



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación Del Diseño Sismorresistente y Propuesta de  
Reforzamiento Estructural de la Institución Educativa Santa Rosa  
del Distrito De Catac, Ancash**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Cantaro Nuñuvero, Neil Bruce (ORCID: 0000-0002-2843-5634)

**ASESOR:**

Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño sísmico y estructural

**HUARAZ – PERÚ**

**2021**

### **Dedicatoria**

A mi familia, en especial a mi abuela quien me educó e inculcó los valores, a mis hijos que son el motor de mi vida y que me ayudan e impulsan salir adelante

### **Agradecimiento**

Gracias Dios, por ser mi guía. A la universidad, por las enseñanzas y facilidades durante mi aprendizaje, a mis docentes por brindar sus conocimientos y experiencias. Y en especial al Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio Junior por ser asesor de mi tesis de investigación y guiarme en todo este proceso maravilloso.

## Índice de Contenido

<b>Carátula</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Índice de figuras</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	21
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	21
<b>3.2. Variables y Operacionalización.</b> .....	22
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	25
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</b> .....	25
<b>3.5. Procedimientos.</b> .....	25
<b>3.6. Método de análisis de datos:</b> .....	28
<b>3.7. Aspectos éticos:</b> .....	28
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	30
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	64
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	66
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	68
<b>REFERENCIAS</b> .....	69
<b>ANEXOS</b> .....	74

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Factores de Zona .....	11
<b>Tabla 2.</b>	Factores de Suelo .....	12
<b>Tabla 3.</b>	Periodos $T_p$ y $T_L$ .....	13
<b>Tabla 4.</b>	Factor de Amplificación .....	13
<b>Tabla 5.</b>	Categorías de las edificaciones.....	14
<b>Tabla 6.</b>	Sistemas Estructurales.....	14
<b>Tabla 7.</b>	Peso adicional de las edificaciones .....	16
<b>Tabla 8.</b>	Operacionalización de variables.....	22
<b>Tabla 9.</b>	Resumen del ensayo de la calicata C-01 .....	31
<b>Tabla 10.</b>	Determinación de la Capacidad última de la Calicata C-01.....	31
<b>Tabla 11.</b>	Resumen del ensayo de C-02 .....	32
<b>Tabla 12.</b>	Determinación de la Capacidad última de la Calicata C-02.....	33
<b>Tabla 13.</b>	Resultados de los ensayos de Esclerometría según ejes de los planos	34
<b>Tabla 14.</b>	Parámetros para determinar la cortante basal .....	36
<b>Tabla 15.</b>	Cortante basal en ambas direcciones .....	37
<b>Tabla 16.</b>	Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón A .....	37
<b>Tabla 17.</b>	Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón A .....	37
<b>Tabla 18.</b>	Verificación de Torsiones en ambas direcciones del Pabellón A .....	38
<b>Tabla 19.</b>	Verificación de Piso Blando en la dirección X del Pabellón A .....	38
<b>Tabla 20.</b>	Verificación de Piso Blando en la dirección Y del Pabellón A .....	39
<b>Tabla 21.</b>	Verificación de Piso Débil en la dirección X del Pabellón A .....	39
<b>Tabla 22.</b>	Verificación de Piso Débil en la dirección Y del Pabellón A .....	40
<b>Tabla 23.</b>	Parámetros para determinar la cortante basal del pabellón B.....	42
<b>Tabla 24.</b>	Cortante Estática en ambas direcciones .....	42
<b>Tabla 25.</b>	Cortante basal dinámica del pabellón B .....	42

<b>Tabla 26.</b> Verificación de las derivas del Pabellón B .....	43
<b>Tabla 27.</b> Verificación de la irregularidad Torsional en ambas direcciones del pabellón B .....	43
<b>Tabla 28.</b> Verificación de Piso Blando en dirección X del Pabellón B .....	44
<b>Tabla 29.</b> Verificación de Piso Blando en dirección Y del Pabellón B .....	44
<b>Tabla 30.</b> Verificación de piso débil en dirección X del Pabellón B .....	44
<b>Tabla 31.</b> Verificación de piso débil en dirección X del Pabellón B .....	45
<b>Tabla 32.</b> Parámetros para determinar la cortante basal del pabellón C.....	47
<b>Tabla 33.</b> Cortante basal estática en ambas direcciones del pabellón C .....	47
<b>Tabla 34.</b> Cortante Dinámica del pabellón C .....	47
<b>Tabla 35.</b> Verificación de Derivas en el pabellón C .....	48
<b>Tabla 36.</b> Verificación de Torsiones del pabellón C .....	48
<b>Tabla 37.</b> Verificación de piso blando en dirección X del Pabellón C.....	48
<b>Tabla 38.</b> Verificación de piso blando en dirección Y del Pabellón C.....	49
<b>Tabla 39.</b> Verificación de piso débil en la dirección X del pabellón C.....	49
<b>Tabla 40.</b> Verificación de piso débil en la dirección Y del pabellón C.....	50
<b>Tabla 41.</b> Cortante basal en ambas direcciones .....	52
<b>Tabla 42.</b> Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón A .....	52
<b>Tabla 43.</b> Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón A .....	52
<b>Tabla 44.</b> Verificación de Torsiones en ambas direcciones del Pabellón A .....	53
<b>Tabla 45.</b> Verificación de Irregularidad de piso blando en dirección X del Pabellón A reforzado.....	53
<b>Tabla 46.</b> Verificación de Irregularidad de piso blando en dirección Y del Pabellón A reforzado.....	54
<b>Tabla 47.</b> Verificación de Irregularidad de piso débil en la dirección X del Pabellón A reforzado.....	54
<b>Tabla 48.</b> Verificación de Irregularidad de piso débil en la dirección Y del Pabellón A reforzado.....	55

<b>Tabla 49.</b> Cortante basal en ambas direcciones del Pabellón B .....	56
<b>Tabla 50.</b> Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón B .....	56
<b>Tabla 51.</b> Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón B .....	57
<b>Tabla 52.</b> Verificación de Torsiones en Dirección del Pabellón B .....	57
<b>Tabla 53.</b> Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección X del Pabellón B reforzado .....	58
<b>Tabla 54.</b> Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección Y del Pabellón B reforzado .....	58
<b>Tabla 55.</b> Verificación de irregularidad de piso débil en la dirección X del Pabellón B reforzado .....	58
<b>Tabla 56.</b> Verificación de irregularidad de piso débil en la dirección Y del Pabellón B reforzado .....	59
<b>Tabla 57.</b> Cortante basal en ambas direcciones .....	60
<b>Tabla 58.</b> Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón C .....	60
<b>Tabla 59.</b> Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón C .....	61
<b>Tabla 60.</b> Verificación de Torsiones en Dirección del Pabellón C .....	61
<b>Tabla 61.</b> Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección X del Pabellón C reforzado .....	61
<b>Tabla 62.</b> Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección Y del Pabellón C reforzado .....	62
<b>Tabla 63.</b> Verificación de la irregularidad de piso débil en la dirección X del Pabellón C reforzado .....	62
<b>Tabla 64.</b> Verificación de la irregularidad de piso débil en la dirección Y del Pabellón C reforzado .....	63
<b>Tabla 65.</b> Factores de Zona Sísmica .....	83
<b>Tabla 66.</b> Factores de suelo .....	83
<b>Tabla 67.</b> Perfiles de Suelo .....	84
<b>Tabla 68.</b> Detalle de las cargas para el análisis .....	85

<b>Tabla 69.</b> Irregularidades en altura y en planta .....	85
<b>Tabla 70.</b> Masa de una edificación destinada a educación .....	85
<b>Tabla 71.</b> Peso total del Pabellón A .....	86
<b>Tabla 72.</b> Espectro De Pseudo-Aceleraciones RNE E-030-2018.....	90
<b>Tabla 73.</b> Periodo de la edificación vs Factor de Amplificación Sísmica .....	90
<b>Tabla 74.</b> Irregularidades en altura y en planta del pabellón B.....	94
<b>Tabla 75.</b> Detalle de las cargas para el análisis del pabellón B.....	94
<b>Tabla 76.</b> Peso total del Pabellón B .....	94
<b>Tabla 77.</b> Espectro de pseudo aceleración del pabellón B.....	99
<b>Tabla 78.</b> Irregularidades en altura y en planta del pabellón C .....	102
<b>Tabla 79.</b> Detalle de las cargas para el análisis del pabellón C .....	102
<b>Tabla 80.</b> Peso total del pabellón C.....	103
<b>Tabla 81.</b> Periodo vs Coeficiente de amplificación sísmica del pabellón C.....	108



## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Procedimiento para realizar el estudio de mecánica de suelos.....	26
<i>Figura 2.</i> Resistencia a la compresión del concreto .....	27
<i>Figura 3.</i> Modelamiento en el software ETABS .....	27
<i>Figura 4.</i> Análisis Estático Lineal.....	28
<i>Figura 5.</i> Análisis Dinámico .....	28
<i>Figura 6.</i> Plano de ubicación de las calicatas.....	30
<i>Figura 7.</i> Curva Granulométrica de la calicata C-01 .....	32
<i>Figura 8.</i> Curva Granulométrica C-02.....	33
<i>Figura 9.</i> Modelo en 3D de la estructura educativa del Pabellón A .....	35
<i>Figura 10.</i> Vista en planta y elevación en el software ETABS del Pabellón A .....	36
<i>Figura 11.</i> Vista en 3D del Pabellón B.....	41
<i>Figura 12.</i> Modelo en ETABS del pabellón B (Vista en planta y elevación) .....	41
<i>Figura 13.</i> Vista en 3D del pabellón C .....	46
<i>Figura 14.</i> Vista en planta y elevación del Pabellón C en el ETABS .....	46
<i>Figura 15.</i> Propuesta de reforzamiento con muros portantes en el Pabellón A....	51
<i>Figura 16.</i> Propuesta de reforzamiento con el aumento de dimensión de columnas en el Pabellón B .....	55
<i>Figura 17.</i> Propuesta de reforzamiento con el aumento de dimension de columnas en el Pabellón C. ....	59
<i>Figura 18.</i> Detalle del techo aligerado .....	84
<i>Figura 19.</i> Periodo fundamental en ambas direcciones del pabellón A.....	88
<i>Figura 20.</i> Primer modo de vibración y su periodo fundamental del pabellón A...	89
<i>Figura 21.</i> Segundo modo de vibración y su periodo fundamental del pabellón A	89
<i>Figura 22.</i> Tercer modo de vibración y su periodo fundamental del pabellón A ...	90
<i>Figura 23.</i> Espectro de pseudo aceleraciones del Pabellón A.....	93

<i>Figura 24.</i> Metrado de cargas en Excel del Pabellón B .....	95
<i>Figura 25.</i> Periodo fundamental del pabellón B .....	96
<i>Figura 26.</i> Detalle del techo aligerado del pabellón B .....	96
<i>Figura 27.</i> modo de vibración del pabellón B.....	97
<i>Figura 28.</i> Segundo modo de vibración del pabellón B .....	97
<i>Figura 29.</i> Tercer modo de vibración del pabellón B .....	98
<i>Figura 30.</i> Pseudo - aceleraciones del pabellón B .....	101
<i>Figura 31.</i> Vista 02 en 3D del pabellón C .....	101
<i>Figura 32.</i> Metrado de cargas en excel del pabellón C .....	104
<i>Figura 33.</i> Periodo Fundamental del pabellón C .....	105
<i>Figura 34.</i> Modos de Vibración del Pabellón C.....	105
<i>Figura 35.</i> Primer modo de Vibración del Pabellón C.....	106
<i>Figura 36.</i> Segundo modo de Vibración del Pabellón C .....	106
<i>Figura 37.</i> Tercer modo de Vibración del Pabellón C .....	107
<i>Figura 38.</i> Participación de masa del pabellón C .....	107
<i>Figura 39.</i> Gráfica del espectro de pseudo – aceleraciones del pabellón C.....	110

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar el diseño sismorresistente de los pabellones de la Institución Educativa Santa Rosa del distrito de Catac – Ancash, el cual consta de 3 pabellones (A, B y C) y que son estructuras aporticadas, la investigación es de tipo aplicada y en cuando al diseño es no experimental transeccional descriptivo, para el desarrollo de estos análisis en primer lugar se hizo el estudio de mecánica de suelos, siendo la capacidad admisible del terreno  $1.35 \text{ Kg/cm}^2$  y  $1.37 \text{ Kg/cm}^2$ , seguidamente se realizó la resistencia a la compresión de las vigas y columnas de los pabellones dando como resultados resistencias en muchos casos mayores a los del diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Para el análisis sísmico se usó el software ETABS versión 18.1, se realizó el análisis sísmico estático y dinámico siguiendo las consideraciones de la Norma Técnica Peruana E-030 de Diseño Sismorresistente. Como resultados se tiene que el Pabellón A tiene como máximo deriva de 0.01431 en la dirección Y-Y. En cuanto al Pabellón B, tiene una deriva máxima de 0.021845 en X y 0.027062 en la dirección “Y”. El Pabellón C tiene una deriva máxima de 0.018693 en la dirección “X” y en “Y” una deriva de 0.023906. Es por ello que se propone el reforzamiento estructural mediante muros de corte en el Pabellón A, obteniendo así derivas máximas de 0.007 en la dirección X y 0.0064 en la dirección Y; y encamisado de columnas en los Pabellones B y C. En el pabellón B con el encamisado tiene una deriva máxima de 0.006038 en la dirección X y 0.004927 en la dirección Y. El Pabellón C tiene una deriva máxima en la dirección X es de 0.005485 y de 0.005759 en la dirección Y, cumpliendo así lo indicado por la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente. Como conclusión se menciona que los muros de corte y el encamisado de columnas ayudan considerablemente en mejorar la estructura educativa, aumentando su resistencia, rigidez y ductilidad permitiendo que se los derivas y torsiones se encuentren en el rango que indica nuestro reglamento nacional.

Palabras clave: análisis sísmico, resistencia, rigidez, reforzamiento

## ABSTRACT

The purpose of this research work is to evaluate the seismic-resistant design of the pavilions of the Santa Rosa Educational Institution of the Catac - Ancash district, which consists of 3 pavilions (A, B and C) and which are contributed structures, the research is of applied type and as far as the design is non-experimental descriptive transectional, for the development of these analyzes, in the first place, the soil mechanics study was carried out, with the admissible capacity of the ground being  $1.35 \text{ Kg / cm}^2$  and  $1.37 \text{ Kg / cm}^2$ , then the compression resistance of the beams and columns of the pavilions was carried out, resulting in resistances in many cases greater than those of the  $210 \text{ kg / cm}^2$  design. For the seismic analysis, the ETABS version 18.1 software was used, the static and dynamic seismic analysis was carried out following the considerations of the Peruvian Technical Standard E-030 for Seismic-resistant Design. As results we have that Pavilion A has a maximum drift of 0.01431 in the Y-Y direction. As for Pavilion B, it has a maximum drift of 0.021845 in X and 0.027062 in the "Y" direction. Pavilion C has a maximum drift of 0.018693 in the "X" direction and a drift of 0.023906 in the "Y" direction. For this reason, structural reinforcement is proposed through shear walls in Pavilion A, thus obtaining maximum drifts of 0.007 in the X direction and 0.0064 in the Y direction; and cladding of columns in Pavilions B and C. In Pavilion B the cladding has a maximum drift of 0.006038 in the X direction and 0.004927 in the Y direction. Hall C has a maximum drift in the X direction is 0.005485 and 0.005759 in the Y direction, thus complying with what is indicated by the Peruvian Standard for Earthquake Resistant Design. As a conclusion, it is mentioned that the shear walls and the cladding of columns help considerably in improving the educational structure, increasing its resistance, rigidity and ductility, allowing drifts and torsions to be within the range indicated by our national regulations.

Keywords: seismic analysis, resistance, stiffness, reinforcement

## I. INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta desde hace millones de años está en constantes cambios dinámicos que modifican su relieve y forma, sobre todo cuando ocurre eventos naturales como movimientos sísmicos y erupciones volcánicas. Se conoce que la superficie terrestre está conformada Placas Tectónicas que son bloques rígidos de litósfera, y que estas interactúan entre sí una con la otra generando ondas sísmicas cada cierto tiempo. El Perú está localizado sobre el extremo occidental de la Placa Sudamericana y converge con la Placa Nazca por lo que causa los sismos afectando la costa de nuestro país, provocando daños a la población tanto en vidas humanas como económicas debido al colapso de muchas viviendas y edificaciones (CONCYTEC, 2018).

Sumado a ello nuestro país se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico que son los que ocasionan una gran actividad sísmica y erupciones volcánicas, es así que varios de estos sismos provocaron daños masivos en muchos países derribando muchos edificios, así como también la pérdida de numerosas vidas humanas.

Sin embargo la realidad problemática de la construcción en el mundo pero sobre todo con mayor incidencia en el Perú, por lo general no son lo adecuado, se puede apreciar que hay muchas autoconstrucciones, gran parte informales tanto en estructuras de concreto armado como de albañilería confinada, siendo este último lo más visible en todo el territorio Peruano, se desarrollan sin ningún tipo de estudios que las normas nacionales mencionan y que deben tener como mínimo para toda edificación con el fin de que salvaguarde las vidas humanas ante un eventual sismo severo, a ello se suma la mínima asistencia técnica por profesionales en la ejecución de los procesos constructivos de dichas edificaciones.

Por todos estos eventos sísmicos que ocurre en el Perú y en mundo se le presta mayor interés al Análisis Estructural, es por ello que este proyecto trata del diseño sismorresistente, y que es tema importante en la ingeniería sísmica y de estructuras para predecir los comportamientos de las edificaciones ante diferentes sollicitaciones sísmicas sobre todo a los sismos severos. Además, debemos tener en cuenta que el diseño de una estructura no acaba cuando se obtienen las secciones y el área del

acero vertical y horizontal de cada elemento, al contrario, ahí se debe de iniciar la evaluación sísmico que tendrá la estructura.

La secuencia que se ha planteado en esta investigación nos sirve analizar los el comportamiento de la Institución Educativa y así conocer si la edificación resiste a eventos de sismos de gran consideración, y si permite la reparación después de dicho evento, para eso se aplicará la Norma Peruana E.030 y se realizarán el análisis estático y dinámico y se verificará el cumplimiento de la Institución Educativa en las consideraciones mínimas de estas normas, para que posteriormente se realice una propuesta de reforzamiento estructural.

Es importante evaluar el comportamiento estructural por estar considerado como una edificación esencial según la Norma Peruana E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”, esta Institución Educativa cuenta con 3 pabellones, el Pabellón A es estructura aporticada de 2 pisos con proyección a 5 pisos, el Pabellón B y C son estructuras aporticadas de más de 11 años de antigüedad.

El **problema de investigación** hace la siguiente interrogante: ¿Cómo es el Diseño Sismorresistente de la Institución Educativa Santa Rosa del distrito de Catac, Ancash, 2021?

El proyecto se justifica técnica, científica, social y económicamente y se expone cada uno de ellos a continuación: **Técnicamente**, esta investigación se justifica debido a que se busca obtener el comportamiento estructural ante eventos sísmicos de diferentes intensidades de una edificación esencial mediante los análisis lineales estático y dinámico además de encontrar las rótulas plásticas y a base de ello proponer el reforzamiento estructural para salvaguardar las vidas de las personas. **Científicamente** debido al uso de métodos empíricos, teóricos y matemáticos basados en el método científico, así como la aplicar las metodologías indicadas en las normas nacionales e internacionales, esta investigación generará conocimiento y se usará el software ETABS. En el ámbito **Social**, esta investigación busca aportar a futuros profesionales que quieran investigar el tema analizando así las edificaciones construidas o proyectadas con la finalidad predecir el comportamiento de la estructura y así buscar las soluciones más adecuadas y que permite que el ciudadano tenga una mejor calidad de vida, además de minimizar principalmente las

pérdidas humanas e incluso en un eventual sismo que la edificación sirva como refugio. En el ámbito **Económico**, el proyecto se justifica debido a que el objeto de estudio está situada en el departamento de Ancash, el cual por tener una sismicidad alta están en riesgos de sufrir daños que van desde leves, severos e incluso el colapso de la edificación, con este estudio se busca corregir las estructuras que son diseñadas mediante autoconstrucción e incluso poca supervisión de un profesional, ya que se podrá determinar los puntos de falla para determinados sismos y así hacer el reforzamiento estructural respectivo anticipándonos así ante un eventual sismo y evitar que la edificación sufra daños severos o colapsos y que afectará aún más en la economía de las personas, además de evitar futuros accidentes o muertes de los ciudadanos.

Por ello, el **objetivo general** de la presente investigación es: Evaluar el diseño sismorresistente de la Institución Educativa “Santa Rosa” y proponer el reforzamiento estructural.

Los **objetivos específicos** son: **(1)** Determinar los estudios de mecánica de suelo en la Institución Educativa “Santa Rosa”. **(2)** Determinar la resistencia del concreto (vigas y columnas) mediante pruebas no destructivas (ensayo de Esclerometría). **(3)** Evaluar el análisis estático y dinámico de la estructura según las Norma Peruana E-030 por medio del programa ETABS **(4)** Determinar las derivas y torsiones de la estructura educativa. **(5)** Proponer el reforzamiento estructural de la Institución Educativa “Santa Rosa” de la ciudad de Catac

Se tiene como **hipótesis** que: El Diseño Sismorresistente no cumple con lo estipulado por las Norma Nacional E.030 en la Institución Educativa “Santa Rosa.

## II. MARCO TEÓRICO

La presente tesis de investigación tiene los siguientes antecedentes:

Carhuapoma y Zapata (2019) en su investigación titulado “**Diseño sismorresistente de una edificación de cuatro pisos destinada a departamentos en el AA. HH. 18 de Mayo - Piura – Perú**”, Es una investigación de tipo Aplicada, el diseño de la investigación es Pre - experimental y Descriptivo es el nivel de la Investigación, el cual tuvo como **objetivo** diseñar una edificación de 4 pisos que serán destinadas a departamentos ubicada en la AA.HH 18 de Mayo en la ciudad de Piura, y cumplir con los requisitos mínimos que establece la Norma E-030, para ello primero realizaron el estudio de mecánica de suelos en el lugar y luego hacer el diseño sísmico, se realizó estudios de mecánica de suelos y posteriormente realizar el análisis sísmico en el software ETABS. Como **resultados** que determinó que el material encontrado fue arenoso limoso y que era pobremente y mal gradada con poca grava, para lo cual se tuvo que hacer una platea de cimentación cuya área fue de 8 metros por 15.50 metros a una profundidad de 0.80m, en cuanto a la capacidad admisible del terreno fue de 1.84 Kg/cm<sup>2</sup>. Se realizó el análisis sísmico resultando una deriva máxima en la dirección X de 0.006353 y en la dirección Y de 0.006557. Además, la cortante en la base ejerce la fuerza en dirección X al 60.35 % y que muros estructurales y en la dirección Y el 67.53 % y por ende el sistema estructural de la edificación es de tipo Dual en ambas direcciones

Inca, Lara y Mena (2020) En su artículo científico titulado “**Método dinámico lineal para la simulación de eventos sísmicos y su efecto en edificaciones escolares**” Es un estudio y análisis sismorresistente de un pabellón de la Universidad Técnica de Machala en el país de Ecuador, el cual tuvo como **objetivo** aplicar el modelo de análisis lineal con el fin de evaluar las respuestas cinemáticas del edificio universitario, el cual fue sometido a la simulación de un sismo de intensidad media, y para el estudio se aplicó el análisis tiempo-historia con el método de Newmark el cual hace la integración con pasos simples para solucionar problemas en la dinámica de las estructuras producidas por las cargas sísmicas, dichos resultados se compararon con los obtenidos al usar la simulación en el software ETABS y



MATLAB el cual estudiaron los desplazamientos horizontales y verticales de las diferentes plantas de la edificación (planta baja, el piso uno, piso dos y la cubierta). Como **resultados** demuestra que con el método de Newmark se obtiene datos muy cercanos a los obtenidos con el modelamiento en ETABS y MATLAB, con un rango de diferencia que está entre 0.18% y 47.01%, detallando que en los niveles más bajos los datos entre los métodos son más precisos, por lo tanto, el algoritmo se considera como una herramienta importante y útil al realizar análisis de las estructuras dentro del rango elástico.

Curo y Olivo (2020) en su investigación titulado “**Evaluación de sistemas de reforzamientos para mejorar el comportamiento sismorresistente del edificio “El Prado” - Urb.Mayorazgo, Ate, 2020**”, El tipo de investigación es aplicada y el diseño es cuasi experimental, tuvo como objetivo evaluar la estructura de 6 pisos para realizar el reforzamiento mediante el encamisado y la adición de muros de corte, como resultado demuestran que para el reforzamiento con muros de corte las derivas en X es de 0.0061 y en Y es de 0.0026, una cortante basal tanto en X como en Y de  $80.2T_n$ , el periodo de vibración es de 0.796s. Como conclusión mencionan que mediante el reforzamiento con muros de corte tiene la edificación tiene un mejor comportamiento sismorresistente al reducir las derivas, periodo de vibración y aumentar la ductilidad.

Manzanares y Vargas (2020) en su tesis titulada: “**Diseño sísmico estructural del pabellón de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad César Vallejo – Trujillo**” Para el desarrollo de la tesis se usó un diseño cuantitativo – no experimental, transversal, descriptivo simple y cuyo **objetivo** fue realizar un diseño sísmico a la estructura del Pabellón de la Facultad de Ciencias Médicas, para lo cual se usó el sistema de muros estructurales, se modelaron en el software ETABS y a partir de allí se hizo los análisis sísmicos correspondientes según la norma E.030. **Como resultado** se obtuvo unas derivas máximas de 0.00672 en el sentido X y 0.00628 en el sentido Y. Se logró que las derivas estén en el rango menor a 0.007; cumpliéndose así con los criterios que estipula la norma E.030 así mismo se logró que la capacidad de resistencia del acero y concreto sean mayor a las sollicitaciones sísmicas.

Torres y Arias (2019) en su artículo científico titulada: **Identificación de malas prácticas constructivas en la vivienda informal. Propuesta educativa**, la investigación tuvo como **objetivo** proponer una forma educativa y participativa, en la que sería liderado por la Red de Cooperación Construya Seguro y Sostenible mediante los programas de la escuela de Ingeniería Civil, por lo cual se basó en el desarrollo de un método cuantitativo descriptivo no experimental, y para ello se indentificó cuarenta y cuatro (44) prácticas inadecuadas referente a la habitabilidad en las viviendas informales. Tuvo Como **resultados**, que malas prácticas fueron repetitivos como si fuesen instrucciones, mediante el aprendizaje enmarcadas en la propuesta del curso dirigido a comunidades bajo el modelo instruccional de Jerrold y Kemp. **Concluye** mencionando que, dicha iniciativa permitió acercar a 25 familias del barrio Villas de Kennedy, en Bogotá, con estudiantes y docentes vinculados a la Red, quienes mediante un trabajo articulado socializaron sus hallazgos y experiencias

Ramos (2019) investigación titulada “**Reforzamiento Estructural de la Edificación Multifamiliar Ruth, Ubicada en el Distrito De Santiago De Surco, Lima 2019**” El estudio tuvo como objetivo de determinar si la estructura puede soportar al añadirlo dos niveles más, se tuvo que realizar la evaluación estructural del edificio, el estado actual y si podría resistir a la ampliación. En primer lugar, se determinó la resistencia a la compresión de todas las columnas mediante el ensayo de esclerometría, así como la densidad de los muros y la modelación. Con el modelo realizado se verificó la capacidad de carga de las columnas y por último se verificó las dimensiones de la zapata con más carga soportada. Se hizo el modelamiento de la estructura para tener 2 propuestas de reforzamientos, el Sistema de Muros Estructurales y un Sistema Dual de concreto armado, con el fin de que la edificación cumpla con lo indicado en la norma de Diseño Sismorresistente, concluye mencionando que con el sistema Dual al colocarle los muros de corte en el ascensor y el muro de cabeza en el cajón de escalera en eje X, y continuar los muros de sogá en el eje Y, cumplió en densidad de muros, pero no cumplieron las derivas mencionadas en la Norma E-030 por lo que no se puede reforzar con dicho sistema. Con el sistema de Muros Estructurales al colocarle placas en el ascensor, placa en el cajón de escalera en el eje X, y continuar los muros de sogá existentes en el eje Y, cumpliendo la densidad de muros,

y lo requerido por la norma E-030 y confirmando que el Sistema de Muros estructurales es la mejor opción para este caso.

