



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Particular San
José, Chimbote - 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
: INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Epifania Pineda, Gregory Raphael (ORCID: 0000-0003-3646-4176)

Mercado Obregón, Geraldine Rubi (ORCID: 0000-0002-0419-0097)

ASESOR:

Mgtr. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo y poder cumplir con mis metas trazadas.

A mi madre, Carmen, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional hasta el último día de su vida.

A mis abuelos, que son mi soporte hasta el día de hoy y que son mi impulso para poder lograr mis metas.

***Gregory R. Epifania
Pineda***

A Dios, por bendecir mi camino y darme la fuerza suficiente para seguir adelante.

A mi madre, Melva, por su respaldo y apoyo incondicional, por sus enseñanzas y por motivarme a ser mejor cada día.

A mi abuelo, Toribio, por estar siempre conmigo y ser la motivación que me impulsa a ser una gran profesional.

Geraldine R. Mercado Obregón

Agradecimiento

A la universidad César Vallejo, por permitirme ser parte de ella, para poder cumplir mi meta tan ansiada.

Agradezco a nuestro asesor el Mg. Robert Sigüenza, por los aportes brindados para la mejora de esta tesis, para poder culminar con éxito esta investigación.

A mis abuelos, por siempre alentarme y apoyarme, son el motor que me impulsa a salir adelante.

***Gregory R. Epifania
Pineda***

Mi agradecimiento a la universidad César Vallejo, por darme la oportunidad de lograr mi meta y darle una alegría a mis seres queridos.

A nuestro asesor el Mg. Robert Sigüenza, por brindarnos su tiempo y conocimientos para poder hacer posible la culminación de la presente tesis.

Por el cariño y paciencia para poder realizar mis objetivos trazados, gracias madre.

Geraldine R. Mercado Obregón

Índice de contenidos

Caràtula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población y muestra.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	48

Índice de tablas

Tabla 1: Propiedades físicas de las muestras de la calicata N°01 y N°02...	27
Tabla 2: Resumen de Ensayo de Esclerometría en la I.E.P. San José	28
Tabla 3: Comparación de la Demanda – Resistencia del acero en columnas	30
Tabla 4: Comparación de la Demanda – Resistencia del acero en vigas	31
Tabla 5: Evaluación del método Demanda – Resistencia	35

Índice de figuras

Figura 1. Cinturón de Fuego del Pacífico (Diario Perú 21, 2017).....	13
Figura 2. Límites o bordes de placas. (IGEO, 2020).....	14
Figura 3. Partes de un sismo. (Andres A. 2020).....	15
Figura 4. Mapa de zonificación sísmica en el Perú. (RNE – Norma E.030, 2018).....	16
Figura 5. Programa ETABS v19.1.0 (ETABS v19).....	19
Figura 6. Modelamiento de la estructura del módulo C en el programa ETABS	29
Figura 7. Modelamiento de la estructura del módulo D en el programa ETABS	30
Figura 8. Distribución de acero en columnas	31
Figura 9. Distribución de acero en vigas	32
Figura 10. Acero en la columna E-1 y la viga E-2 según el programa ETABS	32
Figura 11. Acero en la columna E-3 y la viga E-4 según el programa ETABS	33
Figura 12. Acero en la columna E-5 y la viga E-6 según el programa ETABS	33
Figura 13. Acero en la columna E-7 y la viga E-8 según el programa ETABS	34
Figura 14. Acero en la columna E-9 y la viga E-10 según el programa ETABS	34
Figura 15. Calicata 1 – Muestra para EMS.....	70
Figura 16. Calicata 2 – Muestra para EMS	70
Figura 17. Corte del tarrajeo y trazos de 5cm x5cm para el ensayo de esclerometría en columnas.....	71
Figura 18. Corte del tarrajeo y trazos de 5cm x5cm para el ensayo de esclerometría en vigas	71
Figura 19. Ensayo de esclerometría en columna	72
Figura 20. Ensayo de esclerometría en viga.....	72
Figura 21. Ensayo de esclerometría en la columna E-1.....	73

Figura 22. Ensayo de esclerometría en la viga E-2.....	73
Figura 23. Ensayo de esclerometría en la columna E-3.....	74
Figura 24. Ensayo de esclerometría en la viga E-4.....	74
Figura 25. Ensayo de esclerometría en la columna E-5.....	75
Figura 26. Ensayo de esclerometría en la viga E-6.....	75
Figura 27. Ensayo de esclerometría en la columna E-7.....	76
Figura 28. Ensayo de esclerometría en la viga E-8.....	76
Figura 29. Ensayo de esclerometría en la columna E-9.....	77
Figura 30. Ensayo de esclerometría en la viga E-10.....	77

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de dos de los módulos de la Institución Educativa Particular San José, los módulos estudiados presentan revestimiento y dificulta el estudio de la estructura.

Para la obtención de datos se realizó una inspección visual y se adquirió los planos arquitectónicos brindados por la institución educativa, estudio de suelos en 2 calicatas, ensayos de esclerometría para determinar la resistencia del concreto, para obtener el comportamiento sísmico de las estructuras se hizo uso del programa ETABS v.2019, teniendo en consideración el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030, Diseño Sismorresistente, para determinar si la estructura satisface con los parámetros establecidos en el Reglamento.

El método de investigación empleado es cualitativo, usando la investigación aplicada siendo un diseño de investigación no experimental y el nivel de investigación es descriptivo.

La conclusión que se obtuvo en la presente tesis es que la Institución Educativa Particular San Jose presenta vulnerabilidad sísmica, porque no cumple con los parámetros establecidos por la E.030, Diseño Sismorresistente.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, Vulnerabilidad estructural, Vulnerabilidad no estructural.

Abstract

The present thesis aims to determine the seismic vulnerability of one of the modules of the San Jose Private Educational Institution, the studied module presents cladding and makes it difficult to study the structure.

To obtain data, a visual inspection was carried out and the architectural plans provided by the educational institution were acquired, soil study in 2 pits, sclerometry tests to determine the resistance of concrete, to obtain the seismic behavior of the structures using the ETABS v.2019 program, taking into consideration the National Building Regulation E.030, Seismic-resistant Design, to determine if the structure meets the parameters established in the Regulation.

The research method used is qualitative, using applied research being a non-experimental research design and the research level is descriptive.

The conclusion that was obtained in this thesis is that the San Jose Private Educational Institution presents seismic vulnerability, because it does not comply with the parameters established by E.030, Seismic-resistant Design.

Keywords: Seismic vulnerability, Structural vulnerability, Non-structural vulnerability.

I. INTRODUCCIÓN

En este tiempo actual, los movimientos originados por los sismos, generan un alto nivel de pánico y miedo en la población, esto es debido gracias a que en el tiempo se ha evidenciado devastadores consecuencias, no hablamos solo del Perú, sino también, alrededor del mundo, ya que estos movimientos han promovido enormes pérdidas humanas, asimismo pérdidas económicas.

Aunque actualmente existen normativas sísmicas que se deben cumplir en el proceso de construcción, así como también existe un mejoramiento permanente con investigaciones recientes, se sigue apreciando que luego de un movimiento sísmico, se tiene como consecuencia grandes y catastróficas pérdidas en todo el mundo, dicho esto tenemos como ejemplo el caso del terremoto que sufrió el país de Chile que aconteció hace 9 años, cuyo epicentro fue en el Océano Pacífico, con distancia de alrededor 400 km de su capital, el sismo ocurrido obtuvo un total de 8.8 grados, los cuales fueron medidos en la escala de magnitud local (Richter) como magnitud, como consecuencia de dicho sismo alrededor de 500 000 viviendas fueron afectadas rigurosamente, así como también un total de 521 personas fallecidas.

En la historia, el Perú es considerado como un país que contiene un alto riesgo sísmico, esto es debido a que se encuentra localizado en una zona, el cual es denominado como Anillo de Fuego del Pacífico, esta zona es designada de esta manera por la colisión que origina la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana, como precedente histórico tenemos el terremoto de Perú acontecido hace 13 años en la ciudad de Pisco, el cual se encuentra situado en Ica, el epicentro de dicho sismo fue en la misma ciudad, así como también tuvo una magnitud de 7.9 grados, teniendo como consecuencia cerca de 52 mil viviendas derribadas, y un total de 596 personas fallecidas por el derrumbamiento de las viviendas, dicho esto es primordial ejecutar estudios a las edificaciones, para poder lograr descubrir el grado de vulnerabilidad sísmica, esto será debidamente gracias a los parámetros de análisis y control, presididos en la actualidad por la norma Sismorresistente E. 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se poseen diferentes proyectos formulados sobre la investigación que se le realiza a la vulnerabilidad sísmica, en el transcurso de los años, gracias a esto se ha logrado originar distintas metodologías, entre ellas encontramos algunas analíticas y exactas (FEMA 356 – FEMA 273 – Hazus y Análisis Pushover - Método Americano), además existen métodos donde prevalece la descripción, son prácticos y acercados (Método de Benedetti-Petrini y Método AIS).

La mejora en la educación del país se forja necesaria, por lo cual es muy crucial la construcción de instituciones educativas para brindar seguridad a los estudiantes y a sus padres que se encuentran en un lugar de riesgo mínimo ante un sismo, sin embargo, el Ministerio de Educación formula buenos proyectos educativos, no fiscaliza de manera adecuada a los colegios particulares, ello lleva a la construcción de Instituciones Educativas Privadas sin normas establecidas.

Los centros educativos Privados son parte importante por el nivel educativo que demuestran, y el gran número de alumnado con el que cuentan; sin embargo, muchos centros educativos privados no cuentan con la infraestructura adecuada para resguardar a los estudiantes de los diferentes niveles educativos.

Los colegios cuentan con el total de su alumnado, en los periodos de marzo a diciembre. Por tal motivo se debe determinar la vulnerabilidad sísmica a los centros educativos privados, y brindar una solución, debido a que muchos centros educativos, utilizan la edificación en dos turnos, es decir, turno mañana y tarde.

El distrito de Chimbote se encuentra situado en la zona sísmica 4, con respecto a la Normativa E.030, asimismo esta ciudad contiene más de 200 instituciones educativas aproximadamente, las cuales tienen el riesgo de ser vulnerables ante un movimiento sísmico en el futuro. Para pensar en el resguardo y el bienestar de los estudiantes, debemos tallar profundamente a la infraestructura que contienen dichas instituciones, los datos obtenidos y registrados por el censo nos detallan que un gran porcentaje de infraestructuras fueron construidas antes de la elaboración de la norma nacional de sismo resistencia, la cual se elaboró en 1998, otro de los datos del censo es que el 40% de dichas infraestructuras fueron edificadas por el grupo conocido de padres denominada APAFA, sin tener en cuenta las normativas de diseño

Sismorresistente ni profesionales a cargo. Gracias al informe realizado se conoce que más del 33% de las infraestructuras de las instituciones educativas poseen un riesgo elevado o alto de derribarse ante la presencia de eventos sísmicos, lo cual es determinado como un gran problema para los estudiantes, los cuales no están seguros en dichos centros educativos.

Elaborar un análisis de vulnerabilidad sísmica a una de las instituciones educativas tan típicas de la ciudad de Chimbote, es muy crucial ya que existe una enorme intranquilidad cuando se ocasione un gran movimiento sísmico de magnitud alta en la ciudad, ya que las infraestructuras son antiguas y pueden sufrir graves perjuicios. Debido a esto se busca prevenir las grandes consecuencias que puede originarse en el futuro. El colegio consta con un total de 929.20 m² de área de terreno, así como también un área techada de 2304.50 m².

Dicho todo lo anterior se plantea el siguiente **problema general** “¿En qué medida se determina la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método Demanda – Resistencia, el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote?”; asimismo se plantea los siguientes **problemas específicos**:

-¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo que influyen para determinar la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote?

-¿Cómo es el comportamiento sísmico de los módulos C y D para determinar la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote?,

-¿De qué manera la resistencia de los elementos estructurales influye para determinar la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote?

En la presente investigación la **justificación** se realiza del siguiente modo; con respecto a lo técnico, las estructuras estarán siendo comprobadas por un método probado de manera internacional, el cual ha servido de gran ayuda, socialmente así como a los especialistas que investigan la prevención de sismos.

Debido a esto es que se planteó la utilización de esta metodología para poder lograr el análisis de vulnerabilidad que presenta la I.E.P. San José de Chimbote, con respecto al acatamiento de la norma E.030 y la norma E.050, así como la norma E.070, todas estas relacionadas al Reglamento Nacional de Edificaciones, con respecto al tema social, cuando sean evaluados y analizados los pabellones de la I.E.P. San José de Chimbote, se logrará obtener las medidas correctivas para así obtener en que estado se encuentra la infraestructura de la I.E.P. San José de Chimbote, para que como consecuencia se pueda otorgar una óptima prestación escolar y poder prevenir la pérdida de vidas humanas previo un acontecimiento sísmico en el futuro de gran magnitud, en el tema práctico se logrará determinar el método más preciso e implementado para estudios que se realicen en un futuro sobre edificaciones, tanto en instituciones educativas o centro urbanos. Todo lo elaborado será de gran ayuda a los municipios, ya que con esto se podrá prevenir futuros desastres, también se podrá intervenir anticipadamente, inculcando a realizar construcciones de mejor calidad, dado que Chimbote está localizado en una alta zona sísmica, es por ello que las edificaciones tienen que poseer mayor resistencia ante los acontecimientos sísmicos, finalmente se debe optimizar el comportamiento estructural de las edificaciones.

Se plantea el siguiente **objetivo general**: Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica, aplicando el método Demanda - Resistencia, en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote - 2021.

Del mismo modo, se posee como **objetivo específico**:

- Determinar las propiedades mecánicas del suelo en la I.E.P. San José, Chimbote - 2021.
- Determinar la resistencia de los elementos estructurales del módulo C y D de la I.E.P. San José, Chimbote - 2021.
- Determinar el comportamiento sísmico de los módulos C y D en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote - 2021.

Se planteó la **hipótesis** en la presente investigación: Se determinará la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Demanda - Resistencia en la I.E.P. San José, Chimbote.

De igual forma las hipótesis específicas son:

-Si se determina las propiedades del suelo se verificará la aplicación del método Demanda – Resistencia y el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote.

-Si se determina la resistencia de los elementos estructurales se verificará el resultado de la aplicación del método Demanda – Resistencia y el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote.

-Si se determina el comportamiento sísmico se verificará la aplicación del método Demanda – Resistencia y el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote.

II. MARCO TEÓRICO

Babilón C. (2018). Realizó la investigación cuyo título fue “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Instituciones Educativas del distrito de Túcume aplicando los métodos Italiano y Colombiano”, realizado en Túcume – Perú, Universidad César Vallejo, presentó como objetivo general determinar la vulnerabilidad sísmica de las Instituciones Educativas del Distrito de Túcume empleando el método Colombiano y el método Italiano. Se aplicaron dos métodos cualitativos, los cuales nos permitieron determinar cuál de ellos fue el más viable para evaluar la vulnerabilidad sísmica y poder ser empleados en otras instituciones educativas del Distrito de Túcume. De la Hipótesis planteada, la cual menciona que, cuando se logran aplicar los métodos Colombiano e Italiano, se logra establecer la vulnerabilidad sísmica de las Instituciones Educativas del Distrito de Túcume; al desarrollar ambas metodologías, asimismo gracias a los resultados conseguidos se determinó que el Método Italiano de Benedetti – Petrini, es la metodología más factible para ser usada en estas Instituciones Educativas.

Pinto G. (2020). Realizó la investigación titulada “Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020”, realizado en Arequipa - Perú, Universidad César Vallejo, presentó como objetivo general determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa N° 40092 - José Domingo Zuzunaga, Uchumayo. Los métodos utilizados fueron el método visual ATC21-FEMA 154 y el método Benedetti & Petrini, estos resultados fueron validados realizando un modelamiento en el software ETABS, obteniendo un análisis estructural cuantitativo según la norma E.030. Utilizándose como instrumentos de estudio la ficha de observación, asimismo se utilizó la ficha de reporte para plasmar los resultados obtenidos en la investigación. Teniendo como Hipótesis que el grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales - Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020, es alta. Concluyendo con los resultados obtenidos que la estructura presenta incumplimientos según la norma, estimándose que la estructura resulta ser vulnerable ante la presencia de un sismo en el sentido X-X, confirmando así la hipótesis planteada.

Paico V. (2019). Realizó la investigación denominada “Aplicación del método índice de vulnerabilidad para determinar la evaluación estructural en la I.E. N°10828 “Ex-Cosome”, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque.”, realizado en Chiclayo – Perú, en la Universidad César Vallejo, teniendo como propósito general evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método índice de vulnerabilidad en la I.E. N°10828 “Ex-Cosome”, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque. Teniendo como hipótesis que si se aplica el método índice de vulnerabilidad entonces determina la evaluación estructural de la I.E N°10828 “Ex-Cosome”, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque. El tipo de investigación fue descriptivo no experimental, utilizándose programas que permitieron realizar los planos, realizar el análisis estructural y su memoria de cálculo; esto se realizó con la finalidad de analizar y proponer un refuerzo estructural, realizando ensayos para obtener un estudio de mecánica de suelos, también ensayos de resistencia a la compresión, obteniendo el nivel de vulnerabilidad estructural utilizando el método Índice de vulnerabilidad, utilizando un análisis dinámico y estático. Con los resultados obtenidos, la estructura fue denominada como una edificación de vulnerabilidad media baja, siendo necesario un reforzamiento estructural.

Guerrero J. (2015). Realizó la investigación titulada “Correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión en cilindros de concreto, utilizando materiales de la mina el Espino y las canteras Pabón y Pilcuan”, realizado en San Juan de Pasto - Colombia, tuvo como objetivo general efectuar una correlación entre la resistencia a la compresión (NTC 673) del concreto y el número de rebote (NTC 3692) empleando materiales de la minera “El Espino” y las canteras “Pabón”, “Pilcuan”. Se desarrollaron dos prototipos de mezcla, fabricándose especímenes de concreto, cuyo diámetro fue de 15 cm y una altura de 30 cm, utilizándose dosificaciones de resistencias de 2500, 3500 y 4000 psi, realizándose 20 cilindros por mezcla, siendo el 50% de este ensayados según la primera norma y los 50% restantes según la segunda norma mencionada. Con los resultados obtenidos de los dos métodos, se correlacionó utilizando una gráfica XY, obteniéndose una ecuación de nivel exponencial, la cual es incorporada al esclerómetro al utilizar el programa HAMMERLINK, para obtener cálculos de resistencia al concreto, simulando un ensayo de compresión.

Gulfo A. & Serna L. (2017). Realizaron el artículo titulado “Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot – Cundinamarca” realizado en Bogotá – Colombia, tuvo como objetivo general exhibir un estudio de vulnerabilidad sísmica en la edificación de 36 instituciones educativas públicas del sector urbano del municipio de Girardot – Cundinamarca. El tipo de metodología que se utilizó fue basado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10; evaluando forma cualitativa las estructuras. Para poder llevar a cabo este estudio, se ejecutó una modelación y una caracterización numérica de las estructuras, obteniendo el cálculo de la flexibilidad, los índices de sobreesfuerzo y las solicitaciones sísmicas. Se pudo concluir que la modelación del sismo de diseño varió drásticamente, ya que como se realizó una modelación cuantitativa, se obtuvo el análisis cualitativo de las estructuras. Resultados: el 66.83% de las estructuras presentan vulnerabilidad sísmica baja, y el resto una vulnerabilidad sísmica media y alta, teniendo como base los cálculos de índices de flexibilidad y sobreesfuerzos logrando así a determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica.

Chávez B. (2016). Realizó la investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida” realizado en la ciudad de Quito – Ecuador, en la Escuela Politécnica Nacional, tuvo como objetivo general realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica y riesgo de pérdida en el Centro Histórico de Quito, el cual se toma como muestra representativa, debido a que sus edificaciones muestran distintas tipologías de construcción que se pueden encontrar en toda la ciudad. Se utilizaron metodologías, de Estados Unidos y Europa como PERPETUATE y HAZUS, como también pilotos realizados en Ecuador, para poder establecer: curvas de capacidad, curvas de fragilidad, derivas máximas de piso y puntos de desempeño. Con los resultados se accedió a las curvas de fragilidad para determinar los porcentajes de daño y posteriormente determinar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones. Concluyendo que en la ciudad de Quito se tiene un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, tanto por las características y fallas propias del suelo, como también por su diseño y construcción.

Cadena S. (2016). Realizó la investigación titulada “Evaluación de Vulnerabilidad sísmica en el Edificio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad La Gran Colombia” en Colombia, teniendo como objetivo general analizar la estructura de la edificación de la facultad de ingeniería civil de la Universidad La Gran Colombia, mediante un estudio de vulnerabilidad sísmica, ya que la edificación presenta un antigüedad de 76 años, cuando todavía no se utilizaba un método analítico de cargas para diseñar de las edificaciones, ni era considerada la acción dinámica de los sismos. La metodología utilizada fue mixta, ya que se utilizó la recolección de datos cuantitativos y se utilizó el Modelador SAP2000, también cualitativos ya que se realizó la visualización de la edificación, obteniendo como resultado que la edificación en estudio no logra cumplir con las exigencias mínimas especificados dentro del NSR-10.

VULNERABILIDAD SÍSMICA

El término de vulnerabilidad sísmica es muy importante en el análisis de riesgo sísmico, ya que, por riesgo sísmico, se entiende, al grado de problemas que las estructuras sufren durante el transcurso de tiempo, que estos permanecen expuestos al movimiento sísmico.

La vulnerabilidad es la propensión de un método, componente, elemento o cualquier mecanismo, expuesto a padecer un efecto, frente a un riesgo específico. (Cardona A., 2011)

La vulnerabilidad sísmica es el grado de daños causados por algún movimiento sísmico o fenómenos asociado que afectan a un sistema natural o social. La vulnerabilidad, consta de tres factores; el primero, la estabilidad de la estructura; el segundo, el comportamiento de los moradores y como último, el nivel de riesgo de la estructura. (Leónidas, 2007)

Vulnerabilidad física

Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural tiene que ver con el nivel de disposición de los componentes o elementos estructurales de padecer algún daño producido por un movimiento sísmico, lo que es denominado daño sísmico estructural, lo cual incluye un desperfecto de los componentes o elementos de manera física, que son parte de la estructura de la edificación (vigas, columnas, muros de carga, entre otros), que forman parte de la conservación, conformación y forma de la edificación.

Vulnerabilidad no estructural

El concepto de vulnerabilidad no estructural consiste en la magnitud considerable que podría dañar a los elementos no estructurales cuando se presente un movimiento sísmico, tanto en las instalaciones como en el diseño arquitectónico. El colapso de estos componentes, podrían causar algún daño en los habitantes de la edificación, tales como, tabiques, ventanas, puertas, cielos rasos, etc), estos componentes no estructurales, pasan a ser elementos inseguros cuando no están conectadas correctamente a lo que resta de la edificación.

Vulnerabilidad funcional

Como definición de vulnerabilidad funcional tenemos que es como la posible inestabilidad de la construcción para ser habitable, a causa de un movimiento sísmico, por ello se deberá resolver estos problemas estructurales, realizando un reforzamiento en la estructura con la finalidad de prevenir un colapso en un movimiento sísmico futuro.

Sismo

El sismo hace referencia al movimiento o acción de la corteza terrestre a causa del almacenamiento de energía en esta, el cual es la actividad de dos placas tectónicas, el cual será liberado en cualquier momento, depende de la abundancia de energía liberada, se podrá determinar la magnitud de esta.

Placas tectónicas

Las placas tectónicas, llamadas también placas litósferas, son componentes estáticos o rígidos que se desplazan junto con otra placa de la litósfera. Estas placas se desplazan y cuando llegan a sus zonas límites es en donde ocurren los sismos, clasificándose en: divergentes, convergentes y transformantes. (Instituto Geofísico del Perú, 2018)

El Cinturón de Fuego del Pacífico, consiste en una gran franja, ubicado en el límite de las placas, donde se registran el mayor número de actividad volcánica y sísmica. Nuestro país está ubicado dentro de esta zona peligrosa, por lo que se encuentra en un alto riesgo sísmico, como se verifica en la Figura 1.



Figura 1. Cinturón de Fuego del Pacífico (Diario Perú 21, 2017)

Los sismos ocurren en los límites de las placas tectónicas, los cuales están divididos en tres tipos: límite divergente, límite convergente y límite transformante.

Límite divergente: Es denominado al roce que ocurre entre dos placas tectónicas, que al separarse, hacen que el magma se eleve a la superficie, formando así, una corteza terrestre nueva.

Límite convergente: Es denominado al roce que ocurre entre dos placas tectónicas, en la cual una de ellas se sumerge en la parte baja de la otra, creando de esta manera las fosas oceánicas.

Límite transformante: llamado también límite falla, ya que es el deslizamiento que ocurre entre dos placas tectónicas, donde una de ellas se traslada de manera horizontal junto a la otra.

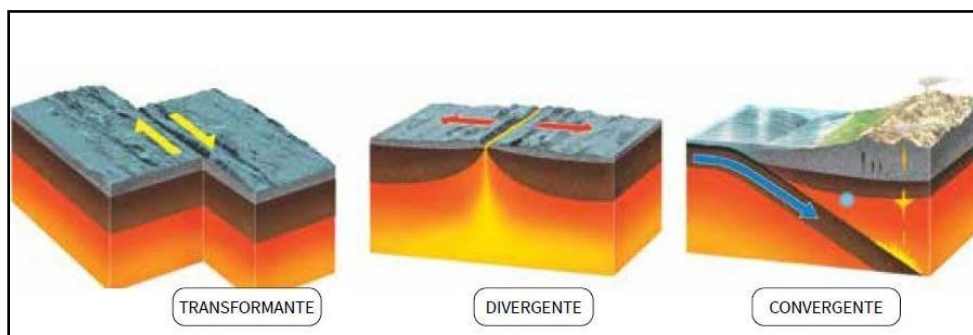


Figura 2. Límites o bordes de placas. (IGEO, 2020)

Partes de un sismo

Hipocentro:

Llamado también “foco sísmico”, está ubicada debajo de la superficie terrestre, por ello es la causa principal de un sismo.

Epicentro:

Se encuentra ubicada sobre la superficie de la tierra y está referida a la proyección que se da del hipocentro hacia la corteza de la tierra.

Ondas sísmicas:

Se refiere a la propagación de la energía que se emite cuando ocurre un sismo, se origina desde el foco sísmico hacia el exterior de este, estas ondas son las que se encargan de emitir a partir del epicentro hacia las viviendas que están

situadas en la superficie de la tierra. Existen dos ondas de propagación, las ondas superficiales, que son las que trabajan inmediatamente luego de haber ocurrido el movimiento sísmico y las ondas corporales, que son las que afectan directamente a las viviendas.

Falla:

Es la zona en la que ocurre el roce entre dos placas tectónicas, es aquí donde se produce el sismo por la cantidad de energía almacenada, al ocurrir el contacto de las dos placas tectónicas.

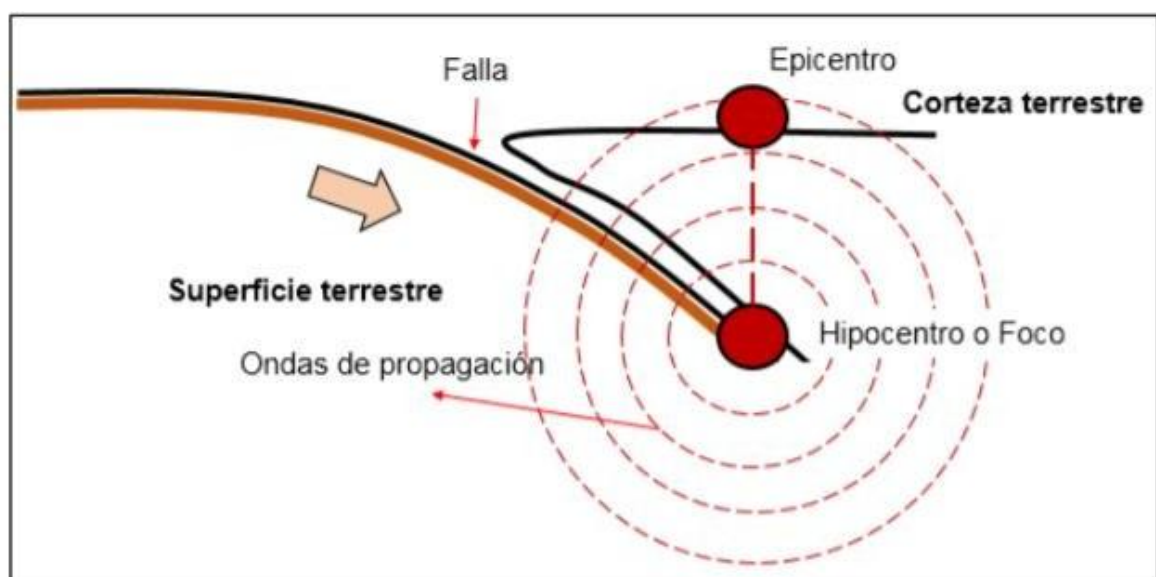


Figura 3. Partes de un sismo. (Andres A. 2020)

Sismicidad en el Perú

La nación del Perú, es un lugar vulnerable a un sismo, en vista de que se encuentra localizada en la zona designada el Cinturón de Fuego del Pacífico. En esta área la Placa de Nazca realiza el procedimiento de subducción sometido por la Placa Sudamericana, por lo que el contacto de estas, causa la liberación de la energía almacenada, y es por ello que ocurren los movimientos sísmicos de baja y alta intensidad. Según el RNE (2018) y a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, como es mostrada en la figura 4, nuestro país la sismicidad está dividido en cuatro zonas.



Figura 4. Mapa de zonificación sísmica en el Perú. (RNE – Norma E.030, 2018)

Métodos para determinar la Vulnerabilidad sísmica

Método de Hirosawa

Este método establece la vulnerabilidad sísmica de instituciones educativas, municipales, hospitales, etc. Es utilizado por las autoridades de Japón, además por países como Chile, Argentina y Brasil.

Se dispone que si $I_s \geq I_{s0}$, entonces la estructura posee una conducta sísmica adecuada ante un sismo (seguro). Pero si $I_s < I_{s0}$, se estima que la estructura tendrá una conducta inadecuada ante un sismo (inseguro).

El método de Hirosawa, contiene tres grados de investigación, siendo clasificados en niveles, respaldados por una evaluación de cuánto resistirá y de cómo se comportará el sistema estructural a estudiar. (Patriona, 2014)

Método de Densidad de muros y resistencia de muros al volteo

El análisis y la resistencia que poseen los muros frente a los muros al volteo de albañilería, se utilizan en muros con carencia de capacidad portante por ejemplo los cercos, tabiquería y parapetos. Este análisis se logra igualando el momento actuante y el resistente, produciendo un movimiento sísmico. (Rojas, 2017)

La totalidad de las viviendas de albañilería confinada deben considerar en todos sus muros y en una sola dirección una apropiada resistencia al corte, siendo esta superior a la fuerza cortante. Asimismo, determina una relación entre el área que es indispensable de los muros confinados (m^2) y el área de los muros existentes (m^2), para poder verificar si las casas poseen o no una apropiada densidad de muros. Luego de haber hallado el área existente y el área necesaria, se analizará la relación entre estas. (Laucata, 2013)

Para poder precisar la vulnerabilidad sísmica se requiere evaluar la vulnerabilidad de la estructura compuesta por la mano de obra y la densidad de muros empleada en la construcción de la estructura, como también la vulnerabilidad no estructural evaluando la solidez de los parapetos que presentan.

Método ACT-21

Este método se basa en proporcionar una calificación primordial de la estructura que está en estudio, teniendo como finalidad proporcionar una calificación de acuerdo con el tipo de estructura sismorresistente, mediante los parámetros implantados, luego de ello, se le restará o sumará puntos. Los criterios dominados a calificación deberán ser vinculados con la alteración de niveles de pisos, la flexibilidad de los pisos y las irregularidades del edificio. Para que se pueda clasificar la edificación se calcula a partir del puntaje mínimo (cero)

hasta el puntaje máximo (seis). Si la calificación de la estructura se encuentra de 3 a 6, se indica que la estructura es segura frente la presencia de un sismo, si la calificación de la estructura es de 0 a 2, quiere decir, que el edificio es inseguro frente a un sismo. (Mattos, 2014)

Método de Benedetti y Petrini

Este método fue desarrollado en el año 1982, lo cual produjo una notable información con respecto a daños estructurales, para distintas intensidades de sismos, mostrando así resultados apropiados en la aplicación de este método. (Abanto & Cárdenas, 2015)

Este método directamente se enlaza con la vulnerabilidad o nivel en el que la estructura es afectada. Este método ha sido utilizado también para la evaluación de estructuras de albañilería confinada y para estructuras de concreto armado. Ocasionado por el gran número existente de edificios de albañilería confinada en América Latina, su uso ha sido principalmente dedicada a este tipo de edificaciones.

Este método se encarga de calificar el estado de diferentes elementos estructurales y no estructurales de una edificación, ya que la edificación puede ser afectada frente a un sismo. Este método posee parámetros que admiten medir los daños producidos por sismos. Son 11 parámetros en total, los requeridos en la calificación estructural; además, los valores de K_i (coeficiente de calibración) pueden ser de 0 y 45 de acuerdo con el criterio establecido. La calidad será calificada desde A, que es lo más propicio, hasta D, que es lo más perjudicial; así mismo, cada criterio se verá dañado por los valores de peso W_i , variando entre 0.25 y 1.5. (Yépez, 1996)

11

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Ecuación de Índice de Vulnerabilidad

Método software ETABS

El programa Etabs 2019 v19.1.0 es un software que se utiliza para el diseño y análisis de estructuras. Este programa brinda un conjunto de herramientas para diseñar edificios, tanto en estructuras de un solo piso, así como, en los más altos edificios. Creando un modelo digital, el software ETABS contiene todas las etapas de un modelo estructural. Los diseños se pueden crear con mayor facilidad, las opciones de dibujo nos brindan una rápida creación de suelo y la elevación, también se puede transferir directamente dibujos CAD en el programa ETABS. Con el objetivo de verificar los desplazamientos laterales relativos admisibles (límite de distorsión del entrepiso) y los desplazamientos laterales máximos, según plantea la Norma E0.30. En esta investigación se utilizará el software Etabs para adquirir los datos correspondientes y efectuar la comparación.



Figura 5. Programa ETABS v19.1.0 (ETABS v19)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación posee un tipo aplicada, dado a que se empleó conocimientos teóricos de la variable Vulnerabilidad Sísmica.

La investigación aplicada es el uso de los resultados o conocimientos ya establecidos, a la vez que se adquieren otros, luego de organizar y establecer la práctica centrada en la investigación. (Murillo,2008)

Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, debido a que no hubo alteración de variables, los resultados obtenidos de los ensayos que se ejecutaron en la I.E.P. San José, serán necesarios para realizar un análisis de dicha institución, el tipo de diseño de la investigación será transversal descriptivo, ya que determina el nivel de vulnerabilidad de dicha institución.

3.2. Variables y operacionalización

La presente investigación posee solo una variable, la cual es determinada como Vulnerabilidad Sísmica.

La variable es “una cualidad o característica; cantidad o magnitud, que alcanza sufrir alteraciones, y que es materia de análisis, control, medición y manipulación en una investigación”. (Arias, 2006)

3.3. Población y muestra

Población

Se encuentra compuesta por toda la infraestructura de la I.E.P. San José, Chimbote, conformada por tres pabellones, que cuenta aproximadamente con 800 estudiantes, corriendo riesgo de que las estructuras pudiesen ceder frente a un movimiento sísmico.

Muestra

Para la muestra de estudio de la I.E.P. San José, se ha considerado el pabellón B, ya que es el pabellón más extenso de la institución, dado que indica un mayor índice de vulnerabilidad y corre riesgo de deteriorarse más frente a un movimiento sísmico.

Muestreo

La presente investigación se realizará con el muestreo no probabilístico de conveniencia, debido a que el espécimen seleccionado es el pabellón que representa un mayor daño estructural.

En el muestreo no probabilístico, las muestras son recogidas gracias a un procedimiento sin obligación para escoger a todos los modelos, así se encuentren en igual de condiciones. (Cuesta, 2010)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de Investigación.

En el presente proyecto se utilizó la observación directa como técnica de investigación, donde prevaleció la utilización metodológica de percepciones propias para averiguar y concretar la información, asimismo ensayos de campo requeridos, como también algunas fotografías, dicho esto se da entendido que fue obligatoria la visita e inspección de cada elemento estructural de la institución educativa.

Según Méndez (1995), la observación directa es realizada mediante la participación de formularios, sosteniendo como modelos bases los documentales, así como los distintos métodos de conocimientos.

Instrumento de Investigación.

En el presente estudio, para la recopilación de datos de la I.E.P. San José, se utilizaron la ficha de resumen y una guía de observación; la ficha de resumen 1, que sirvió para extraer los datos de estudio de suelos, que sirvió para realizar los métodos de evaluación, en la ficha de resumen 2, sirvió para extraer los datos plasmados en los planos brindados por la institución,

como las dimensiones de las vigas, columnas, muros, etc., la guía de observación, sirvió para recolectar los datos para la realización del método, obteniendo los datos necesarios.

Fichas de Medición: Fichas de levantamiento de Información de cada ensayo a realizarse, como; el ensayo de esclerometría.

Herramientas manuales: Se manipularan la barreta, pala, cinta métrica, pico y las bolsas de polietileno, todas estas herramientas se usará en la realización de los ensayos de mecánica de suelos.

Laptop: En la cual se logrará utilizar el software de AutoCAD, ETABS, MS Excel.

Validez:

Para la utilización de los instrumentos detallados para esta investigación, se tendrá que tener en consideración el criterio y la opinión de los profesionales expertos en el tema, para el presente caso serán los ingenieros civiles de especialización.

Confiabilidad:

La confiabilidad está descrita a la firmeza o consistencia de una medida, que ayuda a establecer problemas prácticos, así como teóricos, de tal modo que averigua el error de la medida con relación a un instrumento a usarse. (Kerlinger y Lee, 2002)

En la presente investigación es necesaria la licencia del software ETABS, permitiendo así el confiable proceso de los resultados, utilizados de forma nacional tanto como internacional. Además, para el estudio de suelo, se verificará con la evaluación de un ensayo de mecánica de suelo.

3.5. Procedimientos

La investigación se efectuará de la siguiente manera:

Toma de datos

Levantamiento de plano estructural:

Se ejecutará las medidas con la utilización de la cinta métrica del módulo C y D de la institución, para la elaboración de los planos estructurales en el software AutoCAD.

Recolección de datos:

Se obtendrán los datos, mediante el uso de las fichas de recolección de datos de la metodología.

Cálculo de datos:

Se pasará al cálculo en base a los datos recogidos, obteniendo los resultados del índice de vulnerabilidad de la metodología estudiada, según los criterios dados.

Comparación de Datos:

Consiguientemente, se compararán los resultados adquiridos de la metodología estudiada en base a la Norma E.030 y E0.70.

Realización de ensayos**Ensayo de Mecánica de Suelos:**

Se ejecutarán calicatas para el reconocimiento geotécnico del área de estudio, con profundidad cerca de 1.5 metros, los ensayos a realizar serán: Granulometría, Límites de Atterberg, este ensayo se realiza con el propósito de poder conseguir las características del suelo de dicha área de estudio.

Ensayo de Esclerometría:

Se lleva a cabo en puntos específicos del pabellón más crítico, para poder correlacionar la resistencia a la compresión y el $f'c$, y obtener los datos más exactos y precisos.

Con estos ensayos se conseguirá identificar la resistencia de los elementos estructurales y así visualizarlos con más claridad en la ficha realizada en base a cada método estudiado, también servirá para la obtención de datos para el modelado en el Software Etabs.

Verificación por medio del software Etabs

Luego de obtener el plano del pabellón, se llevará a cabo el modelado de la estructura en el software Etabs, donde se calculará y obtendrá los resultados del análisis dinámico, donde precisa los modos de vibración, la aceleración espectral, tanto en el eje X-X como en el eje Y-Y respecto al tiempo. También se obtendrá los desplazamientos y distorsiones de la estructura a modelar tanto en el eje X-X como en el eje Y-Y, a su vez se calculará las distorsiones de entrepiso y los periodos de vibración.

Interpretación de resultados

Finalmente se procederá a comparar los índices obtenidos de vulnerabilidad, los cuales fueron logrados gracias a la ficha de obtención de datos basándose en el método especificado, con los resultados obtenidos del modelamiento dinámico que fue ejecutado en el software denominado Etabs. Luego de realizar dicha comparación, se podrá constatar, ratificar y especificar de manera cuantitativa con datos existentes el nivel de vulnerabilidad sísmica que puede tener el pabellón en estudio y el peligro al que puede afrontar frente a un movimiento sísmico real de igual o mayor magnitud.

3.6. Método de análisis de datos

El proyecto de estudio tiene como base el método cuantitativo, utilizándose el software Excel, para plasmar la recopilación de datos obtenidos de la guía de observación y se procesará los datos mediante tablas de frecuencia.

3.7. Aspectos éticos

La ética es un aspecto significativo que estará presente en cada etapa de la investigación, por ello se garantiza la confiabilidad y veracidad de los datos adquiridos en el campo de estudio. El presente proyecto de estudio es original, veraz y real ya que se ha referenciado de fuentes confiables como tesis, artículos de investigación y normas vigentes. De igual manera, la información adquirida no se alteró, con el propósito de ofrecer datos verídicos que no desfavorezcan a la institución. Con el objetivo de manifestar la autenticidad del proyecto de investigación, este será verificado por el TURNITIN..

IV. RESULTADOS

UBICACIÓN: Institución Educativa Particular San José

LOCALIZACIÓN: Distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash.

El presente proyecto estima la estructura existente de la Institución Educativa Particular San José, el cual radica en la evaluación de la estructura de los módulos educativos. Este estudio presenta como uno de sus objetivos específicos proporcionar un estudio de mecánica de suelos, mediante trabajos de campo realizando ensayos de laboratorio, para ello se realizó calicatas, con el propósito de adquirir las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Las dos calicatas realizadas y sus ensayos respectivos, nos permitieron asegurar que el suelo subterráneo del área en estudio está compuesto por partículas finas (Arcilla media plasticidad CL).

En la siguiente tabla se muestran las propiedades físicas del suelo de cada calicata realizada.

Tabla 1: *Propiedades físicas de las muestras de la calicata N°01 y N°02.*

CALICATA	C1-E1	C1-E2	C2-E2	C2-E2
Profundidad	1.20 m	1.20 m	1.20 m	1.20 m
Grava (Malla N°4)	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Arena (Malla N°4 - N°200)	5.14%	5.00%	7.70%	7.62%
Finos (<Malla N°200)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Límite líquido (LL)	31.93%	31.84%	30.24%	30.10%
Límite plástico (LP)	20.91%	20.82%	20.27%	20.15%
Índice de plasticidad (IP)	11.09%	11.02%	9.98%	9.95%
Contenido de humedad (%W)	38.88%	38.83%	36.91%	36.88%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: En el análisis granulométrico realizado con tamices, el 100% de la muestra adquirida corresponde a material fino, por ello, en el régimen unificado de clasificación de suelos nos muestra un gráfico denominado carta de plasticidad, ya que, según los porcentajes de límite de plasticidad vs límite líquido, esta intersección dio como resultado Arcilla media plasticidad CL.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El ensayo de esclerometría nos permitió determinar la condición de dureza de los elementos estructurales al someterse al ensayo mencionado. La Institución Educativa Particular San José posee 5 módulos, de los cuales, se realizó dicho ensayo en los elementos estructurales de 2 de ellos (módulo C y D).

En el módulo C se realizó el ensayo en 1 columna y 1 viga en los dos primeros pisos. En este módulo se realizó un total de 4 puntos.

En el módulo D se realizó el ensayo en 1 columna y 1 viga en el primer, segundo y tercer piso. En este módulo se hizo un total de 6 puntos.

Tabla 2: Resumen de Ensayo de Esclerometría en la I.E.P. San José

Módulo	Módulo C				Módulo D					
Piso	1		2		1		2		3	
Elemento estructural	Col 1	Viga 1	Col 1	Viga 1	Col 1	Viga 1	Col 1	Viga 1	Col 1	Viga 1
Índice de Rebote	21.30	19.60	20.10	22.80	23.10	20.60	20.70	24.20	22.80	21.90
Resistencia (Kg/cm²)	110.13	102.99	101.97	124.40	104.72	105.03	106.05	160.09	133.58	120.32

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Según el ensayo de esclerometría en la I.E.P. San José el índice de rebote en los elementos estructurales varía entre 19.60 y 24.2, dando como resultado una resistencia mínima de 101.97 Kg/cm² y una resistencia máxima de 160.09 Kg/cm². Con los resultados obtenidos se pudo concluir que la resistencia a la compresión de diseño de todos los elementos estructurales es de 140.00 Kg/cm². Este ensayo nos sirvió para poder establecer una resistencia a la compresión estimada real, estos datos nos sirven para obtener un análisis estructural más exacto. Los resultados verídicos se encuentran en el anexo N°03.

EVALUACIÓN POR MÉTODO DEMANDA – RESISTENCIA

Este método está basado en evaluar la resistencia y demanda sísmica estructural, comparando ambos resultados. Para aplicar este método se consideró la resistencia mecánica de los materiales demandados para la estructura y la resistencia real de los materiales de la estructura, debido a lo cual, se comparó el f'_c y refuerzo resistente con el f'_c y refuerzo demandante.

Con respecto al f'_c resistente se elaboró ensayos de esclerometría y para el refuerzo demandante se utilizó el programa ETABS.

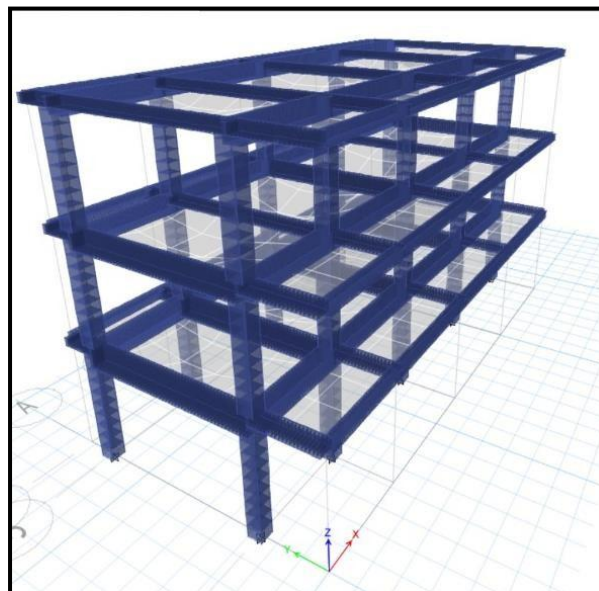


Figura 6. Modelamiento de la estructura del módulo C en el programa ETABS

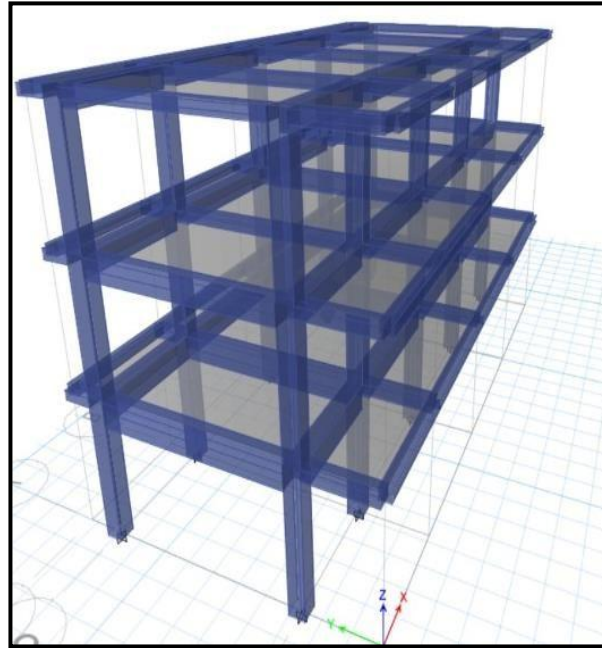


Figura 7. Modelamiento de la estructura del módulo D en el programa ETABS

Tabla 3: Comparación de la Demanda – Resistencia del acero en columnas

COLUMNAS					
MÓDULOS	PISOS	COLUMNA	ACERO	ACERO	EVALUACIÓN
			EXISTENTE	DEMANDANTE	
			(cm²)	(cm²)	
C	1	C1	10.32	14.50	NO CUMPLE
	2	C1	10.32	15.65	NO CUMPLE
D	1	C1	10.32	14.32	NO CUMPLE
	2	C1	10.32	13.94	NO CUMPLE
	3	C1	10.32	14.46	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

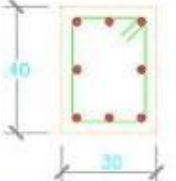
CUADRO DE COLUMNAS		ESCALA 1:25
	SECCION	ACERO
C-1		PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL:
		$8 \varnothing 1/2"$ [] $\varnothing 3/8", 2\varnothing 5 + 8\varnothing 10$ RESTO $\varnothing 0.20$
C-2		PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL:
		$8 \varnothing 1/2"$ [] $\varnothing 3/8", 2\varnothing 5 + 8\varnothing 10$ RESTO $\varnothing 0.20$

Figura 8. Distribución de acero en columnas

Tabla 4: Comparación de la Demanda – Resistencia del acero en vigas

VIGAS					
MÓDULOS	PISOS	VIGAS	ACERO	ACERO	EVALUACIÓN
			EXISTENTE	DEMANDANTE	
			(cm ²)	(cm ²)	
C	1	V1	7.74	9.59	NO CUMPLE
	2	V1	7.74	7.43	CUMPLE
D	1	V1	7.74	7.71	CUMPLE
	2	V1	7.74	10.62	NO CUMPLE
	3	V1	7.74	8.18	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

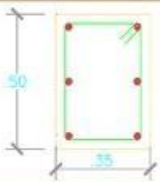

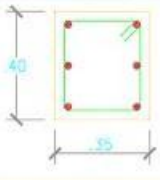

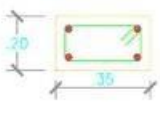

CUADRO DE VIGAS		ESCALA 1:25
	SECCION	ACERO
V-1		PRIMER NIVEL:
		 [] Ø3/8", 1Ø5 + 8Ø10 RESTO @ 0.20
V-2		SEGUNDO Y TERCER NIVEL:
		 [] Ø3/8", 1Ø5 + 8Ø10 RESTO @ 0.20
VCH		ALERÓ TODOS LOS NIVELES:
		 [] Ø3/8", 1Ø5 + 8Ø10 RESTO @ 0.20

Figura 9. Distribución de acero en vigas

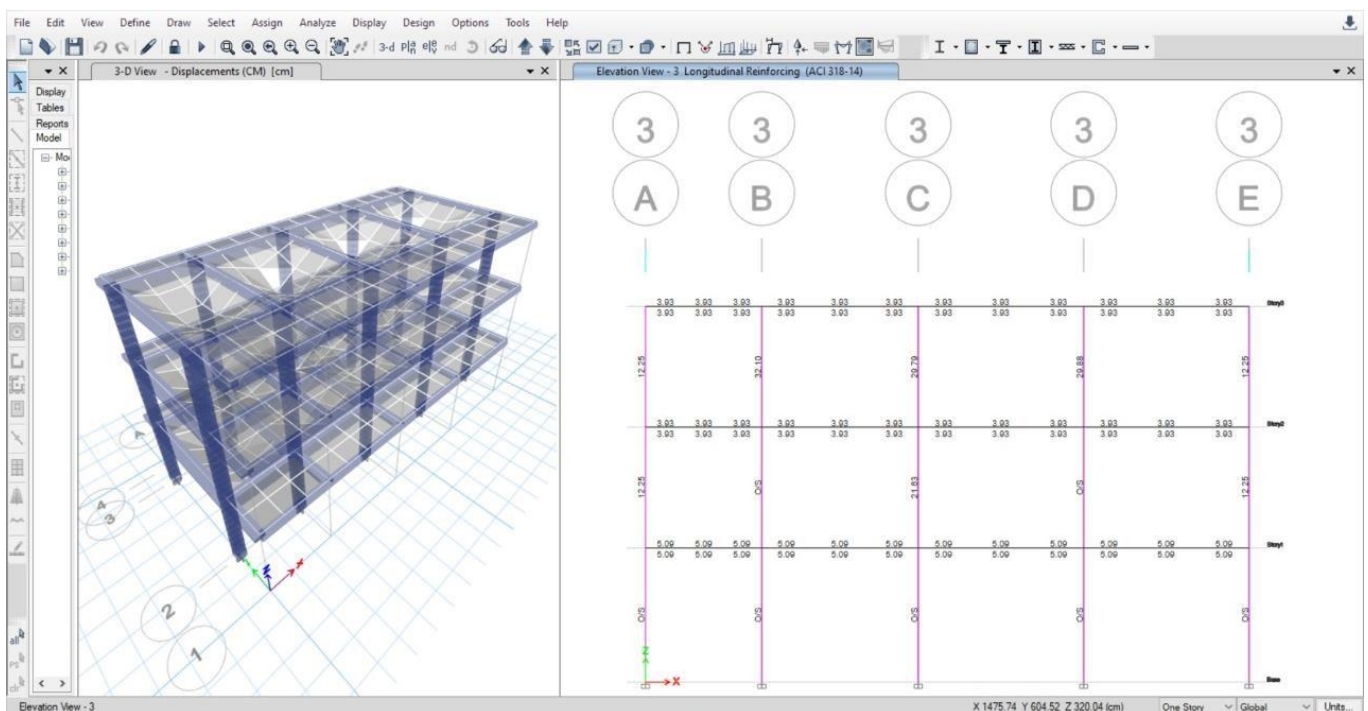


Figura 10. Acero en la columna E-1 y la viga E-2 según el programa ETABS

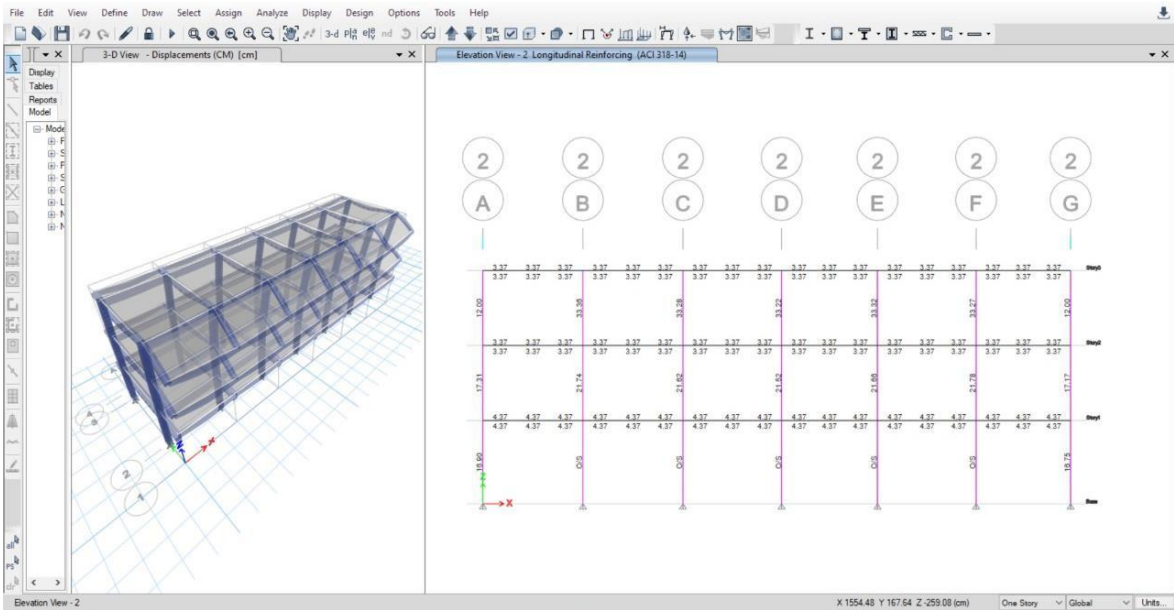


Figura 13. Acero en la columna E-7 y la viga E-8 según el programa ETABS

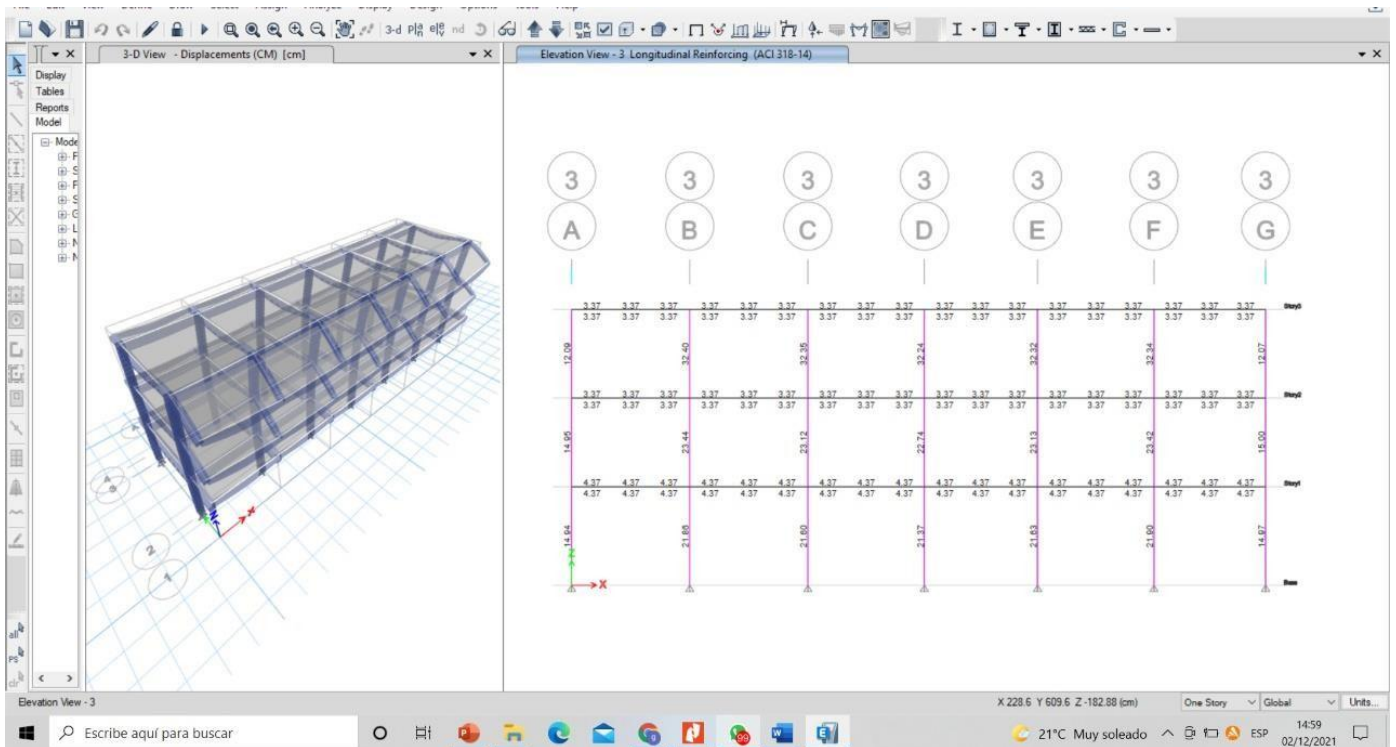


Figura 14. Acero en la columna E-9 y la viga E-10 según el programa ETABS

Tabla 5: *Evaluación del método Demanda – Resistencia*

RESISTENCIA - DEMANDA	
Acero	NO CUMPLE
Concreto	NO CUMPLE

ESTRUCTURA VULNERABLE

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

El método utilizado en la presente investigación para obtener la vulnerabilidad sísmica es el método Demanda – Resistencia, debido a que es un método que especifica de manera más minuciosa y exacta la vulnerabilidad sísmica de una edificación, utilizando ensayos y modelamientos de la estructura, que nos brindan resultados más exactos.

El método Demanda - Resistencia, será utilizado en los módulos C y D de la I.E.P “San José”, debido a que estos dos módulos están situados en la parte delantera de la institución, la cual presenta en sí tres módulos consecutivos, haciendo que estos módulos sean vulnerables ante un sismo, al poseer una estructura inadecuada; al realizar el método Demanda – Resistencia de los módulos elegidos de dicha Institución Educativa, se comprobó que si poseen una estructura inestable, debido a la distribución y tamaño de los elementos estructurales.

Con respecto al Estudio de mecánica de suelos, podemos aseverar que el suelo subyacente del área en estudio está conformado por arcillas de media plasticidad, que según la norma E.030 “Diseño sismo resistente”, art. 2.3.1. “Perfiles de suelo”, dispone que, si el material del terreno se encuentra constituido por arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, corresponde al perfil tipo S2, Suelos intermedios. Según el autor Babilon Santa Cruz Carlos Alberto en su proyecto de investigación “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Instituciones Educativas del distrito de Túcume aplicando los métodos Italiano y Colombiano”, en su EMS presenta como resultado un material constituido por arcillas de baja plasticidad, con un contenido de humedad (w%) < 50%, variando la resistencia al corte entre 0.43 a 0.96 Kg/cm² y la capacidad portante entre 0.74 a 0.75 Kg/cm², por ello es considerado un perfil tipo S2, suelo intermedio. Por lo tanto, el perfil del suelo S2 elegido, es útil para formular el presente estudio de investigación ya que se comprobó con la norma E.030 “Diseño Sismo resistente”.

Con respecto al ensayo de esclerometría, identificamos el estado de dureza de distintos elementos estructurales, el cual nos brindó un índice de rebote, que será convertido a las unidades solicitadas. En el ensayo de la presente investigación se obtuvo un índice de rebote que varía entre 19.60 a 24.2, que convertido a Kg/cm² obtenemos una resistencia mínima de 101.97 Kg/cm² y una resistencia máxima de 160.09 Kg/cm², estimándose una resistencia a la compresión de diseño de 140.00 Kg/cm². Según el autor Guerrero Benavides José Luis en su investigación “Correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión en cilindros de concreto, utilizando materiales de la mina el Espino y las canteras Pabón y Pilcuan”, proyecto que fue presentado para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad de Nariño, Colombia; tuvo como resultado que el ensayo de esclerometría nos brinda un 81% de confiabilidad y con respecto al costo, implica un 20% del monto que costaría realizar la extracción de un núcleo, por lo cual se concluyó que el ensayo de esclerometría se puede realizar en cualquier parte o superficie de un elemento estructural, sin tomar en cuenta en que parte de la estructura hay refuerzo de acero, que a diferencia de la extracción de núcleo, hay partes del concreto donde no se puede extraer núcleos puesto que el acero de refuerzo obstruye la perforación. Por lo tanto, la resistencia a la compresión considerada para realizar el presente proyecto de investigación fue comprobada al comparar la norma E060 “Concreto Armado” con el proyecto de investigación en discusión.

Los materiales manipulados en la construcción de los módulos de la I.E.P “San José”, son considerados como “Buena”, ya que al realizar la visita a campo se pudo observar que el acero corrugado en vigas y columnas tuvo un estado de conservación considerada como “Buena”, además, el estado de conservación del concreto en todas las columnas evaluadas, también fueron consideradas como “Buena”, ya que no se observó alguna falla o rajadura en el revestimiento y en la pintura.

Por otro lado, se estableció que los módulos C y D de la I.E.P “San José”, son vulnerables frente a un evento sísmico considerable, por poseer fallas estructurales, como lo son, presentar columnas cortas y falta de densidad de

muros, ya que estos módulos fueron construidos sin una exacta y acertada utilización de las Normas de Diseño y Construcción del Reglamento Nacional de Edificaciones Peruano.

Para establecer la Vulnerabilidad Sísmica de la institución, se modeló en el programa ETABS, según la norma E.030 Diseño Sismo resistente, se obtuvo la zona sísmica ($Z=4$), el uso ($U=1.5$) y el tipo de suelo ($S2$ – Suelo intermedio), estos datos fueron necesarios para simular la estructura en el programa y poder obtener los datos necesarios, para que puedan ser comparados con los datos obtenidos de los ensayos realizados en la edificación.

Según los datos obtenidos del programa ETABS, sobre la edificación de la Institución Educativa Particular “San José”, se pudo deducir que es una ESTRUCTURA VULNERABLE, con respecto al concreto y acero real de la estructura, debido a que los datos obtenidos por los ensayos en los distintos elementos estructurales, datos que fueron extraídos tanto de columnas como de vigas, datos que no fueron similares a los datos obtenidos al modelar la estructura en el programa ETABS, gracias a estos datos se pudo tener noción del comportamiento sísmico que la edificación tendrá frente a un sismo, debido a los bajos valores de resistencia que presentan sus elementos estructurales. Según el autor Pinto Coaquira Grober Alexander concluyó que al comparar los datos obtenidos para poder evaluar la estructura según la norma E.030 y el modelamiento en el programa ETABS con la misma finalidad, se observó que los resultados obtenidos son consistentes y similares, por lo cual, el objetivo es el deseado.

El método Demanda – Resistencia, es importante para la evaluación de distintas instituciones educativas, dado que este método nos permite evaluar la estructura de manera más confiable, con la finalidad de obtener datos más exactos y poder prevenir daños frente a un evento sísmico. Este es el método más fiable, ya que analiza la estructura de forma más definida y consigue utilizarse en distintos tipos de edificación (categoría A, B o C), según la norma E.030 Diseño Sismo resistente.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

El estudio de mecánica de suelos, influyó notablemente en la identificación de la vulnerabilidad sísmica de dicha institución educativa del distrito de Chimbote, ya que este ensayo de penetración estándar nos permite encontrar más estratos al realizar la excavación, lo cual nos permite un ensayo de mecánica de suelos más exacto y clasificado.

Conclusión 2:

El ensayo de esclerometría nos brindó los resultados necesarios para poder analizar de manera más exacta la edificación, ya que es un ensayo que tiene un alto grado de confiabilidad y un bajo costo a diferencia de otros ensayos, brindando resultados que ayudaron a evaluar la edificación según la norma E.030.

Conclusión 3:

Al modelar la estructura en el software ETABS se pudo identificar el grado de vulnerabilidad de la estructura en estudio, ya que, utilizando los datos brindados por los ensayos realizados en la estructura, podemos observar la conducta sísmica de la estructura ante un sismo y tener noción de lo que podría pasar con la estructura y con las personas que habitan en ella.

Conclusión 4:

El método Demanda – Resistencia es el método más eficiente para poder identificar la vulnerabilidad sísmica en la estructura de una institución educativa, ya que determina de manera más precisa y detallada la vulnerabilidad sísmica de una infraestructura, utilizando ensayos y modelamientos que nos brindan resultados más confiables y exactos.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Para realizar un análisis de clasificación de suelos eficaz, es apropiado emplear el ensayo de mecánica de suelos, el cual nos permitirá obtener resultados más clasificados, ya que al realizar la penetración estándar se podrá encontrar y extraer distintos estratos lo cual nos brindará resultados más exactos.

Recomendación 2:

Se propone ejecutar una evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones, utilizando estudios o ensayos que complementen los resultados y puedan ser validados, obteniendo datos más precisos; utilizando ahora ensayos de diamantina y scanner para determinar de manera más exacta los daños en las estructuras.

Recomendación 3:

Se debe difundir los resultados obtenidos del proyecto de investigación con la corporación educativa de la Institución Educativa Particular “San José”, para poder realizar actividades correctivas y preventivas necesarias frente a sismos futuros.

Recomendación 4:

Se recomienda evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Particular “San José” utilizando otro método de estudio y teniendo en cuenta la norma E.030 de Diseño Sismo resistente.

REFERENCIAS

Soto Raico, E. (2018). “Comparación de los métodos: Fema 154, Hirosawa y Demanda - Resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en Infraestructura Educativa – Baños del Inca”.

Paico Saavedra, V. (2019). “Aplicación del método índice de vulnerabilidad para determinar la evaluación estructural en la I.E. N°10828 “Ex-Cosome”, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque”.

Pinto Coaquira, G. (2020). “Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020”

Babilón Santa Cruz, C. (2018). “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de Tucume aplicando los métodos Italiano y Colombiano”.

Abanto, S. & Cárdenas, D. (2016). Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, provincia de Trujillo, región La Libertad. Trujillo - Perú.

Salvatierra Pablo, V. (2018). “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Particular San Agustín, San Juan de Lurigancho – 2018”

Hernández Ávila, M. (2016). “Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. Boca del Río, Veracruz”.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). Norma Técnica E.030. “Diseño sismo resistente”.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.060 "Concreto Armado".

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.020 "Cargas".

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.070 "Albañilería".

Gonzáles, F. (2017). “Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca”.

Zora, F. (2013). “Identificación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de escuelas en Medellín. Medellín – Colombia”.

Ramírez Machado, B. & Salazar Valdez, P. (2015). “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Públicos y Privados del Distrito de la Victoria.”

Kuroiwa Horiuchi, J. (2016). “Manual Para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú.”, Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2016.

Calle Nizama, C. (2017). “Vulnerabilidad estructural de la I.E. N°10024 Nuestra Señora de Fátima”. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

Quizphilema, A. (2017). “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de las aulas de las aulas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central del Ecuador, utilizando la Norma ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE-2015)”. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Tinoco, N. (2013). “Evaluación de los problemas de ubicación y configuración estructural en viviendas autoconstruidas en el distrito de Ate”. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Laucata, J. (2013). “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Valverde, O. (2017). “Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo- Lambayeque en el 2017”. Lima: Universidad Privada César Vallejo.

Carrasco Villarreal, A. & Zapata Diaz, R. (2012). “Vulnerabilidad Sísmica en el Distrito de Chiclayo-Este, aplicando Índices de Vulnerabilidad (Benedetti-Petrini).”

Chicoma Rojas, G. (2015). “Estudio de la Vulnerabilidad Estructural para verificar el estado físico de las viviendas en la Urbanización Derrama Magisterial del Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Región de Lambayeque.”

Norabuena Garay, L. (2012). “Vulnerabilidad Sísmica en la Instituciones Educativas del Nivel Secundario del Distrito de Pativilca, Provincia de Barranca – Lima.”

Castro Ortega, D. (2015). “Vulnerabilidad Sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja - Junín”. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

Cruz Fernández, J. y Barreto Chapoñan, C. (2015). “Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismo resistente en la urbanización Soliluz – Trujillo”. Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniera.

Laurente Pillaca, C. (2017). “Evaluación de vulnerabilidad en edificaciones causadas por sismos e inestabilidad de talud en el AA.HH. Jesús Nazareno El arenal, Mi Perú, Callao – 2017”. Lima. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniera.

Teniente Paucar, A. (2016). “Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de Terzagui y Meyerhf, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta”.

Fortich Gonzales, C. y López Hernández, L. (2016). “Determinación de la Vulnerabilidad en las Estructuras ubicadas en casas coloniales en el barrio de Getsemaní de la ciudad de Cartagena”. Cartagena. Universidad de Cartagena.

Núñez, A. & Gástelo, E. (2015). “Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Chiclayo, zona oeste (Av. Eufemio Lora y Lora, Av. José Leonardo Ortiz, Prolong. Bolognesi, Vía de Evitamiento, Panamericana norte y Av. Augusto B. Leguía), aplicando los índices de Benedetti y Petrini”.

Nanfuñay Gastulo, H. & Santisteban Valdera, E. (2015). “Vulnerabilidad sísmica en el distrito de ciudad Eten aplicando Índices de Vulnerabilidad (Benedetti - Petrini)”.

Pérez Martínez, Á. (2016). “Colegios en mal estado frenan la educación en Colombia”.

Quilche Aguirre, P. (2013). “Evaluación de la vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E. N°17524 de la localidad de San Agustín del distrito de Bellavista – Jaen”.

Arya, A., Boen, T. & Ishiyama, Y. (2017). Guidelines for esrthquake resistant nonengineered construction. Paris. UNESCO.

ATC (Applied Technology Council), 1985. “ATC-13: Earthquake Damage Evaluation”. Data for California, Redwood City, CA: Applied Technology Council, 492 pp.

Chopra A. (2001). “Dynamics of structures – Theory and applications to earthquake engineering”. Segunda Edición. Editorial Printice-Hall. New Jersey, USA.

Berkeley, CA (2005). “Computers and Structures, Inc. ETABS Nonlinear V9.0. Extended 3D Analysis of Buildings Systems”.

FEMA/NIBS. (1999). “Earthquake Loss Estimation Methodology, Federal Emergency Management Agency. National Institute of Building Sciences. Washington D.C”.

AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica), 2001. “Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería.”, Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina – La RED, 2001. 52p.

Danger Cobas, A. (2011). “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural para la remodelación del edificio del actual palacio provincial de computación”. Cuba: Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

Muñoz, E., Ruiz, M., Prieto, A. & Ramos, A. (2006). “Estimación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación indispensable mediante confiabilidad estructural”

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE – 2021”						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿En qué medida se determina la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método de Demanda – Resistencia en la I.E.P. San José, ¿Chimbote?</p> <p>Problemas específicos: 1. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo que influyen para determinar la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote?</p>	<p>Objetivo general: Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica, aplicando el método de Demanda - Resistencia, el grado de Vulnerabilidad en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote – 2021</p> <p>Objetivos Específicos: 1. Determinar las propiedades mecánicas del suelo en la I.E.P. San José, Chimbote - 2021. 2. Determinar la resistencia de los elementos estructurales del</p>	<p>Hipótesis principal: Se determinará la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Demanda - Resistencia en la I.E.P. San José, Chimbote.</p> <p>Hipótesis específicas: 1. Si se determina las propiedades del suelo se verificará la aplicación del método Demanda – Resistencia y el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote. 2. Si se determina la resistencia de los elementos</p>	<p>Variable Dependiente: Vulnerabilidad sísmica</p>	<p>D1: Vulnerabilidad física D2: Índice de vulnerabilidad sísmica D3: Vulnerabilidad estructural</p>	<p>I1: Baja I2: Media I3: Alta I1: Vulnerabilidad baja I2: Vulnerabilidad media-baja I3: Vulnerabilidad media-alta I4: Vulnerabilidad alta I1: Tipo de suelo I2: Zona I3: Coeficiente de amplificación sísmica I4: Sistema estructural resistente I5: Configuración estructural</p>	<p><u>Tipo de Investigación:</u> Enfoque Cuantitativo</p> <p><u>Nivel de Investigación:</u> Descriptiva- Aplicada</p> <p><u>Diseño de Investigación:</u> No experimental - transversal.</p> <p><u>Población:</u> Módulos que conforman la I.E.P. San José</p> <p><u>Muestra:</u> Módulo C y D de la I.E.P. San José, cuya muestra se realizará en función a su configuración estructural.</p>

<p>2. ¿De qué manera la resistencia de los elementos estructurales influye para determinar la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote?,</p> <p>3. ¿Como es el comportamiento sísmico de los módulos para determinar la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote?,</p>	<p>módulo C y D de la I.E.P. San José, Chimbote - 2021. 3. Determinar el comportamiento sísmico de los módulos C y D en la Institución Educativa Particular San José, Chimbote - 2021.</p>	<p>estructurales se verificará el resultado de la aplicación del método Demanda – Resistencia y el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote.</p> <p>3. Si se determina el comportamiento sísmico se verificará la aplicación del método Demanda – Resistencia y el grado de Vulnerabilidad en la I.E.P. San José, Chimbote.</p>
--	--	--

ANEXO 2: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



ANEXO 3: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI Y EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR
 SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

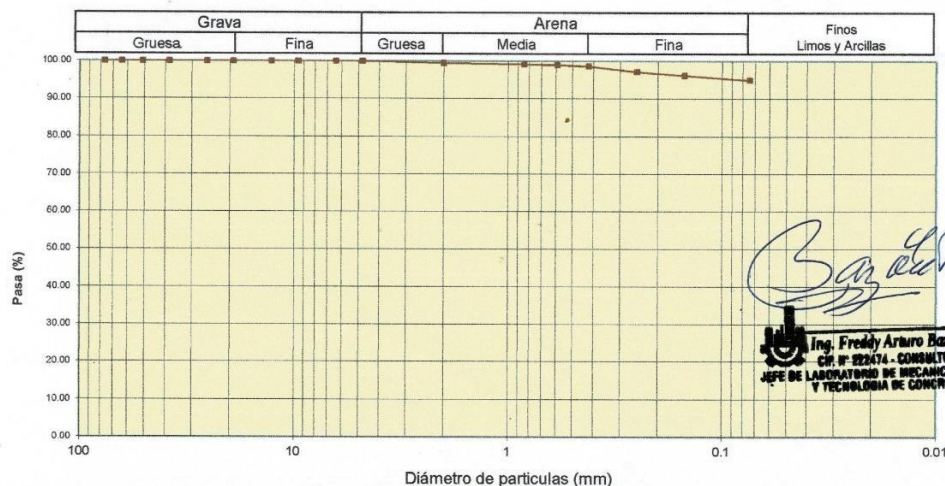
Peso Seco Inicial	393.1	gr.
Peso Seco Lavado	19.7	gr.
Peso perdido por lavado	373.4	gr.

MATERIAL : C - 1
MUESTRA : E - 2
PROF(m) : 1.20

Tamiz(Apertura)		Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AAHSTO
N°	(mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	valor del índice de grupo (IG) 10 Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas.
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Arcilla media plasticidad CL
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0 Pasa tamiz N° 200 (%) : 95.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.00	2.0	0.5	0.5	99.5	D60 (mm) :
N° 20	0.850	1.1	0.3	0.8	99.2	D30 (mm) :
N° 30	0.600	0.6	0.2	0.9	99.1	D10 (mm) :
N° 40	0.425	1.6	0.4	1.3	98.7	Cu
N° 60	0.250	5.7	1.5	2.8	97.2	Cc
N° 100	0.150	3.8	1.0	3.8	96.2	
N° 200	0.075	4.9	1.2	5.0	95.0	
< 200		373.4	95.0	100.0	0.0	
Total		393.1			100.0	

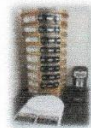
Límite líquido LL	31.84
Límite plástico LP	20.82
Índice plasticidad IP	11.02

CURVA GRANULOMÉTRICA




Ing. Freddy Araujo Bazzán Román
 CIP. N° 22474 - CONSULTOR: C118773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI Y EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR
 SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

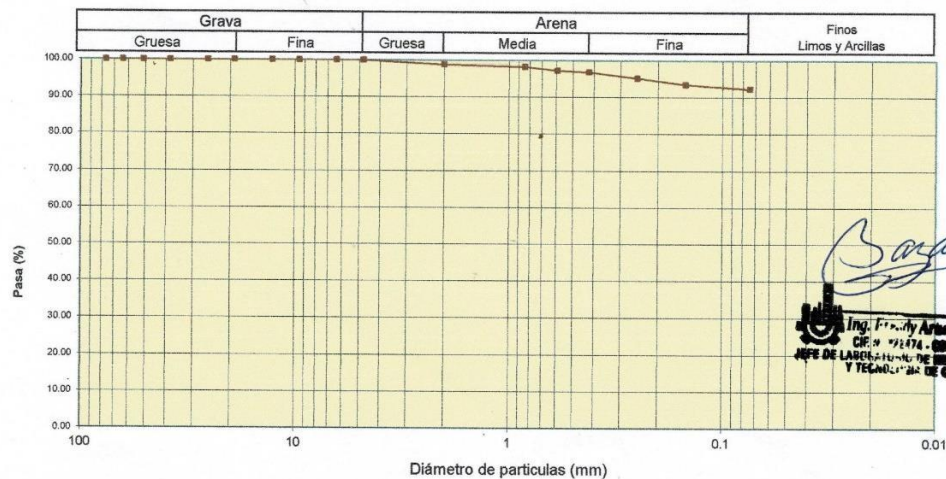
Peso Seco Inicial	416	gr.
Peso Seco Lavado	32.0	gr.
Peso perdido por lavado	384.0	gr.

MATERIAL : C - 2
MUESTRA : E - 2
PROF(m) : 1.20

Tamiz(Apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AAHSTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-4 Suelo limoso
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	valor del indice de grupo (IG) 9
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"		12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"		9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas finas.
1/4"		6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4		4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	Arcilla media plasticidad CL
N° 10		2.00	4.9	1.2	1.2	98.8	
N° 20		0.850	2.4	0.6	1.8	98.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 30		0.600	4.1	1.0	2.7	97.3	Pasa tamiz N° 200 (%) : 92.3
N° 40		0.425	1.8	0.4	3.2	96.8	D60 (mm) :
N° 60		0.250	6.8	1.6	4.8	95.2	D30 (mm) :
N° 100		0.150	7.1	1.7	6.5	93.5	D10 (mm) :
N° 200		0.075	4.9	1.2	7.7	92.3	Cu
< 200			384.0	92.3	100.0	0.0	Cc
Total			416.0			100.0	

Límite líquido LL	30.10
Límite plástico LP	20.15
Índice plasticidad IP	9.95

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. Freddy Arturo Basán Rosal
 C.R. N° 22474 - CONSULTOR: C110770
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNICA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL

PROYECTO : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR
SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021

MATERIAL : C-1

LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

FECHA : 18/10/2021

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	830.00	585.00
Peso de tara + MS	657.00	478.00
Peso de tara	209.00	204.00
Peso del agua	173.00	107.00
MS	448.00	274.00
Contenido de humedad (%)	38.62	39.05
Promedio de humedad	38.83	

Ing. Freddy Arturo Bazán Bancel
CIP. N° 222474 - CONSULTOR: C118773
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE CONCRETO
Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL

PROYECTO : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR
 SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021

MATERIAL : C-2

LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

FECHA : 18/10/2021

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	661.00	646.00
Peso de tara + MS	537.50	525.40
Peso de tara	201.00	200.00
Peso del agua	123.50	120.60
MS	336.50	325.40
Contenido de humedad (%)	36.70	37.06
Promedio de humedad	36.88	

Ing. Freddy Arturo Basán Bancel
 CIP. N° 222474 - CONSULTOR: C118773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA = MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI Y EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS = VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 UBICACIÓN = CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA = 18/10/2021

TIPO DE EXPLORACIÓN = CIELO ABIERTO
 N° DE EXPLORACIÓN = C-1 Y C-2
 N° DE MUESTRA = 1
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.268 cm ²
Volumen	50.873 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	92.3 gr
Peso Unitario Húmedo	1.81 gr/cm ³
Contenido de Humedad	10.7 %
Peso Unitario Seco	1.64 gr/cm ³

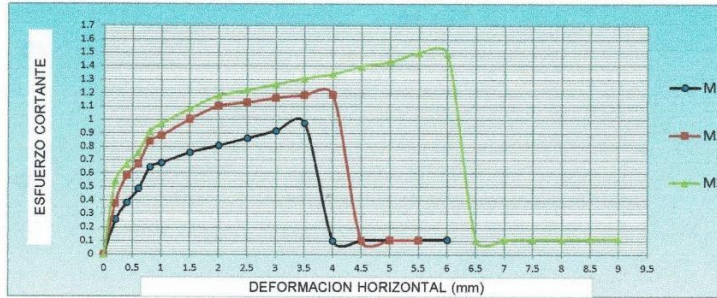
VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC AREA	ESFUERZO CORTANTE †		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	4	7	11	0.009	0.06	0.096	5.172	7.647	10.95	20.17	0.256	0.379	0.54
0.40	7	12	14	0.019	0.004	0.104	7.647	11.77	13.42	20.07	0.381	0.587	0.67
0.60	9.5	14	16	0.038	0.016	0.103	9.709	13.42	15.07	19.96	0.486	0.672	0.76
0.80	13.25	18	19.7	0.063	0.037	0.12	12.8	16.72	18.12	19.86	0.645	0.842	0.91
1.00	14	18.9	21	0.077	0.076	0.135	13.42	17.46	19.2	19.76	0.679	0.884	0.97
1.50	15.6	21.5	23.4	0.13	0.081	0.169	14.74	19.61	21.18	19.51	0.756	1.005	1.09
2.00	16.6	23.5	25.3	0.159	0.228	0.332	15.57	21.26	22.74	19.25	0.809	1.104	1.18
2.50	17.6	23.8	25.9	0.205	0.304	0.372	16.39	21.51	23.24	19	0.863	1.132	1.22
3.00	18.6	24.2	26.5	0.227	0.365	0.406	17.22	21.84	23.73	18.75	0.918	1.165	1.27
3.50	19.6	24.3	27.1	0.26	0.435	0.436	18.04	21.92	24.23	18.49	0.976	1.185	1.31
4.00	0	24	27.4	0.325	0.524	0.466	1.873	21.67	24.48	18.24	0.103	1.188	1.34
4.50	0	0	28.2	0.378	0.592	0.489	1.873	1.873	25.14	17.99	0.104	0.104	1.40
5.00	0	0	28.5	0.417	0.651	0.505	1.873	1.873	25.38	17.73	0.106	0.106	1.43
5.50		0	29.5	0.482	0.719	0.534	1.873	1.873	26.21	17.48	0.107	0.107	1.50
6.00		0	28.9	0.491		0.552	1.873	1.873	25.71	17.23	0.109	0.109	1.49
6.50		0	0			0.571	1.873	1.873	1.873	16.98	0.110	0.110	0.11
7.00		0	0			0.602	1.873	1.873	1.873	16.72	0.112	0.112	0.11
7.50		0	0			0.64	1.873	1.873	1.873	16.47	0.114	0.114	0.11
8.00		0	0			0.656	1.873	1.873	1.873	16.22	0.115	0.115	0.12
8.50		0	0			0.686	1.873	1.873	1.873	15.97	0.117	0.117	0.12
9.00		0	0			0.701	1.873	1.873	1.873	15.72	0.119	0.119	0.12
9.50		0				0.725	1.873	1.873	1.873	15.47			
10.00		0					1.873	1.873	1.873				
10.50							1.873	1.873	1.873				
11.00							1.873	1.873	1.873				
11.50							1.873	1.873	1.873				

Freddy Arango
 Ing. Freddy Arango Benán Benán
 C.R. N° 222474 - CONSULTOR: C110778
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

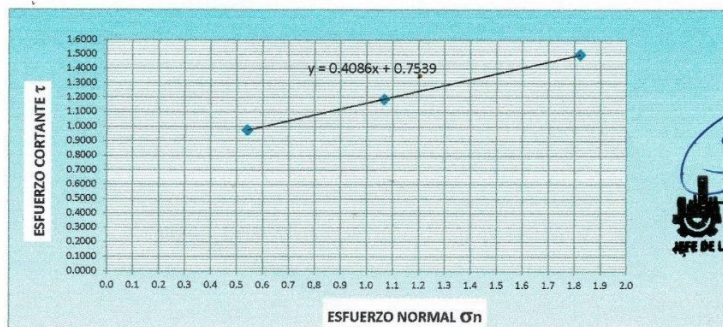
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm ²)	18.49	18.75	16.47
σ_n (kg/cm ²)	0.54	1.07	1.82
τ (kg/cm ²)	0.9760	1.19	1.50

Cohesión	0.000 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	22.22°



Frederick
Ing. Freddy Arturo Hazán Bancel
C.R. N° 222474 - C.O.S.C. I.P.R. 6110778
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO -MÉTODO DE TERZAGHI-

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI Y EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR SAN JOSÉ,
CHIMBOTE - 2021
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 18/10/2021

Datos:

Profundidad de desplante, D_f (mts):	0.8
Peso Volumétrico del suelo, G_m (Ton/m ³):	1.65
Cohesión del suelo, c ; (Ton/m ²):	0.2
Ángulo de fricción interna del suelo, F_i (grados):	22.2
Ancho o Radio del cimientto; B ó R (mts):	0.6
Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	2
Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 3.0 / 2.5)	3.0

Cálculos y Resultados:

Factores dependientes del ángulo de fricción: Para suelo arcilloso blando o arenoso:
Factor de cohesión, $N_c = 25.12$ $c' = 2/3c = 0.14$
Factor de sobrecarga, $N_q = 12.72$ $N' c = 2/3N' c = 16.75$
Factor de piso, $N_g = 8.34$ $N' q = 2/3N' q = 8.48$
 $N' g = 2/3N' g = 5.56$

Para todo cimientto:

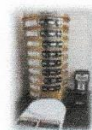
Capacidad de carga última, q_c :
 $q_c = c' * N' c + G_m * D_f * N' q + 0.5 * G_m * B * N' g$
Capacidad de carga admisible; q_a :
 $q_a = q_c / FS$

$c' * N' c = 2.4$
 $g * D_f * N' q = 21.9$
 $0.5 * g * B * N' g = 2.9$
 $q_c, (Ton/m^2) = 27.2$
 $q_a, (Ton/m^2) = 9.08$
 $q_a, (kg/cm^2) = 0.91$



Ing. Freddy Arango Basco
C.R. N° 222474 - CONSULTOR: C116773
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI Y EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL		
TESIS	VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021		
		NIVEL FREÁTICO (m.)	0.70
FECHA	18/10/2021	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 2.00

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
CL		1.20	E-1		De -0.00 a -1.20 m. Arcilla de mediana plasticidad en estado saturado color beige claro
SM		2.00	E-2		De -1.20-2.00 m. Arena limosa en estado saturado de compacidad suelta, color beige claro

Basilio R

 Ing. Freddy Arturo Basilio Rancal
 CP. N° 222474 - CONSULTOR: C116779
 I.EFF DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI Y EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL		
TESIS	VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021		
		NIVEL FREÁTICO (m.)	0.70
FECHA	18/10/2021	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 2.00

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
CL		1.20	E-1		De -0.00 a -1.20 m. Arcilla de mediana plasticidad en estado saturado color beige claro
SM		2.00	E-2		De -1.20-2.00 m. Arena limosa en estado saturado de compactación suelta, color beige claro

Ing. Freddy Arturo Basco Bascón
 CIP: N° 222474 - CONSULTOR: C116770
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986



ANEXO 4: ENSAYO DE ESCLEROMETRIA



ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
M-1	20	21.3	10.80	110.13
	22			
	19			
	21			
COLUMNA METODO-A	20			
	21			
	24			
	22			
	24			
	20			
	22			
	19			
	21			
	20			
	21			
	24			


Ing. Freddy Arturo Rosón Rancal
 CIP. N° 222474 - CONSULTOR C118775
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-2	17	19.6	10.10	102.99
	20			
	24			
	19			
VIGA METODO A	20			
	18			
	19			
	22			
	17			
	17			
	20			
	24			
	19			
	20			
18				
19				

Bazán R

 Ing. Freddy Araujo Bazán Rancal
 CP. N° 222474 - CONSULTOR. C118779
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-3	21	20.1	10.00	101.97
	19			
	18			
	22			
COLUMNA METODO-A	21			
	20			
	20			
	21			
	19			
	21			
	19			
	18			
	22			
	21			
	20			
	20			

Sanchez
 Ing. Freddy Arturo Masón Sánchez
 CIP: N° 222474 - CONSULTOR: C110773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
M-4	20	22.8	12.20	124.40
	28			
	24			
	19			
VIGA METODO A	20			
	22			
	29			
	24			
	24			
	22			
	20			
	28			
	24			
	19			
	20			
	22			

Basal
 Ing. Freddy Arturo Basal Rancal
 CIP. N° 222474 - CONSULTOR: C116773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-5	22	23.1	13.80	140.72
	18			
	24			
	21			
COLUMNA METODO-A	28			
	24			
	24			
	22			
	26			
	22			
	18			
	24			
	21			
	28			
	24			
	24			

Ing. Freddy Arango Samán
 Ing. Freddy Arango Samán Samán
 CIP: N° 222474 - CONSULTOR: C116773
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-6	20	20.6	10.30	105.03
	18			
	20			
	20			
VIGA METODO-A	20			
	24			
	22			
	21			
	20			
	20			
	18			
	20			
	20			
	20			
	24			
	22			

Ing. Freddy Arauco Basán Bernal
 CIP. N° 222474 - CONSULTOR: C119779
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-7	20	20.7	10.40	106.05
	18			
	20			
	18			
COLUMNA METODO-A	21			
	24			
	21			
	26			
	21			
	20			
	18			
	20			
	18			
	21			
	24			
	21			

Ing. Freddy Arturo Rosón Bencal
 CIP: N° 222474 - CONSULTOR: C110773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

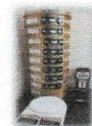
(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-8	22	24.2	15.70	160.09
	24			
	24			
	26			
VIGA METODO-A	28			
	23			
	24			
	26			
	19			
	22			
	24			
	24			
	26			
	28			
	23			
	24			

Ing. Freddy Arturo Remán Roncal
 CIP N° 92244 - COBOILTO: C118773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-9	22	22.8	13.10	133.58
	24			
	22			
	25			
COLUMNA METODO-A	21			
	24			
	23			
	21			
	22			
	22			
	24			
	22			
	25			
	21			
	24			
	23			

Ing. Freddy Arturo Basadre Boncasi
 CIP. N° 282674 - CONSULTOR: C119773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986





ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : MERCADO OBREGON GERALDINE RUBI
 EPIFANIA PINEDA GREGORY RAPHAEL
 TESIS : VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 PARTICULAR SAN JOSÉ, CHIMBOTE - 2021
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/10/2021

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)
M-10	23	21.9	11.80	120.32
	24			
	22			
	18			
VIGA METODO A	23			
	24			
	20			
	18			
	25			
	23			
	24			
	22			
	18			
	23			
	24			
	20			

Cardel
 Ing. Freddy Arturo Benda Bencal
 CIP N° 222674 - C.O.CENVA N° C110773
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 AV. VILLA SAN LUIS CHIMBOTE-PERÚ - yaksiguesanchez112021@gmail.com.43 - 912433986



ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 15: Calicata 1 – Muestra para EMS



Figura 16: Calicata 2 – Muestra para EMS



Figura 17: Corte del tarrajeo y trazos de 5cm x5cm para el ensayo de esclerometría en columnas



Figura 18: Corte del tarrajeo y trazos de 5cm x5cm para el ensayo de esclerometría en vigas



Figura 19: Ensayo de esclerometría en columna



Figura 20: Ensayo de esclerometría en viga

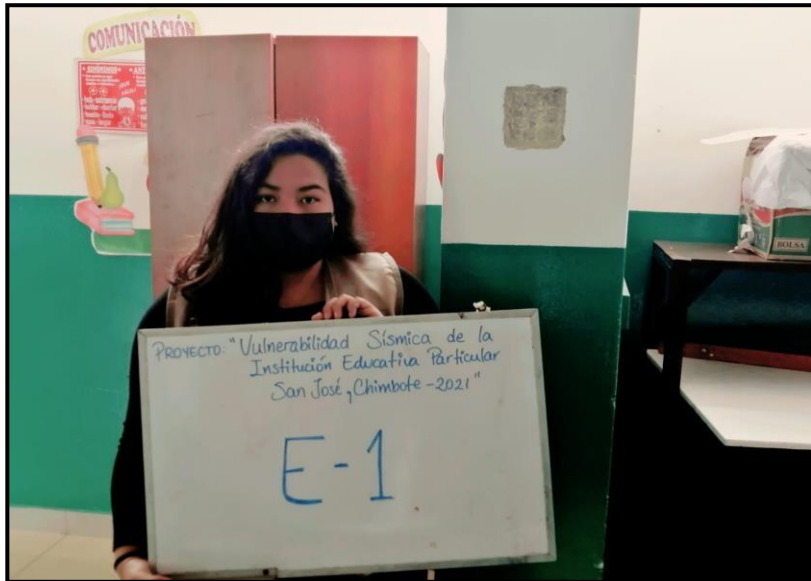


Figura 21: Ensayo de esclerometría en la columna E-1

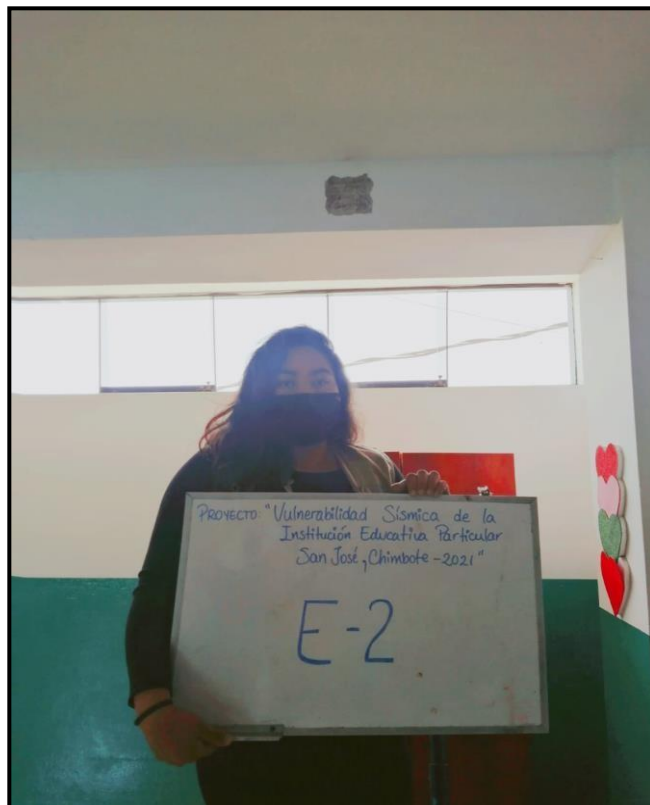


Figura 22: Ensayo de esclerometría en la viga E-2

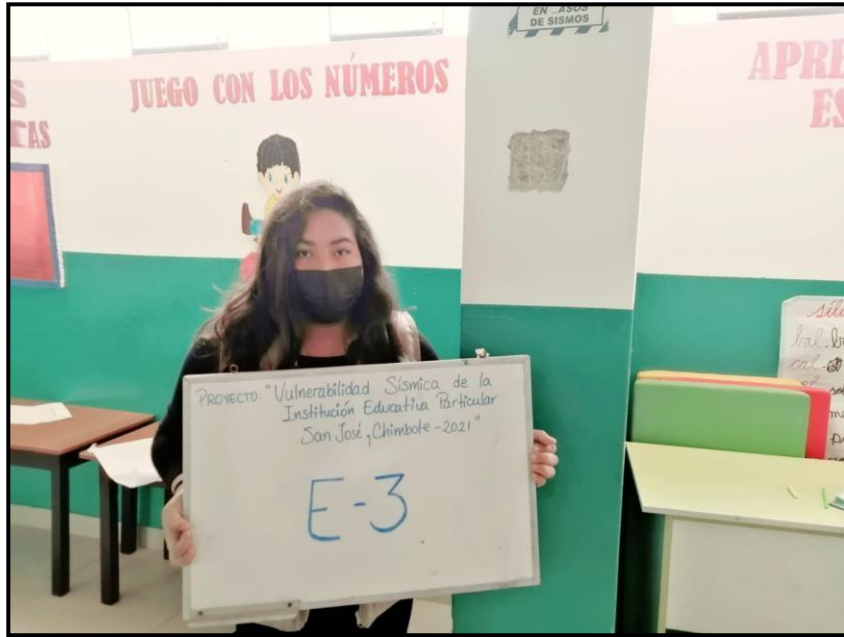


Figura 23: Ensayo de esclerometría en la columna E-3

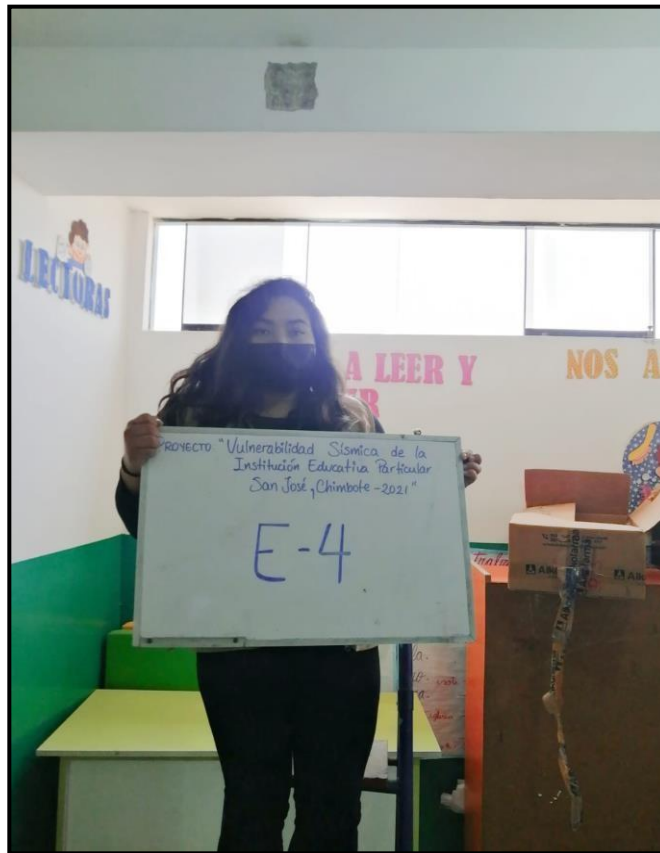


Figura 24: Ensayo de esclerometría en la viga E-4



Figura 25: Ensayo de esclerometría en la columna E-5

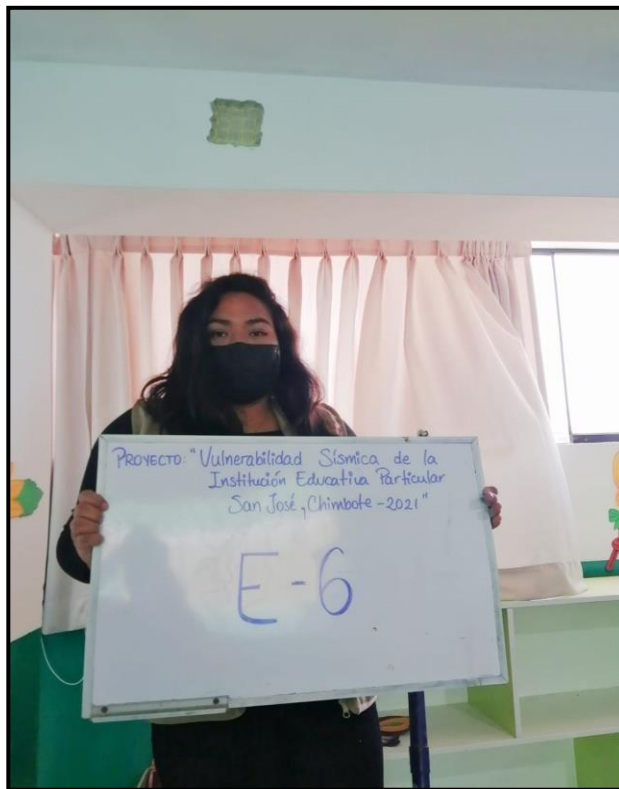


Figura 26: Ensayo de esclerometría en la viga E-6

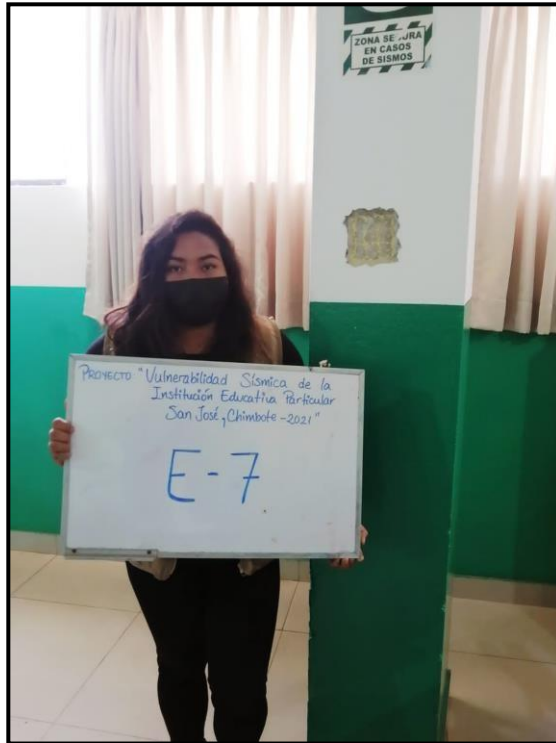


Figura 27: Ensayo de esclerometría en la columna E-7

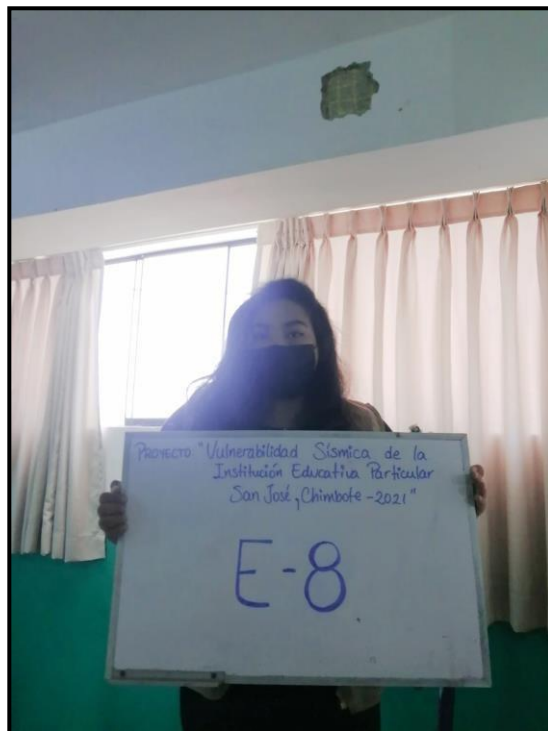


Figura 28: Ensayo de esclerometría en la viga E-8



Figura 29: Ensayo de esclerometría en la columna E-9

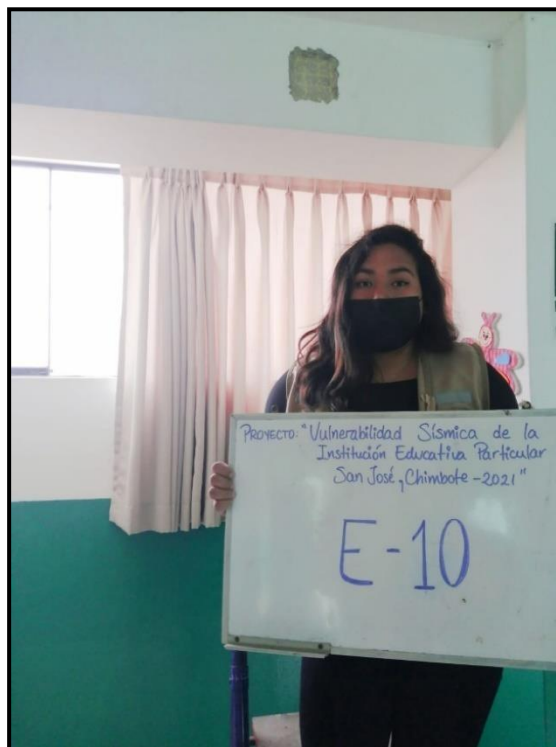


Figura 30: Ensayo de esclerometría en la viga E-10