



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución
Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios, Huaraz – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Cruz Cordero, Mayumi Lizet. (ORCID: 0000-0001-8277-7427)

ASESOR:

Mgtr. Marín Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este proyecto de investigación está dedicado primeramente a Dios, sin menor importancia a mis padres Jesús y Andrea, a mi abuelita Mercedes, a mis tíos Jhono y Betty y a mis primos Mayli y Piero que son un motor fundamental en mi vida.

Agradecimiento

Agradecer a mi madre por tenerla día con día al lado mío y ser promotora principal de la persona que soy, a los que forman parte de la Dirección de caminos de la DRTC-Ancash por cada experiencia adquirida y el apoyo incondicional, a mis tíos Mariluz y German y al Profesor Jame Montoro por el apoyo brindado a la realización de este proyecto.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tabla	v
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	57

Índice de tabla

Tabla 01: Datos generales del pabellón C	19
Tabla 02: Características de los materiales de la estructura	19
Tabla 03: Resumen del Índice de Resistencia (Is)	21
Tabla 04: Resumen del Índice de Demanda Sísmica (Iso)	21
Tabla 05: Determinación de la vulnerabilidad estructural ante un evento sísmico	21
Tabla 06: Parámetros Sísmicos	23
Tabla 07: Clasificación de Suelos - Calicata N°01	23
Tabla 08: Clasificación de Suelos - Calicata N°02	24
Tabla 09: Capacidad Portante	24
Tabla 10: Configuración y Cargas Aplicadas de acuerdo a la Norma E-020 - Cargas	25
Tabla 11: Peso de la Edificación	26
Tabla 12: Peso Sísmico del Edificio	26
Tabla 13: Parámetros Sísmicos	29
Tabla 14: Fuerza Cortante Basal.....	29
Tabla 15: Distribución de Fuerza Sísmica en Altura.....	30
Tabla 16: Desplazamiento Máximo Relativo de Entrepiso (Sin Reforzamiento)	31
Tabla 17: Máxima Deriva de Entrepiso	31
Tabla 18: Configuración y Cargas Aplicadas de acuerdo a la Norma E-020 - Cargas	33
Tabla 19: Peso de la Edificación	34
Tabla 20: Peso Sísmico del Edificio	34
Tabla 21: Parámetros Sísmicos	36
Tabla 22: Fuerza Cortante Basal.....	36
Tabla 23: Distribución de Fuerza Sísmica en Altura.....	37
Tabla 24: Desplazamiento Máximo Relativo de Entrepiso (Reforzamiento de Tipo Encamisado)	38
Tabla 25: Máxima Deriva de Entrepiso	38
Tabla 26: Configuración y Cargas Aplicadas de acuerdo a la Norma E-020 - Cargas	40
Tabla 27: Peso de la Edificación	40
Tabla 28: Peso Sísmico del Edificio	41
Tabla 29: Parámetros Sísmicos	43
Tabla 30: Fuerza Cortante Basal.....	43
Tabla 31: Distribución de Fuerza Sísmica en Altura.....	44
Tabla 32: Desplazamiento Máximo Relativo de Entrepiso (Reforzamiento con Muros de Corte)	45
Tabla 33: Máxima Deriva de Entrepiso	45

Índice de gráficos y figuras

Figura N° 01: Ubicación de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios - Huaraz.....	18
Figura N° 02: Zonas Sísmicas.....	22
Figura N° 03: Modelamiento de la Edificación - Vista en Planta	27
Figura N° 04: Modelamiento de la Edificación - Elevación	28
Figura N° 05: Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.....	30
Figura N° 06: Deformada del Pabellón C - Sin Reforzamiento.....	32
Figura N° 07: Modelamiento de la Edificación - Encamisado.....	35
Figura N° 08: Distribución de la fuerza Sísmica en Altura.....	37
Figura N° 09: Deformada del Pabellón C – Encamisado.....	39
Figura N° 10: Modelamiento de la Edificación - Muro de Corte.....	42
Figura N° 11: Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.....	44
Figura N° 12: Deformada del Pabellón C - Muro de Corte	46

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz.

La metodología empleada en esta investigación es: No experimental ya que no se modificará la variable que es la propuesta de mejora, sino se planteará la mejor propuesta evaluada en esta investigación; de tipo aplicada no experimental transversal ya que se pretende dar la propuesta más adecuada para una mejor resistencia a la vulnerabilidad sísmica del pabellón C de la I.E. Simón Bolívar posterior a su evaluación estructural, con un enfoque cuantitativo.

Para la presente investigación se tomó como población a las instalaciones de la Institución Educativa Simón Bolívar para el que previa visita a campo se tomó de muestra el pabellón C, del que se obtuvo como resultados que a través de la evaluación con el método Hiroswawa la estructura del pabellón C resulta insegura ante un evento sísmico, siendo que el índice de demanda sísmica resulta mayor considerando que la institución se encuentra en una zona sísmica 3 de valor 0.35 y un factor de uso A de valor 1.5, así también en el modelado del pabellón C sin reforzamiento se tuvo que posee una fuerza sísmica de 33.92 tn para el primer piso, 34.10 tn para el segundo piso y 5.81 tn para el techo, por ende se planteó como propuestas el método de encamisado y el método de muro de corte, considerándose como mejor alternativa el método de encamisado ya que aporta una mejor estabilidad frente a un evento sísmico teniendo como derivas máximas para el primer piso en el eje “x” de 0.000002, en el eje “y” de 0.000000; en el segundo nivel para el eje “x” 0.001242 y en el eje “y” 0.000505 cumpliendo con lo establecido en la norma E.030.

Palabras claves: Vulnerabilidad sísmica, mejora estructural, desplazamientos

Abstract

The present research project has as general objective to evaluate and propose the improvement for the structure of pavilion C of the Educational Institution Simón Antonio Bolívar Palacios - Huaraz.

The methodology used in this research is: Non-experimental since the variable that is the improvement proposal will not be modified, but the best proposal evaluated in this research will be considered; non-experimental cross-sectional applied type since it is intended to give the most appropriate proposal for a better resistance to the seismic vulnerability of pavilion C of the I.E. Simón Bolívar after his structural evaluation, with a quantitative approach.

For the present investigation, the facilities of the Simón Bolívar Educational Institution were taken as a population for which, after visiting the field, pavilion C was taken as a sample, from which the results obtained were that through the evaluation with the Hirosawa method, the structure Hall C is unsafe in the event of a seismic event, and the seismic demand index is higher considering that the institution is located in a seismic zone 3 of value 0.35 and a use factor A of value 1.5, as well as in the modeling of the hall C without reinforcement had a seismic force of 33.92 tons for the first floor, 34.10 tons for the second floor and 5.81 tons for the roof, therefore the cladding method and the shear wall method were proposed as proposals, considering as the best alternative, the cladding method since it provides better stability against a seismic event, having as maximum drifts for the first floor on the "x" axis of 0.000002, on the "y" axis " of 0.000000; in the second level for the "x" axis 0.001242 and in the "y" axis 0.000505 complying with the provisions of the E.030 standard.

Keywords: Seismic vulnerability, structural improvement, displacements

I. INTRODUCCIÓN

En relación al sistema estructural de las edificaciones, las estructuras pueden sufrir afectaciones por diferentes motivos como el originado a través del medio ambiente, acciones del fuego, suelos con baja capacidad o por la acción sísmica. Analizando la **problemática a nivel internacional**; según (Dueñas, 2019 pág. 385), se puede mencionar que de acuerdo a un estudio realizado en el territorio ecuatoriano, este se ubica en una zona de alto peligro sísmico; es necesario contar con una norma de evaluación estructural post evento sísmico, la misma que se acoge a las normas de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos, para identificar de tal modo las estructuras no seguras y establecer que tanto afectará en cuanto a riesgos para la edificación. Otro caso de México, principalmente en el estado de Morelos, según (García, et. al, 2018, pág. 567), el estado de Morelos se ve expuesto a terremotos con falla normal, profundidad intermedia y a terremotos que se generan en la zona de subducción, por ejemplo, en el terremoto 19-S se caracterizó por ser intraplaca y pudo causar daños a estructuras ya sea de adobe, iglesias o construcciones muy antiguas debido a la proximidad a las áreas de población y al componente vertical. En cuanto a la **problemática a nivel nacional**; según (Quispe, 2016), para el caso de Perú, el país está expuesto a una ocurrencia frecuente de sucesos sísmicos severos a nivel nacional, presentándose colegios localizados en zonas vulnerables, actualmente careciendo de consideraciones sismorresistentes; siendo que, la experiencia demuestra que en los últimos terremotos se presenciaron un significativo número de instalaciones que sufrieron daños, de tal modo se requiere una evaluación constante para la reducción de riesgos en la infraestructura de colegios; además, se debe poseer una estrategia de operación y apoyo eficaz. De tal modo según (Diario El Peruano, 2021 pág. párr. 1), el ministerio de educación evaluó los daños de 58 escuelas producidos debido al sismo de 6.1 en la región de Piura desplegando acciones para brindar apoyo a la comunidad educativa, considerando dentro del plan de trabajo a 8 especialistas que estarán a cargo de la evaluación de las infraestructuras revisando los daños producidos. Por otra parte; el (Ministerio de educación, 2020 pág. 11) (MINEDU) implementó el programa de Mantenimiento de Locales Educativos beneficiando a entidades educativas públicas, la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) o Dirección Regional de Educación (DRE) y el

Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) son responsables de dar el cumplimiento a los plazos establecidos según cronograma. Asimismo; el (Ministerio de educación, 2018 pág. 33), hace mención que para el mantenimiento de los locales educativos públicos el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) establece la norma técnica con los “Criterios generales de diseño para infraestructura educativa” en el cual, el Art. 13 hace referencia a los criterios para el diseño estructural, debiendo estar el diseño de edificación regido a la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), los documentos técnicos siendo elaborados y revisados por un ingeniero civil preferentemente especializado en diseño estructural, debiendo evaluar la estructura en caso se trate de una infraestructura existente, para el cálculo y diseño se tiene las siguientes consideraciones: (a) Regirse íntegramente a las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) enfocadas a la norma E-030 que corresponde al diseño sismorresistente, (b) Los centros educativos deben proyectarse considerando la zona sísmica en la que se encuentren indicado en la norma E-030 y (c) De ser el caso de una construcción pequeña rural se rigen a las normas que corresponda a cada material. Nuestro país, por lo general hace caso omiso al control pertinente de las infraestructuras de centros educativos, siendo éstos de suma importancia ya que albergan aquí una población jugando un papel importante, al pasar el tiempo la edificación sufre desgaste por parte de las cargas tanto vivas como muertas (su propio peso) además de los factores climáticos ocasionando desperfectos en su estructura, adicional a ello el territorio peruano está situado dentro del contexto geotectónico mundial (“Cinturón de Fuego Circunpacífico”) con un alto porcentaje de actividad sísmica, para la **problemática a nivel local** según el (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2002 pág. 39), la región Ancash y en específico para la zona de Huaraz, su mayor actividad sísmica está concentrada en el Océano Pacífico a una distancia media de 80km, recordando así uno de los eventos catastróficos más devastadores del país como el que fue el sismo del 31 de mayo de 1970, llegando a alcanzar la magnitud de 7.7 estando medido de acuerdo a la escala de Richter afectando a Yungay, pero debido a la distancia epicentral afectó también a la ciudad de Huaraz, correspondiéndole como intensidad de VII en la escala Mercalli Modificada (MM); sin embargo, el centro de la ciudad logró alcanzar una intensidad de VIII en la escala Mercalli Modificada

(MM) producido por la amplificación sísmica a causa de la condición del suelo. La Institución Educativa Simón Bolívar Palacios – Huaraz se enfoca en brindar servicios educativos al público en general de tal modo deben cumplir exigencias básicas de la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL), se planteó en este proyecto de investigación evaluar la estructura existente de tal modo que cumpla con los requisitos de brindar una infraestructura de calidad a la población que acuda a este centro siendo que parte del plantel aún continúa con una antigüedad considerable, para ello se tomó en cuenta la norma E020, las normas del Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) así dar una propuesta de mejora. Por consiguiente, se planteó el siguiente **problema**, ¿Cuál es la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios, Huaraz – 2022? Teniendo en cuenta que la Institución Educativa Simón Bolívar Palacios fue edificada con un diseño de vida útil, se plantea como **justificación técnica**, evaluar la estructura siendo fundamental realizar los estudios pertinentes para su correcto funcionamiento, garantizando el cumplimiento de vida útil para el que fue diseñado; **justificación metodológica**, la investigación sirvió para realizar un estudio tanto estático como dinámico de tal modo obtener el comportamiento sísmico de la infraestructura que debe brindar bienestar a la comunidad del plantel; **justificación social y económica**, la intención de la presente investigación fue la de darle una evaluación adecuada a la infraestructura, con el fin de evitar futuras posibles fallas que puedan ocasionar inconvenientes en el desarrollo académico eficaz de la población estudiantil produciendo daños materiales o accidentes. La presente investigación sostuvo como **objetivo general**: Realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz, respecto al cual se planteó como **objetivos específicos**: **(a)** Evaluar el sistema estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios, **(b)** Identificar los daños estructurales en el pabellón C de la Institución Educativa Simón Bolívar Palacios **(c)** Realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los antecedentes a **nivel internacional** están: Morocho et. al, (2022) de acuerdo a su revista científica en el que tratan sobre la vulnerabilidad sísmica en el que evaluaron edificaciones de centro educativos a través de modelamiento con software de modelamiento matemático, ellos plantearon como objetivo estudiar el comportamiento elástico del bloque de aulas sometidas a cargas sísmicas mediante simulaciones basadas en el método lineal, usando el software ETABS y MATLAB, su metodología empleada fue cuantitativa, para su investigación tomaron como población y muestra la escuela de Ingeniería civil de la Universidad Técnica de Machala, luego del estudio obtuvieron para sus resultados que para los segundos 20.08 y 25.84 ocurrieron los desplazamientos máximos de 3 y 5 centímetros respectivamente en los pórticos 1 y 2, de ese resultado llegaron a la conclusión que ante un sismo de mediana magnitud con esos desplazamientos no produciría algún riesgo para la edificación así como para los usuarios. Requena (2021), en su artículo evaluó la vulnerabilidad sísmica de los edificios de hormigón armado así como realizó un análisis en los colegios de educación primaria al Suroeste de la Península Ibérica, su objetivo principal fue evaluar la vulnerabilidad sísmica en los edificios RC de los edificios de la escuela primaria ubicada al suroeste de la Península Ibérica, su metodología empleada fue cuantitativa, consideró a su vez como población y muestra los edificios de a escuela primaria RC; sus resultados obtenidos fueron que en los analisis estáticos no lineales se pueden encontrar diferencias en la curva de capacidad de las distintas técnicas de rehabilitación sísmica de acuerdo a los modelos elaborados, mejorando así, en cierta magnitud el comportamiento sísmico de los edificios RC, esta medida depende de la posición, cantidad y propiedad de los elementos empleados ya que al ser agregados en un 30% se reducen los periodos fundamentales; en conclusión las soluciones de rehabilitación planteadas mejoran el comportamiento sísmico de los edificios RC sin embargo, depende de la posición, cantidad y propiedades de los elementos de rehabilitación empleados. Para (López et. al, 2017), en su tesis que plantearon estudiar la aplicación metodológica de la evaluación estructural por desempeño sísmico para la evaluación del ala norte del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador, presentan a manera de objetivo, evaluar a través del desempeño sísmico la situación en que se encuentra actualmente el ala norte del

edificio de la facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de plantear medidas a optar de tal modo dar garantía de una seguridad estructural para el edificio, así minimizar riesgos ante futuros acontecimientos sísmicos, con una metodología cuantitativa de tipo aplicado, considerando como población el ala norte de la facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador, una vez realizado el estudio obtuvieron como resultado que luego del modelamiento estructural en el programa SAP2000 plantearon tres escenarios: (a) Reducción de rigidez global en el edificio y resistencia a la compresión del concreto de 300kg/cm² la estructura inicia su plastificación para un valor similar de desplazamiento en cada carga lateral, sin embargo presenta diferencias al momento de resistir la carga cortante, (b) Reducción de rigidez solo a elementos con daño y que tengan una resistencia a la compresión del concreto de 300kg/cm² en este caso las curvas presentan un desplazamiento parecido cuando llegan al límite de rango elástico con una capacidad de resistencia a la cortante lateral que va desde los 2500 hasta las 4000 toneladas y (c) Reducción de rigidez global en el edificio y resistencia a la compresión del concreto 210kg/cm² por esta parte al variar la resistencia del concreto la capacidad de resistencia a la cortante varía alcanzando un punto límite en el comportamiento elástico con un rango de 2500 a 4300 toneladas; llegando así como conclusión a que se encontró una diferencia en los desplazamientos y capacidad máxima producido por la distribución de carga lateral siendo la de menor capacidad la considerada en el escenario tres con una resistencia de concreto 210kg/cm². Jorquera (2017), en su artículo que estuvo referido al análisis de un criterio de diseño sísmico para el patrimonio colonial como es la iglesia de Santo Domingo en Santiago, Chile propuso como objetivo, identificar reglas generales de buen comportamiento estructural a través de parámetros geométricos con un enfoque cuantitativo; en cuanto a su población, tomó en cuenta 70 edificios ubicados en el centro histórico de Santiago para los cuales evaluó una muestra de 3 casas coloniales, 6 edificios coloniales y 7 iglesias, incluida la iglesia de Santo Domingo; luego de la evaluación y análisis, el resultado fue que obtuvo que al describir las propiedades mecánicas en la estructura de acero del techo que construyeron luego del incendio de 1963 para la iglesia de Santo Domingo, los valores típicos en relación al acero utilizado para el Las barras se definieron teniendo en cuenta las propiedades del análogo. S235, además de la estructura de

refuerzo de hormigón que se construyó tras el terremoto de 1927, sus valores se determinaron de acuerdo con los materiales utilizados y descritos en la ficha técnica específica $f_{ck} = 17,5 \text{ N/mm}^2$; Llegando a la conclusión de que la iglesia de Santo Domingo es el resultado de un largo proceso de experimentación previa con terremotos como fondo con geometría adecuada, sus técnicas constructivas son eficientes, además de contar con la presencia de dispositivos antisísmicos y un refuerzo en su hormigón todo esto unido a su constante mantenimiento influyó en la conservación de la iglesia con una buena respuesta sísmica. Peña y De Carvalho (2015), en su investigación referida al estudio de la influencia de la configuración estructural y su respuesta sísmica en estructuras de concreto armado el que elaboraron para Brasil, el enfoque de su metodología de investigación fue cuantitativo; para realizar su investigación se plantearon como objetivo el evaluar cómo se encontraba el comportamiento sísmico en una estructura de ocho pisos que presenta irregularidades en su planta considerando así como población y muestra un edificio de ocho pisos para el que obtuvieron en el resultado que según el NBR las fuerzas obtenidas mediante el análisis espectral debe superar el 85% al valor obtenido para la fuerza con el método de la Fuerza Horizontal Equivalente (FHE) obteniendo para el análisis espectral en la dirección X 4298.85 kN y para el método de la Fuerza Horizontal Equivalente (FHE) 3814.38kN cumpliendo lo requerido por la norma, de tal modo concluyeron que el diseño estructural para un edificio debe establecer una combinación adecuada de los distintos elementos estructurales con un objetivo de cumplir ciertos requisitos como seguridad, durabilidad, estética, entre otros. Ruiz et. al (2020) presentan su artículo en el que se centra en evaluar la fragilidad de soluciones de rehabilitación para un edificio de piso blando que fue dañado en el terremoto del 19/S17 en México, dicho artículo fue elaborado para la ciudad de México planteándose como objetivo evaluar el estado situacional de edificios con planta baja en la ciudad de México, para realizar su investigación emplearon un enfoque cuantitativo, para el que consideraron como población y muestra 14 edificios para los que obtuvieron en su resultado que al trabajar con una intensidad ya sea de 0.55g como de 0.53g se tiene una probabilidad de exceder una distorsión máxima $d = 0.015$ en la PB para el caso S1 es un 100% mientras que para el caso S2 y S3 es de un 30% para exceder una distorsión máxima $d = 0.10$, así llegaron a la conclusión de que luego de la

rehabilitación del caso S1 que es el estado original del edificio se observó para los edificios S2 y S3 que están fuera de la clasificación “edificio con planta baja débil” según las definiciones de las NTCS-2017. Como antecedentes a **nivel nacional** se encuentran: (Camarena et. al, 2021), en su tesis en el que evaluó el diseño estructural para el pabellón C del colegio N°125 Ricardo Palma, San Juan de Lurigancho de Lima, elaborado para la universidad César Vallejo, plantearon a modo de objetivo, determinar en qué estado se encuentra la infraestructura y desarrollar un diseño estructural para el pabellón C del colegio N°125 Ricardo Palma, de una metodología cuantitativa con el tipo de investigación aplicada y el diseño no experimental transversal descriptivo; tomaron como población los pabellones A, B y C de la I. E. N°125 Ricardo Palma, como muestra sólo al pabellón C, debido a que presenta más daños en su estructura a comparación de los otros dos pabellones; obteniendo así como resultado que la estructura para la iteración I en las direcciones X e Y son distintas a la asumida (aporticada) siendo necesario una modificación en el modelo estructural, en la iteración II luego de analizado la iteración I la máxima distorsión obtenida fue de 0.009051 y en el eje Y fue de 0.000707, predominando en el sistema estructural en el eje X el Dual y en el eje Y el de Muros de Albañilería, llegando a la conclusión de que en la infraestructura hay la presencia de fisuras, grietas en la losa, entre otras patologías, siendo así que no se rige a lo requerido por la norma E030, de acuerdo a los ensayos realizados se comprobó la baja resistencia del concreto haciendo que la estructura sea inhabitable incumpliendo lo señalado en la norma E060, ante ello se propuso elaborar un diseño modificado para el pabellón evaluado. (Córdoba et. al, 2021), en su tesis que estudió el análisis y diseño de propuestas de reforzamiento para las columnas y vigas en la I,E Julio Cesar Tello de Ica plantearon como objetivo que se contribuya en la mejora del sistema estructural en la I.E. Julio C. Tello proponiendo dos métodos de reforzamiento para reducir el riesgo sísmico, basándose en una metodología cuantitativa, tomaron en cuenta como población la I.E Julio C. Tello obtuvieron los siguientes resultados: (a) Verificación de los elementos estructurales, incrementándose el área en la sección transversal para la columna C-2 de 3250cm² a 6750cm² representando un adiconamiento del 28.86% haciendo a que cumpla lo requerido en la norma E060, el encamisado de concreto de la viga incrementó su momento nominal en un 46.94% superando el momento último de la viga y fueron

instaladas fibras de carbono en la base de la viga V-5 representando una ampliación en su momento nominal de 42.28% superando la viga el momento último de la viga; (b) Análisis sísmico, para la combinación de encamisado de columnas + fibras de carbono en vigas a diferencia del encamisado de columnas + encamisado de vigas fue necesario encamisar adicionalmente la columna C-3 esto se debe a que las fibras de carbono no contribuyen con la rigidez estructural y (c) Análisis de costos y presupuestos, para el encamisado de columnas + encamisado de vigas tuvo un costo de 28,883.68 soles mientras que en el encamisado de columnas + fibras de carbono en vigas realizando los cálculos el reforzamiento presentaría un costo de 42,651.60 soles, llegando finalmente a la conclusión que la I.E. Julio C. Tello no cumple las exigencias mínimas establecidas en la norma E030 siendo evidenciado en los resultados conseguidos en el análisis sísmico y según en análisis estructural al que se le aplicó la norma E060 las vigas no cumplen con los requisitos de resistencia debido a un exceso en los momentos. Asimismo, (De la Cruz, Muñoz y Marín, 2021), en su artículo en el que plantean la evaluación del índice de daño empleando el método de Hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica en los centros educativos de la Victoria en Chiclayo, plantean como objetivo de evaluar la vulnerabilidad sísmica en las instituciones educativas de la Victoria, aplicando una metodología no experimental descriptiva, su población y muestra estuvo conformada por las Instituciones Educativas Públicas: José María Arguedas, Augusto Salaverry, Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, Andrés Avelino Cáceres, para el que obtuvieron como resultado para la institución educativa José María Arguedas los índices de vulnerabilidad sísmica en los pisos 3 y 2 resultando seguro con valores en el eje "x" de $I_s = 1.34$ y 0.70 , $I_{s0} = 0.28$ para el primer piso un $I_s = 0.25$, $I_{s0} = 0.28$; para el eje "y" en el piso 3 y 2 un $I_s = 1.40$ y 0.78 , $I_{s0} = 0.74$ y para el primer piso un $I_s = 0.70$ y $I_{s0} = 0.74$; llegando así a la conclusión de que la edificación de la institución resulta insegura en el primer nivel ante un evento sísmico de magnitud y se detectó la apreciación del deterioro de las estructuras como grietas en columna, tipo de daño estructural, entre otros. (León, 2019), en su elaboración de tesis para el que propuso un reforzamiento estructural para la reducción de la vulnerabilidad sísmica en el pabellón B de la IEP Sr. de la Ascensión en Manchay – Lima, planteó como objetivo determinar de qué manera el reforzamiento estructural reduce la vulnerabilidad sísmica del pabellón B de la IEP Sr. de la