Rousakis, Anagnostou y Fanaradelli (2021) en su artículo científico titulado **Advanced Composite Retrofit of RC Columns and Frames with Prior Damages—Pseudodynamic Finite Element Analyses and Design Approaches**, es un estudio de actualización compuesta avanzada de columnas y marcos RC con daños previos: análisis dinámicos de elementos finitos y enfoques de diseño, en el cual desarrollan modelos tridimensionales (3D) de elementos finitos (FE) compuestos en columnas y marcos deficientes de hormigón armado (RC). El objetivo fue investigar casos críticos de columnas de hormigón armado con empalmes de barras inadecuadas o refuerzos de acero corroídos y los efectos beneficiosos del revestimiento externo de FRP para evitar su falla prematura y colapso estructural. Tuvo como resultado que los análisis dinámicos avanzados revelan que para diferentes detalles de refuerzo de columnas RC, los efectos de barras empalmadas por traslazo inadecuadas pueden ser más perjudiciales en columnas RC aisladas que en pórticos RC. Parece que en los marcos RC, se activan regiones críticas adicionales sin empalmes traslapados y se observa una redistribución del daño. Los efectos perjudiciales de las barras de acero corroídas son algo mayores en los marcos de RC desnudos que en las columnas de RC aisladas, ya que todos los refuerzos del marco se consideran corroídos. Además, todos los casos críticos de marcos RC con daños previos en riesgo de colapso pueden recibir la innovadora modificación compuesta y lograr una carga de corte base más alta que el marco RC original sin barras corroídas o empalmadas por solapamiento, con una ductilidad de desplazamiento superior comparable. Finalmente, los análisis de EF se utilizan para proponer ecuaciones de diseño modificadas para la resistencia a cortante y la rotación de la cuerda en casos de falla de columnas con deficiencias o daños previos en estructuras RC.

Morales et al. (2017), en su artículo de investigación denominado **“Espectros de Respuesta Elástica de Pseudoaceleración a partir del Análisis Dinámico Lineal Equivalente del suelo en Chimbote – Perú”**, tuvo como objetivo principal calcular la respuesta espectral de aceleraciones de los suelos de los distrito de Chimbote y Nuevo Chimbote en el departamento de Ancash, para dicho estudio se usó la

información que se tuvo como base del estudio de Zonificación sísmica de las dos ciudades, para el cálculo se realizó el análisis dinámico lineal en el cual dio los resultados de los espectros elásticos de respuesta. Se seleccionó 5 series diferentes de tiempo de sismos ocurridos a nivel mundial y de sismos sintéticos, simulados mediante las normas internacionales siguiendo sus lineamientos en detalle, para el análisis se hizo un modelo viscoelástico del subsuelo que se obtuvo con las variaciones de velocidades  $V_{s30}$  y del espesor de los sedimentos que con anterioridad se identificó en el mapa de zonificación sísmica. Como resultados se calculó 56 espectros elásticos de aceleración promedió ajustados a cada modelo, los cuales fueron agrupados en rangos de  $V_{s30}$  y espesor de sedimentos para posteriormente ser comparados con los espectros elásticos de diseño que recomienda la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 en suelos con características parecidas. Se hizo una evaluación cualitativa, y la metodología empleada arrojó resultados coherentes y se recomendó en el área 4 nuevos espectros elásticos de diseños derivados de la norma Peruana E.030.

Medina y Music (2018) En su artículo de investigación “**Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena**” se determinó el nivel de desempeño de la edificación de muros de concreto armado, dicha edificación está diseñado con mediante la norma de Chile, se utilizó el Método de Espectro de Capacidad MEC para determinar el nivel de desempeño, el cual superpone el espectro de demanda sísmica y el espectro de capacidad, para lo cual el espectro de capacidad se construyó tomando como base la curva de capacidad estructural de la edificación, esto se obtiene mediante el Pushover. Al usar este método se deben ingresar las propiedades no lineales de todos los materiales que constituyen los muros. Para este análisis Pushover se tienen en cuenta 3 patrones de carga. Para la obtención del espectro de desplazamiento elástico se consideran 2 normas: la que establece el DS61 (2011) y lo descrito por ATC y FEMA. **Finalmente**, con los puntos de desempeño se obtienen varios parámetros como son los cortes y desplazamientos por piso, así como las tensiones en los muros, concluyendo que la edificación sí cumple en todos los puntos de desempeño determinados y que su desplazamiento está en el rango de los límites establecidos por Visión 2000.

Julca (2020) en su tesis titulada: **“Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI SAP 2000”** tuvo por **objetivo** evaluar el comportamiento estructural de dicha Institución Educativa y así saber si cumple con las normas vigentes de diseño estructural, de no ser así se brindaría las recomendaciones que ayuden a mejorar la estructura, para realizar el estudio se utilizó los planos proporcionados por la Institución Educativa. Como resultados menciona que para sismo en “X” presenta un valor de  $(\Delta t, V) = (0.148, 46.506)$  como punto de fluencia  $(\Delta t, V) = (0.120, 37.833)$ . Para el sismo en “X” el punto de desempeño se ubica en el rango operacional. Para sismo en Y tiene un valor de  $(\Delta t, V) = (0.543, 73.867)$ . Como punto de fluencia  $(\Delta t, V) = (0.105, 45.558)$  ,para el sismo en “Y” el punto de desempeño está en el rango operacional. Concluye que en la estructura se aprecia que en dirección “X” cumple el requerimiento de estructura esencial conforme indica la norma FEMA ya que se encuentra en el rango operacional, asimismo en dirección “Y” también se encuentra en el rango operacional.

Zameeruddin y Sangle (2020) en su artículo de investigación titulado **“Performance-based Seismic Assessment of Reinforced Concrete Moment Resisting Frame”** cuyo **objetivo** fue evaluar el comportamiento ante los sismos de 15 pórticos de concreto armado mediante los procedimientos de análisis estáticos no lineales, para lo cual las estructuras se indujeron a diversos patrones de cargas lateral, las estructuras fueron diseñadas según los códigos sísmicos de la India. Durante el comportamiento sísmico se verificó los periodos fundamentales, desplazamientos de la cubierta, las derivas y la relación entre cada piso, el factor de modificación y la cortante basal. Como conclusión menciona que el periodo fundamental de las 15 estructuras obtenidos con el análisis pushover es entre un 15% y un 40% mayor que los valores analizados con la ecuación empírica del código IS 1893. Además indican que las respuestas no lineales que se obtuvieron en varios niveles de rendimiento se podrán utilizar para trazar los diferentes daños ocurridos en las estructuras, y por último el parámetro de respuesta, como son los desplazamientos, el cizallamiento de la base de utilizará para poder evaluar la pérdida de rigidez, ductilidad y resistencia.

Estêvão y Esteves (2020) en su artículo de investigación denominado “Nonlinear Seismic Analysis of Existing RC School Buildings: The “P3” School Typology”, como

objetivo desarrollar un enfoque computacional que permitiera la evaluación de daños de un gran número de edificios escolares individuales de concreto armado. Se adoptaron procedimientos de análisis sísmico estático no lineal para evaluar el comportamiento sísmico estructural, es decir, utilizando el nuevo concepto de curva de rendimiento. Basado en los resultados obtenidos, Se pudo concluir que la seguridad sísmica de este tipo de edificio escolar se rige principalmente por la capacidad de corte de las columnas. Este estudio también muestra las dificultades de realizar evaluaciones sísmicas precisas de edificios existentes utilizando los métodos de análisis que se establecen en el Eurocódigo 8. Los resultados de la evaluación sísmica de varios módulos de una escuela muestran que no cumplen con el nivel de seguridad que actualmente se establece en el Anexo Nacional Portugués de la EC8-3, principalmente debido a la baja resistencia al corte de las columnas RC.

En el presente trabajo de investigación se tiene el siguiente como marco teórico:

**Estudio de mecánica de suelos.** Los estudios de suelos están enmarcados dentro de la Norma Peruana E. 050, en el cual se detalla la importancia de estos para conocer las propiedades físicas y de los suelos en el que se construirán las cimentaciones de las edificaciones, sobre todo en edificaciones importantes según la norma E.030 se debe de tener a detalle el estudio de los suelos, así como la determinación de la Capacidad admisible del suelo. Además, nos dará a conocer el tipo de suelo y así poder realizar los análisis sísmicos de las estructuras.

Chen, Zhu y Hu (2021) mencionan que el inicio o entrada del movimiento del suelo afecta significativamente el análisis de peligros sísmicos y evaluación de riesgos en las estructuras.

**Sismo:** Es un fenómeno natural, donde las vibraciones de la superficie de la tierra son causadas por alguna fuente de perturbaciones dentro de la tierra, y que son una amenaza para los humanos y las estructuras, en algunos casos causan deslizamientos de tierra y olas del mar (tsunamis). Estas vibraciones son peligrosas para las estructuras, esto se debe a que el sistema estructural está diseñado básicamente para cargas de gravedad y no para cargas de inercia horizontal que se

generan debido a la aceleración del suelo durante los sismos Kumar et al. (2021 pág. 39).

**Resistencia del concreto:** Lapidus, Bidov y Khubaev (2017) mencionan que el control de la resistencia del hormigón en estructuras monolíticas se realiza casi siempre mediante métodos de ensayo no destructivos. Los instrumentos más utilizados son los dispositivos ultrasónicos y los esclerómetros (el método de rebote) con el uso del llamado universal dependencias de calibración o sus variantes redefinidas

**Peligro Sísmico.** El Perú se divide en 4 zona de acuerdo a los estudios realizados ante los diferentes sismos, basado en la distribución espacial de la sismicidad que se puede observar con los estudios realizados, y a cada zona se le tiene identificado con un factor **Z** que es la interpretación de la aceleración máxima horizontal que hay en el suelo Norma E.030 (2018).

**Tabla 1.** Factores de Zona

Factores de Zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: NTP E.030 (2018)

la edificación se ubica en la provincia de Huaylas, por lo tanto, se encuentra en la zona 3 y a ello le corresponde el factor de la zona 0.35 que se empleará en la investigación.

Salsabili et al. (2021) menciona que un aspecto importante de la ingeniería geotécnica de terremotos está relacionado con la evaluación de la intensidad esperada y el período dominante del movimiento sísmico del suelo en una ubicación

determinada. El conocimiento de las propiedades geológicas y geotécnicas de los sedimentos superficiales es importante a este respecto, ya que tienden a modificar el contenido de amplitud y frecuencia de las ondas sísmicas entrantes.

**Perfiles de suelo.** Los suelos se clasificarán teniendo en consideración las ondas de corte ( $V_s$ ), y la velocidad promedio que estas propagan, alternativamente para suelos clasificados como granulare, el promedio de los  $N_{60}$  que se obtendrán haciendo el ensayo de penetración estándar (STP), este resultado es de mucha importancia ya que se identificará el tipo de suelo para el análisis sísmico

Panpan et al. (2019) menciona que es de gran importancia incluir el suelo en el modelo numérico en los análisis, cuando aparece un terremoto, la propagación de ondas sísmicas en el suelo da como resultado el movimiento del suelo y está comprobado que la interacción suelo-estructura (SSI) afecta las respuestas dinámicas de la estructura.

**Factores de Suelo.** Para detallar con mayor exactitud las características del terreno se debe estimar el modelo de perfil que pende del tipo de suelo y de la zona en el que se encuentra, y que dará como resultados los Periodos TP y TL NTP E.030 (2018).

**Tabla 2.** *Factores de Suelo*

Zona	Suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: NTP E.030 (2018)



**Tabla 3.** *Periodos  $T_p$  y  $T_L$* 

Periodos		Perfiles de suelo			
		S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_p$		0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L$		3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: NTP E.030 (2018)

**Factor de Amplificación Sísmica (C).** Es un factor de amplificación de la aceleración estructural respecto a la aceleración del suelo y su valor dependerá de las características del suelo.

**Tabla 4.** *Factor de Amplificación*

Condición	Valor de C
$T < T_p$	2.5
$T_p < T < T_L$	$2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_L$	$2.5 * (T_p * T_L) / T^2$

Fuente: NTP E.030 (2018)

**Categoría y Factor de Uso de la Edificación.** Para una determinada edificación se asigna una categoría dependiendo del fin de la estructura y su uso que tendrá.

Es así que para Kahrizi y Tahamouliroudsari (2019) debido al alto número de estudiantes y la posibilidad de un alto número de muertos durante un terremoto, los edificios escolares se consideran estructuras muy importantes en la mayoría de los códigos sísmicos actuales. Los componentes de las estructuras de estos edificios, incluidos los muros de carga y los componentes de acero / hormigón, deben diseñarse de modo que, al menos, tengan un rendimiento estructural de seguridad humana frente a fuertes terremotos

Según la Norma Peruana E-030 existen 4 categorías para las edificaciones, que se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Categorías de las edificaciones**

Categoría	Descripción	Factor U
A: Edificaciones Esenciales	A1: Edificaciones del sector Salud que están comprendidos entre el segundo y tercer nivel según estipulado por el MINSA	Aisladores sísmicos
	A2: Edificaciones esenciales que contribuyan al manejo de emergencias, establecimientos de salud no comprendidas en la categoría A1. Puertos, aeropuertos, cuarteles, comisarías, Instituciones Educativas, Universidades, locales municipales.	1.5
B: Edificaciones Importantes	Edificaciones donde hay concurrencia de gran cantidad de personas, centros comerciales, museos, cines y teatros,	1.3
C: Edificaciones comunes	Viviendas, hoteles, instalaciones industriales, oficinas, depósitos y restaurantes.	1
D: Edificaciones temporales	Construcciones momentáneas para casetas, depósitos y similares	

Fuente: NTP E.030 (2018)

**Sistemas Estructurales y Coeficiente de Reducción Sísmica.** Cada edificación está diseñada y construida por algún material y forma predominante, en el que las fuerzas sísmicas actuarán de acuerdo a estas, el factor de reducción sísmica está en función del sistema estructural de la edificación, cuando en la dirección de análisis, la estructura presente más de un sistema estructural, se considera el  $R_0$  menor según corresponda.

**Tabla 6. Sistemas Estructurales**

<b>Sistema Estructural</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción <math>R_o</math></b>
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada y Confinada</b>	<b>3</b>
<b>Madera (Por esfuerzo admisible)</b>	<b>7</b>

**Fuente:** NTP E.030 (2018)

**Irregularidad Estructural.** Según Razmkhah et al. (2021) muchos edificios sufren cambios repentinos en la rigidez estructural de los pisos debido a la inclusión de espacios de estacionamiento, el uso de edificios para fines comerciales y el uso inapropiado de muros de relleno de mampostería, todo lo cual crea una condición de piso suave o extremadamente suave, además de cualquier otra irregularidad como "excentricidad de masa" puede crear torsión y que puede conducir a la vulnerabilidad durante los sismos, causando daños severos a las estructuras.

Sassu, Puppio y Mannari (2017) mencionan que el papel de las irregularidades en la respuesta sísmica de los edificios es un tema crítico en la evaluación de la confiabilidad estructural, además de indicar que un tema relevante para la evaluación

sísmica de edificios existentes es la amplia dispersión de los valores de resistencia del concreto.

**Coefficiente de Reducción de las fuerzas sísmicas R.** Este coeficiente se determina multiplicando el coeficiente  $R_0$  por los factores de  $I_p$  (Irregularidad en planta) y  $I_a$  (Irregularidad en altura), teniendo la siguiente expresión:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

**Peso de la Edificación.** El Peso (P) se determina sumando a la carga permanente un porcentaje de la sobrecarga o carga viva, como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 7.** *Peso adicional de las edificaciones*

Peso total	
Categoría	Porcentaje
Categoría A y B	Se toma 50% del total de la carga viva
Categoría C	Se toma 25% del total de la carga viva
Depósitos	Se toma el 80% del total que es posible almacenar
Azoteas y techos	Se toma 25% del total del peso
Tanques, silos y similares	Se considera el 100% del total que contiene

Fuente: NTP E.030 (2018).

**ETABS.** De sus siglas en inglés Extended Three-Dimensional Analysis of Building Structure. es un software de diseño de edificios integrado desarrollado por Computers and Structures Inc., también conocido como CSI. Es uno de los softwares más potente en ingeniería estructural en el diseño de edificios de gran altura. Se utiliza en todo el mundo debido a sus características en el modelado rápido de sistemas de armazón y en el análisis de estructuras de edificios grandes y complicadas (Pechorskaya et al., 2021, p. 134).

**Procedimiento de Análisis Sísmico.** La NTP menciona que hay dos tipos de análisis sísmico que deberían tener las edificaciones, están son: análisis sísmico estático y análisis sísmico dinámico. El propósito de realizar un análisis sísmico es tratar de predecir cual podría ser el comportamiento de la edificación ante fuerzas producidas por los diversos sismos, ya que lograr calcular con exactitud las reacciones y esfuerzos que sufrirá la estructura ante un sismo es muy poco probable, conociendo los posibles resultados se puede hacer mejoras en la estructura ya se modificando antes de la construcción o reforzando una edificación que ni cumpla con los parámetros indicados en la Norma Peruana.

**Análisis Sísmico Estático.** Este procedimiento se realiza teniendo en cuenta las fuerzas actuantes en el centro de masa de la edificación en cada nivel y la norma menciona que se realiza en estructuras regulares y que su altura no sobrepase los 30 metros, y para edificaciones que tienen muros portantes de concreto armado y de albañilería confinada que no sobrepasen los 15m de altura, aunque sean irregulares. La acción sísmica en la base en la dirección analizada está definida por el cortante basal ( $V$ ) que tiene la siguiente fórmula.

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} * P$$

**Donde:**

V: Fuerza cortante basal.

Z: Factor de Zonificación.

U: Factor de Uso.

C: Factor de amplificación sísmica

S: Factor de suelo.

R: Coeficiente de Reducción Sísmica.

P: Peso de la estructura.

**Fuerza Cortante en la base:** Al sumar las fuerzas laterales equivalentes desde el nivel del techo, se obtienen las demandas de cortante total del piso, que a su vez se pueden usar para obtener las demandas de cortante y momento flector en las paredes individuales Orumiyehei y Sullivan (2021)

**Análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral.** Este análisis se efectúa para determinar la respuesta del modelo que se genera por las cargas que actúan de forma repentina o en función del tiempo.

La evaluación del comportamiento dinámico de los edificios existentes ha recibido una atención creciente en las últimas décadas debido a sus rendimientos insatisfactorios mostrados bajo acciones sísmicas, ya que mediante el análisis dinámico se muestra el comportamiento detallado de una edificación ante dichos eventos sísmicos Capanna et al. (2021).

**Modos de Vibración.** Se define como Modos de Vibración, a las distintas formas en que la estructura puede vibrar frente a fuerzas externas, como las fuerzas provocadas por los sismos. En el análisis se busca que la masa efectiva sea por lo menos el 90%. Estos modos de vibración de una estructura se comportan de acuerdo a la rigidez, resistencia e irregularidades que la estructura podría presentar, y la norma recomienda al menos hacer 3 modos de vibración por cada nivel de la edificación (Carhupoma García, y otros, 2019).

**Aceleración Espectral.** Para las aceleraciones en la base en las direcciones analizadas se analiza mediante un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones mediante la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} * g$$

**Fuerza Cortante Basal Mínima.** Determinado en el Análisis Estático el Cortante Basal, la Cortante Dinámica que se ejerce en la base debe ser mayor que el 80% de la Cortante Estática para edificaciones regulares, y mayor al 90% en edificaciones irregulares NTP E.030 (2018).

**Derivas.** Las estructuras al tener un desplazamiento lateral influyen en todos los niveles, entonces, se resta este desplazamiento entre dos pisos consecutivos y se divide por la distancia de separación entre dichos niveles (Andrés López, 2014).

**Desplazamientos Laterales Admisibles.** Dentro de nuestra Norma Peruana los máximos desplazamientos relativos en cada entrepiso, teniendo en cuenta el material predominante en la dirección del análisis, para este caso de una edificación de concreto armado la deriva máxima debe ser de 0.007

**Desempeño Sismorresistente.** Quezada menciona que este concepto ampliamente estudiado considera que las estructuras se deben comportar adecuadamente, y que puedan resistir a los sismos que pudieran ocurrir sin tener daños considerables o en el peor de los casos no llegar al colapso salvaguardando así la vida de las personas que pudieran encontrarse en ese momento dentro de la edificación (Quesada Carrillo, 2017).

**Carga de una edificación:** Es el peso que ejerce la estructura que resulta de los materiales de construcción, de los ocupantes y pertenencias, estas se dividen en cargas vivas y cargas muertas. Las cargas muertas son de los materiales, tabiquería y equipos soportados por la edificación y las cargas vivas son los ocupantes, equipos y bienes muebles de la edificación (NORMA TÉCNICA PERUANA E.020 CARGAS, 2006)

Chaitanya Y Prasad (2021) mencionan que la necesidad de un diseño de construcción resistente a los terremotos es proporcionar seguridad y comodidad al edificio mediante la disminución de la deflexión, el corte, la flexión y las fuerzas internas bajo la acción de la condición de carga sísmica

**Reforzamiento Estructural:** Sirimontree et al. (2021) menciona que el refuerzo de la columna de hormigón armado (RC) existentes es necesario para mejorar su capacidad de carga axial o ductilidad de las estructuras.

Es comúnmente conocido que el daño grave o el colapso completo de las estructuras de marcos de CR (Concreto Armado) en muchos sismos fue provocado principalmente por la falla de las columnas en una acción en cadena. Por lo tanto,

para retener la capacidad de las estructuras RC no sísmicas existentes contra una carga excesiva inesperada y una gran deformación debido a terremotos, es necesario mejorar cuidadosamente la rigidez, resistencia y ductilidad de las columnas Keun-Hyeok (2019).

**Encamisado de columnas:** Es un reforzamiento en el cual se coloca acero, también llamado chaqueta o encamisado sobre toda la altura de la columna, mientras que el espacio restante entre la columna y la chaqueta se rellena con hormigón adicional, fortalecido de esta manera, la columna aumenta la capacidad de carga para todas las cargas vivas y permanentes adicionales en la estructura Landović Y Bešević (2021).

Keun-Hyeok et al. (2020) mencionan que el revestimiento RC es eficaz para mejorar la rigidez y la resistencia, así como la ductilidad de las columnas a través de un diseño confiable de la sección del revestimiento.

Santarsiero y Masi (2020) mencionan como la adición de acero simples y factibles puede mejorar efectivamente la capacidad sísmica de conexiones anchas viga-columna en pórticos RC, especialmente en términos de capacidad de carga lateral y disipación de energía.

**Muros de corte:** Tiene una capacidad para aprovechar las cargas laterales que surgen durante los sismos. Son fáciles de implementar, livianas en comparación con sistemas similares, alta ductilidad, instalación rápida, alta absorción de energía y una reducción significativa de la tensión residual en la estructura Marzban y Esmaeiltabar (2021).

Kou, Zhang Y Ren (2021) menciona que el comportamiento sísmico del muro de cortante ha sido probado por muchos expertos en el país y en el extranjero, el cual tiene capacidad de carga horizontal, coeficiente de ductilidad de desplazamiento, degradación de resistencia y rigidez.

Seung-Ho et al. (2020) menciona que, en los últimos años, se han desarrollado una variedad de métodos de refuerzo para mejorar el comportamiento sísmico de estructuras de hormigón armado (RC), los resultados de su investigación demuestran mejoras adicionales en la resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación:

- **De acuerdo al fin que persigue que la investigación:**

El presente trabajo es una investigación aplicada ya que busca solucionar problemas prácticos y sociales a partir de conocimientos y definiciones ya existentes basados en los resultados de investigaciones básicas o puras (ÑAUPAS PAITÁN, y otros, 2018 pág. 136).

- **De acuerdo a los datos analizados:**

Este trabajo es una **investigación cuantitativa**, debido a que los datos analizados se realizan mediante procesos que son secuenciales y probatorios, con la finalidad medir magnitudes de los fenómenos de la investigación (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 pág. 4)

- **De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis:**

Esta es una **investigación descriptiva** ya que selecciona las características fundamentales del objeto de estudio y medir la información independientemente de las variables (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 pág. 92)

**Diseño de Investigación:** Esta investigación es un **diseño no experimental**, ya que, según Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio en su libro "*Metodología de la Investigación*" (2014 pág. 152), mencionan que la investigación no experimental son estudios en donde las variables no se manipulan intencionalmente para conocer los efectos de otras variables.

Por lo tanto, la presente investigación es un **diseño no experimental transeccional descriptivo**, ya que indaga las incidencias de las variables para así describirlos (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 pág. 155).

### **3.2. Variables y Operacionalización.**

#### **Variable Independiente:**

- Diseño Sismorresistente

#### **Variable Dependiente:**

- Reforzamiento Estructural

**Tabla 8.** *Operacionalización de variables*

**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Diseño Sismorresistente	(NORMA TÉCNICA PERUANA E.030 - 2018, 2018) La filosofía del Diseño Sismorresistente consiste en: Evitar en lo posible que haya perdidas humanas y las estructuras no sean dañadas severamente. La estructura no debe colapsar pero si podría presentar daños severos, para esto la norma E.030 indica ciertos parámetros que las edificaciones deben cumplir, entre ellos los desplazamientos máximos de los entrepiso que deberían tener.	Para el diseño sísmico estructural, es necesario realizar el estudio de suelos en laboratorios, y así determinar la capacidad portante y características físicas de los suelos para el diseño de las zapatas. Además nos menciona los análisis sísmicos que toda edificación debería ser tener.	Norma E.030	Parámetros sísmicos	Razón
			Modelamiento de la estructura en ETABS	-Material de los elementos estructurales -Dimensiones -Pruebas a la resistencia a la compresión del concreto en columnas y vigas -Capacidad Portante del terreno	Nominal
			Análisis Sísmico Estático	-Cortante basal - Periodo fundamental	Razón
			Análisis Sísmico Dinámico	-Espectro de respuestas - Derivas -Distorsiones máximas	Razón

Reforzamiento Estructural	(NORMA TÉCNICA PERUANA E.030 - 2018, 2018) El reforzamiento ayuda a la estructura a desempeñarse mejor antes los sismos severos, ya sea al añadirlo mayor rigidez, resistencia o ductilidad.	Se debe tener en cuenta lo estimulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones con el fin de reducir las consecuencias fatales que podrían ocurrir durante los sismos	Norma E.060 Concreto Armado	Secciones de vigas y columnas Resistencia del concreto	Razón
			Reforzamiento	- Muros de corte - Encamisado de columnas	Razón
			Modelado en el ETABS	Rigidez Resistencia Análisis Sismico	Razón

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

**3.3.1. Población:** La Población lo conforman las diversas Instituciones Educativas del distrito de Catac, Provincia de Recuay, Departamento de Ancash.

**3.3.2. Muestra:** Es la Institución Educativa “Santa Rosa” ubicado en el distrito de Catac, Provincia de Recuay, Departamento de Ancash.

**3.3.3. Muestreo:** La presente investigación es no probabilístico debido a que se escogió la muestra a consideración y requerimiento para dicha investigación.

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

**3.4.1. Técnicas de recolección de datos:** Esta investigación se llevará a cabo a través de la revisión de diversos documentos, planos y expedientes, así también como fichas de recolección de datos, los planos serán entregados por la Dirección, adicionalmente se usarán plantillas en Excel.

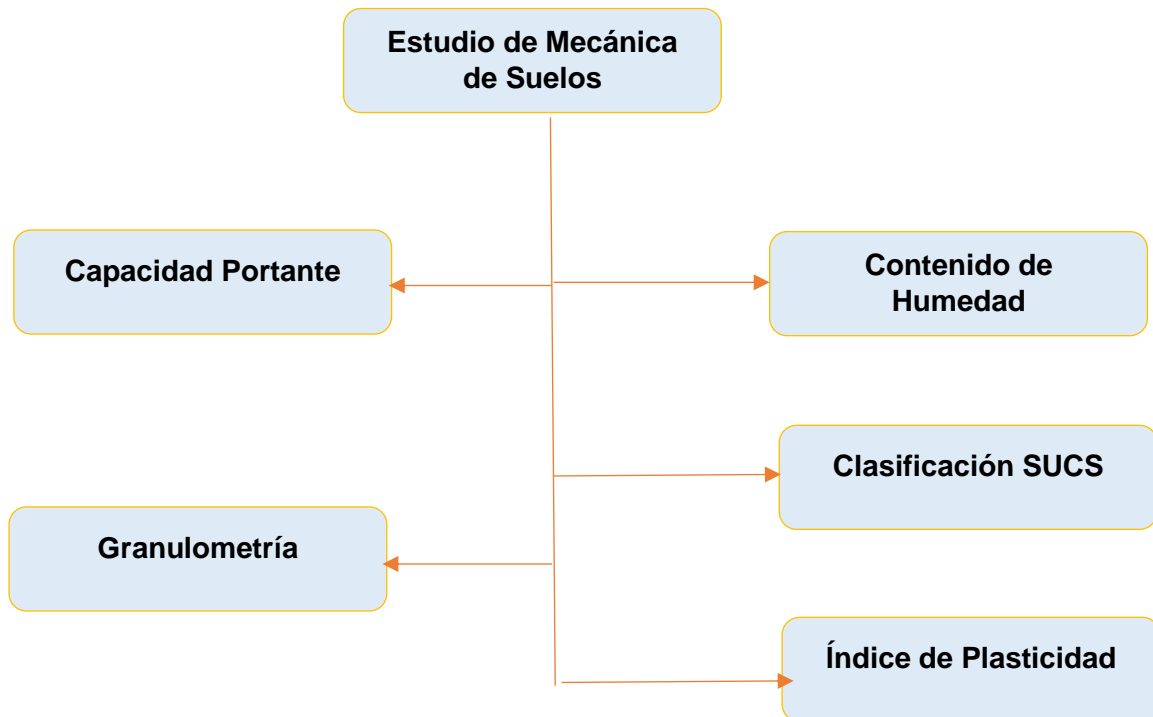
**3.4.2. Instrumentos de recolección de datos:** En esta investigación se empleará fichas de recopilación de datos y el programa ETABS en donde se realizará el modelamiento de la estructura educativa

### **3.5. Procedimientos.**

**Solicitar los planos de estructuras a la Dirección o elaborarlos:** Esto con la finalidad saber con precisión los elementos estructurales de la Institución Educativa, ya que se detallarán en los planos de estructura y arquitectura

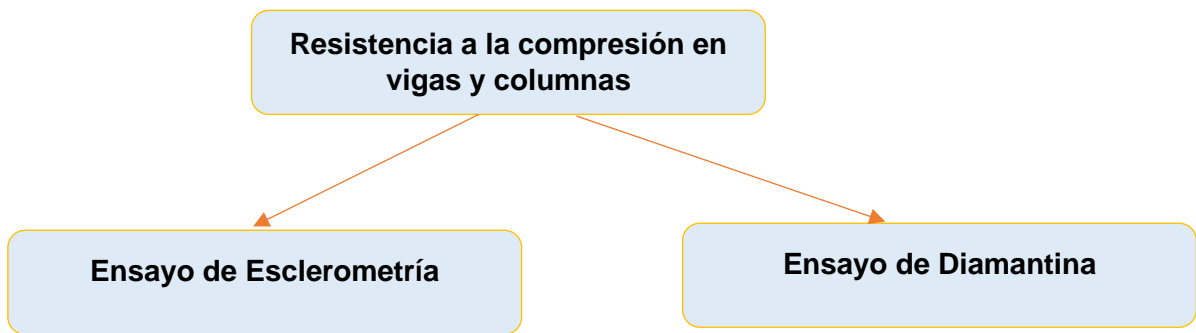
**Estudio de Mecánica de suelos:** Mediante este estudio se conocerá la capacidad portante del terreno, así como también la determinación del límite líquido, límite plástico y su índice de plasticidad del terreno, así como la granulometría, ensayos que son muy importantes para determinar las cimentaciones adecuadas que debería tener la institución y verificar en el plano si cumple con lo que especifica las normas peruanas, dichos ensayos se realizaran en un laboratorio de Mecánica de suelos y de Concreto ubicada en la zona.

Figura 1. Procedimiento para realizar el estudio de mecánica de suelos



**Realizar pruebas de resistencia a la compresión de las columnas y vigas de los diferentes pabellones de la Institución Educativa Santa Rosa:** En estos ensayos se verificará la resistencia mecánica del concreto en las vigas y columnas mediante ensayos de Esclerometría, esto con la finalidad de tener una mayor precisión de la resistencia actual del concreto, ya que muchas veces esta resistencia no es exactamente igual a lo que se detalla en los planos, y así poder registrar los datos exactos en el programa ETABS de las respectivas resistencias a la compresión

Figura 2. Resistencia a la compresión del concreto

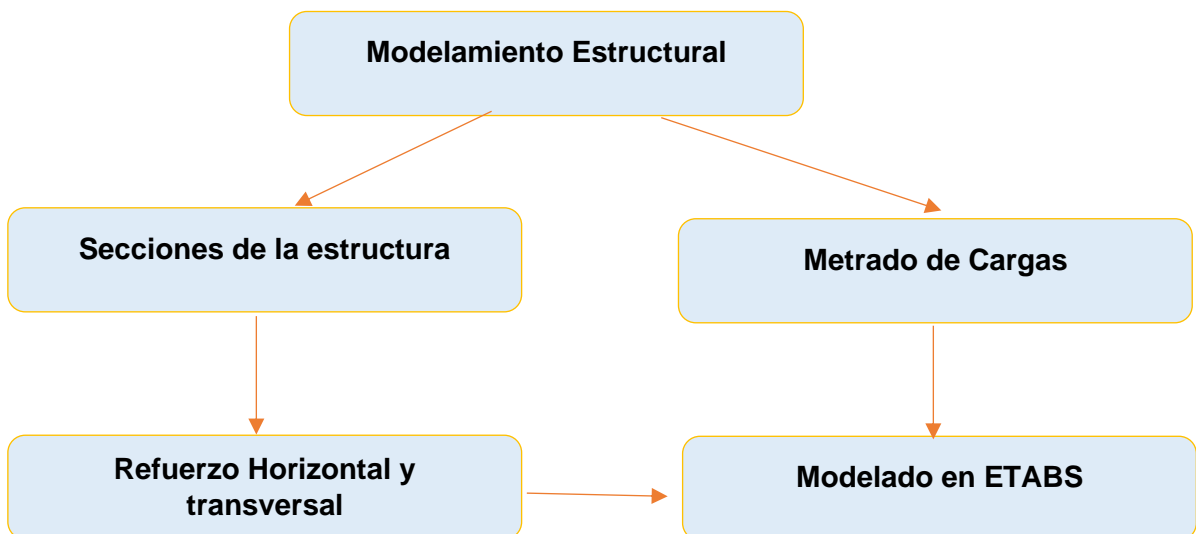


**Realizar el metrado de cargas de la edificación:** Los metrados de carga se realizará para poder determinar la cargas muertas y vivas que soporta la estructura, información importante que indica la norma de Diseño Sismorresistente para poder realizar los análisis sísmicos.

**Determinar las características de los materiales de la edificación:** Estas características son importantes ya que el software ETABS pide datos precisos, como son la resistencia a la compresión del concreto, fluencia del acero, etc.

**Realizar el modelamiento la estructura en el programa de ETABS:** El siguiente paso es modelar la estructura educativa en el programa ETABS, esto con la finalidad de empezar a realizar los análisis sísmicos y posteriormente el análisis estático no lineal.

Figura 3. Modelamiento en el software ETABS



**Realizar el Análisis Lineal Estático:** Se realizará el primer paso de análisis sísmico para determinar si la estructura cumple los requisitos que determina la Norma E.030

Figura 4. Análisis Estático Lineal

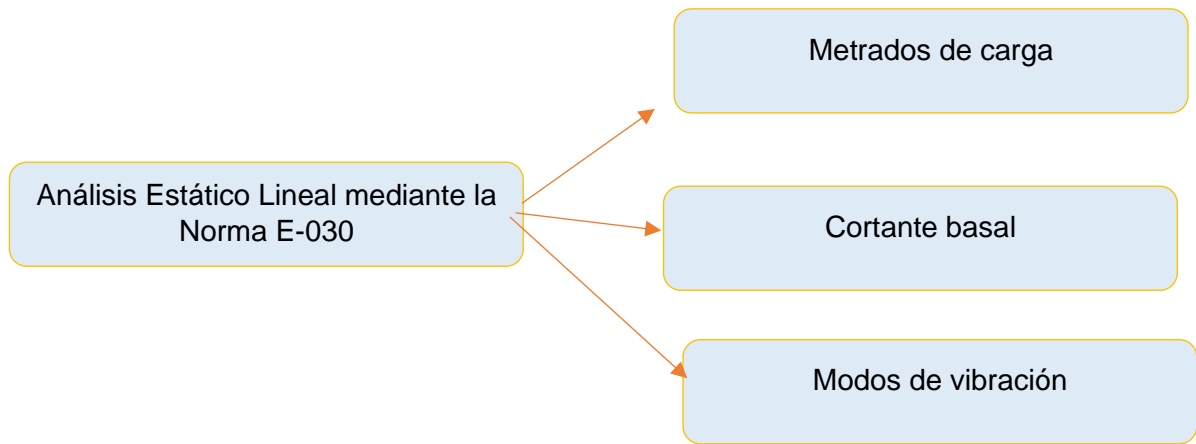
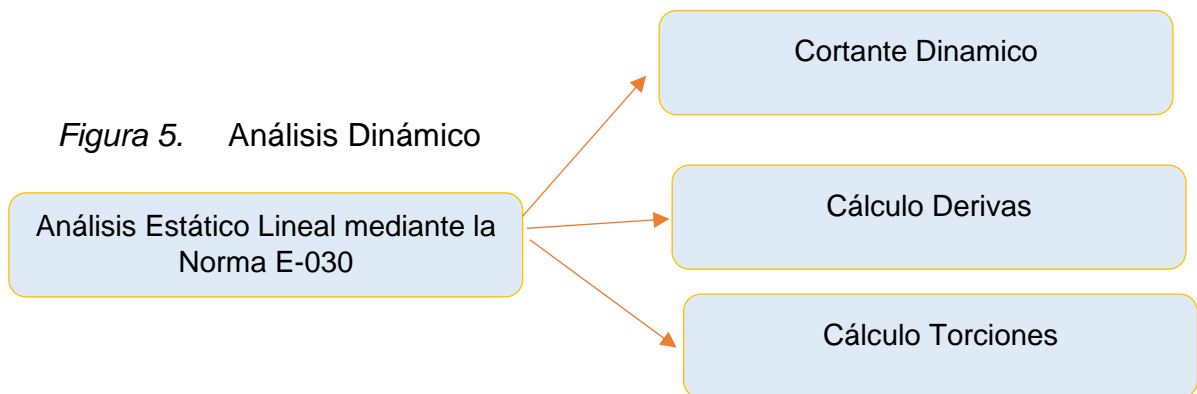


Figura 5. Análisis Dinámico



**Hacer las recomendaciones posteriores para el reforzamiento de la edificación:**

Por último, se hará la propuesta del reforzamiento estructural de la estructura educativa para poder salvaguardar las vidas ante eventos sísmicos de gran magnitud, más aún por ser una estructura esencial en el Perú

**3.6. Método de análisis de datos:** Para el procesamiento de los datos en el cual se determinará el modelo, cálculo y evaluación se usarán modelos matemáticos para lo cual se usará el programa ETABS.

**3.7. Aspectos éticos:** La presente investigación se realiza de una manera ética que toda carrera de ingeniería debe tener, así como la verificación in situ de



la condición de la estructura, asumiendo la veracidad de la información, además se verificará la información ingresada tomando como referencia los planos para el modelamiento de la estructura, así mismo se verifica la legitimidad de las citas y gráficos que se detallan en la presente investigación

## IV. RESULTADOS

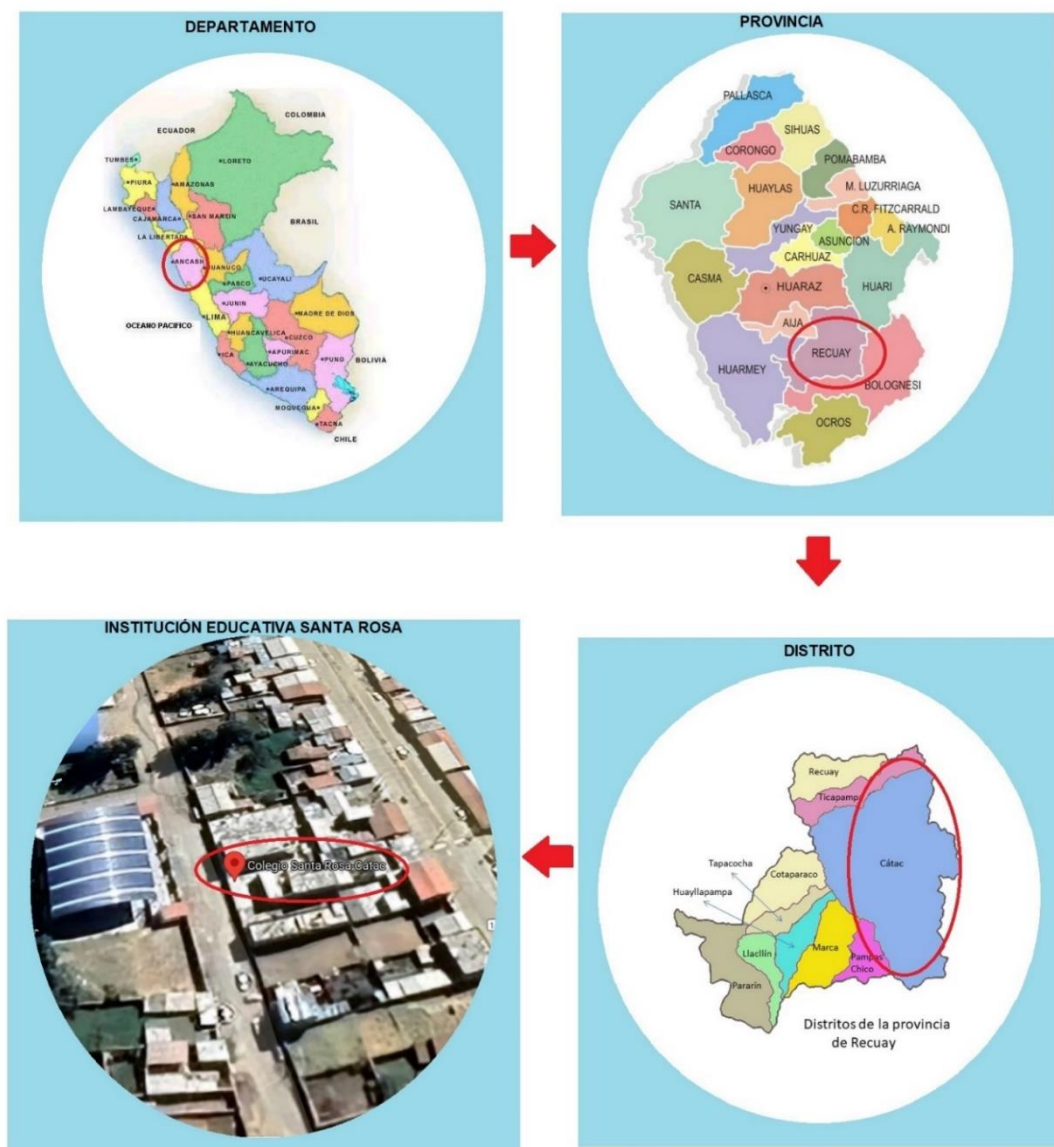
### 4.1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

En la presente investigación se obtuvo las muestras de dos calicatas, la calicata C-01 define el estudio de suelos del pabellón A, y la calicata C-02 para los Pabellones B y C, estos últimos pabellones están continuos, uno al lado del otro.

#### 4.1.1. Ubicación de las calicatas

Las calicatas están ubicadas en el departamento de Ancash, Provincia de Recuay, distrito de Catas en la Institución Educativa Santa Rosa

Figura 6. Plano de ubicación de las calicatas.



#### 4.1.2. CALICATA C-01

La calicata C-01 está ubicada en el pabellón A, el cual según los planos tiene una profundidad de cimentación de 1.5 m., casi toda la Institución está pavimentada, es por ello que se realizó la calicata en un espacio que dejaron para el pozo a tierra

**Tabla 9.** *Resumen del ensayo de la calicata C-01*

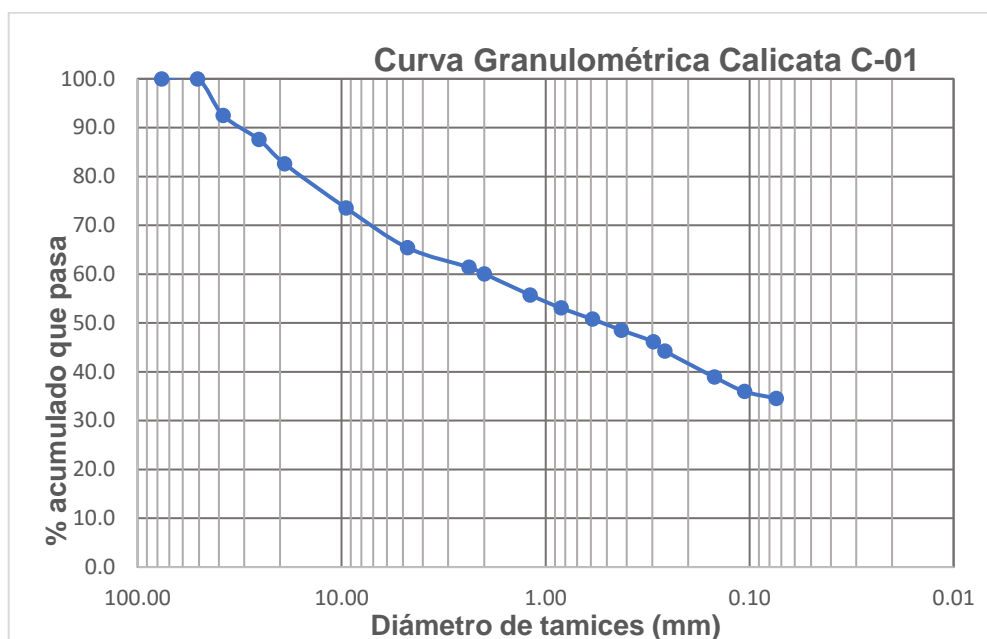
Análisis granulométrico por tamizado		
% Grava	% Arena	% Finos
34.58	30.87	34.55
Límites de consistencia		
Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
20.40	12.56	7.84
Contenido de humedad		Clasificación de suelo (SUCS)
9.04		Arena arcillosa

Según los resultados se muestra que la clasificación del suelo es de Arena Arcillosa y que por su índice de plasticidad de 7.84 es un suelo bueno que tiene un potencial de expansión muy bajo que es menor del 10%.

**Tabla 10.** *Determinación de la Capacidad última de la Calicata C-01*

Parámetros	Calicata C-01
Fondo de Cimentación (Df)	1.50 m
Ancho de zapata (B)	1.50 m
Capacidad última (qu)	4.06 Kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad (Fs)	3.00
<b>Capacidad Admisible del terreno (qa)</b>	<b>1.35 Kg/cm<sup>2</sup></b>

Figura 7. Curva Granulométrica de la calicata C-01



#### 4.1.3. CALICATA C-02

La calicata C-02 se realizó para determinar las propiedades del suelo que soporta la estructura de dos pabellones continuos (Pabellón B y Pabellón C).

Tabla 11. Resumen del ensayo de C-02

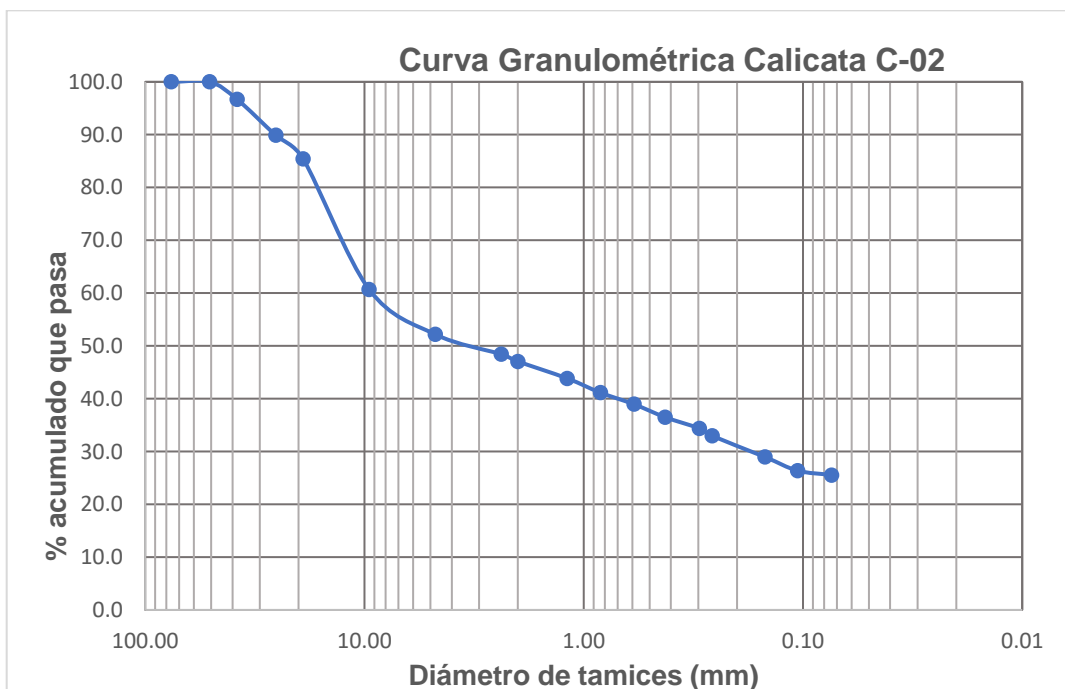
Análisis granulométrico por tamizado		
% Grava	% Arena	% Finos
30.96	26.64	42.40
Límites de consistencia		
Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
20.65	13.69	6.96
Contenido de humedad		Clasificación de suelo (SUCS)
17.18		Arena arcillosa

Según los resultados emitido por el laboratorio MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L. muestra que la calicata C-02 tiene una clasificación del suelo de Arena limosa - Arena Arcillosa y que por su índice de plasticidad de 6.96 es un suelo bueno que tiene un potencial de expansión muy bajo que es menor del 10%.

**Tabla 12.** *Determinación de la Capacidad última de la Calicata C-02*

Parámetros	Calicata C-01
Fondo de Cimentación (Df)	1.50 m
Ancho de zapata (B)	1.50 m
Capacidad última (qu)	4.108 Kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad (Fs)	3.00
<b>Capacidad Admisible del terreno (qa)</b>	<b>1.37 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**Figura 8.** Curva Granulométrica C-02



#### 4.2. ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA

Para determinar la resistencia del concreto en las vigas y columnas, se realizó mediante ensayos de esclerometría, se hizo un total de 12 pruebas, 4 pruebas por pabellón, los resultados arrojados por lo general cumplieron con la resistencia mínima que indicaban en los planos (210 kg/cm<sup>2</sup>), dando mayores resultados como se aprecia en el anexo

**Tabla 13.** Resultados de los ensayos de Esclerometría según ejes de los planos

Pabellón	Elemento estructural (Eje)	Piso	Resistencia de diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia del ensayo kg/cm <sup>2</sup>	Estado
Pabellón A	Columna (2A)	Piso 1	210	326	Cumple
	Columna (4A)	Piso 1	210	296	Cumple
	Viga (5-5)	Piso 2	210	260	Cumple
	Viga (A-A)	Piso 2	210	306	Cumple
Pabellón B	Columna (1A)	Piso 1	210	173	No Cumple
	Columna (3A)	Piso 1	210	286	Cumple
	Viga (3-3)	Piso 1	210	229	Cumple
	Viga (A-A)	Piso 1	210	275	Cumple
Pabellón C	Columna (4A)	Piso 2	210	189	No Cumple
	Columna (5A)	Piso 1	210	296	Cumple
	Viga (5-5)	Piso 2	210	189	No Cumple
	Viga (A-A)	Piso 1	210	143	No Cumple

### 4.3. ANÁLISIS SÍSMICO

#### 4.3.1. RESULTADOS DEL PABELLÓN “A”

La estructura del Pabellón A es un Sistema Aporticado tanto en la dirección X como en la dirección Y, en el cual está únicamente diseñado de vigas, columnas y losas, en el lado X los voladizos tienen un cambio de sección, en cuanto a los muros fueron usados para la separación de los ambientes poniéndoles una junta de separación y que no aporta rigidez.

*Figura 9.* Modelo en 3D de la estructura educativa del Pabellón A

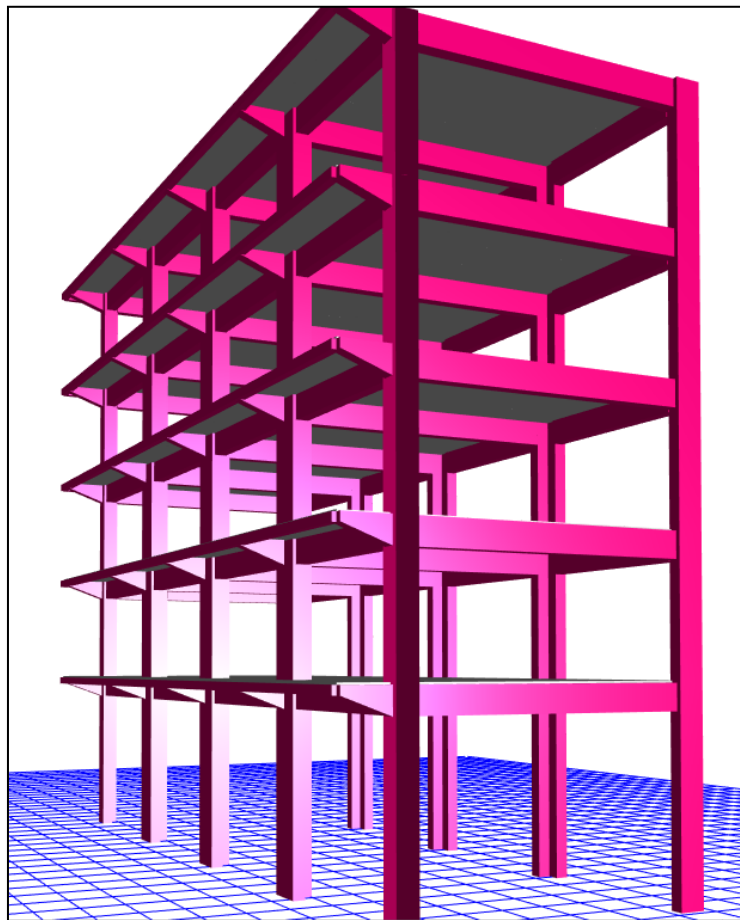


Figura 10. Vista en planta y elevación en el software ETABS del Pabellón A

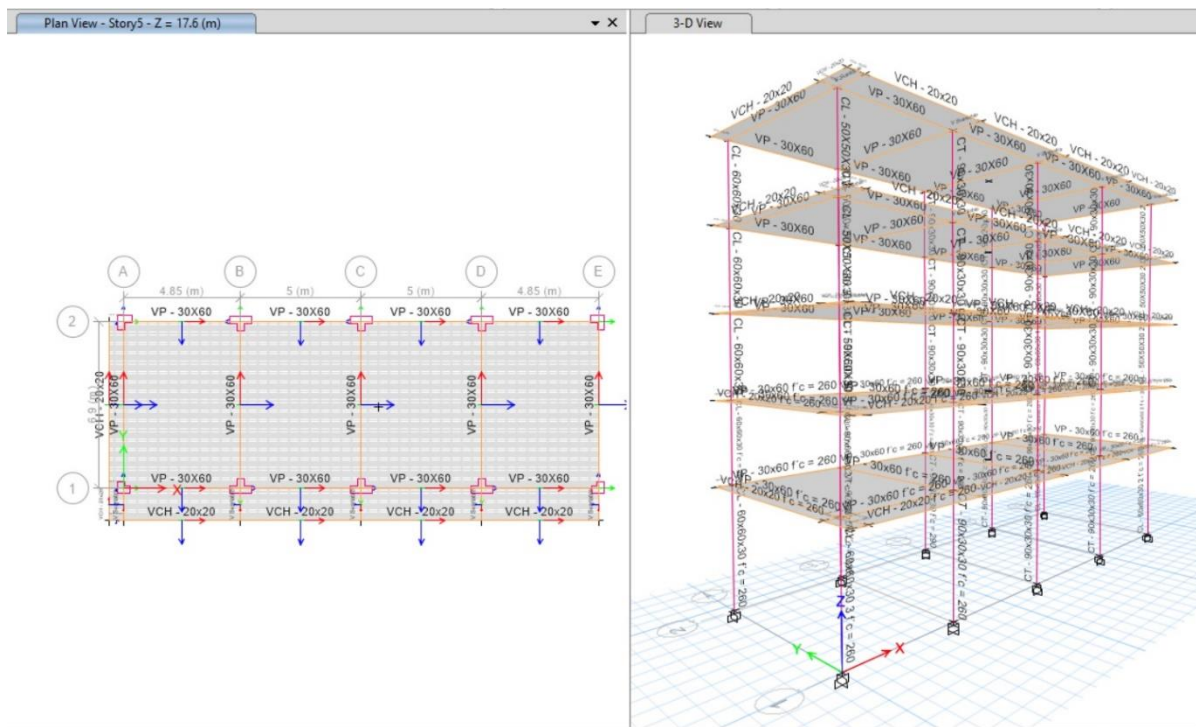


Tabla 14. Parámetros para determinar la cortante basal

Parámetros	Datos
Zona (Z)	0.35
Uso (U)	1.5
Suelo (S)	1.15
Periodo factor C (TP)	0.6
Periodo de inicio de zona (TL)	2
CX=	2.5
CY=	1.863354037
Rx, Ry	8
Consideración E-030	$C_{(x,y)} / R_{(x,y)} > 0.11$



#### 4.3.1.1. FUERZA CORTANTE

**Tabla 15.** Cortante basal en ambas direcciones

Dirección	Periodo	Coefficiente sísmico	Peso de la edificación	Cortante Estática
Dir. X-X	Tx=0.513	0.18867188	839.9774	158.480111
Dir. Y-Y	Ty=0.805	0.140625	839.9774	118.1218219

**Tabla 16.** Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón A

Dirección	Periodo	Cortante Dinámica	Cortante Estática*0.8	Condición C.D > C.E*0.8
Dir. X-X	Tx=0.513	137.9379	126.7841	Cumple
Dir. Y-Y	Ty=0.805	101.8853	94.4975	Cumple

En los gráficos se aprecia que la cortante dinámica es menor a la cortante estática, y esto también indica en la NTP E-030, además menciona que la cortante dinámica debe ser como mínimo el 80 o el 90% del valor de la cortante estática, teniendo en cuenta si la estructura es regular o irregular, en este caso cumple ya que la cortante dinámica es mayor que la cortante mínima indicada en la norma

**Tabla 17.** Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón A

Historial de Derivas en el Pabellón A						
Piso	Altura $h_i$ (m)	Deriva X-X	Deriva Y-Y	Norma E-030	Condición X-X	Condición Y-Y
Piso 5	17.6	0.002643	0.00617	0.007	Cumple	Cumple
Piso 4	14.40	0.004552	0.00982	0.007	Cumple	No cumple
Piso 3	11.20	0.006179	0.01289	0.007	Cumple	No cumple
Piso 2	8.00	0.007145	0.01432	0.007	No cumple	No cumple
Piso 1	4.80	0.0070	0.01213	0.007	Cumple	No cumple

Se puede concluir que la disposición estructural existente, no es suficiente para el funcionamiento de 5 pisos destinados a aulas, tanto en la dirección X, como en la

dirección Y, se excede del límite de desplazamiento de entrepiso el cual es 0.007, encontrándose así una deriva máxima de 0.007145 en la dirección X, y una deriva máxima de 0.014316 en la dirección Y, siendo esta la dirección más crítica, por superar demasiado el límite permitido.

### Torsiones en el Pabellón A

**Tabla 18.** Verificación de Torsiones en ambas direcciones del Pabellón A

Piso	Derivas en X		Ratio Torsión (RT)	Derivas en Y		Ratio Torsión RT)
	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3
Piso 5	0.002643	0.002511	1.053	0.006173	0.005648	1.093
Piso 4	0.004552	0.004333	1.051	0.009819	0.008916	1.101
Piso 3	0.006179	0.005879	1.051	0.012886	0.011662	1.105
Piso 2	0.007145	0.006767	1.056	0.014316	0.012929	1.107
Piso 1	0.007	0.006723	1.041	0.01213	0.010878	1.115

Según la norma E-030, para que exista irregularidad torsional el cociente entre las derivas máxima y la deriva relativa de cada nivel debe ser mayor 1.3 veces, para la cual para este caso no cumple, por lo tanto, no hay torsiones en ambas direcciones en el Pabellón A

**Tabla 19.** Verificación de Piso Blando en la dirección X del Pabellón A

Niveles	Fuerza en X (tn)	Drift en X (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 5	31.4272	0.0013390	23466.695	16426.6865	No tiene
Piso 4	68.9237	0.0023110	29823.449	20876.4143	No tiene
Piso 3	99.6300	0.0031350	31777.486	22244.2402	No tiene
Piso 2	122.7695	0.0036090	34015.818	23811.0726	No tiene
Piso 1	137.9379	0.0053780	25647.873		No tiene

**Tabla 20.** Verificación de Piso Blando en la dirección Y del Pabellón A

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Drift en Y (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
<b>Piso 5</b>	25.3480	0.003012	8415.082	5890.5574	No tiene
<b>Piso 4</b>	53.1541	0.004755	11177.79	7824.453	No tiene
<b>Piso 3</b>	74.9625	0.00622	12052.473	8436.7311	No tiene
<b>Piso 2</b>	91.2336	0.006896	13230.806	9261.5642	No tiene
<b>Piso 1</b>	101.8853	0.008702	11707.613		No tiene

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso ningún piso cumple, concluyendo que el Pabellón A, no tiene irregularidad de Piso Blando en ninguna dirección

**Tabla 21.** Verificación de Piso Débil en la dirección X del Pabellón A

Niveles	Fuerza en X (tn)	Variación (80%)	Piso débil
<b>Piso 5</b>	31.4272	25.14176	No tiene
<b>Piso 4</b>	68.9237	55.13896	No tiene
<b>Piso 3</b>	99.6300	79.704	No tiene
<b>Piso 2</b>	122.7695	98.2156	No tiene
<b>Piso 1</b>	137.9379		

Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este

caso según los resultados se aprecia que el Pabellón A no tiene irregularidad de piso débil en la dirección X

**Tabla 22.** Verificación de Piso Débil en la dirección Y del Pabellón A

<b>Niveles</b>	<b>Fuerza en Y (tn)</b>	<b>Variación (80%)</b>	<b>Piso débil</b>
<b>Piso 5</b>	25.3480	20.27840	No tiene
<b>Piso 4</b>	53.1541	42.52328	No tiene
<b>Piso 3</b>	74.9625	59.97000	No tiene
<b>Piso 2</b>	91.2336	72.98688	No tiene
<b>Piso 1</b>	101.8853		

Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón A no tiene irregularidad de piso débil en la dirección Y

### 4.3.2. RESULTADOS DEL PABELLÓN B

La estructura del Pabellón B es un Sistema Aporticado de dos pisos

Figura 11. Vista en 3D del Pabellón B

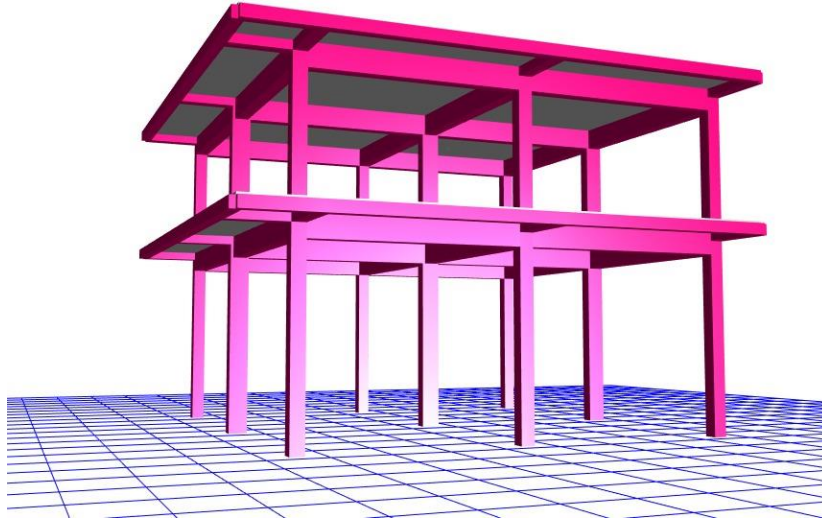
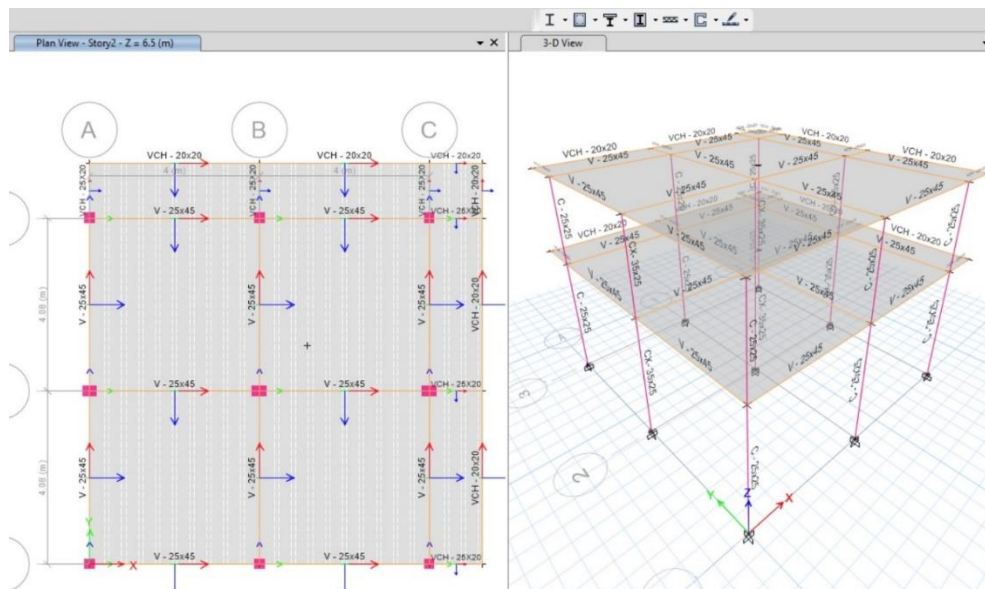


Figura 12. Modelo en ETABS del pabellón B (Vista en planta y elevación)



**Tabla 23.** *Parámetros para determinar la cortante basal del pabellón B*

Parámetros	Datos
Zona (Z)	0.35
Uso (U)	1.5
Suelo (S)	1.15
Periodo factor C (TP)	0.6
Periodo de inicio de zona (TL)	2
CX=	2.5
CY=	2
Rx, Ry=	8
<b>Consideración NTP E-030</b>	$Cx/Rx > 0.11$ y $Cy/Ry > 0.11$

**Tabla 24.** *Cortante Estática en ambas direcciones*

Dirección	Periodo	Coefficiente sísmico	Peso de la edificación	Cortante Estática
Dir. X-X	$T_x=0.567$	0.18867188	<b>154.2841</b>	29.1090
Dir. Y-Y	$T_y=0.750$	0.1509375	<b>154.2841</b>	23.2872

**Tabla 25.** *Cortante basal dinámica del pabellón B*

Dirección	Periodo	Cortante Dinámica	Cortante Estática*0.8	Condición $C.D > C.E*0.8$	Escalar cortante
Dir. X-X	$T_x=0.567$	20.4771	23.2872	No Cumple	1.1372341
Dir. Y-Y	$T_y=0.750$	19.2232	18.6298	Si Cumple	

En la tabla se aprecia que la cortante dinámica es menor a la cortante estática, y esto también indica en la NTP E-030, además menciona que la cortante dinámica debe ser como mínimo el 80 o el 90% del valor de la cortante estática, teniendo en

cuenta si la estructura es regular o irregular, al no cumplir se debe escalar la cortante para realizar los cálculos posteriores en el análisis dinámico

**Tabla 26.** Verificación de las derivas del Pabellón B

Historial de Derivas en el Pabellón B						
Piso	Altura $h_i$ (m)	Deriva X-X	Deriva Y-Y	Norma E-030	Condición X-X	Condición Y-Y
Piso 2	6.50	0.008892	0.010245	0.007	No cumple	No cumple
Piso 1	3.80	0.021845	0.027062	0.007	No cumple	No cumple

El pabellón B es crítico ya que no cumple con las derivas máximas establecidas en la NTP E-030 con una deriva elevada de 0.021 y 0.027 en la dirección X y dirección Y respectivamente.

**Tabla 27.** Verificación de la irregularidad Torsional en ambas direcciones del pabellón B

Piso	Derivas en X		Ratio Torsión (RT)	Derivas en Y		Ratio Torsión (RT)
	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3
Piso 2	0.008892	0.008197	1.085	0.010245	0.008822	1.161
Piso 1	0.021845	0.019763	1.105	0.027062	0.024215	1.118

Según la norma E-030, para que exista irregularidad torsional el cociente entre las derivas máxima y la deriva relativa de cada nivel debe ser mayor 1.3 veces, para la cual para este caso no cumple, por lo tanto, no hay torsiones en ambas direcciones en el Pabellón B

**Tabla 28.** Verificación de Piso Blando en dirección X del Pabellón B

Niveles	Fuerza en X (tn)	Drift en X (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	10.3042	0.003689	2793.433	<b>1955.4031</b>	<b>Si tiene</b>
Piso 1	20.4771	0.012516	<b>1636.020</b>		

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso cumple, concluyendo que el Pabellón B, tiene irregularidad de Piso Blando en la dirección X

**Tabla 29.** Verificación de Piso Blando en dirección Y del Pabellón B

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Drift en Y (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	9.4586	0.00397	2382.495	<b>1667.7465</b>	<b>Si tiene</b>
Piso 1	19.2232	0.015336	<b>1253.442</b>		

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso cumple, concluyendo que el Pabellón B, tiene irregularidad de Piso Blando en ninguna dirección la dirección Y

**Tabla 30.** Verificación de piso débil en dirección X del Pabellón B

Niveles	Fuerza en X (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 2	10.3042	8.24336	No tiene
Piso 1	20.4771		



Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón B no tiene irregularidad de piso débil en la dirección X

**Tabla 31.** Verificación de piso débil en dirección X del Pabellón B

<b>Niveles</b>	<b>Fuerza en X (tn)</b>	<b>Variación (80%)</b>	<b>Piso débil</b>
<b>Piso 2</b>	9.4586	7.56688	No tiene
<b>Piso 1</b>	19.2232		

Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón B no tiene irregularidad de piso débil en la dirección Y

#### 4.4. RESULTADOS DEL PABELLÓN C

Figura 13. Vista en 3D del pabellón C

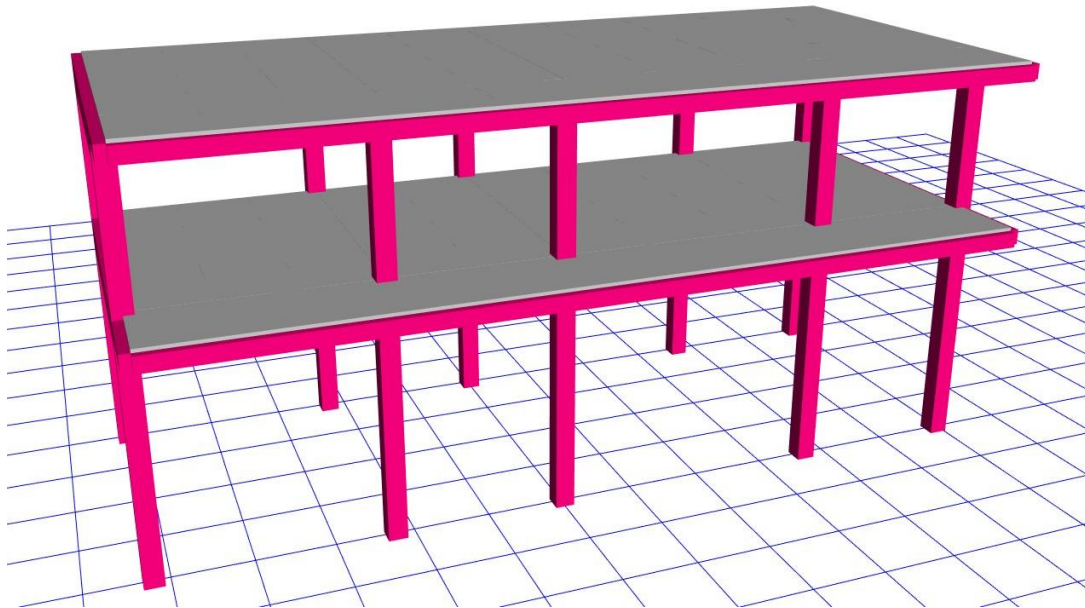
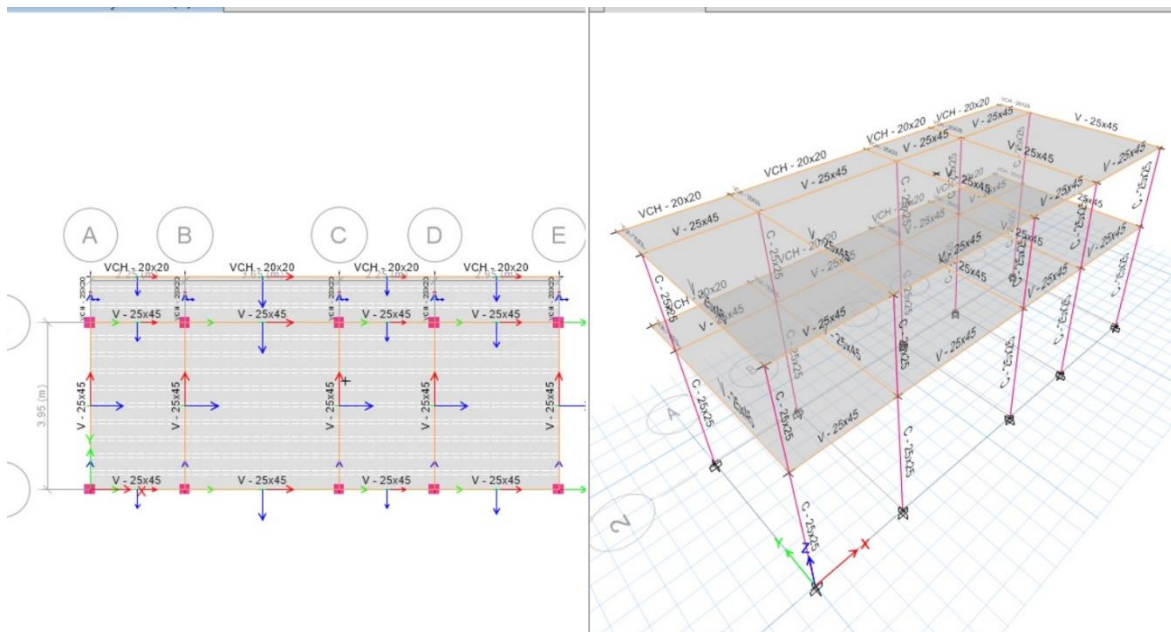


Figura 14. Vista en planta y elevación del Pabellón C en el ETABS



**Tabla 32.** *Parámetros para determinar la cortante basal del pabellón C*

Parámetros	Datos
Zona (Z)	0.35
Uso (U)	1.5
Suelo (S)	1.15
Periodo factor C (TP)	0.6
Periodo de inicio de zona (TL)	2
CX=	2.5
CY=	2.5
Rx,Ry=	8
<b>Consideración NTP E-030</b>	$Cx/Rx > 0.11$ y $Cy/Ry > 0.11$

**Tabla 33.** *Cortante basal estática en ambas direcciones del pabellón C*

Dirección	Periodo	Coefficiente sísmico	Peso de la edificación	Cortante Estática
Dir. X-X	$T_x = 0.506$	0.18867188	<b>116.5213</b>	21.98429215
Dir. Y-Y	$T_y = 0.529$	0.18867188	<b>116.5213</b>	21.98429215

**Tabla 34.** *Cortante Dinámica del pabellón C*

Dirección	Periodo	Cortante Dinámica	Cortante Estática*0.8	Condición $C.D > C.E*0.8$
Dir. X-X	$T_x = 0.506$	<b>18.4084</b>	17.5874	Cumple
Dir. Y-Y	$T_y = 0.529$	<b>19.7662</b>	17.5874	Cumple

**Tabla 35.** Verificación de Derivas en el pabellón C

Historial de Derivas en el Pabellón C						
Piso	Altura $h_i$ (m)	Deriva X-X	Deriva Y-Y	Norma E-030	Condición X-X	Condición Y-Y
Piso 2	6.50	0.005541	0.00766	0.007	Cumple	No cumple
Piso 1	3.80	0.018693	0.023906	0.007	No cumple	No cumple

**Tabla 36.** Verificación de Torsiones del pabellón C

Piso	Derivas en X		Ratio Torsión (RT)	Derivas en Y		Ratio Torsión (RT)
	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3
Piso 2	0.005541	0.004611	1.202	0.00766	0.006281	1.219
Piso 1	0.018693	0.01654	1.13	0.023906	0.019385	1.233

Según la norma E-030, para que exista irregularidad torsional el cociente entre las derivas máxima y la deriva relativa de cada nivel debe ser mayor 1.3 veces, para la cual para este caso no cumple, por lo tanto, no hay torsiones en ambas direcciones en el Pabellón C

**Tabla 37.** Verificación de piso blando en dirección X del Pabellón C

Niveles	Fuerza en X (tn)	Drift en X (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	8.3708	0.001691	4951.507	3466.054	Si tiene
Piso 1	18.4084	0.009373	1964.073		

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso cumple, concluyendo que el Pabellón C, tiene irregularidad de Piso Blando en la dirección X

mayor al 70% que, del primer piso, concluyendo que el Pabellón C tiene irregularidad de piso Blando en dirección X

**Tabla 38.** Verificación de piso blando en dirección Y del Pabellón C

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Drift en Y (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	9.134	0.002303	3965.765	<b>2776.0355</b>	<b>Si tiene</b>
Piso 1	19.7662	0.010985	<b>1799.411</b>		

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso en menor que el 70% de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso según los resultados el entrepiso superior tiene una rigidez mayor al 70% ( $2776.0355 > 1799.411$ ) que, del primer piso, concluyendo que el Pabellón C tiene irregularidad de piso Blando en dirección Y

**Tabla 39.** Verificación de piso débil en la dirección X del pabellón C

Niveles	Fuerza en X (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 2	8.3708	6.69664	No tiene
Piso 1	18.4084		

Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón C no tiene irregularidad de piso débil en la dirección X

**Tabla 40.** Verificación de piso débil en la dirección Y del pabellón C

<b>Niveles</b>	<b>Fuerza en Y (tn)</b>	<b>Variación (80%)</b>	<b>Piso débil</b>
<b>Piso 2</b>	9.134	7.3072	No tiene
<b>Piso 1</b>	19.7662		

Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón C no tiene irregularidad de piso débil en la dirección Y

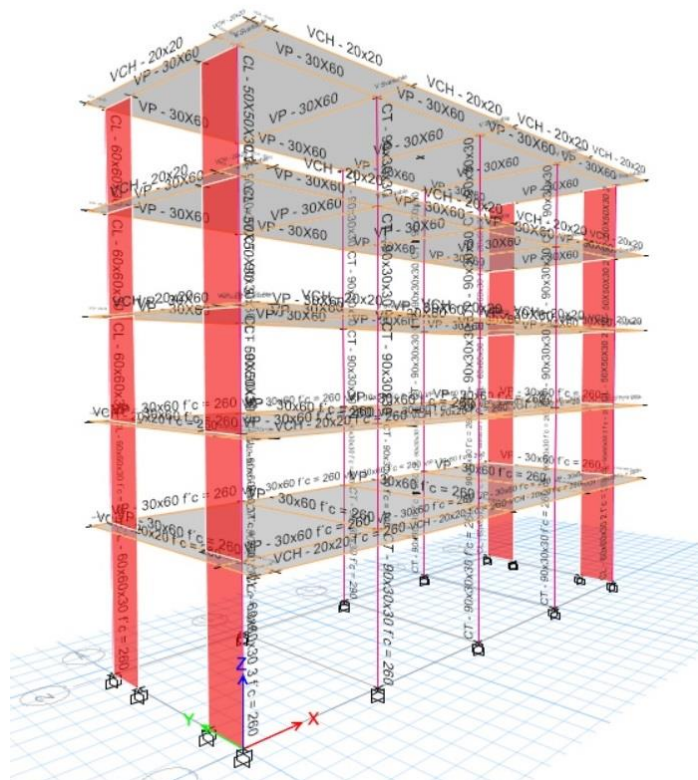
## 4.5. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

### 4.5.1. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN A

Los resultados obtenidos mediante el software ETABS demuestra que este pabellón tiene problemas en cuanto a los desplazamientos de las derivas sobre todo en la dirección Y-Y, que superar los 0.007 indicado por la norma, demostrando que tiene problemas de rigidez a pesar que los elementos estructurales tienen buena resistencia.

Es por ello que a falta de rigidez y ductilidad se propone reforzar con placas (muros de corte) en la dirección Y-Y con un espesor de 0.20m y 1.60 m de ancho, estos muros ayudarán en soportar las fuerzas sísmicas en esa dirección, y los resultados obtenidos en el ETABS con este nuevo diseño cumplen con las consideraciones mínimas de la Norma Peruana E-030 de Diseño Sismorresistente.

Figura 15. Propuesta de reforzamiento con muros portantes en el Pabellón A



#### 4.5.1.1. FUERZA CORTANTE

**Tabla 41.** Cortante basal en ambas direcciones

Dirección	Periodo	Coefficiente sísmico	Peso de la edificación	Cortante Estática
Dir. X-X	Tx=0.515	0.18867	870.198	164.1819
Dir. Y-Y	Ty=0.470	0.21563	870.198	187.6364

**Tabla 42.** Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón A

Dirección	Periodo	Cortante Dinámica	Cortante Estática*0.8	Condición C.D > C.E*0.8
Dir. X-X	Tx=0.515	143.4988	131.3455	Cumple
Dir. Y-Y	Ty=0.470	148.6004	150.1092	Escalar

En los gráficos se aprecia que la cortante dinámica es menor a la cortante estática, y esto también indica en la NTP E-030, además menciona que la cortante dinámica debe ser como mínimo el 80 o el 90% del valor de la cortante estática, teniendo en cuenta si la estructura es regular o irregular, en este caso cumple ya que la cortante dinámica es mayor que la cortante mínima indicada en la norma

**Tabla 43.** Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón A

Historial de Derivas en el Pabellón A						
Piso	Altura $h_i$ (m)	Deriva X-X	Deriva Y-Y	Norma E-030	Condición X-X	Condición Y-Y
Piso 5	17.6	0.0025	0.0046	0.007	Cumple	Cumple
Piso 4	14.40	0.0045	0.0057	0.007	Cumple	Cumple
Piso 3	11.20	0.0061	0.0064	0.007	Cumple	Cumple
Piso 2	8.00	0.0070	0.0063	0.007	Cumple	Cumple
Piso 1	4.80	0.0068	0.0033	0.007	Cumple	Cumple

Con el reforzamiento de las placas, las derivas cumplen con lo que indica la Norma.



**Tabla 44.** Verificación de Torsiones en ambas direcciones del Pabellón A

Piso	Derivas en X		Ratio Torsión (RT)	Derivas en Y		Ratio Torsión (RT)
	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3
Piso 5	0.0025	0.0024	1.043	0.0046	0.0043	1.062
Piso 4	0.0045	0.0043	1.032	0.0057	0.0054	1.061
Piso 3	0.0061	0.0059	1.027	0.0064	0.0061	1.06
Piso 2	0.0070	0.0069	1.023	0.0063	0.0060	1.059
Piso 1	0.0068	0.0068	1.01	0.0033	0.0032	1.057

Según la norma E-030, para que exista irregularidad torsional el cociente entre las derivas máxima y la deriva relativa de cada nivel debe ser mayor 1.3 veces, para la cual para este caso no cumple, por lo tanto, no hay torsiones en ambas direcciones en el Pabellón A reforzado con muros de corte

**Tabla 45.** Verificación de Irregularidad de piso blando en dirección X del Pabellón A reforzado

Niveles	Fuerza en X (tn)	Drift en X (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 5	32.9612	0.001329	24808.569	17365.9983	No tiene
Piso 4	71.7292	0.002331	30776.453	21543.5171	No tiene
Piso 3	103.5533	0.003188	32478.201	22734.7407	No tiene
Piso 2	127.5672	0.003693	34546.682	24182.6774	No tiene
Piso 1	143.4988	0.005458	26292.98		No tiene

**Tabla 46.** Verificación de Irregularidad de piso blando en dirección Y del Pabellón A reforzado

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Drift en Y (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 5	41.841	0.002653	15772.052	11040.4364	No tiene
Piso 4	84.0061	0.003296	25484.2	17838.94	No tiene
Piso 3	115.582	0.003733	30964.671	21675.2697	No tiene
Piso 2	137.0684	0.003658	37466.084	26226.2588	No tiene
Piso 1	148.6004	0.00293	50711.869		No tiene

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso ningún piso cumple, concluyendo que al reforzar el Pabellón A no existe irregularidad de piso blando ambas direcciones

**Tabla 47.** Verificación de Irregularidad de piso débil en la dirección X del Pabellón A reforzado

Niveles	Fuerza en X (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 5	32.9612	26.36896	No tiene
Piso 4	71.7292	57.38336	No tiene
Piso 3	103.5533	82.84264	No tiene
Piso 2	127.5672	102.05376	No tiene
Piso 1	143.4988		

**Tabla 48.** Verificación de Irregularidad de piso débil en la dirección Y del Pabellón A reforzado

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 5	41.841	33.4728	No tiene
Piso 4	84.0061	67.20488	No tiene
Piso 3	115.582	92.4656	No tiene
Piso 2	137.0684	109.65472	No tiene
Piso 1	148.6004		

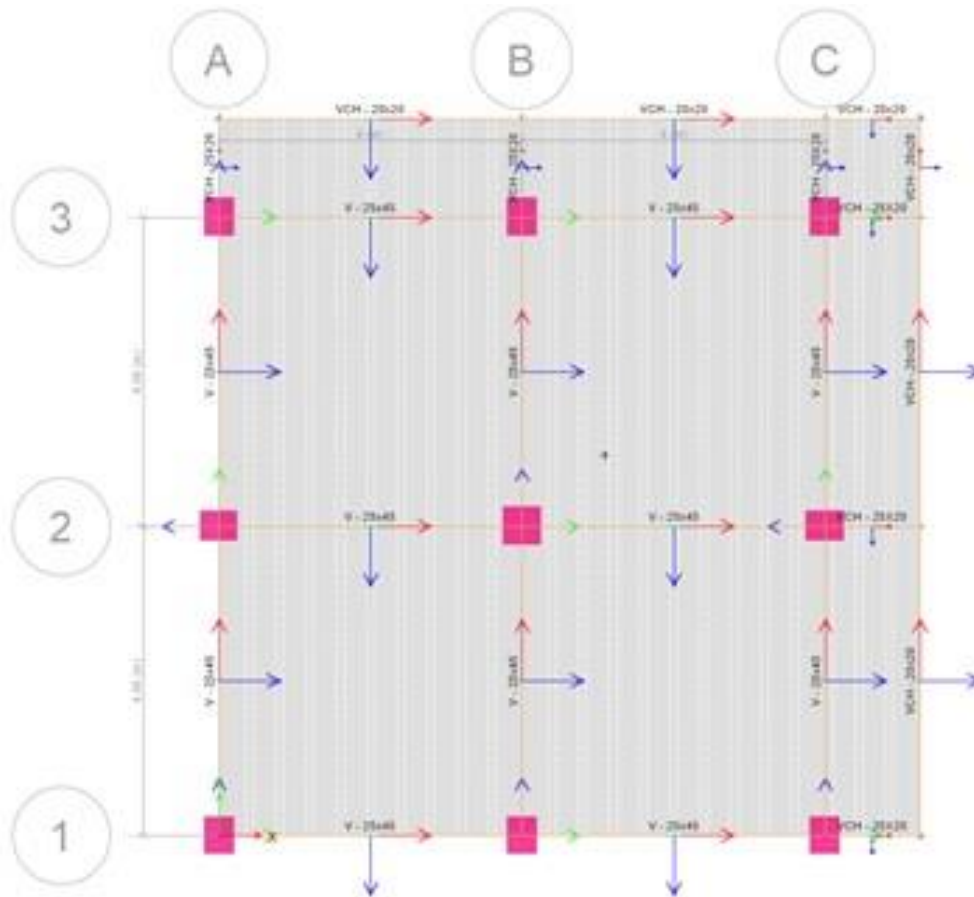
Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón A reforzado no tiene irregularidad de piso débil

#### 4.5.2. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN B

Los resultados obtenidos mediante el software ETABS demuestra que este pabellón tiene problemas en cuanto a los desplazamientos de las derivas tanto en la dirección Y-Y, como en la dirección X-X, llegándose a obtener derivas de hasta 0.02 que supera con creces el límite de 0.007 indicado por la norma.

Es por ello que a falta de rigidez y ductilidad se propone hacer un reforzamiento por encamisado y anclado de columnas, y los resultados obtenidos en el ETABS con este nuevo diseño cumplen con las consideraciones mínimas de la Norma Peruana E-030 de Diseño Sismorresistente.

*Figura 16.* Propuesta de reforzamiento con el aumento de dimensión de columnas en el Pabellón B



#### 4.5.2.1. FUERZA CORTANTE

**Tabla 49.** Cortante basal en ambas direcciones del Pabellón B

Dirección	Periodo	Coefficiente sísmico	Peso de la edificación	Cortante Estática
Dir. X-X	$T_x=0.338$	0.18867	162.1055	30.5847
Dir. Y-Y	$T_y=0.304$	0.18867	162.1055	30.5847

**Tabla 50.** Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón B

Dirección	Periodo	Cortante Dinámica	Cortante Estática*0.8	Condición C.D > C.E*0.8
Dir. X-X	$T_x=0.338$	22.2067	24.4677	Escalar
Dir. Y-Y	$T_y=0.304$	21.7558	24.4677	Escalar

En los gráficos se aprecia que la cortante dinámica es menor a la cortante estática, y esto también indica en la NTP E-030, además menciona que la cortante dinámica debe ser como mínimo el 80 o el 90% del valor de la cortante estática, teniendo en cuenta si la estructura es regular o irregular

**Tabla 51.** Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón B

Historial de Derivas en el Pabellón B						
Piso	Altura $h_i$ (m)	Deriva X-X	Deriva Y-Y	Norma E-030	Condición X-X	Condición Y-Y
Piso 2	6.5	0.00538	0.004473	0.007	Cumple	Cumple
Piso 1	3.8	0.006038	0.004927	0.007	Cumple	Cumple

Con el aumento de sección de las columnas, las derivas cumplen con lo que indica la Norma.

**Tabla 52.** Verificación de Torsiones en Dirección del Pabellón B

Piso	Derivas en X		Ratio Torsión (RT)	Derivas en Y		Ratio Torsión (RT)
	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3
Piso 2	0.00538	0.004208	1.278	0.004473	0.003775	1.185
Piso 1	0.006038	0.004857	1.243	0.004927	0.004228	1.165

Según la norma E-030, para que exista irregularidad torsional el cociente entre las derivas máxima y la deriva relativa de cada nivel debe ser mayor 1.3 veces, para la cual para este caso no cumple, por lo tanto, no hay torsiones en ambas direcciones en el Pabellón B reforzado mediante el encamisado de columnas.

**Tabla 53.** Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección X del Pabellón B reforzado

Niveles	Fuerza en X (tn)	Drift en X (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	12.64	0.001894	6674.944	4672.4608	No tiene
Piso 1	22.2067	0.003076	7218.704		No tiene

**Tabla 54.** Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección Y del Pabellón B reforzado

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Drift en Y (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	12.4733	0.001699	7342.614	5139.8298	No tiene
Piso 1	21.7558	0.002678	8124.853		No tiene

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso ningún piso cumple, concluyendo que al reforzar el Pabellón B mediante el encamisado de columna, no existe irregularidad de piso blando ambas direcciones

**Tabla 55.** Verificación de irregularidad de piso débil en la dirección X del Pabellón B reforzado

Niveles	Fuerza en X (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 2	12.64	10.112	No tiene
Piso 1	22.2067		

**Tabla 56.** Verificación de irregularidad de piso débil en la dirección Y del Pabellón B reforzado

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 2	12.4733	9.97864	No tiene
Piso 1	21.7558		

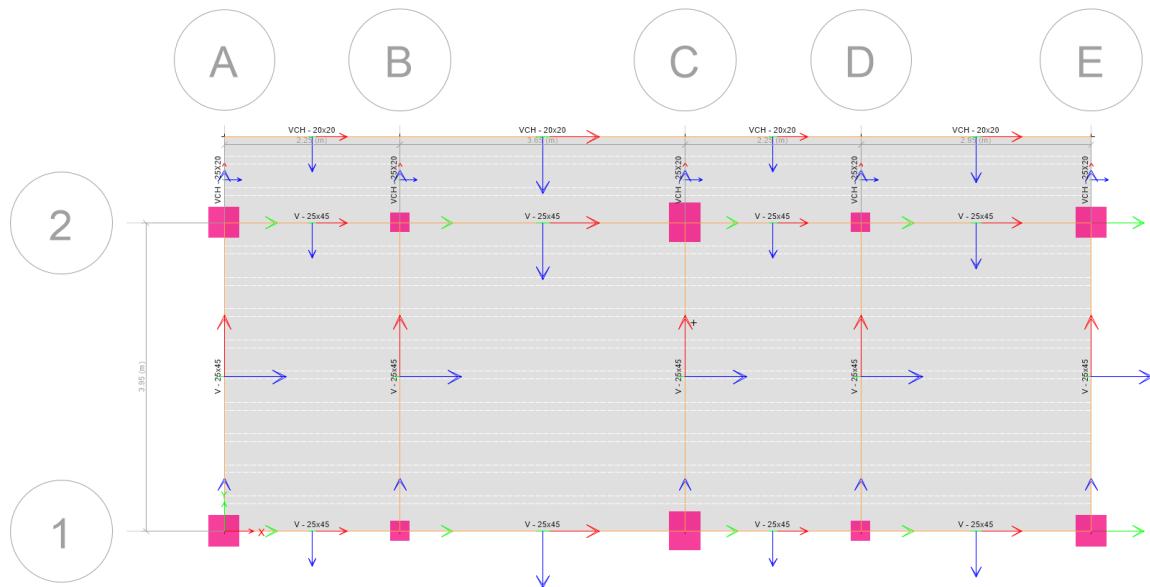
Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón B reforzado no tiene irregularidad de piso débil

#### 4.5.3. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN C

Los resultados obtenidos mediante el software ETABS demuestra que este pabellón tiene problemas en cuanto a los desplazamientos de las derivas tanto en la dirección Y-Y, como en la dirección X-X, llegándose a obtener derivas de hasta 0.02 que supera con creces el límite de 0.007 indicado por la norma.

Es por ello que a falta de rigidez y ductilidad se propone hacer un reforzamiento por encamisado y anclado de columnas, y los resultados obtenidos en el ETABS con este nuevo diseño cumplen con las consideraciones mínimas de la Norma Peruana E-030 de Diseño Sismorresistente.

*Figura 17.* Propuesta de reforzamiento con el aumento de dimension de columnas en el Pabellón C.



#### 4.5.3.1. FUERZA CORTANTE

**Tabla 57.** Cortante basal en ambas direcciones

Dirección	Periodo	Coficiente sísmico	Peso de la edificación	Cortante Estática
Dir. X-X	Tx=0.287	0.18867	115.2229	21.7393
Dir. Y-Y	Ty=0.28	0.18867	115.2229	21.7393

**Tabla 58.** Cortante basal dinámico en X e Y del Pabellón C

Dirección	Periodo	Cortante Dinámica	Cortante Estática*0.8	Condición C.D > C.E*0.8
Dir. X-X	Tx=0.287	18.2783	17.3914	Cumple
Dir. Y-Y	Ty=0.28	19.5076	17.3914	Cumple

En los gráficos se aprecia que la cortante dinámica es menor a la cortante estática, y esto también indica en la NTP E-030, además menciona que la cortante dinámica debe ser como mínimo el 80 o el 90% del valor de la cortante estática, teniendo en cuenta si la estructura es regular o irregular



**Tabla 59.** Verificación de Derivas en ambas direcciones del Pabellón C

Historial de Derivas en el Pabellón C						
Piso	Altura $h_i$ (m)	Deriva X-X	Deriva Y-Y	Norma E-030	Condición X-X	Condición Y-Y
Piso 2	5.6	0.003656	0.004475	0.007	Cumple	Cumple
Piso 1	3.4	0.005485	0.005759	0.007	Cumple	Cumple

Con el aumento de sección de las columnas, las derivas cumplen con lo que indica la Norma.

**Tabla 60.** Verificación de Torsiones en Dirección del Pabellón C

Piso	Derivas en X		Ratio Torsión (RT)	Derivas en Y		Ratio Torsión (RT)
	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3	Deriva Max	Deriva Relativa	RT < 1.3
Piso 2	0.003656	0.00306	1.195	0.004475	0.00393	1.139
Piso 1	0.005485	0.004826	1.136	0.005759	0.005067	1.137

Según la norma E-030, para que exista irregularidad torsional el cociente entre las derivas máxima y la deriva relativa de cada nivel debe ser mayor 1.3 veces, para la cual para este caso no cumple, por lo tanto, no hay torsiones en ambas direcciones en el Pabellón C reforzado mediante el encamisado de columnas

**Tabla 61.** Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección X del Pabellón C reforzado

Niveles	Fuerza en X (tn)	Drift en X (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	9.6566	0.001122	8607.092	6024.9644	No tiene
Piso 1	18.2783	0.002735	6683.39		No tiene

**Tabla 62.** Verificación de irregularidad de piso blando en la dirección Y del Pabellón C reforzado

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Drift en Y (m)	Rigidez tonf/m	Variación (70%)	Piso Blando
Piso 2	10.7032	0.001441	7427.088	5198.9616	No tiene
Piso 1	19.5076	0.002871	6794.268		No tiene

Según la Norma E.030, una edificación tendrá irregularidad de piso blando, siempre y cuando la rigidez de un piso será 70% menor que de la rigidez del piso inmediato superior, para este caso ningún piso cumple, concluyendo que al reforzar el Pabellón C mediante el encamisado de columnas, no existe irregularidad de piso blando ambas direcciones

**Tabla 63.** Verificación de la irregularidad de piso débil en la dirección X del Pabellón C reforzado

Niveles	Fuerza en X (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 2	9.6566	7.72528	No tiene
Piso 1	18.2783		

**Tabla 64.** Verificación de la irregularidad de piso débil en la dirección Y del Pabellón C reforzado

Niveles	Fuerza en Y (tn)	Variación (80%)	Piso débil
Piso 2	10.7032	8.56256	No tiene
Piso 1	19.5076		

Según la Norma E.030 una edificación tiene irregularidad de piso débil siempre y cuando la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas laterales (cortantes) es menor que el 80% de la resistencia de un entrepiso superior inmediato, para este caso según los resultados se aprecia que el Pabellón C reforzado mediante el encamisado de columnas no tiene irregularidad de piso débil

## V. DISCUSIÓN

Como primer objetivo de la presente investigación es determinar el estudio de la mecánica de suelos de la Institución Educativa Santa Rosa, según los estudios de suelos, el lugar es un suelo normal de tipo suelo  $S_2$  o suelo intermedio, con una capacidad admisible de  $1.35 \text{ kg/cm}^2$  a una profundidad de  $1.50\text{m}$ , es menor a la capacidad del terreno de estudio de Carhuapoma y Zapata (2019) en el que se hizo una platea de cimentación de  $8\text{m} \times 15.50\text{m}$  a una profundidad de  $0.80$  en el que la capacidad del terreno es de  $1.84 \text{ kg/cm}^2$  para la construcción de un edificio de 4 pisos destinadas a departamentos en la ciudad de Piura.

Como segundo objetivo fue determinar la resistencia a la compresión de las vigas y columnas en los diferentes pabellones. En los resultados de las pruebas de la resistencia del concreto mediante los ensayos de esclerometría, se determinó que las resistencias a la compresión de vigas y columnas es superior a la resistencia que figuran en los planos ( $210\text{kg/cm}^2$ ) excepto en el pabellón C, es así que el pabellón A tiene una resistencia mínima de  $260 \text{ kg/cm}^2$  y como máximo  $326 \text{ kg/cm}^2$ , el pabellón B tiene una resistencia mínima es de  $173 \text{ kg/cm}^2$  y  $286 \text{ kg/cm}^2$  como máximo y el pabellón C tiene como resistencia mínima de  $143 \text{ kg/cm}^2$  y como máximo  $296 \text{ kg/cm}^2$ . Ramos (2019) en su investigación determinó las resistencias de todas las columnas mediante el mismo ensayo, obteniendo resultados similares al del diseño ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ) teniendo como mínima resistencia de  $191 \text{ Kg/cm}^2$  y como máximo  $249 \text{ kg/cm}^2$  comprobándose así que en esta construcción hubo mejor proceso constructivo para llegar a resistencias que no varían mucho entre sí.

Otro de los objetivos fue realizar el análisis sísmico, estático y dinámico para así determinar las derivas, torciones e irregularidades, los pabellones tienen derivas que sobrepasan a lo que indica la normas, siendo así el Pabellón A tiene una deriva máxima de  $0.00714$  en la dirección X, y  $0.01432$  en Y, el Pabellón B tiene como deriva máxima de  $0.0218$  en X y  $0.02706$  en Y, y por último el Pabellón C, tiene derivas máximas de  $0.01869$  en la dirección X y

0.0239 en la dirección Y. Según Manzanares y Vargas (2020) en su estudio Diseño sísmico estructural del pabellón de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad César Vallejo – Trujillo resultan tener derivas máximas de 0.00672 en el sentido X y 0.00628 en el sentido Y cumpliendo así los requisitos que exige la norma.

Como objetivo final fue proponer el reforzamiento estructural de los pabellones que no cumplen con la norma Peruana E.030, al añadir muros de corte en la dirección Y-Y del Pabellón A, el periodo de vibración disminuye de 0.805 s a 0.47 segundos en la dirección Y-Y esto debido a que en esa dirección se añadió dichos muros, Curo y Olivo (2020) en su investigación al añadir los muros de corte obtuvo como resultado periodos de vibración de 0.45 s. esto significa que en dicho estudio el edificio es más rígido.

Al realizar el encamisado de columnas en el Pabellón B, los resultados obtenidos son satisfactorios debido a que se pudieron controlar las derivas dentro del rango exigido por la norma, siendo la máxima deriva 0.006038 en la dirección X y 0.004927 en la dirección Y. En cuanto al Pabellón C al reforzar mediante encamisado de columnas, la deriva máxima en la dirección X es de 0.005485 y de 0.005759 en la dirección Y, cumpliendo así lo indicado por la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente

## VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los estudios de la mecánica de suelo de las calicatas, con respecto a la calicata C-01 el suelo es de clasificación Arena arcillosa, con un contenido de humedad de 9.04 y con un índice de plasticidad de 7.84, la capacidad admisible del terreno es de  $1.35 \text{ kg/cm}^2$  siendo un suelo de tipo normal de tipo  $S_2$ , con respecto a la calicata C-02 el suelo es de clasificación Arena arcillosa, debido al 42.40% de finos, el contenido de humedad es de 17.18 con un índice de plasticidad de 6.96 siendo un suelo bueno para la cimentación, y con una capacidad admisible de  $1.37 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Los ensayos de esclerometría realizados en las vigas y columnas dieron como resultados resistencia a la compresión del concreto mayores en los del diseño de los planos, con excepción del pabellón C el cual tiene resistencia menores, es así que en el pabellón A tiene una resistencia mínima de  $260 \text{ kg/cm}^2$  y como máximo  $326 \text{ kg/cm}^2$ , en cuanto al pabellón B la resistencia mínima es de  $173 \text{ kg/cm}^2$  y  $286 \text{ kg/cm}^2$  como máximo y por último el pabellón C tiene como resistencia mínima de  $143 \text{ kg/cm}^2$  y como máximo  $296 \text{ kg/cm}^2$ .
3. En cuanto al cálculo de las derivas los pabellones B y C son los más críticos, en el Pabellón A, las derivas superan lo establecido por la Norma E-030, teniendo como máxima deriva de 0.00714 en la dirección X, y 0.01432 en la dirección Y; en el Pabellón B las derivas son muy elevadas teniendo como deriva máxima de 0.0218 en X y 0.02706 en la dirección Y, y por último el Pabellón C, obteniendo derivas máximas de 0.01869 en la dirección X y 0.0239 en la dirección Y.
4. Al realizar el reforzamiento mediante muros de corte en la dirección Y-Y del pabellón A, con un espesor de 0.20m y un ancho de 1.60m la rigidez aumenta considerablemente, es así que las nuevas derivas son máximos de 0.007 en la dirección X y 0.0064 en la dirección Y.

5. Al realizar el encamisado de columnas en el Pabellón B, siendo la sección final de 0.40x0.50 cm, los resultados obtenidos son satisfactorios debido a que se pudieron controlar las derivas dentro del rango exigido por la norma, siendo la máxima deriva 0.006038 en la dirección X y 0.004927 en la dirección Y. En cuanto al Pabellón C al reforzar mediante encamisado de columnas, la deriva máxima en la dirección X es de 0.005485 y de 0.005759 en la dirección Y, cumpliendo así lo indicado por la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda en primer lugar realizar el estudio de mecánica de suelos para la construcción de cualquier tipo de edificación, ya que el departamento de Ancash es una zona de alta sismicidad, y que al ocurrir un evento sísmico el suelo podría sufrir grandes cambios.
2. Se debe considerar un buen diseño de mezcla del concreto y su proceso constructivo con la supervisión adecuada, ya que muchas veces en las pruebas de resistencia a la compresión varían mucho entre columnas y vigas, diferenciándose de la resistencia a la compresión indicada en los planos.
3. Es necesario realizar el correcto modelado en el software ETABS, indicando las cargas de gravedad correspondiente para el análisis sísmico, ya que una variación de estas podría alterar los resultados en cuanto a derivas, torciones e irregularidades en planta y altura.
4. Es muy importante realizar el análisis estático y el dinámico de las estructuras para conocer el comportamiento ante eventos sísmicos severos, pese a que la norma no obliga a realizar el análisis dinámico para edificaciones de baja altura.
5. Para el reforzamiento estructural es necesario revisar los antecedentes, así como alguna norma internacional, ya que la norma peruana no establece criterios definidos para los mismos, se recomienda el reforzamiento con muros de corte ya que según las investigaciones se comportan mejor ante los eventos sísmicos dando una mayor rigidez en comparación con el encamisado de columnas



## REFERENCIAS

*Advanced Composite Retrofit of RC Columns and Frames with Prior Damages—Pseudodynamic Finite Element Analyses and Design Approaches.* **Rousakis, Theodoros, Anagnostou, Evgenia y Fanaradelli, Theodora** [en línea]. 2021. Xanthi, Grecia : MDPI, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/fib9090056>

**Andrés López, Oscar.** 2014. *Guía para la Evaluación de Edificaciones Existentes con Fines de Adecuación Sísmica* [en línea]. Caracas : CAF-banco de desarrollo de América Latina, 2014. 978-980-7644-78-5. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/895>

*Axial Behavior of Reinforced Concrete Columns Strengthened with New Section Enlargement Approaches.* **KEUN-HYEOK, Yang** [en línea]. 2019. 5, 2019, ACI Structural Journal, Vol. 116. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=138703284&lang=es&site=eds-live>

**Carhupoma García, Segundo Yodar y Zapata Piedra, Gustavo Adolfo.** 2019. *Diseño Sismorresistente de una vivienda de cuatro pisos destinada a departamentos en AA.HH 18 de mayo - Piura - Perú* [en línea]. Piura : s.n., 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41244>

**CONCYTEC.** 2018. *Ciencia y Sociedad: “Desastres naturales”; Investigación Científica y Marco Institucional de Acción.* 2018 [en línea] Disponible en: [https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Art%C3%ADculo\\_Mark\\_Carey\\_-\\_Universidad\\_de\\_Oreg%C3%B3n\\_USA.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Art%C3%ADculo_Mark_Carey_-_Universidad_de_Oreg%C3%B3n_USA.pdf)

**CURO QUISPE, Edward Milto y OLIVO FLORES, Delia Asusena.** 2020. *Evaluación de sistemas de reforzamientos para mejorar el comportamiento sismorresistente del edificio “El Prado” - Urb.Mayorazgo, Ate, 2020.* Lima, Perú : s.n., 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68078>

*Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena.* **Ricardo, Mejia y Music, Juan.** 2018 [en línea]. Antofagaste : s.n., 2018. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0718.28132018000100063&lang=es&site=eds-live>

*Displacement-Based Seismic Assessment of the Likelihood of Failure of Reinforced Concrete Wall Buildings.* **ORUMIYEHEI, Amirhossein y SULLIVAN, Timothy** [en línea]. 2021. 295, Nueva Zelanda : Buildings, 2021, MDPI, Vol. 11. Disponible en: <https://doaj.org/article/17d187582d234e6082df3d02fc949d3b>

*Dynamic Performance Evaluation of Concrete Building Using Low-Yield Point Steel Shear Panels.* **MARZBAN, Nima y ESMAEILTABAR, Parisa** [en línea]. 2021. Irán : s.n., 2021, Hindawi. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=151406510&lang=es&site=eds-live>

*Espectros de Respuestas Elástica de Pseudoaceleraciones a partir del Análisis Dinámico Lineal Equivalente del suelo en Chimbote - Perú.* **Morales, Cecilio, y otros.** 2017. 2, Chimbote : Boletín de Geología, 2017, Vol. 39. 2145-8553. Disponible en:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=124173082&lang=es&site=eds-live>

*Experimental Investigations on Strengthened Reinforced Concrete Columns under Monotonic Axial Loading.* **SIRIMONTREE, S, y otros** [en línea]. 2021. 5, Pathumthani, Tailandia : IJE TRANSACTIONS B: Applications, 2021, International Journal of Engineering, Vol. 34. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/351082332\\_Experimental\\_Investigations\\_on\\_Strengthened\\_Reinforced\\_Concrete\\_Columns\\_under\\_Monotonic\\_Axial>Loading](https://www.researchgate.net/publication/351082332_Experimental_Investigations_on_Strengthened_Reinforced_Concrete_Columns_under_Monotonic_Axial>Loading)

*Experimental Research on Reinforced Concrete Columns Strengthened with Steel Jacket and Concrete Infill.* **LANDOVIĆ, Aleksandar y BEŠEVIĆ, Miroslav** [en línea]. 2021. 4043, Serbia : s.n., 2021, MDPI, Vol. 11. Disponible en: <https://doaj.org/article/f6355aa1a0244a2b94314886d6ab145e>

*Experimental Study on the Safety Assessment of Reinforced Concrete Shear Wall Structure with the Correspondence between Damage Image and Index.* **KOU, Suxia, ZHANG, Jianmin y REN, Jing** [en línea]. 2021. Harbin 150040, China : Advances in Civil Engineering, 2021. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2021/5514123/>

*Flexural Behavior of Columns Strengthened Using Reinforced Concrete Jacket with Seismic Details.* **KEUN-HYEOK, Yang, y otros** [en línea]. 2020. 5, 2020, ACI Structural Journal, Vol. 117. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=145744599&lang=es&site=eds-live>

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar.** 2014. *Metodología de la Investigación* [en línea]. s.l. : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

*Identificación de malas prácticas constructivas en la vivienda informal. Propuesta educativa.* **Torres Parra, Camilo Alberto y Arias Hernandez, Janeth** [en línea]. 2019. núm. 59,, Colombia : Tecnura, 2019, Vol. vol. 23. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=136473046&lang=es&site=eds-live>

**Julca Alcántara, Sergio Paúl.** 2020. *Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000.* Cajamarca : s.n., 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54675>

**Manzanares García, Victor Hugo y Vargas Machuca, Diego Sebastián. 2020.** *Diseño sísmico estructural del pabellón de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad César Vallejo – Trujillo.* Trujillo: s.n., 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55830?show=full>

*Método dinámico lineal para la simulación de eventos sísmicos y su efecto en edificaciones escolares.* **Inca Balceca, Cristian Luis, Lara Sinaluisa, Jorge Milton y Mena Reynoso, Ángel Patricio** [en línea]. 2020. Ecuador: s.n., 2020, Vol. Volumen Especial. Disponible en: <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/31064>

*Nonlinear Seismic Analysis of Existing RC School Buildings: The “P3” School Typology.* **STÊVÃO, João y ESTEVES, Carlos** [en línea]. 2020. Portugal - Brasil: s.n., 2020, MDPI. Disponible en: <https://doaj.org/article/48b17097d7bd473ca9eb65e49ac5f316>

**NORMA TÉCNICA PERUANA E.020 CARGAS. 2006.** Lima: Diario Oficial El Peruano, 2006. Disponible en: [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_020.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf)

**NORMA TÉCNICA PERUANA E.030 - 2018. 2018.** *DISEÑO SISMORRESISTENTE.* 2018. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>

**Norma Técnica Peruana E.050 - Suelos y Cimentaciones 2018. 2018.** 2018. Disponible en: [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E050\\_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)

**ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de Tesis* [en línea]. Quinta Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

*Operational Modal Analysis and Non-Linear Dynamic Simulations of a Prototype Low-Rise Masonry Building.* **CAPANNA, Ilaria, y otros** [en línea]. 2021. Italia: s.n., 2021, MDPI. Disponible en: <https://doaj.org/article/bf388e848ee14c0f8df47c8128189666>

*Performance-based Seismic Assessment of Reinforced Concrete Moment Resisting Frame.* **ZAMEERUDDIN, Mohd y SANGLE, Keshav** [en línea]. 2020. Matunga: s.n., 15 de abril de 2020, Journal of King Saud University – Engineering Sciences. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S1018363920302245&lang=es&site=eds-live>

*Probabilistic Seismic Assessment of Moment Resisting Steel Buildings Considering Soft-story and Torsional Irregularities.* **RAZMKHAH, M, y otros** [en línea]. 2021. 11, Iran : s.n., 2021, International Journal of Engineering, Vol. 34. Disponible en: [https://www.ije.ir/article\\_138295\\_dea16f8b77b867c1dd4b99f4ef10f1fa.pdf](https://www.ije.ir/article_138295_dea16f8b77b867c1dd4b99f4ef10f1fa.pdf)

**Quesada Carrillo, Flor Carina.** 2017. *Evaluación del desempeño sismorresistente del Colegio Matemático usando el análisis estático no lineal de distrito de Los Olivos, Lima-Perú* 2017. Lima : s.n., 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46317>

**RAMOS MENDOZA, Karol Luisa.** 2019. *Reforzamiento Estructural de la Edificación Multifamiliar Ruth, Ubicada en el Distrito de Santiago de Surco, Lima 2019.* Lima, Perú : s.n., 2019. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.9601BB80&lang=es&site=eds-live>

*Seismic Evaluation Of Reinforced Concrete Building.* **CHAITANYA, Dasari y PRASAD, J** [en línea]. 2021. 6, Chaitanya, India : Elementary Education Online, 2021, Ilkogretim Online, Vol. 20. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=151374893&lang=es&site=eds-live>

*Seismic Fragility Analysis of Buildings Based on Double-Parameter Damage Models considering Soil-Structure Interaction.* **PANPAN, Zhai, y otros** [en línea]. 2019. Chengdu 610065, China : Advances in Materials Science and Engineering, 2019. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=139285051&lang=es&site=eds-live>

*Seismic microzonation of a region with complex surficial geology based on diferent site clasifcation approaches.* **SALSABILI, Mohammad, y otros** [en línea]. 2021. 27, Saguenay G7H 2B1, Canadá : Geoenvironmental Disasters, 2021, Vol. 8. Disponible en: <https://geoenvironmental-disasters.springeropen.com/articles/10.1186/s40677-021-00198-8>

*Seismic Performance Assessments of RC Frame Structures Strengthened by External Precast Wall Panel.* **SEUNG-HO, Choi, y otros** [en línea]. 2020. 1749, Daejeon 34134, Corea : Applied Sciences, 2020, MDPI, Vol. 10. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/339709130\\_Seismic\\_Performance\\_Assesments\\_of\\_RC\\_Frame\\_Structures\\_Strengthened\\_by\\_External\\_Precast\\_Wall\\_Panel](https://www.researchgate.net/publication/339709130_Seismic_Performance_Assesments_of_RC_Frame_Structures_Strengthened_by_External_Precast_Wall_Panel)

*Seismic Performance of School Buildings in 2017 Ezgeleh Earthquake, Iran.* **KAHRIZI, Mehdi y TAHAMOULIROUDSARI, Mehrzad** [en línea]. 2019. 2, Irán : Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, 2019, Vol. 53. Disponible en: [https://ndhadeliver.natlib.govt.nz/delivery/DeliveryManagerServlet?dps\\_pid=FL55838468](https://ndhadeliver.natlib.govt.nz/delivery/DeliveryManagerServlet?dps_pid=FL55838468)

*Seismic Reinforcement of a R.C. School Structure with Strength Irregularities throughout External Bracing Walls.* **SASSU, Mauro, PUPPIO, Mario Lucio y MANNARI, Eleonora** [en línea]. 2017. 58, Pisa, Italia : Buildings, 2017, MDPI, Vol. 7. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11584/223811>

*Seismic Structural Appraisal for Typical Structural Systems in High Rise Buildings, Including P-Delta Effects.* **KUMAR, Ravi, y otros** [en línea]. 2021. 3, 2021, India : s.n., 2021, The IUP Journal of Structural Engineering, Vol. Vol. 14. 0974-6528. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=151944983&lang=es&site=eds-live>

*Seismic Upgrading of RC Wide Beam–Column Joints Using Steel Jackets.* **SANTARSIERO, Giuseppe y MASI, Angelo** [en línea]. 2020. 203, Potenza, Italia : Buildings 2020, 2020, Vol. 10. Disponible en: <https://doaj.org/article/05f39af7b37f493fb37028e8d40c6e10>

*Simulation of response spectrum-compatible ground motions using wavelet-based multi-resolution analysis.* **CHEN, Guan, ZHU, Zhiren y HU, Jun** [en línea]. 2021. Haikou 570228, China : s.n., 2021, Measurement and Control, Vol. 54. Disponible en: <https://doaj.org/article/d334b5b9bd2540019115aa4a88e2011e>

*Structural analysis of high-rise building using ETABS and RSA software.* **Pechorskaya, Sophia, y otros** [en línea]. 2021. 2, Rusia : Architectural engineering. Structural engineering of buildings, 2021, Vol. 17. 1815-5235-2587-8700. Disponible en: <https://doaj.org/article/09392b90422a45aab7bc426e7eab7ba>


*The study of the calibration dependences used when testing the concrete strength by nondestructive methods.* **LAPIDUS, Azariy, BIDOV, Tembot y KHUBAEV, Alan** [en línea]. 2017. Moscú, Rusia : MATEC Web of Conferences, 2017. Disponible en: <https://doaj.org/article/9d3d680ad93c4bf4a21f2bc0618249a9>

**Valle Loyola, Erli Benzy. 2019.** *Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019.* Lima : s.n., 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49934>

# ANEXOS

## ANEXO 1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ANEXO 1.1. Resultados de la Calicata C-01



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

**INFORME N° S-191-MATHLAB-2021**

**CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO**  
*(TEORIA DE TERZAGHI)*

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO  
PROYECTO : "ANALISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".  
LUGAR : CATAC  
FECHA : 24 / 09 / 2021

Clasificación SUCS según resultados de ensayos estandar:

C-01  
SC

**Nota:**  
Para el calculo de capacidad admisible se utilizo la muestra proporcionada por el cliente, realizandose el ensayo de corte directo a pedido del cliente, obteniendose los parametros fisicos del suelo y asumiendo de manera aproximada las dimensiones de la cimentacion, ya que el cliente no proporciono dicha informacion, por lo tanto se tiene lo siguiente:

<b>Propiedades Fisicas del Suelo</b>	
Se tiene los siguiente parámetros para el cálculo:	
c = cohesión del suelo	0.36 Tn/m <sup>2</sup>
γ = peso unitario del suelo	1.795 Tn/m <sup>3</sup>
φ = ángulo de fricción interna del suelo	23.01 °
Referencia: Norma E050 y E060 Reglamento de Edificaciones	
Nc, Nq, Nγ = factores de capacidad de carga	
Para φ = 23.01 °	Nc= 18.06
	Nq= 8.67
	Nγ= 8.21



<b>Dimensiones asumidas para la cimentacion</b>	
Df= profundidad de la cimentación	1.50 m.
B = ancho de la zapata de cimentación	1.50 m.

**Según la Teoría de Terzaghi:**  
Según la teoría se conoce que para una cimentación cuadrada la capacidad de carga última es:

$$q_u = 1.3c N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$


reemplazando:

q <sub>u</sub> =	40.64	Tn/m <sup>2</sup>
F.S. =	3.00	.....segun E050
q <sub>a</sub> =	q <sub>u</sub> / F.S.	
q <sub>a</sub> =	13.55	Tn/m <sup>2</sup>
q <sub>a</sub> =	1.35	Kg/cm <sup>2</sup>



MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182939  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

<b>Presión Admisible del Terreno para la cimentacion :</b>
q <sub>a</sub> = 1.35 Kg/cm <sup>2</sup>



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

### INFORME N° S-191-MATHLAB-2021

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO  
 PROYECTO : "ANALISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".  
 FECHA : 24 / 09 / 2021

### RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

<b>C-01</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			TIPO DE MUESTRA	
	9.04			MAB. - 01	
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				
	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	Cu	Cc
	34.58	30.87	34.55	-----	-----
	LIMITES DE CONSISTENCIA				
	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD
	20.40		12.56		7.84
	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)				
	SC		ARENA ARCILLOSA		
ESTRUCTURA					
CIMENTACION					

**Nota:**

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



  
 MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

#### CLASIFICACIÓN ASTM D-422

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUERO  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".

CALICATA : C-01	PROFUNDIDAD : 1.70 mts.
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 24 / 09 / 2021

PESO INICIAL SECO : 3447.00 grs      % QUE PASA MALLA No 200 : 34.55  
 PESO LAVADO SECO : 2261.07 grs      % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	257.97	7.48	7.48	92.52
1"	25.400	170.23	4.94	12.42	87.58
3/4"	19.050	171.02	4.96	17.38	82.62
3/8"	9.525	312.14	9.06	26.44	73.56
No 4	4.760	280.62	8.14	34.58	65.42
No 8	2.380	138.17	4.01	38.59	61.41
No 10	2.000	46.43	1.35	39.94	60.06
No 16	1.190	149.93	4.35	44.29	55.71
Nº 20	0.840	91.67	2.66	46.94	53.06
No 30	0.590	78.54	2.28	49.22	50.78
No 40	0.425	77.79	2.26	51.48	48.52
No 50	0.297	81.53	2.37	53.85	46.15
No 60	0.260	65.95	1.91	55.76	44.24
No 100	0.149	183.70	5.33	61.09	38.91
No 140	0.106	101.34	2.94	64.03	35.97
No 200	0.074	49.08	1.42	65.45	34.55
> No 200	0.000	4.96	0.14	65.60	34.40
TOTAL		2261.07	65.60		

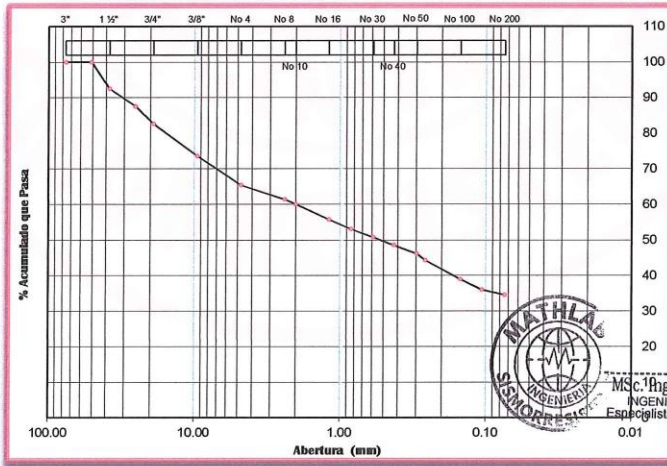
Resumen de datos	
% que pasa Nº 2	100.00
% que pasa Nº 4	65.42
% que pasa Nº 200	34.55

L.L.	20.40
L.P.	12.56
I.P.	7.84

D10	-----
D30	-----
D50	-----
D60	-----
Cu	-----
Cc	-----

w (%)	9.04
GRAVA (%)	34.58
ARENA (%)	30.87
FINOS (%)	34.55

GRAVA      ARENA      FINOS



Nota: - Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente

*[Signature]*  
 MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



## ANEXO 1.2. Resultados de la Calicata C-02



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

INFORME N° S-191-MATHLAB-2021

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (TEORIA DE TERZAGHI)

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO  
 PROYECTO : "ANALISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".  
 LUGAR : CATAC  
 FECHA : 24 / 09 / 2021

**Clasificación SUCS según resultados de ensayos estandar:**

C-02

Nota: SM-SC

Para el calculo de capacidad admisible se utilizo la muestra proporcionada por el cliente, realizandose el ensayo de corte directo a pedido del cliente, obteniendose los parametros fisicos del suelo y asumiendo de manera aproximada las dimensiones de la cimentacion, ya que el cliente no proporciono dicha informacion, por lo tanto se tiene lo siguiente:

**Propiedades Fisicas del Suelo**

Se tiene los siguiente parámetros para el cálculo:

c = cohesión del suelo	0.25 Tn/m <sup>2</sup>
γ = peso unitario del suelo	1.803 Tn/m <sup>3</sup>
φ = ángulo de fricción interna del suelo	23.68 °

Referencia: Norma E050 y E060 Reglamento de Edificaciones

Nc, Nq, Nγ = factores de capacidad de carga	
Para φ = 23.68 °	Nc= 18.91 Nq= 9.30 Nγ= 9.04

**Dimensiones asumidas para la cimentacion**

Df = profundidad de la cimentación	1.50 m.
B = ancho de la zapata de cimentación	1.50 m.

**Según la Teoría de Terzaghi:**

Según la teoria se conoce que para una cimentación cuadrada la capacidad de carga última es:

$$q_u = 1.3c N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

reemplazando:

q <sub>u</sub> =	41.08	Tn/m <sup>2</sup>
F.S. =	3.00	.....segun E050
q <sub>a</sub> =	q <sub>u</sub> / F.S.	
q <sub>a</sub> =	13.69	Tn/m <sup>2</sup>
q <sub>a</sub> =	1.37	Kg/cm <sup>2</sup>



Msc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162539  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

**Presión Admisible del Terreno para la cimentacion :**

q <sub>a</sub> =	1.37	Kg/cm <sup>2</sup>
------------------	------	--------------------



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

INFORME N° S-191-MATHLAB-2021

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO  
PROYECTO : "ANALISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".  
FECHA : 24 / 09 / 2021

### RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

<b>C-02</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			TIPO DE MUESTRA	
	17.18			MAB. - 01	
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				
	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	Cu	Cc
	30.96	26.64	42.40	-----	-----
	LIMITE DE CONSISTENCIA				
	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD
	20.65		13.69		6.96
	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUGS)				
	SM-SC		ARENA LIMOSA - ARENA ARCILLOSA		
ESTRUCTURA					
CIMENTACION					

**Nota:**

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



Msc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO CLASIFICACIÓN ASTM D-422

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUERO

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".

CALICATA : C-02	PROFUNDIDAD : 1.50 mts.
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 24 / 09 / 2021

PESO INICIAL SECO : 3739.00 grs      % QUE PASA MALLA No 200 : 42.40  
 PESO LAVADO SECO : 2162.09 grs      % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	123.65	3.31	3.31	96.69
1"	25.400	254.94	6.82	10.13	89.87
3/4"	19.050	166.36	4.45	14.57	85.43
3/8"	9.525	294.10	7.87	22.44	77.56
No 4	4.760	318.57	8.52	30.96	69.04
No 8	2.380	140.69	3.76	34.72	65.28
No 10	2.000	50.66	1.35	36.08	63.92
No 16	1.190	120.48	3.22	39.30	60.70
Nº 20	0.840	100.49	2.69	41.99	58.01
No 30	0.590	82.65	2.21	44.20	55.80
No 40	0.425	91.66	2.45	46.65	53.35
No 50	0.297	79.35	2.12	48.77	51.23
No 60	0.260	52.15	1.39	50.17	49.83
No 100	0.149	150.29	4.02	54.19	45.81
No 140	0.106	96.32	2.58	56.76	43.24
No 200	0.074	31.24	0.84	57.60	42.40
> No 200	0.000	8.49	0.23	57.83	42.17
TOTAL		2162.09	57.83		

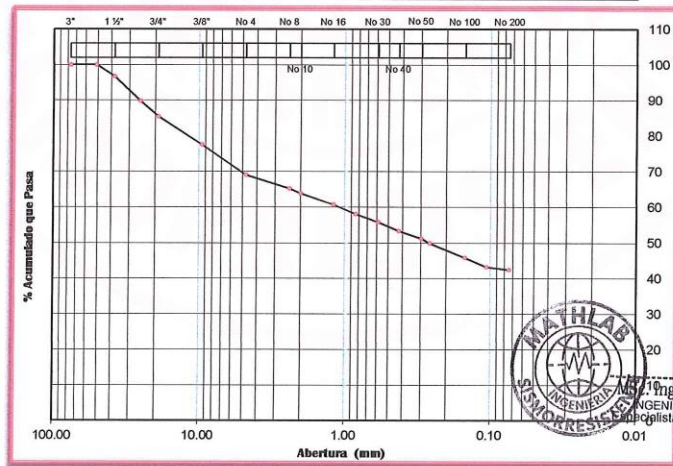
Resumen de datos	
% que pasa Nº 3	100.00
% que pasa Nº 4	69.04
% que pasa Nº 200	42.40

L.L.	20.65
L.P.	13.69
I.P.	6.96

D10	-----
D30	-----
D50	-----
D60	-----
Cu	-----
Cc	-----

w (%)	17.18
GRAVA (%)	30.96
ARENA (%)	26.64
FINOS (%)	42.40

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------



Nota: - Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



## Anexo 2.2. Resultados de los ensayos en el pabellón B



# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 PROVEEDOR DE BIENES Y SERVICIOS - RNP - OSCE

INFORME N° EE-193-MATHLAB-2021  
**ENSAYOS DE RESISTENCIA DE CONCRETO  
CON ESCLEROMETRO**  
Norma ASTM C-805

SOLICITA : NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO

OBRA : "ANÁLISIS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA I.E.P. "SANTA ROSA", CATAC - ANCASH, 2021".

FECHA : 08/10/2021

**PABELLON B**



Notas: - Equipo Utilizado: Esclerómetro - Marca Metrotest  
Modelo N° MC-154 - Serie N° 209

- Los elementos estructurales donde se realizara el ensayo han sido ubicadas por el solicitante o responsables de la obra.
- El ensayo de esclerometria es un ensayo no destructivo estandarizado por la norma ASTM C-805.
- La interpretacion de los datos es responsabilidad de los encargados de la obra.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Direccion del disparo	Días de Vaceado C°	Fecha de Prueba	N° de Disparos					Promedio	Dispersión	Aplicación de Dispersión	Valor Asumido del Ensayo	Resistencia Resultante, N/mm <sup>2</sup>		Resistencia Resultante, Fc		Resistencia Promedio, Fc	
					L1	L2	L3	L4	L5					MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1 PABELLON "B" C-1	210	→	11 años	08/10/2021	L1	L2	L3	L4	L5	24.2	± 4.50	19.7	20	10	MIN	102	MIN	173	
					22	26	25	22	23						MAX	244.7	MAX		
					L6	L7	L8	L9	L10						MAX	24	MAX		
2 PABELLON "B" C-2	210	→	11 años	08/10/2021	L1	L2	L3	L4	L5	31.2	± 6.2	25	25	18	MIN	183.5	MIN	286	
					30	32	34	29	32						MAX	387.5	MAX		
					L6	L7	L8	L9	L10						MAX	38	MAX		
3 PABELLON "B" VIGA-1	210	→	11 años	08/10/2021	L1	L2	L3	L4	L5	28.1	± 6.0	22.1	22	13	MIN	132.6	MIN	229	
					29	27	25	30	29						MAX	32	MAX		
					L6	L7	L8	L9	L10						MAX	32	MAX		
4 PABELLON "B" VIGA-2	210	→	11 años	08/10/2021	L1	L2	L3	L4	L5	30.7	± 6.3	24.4	24	16	MIN	163.2	MIN	275	
					31	29	28	32	32						MAX	38	MAX		
					L6	L7	L8	L9	L10						MAX	38	MAX		
					33	34	30	28	30										

- Notas: - El ensayo de esclerometria fue realizado en presencia de del solicitante, quien ubico las estructuras para su evaluacion.  
- El ensayo de esclerometria nos brinda un resultado relativo de la resistencia del concreto endurecido para mayor precision se recomienda utilizar un ensayo destructivo u otro ensayo en concreto endurecido.



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162639  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Laboratorio y Oficina Principal: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz, Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima / Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



### ANEXO 3. PARÁMETROS SÍSMICOS DE LOS PABELLONES PARA EL ANÁLISIS EN EL ETABS

#### Anexo 3.1. PARÁMETROS SÍSMICOS DEL PABELLÓN A

Tabla 65. Factores de Zona Sísmica.

Factores de Zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Para nuestro caso de estudio, según la NTP corresponde a **Z=0.35**, ya que la Institución Educativa se encuentra en el departamento de Ancash, Provincia de Recuay

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Factores de suelo

Factores de Suelo "S"				
Zona	Suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	<b>1.15</b>	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Según los resultados del estudio de suelos mediante la muestra de la calicata, se obtuvo como resultado que es del suelo tipo S<sub>2</sub>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 67. Perfiles de Suelo**

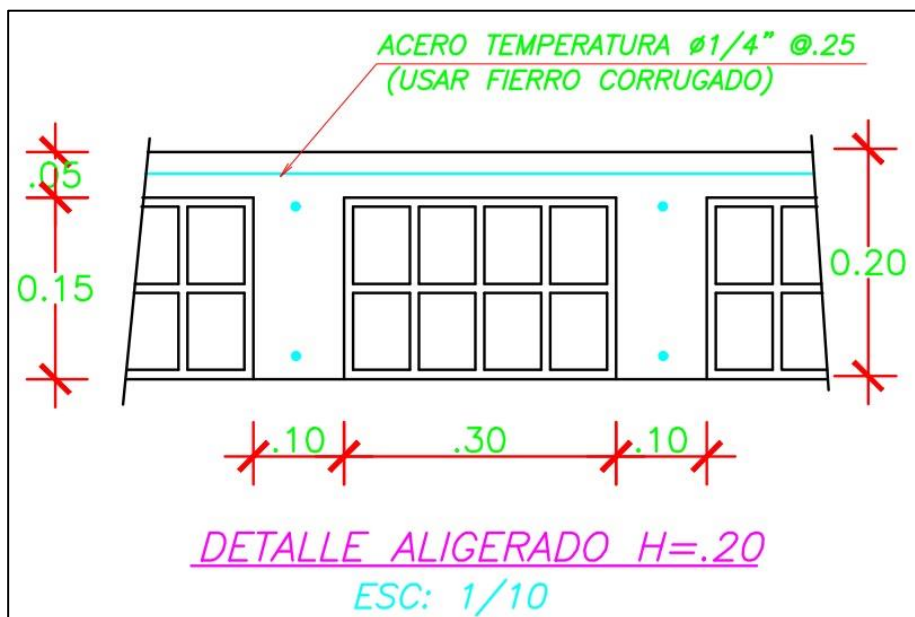
Periodos	Perfiles de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub>	0.3	0.4	0.6	1.0
T <sub>L</sub>	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Elaboración propia

### **LOSA ALIGERADA**

Para la construcción de este pabellón se usó el Tecnopor en todos los niveles para la obtención de la losa aligerada en una sola dirección, haciendo el total de espesor de 0.20m, como se muestra en la figura 9

*Figura 18. Detalle del techo aligerado*



Fuente: Elaboración propia



**Tabla 68.** *Detalle de las cargas para el análisis*

Descripción	Cargas
Concreto	2400 kg/m <sup>3</sup>
Piso acabado	100 kg/m <sup>2</sup>
S/C sobre techos (aulas)	250 kg/m <sup>2</sup>
S/C sobre Corredores	400 kg/m <sup>2</sup>
S/C en azotea	100 kg/m <sup>2</sup>
Concreto	240kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 69.** *Irregularidades en altura y en planta*

IRREGULARIDADES			
DIRECCIÓN X		DIRECCIÓN YY	
Irregularidad en altura (Ia)	Irregularidad en planta (Ip)	Irregularidad en altura (Ia)	Irregularidad en planta (Ip)
1.00	1.00	1.00	1.00
La edificación no presenta irregularidades			

Fuente: Elaboración propia

### **MASA TOTAL**

**Tabla 70.** *Masa de una edificación destinada a educación*

MASA SÍSMICA
100%CM+50%CV

**Tabla 71.** *Peso total del Pabellón A*

<b>TABLE: Peso de la Edificación</b>			
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>P</b>
			tonf
Story5	PESO 100%CM + 50%CV	Combination	137.0166
Story4	PESO 100%CM + 50%CV	Combination	309.2456
Story3	PESO 100%CM + 50%CV	Combination	481.4746
Story2	PESO 100%CM + 50%CV	Combination	654.5052
Story1	PESO 100%CM + 50%CV	Combination	<b>839.9774</b>

Fuente: elaboración propia



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>PROYECTO:</b>	EVALUACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA ROSA DEL DISTRITO DE CATAC, ANCASH
<b>ALUMNO:</b>	NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO
<b>PABELLÓN</b>	"A"

## METRADO DE CARGA MUERTA

Descripción	#pisos		Área (m2)		Longitud (m)	Peso (t/m2)	Peso (t)
Peso tabiquería	5		20.3	8.25		0.10	83.74
Peso losa	5		20.3	8.25		0.35	293.08
Peso de acabados	5		20.3	8.25		0.10	83.74
<b>SUB TOTAL</b>							<b>460.56</b>
Descripción	Cantidad	Area	Sección (m)		Longitud (m)	Peso (t/m3)	Peso (t)
Vigas dirección X	8		0.3	0.6	19.70	2.4	68.08
Vigas Voladizo en X	5		0.2	0.2	19.70	2.4	9.46
Vigas dirección Y	25		0.3	0.6	6.90	2.4	74.52
Viga 0.20x0.20 voladizo	5		0.2	0.2	6.90	2.4	3.31
Columnas en T	6	0.27	0.3	0.6	17.60	2.4	68.43
Columnas en L	4	0.27	0.3	0.6	17.60	2.4	45.62
<b>SUB TOTAL</b>							<b>269.42</b>
<b>CARGA MUERTA (1)</b>							<b>729.98</b>

## METRADO DE CARGA VIVA

Descripción	#pisos		Área (m2)		Longitud (m)	Peso (t/m2)	Peso (t)
Sobrecarga típica	4		19.7	6.9		0.25	135.93
Sobrecarga Ult. Nivel	1		19.7	6.9		0.1	13.593
Pasadizo	5		19.7	1.4		0.4	55.16
<b>CARGA VIVA (2)</b>							<b>204.683</b>
<b>CARGA DE TOTAL (1 + 2)</b>							<b>934.66</b>
<b>CARGA TOTAL (100% CM + 50% CV)</b>							<b>832.31695</b>

Figura 19. Periodo fundamental en ambas direcciones del pabellón A

ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
▶	Modal	1	0.805	4.701E-05	0.8693	0	4.701E-05	0.8693	0	0.1568
	Modal	2	0.645	0.0135	0.007	0	0.0136	0.8763	0	0.0016
	Modal	3	0.513	0.8834	1.238E-05	0	0.897	0.8764	0	4.909E-06
	Modal	4	0.246	7.569E-06	0.0932	0	0.897	0.9695	0	0.7284
	Modal	5	0.202	0.0015	0.0009	0	0.8985	0.9705	0	0.0074
	Modal	6	0.161	0.0799	1.527E-06	0	0.9784	0.9705	0	1.307E-05
	Modal	7	0.123	2.76E-06	0.0216	0	0.9784	0.9921	0	0.0607
	Modal	8	0.104	0.0003	0.0003	0	0.9787	0.9924	0	0.0009
	Modal	9	0.083	0.0159	0	0	0.9946	0.9924	0	5.376E-07
	Modal	10	0.073	2.236E-06	0.0061	0	0.9946	0.9985	0	0.0378
	Modal	11	0.064	0.0001	0.0001	0	0.9947	0.9987	0	0.0009
	Modal	12	0.052	0.0043	0	0	0.999	0.9987	0	0
	Modal	13	0.051	4.636E-06	0.0013	0	0.999	0.9999	0	0.0052
	Modal	14	0.045	4.728E-05	0.0001	0	0.9991	1	0	0.0002
	Modal	15	0.038	0.0009	0	0	1	1	0	7.482E-07

En los resultados obtenidos en el software ETABS, el periodo fundamental de la edificación en la dirección “X” es **0.513** y en la dirección “Y” es **0.805**, esto servirá para determinar el Coeficiente de Amplificación Sísmica (C)

## MODOS DE VIBRACIÓN

Figura 20. Primer modo de vibración y su periodo fundamental del pabellón A

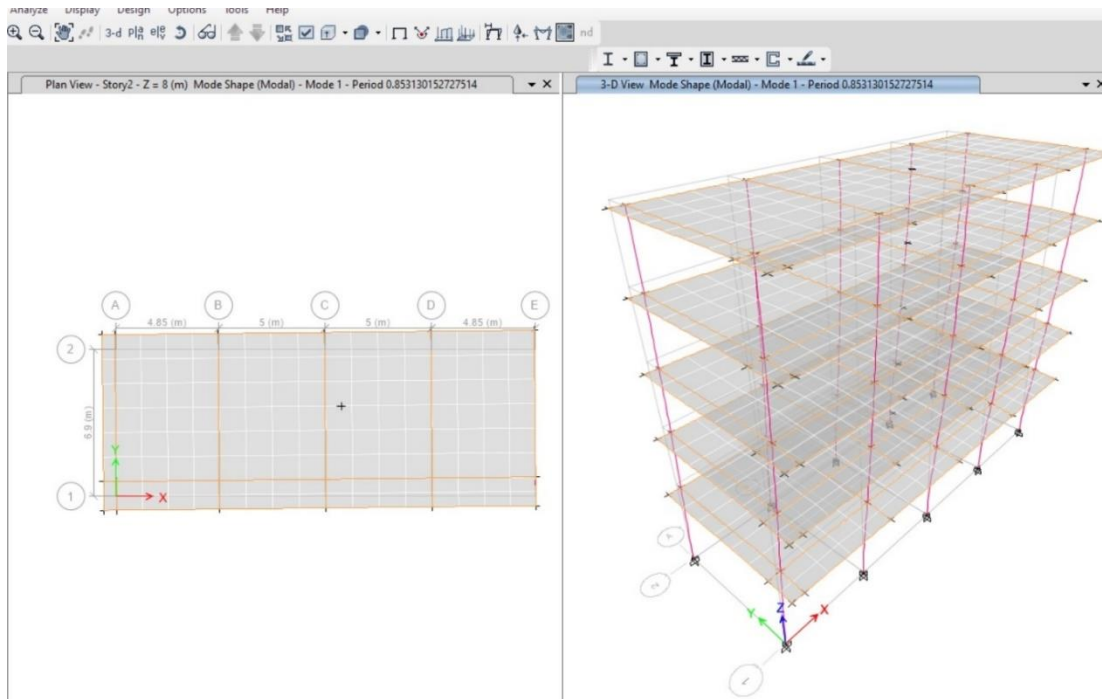


Figura 21. Segundo modo de vibración y su periodo fundamental del pabellón A

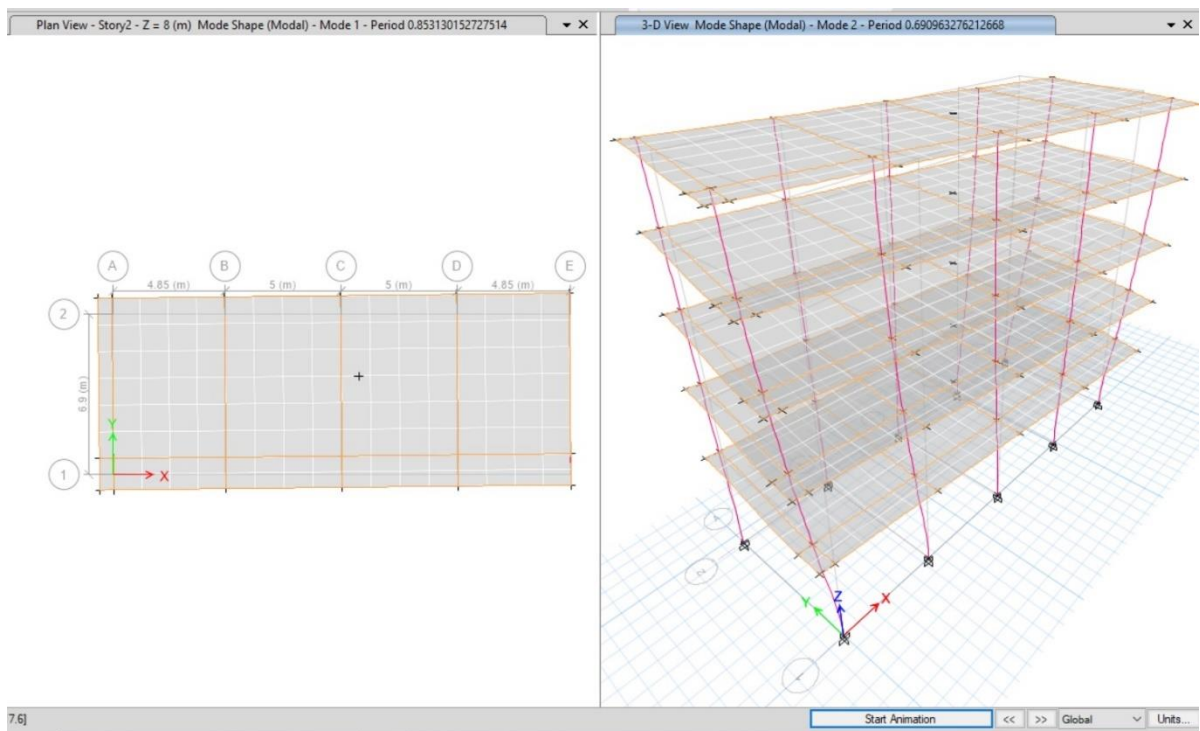
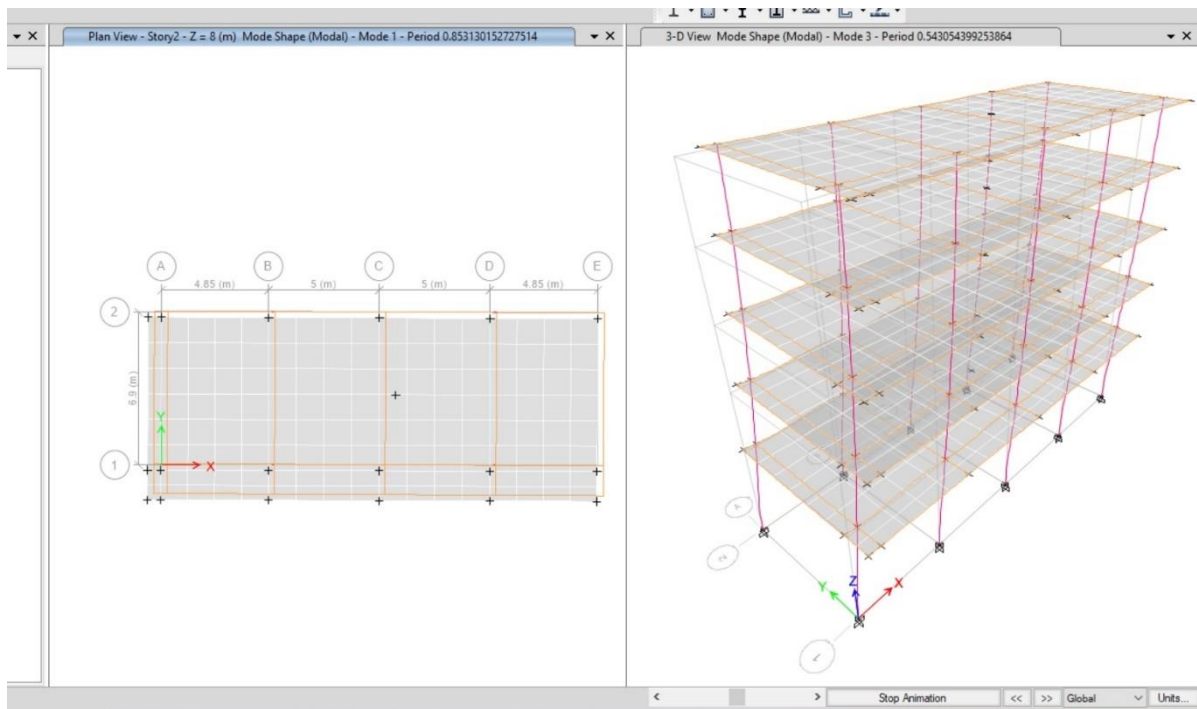


Figura 22. Tercer modo de vibración y su periodo fundamental del pabellón A



## DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIONES

Tabla 72. Espectro De Pseudo-Aceleraciones RNE E-030-2018

Factores	
Z	0.35
$T_p$	0.6
$T_L$	2
Factor de Suelo "S"	1.15
Factor de Uso "U"	1.5
R	8
<b><math>S_a = (ZUS/R) \times g</math></b>	<b>0.740348</b>

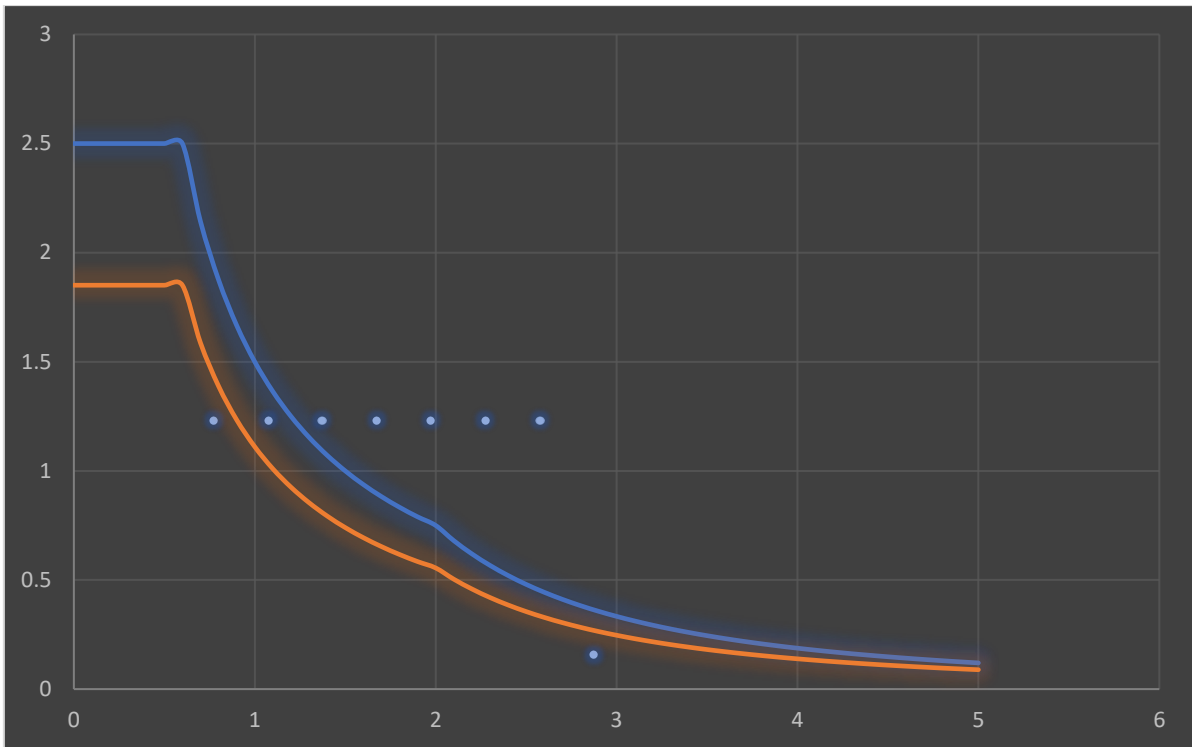
Tabla 73. Periodo de la edificación vs Factor de Amplificación Sísmica

<b>T</b>	<b>C</b>
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.142857
0.8	1.875
0.9	1.666667
1	1.5
1.1	1.363636
1.2	1.25
1.3	1.153846
1.4	1.071429
1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.882353
1.8	0.833333
1.9	0.789474
2	0.75
2.1	0.680272
2.2	0.619835
2.3	0.567108
2.4	0.520833
2.5	0.48
2.6	0.443787

2.7	0.411523
2.8	0.382653
2.9	0.356718
3	0.333333
3.1	0.312175
3.2	0.292969
3.3	0.275482
3.4	0.259516
3.5	0.244898
3.6	0.231481
3.7	0.219138
3.8	0.207756
3.9	0.197239
4	0.1875
4.1	0.178465
4.2	0.170068
4.3	0.16225
4.4	0.154959
4.5	0.148148
4.6	0.141777
4.7	0.135808
4.8	0.130208
4.9	0.124948
5	0.12



Figura 23. Espectro de pseudo aceleraciones del Pabellón A



Espectro de pseudo aceleraciones (anaranjado) y de color azul gráfica T vs C

### 3.2. PARÁMETROS SISMICOS DEL PABELLÓN B

#### IRREGULARIDADES

Analizando La configuración Estructural se observa las siguientes características:

- Planta de configuración simple en los dos pisos
- Simetría en distribución de columnas, vigas, muros y losas
- el pabellón tiene una estructura regular en planta y elevación que va desde la cimentación hasta la parte superior

Por lo tanto la estructura es **RREGULAR EN EL EJE YY** así como en el eje XX

**Tabla 74.** Irregularidades en altura y en planta del pabellón B

<b>IRREGULARIDADES</b>			
<b>DIRECCIÓN X</b>		<b>DIRECCIÓN YY</b>	
Irregularidad en altura (Ia)	Irregularidad en planta (Ip)	Irregularidad en altura (Ia)	Irregularidad en planta (Ip)
1.00	1.00	1.00	1.00
La edificación no presenta irregularidades			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 75.** Detalle de las cargas para el análisis del pabellón B

<b>Descripción</b>	<b>Cargas</b>
Concreto	2400 kg/m <sup>3</sup>
Piso acabado	100 kg/m <sup>2</sup>
S/C sobre techos (aulas)	250 kg/m <sup>2</sup>
S/C sobre Corredores	400 kg/m <sup>2</sup>
S/C en azotea	100 kg/m <sup>2</sup>
Concreto	210kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 76.** *Peso total del Pabellón B*

Story	Output Case	<b>P</b>
		tonf
Story2	PESO 100%CM + 50%CV	67.8912
Story1	PESO 100%CM + 50%CV	86.3929
	Peso total	154.2841

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Metrado de cargas en Excel del Pabellón B

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>						
<b>PROYECTO:</b>	EVALUACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA ROSA DEL DISTRITO DE					
<b>ALUMNO:</b>	NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO					
<b>PABELLÓN</b>	"B"					
<b>METRADO DE CARGA MUERTA</b>						
Descripción	#pisos	Área (m <sup>2</sup> )		Longitud (m)	Peso (t/m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Peso tabiquería típica	2	9.25	9.46		0.10	17.50
Peso losa	2	9.25	9.46		0.35	61.25
Peso de acabados	2	9.25	9.46		0.10	17.50
SUB TOTAL						96.26
Descripción	Cantidad	Sección (m)		Longitud (m)	Peso (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)
Vigas dirección X	12	0.25	0.45	4.00	2.4	12.96
Vigas Voladizo en X	2	0.2	0.2	9.25	2.4	1.78
Vigas en X 25x20	6	0.25	0.2	1.25	2.4	0.90
Vigas dirección Y	12	0.25	0.45	4.08	2.4	13.22
Viga 0.20x0.20 Y	2	0.2	0.2	13.36	2.4	2.57
Columnas 25X25	6	0.25	0.25	6.50	2.4	5.85
Columnas 35X25	3	0.35	0.25	6.50	2.4	4.10
SUB TOTAL						41.37
<b>CARGA MUERTA (1)</b>						<b>137.62</b>
<b>METRADO DE CARGA VIVA</b>						
Descripción	#pisos	Área (m <sup>2</sup> )		Longitud (m)	Peso (t/m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Sobrecarga típica	1	9.25	9.46		0.25	21.87625
Sobrecarga Ult. Nivel	1	9.25	9.46		0.1	8.7505
Pasadizo	2	9.25	1.3		0.4	9.62
<b>CARGA VIVA (2)</b>						<b>40.24675</b>
<b>CARGA DE TOTAL (1 + 2)</b>						<b>177.87</b>
<b>CARGA TOTAL (100% CM + 50% CV)</b>						<b>157.7442</b>

Figura 25. Periodo fundamental del pabellón B

ET Modal Participating Mass Ratios							
File Edit Format-Filter-Sort Select Options							
Units: As Noted		Hidden Columns: No		Sort: None		Modal Participating Mass Ratios	
Filter: None							
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX
▶	Modal	1	0.75	0.1139	0.4933	0	0.1139
	Modal	2	0.654	0.3849	0.4339	0	0.4989
	Modal	3	0.567	0.484	0.0608	0	0.9829
	Modal	4	0.211	0.0021	0.0056	0	0.985
	Modal	5	0.183	0.0065	0.0056	0	0.9914
	Modal	6	0.159	0.0086	0.0008	0	1
	Modal	7	0.006	0	0	0	1
	Modal	8	0.006	0	0	0	1
	Modal	9	0.006	0	0	0	1

En los resultados obtenidos en el software ETABS, el periodo fundamental de la edificación en la dirección “X” es **0.484** y en la dirección “Y” es **0.4933**, esto servirá para determinar el Coeficiente de Amplificación Sísmica (C)

### LOSA ALIGERADA

Para la construcción de este pabellón se usó el Tecnopor en todos los niveles para la obtención de la losa aligerada en una sola dirección, haciendo el total de espesor de 0.20m, como de muestra en la figura 9

Figura 26. Detalle del techo aligerado del pabellón B



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. modo de vibración del pabellón B

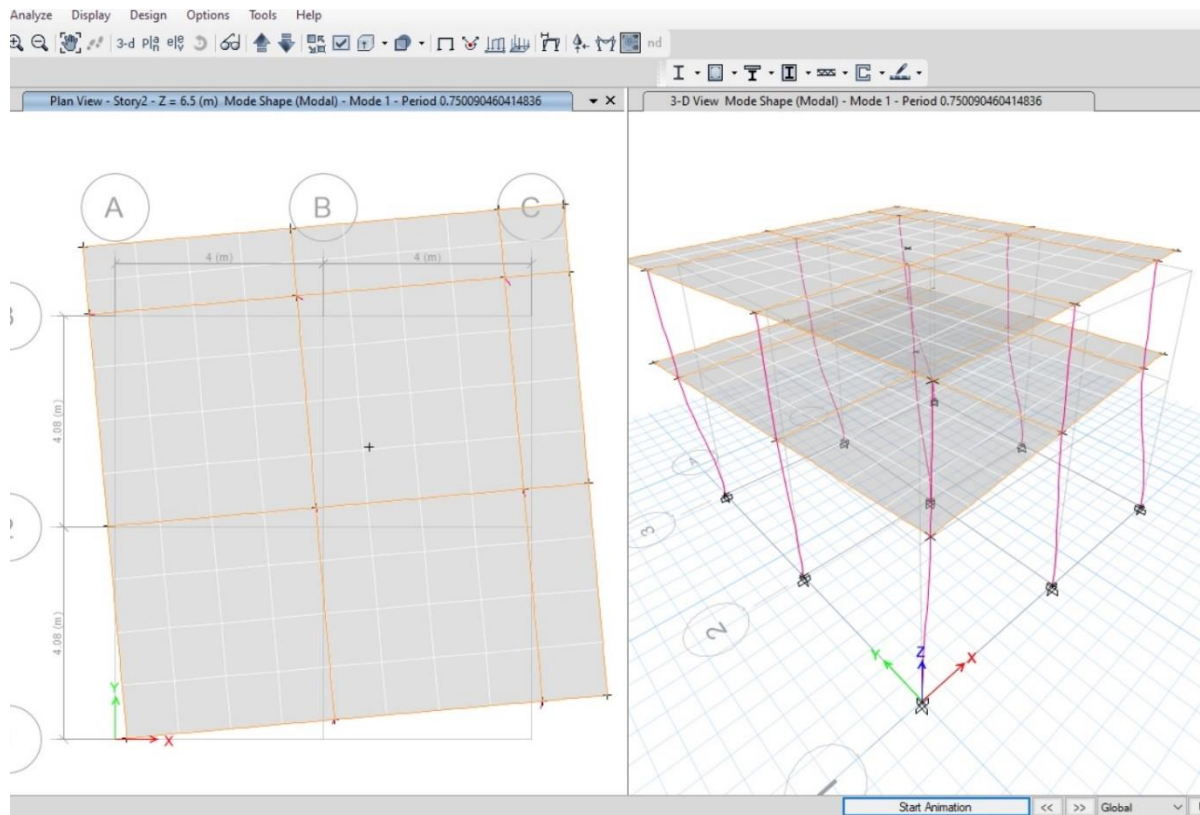


Figura 28. Segundo modo de vibración del pabellón B

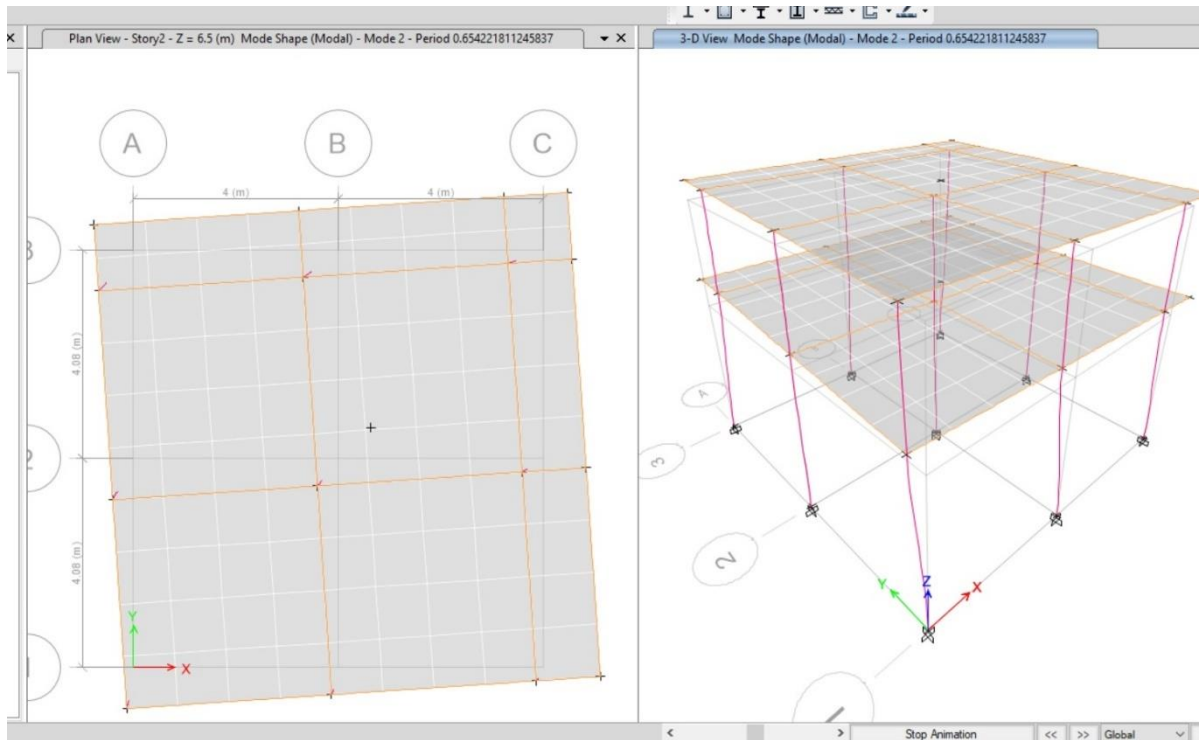
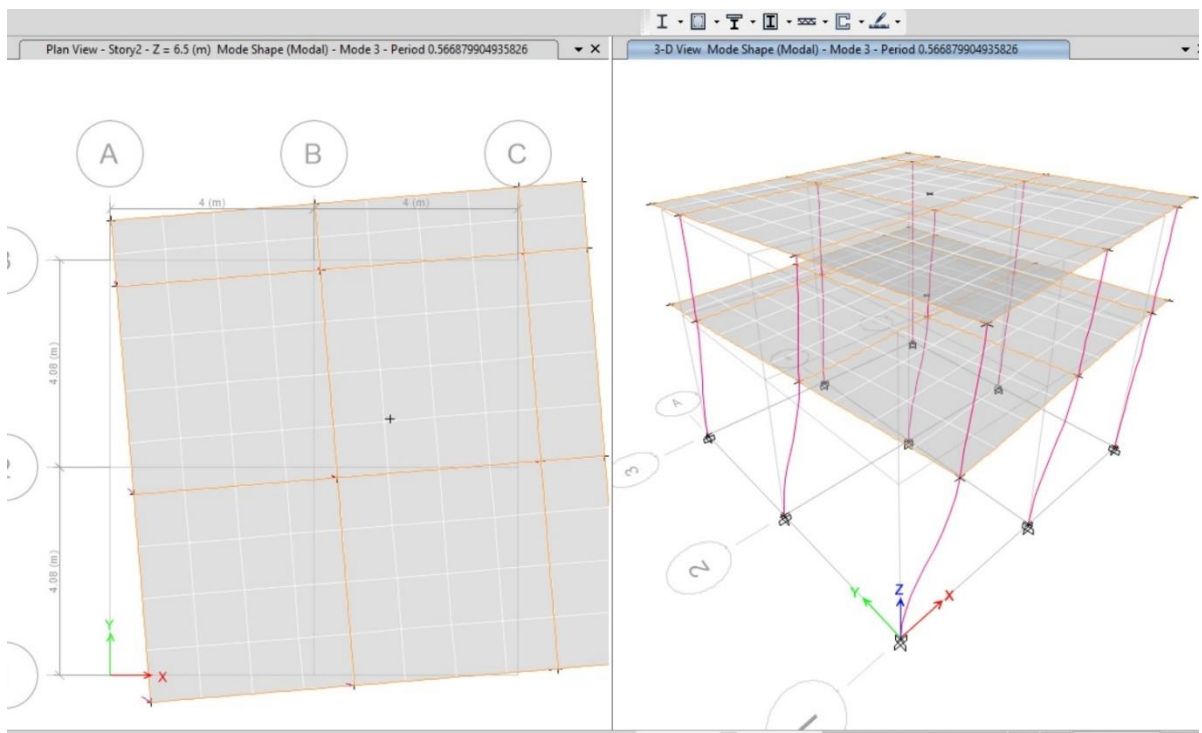


Figura 29. Tercer modo de vibración del pabellón B



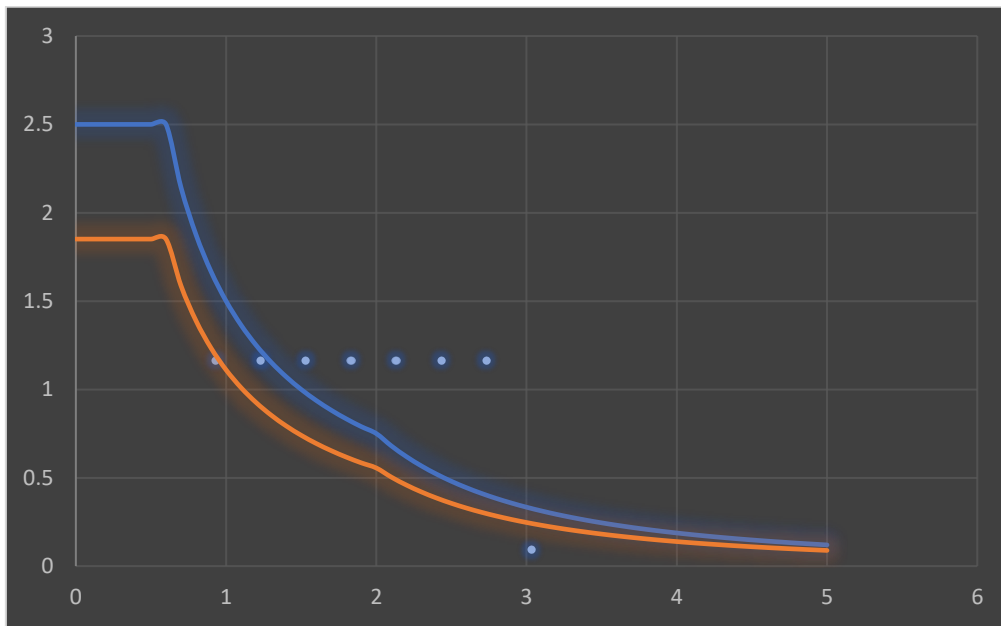
**Tabla 77.** *Espectro de pseudo aceleración del pabellón B*

<b>Periodo (T)</b>	<b>Coeficiente (C)</b>
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.1428571
0.8	1.875
0.9	1.6666667
1	1.5
1.1	1.3636364
1.2	1.25
1.3	1.1538462
1.4	1.0714286
1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.8823529
1.8	0.8333333
1.9	0.7894737
2	0.75
2.1	0.6802721
2.2	0.6198347
2.3	0.5671078
2.4	0.5208333
2.5	0.48
2.6	0.443787

2.7	0.4115226
2.8	0.3826531
2.9	0.3567182
3	0.3333333
3.1	0.3121748
3.2	0.2929688
3.3	0.2754821
3.4	0.2595156
3.5	0.244898
3.6	0.2314815
3.7	0.2191381
3.8	0.2077562
3.9	0.1972387
4	0.1875
4.1	0.1784652
4.2	0.170068
4.3	0.1622499
4.4	0.1549587
4.5	0.1481481
4.6	0.1417769
4.7	0.1358081
4.8	0.1302083
4.9	0.1249479
5	0.12

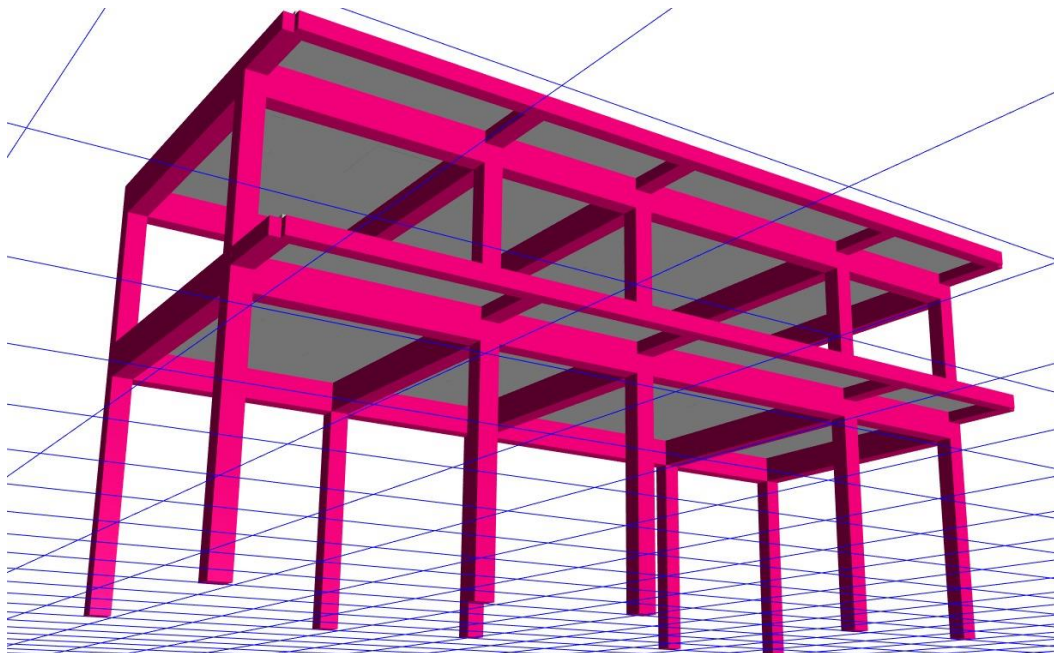


Figura 30. Pseudo - aceleraciones del pabellón B



### ANEXO 3.3. PARÁMETROS SÍSMICOS DEL PABELLÓN C

Figura 31. Vista 02 en 3D del pabellón C



## IRREGULARIDADES

Analizando La configuración Estructural se observa las siguientes características:

- Planta de configuración simple en los dos pisos
- Simetría en distribución de columnas, vigas, muros y losas
- el pabellón tiene una estructura regular en planta y elevación que va desde la cimentación hasta la parte superior

Por lo tanto la estructura es **RREGULAR EN EL EJE YY** así como en el eje XX

**Tabla 78.** Irregularidades en altura y en planta del pabellón C

IRREGULARIDADES			
DIRECCIÓN X		DIRECCIÓN YY	
Irregularidad en altura (Ia)	Irregularidad en planta (Ip)	Irregularidad en altura (Ia)	Irregularidad en planta (Ip)
1.00	1.00	1.00	1.00
La edificación no presenta irregularidades			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 79.** Detalle de las cargas para el análisis del pabellón C

Descripción	Cargas
Concreto	2400 kg/m <sup>3</sup>
Piso acabado	100 kg/m <sup>2</sup>
S/C sobre techos (aulas)	250 kg/m <sup>2</sup>
S/C sobre Corredores	400 kg/m <sup>2</sup>
S/C en azotea	100 kg/m <sup>2</sup>
Concreto	210kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

## PESO DE LA EDIFICACIÓN

**Tabla 80.** *Peso total del pabellón C*

<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Peso</b>
		tonf
Story2	PESO 100%CM + 50%CV	48.8275
Story1	PESO 100%CM + 50%CV	67.6938
	<b>Peso total</b>	<b>116.5213</b>

Figura 32. Metrado de cargas en excel del pabellón C

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>						
<b>PROYECTO:</b>	EVALUACIÓN DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA ROSA DEL DISTRITO DE					
<b>ALUMNO:</b>	NEIL BRUCE CANTARO NUÑUVERO					
<b>PABELLÓN</b>	"C"					
<b>METRADO DE CARGA MUERTA</b>						
Descripción	#pisos	Área (m2)		Longitud (m)	Peso (t/m2)	Peso (t)
Peso tabiquería típica	2	11.1	5.1		0.10	11.32
Peso losa	2	11.1	5.1		0.35	39.63
Peso de acabados	2	11.1	5.1		0.10	11.32
Peso tabiquería típica	1	11.1	5.1		0.05	2.83
SUB TOTAL						65.10
Descripción	Cantidad	Sección (m)		Longitud (m)	Peso (t/m3)	Peso (t)
Vigas dirección X	4	0.25	0.45	11.10	2.4	11.99
Vigas Voladizo en X	2	0.2	0.2	11.10	2.4	2.13
Vigas dirección Y	10	0.25	0.45	4.00	2.4	10.80
Viga 0.20x0.20 Y	2	0.2	0.2	5.50	2.4	1.06
Columnas 25X25	10	0.25	0.25	5.60	2.4	8.40
SUB TOTAL						34.38
<b>CARGA MUERTA (1)</b>						<b>99.48</b>
<b>METRADO DE CARGA VIVA</b>						
Descripción	#pisos	Área (m2)		Longitud (m)	Peso (t/m2)	Peso (t)
Sobrecarga típica	1	11.1	5.1		0.25	14.1525
Sobrecarga Ult. Nivel	1	11.1	5.1		0.1	5.661
Pasadizo	2	11.1	1.3		0.4	11.544
<b>CARGA VIVA (2)</b>						<b>31.3575</b>
<b>CARGA DE TOTAL (1 + 2)</b>						<b>130.83</b>
<b>CARGA TOTAL (100% CM + 50% CV)</b>						<b>115.15545</b>

Figura 33. Periodo Fundamental del pabellón C

ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: None

	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
	1	0.529	0.2447	0.5723	0
▶	2	0.506	0.5761	0.3728	0
	3	0.434	0.1733	0.0459	0
	4	0.134	0.0012	0.0055	0
	5	0.127	0.0036	0.0031	0
	6	0.11	0.0012	0.0004	0
	7	0.006	0	0	0
	8	0.006	0	0	0
	9	0.006	0	0	0

En los resultados obtenidos en el software ETABS, el periodo fundamental de la edificación en la dirección "X" es **0.506** y en la dirección "Y" es **0.529**, esto servirá para determinar el Coeficiente de Amplificación Sísmica (C)

Figura 34. Modos de Vibración del Pabellón C

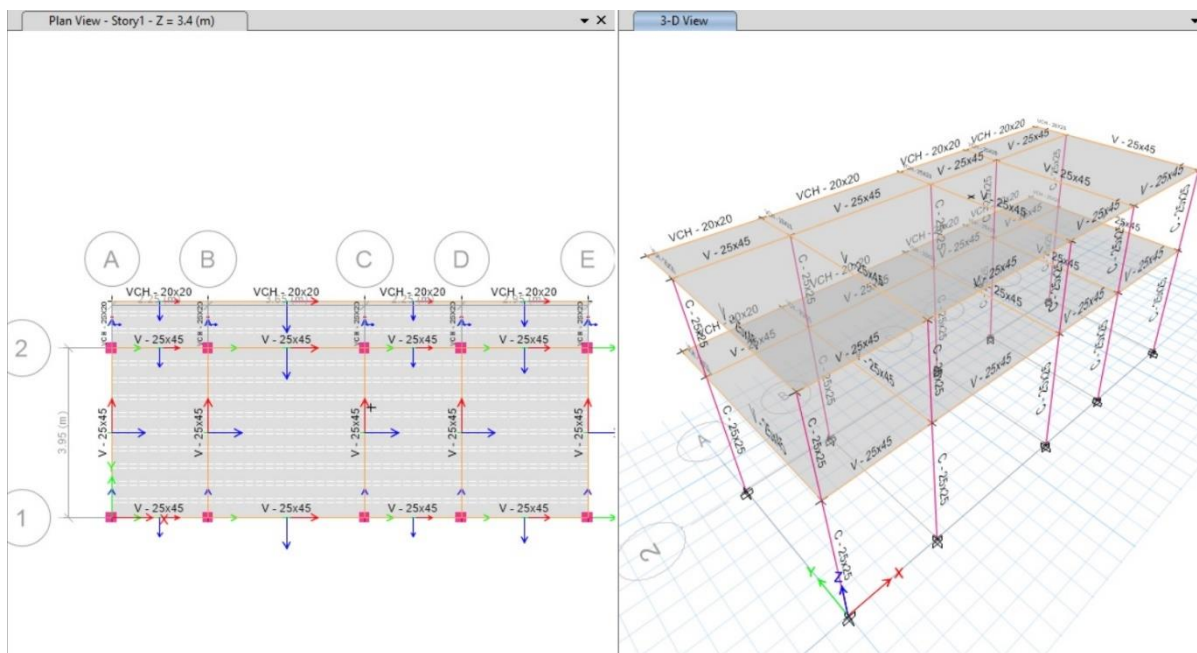


Figura 35. Primer modo de Vibración del Pabellón C

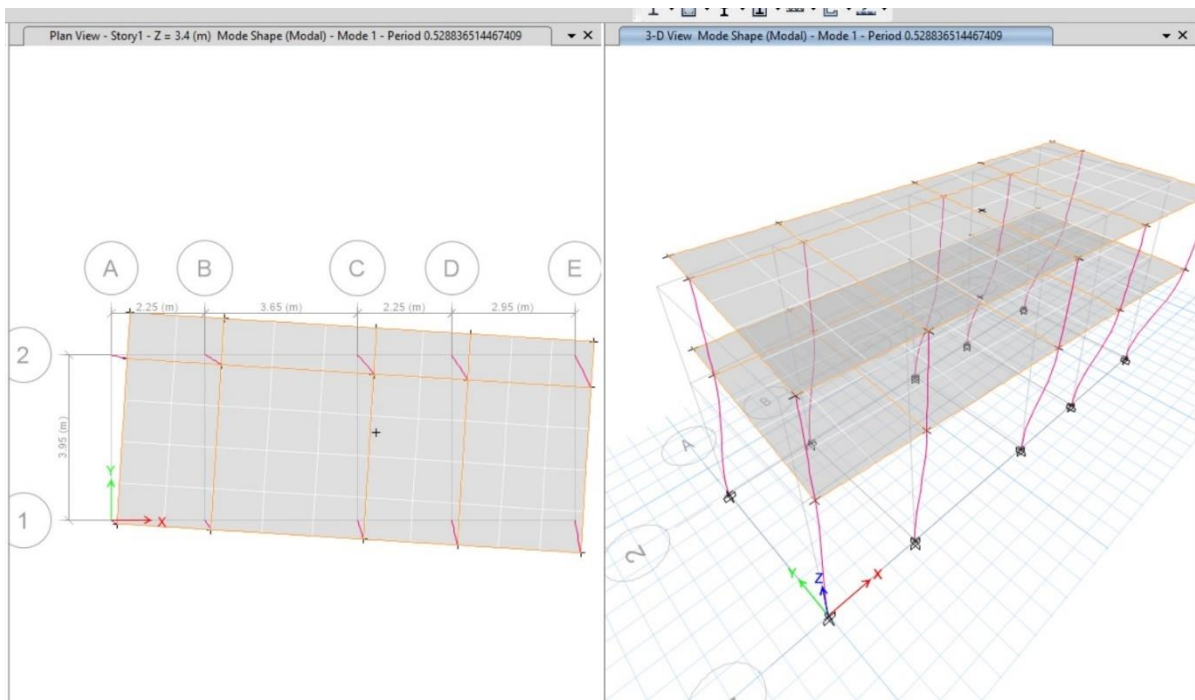


Figura 36. Segundo modo de Vibración del Pabellón C

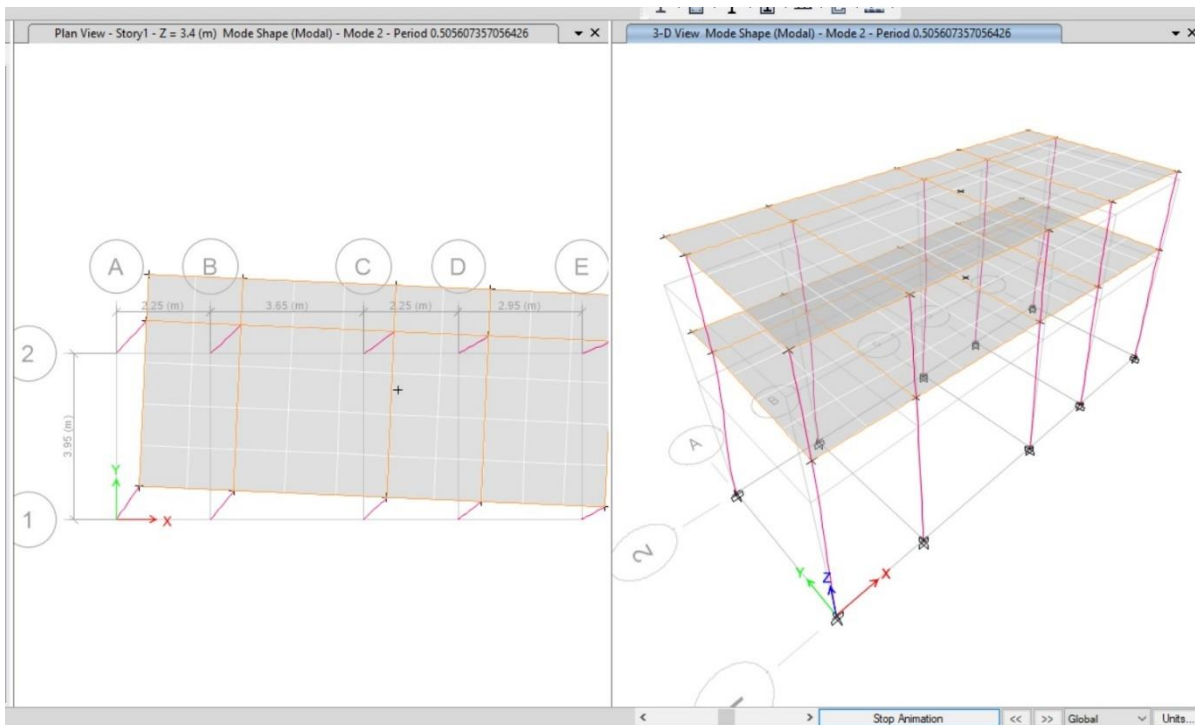


Figura 37. Tercer modo de Vibración del Pabellón C

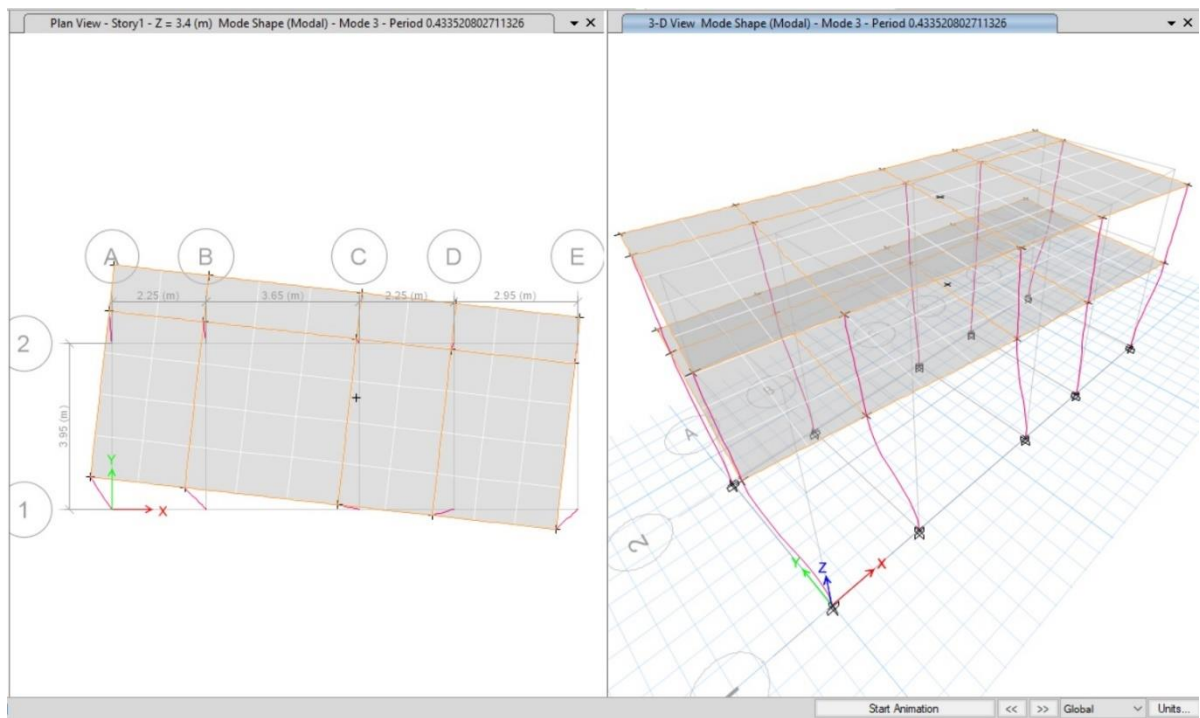


Figura 38. Participación de masa del pabellón C

Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
▶	Modal	1	0.529	0.2447	0.5723	0	0.2447	0.5723	0	0.018
	Modal	2	0.506	0.5761	0.3728	0	0.8207	0.9451	0	0.0126
	Modal	3	0.434	0.1733	0.0459	0	0.994	0.991	0	0.0021
	Modal	4	0.134	0.0012	0.0055	0	0.9952	0.9965	0	0.5968
	Modal	5	0.127	0.0036	0.0031	0	0.9988	0.9996	0	0.3259
	Modal	6	0.11	0.0012	0.0004	0	1	1	0	0.0446
	Modal	7	0.006	0	0	0	1	1	0	0
	Modal	8	0.006	0	0	0	1	1	0	0
	Modal	9	0.006	0	0	0	1	1	0	0

Record: <<< < 1 > >>> of 9

Add Tables... Done

**Tabla 81.** *Periodo vs Coeficiente de amplificación sísmica del pabellón C*

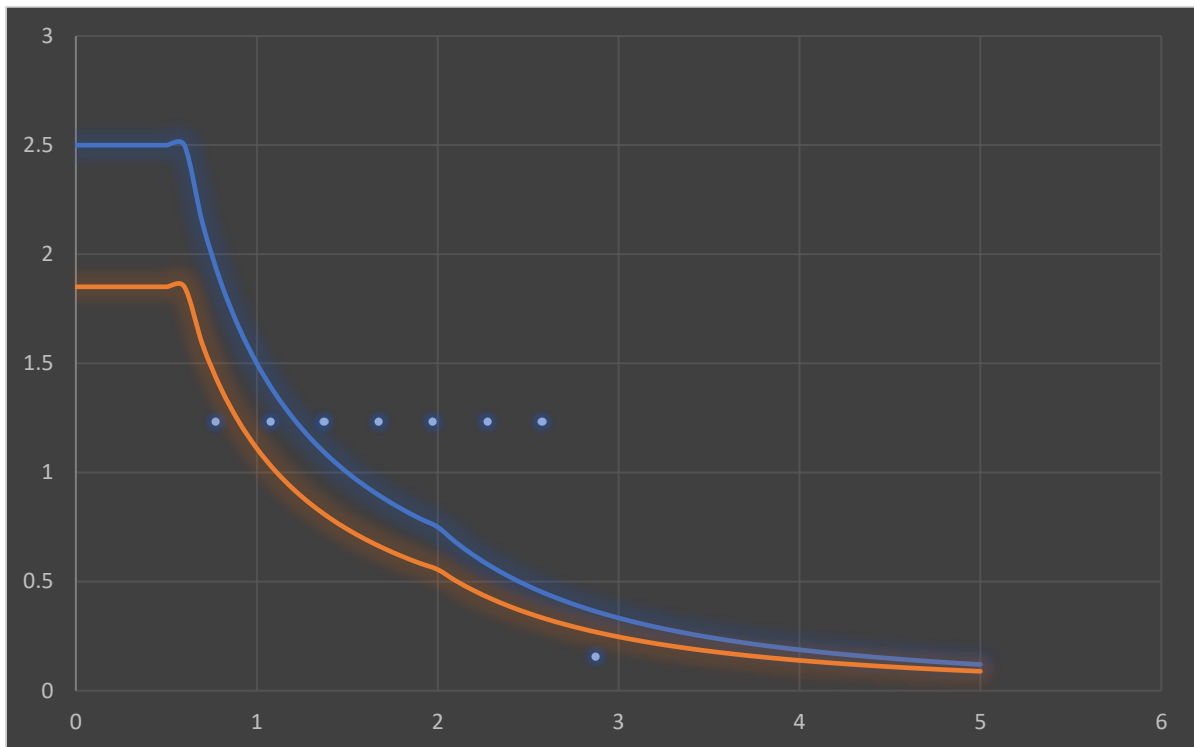
**Espectro de Seudo-aceleraciones**

<b>T</b>	<b>C</b>
0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.1428571
0.8	1.875
0.9	1.6666667
1	1.5
1.1	1.3636364
1.2	1.25
1.3	1.1538462
1.4	1.0714286
1.5	1
1.6	0.9375
1.7	0.8823529
1.8	0.8333333
1.9	0.7894737
2	0.75
2.1	0.6802721
2.2	0.6198347
2.3	0.5671078
2.4	0.5208333
2.5	0.48



2.6	0.443787
2.7	0.4115226
2.8	0.3826531
2.9	0.3567182
3	0.3333333
3.1	0.3121748
3.2	0.2929688
3.3	0.2754821
3.4	0.2595156
3.5	0.244898
3.6	0.2314815
3.7	0.2191381
3.8	0.2077562
3.9	0.1972387
4	0.1875
4.1	0.1784652
4.2	0.170068
4.3	0.1622499
4.4	0.1549587
4.5	0.1481481
4.6	0.1417769
4.7	0.1358081
4.8	0.1302083
4.9	0.1249479
5	0.12

Figura 39. Gráfica del espectro de pseudo – aceleraciones del pabellón C



#### ANEXO 4. REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

##### ANEXO 4.1. NUEVOS PERIDOS DEL PABELLