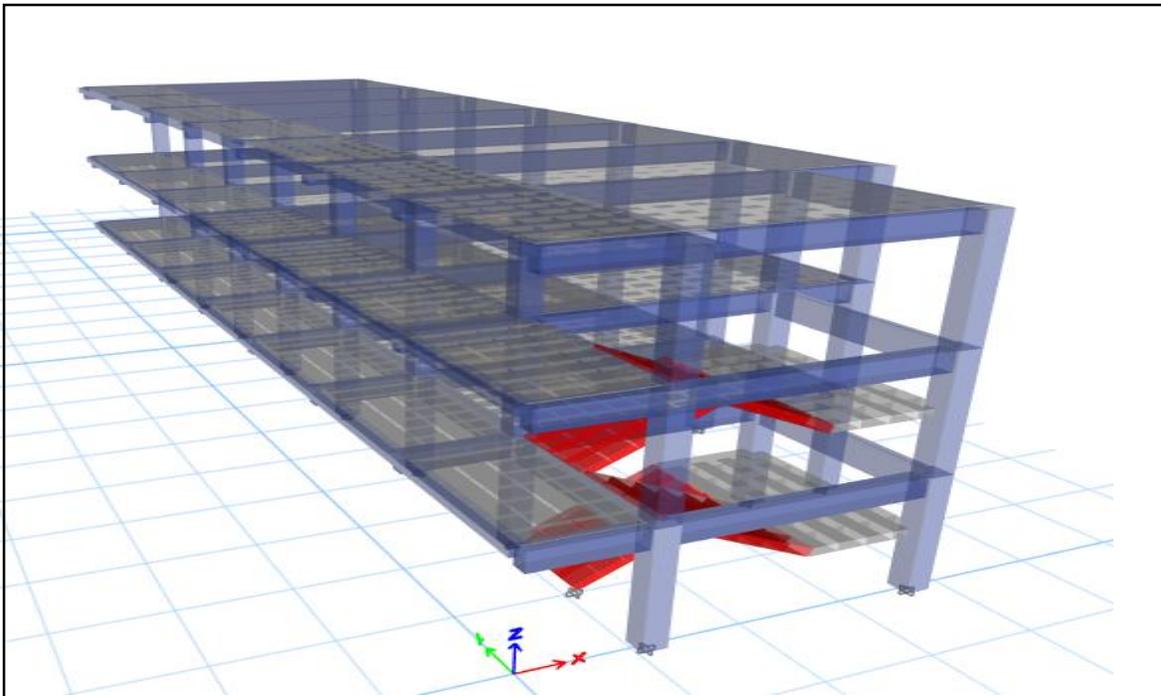
Filter:

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
▶	Modal	1	0.734	0.7204	0.0043	0	0.7204	0.0043	0	0.0011	0.1564	0.1841	0.0011	0.1564	0.1841
	Modal	2	0.663	0.0123	0.8721	0	0.7327	0.8764	0	0.1701	0.0029	0.0028	0.1712	0.1592	0.1841
	Modal	3	0.576	0.1366	0.0171	0	0.8694	0.8935	0	0.0016	0.0434	0.6392	0.1728	0.2026	0.8764
	Modal	4	0.267	0.0795	0.0073	0	0.9489	0.9008	0	0.0562	0.5853	0.0055	0.229	0.7879	0.8764
	Modal	5	0.259	0.0178	0.0673	0	0.9667	0.968	0	0.5839	0.0899	0.0167	0.813	0.8778	0.8764
	Modal	6	0.235	0.0105	0.0075	0	0.9772	0.9755	0	0.0896	0.0243	0.1079	0.9025	0.9021	0.9755
	Modal	7	0.104	0.0002	0.0182	0	0.9774	0.9937	0	0.0596	0.0005	0.008	0.9622	0.9025	0.9755
	Modal	8	0.065	0.016	0.0001	0	0.9934	0.9938	0	0.0003	0.0708	0.0244	0.9625	0.9733	0.9755
	Modal	9	0.054	0.0017	0.0005	0	0.9952	0.9943	0	0.0027	0.0071	0.0031	0.9652	0.9804	0.9755
	Modal	10	0.038	0.0001	0.0005	0	0.9953	0.9947	0	0.0027	0.0006	0.0004	0.9678	0.981	0.9755
	Modal	11	0.034	0.0011	0.0017	0	0.9964	0.9964	0	0.011	0.0017	0.003	0.9788	0.9827	0.9755
	Modal	12	0.028	0.0008	0.0004	0	0.9972	0.9968	0	0.0023	0.0013	0.0006	0.9812	0.984	0.9755

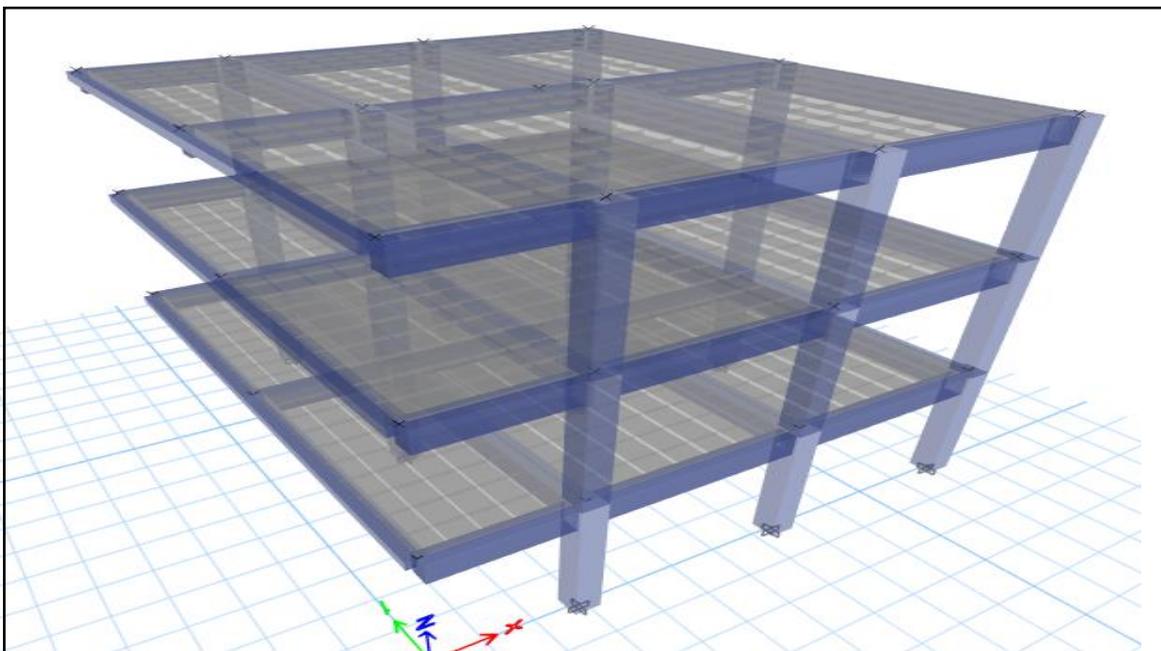
Record: << < 1 > >> of 12

Add Tables... Done

**Figura 64:** Masa Participativa  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura 65:** Aulas secundarias  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 66:** Modelamiento- Aulas secundarias  
Fuente: Elaboración propia

## Cortante Basal Estático y Dinámico

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% de la cortante basal calculada por el método estático, para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

$$V = \frac{ZUCS}{R} x P$$

Se verificó que en todos los módulos cumplan que el cortante dinámico será al menos 80% del estático (E030), a excepción del módulo Laboratorio y Dirección que se usó un factor de amplificación sísmica de 1.6 para ambos.

### **Control de Derivas Máximas**

Según la norma de edificaciones. NTE E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” en la Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso en edificaciones de Albañilería, presenta una deriva máxima de 0.007

Las derivas cumplen en todos los módulos a excepción del módulo Laboratorio y Dirección. }

#### **6.4.4. Análisis Sísmico Programa ETABS**

##### **6.4.4.1. Normas Empleadas**

Se utilizó el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E020 “Cargas”.
- E030 “Diseño Sismorresistente”.

- E050 “Suelos y Cimentaciones”.
- E060 “Concreto Armado”

#### 6.4.4.2. Especificaciones – Materiales Empleados

Concreto:

- Resistencia a la compresión ( $f'c$ ) : 280 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad ( $E_c=15000\sqrt{f'c}$ ) : 250998.008 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de Poisson ( $\mu_c$ ) : 0.20.
- Módulo al corte ( $G_c=E_c/2(\mu_c+1)$ ) : 104582.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

Acero:

- Esfuerzo de Fluencia ( $f_y$ ) : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 6.4.4.3. Estados de Carga

Para el análisis estructural se cumplió con el Reglamento Nacional de Edificaciones, cumpliendo con los valores mínimos que nos da la Norma Técnica E020, teniendo como cargas a considerar la carga muerta, viva y sismo.

Consideramos como Carga Muerta (CM), al peso propio de la estructura, los tabiques y acabados, dichos elementos que serán permanentes en la estructura. Carga Viva (CV), el peso de los ocupantes, mobiliaria y otros elementos móviles. Finalmente, la Carga de Sismo (CS), son aquellas que se general a consecuencia de la acción sísmica sobre la estructura.

**Tabla 32**  
Cargas

SOBRE CARGA	
Aulas	250 kg/cm <sup>2</sup>
Techo Inclinado (>3°)	100 kg/cm <sup>2</sup>
Escalera	400 kg/cm <sup>2</sup>

---

## CARGA MUERTA

---

Peso del Concreto Armado	2400 Kg/cm <sup>3</sup>
Peso Acabados	100 Kg/cm <sup>3</sup>
Peso Tabiquería Móvil	/cm <sup>3</sup>

---

### **6.4.4.4. Estructuración**

La dimensión de losas, vigas y columnas se indica en los planos planteados.

### **6.4.4.5. Metrado de Cargas**

En este capítulo, se mostrará el cálculo de las cargas de gravedad que se aplican a la estructura. Las cargas de gravedad son la Carga Muerta y la Carga Viva.

El metrado se hará mediante el método de área tributaria o zonas de influencia separando la carga muerta de la carga viva. Los valores de cargas y pesos unitarios a usar son los siguientes y han sido tomados de la NTE E.020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### **6.4.4.6. Análisis Sísmico**

#### Modelo Estructural

El análisis se ha desarrollado haciendo uso del programa ETAPS ULTIMATE VERSION 17.01 elaborado por Computers and Structures Inc. La carga sísmica total se ha calculado tomando el 100% de la Carga Muerta y el 50% de la carga viva (para edificaciones esenciales), tal como lo señala la norma NTE-030 de diseño Sismo resistente.

El análisis sísmico se desarrolló de acuerdo a las indicaciones de la Norma Peruana.

Se empleó un modelo espacial con diafragmas rígidos en cada sistema de piso. Como coordenadas dinámicas se consideraron 3 traslaciones y 3 giros. De estos 6 grados de libertad, los desplazamientos horizontales y el giro en la vertical se establecieron

dependientes del diafragma. Se consideraron la deformación por fuerza axial, cortante, flexión y torsión.

La Norma NTE-030 señala que al realizar el análisis sísmico empleando el método de superposición espectral se debe considerar como criterio de superposición el ponderado entre la suma de absolutos y la media cuadrática según se indica en la siguiente ecuación:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

Alternativamente se puede utilizar como criterio de superposición la combinación cuadrática completa (CQC). En el presente análisis se utilizó este último criterio.

### **Normas y Parámetros para el Análisis Sísmico**

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente NTE.030 del 2016. La respuesta sísmica se determinó empleando el método de superposición espectral considerando como criterio la “Combinación Cuadrática Completa”, (CQC) de los efectos individuales de todos los modos.

### **Parámetros sísmicos:**

Tal como lo indica la Norma E.030, y de acuerdo a la ubicación de la estructura y las consideraciones de suelo proporcionadas, los parámetros para definir el espectro de diseño fueron:

- **Zonificación:** La zonificación propuesta 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 información geotécnica. El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, a cada zona se le asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del

terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. La zona donde está ubicada la edificación según la zonificación de la norma E-030 es la zona 4 y su factor de zona es 0.45.

- Condiciones Geotectónicas: Para los efectos de esta norma los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la Norma E-030 de diseño sismo resistente se considera que el perfil de suelo es del tipo (S3), el parámetro  $T_p$  Y  $T_L$  asociado con este tipo de suelo es de 1.00 seg. Y 1.60 seg., respectivamente, y el factor de amplificación del suelo asociado se considera  $S=1.10$ .
- Categoría de las edificaciones: Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, se está considerando para el presente análisis, categoría A ( $U=1.5$ ).
- Sistemas estructurales: Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usara un coeficiente de reducción de fuerza sísmica ( $R$ ). Para el presente análisis, Pórticos ( $R=8.0$ ).

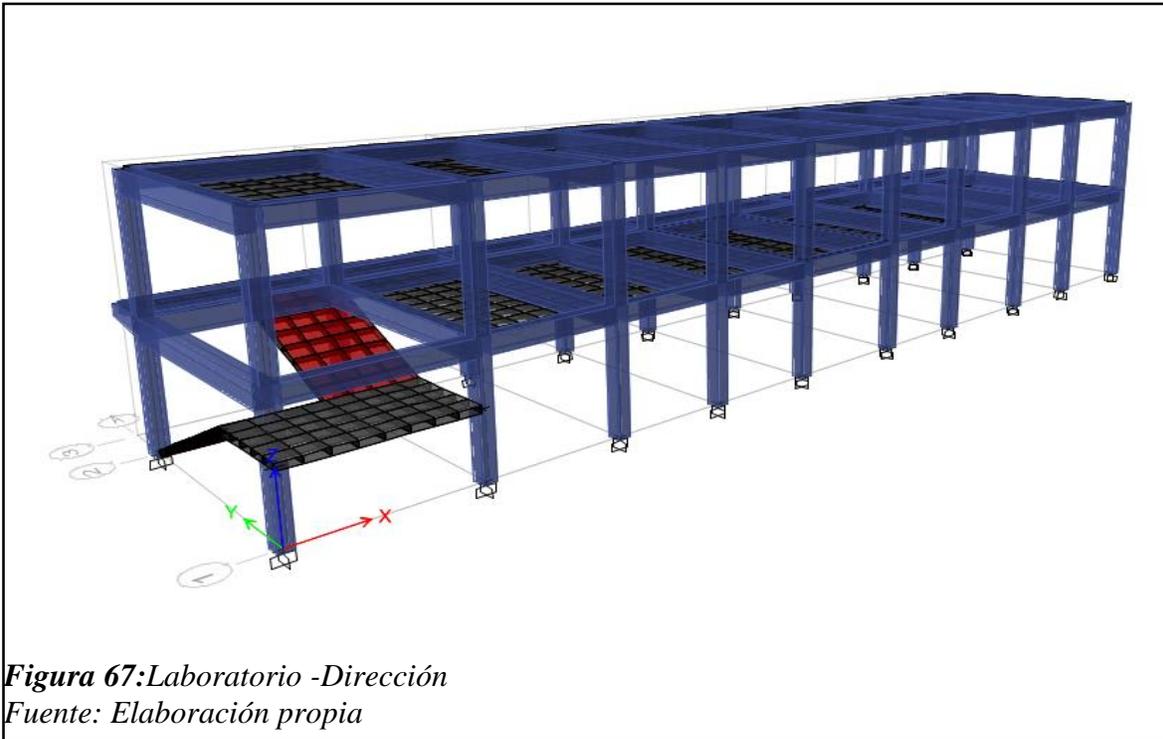
El espectro de pseudoaceleraciones con el factor de reducción  $R=8.00$ .

#### 6.4.4.7. Resultados del Análisis

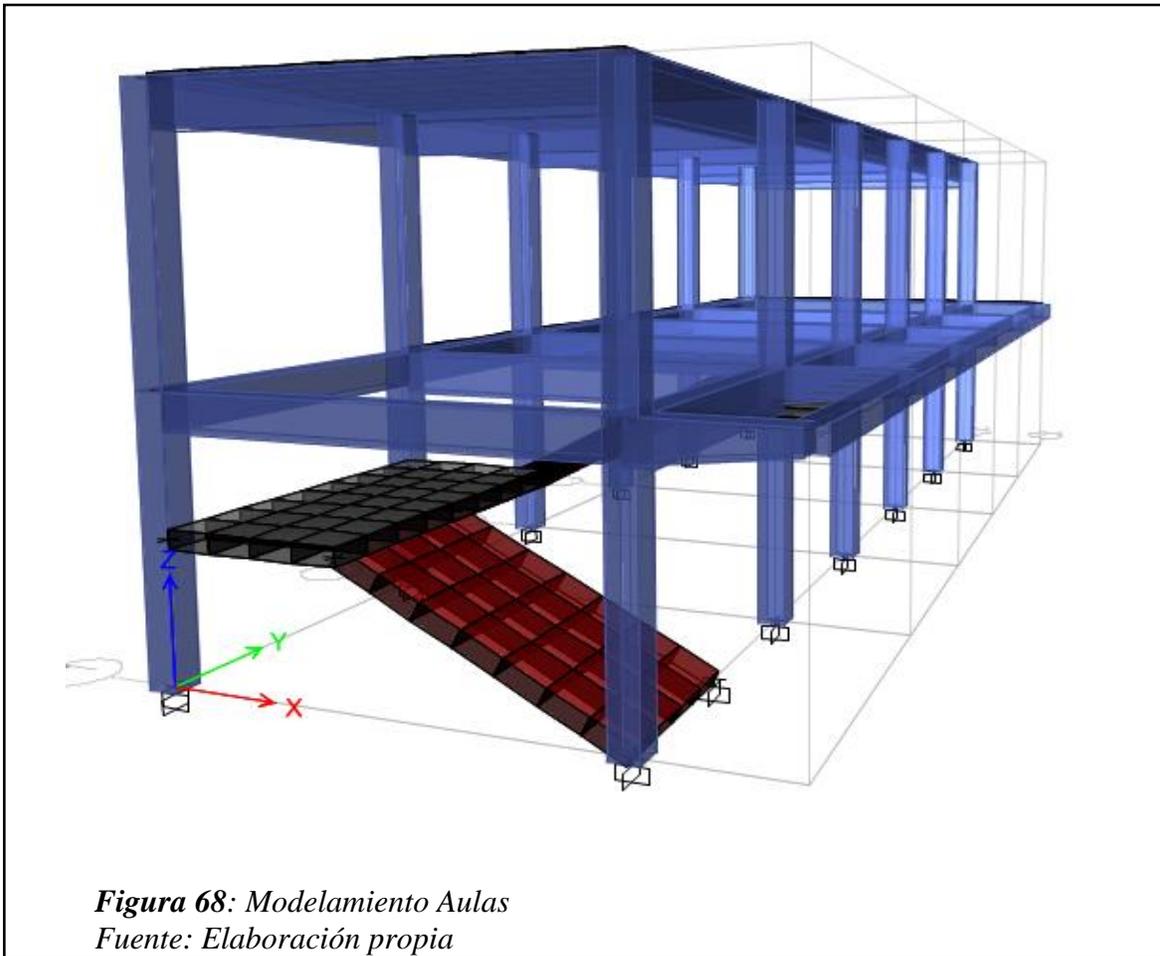
##### Modelos de Análisis y Resultados de Desplazamiento

Para el análisis sísmico y de gravedad, el edificio se modeló con elementos con deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial. Para cada nudo se consideraron 6 grados de libertad estáticos y para el conjunto tres grados de libertad dinámicos correspondientes a dos traslaciones horizontales y a una rotación plana asumida como un diafragma rígido en cada nivel.

El cálculo de los desplazamientos elásticos se realizó considerando todos los modos de vibración y un 5% de amortiguamiento en la Combinación Cuadrática Completa. Los desplazamientos inelásticos se estimaron multiplicando los desplazamientos de la respuesta elástica por el factor de reducción correspondiente, de acuerdo al esquema estructural adoptado en cada dirección.



**Figura 67:** Laboratorio -Dirección  
Fuente: Elaboración propia



### Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Modal Participating Mass Ratios

de 12 | Reload | Apply

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX
Modal	1	0.929	0.6638	0.0059	0	0.6638	0.0059	0	1.772E-05
Modal	2	0.716	0.0044	0.7888	0	0.6682	0.7947	0	0.2653
Modal	3	0.679	0.1614	9.185E-07	0	0.8296	0.7947	0	0.0035
Modal	4	0.365	0.0645	0.0063	0	0.8941	0.801	0	0.0284
Modal	5	0.329	0.0244	0.1479	0	0.9186	0.9489	0	0.5089
Modal	6	0.269	0.0559	0.0186	0	0.9745	0.9675	0	0.048
Modal	7	0.074	0.0005	0.0191	0	0.975	0.9866	0	0.0835
Modal	8	0.052	0.0011	0.0029	0	0.9761	0.9895	0	0.0085
Modal	9	0.048	0.0185	1.39E-05	0	0.9945	0.9896	0	0.0026
Modal	10	0.033	0.0006	0.0003	0	0.9952	0.9899	0	0.0012
Modal	11	0.031	1.65E-06	0	0	0.9952	0.9899	0	0

Modal Participating Mass Ratios

de 12 | Reload | Apply

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX
Modal	1	1.036	0.0028	0.7566	0	0.0028	0.7566	0	0.1093
Modal	2	0.867	0.8503	0.0148	0	0.853	0.7714	0	0.003
Modal	3	0.842	0.0352	0.1209	0	0.8883	0.8923	0	0.0412
Modal	4	0.397	0.0015	0.0678	0	0.8898	0.9601	0	0.6483
Modal	5	0.375	0.0824	0.0081	0	0.9722	0.9682	0	0.0453
Modal	6	0.337	0.0119	0.0187	0	0.984	0.9869	0	0.0713
Modal	7	0.083	0.0101	4.974E-05	0	0.9941	0.987	0	0.0003
Modal	8	0.065	0.0003	3.051E-05	0	0.9944	0.987	0	0.0001
Modal	9	0.061	0.0001	0.0098	0	0.9945	0.9968	0	0.0607
Modal	10	0.046	0.0002	0.0004	0	0.9947	0.9972	0	0.0042
Modal	11	0.038	0.0001	0.0002	0	0.9948	0.9974	0	0.0011

Modal Participating Mass Ratios

de 12 | Reload | Apply

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX
Modal	1	0.426	0.049	0.9307	0	0.049	0.9307	0	0.9307
Modal	2	0.422	0.9378	0.055	0	0.9868	0.9857	0	0.055
Modal	3	0.37	0.0131	0.0143	0	0.9999	1	0	0.0143
Modal	4	0.115	0.0001	5.846E-07	0	1	1	0	5.846E-07
Modal	5	0.039	0	0	0	1	1	0	0
Modal	6	0.021	0	0	0	1	1	0	0
Modal	7	0.019	0	0	0	1	1	0	0
Modal	8	0.018	0	0	0	1	1	0	0
Modal	9	0.016	0	0	0	1	1	0	0
Modal	10	0.016	0	0	0	1	1	0	0

**Figura 69:** Masas participativas  
Fuente: Elaboración propia

## **Cortante Basal Estático y Dinámico**

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% de la cortante basal calculada por el método estático, para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

$$V = \frac{ZUCS}{R} x P$$

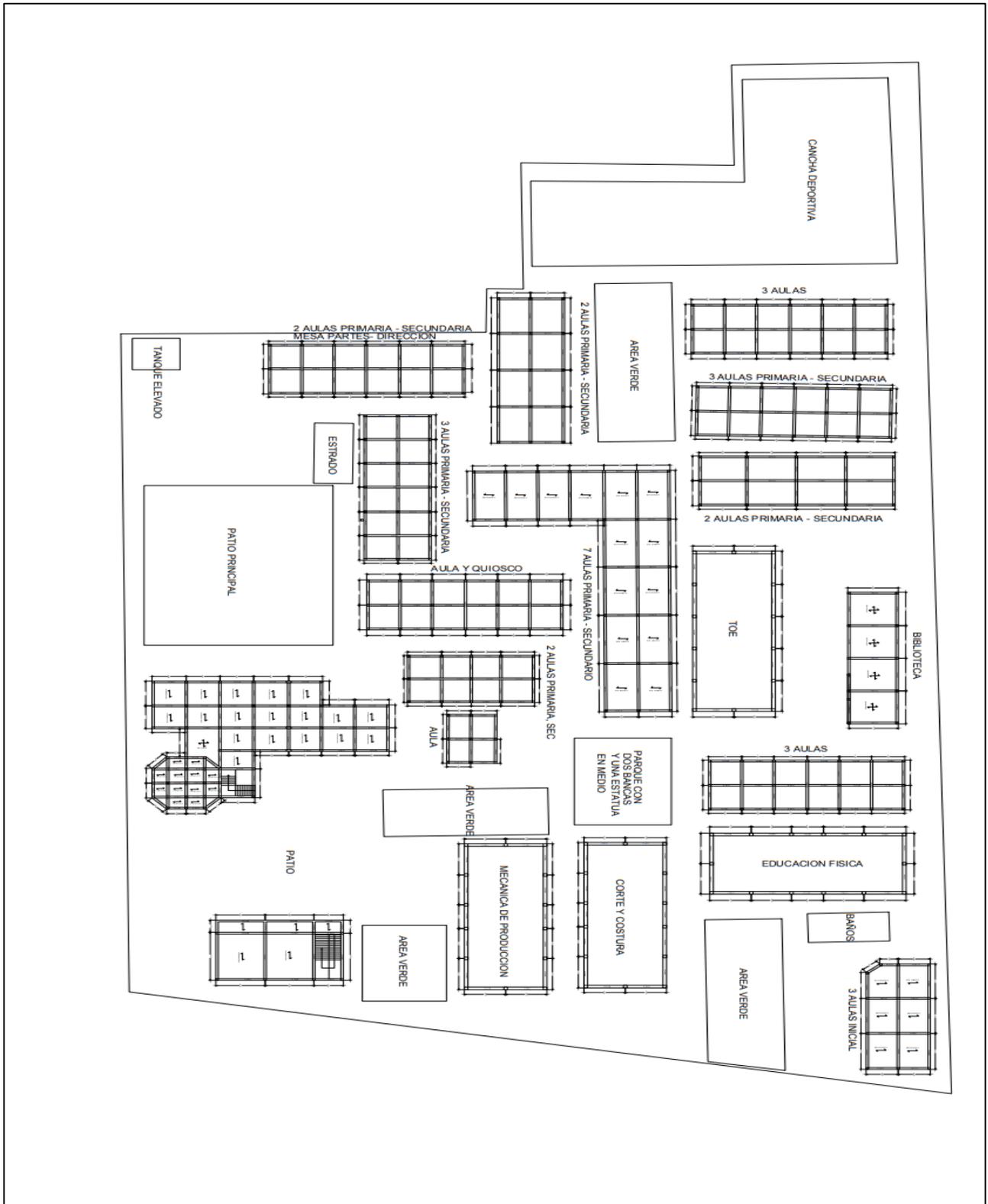
Se verificó que en todos los módulos cumplan que el cortante dinámico será al menos 80% del estático (E030), a excepción del módulo Laboratorio y Dirección que se usó un factor de amplificación sísmica de 1.6 para ambos.

### **Control de Derivas Máximas**

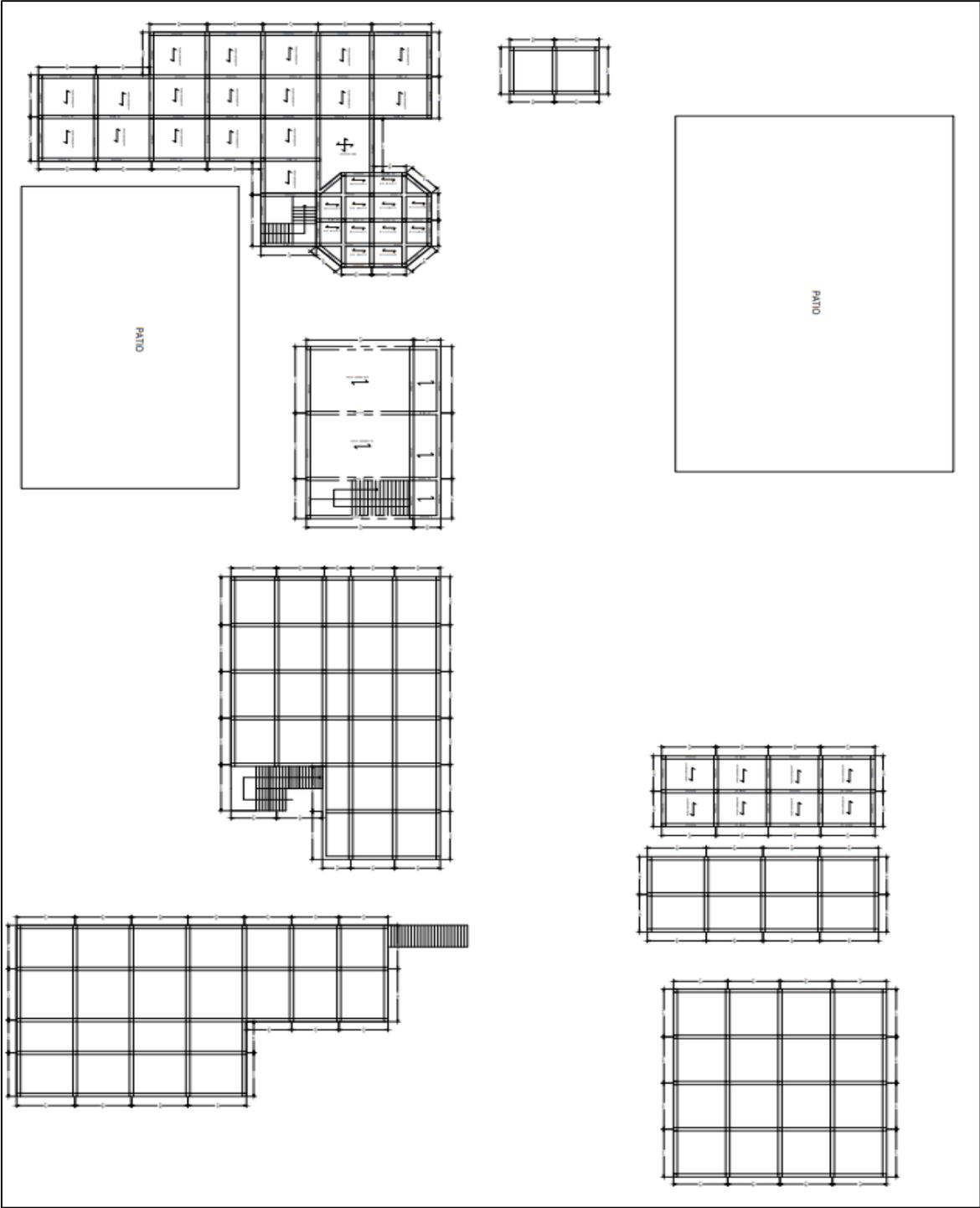
Según la norma de edificaciones. NTE E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” en la Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso en edificaciones de Albañilería, presenta una deriva máxima de 0.007. Las derivas cumplen en todos los módulos a excepción del módulo Laboratorio y Dirección.

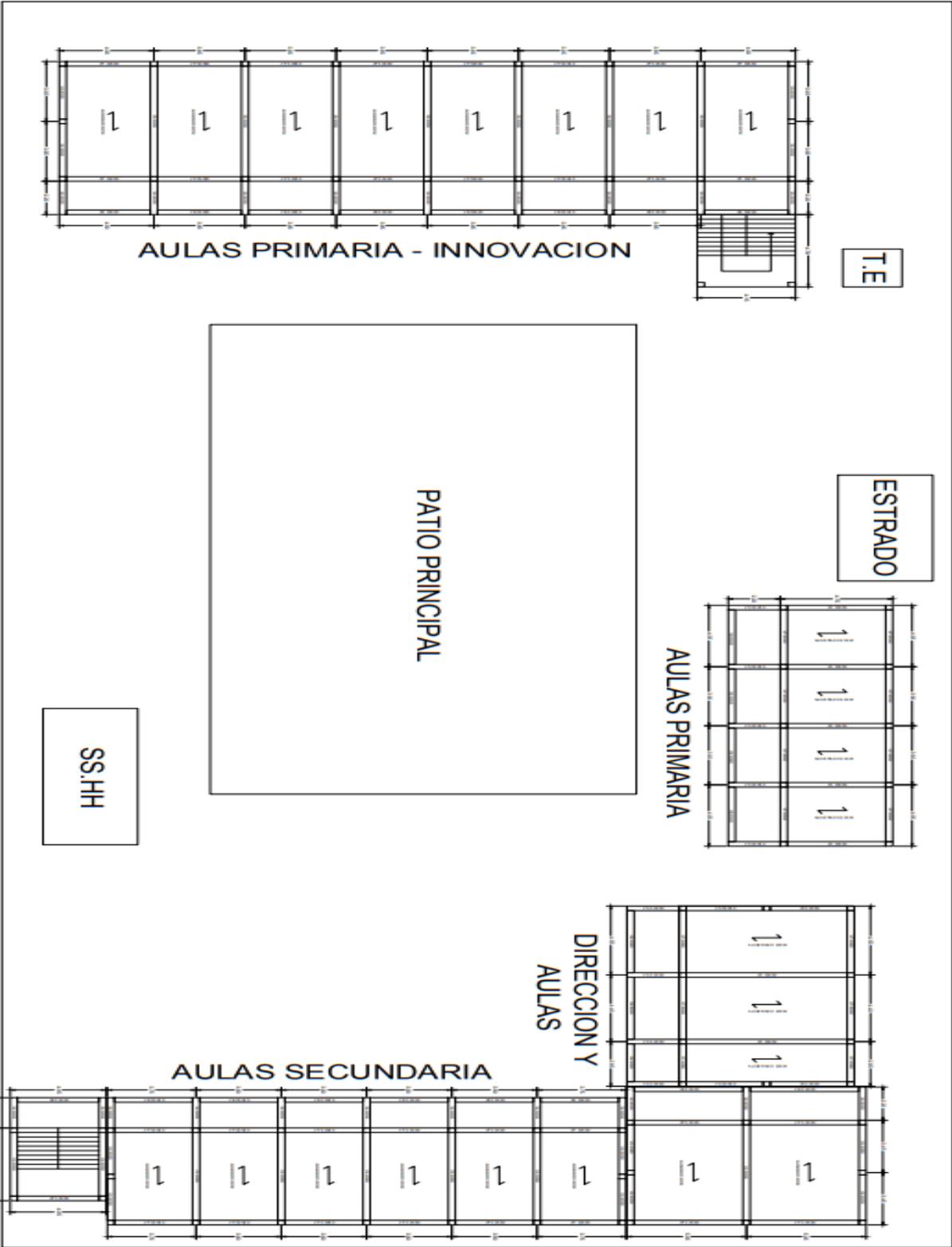
## 6.5. Anexo V Planos de Las Instituciones Educativas

### JOSÉ MARÍA ARGUEDAS



CARLOS AUGUSTO SALAVERRY





# ANDRÉS AVELINO CÁCERES



## 6.6. Anexo VI Validez de instrumentos de Investigación

### VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### JUICIO DE EXPERTO

#### VALIDACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA USANDO EL MÉTODO DE HIROSAWA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS, LA VICTORIA - CHICLAYO

Responsable: De La Cruz Diaz Daiana Rossmery

Instrucción: después de haber evaluado el instrumento de investigación, con la matriz de consistencia, se solicita en base a su experiencia y criterio profesional, valide dicho instrumento en una escala de 1 a 5 donde:

Muy poco	Poco	regular	acceptable	Muy acceptable
1	2	3	4	5

Criterio de validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de criterio metodológico				X			
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Total parcial				8	10		
Total				18			

Puntuación:

No valida, reformular	No valida, modificar	Valido, mejorar	Valido, aplicar
De 4 a 11	De 12 a 14	De 15 a 17	De 18 a 20

Apellido y nombres	Jocson J. Almirano Diaz
Grado académico	Ing. Civil
Mención	Ing. Municipalidad de Gerencia Pública de Obras.



## VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### JUICIO DE EXPERTO

#### VALIDACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA USANDO EL MÉTODO DE HIROSAWA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS, LA VICTORIA - CHICLAYO

Responsable: De La Cruz Diaz Daiana Rossmery

Instrucción: después de haber evaluado el instrumento de investigación, con la matriz de consistencia, se solicita en base a su experiencia y criterio profesional, valide dicho instrumento en una escala de 1 a 5 donde:

Muy poco	Poco	regular	acceptable	Muy acceptable
1	2	3	4	5

Criterio de validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Total parcial				8	10		
Total				..	18		

Puntuación:

No valida, reformular	No valida, modificar	Valido, mejorar	Valido, aplicar
De 4 a 11	De 12 a 14	De 15 a 17	De 18 a 20

Apellido y nombres	PEDRO MANUEL BAUENA DEL RIO
Grado académico	Eng Civil
Mención	



Firma

\* Pedro Manuel Bauena Del Rio  
C.I.P. 20393

## VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### JUICIO DE EXPERTO

#### VALIDACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA USANDO EL MÉTODO DE HIROSAWA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS, LA VICTORIA - CHICLAYO

Responsable: De La Cruz Diaz Daiana Rossmery

Instrucción: después de haber evaluado el instrumento de investigación, con la matriz de consistencia, se solicita en base a su experiencia y criterio profesional, valide dicho instrumento en una escala de 1 a 5 donde:

Muy poco	Poco	regular	aceptable	Muy aceptable
1	2	3	4	5

Criterio de validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico				X			
Validez de intención y objetividad de medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Total parcial							
Total				13			

Puntuación:

No valida, reformular	No valida, modificar	Valido, mejorar	Valido, aplicar
De 4 a 11	De 12 a 14	De 15 a 17	De 18 a 20

Apellido y nombres	HUERTAS CANANI MARIA JOSE
Grado académico	Ing. Civil
Mención	Gerencia de Obras Públicas



Firma  
MARIA JOSE HUERTAS CANANI  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 215041

## VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### JUICIO DE EXPERTO

#### VALIDACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA USANDO EL MÉTODO DE HIROSAWA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS, LA VICTORIA - CHICLAYO

Responsable: De La Cruz Díaz Daiana Rossmery

Instrucción: después de haber evaluado el instrumento de investigación, con la matriz de consistencia, se solicita en base a su experiencia y criterio profesional, valide dicho instrumento en una escala de 1 a 5 donde:

Muy poco	Poco	regular	aceptable	Muy aceptable
1	2	3	4	5

Criterio de validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Total parcial							
Total					20		

Puntuación:

No valida, reformular	No valida, modificar	Valido, mejorar	Valido, aplicar
De 4 a 11	De 12 a 14	De 15 a 17	De 18 a 20

Apellido y nombres	Rojas Villalobos Celso Gian Piero
Grado académico	Ing. Civil
Mención	Gerencia de Obras Públicas



Firma

**CELSO GUIMPERO ROJAS VILLALOBOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 225346

**VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**JUICIO DE EXPERTO**

**VALIDACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA USANDO EL MÉTODO DE HIROSAWA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS, LA VICTORIA - CHICLAYO**

Responsable: De La Cruz Díaz Dairna Rossmery

Instrucción: después de haber evaluado el instrumento de investigación, con la matriz de consistencia, se solicita en base a su experiencia y criterio profesional, valide dicho instrumento en una escala de 1 a 5 donde:

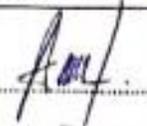
Muy poco	Poco	regular	aceptable	Muy aceptable
1	2	3	4	5

Criterio de validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Total parcial							
Total					18		

Puntuación:

No valida, reformular	No valida, modificar	Valido, mejorar	Valido, aplicar
De 4 a 11	De 12 a 14	De 15 a 17	De 18 a 20

Apellido y nombres	Sandoval Paredes Alexander D.
Grado académico	Ingeniería Civil
Mención	Gobernación de Obras Públicas.

  
 .....  
 Firma  
 ALEXANDER DAVID SANDOVAL PAREDES

INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 210485

## 6.7. Anexo VII Autorización



INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA

**“JOSÉ MARÍA ARGUEDAS”**

LA VICTORIA – CHICLAYO

C.M.Nº0452847 (SECUNDARIA) C.M.Nº0455063 (PRIMARIA) C.M.Nº1528256 (INICIAL)



# AUTORIZACIÓN

LA SUSCRITA DIRECTORA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “JOSE MARIA ARGUEDAS” DEL DISTRITO DE LA VICTORIA – PROVINCIA DE CHICLAYO-REGION LAMBAYEQUE:

## AUTORIZA:

**A : DE LA CRUZ DIAZ DAIANA ROSSMERY  
CÓDIGO UNIVERSITARIO N° 2141817701**

Estudiante de la **UNIVERSIDAD “ SEÑOR DE SIPAN”**, Facultad de Ingeniería , Arquitectura y Urbanismo, del IX ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, para que realice su proyecto de tesis denominado “ **Vulnerabilidad sísmica usando el método de Hirosova en la Institución Educativa “ José María Arguedas “**, actividades que corresponden a la asignatura de Investigación I, a cargo del docente Dr. Walter Antonio Campos Ugaz en nuestra Institución Educativa “ José María Arguedas “ del distrito La Victoria, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

Se expide la presente, a solicitud escrita de la parte interesada para los fines que estime por conveniente.

La Victoria, 29 de noviembre del 2019