Ascensión, Manchay, Lima, 2019 para el que aplicó una metodología experimental de tipo aplicada, su población estuvo conformada por los edificios de la infraestructura del IEP Sr. de la Ascensión del que consideró para su muestra el pabellón B de dicha institución para el que obtuvo en su resultado a través de la aplicación del método de Hirosawa que el índice de juicio estructural es 0.33 siendo mayor al índice de capacidad sísmica que es 0.19 significando que el edificio del pabellón B es bastante alta concluyendo que el método como tal es una herramienta válida para determinar la vulnerabilidad sísmica pero que también debe ser complementada con otros análisis que definan un mayor o menor grado de peligro que amenaza las edificaciones. (Burga et. al, 2021), en su investigación realizaron un análisis para la vulnerabilidad sísmica estructural del Instituto Pedagógico Indoamérica en Trujillo a través del uso de curvas de fragilidad, el trabajo que elaboraron fue para la Universidad Nacional de Trujillo; plantearon de objetivo el analizar cuál será nivel de vulnerabilidad sísmica estructural del Instituto Pedagógico Indoamérica a través de las curvas de fragilidad; su investigación tiene una metodología de enfoque cuantitativo, su diseño de investigación no experimental, transversal y descriptivo; en relación a su población que viene a ser todos los pabellones del Instituto Superior Pedagógico Indoamérica tomaron en cuenta como muestra los pabellones de las aulas en las que se dan clases obteniendo como resultado para el pabellón A que hay la probabilidad que alcance un 100% el estado "Sin daño" al igual que el pabellón D, en otras palabras, la edificación si sufrirá algún daño pero se encontrará en el rango inelástico, por otra parte obtendrá un 15% de probabilidad de exceder el estado "moderado" que significa que la estructura responderá de manera adecuada ante los sismos en cambio el pabellón D presentará el 5%; concluyendo así que la curva de fragilidad es una herramienta que permite estimar de manera razonable la vulnerabilidad sísmica en una estructura permitiendo considerar incertidumbre en las acciones sísmicas y una variedad para las propiedades mecánicas en materiales. En antecedentes a **nivel local** se tiene: (Pinedo et. al, 2018), en el desarrollo de su proyecto de investigación optaron por evaluar la estructura de la Institución Educativa pública Ricardo Palma del distrito de Acopampa en Ancash para el que se basaron en la norma E-030 del 2018, el trabajo fue elaborado para la universidad César Vallejo plantean como objetivo el evaluar la estructura de la I.E. Ricardo

Palma, Acopampa basándose en la norma E030, la metodología del trabajo es de enfoque cuantitativo, su tipo de investigación aplicada, diseño no experimental transversal descriptivo; consideraron como población la estructura de la I.E. Ricardo Palma-Acopampa, para su muestra consideraron netamente el pabellón 01; de tal modo luego de realizado los estudios obtuvieron como resultados: (a) Caracterización del edificio, el pabellón 1 está aislado mediante juntas de la edificación colindante por ende actúa de manera independiente ante acciones sísmicas con unas juntas de aproximadamente 3.5 centímetros de espesor; (b) Análisis estructural para el análisis estático el periodo de vibración estructural fue de 1.139 con una cortante basal en dirección X e Y de 37.48tnf, luego de analizado 06 modos de vibración ambas participaciones en dirección X e Y superaron el 90% lo requerido en la norma E030 2018 y (c) Validación de la estructura aquí se localizaron faltas en la separación mínima entra el pabellón 1 y la construcción con la que colinda ya que según la norma es de $s=0.046$ m pero en éste caso se supera dicho requerimiento adicional a ello se presenta el problema de columna corta habiendo presencia de distribuciones incorrectas en la abertura de muros adyacentes a la columna corroborados en campo, concluyendo así que hay la presencia de irregularidades en la zona 3 en donde se encuentra ubicada la estructura y de acuerdo a los datos obtenidos la estructura debe ser 4.6cm para poder cumplir, por tanto el pabellón 1 y su estructura no cumplen con los requisitos planteados en la norma E030 2018. Izaguirre et. al, 2020, en su trabajo de investigación evaluaron la estructura y el diseño sísmico de la I.E. Virgen del Carmen de Chimbote, elaborando el trabajo para la universidad César Vallejo, para eso plantearon como objetivo el determinar la evaluación en su estructura y diseño sísmico de la I.E. Virgen del Carmen; como metodología optaron por un enfoque cuantitativo, su tipo de investigación fue descriptivo explicativo en cuanto al diseño fue no experimental transversal; a su vez tomaron en cuenta como población la I.E. Virgen del Carmen del cual consideraron una muestra de los pabellones A y B; así, obtuvieron como resultado de la evaluación al pabellón A con diamantados se realizó a 2 columnas y 1 viga siendo que no cumplen con la resistencia a la compresión requerida, obteniendo como resistencia 343kg/cm² en la viga del aula de 4to A en el pabellón B, en el 6to B del pabellón B se obtuvo como resistencia 306kg/cm² en la columna y 270kg/cm² en la viga, para el 6to C del pabellón B se

obtuvo una resistencia de 254kg/cm² en la viga y la columna, concluyendo de tal modo que según los estudios realizados en el pabellón A y B de la I.E. Virgen del Carmen para el caso del pabellón A no cumple con los parámetros requeridos según la norma de diseños sísmicos a diferencia del pabellón B que sí cumple con los requerimientos básicos. (Sánchez y Zorrilla, 2020), en su proyecto de investigación evaluaron la estructural para observar el comportamiento sismorresistente de la I.E. N°86086 Chicney basándose en la norma E.030 en Huaraz, el proyecto fue elaborado para la universidad César Vallejo filial Huaraz consideran como objetivo el evaluar el estado estructural de la edificación de acuerdo al desempeño sísmico que presente la I.E., usando la metodología básica, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental; para la población considerada fue la estructura de la I.E. N°86086 Chicney, enfocándose en el pabellón 01 como muestra; como resultados obtuvieron que la I.E. se encuentra en la ubicación de la zona 3 de incidencia sísmica según la norma E.030 con un tipo de suelo de arena arcillosa, como única irregularidad encontrada en la estructura es la de torsión ya que según la norma E.030 correspondería al valor de $I_p = 0.75$ por ende el coeficiente de reducción debería ser $(R = R_0 \times I_a \times I_p = 8 \times 1 \times 0.75 = 6)$, llegando a la conclusión de que el desarrollo sísmico de la I.E. no está cumpliendo con lo dispuesto en la norma E.030 debido a que presenta falla torsional en el eje (Y-Y). En el ámbito de la construcción para cualquier tipo de edificaciones el sismo puede causar daños ya sean leves o severos afectando de tal manera a la parte estructural pudiendo llegar a presentar fallas estructurales, hundimiento de columna o hasta desprenderse en caso no sea analizado, es necesario realizar una evaluación rápida del nivel de afectación a la infraestructura y categorizarlas de acuerdo al nivel de riesgo, siendo las autoridades gubernamentales quienes se encarguen de dicho análisis. (Andrade et. al, 2016 pág. 7). De tal modo en el caso de las estructuras regulares se puede realizar un análisis considerando la fuerza sísmica que actúa de manera independiente en dos direcciones, mientras que en el caso de las estructuras irregulares se asume que la carga sísmica actuará en una dirección que sea la menos favorable para el diseño (E.030, 2019 pág. 20). Finalmente, para concluir con la parte del marco teórico se tuvo como conceptos relevantes términos como: **Propuesta de mejora**, Según (Carranza y Calderón, 2015) se refiere al proceso que se seguirá con la finalidad de obtener un resultado

aceptable posterior a algún evento que afecte la vivienda, el refuerzo va a depender de la condición en que sea encontrada la estructura y se conseguirá la mejora a través de modificaciones en el diseño estructural. **Análisis y diseño estructural**, para (Bhavikatti, 2019 pág. 2) la ingeniería estructural se enfoca en una carga actuante que se transfiere al suelo, así los componentes quedan sujetos a tensiones internas, la evaluación que se brinda a las tensiones internas de los componentes de la estructura es lo que se denomina análisis estructural y el hallazgo un tamaño correcto para el componente de la estructura se conoce como diseño estructural, que puede ser la estructura de mampostería, RCC o acero, considerando inicialmente el análisis matricial y el análisis de elementos finitos para estructuras complejas. **Evaluación estructural**, para (Parrales et. al, 2018 pág. 21), la evaluación estructural es un tipo de estudio con la realización ya sea de ensayos como también se podría llegar a hacer un recálculo pudiendo ser de un tiempo tardado, considerando dos maneras de evaluar siendo (a) la evaluación simplificada que está determinada a evaluar su situación actual de la edificación y (b) la evaluación detallada consistiendo en una peritación rigurosa de la estructura. **Edificación**, según el (RNE G.040, 2021 pág. 9), una edificación es el desarrollo de un proceso constructivo sobre un predio conteniendo en ella instalaciones fijas y complementarias las cuales estarán destinadas a acoger a un grupo de personas para el cumplimiento de sus actividades. **Edificaciones sísmicamente aisladas**, según la (Norma E.031, 2020 pág. 9) las edificaciones sísmicamente aisladas son las que básicamente contienen un sistema de aislamiento sísmico el que permitirá a la edificación que desacople las vibraciones de manera horizontal en el suelo con referencia a la estructura disipando la energía sísmica. **Estudio de mecánica de suelos**, de acuerdo a la (Norma E.050, 2020 pág. 13), el estudio de mecánica de suelos es todo aquel que vaya a cumplir con ciertos requisitos como un programa mínimo luego se tiene que elaborar un informe de acuerdo a lo indicado en el artículo 16 que contiene memoria descriptiva, planos de ubicación y distribución, perfil de suelos y los resultados in situ y de laboratorio. **Elementos de concreto estructural**, para (Nadim y Al-Manaseer, 2015 pág. 9), el concreto puede ser usado para la construcción de edificios ya sea de uno o más pisos, a su vez puede contener elementos estructurales como: (a) las losas, que vienen a ser placas horizontales ubicadas en pisos y techos; (b) las vigas, son las encargadas de

soportar la carga de la losa; (c) las columnas, son la parte crítica encargada de soportar cargas emitidas por la viga o losa pudiendo ser sometidas a cargas axiales y/o momentos; (d) los pórticos, son una combinación entre vigas más columnas y/o losas, (e) las zapatas, son la estructura encargada de sostener a la columna distribuyendo sus cargas en dirección al suelo; (f) los muros, que son una placa vertical con la función de resistir la gravedad y cargas laterales y (g) las escaleras, que son la unión entre pisos ya sea de poca o gran altura. Así también para (Rodas, 2014 pág. 29), la **carga viva** es aquella que se va presentando en la estructura a lo largo de su vida útil de manera constante, mientras que la **carga muerta** es la que se encuentra de manera indefinida a lo largo de su vida útil. Los **parámetros sísmicos** son los datos característicos de los sismos a los que se hace mención en los reportes emitidos por las entidades sismológicas, su intensidad es medida en la escala de Mercalli Modificada según (Centro Nacional de Estimación, 2017 pág. 28). Por otra parte, el **análisis estático** sirve para calcular las deformaciones y fuerzas de elementos estructurales regulares con pocos pisos, mientras que el **análisis dinámico** también se calculan la rigidez y el amortiguamiento de la estructura, todo esto según (Andrés, 2014 págs. 104-107).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La **investigación aplicada** va dirigida para poder determinar los medios a través de los cuales se puede cubrir una necesidad conocida y específica por medio del conocimiento científico. (Concytec, 2018 pág. 2)

El tipo de diseño empleado es el **diseño no experimental** esto se debe a que no presenta condición de experimentación a las que vayan a ser sometidas las variables, por el contrario, las variables serán evaluadas sin alteración alguna. (Arias y Covinos, 2021 pág. 78).

El **diseño transversal** va a recoger datos por una única vez para luego ser analizado y descrito en el estudio teniendo también un alcance **descriptivo**. (Arias y Covinos, 2021 pág. 78).

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Propuesta de Mejora Estructural

Definición Conceptual: Se refiere al proceso que se seguirá con la finalidad de obtener un resultado aceptable posterior a algún evento que afecte la vivienda, el refuerzo va a depender de la condición en que sea encontrada la estructura y se conseguirá la mejora a través de modificaciones en el diseño estructural. (Carranza y Calderón. 2015).

Definición Operacional: El reforzamiento que se le propuso a las estructuras con algún daño o falla se dio con la finalidad de aumentar su capacidad inicial para que la estructura pueda aumentar la resistencia en cuanto a su vida útil para la que fue diseñada.

Indicadores:

- Estado o condición de la estructura
- Tiempo de la construcción
- Capacidad portante del suelo
- Zonificación
- Parámetros de suelos
- Factor de amplificación sísmica
- Categoría de edificación

- Sistema estructural
- Derivas
- Separación entre edificios

Escala de medición:

- Nominal
- De razón
- Nominal
- Nominal

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo

Población

Cuando se habla de población también se hace mención a un conjunto global de casos, personas, animales, objetos, entre otros, que se tomará en cuenta para una futura selección de la muestra que debe también cumplir ciertos criterios antes de ser evaluado. (Arias et. al, 2016 pág. 202).

La **población** para esta investigación estuvo conformada por la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios.

Criterios de inclusión:

Pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz por ser el pabellón que presenta mayor deficiencia a manera visual y en su interior almacenar equipos de cómputo.

Criterios de exclusión:

Pabellones A, B, D, E y F; oficinas administrativas y los servicios higiénicos de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz.

Muestra

La **muestra** es considerada un conjunto de individuos o casos seleccionados de una población por algún método de muestreo pudiendo ser probabilístico o no probabilístico. (Sánchez et. al, 2018 pág. 93).

Considerando la población, la **muestra** en este estudio estuvo integrada por el pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios.

Muestreo

El **muestreo** es una lista de selección de la muestra que se puede obtener de dos métodos ya sea la probabilística que permite conocer la probabilidad que un

individuo tenga de ser seleccionado como parte de la muestra siendo seleccionado al azar, a diferencia el método no probabilístico dependerá de ciertas características o similitudes para la selección de la muestra. (Otzen y Manterola, 2017 pág. 228).

Muestreo no probabilístico, considerado de manera intencional por el investigador para la realización del estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos según el método científico son los mecanismos que va a utilizar el investigador para conseguir y recolectar datos entre los que se encuentran las encuestas, entrevista, observación, entre otros. (Hernández et. al, 2018 pág. 94).

Para la técnica de recolección de datos en este estudio de investigación se aplicó la observación directa con una inspección general ya que se observó la situación actual del pabellón considerado en la muestra a su vez se empleó los reglamentos vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Otro método empleado para la recolección de datos fue el método japonés de Hirosawa para obtener la evaluación inicial de la vulnerabilidad sísmica de la edificación siendo éste un método validado a nivel mundial. Finalmente, para darle una simulación se realizó un modelamiento haciendo uso de los softwares de diseño AutoCAD y ETABS.

3.5. Procedimientos

Como paso inicial se procedió a realizar la inspección técnica de los pabellones seleccionando el pabellón C de la Institución Educativa previa visita a campo del que se evaluó mediante el uso de una ficha técnica para recolección de datos, conjuntamente se realizó un estudio de suelos con la finalidad de identificar el tipo de suelo sobre el que se encuentra la cimentación y conocer el tipo de resistencia que ofrece el suelo; una vez obtenido esos datos se identificó el tipo de estructura para proceder con el modelamiento y su posterior análisis con el apoyo del software ETABS; para poder evaluar la vulnerabilidad sísmica se hizo uso del método japonés Hirosawa complementándolo con el análisis sísmico estático y dinámico y con la norma E-030 (Diseño sismorresistente).

3.6. Método de análisis de datos

Posterior a la recolección de datos se procedió a realizar el estudio estático y dinámico con la finalidad de obtener el comportamiento sísmico de la infraestructura, para ello se tuvo en consideración el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma E.020 (Cargas), norma E.030 (Diseño sismorresistente), norma E.060 (Concreto armado) y norma E.070 (Albañilería). Adicionalmente para poder procesar los datos obtenidos se hizo uso del software Microsoft Excel y el software ETABS 18, para poder realizar la simulación sísmica de la edificación.

3.7. Aspectos éticos

Para el caso de este proyecto de investigación se tuvo en consideración las normas, términos y manuales tomando en cuenta juntamente el valor de los autores en sus investigaciones y/o publicaciones en las que se tomaron en las citas de investigación. También se respetó la política de la UCV, de acuerdo a lo establecido en las guías, normas ISO 690 para que se pueda cumplir el correcto citado y poder obtener resultados positivos ante el TURNITIN siendo una modalidad de dar credibilidad de autenticidad a nuestro proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1. **Resultados según objetivo general:** Realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz

Como paso inicial para la realización del estudio se procedió a identificar los datos generales de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz. En los que se muestra a continuación:

4.1.1. Ubicación: La Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz está ubicado en la Av. Confraternidad Internacional Oeste S/N, en el distrito de Independencia, provincia Huaraz, departamento Ancash.

Figura N° 01: Ubicación de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios - Huaraz



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Datos generales del pabellón C

La estructura que conforma el pabellón C presenta un total de 2 pisos en que alberga aulas y una librería. Luego de la visita realizada a la institución educativa, la inspección realizada se pudo obtener como datos la información a través del metrado para la elaboración de planos necesario para su evaluación sísmica.

Tabla 01: Datos generales del pabellón C

Datos generales del pabellón C	
Área total de la I.E.	18,115.04m ²
Área ocupada por el pabellón C	301.86m ²
N° de pisos	2
Altura de la edificación	5.60 m ²
N° de ambientes	11
Tipo de edificación	Educación
Uso en servicio	Aulas

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz ocupa un área de 301.86m² del total de la institución, en el constituye un total de 11 ambientes entre aulas y librería distribuidos en 2 pisos.

4.1.3. Características de los materiales

Tabla 02: Características de los materiales de la estructura

Características de los materiales		
Material	Resistencia Última	Peso Específico
Concreto	210 kg/cm ²	2400 kg/m ³
Acero	4200 kg/cm ²	7800 kg/m ³

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – visita a campo

Interpretación: El material empleado para la construcción del pabellón C es de concreto armado, en las columnas, contando también con muros de albañilería con ladrillo King Kong de arcilla, la estructura está terrajeada y pintada a su vez cuenta con ventanas de vidrio incoloro según lo observado en visita a campo a la Institución Educativa.

4.2. **Para el primer objetivo específico:** Evaluar el sistema estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios

Como paso inicial se procedió a determinar la vulnerabilidad sísmica de la estructura, esto se realizó mediante el empleo del Método Hirosawa en el que indica que:

- I_s = Índice de resistencia (provista por la estructura)

$$I_s = E_0 * S_D * T$$

Dónde:

E_0 = Índice básico sísmico de comportamiento estructural

S_D = Índice de configuración estructural

T = Índice de deterioro en el tiempo de la edificación

- I_{SO} = Índice de demanda sísmica

$$I_{SO} = E_{SO} * Z * G * U$$

Dónde:

E_{SO} = Resistencia sísmica básica requerida

Z = Factor de zona sísmica

G = Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas

U = Factor de importancia del edificio por su uso

Dado que el resultado de la vulnerabilidad se obtuvo mediante la comparación de los siguientes valores:

- Si $I_s \geq I_{SO}$ se puede considerar que el edificio tiene un **comportamiento sísmico seguro** frente a un evento sísmico.
- Si $I_s < I_{SO}$ se puede considerar que el edificio tiene un **comportamiento incierto frente a un evento sísmico** y, por lo tanto, se considera como inseguro.

Luego de analizar la vulnerabilidad se obtuvo:

Tabla 03: Resumen del Índice de Resistencia (Is)

Nivel	Eo (Eje X)	Eo (Eje Y)	S _D	T	Is (Promedio)
1 - 2	1.03	0.24	1.00	0.84	0.32

Fuente: Método de Hirosawa

Interpretación: En la tabla N° 03 se puede observar un breve resumen de los datos obtenidos para la determinación del Índice de Resistencia, siendo obtenido a través del método de Hirosawa, en el que se determinó como Índice de Resistencia promedio entre el eje X y el eje Y un total de 0.32. (Ver anexo)

Tabla 04: Resumen del Índice de Demanda Sísmica (Iso)

Eo	Z	G	U	Iso
0.63	0.35	1.00	1.5	0.33

Fuente: Método de Hirosawa

Interpretación: En la tabla N° 04 se puede observar un breve resumen de los datos obtenidos para el cálculo del Índice de Demanda Sísmica del que se obtuvo un promedio de 0.33, esto debido a que la institución educativa se encuentra en la zona sísmica 3 teniendo un factor 0.35, por otra parte, el factor de importancia por ser institución educativa es 1.5. (ver anexo)

Tabla 05: Determinación de la vulnerabilidad estructural ante un evento sísmico

Índice	Valor	Condición que se cumple	Resultado
Is	0.32	Is < Iso	Inseguro
Iso	0.33		

Fuente: Método de Hirosawa

Interpretación: En la tabla N° 03 se muestra un análisis comparativo entre el índice de resistencia equivalente a 0.32 y el índice de demanda sísmica equivalente a 0.33 obteniendo, así como resultado que Is < Iso, esto significa que la estructura del pabellón C tiene un comportamiento sísmico inseguro. (ver anexo).

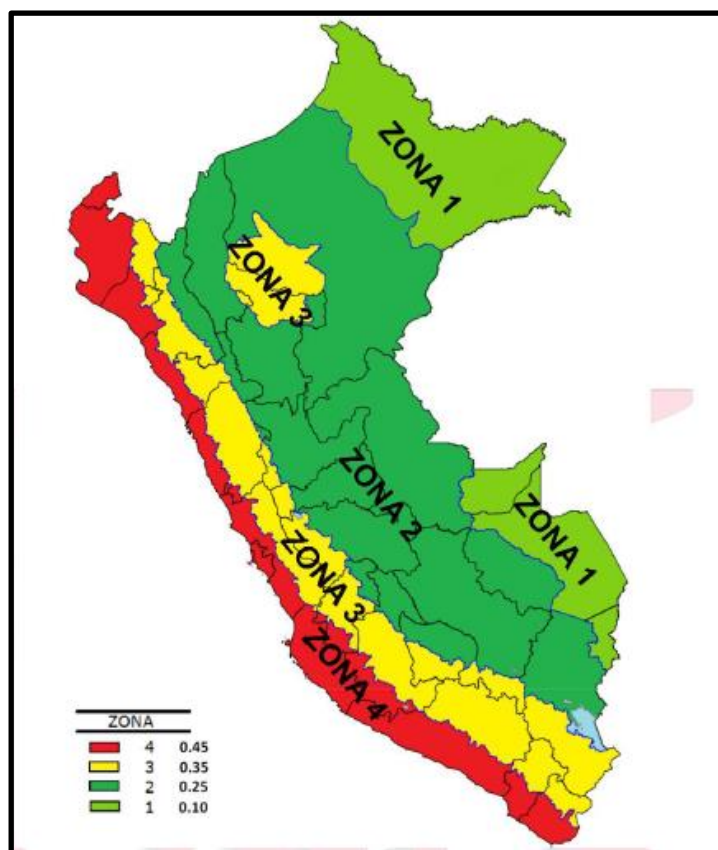
4.3. **Para el segundo objetivo específico:** Identificar los daños estructurales en el pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios.

Como paso inicial previo al análisis del diseño sísmico de sistema estructural del pabellón C por medio del modelado en el software ETABS se consideró el estudio previo de mecánica de suelos a través de la realización de calicatas.

Zonificación

Según lo estipulado en la norma E.030 diseño sismorresistente el territorio peruano se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas de acuerdo a lo mostrado en la figura.

Figura N° 02: Zonas Sísmicas



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.030

Interpretación: La Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios se encuentra en el departamento de Ancash y de acuerdo a lo apreciado en la figura se observa que el departamento de Ancash pertenece a la zona 3 en cuanto a la zonificación sísmica de acuerdo a lo establecido por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 06: Parámetros Sísmicos

Parámetros Sísmicos		
Zona Sísmica	Z3	0.35
Tipo de Suelo	Intermedio	S2
Parámetros de Sitio	S	1.15
	TP	0.60
	TL	2.00
Factor de Uso	U	1.50

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-030 – Diseño sismorresistente

Interpretación: La Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios se encuentra en una zona sísmica Z3 al que le corresponde un valor de 0.35, el tipo de suelo de acuerdo a los estudios de laboratorio es el intermedio (S2), por ende, los parámetros de sitio para el tipo de suelo S2 presentan un factor de suelo S de 1.15, un periodo TP de 0.60 y un periodo TL de 2.00; el factor de uso en este caso es de una edificación esencial “A” al ser una institución educativa con un valor de 1.50; los parámetros fueron obtenidos de acuerdo a la Norma E-030 – Diseño Sismorresistente.

Tabla 07: Clasificación de Suelos - Calicata N°01

Clasificación de Suelos Calicata N°01			
Profundidad		0.00 - 2.00m	
Ensayo/Descripción	Unidad	Resultado	Norma ASTM
Límite Líquido	%	28.00	D-4318
Límite Plástico	%	18.50	D-4318
Índice de Plasticidad	%	9.50	
Contenido de Humedad	%	8.10	D-2216
Clasificación SUCS	SC (Arena Arcillosa)		
Porcentaje de Gravas	%	5.62	
Porcentaje de Arena	%	48.77	
Porcentaje de Material Fino	%	45.61	

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos – C&M GEOTEC

Interpretación: De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos que son mostrados en la tabla, la clasificación del suelo de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos (SUCS) para la primera calicata fue de Arena Arcillosa (SC), con un límite líquido de 28.00, límite plástico de 18.50 y un índice de plasticidad de 9.50.

Tabla 08: Clasificación de Suelos - Calicata N°02

Clasificación de Suelos Calicata N°02			
Profundidad		0.00 - 2.00m	
Ensayo/Descripción	Unidad	Resultado	Norma ASTM
Límite Líquido	%	24.80	D-4318
Límite Plástico	%	18.90	D-4318
Índice de Plasticidad	%	5.90	
Contenido de Humedad	%	9.29	D-2216
Clasificación SUCS	SC-SM		
Porcentaje de Gravas	%	2.40	
Porcentaje de Arena	%	70.34	
Porcentaje de Material Fino	%	27.26	

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos – C&M GEOTEC

Interpretación: De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos que son mostrados en la tabla, la clasificación del suelo de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos (SUCS) para la segunda calicata fue de Arena Limo-arcillosa (SC SM), con un límite líquido de 24.80, límite plástico de 18.90 y un índice de plasticidad de 9.29.

Tabla 09: Capacidad Portante

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA			
Profundidad de desplante (m)	Suelo de cimentación	Tipo de cimentación	Capacidad admisible (Kg/cm ²)
2.00	Arena Limo-arcillosa	Zapata cuadrada	1.54
		Cimiento Corrido	

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos – C&M GEOTEC

Interpretación: En la tabla N°09 se detalla que la capacidad admisible de carga para el suelo luego de un análisis para las zapatas cuadradas es de 2.04 Kg/cm², en cambio para cimientos corridos es de 1.54 Kg/cm², por tanto, se tomó como referencia el valor más crítico que es el de las zapatas cuadradas = 2.04 Kg/cm²; ambos fueron analizados a una profundidad de desplante mínima de 1.50m.

Análisis Sísmico del Pabellón C – Sin Reforzamiento: Para identificar de manera inicial y realizar un análisis sísmico del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz estuvo basado en el estado inicial de la infraestructura del pabellón mediante el apoyo del software ETABS para el modelamiento así conocer su condición de respuesta ante un evento sísmico para posteriormente realizar la propuesta de mejora.

Tabla 10: Configuración y Cargas Aplicadas de acuerdo a la Norma E-020 - Cargas

Configuración Estructural		Cargas Aplicadas	
Sistema Estructural	Muros Estructurales	Peso Unitario del Concreto Armado	2 400.00 Kg/m ³
N° de pisos	2	Peso Unitario del Acero	7 850.00 Kg/m ³
Altura del 1er piso	2.80 m	Peso Unitario del Ladrillo	1 800.00 Kg/m ³
Altura del 2do piso	2.80 m	Peso de Acabados	100.00 Kg/m ²
Altura de Techo	1.50 m	Peso de Cobertura	9 Kg/m ²
Área techada	301.864 m ²	Peso de Tabiquería	100.00 Kg/m ²
Altura de Edificación	7.10 m	Sobrecarga de Azotea	120.00 Kg/m ²

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.020 – Cargas

Interpretación: En la tabla mostrada se detalla cómo es la configuración estructural para la edificación del pabellón C de la institución, en ella se especifica el número de pisos con el que cuenta el pabellón equivalente a 2, teniendo una altura de edificación por piso de 2.80m, con una altura de techo de 1.50m ; a su vez para las cargas aplicadas a la estructura se tomó como referencia lo establecido en la RNE E.020 – Cargas en el que especifica el peso unitario de los materiales, como el peso de acabados, cobertura, tabiquería y la sobrecarga de azotea.

Peso de la Edificación

El peso para la Edificación del Pabellón C se obtuvo de acuerdo a lo establecido en la Norma E.020 – Cargas, el que establece el peso para la carga viva, carga muerta y demás especificados en la siguiente tabla:

Tabla 11: Peso de la Edificación

Peso del Edificio						
N° de Pisos	Peso propio (Toneladas)	Peso Acabados (Toneladas)	Peso Tabiquería (Toneladas)	Carga Muerta (CM)	Carga Viva (CV)	Total (Toneladas)
1	39.92	38.70	35.30	48	25	186.92
2	19.61	18.90	17.61	24	14	94.12
Techo	1.2	-	5	3.62	3	12.82
Total	60.73	57.60	57.91	75.62	42	293.85

Fuente: Norma E.020 – Cargas

Interpretación: Para el peso de la Edificación que fue resultante de un metrado de cargas se obtuvo un total de 293.85 toneladas divididas entre el primer piso que tuvo una carga de 186.92 toneladas, el segundo piso de 94.12 toneladas y el techo con 12.82 toneladas.

Peso Sísmico del Edificio

El peso sísmico requerido sin refuerzo para la Edificación del Pabellón C se obtuvo de acuerdo a lo establecido en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, el que establece que a la carga total se le adicione un porcentaje de la carga muerta y viva en el primer nivel, para el segundo nivel un porcentaje de carga viva y sobrecarga, determinados en la siguiente tabla:

Tabla 12: Peso Sísmico del Edificio

Peso Sísmico del Edificio				
N°	100% de Carga Muerta (CM)	50% de Carga Viva (CV)	25% de Carga Viva (CV)	Total
1	48	12.5	-	60.5
2	-	7	3.5	10.5
Total	48	19.5	3.5	71

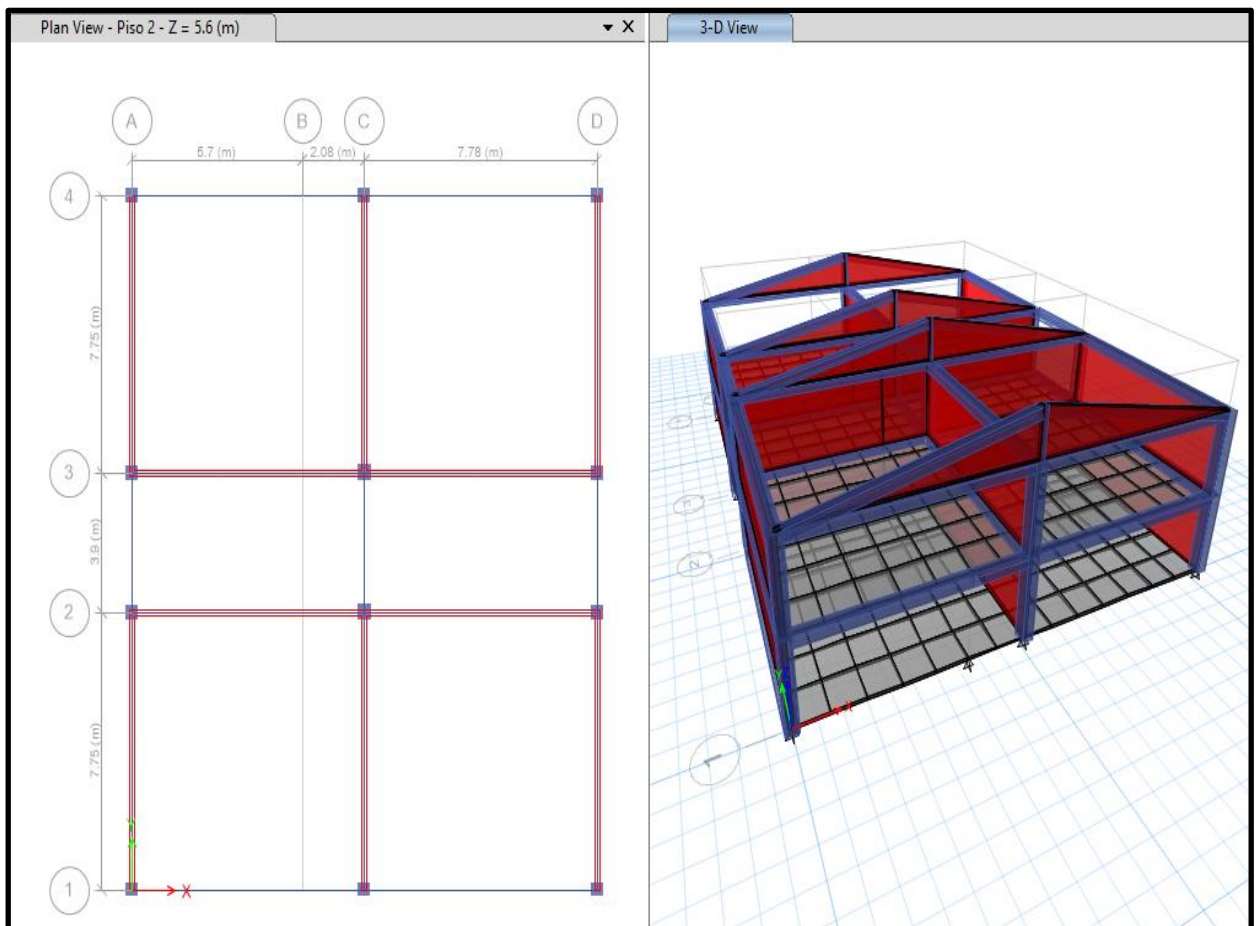
Fuente: Norma E.030 – Diseño Sismorresistente

Interpretación: En la tabla anterior se detalla el peso sísmico con el que cuenta la edificación, siendo una resultante de lo establecido por la Norma, en la que hace mención que para el caso del primer piso se aplicó el 100% de la Carga Muerta + el 50% de la Carga viva, mientras que para el segundo piso se consideró el 50% de la Carga Viva + el 25% de la Carga Viva, teniendo así un total de 71.00 toneladas.

Modelamiento de la Edificación en el Software ETABS

Para el modelamiento de la edificación del pabellón C se hizo uso del Software ETABS V.18 con el apoyo de la norma E.020 – Cargas y E.030 – Diseño Sismorresistente.

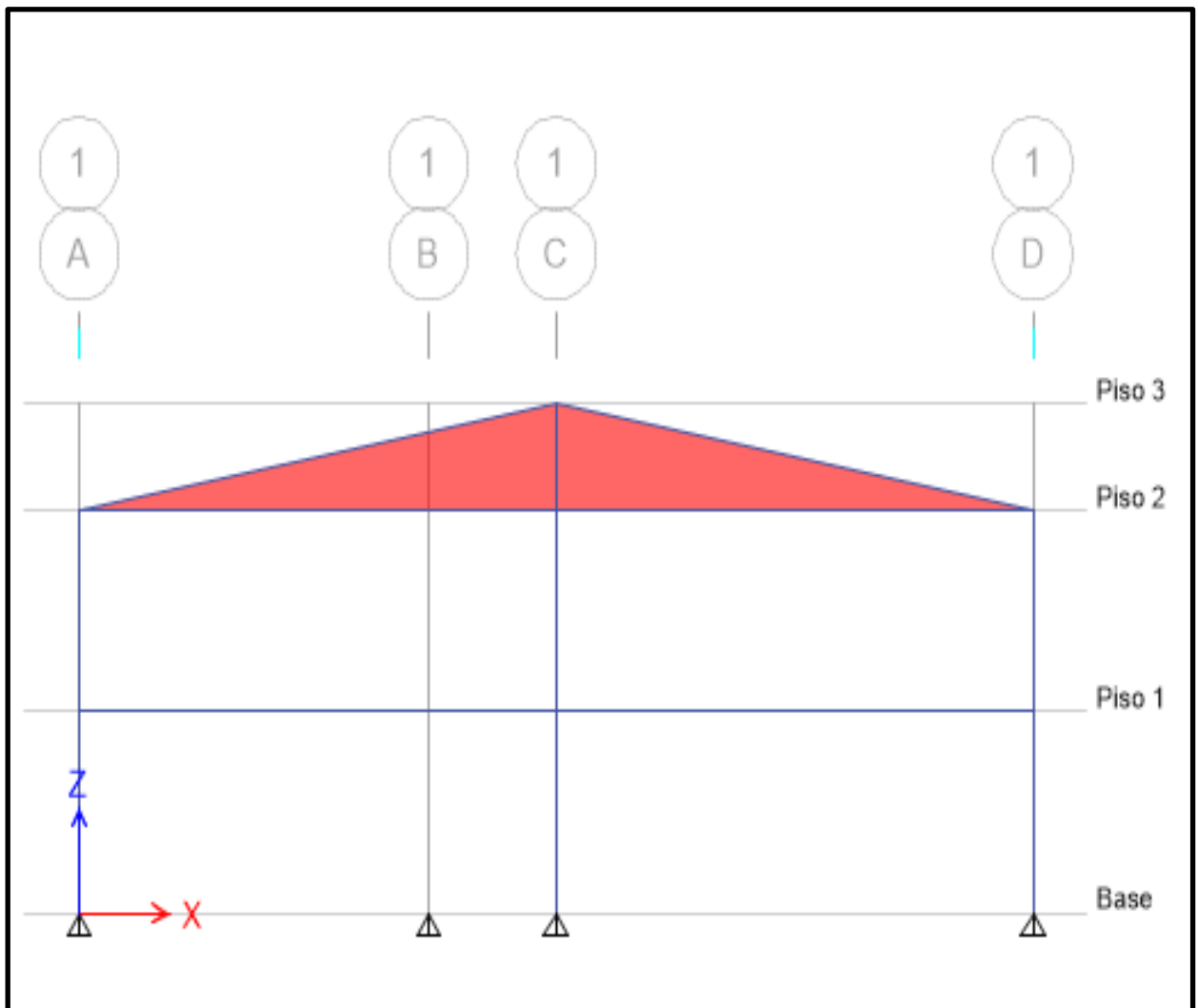
Figura N° 03: Modelamiento de la Edificación - Vista en Planta



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la figura mostrada se visualiza el modelado de la estructura del pabellón C sin refuerzo alguno con el empleo del software ETABS.

Figura N° 04: Modelamiento de la Edificación - Elevación



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: Se puede observar el modelamiento de la vista elevación del pabellón C, el que consta del primer piso con una altura de 2.80 m, el segundo piso con una altura de 2.80 m y el techo de una altura de 1.50 m.

Parámetros Sísmicos

Para la elaboración de la siguiente tabla se tomó como referencia los datos obtenidos en el modelamiento de la estructura con apoyo del Software ETABS basándose en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.030 – Diseño Sismorresistente.

Tabla 13: Parámetros Sísmicos

Parámetros Sísmicos		
Zona Sísmica	Z3	0.35
Tipo de Suelo	Intermedio	S2
Parámetros de Sitio	S	1.05
	Tp	0.60
	Tl	2.00
Factor de Uso	U	1.50
Período Fundamental	Tx	0.12
	Ty	0.12
Coeficiente de Amplificación Sísmica	Cx	2.50
	Cy	2.50
Coeficiente de Reducción	R	6.00
Irregularidades	lp	1.00
	la	1.00

Fuente: Elaboración propia – ETABS

Interpretación: En la tabla mostrada se detallan los parámetros sísmicos obtenidos por el software ETABS con un periodo fundamental para el eje “x” y para el eje “y” de 0.12; el coeficiente de amplificación sísmica tiene un valor de 2.50; como coeficiente de reducción se tiene un valor de 6.00 por último la irregularidad de planta y en altura es de 1.00.

Tabla 14: Fuerza Cortante Basal

Cortante en la Base (V)	
$V = \frac{ZUCS}{R} P$	73.83 Toneladas

Fuente: Elaboración propia – ETABS V.18

Interpretación: En la tabla mostrada se considera la resultante de la fuerza cortante basal obtenida mediante la fórmula también mostrada, el valor resultante fue de 73.83 toneladas, tomando como referencia para su obtención los valores establecidos en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

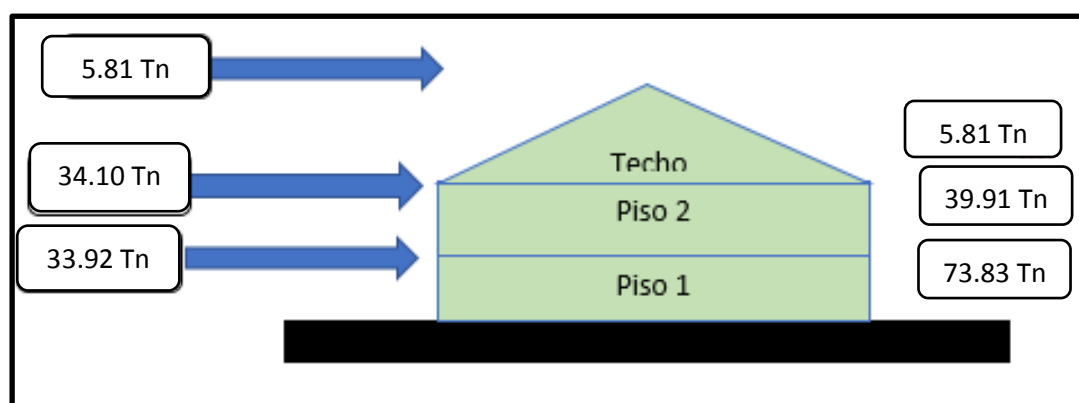
Tabla 15: Distribución de Fuerza Sísmica en Altura

Distribución de Fuerza en Altura						
Piso N°	Pi (Tn)	hi (m)	Pi x hi (Tn-m)	%	Fuerza Sísmica	Fuerza Cortante
1	186.92	2.80	523.37	0.46	33.92	73.83
2	94.12	5.60	526.06	0.46	34.10	39.91
Techo	12.82	7.10	89.72	0.08	5.81	5.81
Total	293.49	7.10	1,139.15	1.00	73.83	

Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la tabla se detalla la distribución de fuerza sísmica en altura en el a través del ETABS se obtuvo una fuerza sísmica para el piso 1 de 33.92tn, para el piso 2 de 34.10tn y para el techo de 5.81tn dando así una fuerza cortante de 73.83tn.

Figura N° 05: Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura



Fuente: Elaboración propia – ETABS

Interpretación: En la figura mostrada se observa lo detallado previamente en la tabla N°15 de la fuerza cortante sísmica equivalente a 73.83tn.

Desplazamiento máximo relativo de entrepiso

De acuerdo a lo establecido en la Norma E-030 – Diseño Sismorresistente establece que los máximos desplazamientos relativos de entrepiso se calculan realizando una multiplicación de $0.75 \cdot R$ a los valores que se obtienen del análisis lineal, de modo que se vuelvan los valores al rango inelástico.

Tabla 16: Desplazamiento Máximo Relativo de Entrepiso (Sin Reforzamiento)

Desplazamientos Relativos de entrepiso				
Piso N°	Pi (Tn)	hi (m)	Máximo Desplazamiento Eje X (m)	Máximo Desplazamiento Eje Y (m)
1	186.92	2.80	0.02935	0.02935
2	94.12	5.60		
Techo	12.82	7.10		

Fuente: Elaboración propia - ETABS

Interpretación: En la tabla se detalla para ambos pisos de la edificación los desplazamientos máximos relativos, teniendo para el caso del primer piso un valor de 0.02935 en el eje “x” y en el eje “y” un valor de 0.02935; en el caso del segundo piso se obtuvo para el eje “x” un valor de 0.02935 y para el eje “y” un valor de 0.02935.

Máxima Deriva de Entrepiso

Para este caso al igual que el caso anterior para el cálculo de las máximas derivas de entrepiso se multiplica $0.75 \cdot R$, como única variación se tiene que en este caso para el concreto armado no debe exceder un valor de 0.007.

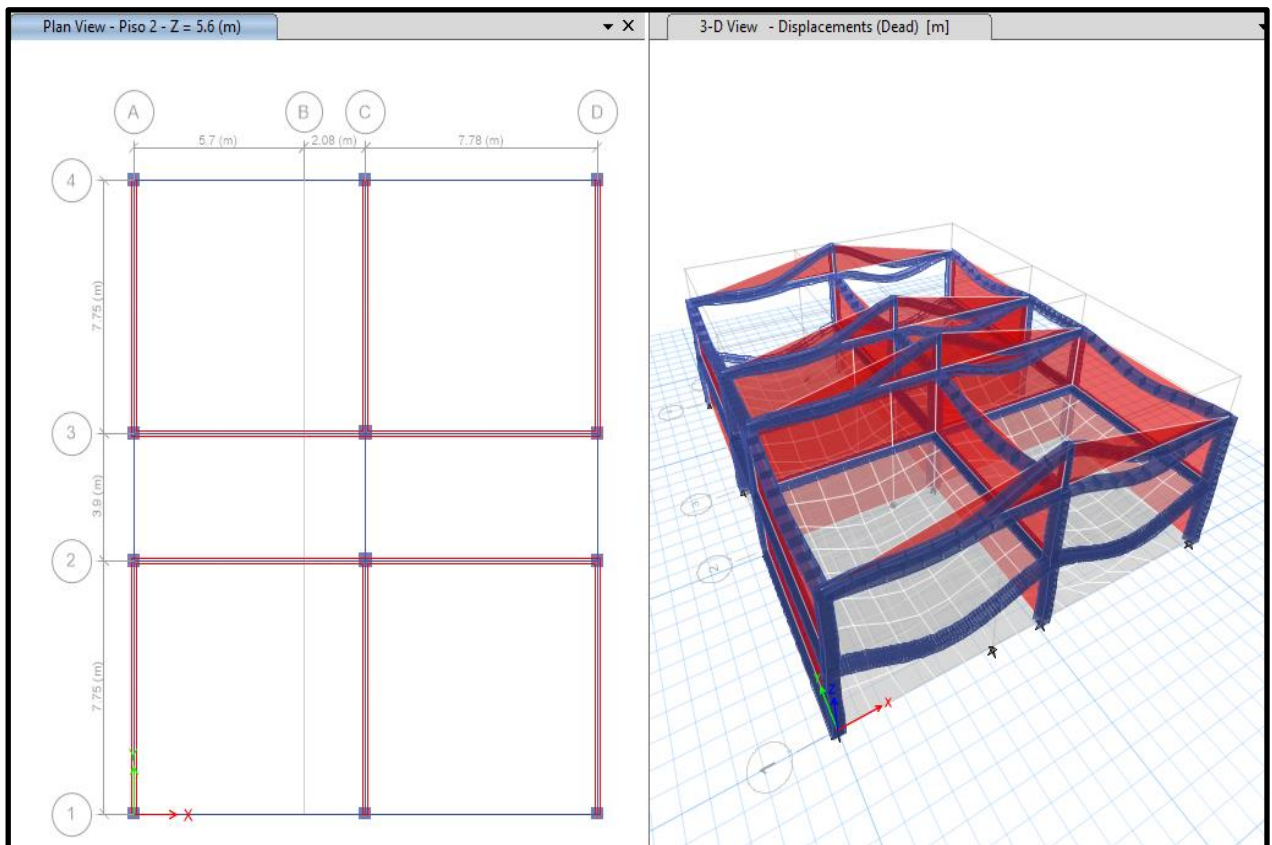
Tabla 17: Máxima Deriva de Entrepiso

Máxima Derivas de entre piso						
Piso N°	hi (m)	Drift X-X	Drift Y-Y	Norma E.030 (Menor que)	¿Cumple en Eje "X"?	¿Cumple en Eje "Y"?
1	2.80	0.00002	0.00000	< 0.007	Si Cumple	Si Cumple
2	5.60	0.01987	0.00753	< 0.007	No Cumple	No Cumple
Techo	7.10		0.0057	< 0.007		Si Cumple

Fuente: Elaboración Propia – ETABS

Interpretación: En la tabla mostrada se detalla las derivas de entrepiso resultantes del software ETABS conjuntamente con la Norma E.070, en la que se especifica que la máxima deriva de entrepiso no debe ser mayor a 0.007 en concreto armado; en ese caso se puede decir que de acuerdo a la evaluación sísmica sin refuerzo del pabellón C en el segundo piso para el eje “x” e “y” no cumple lo establecido, de tal modo que la edificación necesita de un reforzamiento estructural. Es por eso que se colocará el refuerzo desde el primer piso, al no cumplir el segundo nivel tanto en el eje x como en el eje y, para el que se optará por algún tipo de reforzamiento.

Figura N° 06: Deformada del Pabellón C - Sin Reforzamiento



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la figura mostrada se observa el resultado del modelamiento en el software ETABS de la edificación del pabellón C sin refuerzo.

4.4. **Para el tercer objetivo específico:** Realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios empleando los métodos de encamisado y muro de corte.

Propuesta N°1 para la estructura del Pabellón C – Reforzamiento de tipo Encamisado: Para identificar de manera inicial y realizar un análisis sísmico del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz estuvo basado en el estado inicial de la infraestructura del pabellón mediante el apoyo del software ETABS para el modelamiento así conocer su condición de respuesta ante un evento sísmico para posteriormente realizar la propuesta de mejora.

Tabla 18: Configuración y Cargas Aplicadas de acuerdo a la Norma E-020 - Cargas

Configuración Estructural		Cargas Aplicadas	
Sistema Estructural	Muros Estructurales	Peso Unitario del Concreto Armado	2 400.00 Kg/m ³
N° de pisos	2	Peso Unitario del Acero	7 850.00 Kg/m ³
Altura del 1er piso	2.80 m	Peso Unitario del Ladrillo	1 800.00 Kg/m ³
Altura del 2do piso	2.80 m	Peso de Acabados	100.00 Kg/m ²
Altura de Techo	1.50 m	Peso de Cobertura	9.00 Kg/m ²
Área techada	301.864 m	Peso de Tabiquería	100.00 Kg/m ²
Altura de Edificación	7.10 m	Sobrecarga de Azotea	120.00 Kg/m ²

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.020 – Cargas

Interpretación: En la tabla mostrada se detalla cómo es la configuración estructural para la edificación del pabellón C de la institución, en ella se especifica el número de pisos con el que cuenta el pabellón equivalente a 2, teniendo una altura de edificación por piso de 2.80m, con una altura de techo de 1.50m ; a su vez para las cargas aplicadas a la estructura se tomó como referencia lo establecido en la RNE E.020 – Cargas en el que especifica el peso unitario de los materiales, como el peso de acabados, cobertura, tabiquería y la sobrecarga de azotea.

Peso de la Edificación

El peso para la Edificación del Pabellón C se obtuvo de acuerdo a lo establecido en la Norma E.020 – Cargas, el que establece el peso para la carga viva, carga muerta y demás especificados en la siguiente tabla:

Tabla 19: Peso de la Edificación

Peso del Edificio						
N° de Pisos	Peso propio (Toneladas)	Peso Acabados (Toneladas)	Peso Tabiquería (Toneladas)	Carga Muerta (CM)	Carga Viva (CV)	Total (Toneladas)
1	41.92	40.80	36.90	48	25	192.62
2	20.02	19.92	18.64	24	14	96.58
Techo	1.2	-	5	3.40	3	12.60
Total	63.14	60.72	60.54	75.40	42	301.79

Fuente: Norma E.020 – Cargas

Interpretación: Para el peso de la Edificación que fue resultante de un metrado de cargas se obtuvo un total de 301.79 toneladas divididas entre el primer piso que tuvo una carga de 192.62 toneladas, el segundo piso de 96.58 toneladas y el techo con 12.60 toneladas.

Peso Sísmico del Edificio

El peso sísmico requerido sin refuerzo para la Edificación del Pabellón C se obtuvo de acuerdo a lo establecido en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, el que establece que a la carga total se le adicione un porcentaje de la carga muerta y viva en el primer nivel, para el segundo nivel un porcentaje de carga viva y sobrecarga, determinados en la siguiente tabla:

Tabla 20: Peso Sísmico del Edificio

Peso Sísmico del Edificio				
N°	100% de Carga Muerta (CM)	50% de Carga Viva (CV)	25% de Carga Viva (CV)	Total
1	48	12.5	-	60.5
2	-	7	3.5	10.5
Total	48	19.5	3.5	71

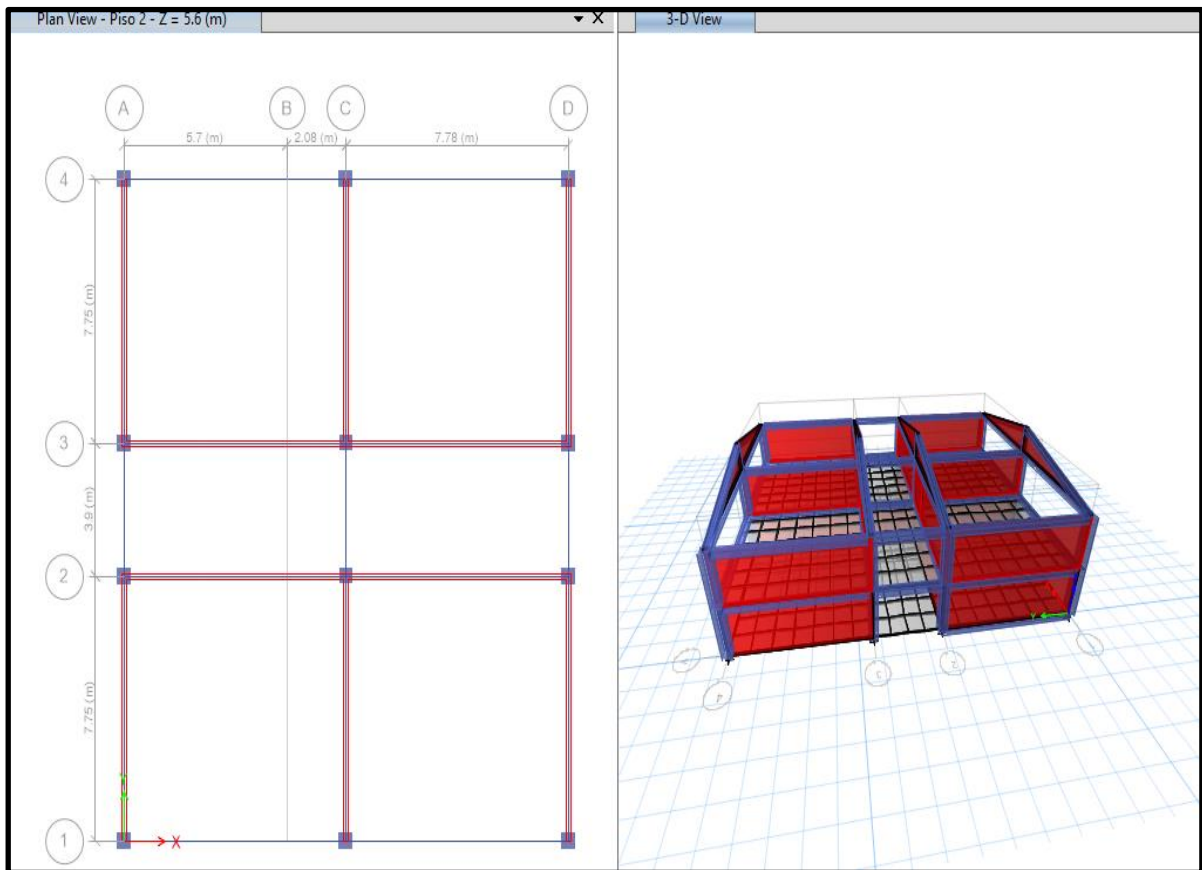
Fuente: Norma E.030 – Diseño Sismorresistente

Interpretación: En la tabla anterior se detalla el peso sísmico con el que cuenta la edificación, siendo una resultante de lo establecido por la Norma, en la que hace mención que para el caso del primer piso se aplicó el 100% de la Carga Muerta + el 50% de la Carga viva, mientras que para el segundo piso se consideró el 50% de la Carga Viva + el 25% de la Carga Viva, teniendo así un total de 71.00 toneladas.

Modelamiento de la Edificación en el Software ETABS

Para la elaboración de la siguiente tabla se tomó como referencia los datos obtenidos en el modelamiento de la estructura con apoyo del Software ETABS basándose en la Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.030 – Diseño Sismorresistente.

Figura N° 07: Modelamiento de la Edificación - Encamisado



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la figura mostrada se visualiza el modelado con el reforzamiento del tipo encamisado en el que se ensanchó las columnas a unos 10cm adicionales.

Tabla 21: Parámetros Sísmicos

Parámetros Sísmicos		
Zona Sísmica	Z3	0.35
Tipo de Suelo	Intermedio	S2
Parámetros de Sitio	S	1.05
	Tp	0.60
	Tl	2.00
Factor de Uso	U	1.50
Período Fundamental	Tx	0.09
	Ty	0.09
Coeficiente de Amplificación Sísmica	Cx	2.50
	Cy	2.50
Coeficiente de Reducción	R	6.00
Irregularidades	lp	1.00
	la	1.00

Fuente: Elaboración propia – ETABS

Interpretación: En la tabla mostrada se detallan los parámetros sísmicos obtenidos por el software ETABS con un periodo fundamental para el eje “x” de 0.028 Y para el eje “y” de 0.018; el coeficiente de amplificación sísmica tiene un valor de 2.50; como coeficiente de reducción se tiene un valor de 6.00 por último la irregularidad de planta y en altura es de 1.00.

Tabla 22: Fuerza Cortante Basal

Cortante en la Base (V)	
$V = \frac{ZUCS}{R} P$	75.92 Toneladas

Fuente: Elaboración propia – ETABS V.18

Interpretación: En la tabla mostrada se considera la resultante de la fuerza cortante basal obtenida mediante la fórmula también mostrada, el valor resultante fue de 75.92 toneladas, tomando como referencia para su obtención los valores establecidos en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

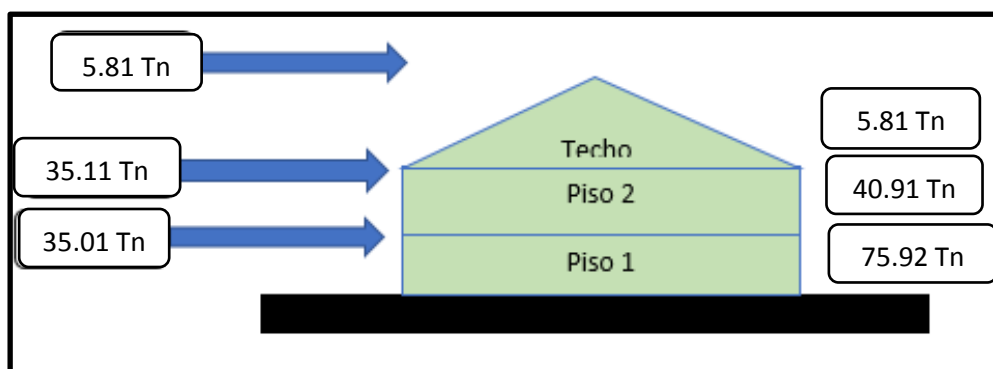
Tabla 23: Distribución de Fuerza Sísmica en Altura

Distribución de Fuerza en Altura						
Piso N°	Pi (Tn)	hi (m)	Pi x hi (Tn-m)	%	Fuerza Sísmica	Fuerza Cortante
1	192.62	2.80	539.34	0.46	35.01	75.92
2	96.58	5.60	540.83	0.46	35.11	40.91
Techo	12.60	7.10	89.43	0.08	5.81	5.81
Total	301.79	7.10	1,169.60	1.00	75.92	

Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la tabla se detalla la distribución de fuerza sísmica en altura en el a través del ETABS se obtuvo una fuerza sísmica para el piso 1 de 35.01tn, para el piso 2 de 35.11tn y para el techo de 5.81tn dando así una fuerza cortante de 75.92tn.

Figura N° 08: Distribución de la fuerza Sísmica en Altura



Fuente: Elaboración Propia – ETABS V.18

Interpretación: En la figura mostrada se observa lo detallado previamente en la tabla N°23 de la fuerza cortante sísmica equivalente a 75.92tn.

Desplazamiento máximo relativo de entrepiso

De acuerdo a lo establecido en la Norma E-030 – Diseño Sismorresistente establece que los máximos desplazamientos relativos de entrepiso se calculan realizando una multiplicación de $0.75 \cdot R$ a los valores que se obtienen del análisis lineal, de modo que se vuelvan los valores al rango inelástico.

Tabla 24: Desplazamiento Máximo Relativo de Entrepiso (Reforzamiento de Tipo Encamisado)

Desplazamientos Relativos de entrepiso				
Piso N°	Pi (Tn)	hi (m)	Máximo Desplazamiento Eje X (m)	Máximo Desplazamiento Eje Y (m)
1	192.62	2.80	0.030179	0.030179
2	96.58	5.60		
Techo	12.60	7.10		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla se detalla para ambos pisos de la edificación los desplazamientos máximos relativos, teniendo para el caso del primer piso un valor de 0.03179 en el eje “x” y en el eje “y” un valor de 0.03179; en el caso del segundo piso se obtuvo para el eje “x” un valor de 0.03179 y para el eje “y” un valor de 0.03179.

Máxima Deriva de Entrepiso

Para este caso al igual que el caso anterior para el cálculo de las máximas derivas de entrepiso se multiplica $0.75 \cdot R$, como única variación se tiene que en este caso para el concreto armado no debe exceder un valor de 0.007.

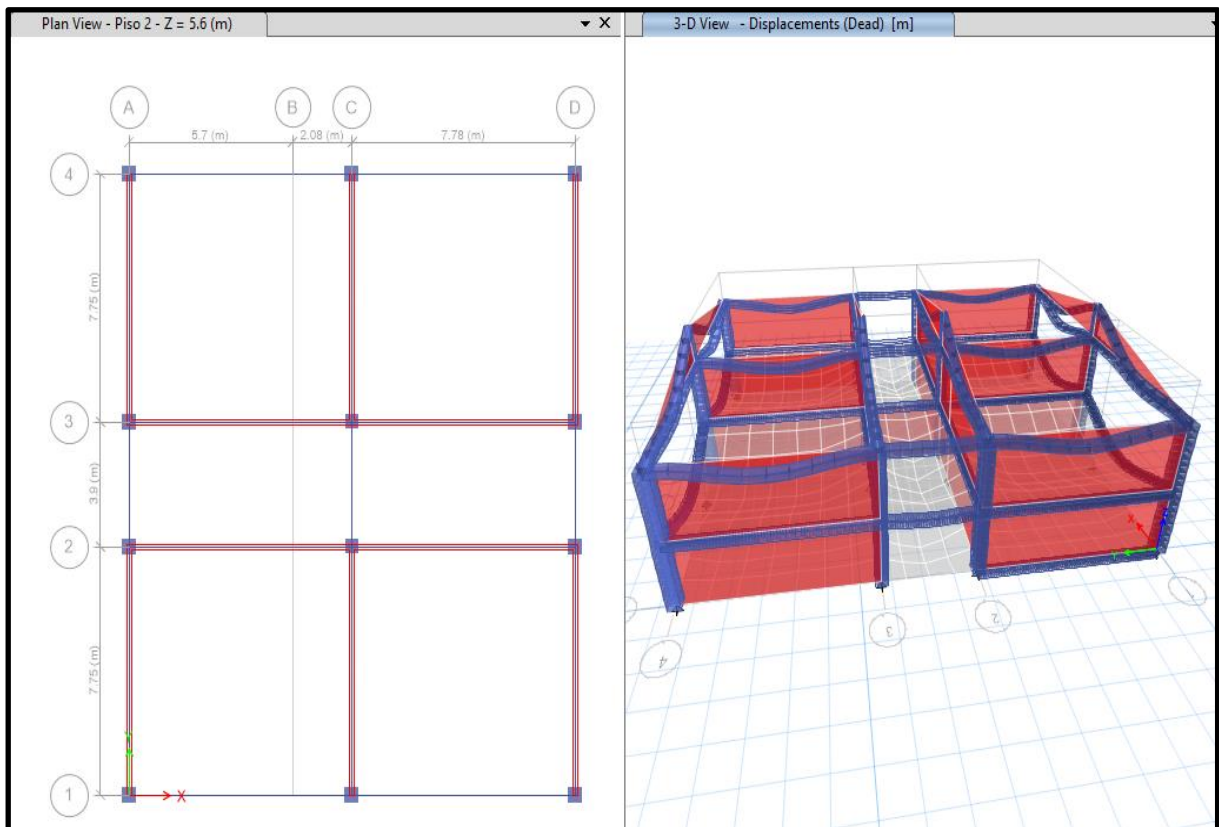
Tabla 25: Máxima Deriva de Entrepiso

Máxima Derivas de entre piso						
Piso N°	hi (m)	Drift X-X	Drift Y-Y	Norma E.030 (Menor que)	¿Cumple en Eje "X"?	¿Cumple en Eje "Y"?
1	2.80	0.000002	0.000000	< 0.007	Si Cumple	Si Cumple
2	5.60	0.001242	0.000759	< 0.007	Si Cumple	Si Cumple
Techo	7.10	-	0.000505	< 0.007		Si Cumple

Fuente: Elaboración propia – ETABS V.18

Interpretación: En la tabla mostrada se detalla las derivas de entrepiso resultantes del software ETABS conjuntamente con la Norma E.070, en la que se especifica que la máxima deriva de entrepiso no debe ser mayor a 0.007 en concreto armado; en ese caso se puede decir que de acuerdo a la evaluación sísmica con el reforzamiento del encamisado del pabellón C cumple favorablemente para ambos niveles, teniendo para el primer nivel en el eje “x” un valor de 0.000002, para el eje “y” de 0.000000, en el segundo nivel para el eje “x” un valor de 0.001242 y para el eje “y” de 0.000759 resultando ser una buena opción para la propuesta de mejora.

Figura N° 09: Deformada del Pabellón C – Encamisado



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la figura se puede observar la deformada que se presenta posterior al modelado con el método de encamisado que consiste en aumentar el área de la columna para el que se le adicionó un total de 10cm de espesor a las columnas externas de 0.40cm x 0.40cm.

Propuesta N°02 para la estructura del Pabellón C – Reforzamiento con Muro de Corte: Para identificar de manera inicial y realizar un análisis sísmico del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz estuvo basado en el estado inicial de la infraestructura del pabellón mediante el apoyo del software ETABS para el modelamiento así conocer su condición de respuesta ante un evento sísmico para posteriormente realizar la propuesta de mejora.

Tabla 26: Configuración y Cargas Aplicadas de acuerdo a la Norma E-020 - Cargas

Configuración Estructural		Cargas Aplicadas	
Sistema Estructural	Muros Estructurales	Peso Unitario del Concreto Armado	2 400.00 Kg/m3
N° de pisos	2	Peso Unitario del Acero	7 850.00 Kg/m3
Altura del 1er piso	2.80 m	Peso Unitario del Ladrillo	1 800.00 Kg/m3
Altura del 2do piso	2.80 m	Peso de Acabados	100.00 Kg/m2
Altura de Techo	1.50 m	Peso de Cobertura	9.00 Kg/m2
Área techada	301.864 m	Peso de Tabiquería	100.00 Kg/m2
Altura de Edificación	7.10 m	Sobrecarga de Azotea	120.00 Kg/m2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.020 – Cargas

Interpretación: En la tabla mostrada se detalla cómo es la configuración estructural para la edificación del pabellón C de la institución, en ella se especifica el número de pisos con el que cuenta el pabellón equivalente a 2, teniendo una altura de edificación por piso de 2.80m, con una altura de techo de 1.50m ; a su vez para las cargas aplicadas a la estructura se tomó como referencia lo establecido en la RNE E.020 – Cargas en el que especifica el peso unitario de los materiales, como el peso de acabados, cobertura, tabiquería y la sobrecarga de azotea.

Peso de la Edificación

El peso para la Edificación del Pabellón C se obtuvo de acuerdo a lo establecido en la Norma E.020 – Cargas, el que establece el peso para la carga viva, carga muerta y demás especificados en la siguiente tabla:

Tabla 27: Peso de la Edificación

Peso del Edificio						
N° de Pisos	Peso propio (Toneladas)	Peso Acabados (Toneladas)	Peso Tabiquería (Toneladas)	Carga Muerta (CM)	Carga Viva (CV)	Total (Toneladas)
1	36.85	36.54	32.66	48	25	179.05
2	18.81	18.75	18.60	20	12	88.16
Techo	1.2	-	5.02	3.42	3	12.64
Total	56.86	55.29	56.28	71.42	40	279.84

Fuente: Norma E.020 – Cargas

Interpretación: Interpretación: Para el peso de la Edificación que fue resultante de un metrado de cargas se obtuvo un total de 279.84 toneladas divididas entre el primer piso que tuvo una carga de 179.05 toneladas, el segundo piso de 88.16 toneladas y el techo con 12.64 toneladas.

Peso Sísmico del Edificio

El peso sísmico requerido sin refuerzo para la Edificación del Pabellón C se obtuvo de acuerdo a lo establecido en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente, el que establece que a la carga total se le adicione un porcentaje de la carga muerta y viva en el primer nivel, para el segundo nivel un porcentaje de carga viva y sobrecarga, determinados en la siguiente tabla:

Tabla 28: Peso Sísmico del Edificio

Peso Sísmico del Edificio				
N°	100% de Carga Muerta (CM)	50% de Carga Viva (CV)	25% de Carga Viva (CV)	Total
1	48	12.5	-	60.5
2	-	6	3	9
Total	48	18.5	3	69.5

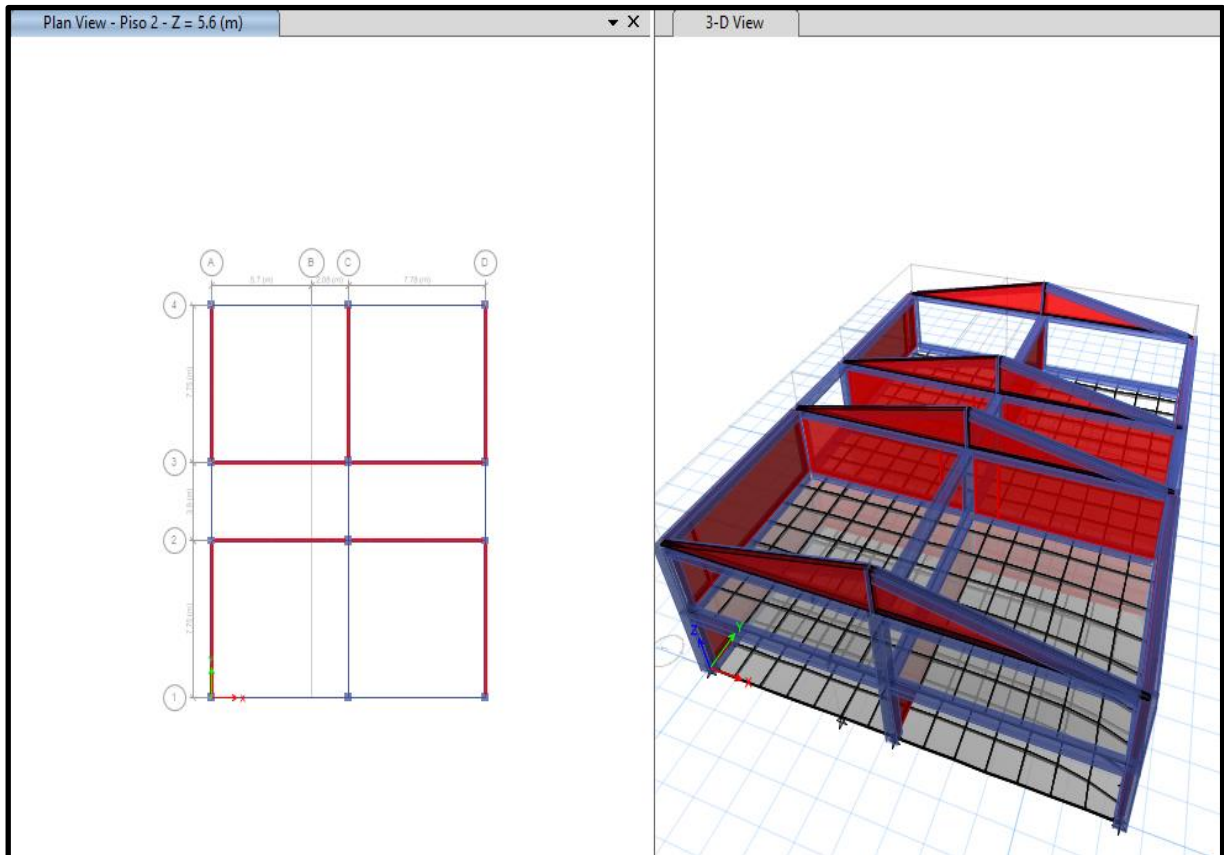
Fuente: Norma E.030 – Diseño Sismorresistente

Interpretación: En la tabla anterior se detalla el peso sísmico con el que cuenta la edificación, siendo una resultante de lo establecido por la Norma, en la que hace mención que para el caso del primer piso se aplicó el 100% de la Carga Muerta + el 50% de la Carga viva, mientras que para el segundo piso se consideró el 50% de la Carga Viva + el 25% de la Carga Viva, teniendo así un total de 69.50 toneladas.

Modelamiento de la Edificación en el Software ETABS

Para la elaboración de la siguiente tabla se tomó como referencia los datos obtenidos en el modelamiento de la estructura con apoyo del Software ETABS basándose en la Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.030 – Diseño Sismorresistente.

Figura N° 10: Modelamiento de la Edificación - Muro de Corte



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la figura mostrada se visualiza el modelado con el reforzamiento del tipo muro de corte en el que se adicionó placas a los muros de un espesor de 0.15m adicionales.

Tabla 29: Parámetros Sísmicos

Parámetros Sísmicos		
Zona Sísmica	Z3	0.35
Tipo de Suelo	Intermedio	S2
Parámetros de Sitio	S	1.05
	Tp	0.60
	Tl	2.00
Factor de Uso	U	1.50
Período Fundamental	Tx	0.12
	Ty	0.12
Coeficiente de Amplificación Sísmica	Cx	2.50
	Cy	2.50
Coeficiente de Reducción	R	6.00
Irregularidades	lp	1.00
	la	1.00

Fuente: Elaboración propia – ETABS

Interpretación: En la tabla mostrada se detallan los parámetros sísmicos obtenidos por el software ETABS con un periodo fundamental para el eje “x” de 0.12 Y para el eje “y” de 0.12; el coeficiente de amplificación sísmica tiene un valor de 2.50; como coeficiente de reducción se tiene un valor de 6.00 por último la irregularidad de planta y en altura es de 1.00.

Tabla 30: Fuerza Cortante Basal

Cortante en la Base (V)	
$V = \frac{ZUCS}{R} P$	70.40 Toneladas

Fuente: Elaboración propia – ETABS

Interpretación: En la tabla mostrada se considera la resultante de la fuerza cortante basal obtenida mediante la fórmula también mostrada, el valor resultante fue de 70.40 toneladas, tomando como referencia para su obtención los valores establecidos en la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

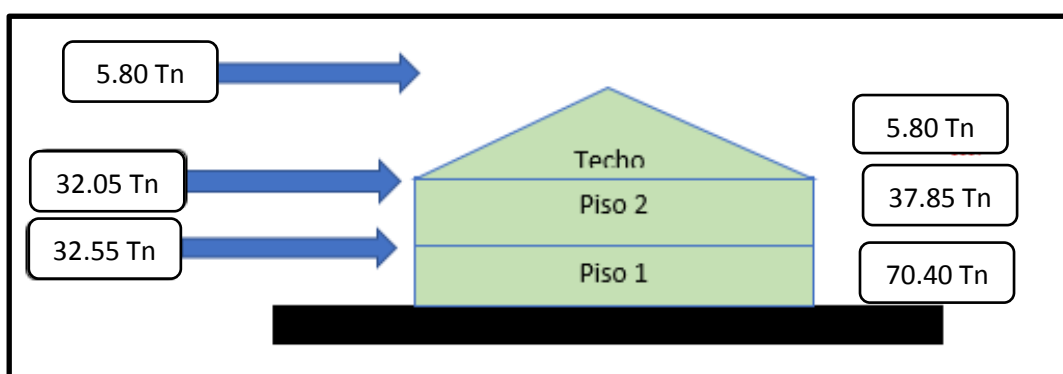
Tabla 31: Distribución de Fuerza Sísmica en Altura

Distribución de Fuerza en Altura						
Piso N°	Pi (Tn)	hi (m)	Pi x hi (Tn-m)	%	Fuerza Sísmica	Fuerza Cortante
1	179.05	2.80	510.28	0.46	32.55	70.40
2	88.16	5.60	502.50	0.46	32.05	37.85
Techo	12.64	7.10	90.98	0.08	5.80	5.80
Total	376.344	7.10	1,103.76	1.00	70.40	

Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la tabla se detalla la distribución de fuerza sísmica en altura en el a través del ETABS se obtuvo una fuerza sísmica para el piso 1 de 32.55tn, para el piso 2 de 32.05tn y para el techo de 5.80tn dando así una fuerza cortante de 70.40tn.

Figura N° 11: Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura



Interpretación: En la figura mostrada se observa lo detallado previamente en la tabla N°23 de la fuerza cortante sísmica equivalente a 70.40tn.

Desplazamiento máximo relativo de entrepiso

De acuerdo a lo establecido en la Norma E-030 – Diseño Sismorresistente establece que los máximos desplazamientos relativos de entrepiso se calculan realizando una multiplicación de 0.75*R a los valores que se obtienen del análisis lineal, de modo que se vuelvan los valores al rango inelástico.

Tabla 32: Desplazamiento Máximo Relativo de Entrepiso (Reforzamiento con Muros de Corte)

Desplazamientos Relativos de entrepiso				
Piso N°	Pi (Tn)	hi (m)	Máximo Desplazamiento Eje X (m)	Máximo Desplazamiento Eje Y (m)
1	179.05	2.80	0.027984	0.027984
2	88.16	5.60		
Techo	12.64	7.10		

Fuente: Elaboración propia – ETABS V.18

Interpretación: En la tabla se detalla para ambos pisos de la edificación los desplazamientos máximos relativos, teniendo para el caso del primer piso un valor de 0.027984 en el eje “x” y en el eje “y” un valor de 0.027984; en el caso del segundo piso se obtuvo para el eje “x” un valor de 0.027984 y para el eje “y” un valor de 0.027984.

Máxima Deriva de Entrepiso

Para este caso al igual que el caso anterior para el cálculo de las máximas derivas de entrepiso se multiplica $0.75 \cdot R$, como única variación se tiene que en este caso para el concreto armado no debe exceder un valor de 0.007.

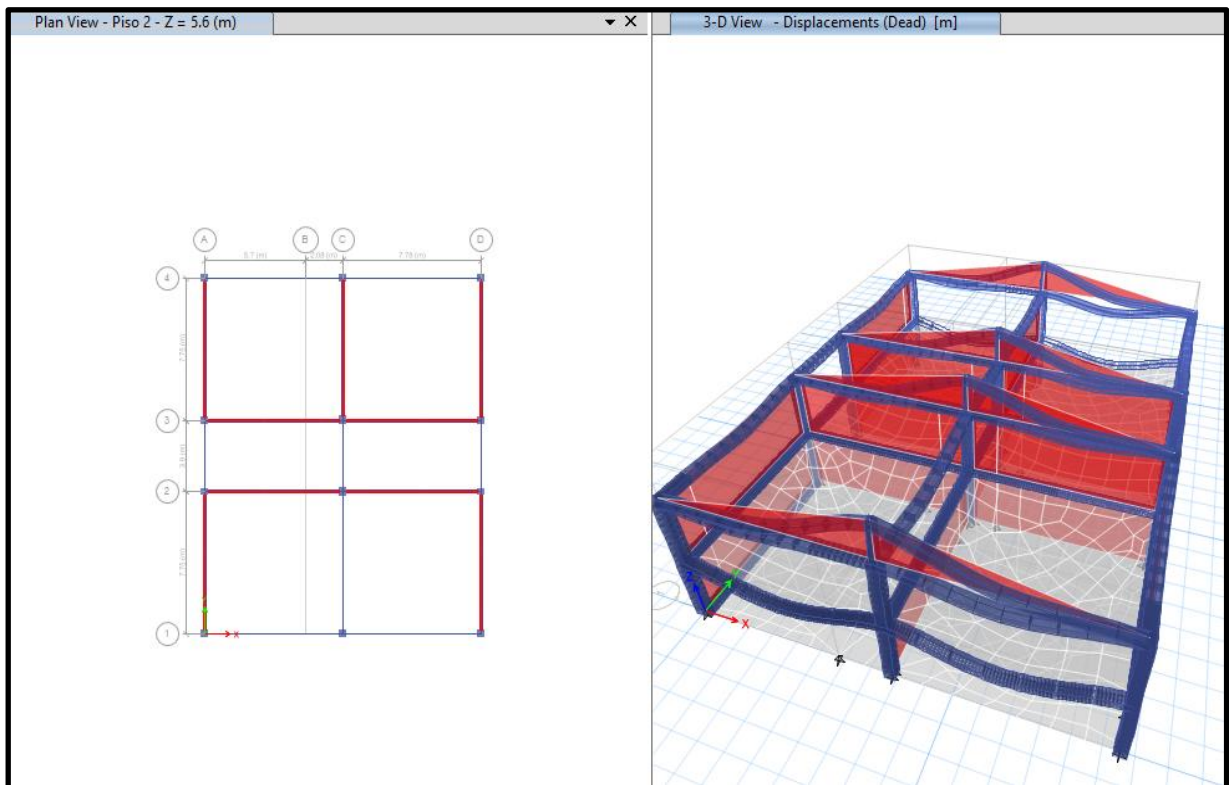
Tabla 33: Máxima Deriva de Entrepiso

Máxima Derivas de entre piso						
Piso N°	hi (m)	Drift X-X	Drift Y-Y	Norma E.030 (Menor que)	¿Cumple en Eje "X"?	¿Cumple en Eje "Y"?
1	2.80	0.000002	0.000000	< 0.007	Si Cumple	Si Cumple
2	5.60	0.002138	0.000316	< 0.007	Si Cumple	Si Cumple
Techo	7.10	-	0.003041	< 0.007		Si Cumple

Fuente: Elaboración propia – ETABS V.18

Interpretación: En la tabla mostrada se detalla las derivas de entrepiso resultantes del software ETABS conjuntamente con la Norma E.070, en la que se especifica que la máxima deriva de entrepiso no debe ser mayor a 0.007 en concreto armado; en ese caso se puede decir que de acuerdo a la evaluación sísmica con el reforzamiento del encamisado del pabellón C cumple favorablemente para ambos niveles, teniendo para el primer nivel en el eje “x” un valor de 0.000002, para el eje “y” de 0.000000, en el segundo nivel para el eje “x” un valor de 0.002138 y para el eje “y” de 0.003041 resultando también ser una buena opción para la propuesta de mejora.

Figura N° 12: Deformada del Pabellón C - Muro de Corte



Fuente: ETABS V.18

Interpretación: En la figura se puede observar la deformada producida por el pabellón C posterior al reforzamiento por el muro de corte que se le adicionó un muro de 0.15m de espesor.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: (De la Cruz, Muñoz y Marín, 2021), en su artículo indicó que a través de la evaluación del método Hirosawa para el colegio José María Arguedas para el piso 3 y 2 no presentan vulnerabilidad sísmica al tener el índice de resistencia mayor al índice de demanda sísmica tanto en el eje “x” como en el eje “y”, para el caso del piso 1 el índice de demanda sísmica (Iso) con un valor de 0.28 en el eje “x”, en el eje “y” de 0.74, resulta ser mayor al índice de resistencia (Is) teniendo un valor de 0.25 en el eje “x”, para el eje “y” un valor de 0.70; mientras que en los resultados obtenidos para la evaluación de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios la edificación del pabellón C tanto en el piso 1 como en el piso 2 el índice de demanda sísmica (Iso) con un valor de 0.33 resulta mayor al índice de resistencia (Is) que tiene un valor de 0.32; por lo tanto se puede decir que para el caso del colegio José María Arguedas la edificación resulta insegura en el piso 1 ya que los pisos 2 y 3 sí cumplen con lo establecido por el Método de Hirosawa, pero para el caso de la Institución Educativa Simón Bolívar en ambos pisos no se cumple teniendo una vulnerabilidad sísmica. De acuerdo a lo establecido en el método de Hirosawa para que una edificación sea insegura se debe cumplir que $Is < Iso$, en ambos casos se cumple esa condición, por ende, la edificación para ambos casos resulta insegura.

Discusión 2: Morocho et. al, (2022) de acuerdo a su revista científica realizaron un estudio sobre la vulnerabilidad sísmica evaluando la Universidad Técnica de Machala con el empleo del software ETABS para los que obtuvo un desplazamiento máximo de 3 y 5 centímetros respectivamente deduciendo que ante un evento sísmico de mediana magnitud esos desplazamientos encontrados no representarían algún riesgo para la edificación; mientras que para el pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios los desplazamientos máximos obtenidos fueron de 0.02935 representando para la edificación en el primer piso un riesgo leve pero que se debe plantear una mejora para prevenir riesgos futuros.

Discusión 3: Córdoba et. al, (2021) en su tesis determinaron que al evaluar la I.E. Julio C. Tello y proponer el método de encamisado, incrementaron el área en la sección transversal para la columna C-2 de 3250cm² a 6750cm², representando un adicionamiento del 28%, de tal modo lograr que cumpla con lo establecido en la norma E060, así la edificación resulte segura ante eventos sísmicos, mientras que en lo evaluado para la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios debido a que la edificación del pabellón C sin reforzamiento resultaba insegura se propuso el método de encamisado de igual modo al anterior caso se incrementó el área a la sección de la columna C-1 incrementándolo de 0.40cm x 0.40cm a 0.50cm x 0.50cm, de ese modo también se consiguió que la edificación del pabellón C logre una mejor resistencia ante un evento sísmico; finalmente se determina que para el colegio Julio C. Tello como para el pabellón C de la Institución Educativa Simón Bolívar el método de encamisado resulta ser una buena alternativa que brinda seguridad a la edificación cumpliendo con los parámetros de la norma E.030 diseño sismorresistente luego de realizar el análisis sísmico en el software ETABS.

VI. CONCLUSIONES

Luego de realizada la evaluación inicial de la edificación por el método de Hirosawa, se determinó que la edificación es vulnerable ante un evento sísmico, obteniéndose un Índice de Resistencia (I_s), cuyo valor de 0.32 es menor al Índice de Demanda Sísmica (I_{so}), cuyo valor es de 0.3 y según lo establecido en los lineamientos del método al ser I_{so} mayor al I_s la edificación del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios necesita de un refuerzo estructural.

Se determinó que la edificación del pabellón C de la I.E. Simón Bolívar Palacios analizado sísmicamente sin reforzamiento no cumple con lo establecido para la Norma E.030 en cuanto a la deriva máxima de entrepiso, ya que el de acuerdo a la norma la deriva máxima de entrepiso para ser una edificación segura debe ser mayor a 0.007, pero, para la evaluación los datos obtenidos fueron en el primer piso para el eje "x" 0.00002, para el eje "y" 0.00000; para el segundo piso en el eje "x" 0.01987 y el eje "y" 0.00753, por ende la edificación es vulnerable ante un evento sísmico en el primer nivel, necesitando una mejora por ser una edificación con más de 50 años de antigüedad.

Luego de realizada la evaluación sin reforzamiento se planteó como propuesta 1 el método de encamisado para las columnas C-1 del pabellón C de la Institución Educativa Simón Bolívar, en el método se adicionó el área de la columna de 0.40cm x 0.40cm a 0.50cm x 0.50cm para ser evaluado mediante el software Etabs y disminuir el riesgo sísmico del pabellón, para el que resultó favorable al tener en el piso 1 para el eje "x" un valor de 0.000002, para el eje "y" de 0.000000, como para el piso 2 en el eje "x" un valor de 0.001242, para el eje "y" de 0.000505 siendo estos valores menores al establecido en la norma E.030 equivalente a 0.007

Como método 2 se propuso el método de muro de corte se propuso adicionarle placas de 0.15cm de espesor a los muros, para los que también fueron evaluados por el software Etabs, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma E.030 con un desplazamiento de 0.027984 para el eje "x" como para el eje "y", cumpliendo también con las máximas derivas de entrepiso resultando ser menor a 0.007.

Finalmente, tras ser evaluado ambos métodos se llegó a la conclusión que como mejor propuesta se consideró al método de encamisado ya que aporta una mejor estabilidad y resistencia a la edificación del pabellón C a su vez presenta una menor deriva tanto para el primer y segundo piso como para el techo, siendo que de acuerdo a lo establecido por la norma E.030 la máxima deriva de entrepiso debe ser < 0.007 .

VII. RECOMENDACIONES

Primero: Se recomienda realizar más investigaciones de la línea de investigación sísmico estructural principalmente realizar estudios del método de encamisado y muro de corte con la finalidad de brindar reforzamiento a las edificaciones que presenten vulnerabilidad sísmica así detectar de manera temprana las deficiencias y poder brindar un método adecuado de reforzamiento.

Segundo: Se recomienda a las autoridades educativas tener en cuenta las investigaciones realizadas en cuanto a evaluación sismorresistente, puesto que si se detecta a tiempo alguna falla a la edificación se tomaría en cuenta soluciones más precisas evitando daños tanto a la edificación como a la población estudiantil, ya que las autoridades son los encargados de velar por el bienestar de los educandos.

Tercero: Se recomienda a las autoridades de la universidad brindarles más apoyo a los estudiantes al realizar sus estudios de investigación, a su vez implementar más el uso de las normas de diseño tales como la norma E.030, E.020, entre otras para reforzar más sus conocimientos adquiridos al culminar la carrera universitaria.

Cuarto: Se recomienda que el estado continúe invirtiendo en las mejoras de las instituciones educativas puesto que en ellas se alberga una población estudiantil, la que con su desarrollo favorece al progreso como sociedad y mejora así la calidad de infraestructuras para la población estudiantil.

REFERENCIAS

Agurto, Cuzca Ricardo. 2021. *Propuesta de reforzamiento estructural para reducir la vulnerabilidad sísmica de la I.E. N° 88119 del Centro Poblado Carrizal, Casma 2020.* Nuevo Chimbote : Universidad César Vallejo, 2021.

Analysis of seismic design criteria of Santo Domingo Church, a Colonial Heritage of Santiago, Chile. **Jorquera, Natalia, Ruiz, Jonathan y Torres, Claudia. 2017.** Santiago : Universidad de Chile, 2017. DOI: 10.7764/RDLC.16.3.388.

Andrade, Jose Antonio, y otros. 2016. *INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN RÁPIDA DE ESTRUCTURAS POST-EVENTO SÍSMICO.* QUITO : IMPRENTA ACTIVA, 2016. ISBN: 978-9942-951-44-1.

Andrés, Lopez Oscar. 2014. *Guía para la evaluación de edificaciones existentes con fines de decuación sísmica.* Caracas : CAF-Banco de Desarrollo de América Latina, 2014. ISBN: 978-980-7644--78-5.

Arias, Gonzáles José Luis y Covinos, Gallardo Mitsuo. 2021. *Diseño y metodología de la investigación.* Arequipa : Enfoques Consulting EIRL, 2021. ISBN: 978-612-48444-2-3.

Bhavikatti, S S. 2019. *Basic Civil Engineering.* London : New Age International, 2019. ISBN: 978-81-224-5817-6.

Burga, Veliz Ysaac Jesus y Rivera, Arenas William David. 2021. *Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo, 2019.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2021.

Camarena, Gutiérrez Isabel Ashley y Fernández, Cañete Alejandro. 2021. *Evaluación y diseño estructural del pabellón C del colegio N°125 Ricardo Palma, San Juan de Lurigancho - Lima 2021.* Lima : Universidad César Vallejo, 2021.

Carranza, Ruiz Johan Santiago y Calderon, Correa Edgardo Jesús Miguel. 2015. *Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). 2017. *Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos.* Lima : CENEPRED, 2017.

Concytec, renacyt. 2018. *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - reglamento Renacyt.* Lima : Renacyt, 2018.

Córdoba, Sánchez Kelly Sthefany, y otros. 2021. *Análisis y diseño de dos propuestas de reforzamiento para columnas y vigas de la I.E. Julio Cesar Tello en Ica-Pisco.* Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2021.

Diario El Peruano, diario oficial del bicentenario. 2021. *Evalúan colegios afectados por sismo. El Peruano . 2021.*

E.030, Norma Técnica. 2019. *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.* Lima : Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2019.

Estudo da influência da configuração estrutural na resposta sísmica de uma estrutura de concreto armado. **Peña, L. A. P. y De Carvalho, G. N. D. 2015.** 6, Brasilia : Revista Ibracon de estruturas e materiais, 2015, Vol. 8. ISSN: 1983-4195.

Evaluación del índice de daño mediante hirosawa para determinar la vulnerabilidad sísmica en los Centros Educativos en La Victoria, Chiclayo. **De la Cruz Diaz, Daiana Rossmery, Muñoz Pérez, Sócrates Pedro y Marín Bardales, Noé Humberto. 2021.** 1, Chiclayo : Universidad Señor de Sipán, 2021, Vol. 5. ISSN: 2708-9010.

Hernández, Escobar Arturo Andrés, y otros. 2018. *Metodología de la investigación científica.* Portoviejo : Área de innovación y desarrollo, S.L., 2018. ISBN: 978-84-948257-0-5.

Instituto Nacional de Defensa Civil, Indeci. 2002. *Mapa de peligros de la ciudad de Huaraz y sus áreas de expansión.* Huaraz : Indeci, 2002.

Izaguirre, Velasquez Hieraldin Hieri y Polinario, Melgarejo Edwin Ediber. 2020. *Evaluación estructural con diseño sísmico de la I.E. Virgen del Carmen, Chimbote - Ancash 2020.* Chimbote : Universidad César Vallejo, 2020.

León, Saavedra Rafael Antonio. 2019. *Reforzamiento estructural para reducir la vulnerabilidad sísmica del pabellón B de la IEP Sr. de la Ascensión, Manchay, Lima, 2019.* Lima : Universidad César Vallejo, 2019.

López, Manzano Carlos Antonio, Pérez, Alfaro Carlos Roberto y Solórzano, Navarro Luis Adán. 2017. *Aplicación de la metodología de evaluación estructural por desempeño sísmico para la evaluación del ala norte del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador.* San Salvador : Universidad de El Salvador, 2017.

Ministerio de educación, PRONIED. 2020. *Norma Técnica "Disposiciones para la ejecución del programa de mantenimiento de locales educativos 2020".* Lima : Ministerio de Educación, 2020.

Ministerio de educación, Pronied. 2018. *Norma Técnica de Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa.* Lima : Ministerio de Educación, 2018.

Nadim, Hassoun M. y Al-Manaseer, Akthem. 2015. *Structural Concrete, Theory and desing.* New Jersey : Wiley, 2015. ISBN: 978-1-118-76781-8.

Norma E.031. 2020. *Aislamiento sísmico.* Lima : Sencico, 2020. ISBN: 978-612-48427-1-9.

Norma E.050. 2020. *Suelos y cimentaciones.* Lima : Sencico, 2020. ISBN: 978-612-48427-3-3.

Parrales, Cantos Glider Nunilo, y otros. 2018. *Conservación de edificaciones.* Portoviejo : Área de innovación y desarrollo, 2018. ISBN: 978-84-948257-8-1.

Pinedo, Cruz Denis Frans y Ramirez, Manrique Wilian Mateo. 2018. *Evaluacion estructural de la Institución Educativa pública Ricardo Palma, distrito de Acopampa, Ancash basado en la norma E-030, 2018.* Huaraz : Universidad César Vallejo, 2018.

Quispe, Huanca Milthon. 2016. *Evaluación estructural de los C. E. S. estatales entre el tiempo de servicio versus el riesgo de su infraestructura actual en la Ciudad de Juliaca.* Juliaca : Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2016.

Requena, Garcia de la Cruz Victoria. 2021. *Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings. Analysis of primary schools' buildings of the southwestern Iberian Península.* Sevilla : Universidad de Sevilla, 2021.

RNE G.040. 2021. *Norma Técnica G.040, Definiciones del reglamento nacional de edificaciones.* Lima : Ministerio de Vivienda, 2021.

Rodas, Andrade Hernán. 2014. *Estructuras 1.* Cuenca : Gráficas del Sur, 2014. ISBN: 978-9978-14-244-8.

Ruiz, Guanilo Isaías Fernando. 2020. *Análisis de la vulnerabilidad sísmica para propuesta de reforzamiento estructural de la I.E. Pedro Abel Labarthe Durand - Chiclayo.* Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2020.

Sampling Techniques on a Population Study. **Otzen, Tamara y Manterola, Carlos. 2017.** 1, Arica : International Journal of Morphology, 2017, Vol. 35. ISSN: 0717-9502.

Sánchez, Carlessi Hugo, Reyes, Romero Carlos y Mejía, Sáenz Katia. 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018. ISBN: 978-612-47351-4-1.

Sanchez, Sanchez Beky Yency y Zorrilla, Ramirez Edwin Noé. 2020. *Evaluación estructural sismorresistente de la I.E. N°86086 Chicney, basada en la norma E.030, Huaraz - Ancash, 2020.* Huaraz : Universidad César Vallejo, 2020.

Structural evaluation in accordance with the NEC and FEMA Norms of the Jama Cantón Province of Manabí Fire Statio, Ecuador. **DUEÑAS, Solorzano Fabián Patricio. 2019.** 01, MANABÍ : POLO DEL CONOCIMIENTO, 2019, Vol. 5. ISSN: 2550-682X.

The research protocol III: Study population. **Arias, Gómez Jesús, Villasís, Keever Miguel Ángel y Miranda, Novales María Guadalupe. 2016.** 2, México : Revista Alergia México, 2016, Vol. 63. ISSN: 0002-5151.

The S19 earthquake in Morelos: the operational experience of INEEL in the evaluation of structural risk. **GARCIA, Carrera Jesús Salvador, MENA,**

Hernandez Ulises y BERMUDEZ, Alarcón, Francisco Javier. 2018. 1, México : Salud Pública de México, 2018, Vol. 60.

Vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas ecuatorianas evaluadas mediante modelos matemáticos de análisis dinámico. **Morocho Orellana, Julio Cesar, y otros. 2022.** 4, Machala : Polo del conocimiento, 2022, Vol. 7. ISSN: 2550-682X.

ANEXOS




Anexo 01: Variables y operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
PROPUESTA DE MEJORA ESTRUCTURAL	Se refiere al proceso que se seguirá con la finalidad de obtener un resultado aceptable posterior a algún evento que afecte la vivienda, el refuerzo dependerá de la condición en la que se encuentre la estructura y se conseguirá la mejora a través de modificaciones en el diseño estructural. (Carranza, y otros, 2015)	El reforzamiento que se le propondrá para aquellas estructuras con algún daño o falla se da con la finalidad de aumentar su capacidad inicial para que la estructura pueda aumentar la resistencia en cuanto a su vida útil para la que fue diseñada.	Reforzamiento de la estructura	Estado o condición de la estructura	Nominal
			Método de Hirosawa		
			Vida útil de diseño de la infraestructura	Tiempo de la construcción	Razón
			Estudio de Mecánica de Suelos	Capacidad portante del suelo	Nominal
			Vulnerabilidad Sísmica	Zonificación	Nominal
				Parámetros de suelos	
				Factor de amplificación sísmica	
				Categoría de edificación	
				Sistema estructural	
				Derivas	
Separación entre edificios					

Anexo 02: Matriz de consistencia

Título	Formulación del Problema	Objetivos	Variables	Tipo y Diseño de investigación
Propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios, Huaraz – 2022	¿Cuál es la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios, Huaraz – 2022?	General	Propuesta de mejora estructural	Tipo
		Realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz		Aplicada
		Específicos		Diseño
		<ul style="list-style-type: none"> a) Evaluar el sistema estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios. b) Identificar los daños estructurales en el pabellón C de la Institución Educativa Simón Bolívar Palacios. c) Realizar la propuesta de mejora estructural del pabellón C de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios. 		No experimental transversal.

Anexo 03: Oficio de autorización del desarrollo del proyecto de investigación

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA "Simón Antonio Bolívar Palacios"	
		Unidad de Gestión Educativa Local - Huaraz
Independencia, 27 de Abril de 2022.		
OFICIO N° 0207 - 2022-ME/RA/DREA/UGEL.Hz/I.E."SABP"-D-SDA-M,		
Señor:		
Mgtr Luis Alberto Alva Reyes		
Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		
<u>PRESENTE.</u>		
ASUNTO	: Autorización del desarrollo del Proyecto de Investigación.	
Ref.	: Expediente 1045 del 20/04/2022.	
Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de expresarle mi cordial saludo y atendiendo al documento de la referencia, mediante la presente, se le AUTORIZA el desarrollo del Proyecto de Investigación "PROPUESTA DE MEJORA ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 'SIMÓN ANTONIO BOLÍVAR PALACIOS' HUARAZ – 2021" a ser desarrollado por la estudiante CRUZ CORDERO, MAYUMI LIZET, con DNI 75243660, del X ciclo del programa Académico de INGENIERÍA CIVIL, de la Universidad de su representada, a fin de que pueda aplicar la ficha técnica para la recolección de datos; toma de datos para la elaboración de metrado, planos y el modelamiento a través del software ETABS; y la realización de calicatas para el estudio de suelos.		
Aprovecho la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y deferencia personal.		
Atentamente,		
 Mg. Marco Javier Ruzic DIRECTOR		
SDA/SMH Archiv.		
Av. Confraternidad Internacional Oeste N° 493 – Independencia – Huaraz – Ancash		

Fuente: Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios – Huaraz

Anexo 04: Resultados del estudio de Suelos

Calicata N°01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

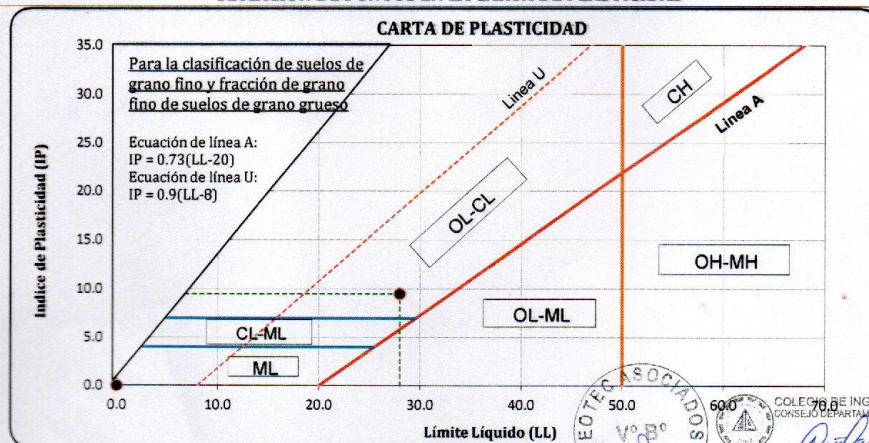
PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022	MUESTREADO POR	: Interesado
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.027-2022
FECHA	: junio 2022		

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR

(Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)
(ASTM D2487, NTP 339.134)

DATOS DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00 m.	
	CALICATA	C-01	
	MUESTRA	Mab-01	
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00	
	1 1/2"	98.79	
	3/4"	97.38	
	3/8"	96.48	
	# 4	94.38	
	# 8	84.76	
	# 16	71.13	
	# 30	65.10	
	# 50	56.22	
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	--	
	COEF. DE CURVATURA	Cc	--
		GRAVA	5.62
		ARENA	48.77
PORCENTAJE DE MATERIAL	FINOS	45.61	
	MITAD DE FRACCIÓN GRUESA	27.19	
	LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	28.00
L.P.		18.50	
LP.		9.50	
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.18	
CLASIFICACIÓN SUCS		SC	
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Arena arcillosa	

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



NOTA : La muestra es proporcionado e identificado por el interesado

Pág. 1 de 10

COLECCIÓN DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO

(ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

DESCRIPCION	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{CWS})	(gr)	119.22	120.40
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{CS})	(gr)	111.84	112.42
Masa del Contenedor (M_C)	(gr)	18.32	18.23
Masa de Suelo Seco (M_s)	(gr)	93.52	94.19
Masa del Agua (M_w)	(gr)	7.38	7.98
Contenido de Humedad (w)	(%)	7.89	8.47
Contenido Humedad Promedio (w)	(%)	8.18	





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

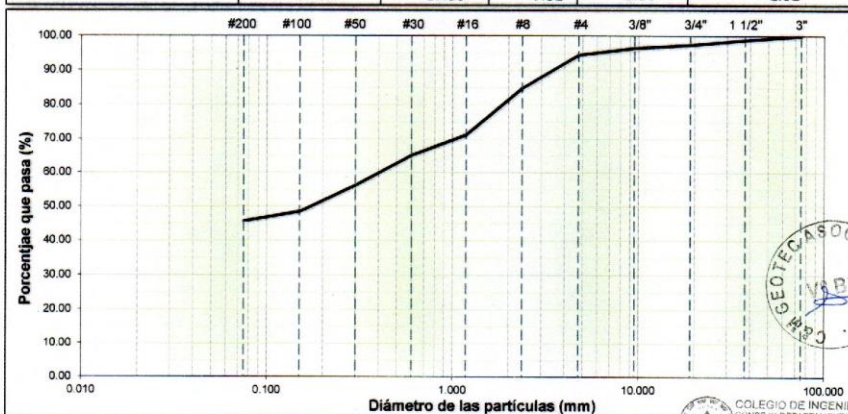
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 2.00 m.
MUESTRA	: Mab-01	TAMAÑO MÁXIMO	: 1 1/2"

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa Inicial Seca (gr)	=	3434.30	Masa Retenido 3" (gr) = 0.0
Masa Lavada y Seca (gr)	=	1881.90	% Que Pasa Tamiz N° 200 = 45.61

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM E11	mm	Masa (gr)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	41.50	1.21	1.21	98.79
3/4"	19.000	48.40	1.41	2.62	97.38
3/8"	9.500	31.10	0.91	3.52	96.48
#4	4.750	72.00	2.10	5.62	94.38
#8	2.360	330.30	9.62	15.24	84.76
#16	1.180	468.10	13.63	28.87	71.13
#30	0.600	207.10	6.03	34.90	65.10
#50	0.300	305.20	8.89	43.78	56.22
#100	0.150	266.20	7.75	51.54	48.46
#200	0.075	97.90	2.85	54.39	45.61
< #200	Fondo	11.50	0.33	54.72	45.28

CURVA GRANULOMÉTRICA

Finos (%) =	45.61	Arena (%) = 48.77			Grava (%) = 5.62	
Limo y/o Arcilla		Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
		19.49	19.66	9.62	3.00	2.62



D60 (mm) =	0.428	D30 (mm) =	0.000	D10 (mm) =	0.000
Coeficiente de Curvatura (Cc) =		-		Coeficiente de Uniformidad (Cu) =	

Pág. 3 de 10

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
ALFREDO HERNÁNDEZ MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844

Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750
Email: geotecasociados@gmail.com, acalvominyaya@gmail.com



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

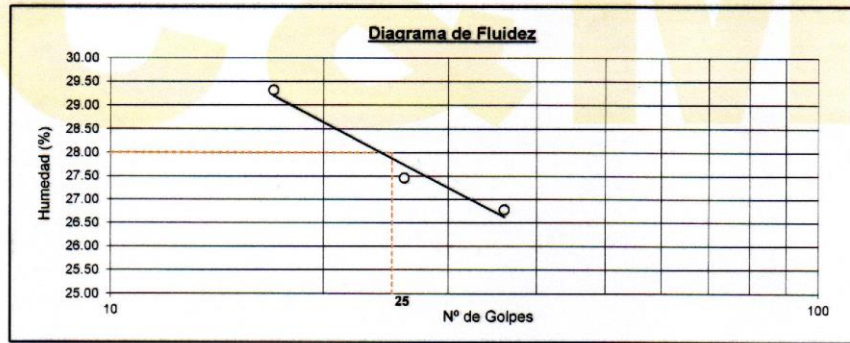
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	Nº de Registro:	: C.M.C.027-2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS (ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA: Mab-01
		PROFUNDIDAD: 0.00 - 2.00 m.

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	E-01	E-02	E-03
Nº de golpes		17	26	36
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	gr	28.15	29.38	27.88
Masa de Suelo Seco + Recipiente	gr	23.26	24.45	23.30
Masa del Recipiente	gr	6.58	6.50	6.20
Masa del Suelo Seco	gr	16.68	17.95	17.10
Masa del Agua	gr	4.89	4.93	4.58
Contenido de Humedad	%	29.32	27.47	26.78



DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO		
Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Recipiente	47.95	49.12
Masa Suelo Seco + Recipiente	46.40	47.57
Masa del Recipiente	38.03	39.19
Masa de Suelo Seco	8.37	8.38
Masa del Agua	1.55	1.55
Contenido de Humedad (%)	18.52	18.50

RESULTADOS		
Índice de Liquidez	IL (%)	< 0
Índice de consistencia	Ic (%)	2.09
Límite Líquido	LL (%)	28.00
Límite Plástico	LP (%)	18.50
Índice de Plasticidad	IP (%)	9.50





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO :	Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA :	Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	Junio 2022	N° de Registro :	CM.C.027-2022

DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO (ASTM BS1377, NTP 339.139)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	C-01	MUESTRA : Mab-01
PROFUNDIDAD :	0.00 - 2.00 m.	

Método de Ensayo :	Inmersión en Agua	Tipo de Frasco Utilizado :	Cilindro Graduado
Temperatura del Agua (°C) :	15.8	Peso Específico de la Parafina (gr/cm ³):	0.85

Descripción	Und.	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa húmeda de la muestra	gr	(m _s)	339.20	204.50
Masa de la muestra con parafina	gr	(m _w)	354.40	216.50
Masa de muestra cubierta suspendido en agua	gr	(m _g)	153.00	92.00
Volumen de parafina (v _{pf} = (m _w -m _s)/γ _{par})	cm ³	(v _{pf})	17.88	14.12
Volumen del suelo	cm ³	(v _s)	183.52	110.38
Densidad de Masa del suelo	gr/cm ³	γ	1.85	1.85
Densidad de Masa del suelo	gr/cm³	γ	1.85	
Contenido de humedad del suelo	%	w	8.18	
Densidad de Masa del Suelo Seco	gr/cm³	γ_d	1.71	

Observación:



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CORREJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo Hernán Calvo Minaya
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 209844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-01	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

Tipo de dispositivo : Caja de Corte Cuadrada de Bronce Especímen de ensayo : Compactados

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Espesor (e)	cm	2.00	2.04	2.00	2.07	2.00	2.11
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	72.00	73.53	72.00	74.35	72.00	75.90
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo del espécimen	gr.	133.00	141.53	133.00	143.53	133.00	143.89
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	119.22	35.59	119.22	39.15	119.22	37.14
Peso Suelo seco + recip.	gr.	111.84	31.90	111.84	34.65	111.84	32.84
Peso del recipiente	gr.	18.32	6.10	18.32	6.18	18.32	6.10
Contenido de Humedad (w)	%	7.89	14.30	7.89	15.81	7.89	16.08
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.85	1.92	1.85	1.93	1.85	1.90
Peso Unitario seco (γ_d)	gr/cm ³	1.71	1.68	1.71	1.67	1.71	1.63

Observaciones:

- * la muestra ha sido muestreado e identificado por el interesado, material menor de 3"
- * Se ha remoldeado al peso unitario húmedo de 1.85 gr/cm³ material pasante de tamiz # 4.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo Hernán Calvo Minaya
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.F. N° 200544



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy		MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash		TÉCNICO : D.C.M.
FECHA	: Junio 2022		N° de Registro : CM.C.027-2022

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA : C-01	MUESTRA : Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.939	0.02609	0.00	0.939	0.02609	0.00	0.939	0.02609
0.07	0.939	0.02609	0.07	0.939	0.02609	0.07	2.036	0.05657
0.16	1.750	0.04860	0.16	2.580	0.07168	0.16	4.231	0.11752
0.41	2.560	0.07112	0.41	4.222	0.11726	0.41	4.596	0.12768
0.82	3.776	0.10488	0.82	6.519	0.18108	0.82	6.425	0.17847
1.24	4.991	0.13865	1.24	9.145	0.25402	1.24	9.716	0.26989
1.66	6.612	0.18367	1.66	11.114	0.30873	1.66	13.739	0.38163
2.08	8.638	0.23995	2.08	13.083	0.36343	2.08	17.762	0.49338
2.49	9.854	0.27372	2.49	15.381	0.42725	2.49	19.590	0.54417
2.91	11.475	0.31874	2.91	17.350	0.48195	2.91	22.516	0.62543
3.33	12.690	0.35251	3.33	18.991	0.52754	3.33	24.710	0.68638
4.16	13.501	0.37502	4.16	21.289	0.59136	4.16	27.270	0.75749
5.00	14.311	0.39753	5.00	23.586	0.65518	5.00	30.561	0.84892
5.83	14.716	0.40879	5.83	25.556	0.70988	5.83	33.487	0.93018
6.67	14.716	0.40879	6.67	27.197	0.75547	6.67	36.047	1.00129
7.50	15.122	0.42004	7.50	28.510	0.79194	7.50	38.241	1.06224
8.34	15.122	0.42004	8.34	29.494	0.81929	8.34	40.069	1.11303
10.01	15.122	0.42004	10.01	29.823	0.82840	10.01	41.532	1.15367
11.68	15.122	0.42004	11.68	30.151	0.83752	11.68	43.361	1.20446
13.35	15.122	0.42004	13.35	30.479	0.84664	13.35	44.823	1.24509
15.02	15.122	0.42004	15.02	30.479	0.84664	15.02	45.920	1.27557
16.69	15.122	0.42004	16.69	30.479	0.84664	16.69	46.286	1.28573
18.36	15.122	0.42004	18.36	30.479	0.84664	18.36	46.652	1.29588
20.03	15.122	0.42004	20.03	30.479	0.84664	20.03	46.652	1.29588



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo Hernán Calvo Minaya
 ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 200844



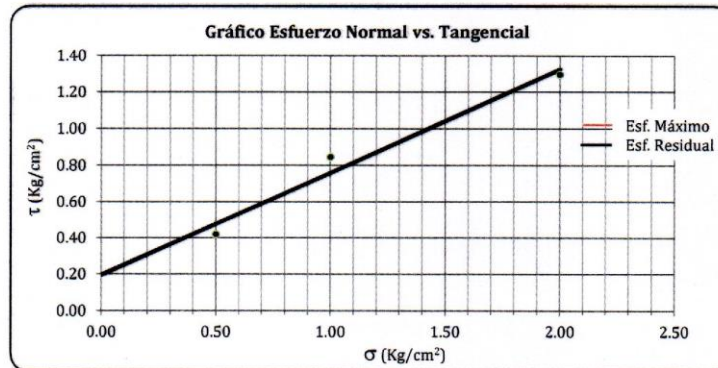
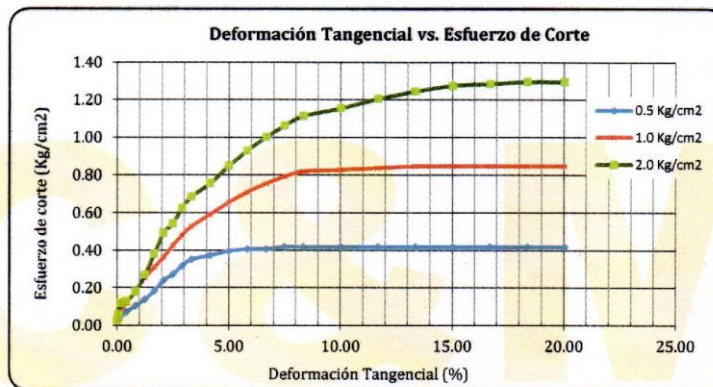
C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C-01	MUESTRA	: Mab-01	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 2.00 m.



Resistencia Máxima:	C = 0.20 Kg/cm ²
	φ = 29.45 °

Resistencia Residual:	C = 0.20 Kg/cm ²
	φ = 29.45 °





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022	
SOLICITA : Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR : Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA : Junio 2022	N° de Registro : CM.C.027-2022

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA : C-01	MUESTRA : Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO			
TIPO DE CIMENTACIÓN		: CUADRADA	
1. Datos			
Tipo de suelo	:	SC	Arena arcillosa
Cohesión	: c =	0.20	Kg/cm ² 1.95 Tn/m ²
Angulo de fricción	: φ =	29.5°	0.514 Radianes
Peso unitario nat. del suelo sobre el nivel de D _f	: γ _{s1} =	1.85	gr/cm ³
Peso unitario sat. del suelo sobre el nivel de D _f	: γ _{sat1} =	2.31	gr/cm ³
Peso unitario nat. del suelo bajo el nivel de D _f	: γ _{s2} =	1.85	gr/cm ³
Peso unitario sat. del suelo bajo el nivel de D _f	: γ _{sat2} =	2.31	gr/cm ³
Profundidad de Nivel Freático	: P _{N.F.} =	0.50	m
Ancho de la cimentación	: B =	1.50	m
Largo de la cimentación	: L =	1.50	m
Profundidad de la cimentación	: D _f =	1.50	m
Factor de seguridad	: FS =	3.00	
Relación	: D _f /B =	1.00	< 5.0 (Según E-050) OK!!!
Angulo de inclinación de carga	: θ =	0.00°	
2. Características de la Edificación			
Carga de servicio de la estructura	: Q _{ser} =	32.00	Tn
Carga muerta + carga viva + sismo	: Q _{mvs} =	32.50	Tn
Asentamiento tolerable asumido	: δ =	2.50	cm
3. Naturaleza de la falla por capacidad de carga del suelo			
Tipos de falla considerada:	Corte General (G)	=	L
	Corte Local (L)		
	Corte por Punzonamiento (P)		
	c'	=	0.13 Kg/cm ² 1.303 Tn/m ²
	φ'	=	20.63° 0.360 Radianes
4. Factores de Corrección			
Factores de capacidad de carga		Factores de forma	
K _{pγ} =	27.799	S _q =	1.0
N _q =	7.946	S _c =	1.3
N _c =	18.453	S _γ =	0.8
N _γ =	5.785		
r = 2.27			

Pág. 9 de 10



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

5. Resultados			
Esfuerzo Geostático efectivo	:	σ	= 4.313 Tn/m ²
Peso específico a nivel de Df	:	γ	= 2.31 Tn/m ³ q = 2.77 Tn/m ²
Factor de Seguridad Calculado por Corte es	:	FS	= 4.31
Carga aplicada para corte sobre la cimentación	:	$q_{aplic.}$	= 1.42 Kg/cm ² 14.22 Tn/m ²
Carga aplicada para asentamiento sobre la cim.	:	$q_{asent.}$	= 1.44 Kg/cm ² 14.44 Tn/m ²
Capacidad última de carga	:	$q_{ult.}$	= 61.3 Tn/m ² $q_{ult.}$ = 6.13 Kg/cm ²
Capacidad admisible de carga por corte	:	q_{adm}	= 2.04 Kg/cm²
6. CALCULO DE ASENTAMIENTO (S_i)			
Relación de Poisson de suelo	:	μ	= 0.20
Módulo de Elasticidad del suelo	:	E_s	= 815 Tn/m ² (del ensayo de corte directo)
Asentamiento máximo permisible	:	$S_{i(max)}$	= 2.50 cm
Factor de forma	:		
		m	= 1.00
		Esquina de la cimentación, flexible	= 0.56
		Centro de la cimentación, rígida	= 0.92
		I_f	= 0.92
Asentamiento total inmediato	:	S_i	= 2.35 cm
Asentamiento diferencial inmediato	:	S_d	= 1.76 cm
Capacidad admisible por asentamiento	:	$q_{adm\ asen}$	= 1.54 Kg/cm ²
Capacidad admisible de diseño es	:	q_{adm}	= 1.54 Kg/cm²
Observación:	<ul style="list-style-type: none"> * Los datos de las características de la estructura es proporcionada por el solicitante. * Los asentamientos inmediatos es calculado por el método elástico. * El modulo de elasticidad del suelo es calculado de la gráfica del esfuerzo de corte vs deformación tangencial. 		
Recomendaciones:	<ul style="list-style-type: none"> * El valor de la capacidad admisible es determinado para suelo de fundación de arena arcillosa (SC), según registro de sondaje es (Mab-01). * Se recomienda cimentar mayor o igual a nivel de profundidad desplante, medido desde el N.P.T. * En el proceso cimentación de las estructuras, se recomienda para el vaciado del solado compactar suelo de fundación al 95% de la máxima densidad seca. 		



Calicata N° 02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

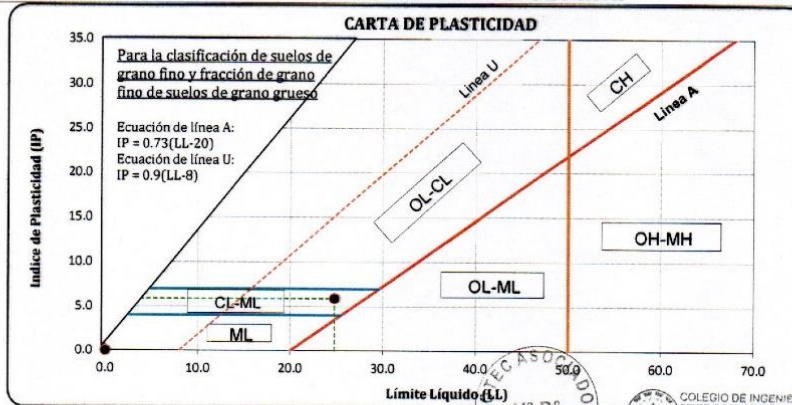
PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolívar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR

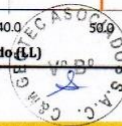
(Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)
(ASTM D2487, NTP 339.134)

DATOS DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00 m.
	CALICATA	C-02
	MUESTRA	Mab-01
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	99.49
	3/8"	98.83
	# 4	97.60
	# 8	87.67
	# 16	68.54
	# 30	52.96
	# 50	38.88
	# 100	29.91
# 200	27.26	
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	--
COEF. DE CURVATURA	Cc	--
PORCENTAJE DE MATERIAL	GRAVA	2.40
	ARENA	70.34
	FINOS	27.26
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		36.37
LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	24.80
	L.P.	18.90
	I.P.	5.90
CONTENIDO HUMEDAD (%)		9.29
CLASIFICACIÓN SUCS		SC-SM
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Arena limo-arcillosa

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



NOTA : La muestra es proporcionado e identificado por el interesado
Pág. 1 de 10



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CORPORACIÓN EDUCATIVA "LA ESCUELA" - HUARAZ
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
N° 200384

Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750
Email: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	Nº de Registro	: C.M.C.027-2022

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO (ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-02	MUESTRA : Mab-01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

DESCRIPCION	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{CWS})	(gr)	123.81	129.29
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{CS})	(gr)	115.31	119.57
Masa del Contenedor (M_c)	(gr)	20.40	18.56
Masa de Suelo Seco (M_s)	(gr)	94.91	101.01
Masa del Agua (M_w)	(gr)	8.50	9.72
Contenido de Humedad (w)	(%)	8.96	9.62
Contenido Humedad Promedio (w)	(%)	9.29	





C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

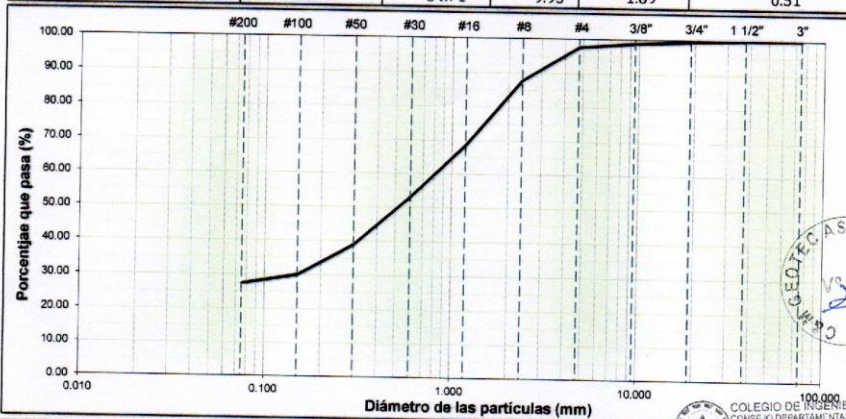
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-02	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 2.00 m.
MUESTRA	: Mab-01	TAMAÑO MÁXIMO	: 3/4"

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa Inicial Seca (gr)	= 2449.80	Masa Retenido 3" (gr)	= 0.0
Masa Lavada y Seca (gr)	= 1790.50	% Que Pasa Tamiz N° 200	= 27.26

Abertura de Tamices	ASTM E11	mm	RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
			Masa (gr)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que Pasa
3"		75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"		19.000	12.40	0.51	0.51	99.49
3/8"		9.500	16.30	0.67	1.17	98.83
# 4		4.750	30.10	1.23	2.40	97.60
# 8		2.360	243.30	9.93	12.33	87.67
# 16		1.180	468.60	19.13	31.46	68.54
# 30		0.600	381.70	15.58	47.04	52.96
# 50		0.300	345.00	14.08	61.12	38.88
# 100		0.150	219.60	8.96	70.09	29.91
# 200		0.075	65.10	2.66	72.74	27.26
< # 200		Fondo	5.80	0.24	72.98	27.02

CURVA GRANULOMÉTRICA

Finos (%) = 27.26	Arena (%) = 70.34			Grava (%) = 2.40	
Limo y/o Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
	25.70	34.71	9.93	1.89	0.51



D60 (mm) =	0.862	D30 (mm) =	0.151	D10 (mm) =	0.000
Coefficiente de Curvatura (Cc) =	--	Coefficiente de Uniformidad (Cu) =	ALFREDO HERNAN GALLO MINAYA		



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

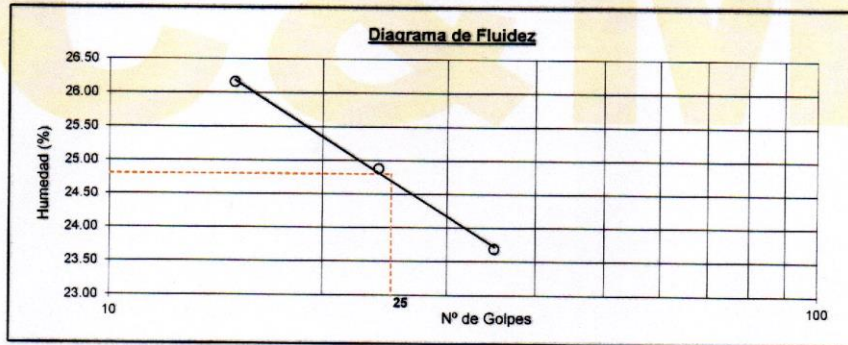
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS (ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-02	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	E-01	E-02	E-03
N° de golpes		15	24	35
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	gr	26.57	27.07	27.17
Masa de Suelo Seco + Recipiente	gr	22.33	22.89	23.20
Masa del Recipiente	gr	6.12	6.09	6.44
Masa del Suelo Seco	gr	16.21	16.80	16.76
Masa del Agua	gr	4.24	4.18	3.97
Contenido de Humedad	%	26.16	24.88	23.69



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO		
Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Recipiente	52.60	48.47
Masa Suelo Seco + Recipiente	50.66	46.68
Masa del Recipiente	40.23	37.38
Masa de Suelo Seco	10.43	9.30
Masa del Agua	1.94	1.79
Contenido de Humedad (%)	18.60	19.25

RESULTADOS		
Índice de Liquidez	IL (%)	< 0
Índice de consistencia	Ic (%)	2.63
Límite Líquido	LL (%)	24.80
Límite Plástico	LP (%)	18.90
Índice de Plasticidad	IP (%)	5.90

Pág. 4 de 10



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO :	Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA :	Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	Junio 2022	N° de Registro :	CM.C.027-2022

DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO (ASTM BS1377, NTP 339.139)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	C-02	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

Método de Ensayo :	Inmersión en Agua	Tipo de Frasco Utilizado :	Cilindro Graduado
Temperatura del Agua (°C) :	15.2	Peso Específico de la Parafina (gr/cm ³):	0.85

Descripción	Und.	Simbolo	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa húmeda de la muestra	gr	(m _s)	298.30	341.70
Masa de la muestra con parafina	gr	(m _w)	316.60	370.00
Masa de muestra cubierta suspendido en agua	gr	(m _g)	136.50	154.80
Volumen de parafina ($v_{pf} = (m_w - m_s) / \gamma_{par}$)	cm ³	(v _{pf})	21.53	33.29
Volumen del suelo	cm ³	(v _s)	158.57	181.91
Densidad de Masa del suelo	gr/cm ³	γ	1.88	1.88
Densidad de Masa del suelo	gr/cm³	γ	1.88	
Contenido de humedad del suelo	%	w	9.29	
Densidad de Masa del Suelo Seco	gr/cm³	γ_d	1.72	

Observación:

Pág. 5 de 10



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo Hernán Calvo Minaya
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-02	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

Tipo de dispositivo : Caja de Corte Cuadrada de Bronce Especimen de ensayo : Compactados

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Espesor (e)	cm	2.00	2.04	2.00	2.06	2.00	2.09
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	72.00	73.43	72.00	74.25	72.00	75.23
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo del espécimen	gr.	135.00	143.47	135.00	145.27	135.00	146.58
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	123.81	39.51	123.81	40.39	123.81	40.12
Peso Suelo seco + recip.	gr.	115.31	35.11	115.31	34.96	115.31	35.06
Peso del recipiente	gr.	20.40	6.22	20.40	2.18	20.40	6.20
Contenido de Humedad (w)	%	8.96	15.23	8.96	16.56	8.96	17.53
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.88	1.95	1.88	1.96	1.88	1.95
Peso Unitario seco (γ_d)	gr/cm ³	1.72	1.70	1.72	1.68	1.72	1.66

Observaciones:

- * la muestra ha sido muestreado e identificado por el interesado, material menor de 3"
- * Se ha remoldeado al peso unitario húmedo de 1.88 gr/cm³ material pasante de tamiz # 4.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo Hernán Calvo Minaya
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.F. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	Nº de Registro	: C.M.C.027-2022

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: C-02	MUESTRA : Mab-01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m.

Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.939	0.02609	0.00	0.939	0.02609	0.00	0.939	0.02609
0.07	0.939	0.02609	0.07	0.939	0.02609	0.07	0.939	0.02609
0.16	1.345	0.03735	0.16	1.750	0.04860	0.16	9.449	0.26246
0.41	2.155	0.05986	0.41	2.965	0.08237	0.41	13.906	0.38628
0.82	3.371	0.09363	0.82	5.802	0.16116	0.82	19.984	0.55511
1.24	4.181	0.11614	1.24	8.233	0.22870	1.24	22.821	0.63390
1.66	5.397	0.14991	1.66	10.259	0.28498	1.66	24.847	0.69018
2.08	6.207	0.17242	2.08	12.690	0.35251	2.08	27.683	0.76897
2.49	7.423	0.20619	2.49	14.311	0.39753	2.49	28.899	0.80274
2.91	8.638	0.23995	2.91	15.932	0.44256	2.91	30.925	0.85902
3.33	9.854	0.27372	3.33	17.553	0.48758	3.33	32.951	0.91530
4.16	11.070	0.30749	4.16	19.579	0.54386	4.16	35.382	0.98283
5.00	12.690	0.35251	5.00	21.200	0.58888	5.00	37.408	1.03911
5.83	13.501	0.37502	5.83	22.415	0.62265	5.83	39.029	1.08414
6.67	14.716	0.40879	6.67	23.226	0.64516	6.67	40.650	1.12916
7.50	15.527	0.43130	7.50	24.441	0.67893	7.50	41.865	1.16293
8.34	15.932	0.44256	8.34	25.657	0.71269	8.34	43.081	1.19669
10.01	16.337	0.45381	10.01	26.873	0.74646	10.01	43.891	1.21920
11.68	16.337	0.45381	11.68	27.683	0.76897	11.68	44.702	1.24172
13.35	16.337	0.45381	13.35	28.493	0.79149	13.35	45.512	1.26423
15.02	16.337	0.45381	15.02	28.899	0.80274	15.02	45.917	1.27548
16.69	16.337	0.45381	16.69	28.899	0.80274	16.69	46.323	1.28674
18.36	16.337	0.45381	18.36	28.899	0.80274	18.36	46.728	1.29800
20.03	16.337	0.45381	20.03	28.899	0.80274	20.03	46.728	1.29800





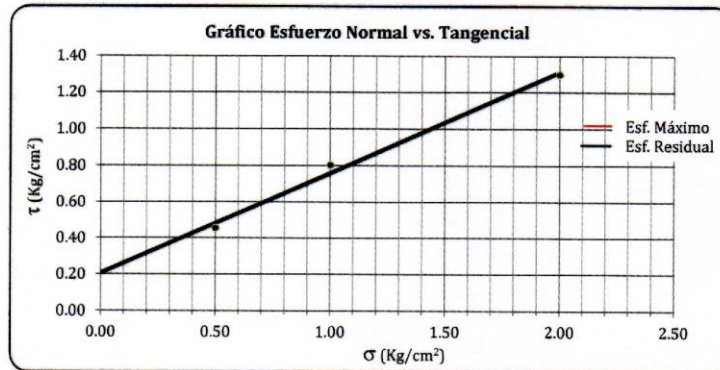
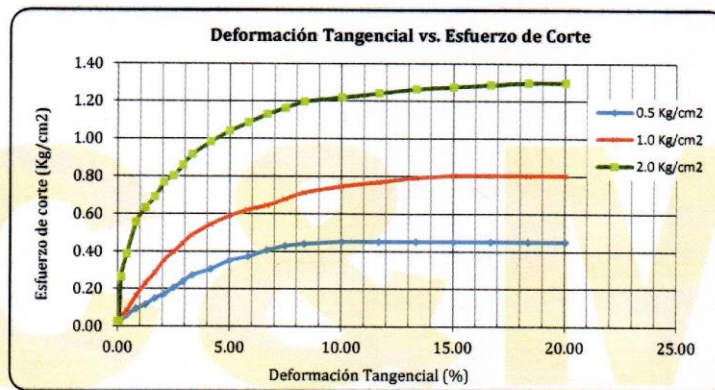
C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA	: Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Junio 2022	N° de Registro	: CM.C.027-2022

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

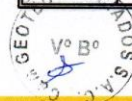
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-02	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 2.00 m
MUESTRA	: Mab-01		



Resistencia Máxima:	C = 0.21 Kg/cm ²
	φ = 28.95 °

Resistencia Residual:	C = 0.21 Kg/cm ²
	φ = 28.95 °

Pág. 8 de 10



Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750
Email: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO :	Propuesta de mejora estructural de la I.E. Simon Antonio Bolivar Palacios, Huaraz 2022		
SOLICITA :	Cruz Cordero Mayumy	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Huaraz - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	Junio 2022	N° de Registro :	CM.C.027-2022

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	MUESTRA :	PROFUNDIDAD :
C-02	Mab-01	0.00 - 2.00 m.

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO			
TIPO DE CIMENTACIÓN	: CUADRADA		
1. Datos			
Tipo de suelo	:	SC-SM	Arena limo-arcillosa
Cohesión	: c =	0.21	Kg/cm ² 2.06 Tn/m ²
Angulo de fricción	: φ =	28.9°	0.505 Radianes
Peso unitario nat. del suelo sobre el nivel de D _f	: γ _{s1} =	1.88	gr/cm ³
Peso unitario sat. del suelo sobre el nivel de D _f	: γ _{sat1} =	2.28	gr/cm ³
Peso unitario nat. del suelo bajo el nivel de D _f	: γ _{s2} =	1.88	gr/cm ³
Peso unitario sat. del suelo bajo el nivel de D _f	: γ _{sat2} =	2.28	gr/cm ³
Profundidad de Nivel Freático	: P _{N.F.} =	0.50	m
Ancho de la cimentación	: B =	1.50	m
Largo de la cimentación	: L =	1.50	m
Profundidad de la cimentación	: D _f =	1.50	m
Factor de seguridad	: FS =	3.00	
Relación	: D _f /B =	1.00	< 5.0 (Según E-050) OK!!!
Angulo de inclinación de carga	: θ =	0.00°	
2. Características de la Edificación			
Carga de servicio de la estructura	: Q _{ser} =	32.00	Tn
Carga muerta + carga viva + sismo	: Q _{mvs} =	32.50	Tn
Asentamiento tolerable asumido	: δ =	2.50	cm
3. Naturaleza de la falla por capacidad de carga del suelo			
Tipos de falla considerada:	Corte General (G)	=	L
	Corte Local (L)		
	Corte por Punzonamiento (P)		
	c'	=	0.14 Kg/cm ² 1.375 Tn/m ²
	φ'	=	20.24° 0.353 Radianes
4. Factores de Corrección			
Factores de capacidad de carga		Factores de forma	
K _{pγ} =	27.177	S _q =	1.0
N _q =	7.630	S _c =	1.3
N _c =	17.979	S _γ =	0.8
N _γ =	5.508		
r = 2.23			

Pág. 9 de 10



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PER
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

5. Resultados			
Esfuerzo Geostático efectivo	:	σ	= 4.438 Tn/m ²
Peso específico a nivel de Df	:	γ	= 2.28 Tn/m ³ q = 2.81 Tn/m ²
Factor de Seguridad Calculado por Corte es	:	FS	= 4.30
Carga aplicada para corte sobre la cimentación	:	Q _{aplic.}	= 1.42 Kg/cm ² 14.22 Tn/m ²
Carga aplicada para asentamiento sobre la cim.	:	Q _{asent.}	= 1.44 Kg/cm ² 14.44 Tn/m ²
Capacidad última de carga	:	Q _{ult.}	= 61.1 Tn/m ² Q _{ult.} = 6.11 Kg/cm ²
Capacidad admisible de carga por corte	:	Q_{adm.}	= 2.04 Kg/cm²
6. CALCULO DE ASENTAMIENTO (S_i)			
Relación de Poisson de suelo	:	μ	= 0.20
Módulo de Elasticidad del suelo	:	E _s	= 798 Tn/m ² (del ensayo de corte directo)
Asentamiento máximo permisible	:	S _{l(max)}	= 2.50 cm
Factor de forma	:		
		m	= 1.00
		Esquina de la cimentación, flexible	= 0.56
		Centro de la cimentación, rígida	= 0.92
		I _f	= 0.92
Asentamiento total inmediato	:	S _i	= 2.40 cm
Asentamiento diferencial inmediato	:	S _d	= 1.80 cm
Capacidad admisible por asentamiento	:	Q _{adm_{asent}}	= 1.50 Kg/cm ²
Capacidad admisible de diseño es	:	Q_{adm.}	= 1.50 Kg/cm²
Observación:	* Los datos de las características de la estructura es proporcionada por el solicitante. * Los asentamientos inmediatos es calculado por el método elástico. * El modulo de elasticidad del suelo es calculado de la gráfica del esfuerzo de corte vs deformación tangencial.		
Recomendaciones:	* El valor de la capacidad admisible es determinado para suelo de fundación de arena limo-arcillosa (SC-SM), según registro de sondaje es (Mab-01). * Se recomienda cimentar mayor o igual a nivel de profundidad desplante, medido desde el N.P.T. * En el proceso cimentación de las estructuras, se recomienda para el vaciado del solado compactar suelo de fundación al 95% de la máxima densidad seca.		



Anexo N°05 Panel Fotográfico del Laboratorio











Anexo N°06 Panel Fotográfico de la realización de calicatas

Calicata N°02



Calicata N°01





Anexo N° 07 Panel Fotográfico del Pabellón C









Anexo N°08 Panel Fotográfico – Toma de medidas del pabellón C





Anexo N°09 Validación del instrumento de investigación

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gregorio Antonio Gonzales Garcia, titular de DNI. N.º 31600745 de profesión Ingeniero Civil, N.º CIP 73431, ejerciendo actualmente como ingeniero de la dirección de caminos de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Ancash.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado la tesis titulada: **“Propuesta De Mejora Estructural de la Institución Educativa Simón Antonio Bolívar Palacios, Huaraz – 2022”**, con fines de validación del Instrumento (Con fines de evaluación del instrumento de validación por el método de Hirosawa) de la Universidad Cesar Vallejo con la autoría de:



- o Cruz Cordero, Mayumi

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Pertinencia			×	
Claridad y precisión			×	
Redacción de los ítems			×	
Amplitud del contenido			×	
Congruencia de los ítems			×	

En Huaraz, a los 07 días del mes de julio del 2022.

Firma:



Gregorio Antonio Gonzales Garcia
Ingeniero Civil
N.º CIP 73431

Anexo N°10 Cálculo mediante el método de Hirosawa

METODO DE HIROSAWA

La vulnerabilidad estructural se establece considerando que:

1.- IS = Índice de resistencia (provista por la estructura)

$$IS = E_0 \cdot S_D \cdot T$$

2.- ISO = Índice de demanda sísmica

$$ISO = E_0 \cdot Z \cdot G \cdot U$$

NOTA:

i) Si $IS \geq ISO$ se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento sísmico seguro frente a un evento sísmico.

ii) Si $IS < ISO$ se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico y, por lo tanto, se considera como inseguro.

1.- CALCULO DE LA VARIABLES DEL INDICE DE RESISTENCIA

1.1 Cálculo de E0 (subíndice sísmico de la estructura)

Para el cálculo de E0, todo elemento o subestructura vertical que forma parte de la estructura sísmo-resistente debe clasificarse en alguna de las categorías siguientes:

Columnas cortas de concreto armado
Columnas de concreto armado
Muros de concreto armado (piezas)
Muros de relleno de albañilería (tabiques no independizados)
Muros de albañilería (confinada o armada)

$$E_0 = \left(\frac{np+1}{np+i} \right) \times [\alpha_1 (C_{MUR} + C_{MC} + C_A + C_{MBA}) + \alpha_2 C_W + \alpha_3 C_C] \times F$$

Tabla A-1: valores de α

TIPO	α_1	α_2	α_3	MODO DE FALLA
A	1.0	0.7	0.5	1.- MURO DE RELLENO DE ALBAÑILERIA
				2.- COLUMNAS CORTAS
				3.- MUROS DE ALBAÑILERIA NO REFORZADA O PARCIALMENTE CONFINADA
				4.- MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA
B	0.0	1.0	0.7	1.- MUROS DE CONCRETO ARMADO
C	0.0	0.0	1.0	1.- COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO

PARA EL CASO EN EVALUACION:

Calculo del Índice Sísmico Básico de Comportamiento Estructural. (E0)

Debido a que la capacidad sísmica está controlada por los elementos más frágiles se decidió usar (Tipo A)

fc = 210 kgf/cm2	210
$\tau_0 = 2.31$ kgf/cm2	2.31
$\sigma_0 = 1 \times n^\circ$ de pisos kgf/cm2	2
$\alpha_1 = 1.0$	1
$\alpha_2 = 0.7$	0.7
$\alpha_3 = 0.5$	0.5
F = 0.8	0.8
$(np + 1) / (np + i) = 1.0$	1

PISO	AREA (m2)	PESO X M2 (kgf/m2)	PESO Wi (kgf)	ALTURA H (m)	AREA	ANCHO	LARGO	ALTURA
1	301.864	1000	301864	2.8	A=	15.56	19.4	2.8
2	301.864	1000	301864	2.8	A=	15.56	19.4	2.8
Total			603728	5.6				

Método de Hirosewa, Eje X-X PRIMER NIVEL

TIPO ELEMENTO	PISO	REFERENCIA	DIMENSION		AREA (cm2)
			L (m)	B (m)	
MURO DE LADRILLO	1	Eje 1 - A/B	5.98	0.15	8970
	1	Eje 1 - B/C	5.98	0.15	8970
	1	Eje 2 - A/B	7.16	0.15	10740
	1	Eje 2 - B/C	7.16	0.15	10740
	1	Eje 3 - A/B	7.16	0.15	10740
	1	Eje 3 - B/C	7.16	0.15	10740
	1	Eje 4 - A/B	5.98	0.15	8970
	1	Eje 4 - B/C	5.98	0.15	8970
	2	Eje 1 - A/B	7.18	0.15	10770
	2	Eje 1 - B/C	7.18	0.15	10770
	2	Eje 2 - A/B	5.99	0.15	8985
	2	Eje 2 - B/C	5.99	0.15	8985
	2	Eje 3 - A/B	5.99	0.15	8985
	2	Eje 3 - B/C	5.99	0.15	8985
COLUMNAS	1	Eje A - 1/1	0.4	0.4	1600
	1	Eje A - 2/2	0.4	0.4	1600
	1	Eje A - 3/3	0.4	0.4	1600
	1	Eje A - 4/4	0.4	0.4	1600
	1	Eje C - 1/1	0.4	0.4	1600
	1	Eje C - 2/2	0.4	0.4	1600
	1	Eje C - 3/3	0.4	0.4	1600
	1	Eje C - 4/4	0.4	0.4	1600
	2	Eje A - 1/1	0.4	0.4	1600
	2	Eje A - 2/2	0.4	0.4	1600
	2	Eje A - 3/3	0.4	0.4	1600
	2	Eje A - 4/4	0.4	0.4	1600
	2	Eje C - 1/1	0.4	0.4	1600
	2	Eje C - 2/2	0.4	0.4	1600
	2	Eje C - 3/3	0.4	0.4	1600
	2	Eje C - 4/4	0.4	0.4	1600
	1	Eje B-1	0.4	0.4	1600
	1	Eje B-2	0.45	0.45	2025
	1	Eje B-3	0.45	0.45	2025
	1	Eje B-4	0.4	0.4	1600
	2	Eje B-1	0.4	0.4	1600
	2	Eje B-2	0.45	0.45	2025
	2	Eje B-3	0.45	0.45	2025
	2	Eje B-4	0.4	0.4	1600

F: índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.

F = 1,0 si C_{mar}, C_a y C_{sc} son iguales a cero

F = 0,8 si C_{mar}, C_a y C_{sc} son distintos de cero

$$C_{mar} = \frac{0.6 \times 0.85 \tau_o \times \sum A_{mar}}{\sum W_i}$$

0.31

$$C_{sc} = \left(\frac{f_c}{200} \right) \times \left(\frac{15 \sum A_{sc}}{\sum W_i} \right)$$

0

$$C_a = \frac{0.6 \times (0.45 \tau_o + 0.25 \sigma_o) \times \sum A_a}{\sum W_i}$$

0

$$C_{ma} = \frac{0.6 \times (0.45 \tau_o + 0.25 \sigma_o) \times \sum A_{ma}}{\sum W_i}$$

0

$$C_w = \left(\frac{f_c}{200} \right) \times \left(\frac{30 \sum A_{m1} + 20 \sum A_{m2} + 12 \sum A_{m3} + 10 \sum A_{m4}}{\sum W_i} \right)$$

0

$$C_c = \left(\frac{f_c}{200} \right) \times \left(\frac{10 \sum A_{c1} + 7 \sum A_{c2}}{\sum W_i} \right)$$

0.98

$$E_o = \left(\frac{n_p + 1}{n_p + i} \right) \times [\alpha_1 (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 C_w + \alpha_3 C_c] \times F$$

1.03

Método de Hirosawa, Eje Y-Y PRIMER NIVEL

TIPO ELEMENTO	PISO	REFERENCIA	DIMENSION		AREA (cm ²)	CATEGORIA	Ama
			L (m)	B (m)			
MURO DE LADRILLO	1	Eje A - 1/2	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	1	Eje A - 2/3	1.16	0.15	1740	MR1	1740
	1	Eje A - 3/4	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	1	Eje B - 1/2	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	1	Eje B - 2/3	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	1	Eje B - 3/4	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	1	Eje C - 1/2	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	1	Eje C - 2/3	1.16	0.15	1740	MR1	1740
	1	Eje C - 3/4	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	2	Eje A - 1/2	7.15	0.15	10725	MR1	10725
	2	Eje A - 2/3	3.5	0.15	5250	MR1	5250
	2	Eje A - 3/4	7.15	0.15	10725	MR1	10725
	2	Eje B - 2/3	2.65	0.15	3975	MR1	3975
	2	Eje C - 1/2	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	2	Eje C - 2/3	7.13	0.15	10695	MR1	10695
	2	Eje D - 1/2	7.15	0.15	10725	MR1	10725
2	Eje D - 2/3	1.16	0.15	1740	MR1	1740	
2	Eje D - 3/4	7.15	0.15	10725	MR1	10725	

153600

F: índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.				
F = 1,0 si C _{mar} , C _a y C _{sc} son iguales a cero				
F = 0,8 si C _{mar} , C _a y C _{sc} son distintos de cero				
$C_{mar} = \frac{0.6 \times 0.85 \tau_o \times \sum A_{mar}}{\sum W_i}$				0.30
$C_{sc} = \left(\frac{f_c}{200} \right) \times \left(\frac{15 \sum A_{sc}}{\sum W_i} \right)$				0
$C_a = \frac{0.6 \times (0.45 \tau_o + 0.25 \sigma_o) \times \sum A_a}{\sum W_i}$				0
$C_{ma} = \frac{0.6 \times (0.45 \tau_o + 0.25 \sigma_o) \times \sum A_{ma}}{\sum W_i}$				0.00
$C_w = \left(\frac{f_c}{200} \right) \times \left(\frac{30 \sum A_{m1} + 20 \sum A_{m2} + 12 \sum A_{m3} + 10 \sum A_{m4}}{\sum W_i} \right)$				0
$C_c = \left(\frac{f_c}{200} \right) \times \left(\frac{10 \sum A_{c1} + 7 \sum A_{c2}}{\sum W_i} \right)$				0.00

$$E_0 = \left(\frac{n_p + 1}{n_p + i} \right) \times [\alpha_1 (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 C_w + \alpha_3 C_c] \times F \quad \mathbf{0.24}$$

1.2.- Cálculo de S_D

ÍTEMS (q _i)	G _i			R _i
	1.0	0.9	0.8	
1.- Regularidad	Regular (a1)	Mediano (a2)	Irregular (a3)	1.0
2.- Relación largo-ancho	m < 5	5 < m < 8	m > 8	0.5
3.- Contracción de planta	c > 0.8	0.5 < c < 0.8	c < 0.5	0.5
4. Atrio o patio interior	Rap < 0.1	0.1 < Rap < 0.3	Rap > 0.3	0.5
5. Exentricidad de atrio o patio interior	f1 = 0.4	f1 < 0.4	f1 > 0.4	0.25
	f2 = 0.1	0.1 < f2 < 0.3	f2 > 0.3	
6. Subterráneo	Ras > 1.0	0.5 < Ras < 1.0	Ras < 0.5	1.0
7. Junta de dilatación	s > 0,01	0,005 < s < 0,01	s < 0,005	0.5
8. Uniformidad de altura de Piso	Rh > 0.8	0,7 < Rh < 0,8	Rh < 0,7	0.5

ÍTEMS (qi)	Gi	Ri	qi	Observaciones
1.- Regularidad	1.0	1.0	1	regular
2.- Relación largo-ancho	1.0	0.5	1	$L/A = 15.56/19.40 = 0.80 < 5$
3.- Contracción de planta	0.8	0.5	0.9	no hay contraccion
4. Atrio o patio interior	0.8	0.5	0.9	no hay contraccion
5. Exentricidad de atrio o patio interior	0.9	0.25	0.975	si hay contraccion
6. Subteraneo	0.8	1.0	1	no hay subterraeo
7. Junta de dilatacion	0.8	0.5	0.9	junta s < 0.005
8. Uniformidad de altura de Piso	0.8	0.5	0.9	Rh ≥ 0.8
			0.64	

LA MULTIPLICACION DE LOS VALORES OBTENIDOS ENTREGA EL VALOR DE Sd PARA EL EDIFICIO RESULTANDO Sd=1.00

1.3.- Calculo del Índice de Deterioro de la Edificación (T)

Deformación permanente (T1)	
Característica	T1
El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0,7
El edificio está construido sobre relleno artificial.	0,9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	0,9
Tiene visible deformación de vigas o columnas.	0,9
No presenta signos de deformación.	1,0

Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T2)	
Característica	T2
Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0,8
Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0,9
Presenta grietas visibles en muros.	0,9
Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0,9
Nada de lo anterior.	1,0

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

Uso del cuerpo o bloque (T4)	
Característica	T4
Almacena sustancias químicas.	0,8
No contiene sustancias químicas.	1,0

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

VALORES OBTENIDOS DE Ti

ITEMS	Ti
Deformación permanente (T1)	0.8
Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T2)	0.9
Daños debido a Incendios (T3)	1,0
Uso del cuerpo o bloque (T4)	1,0
Tipo de daño estructural (T5)	1,0

DE LA TABLA ANTERIOR SE OBTIENE QUE T= 0.84

Cálculo de Variables Iso		
Zona Sísmica	Z3	0.35
Eo	Z4	0.63
G		1.00
Factor de Uso	U	1.50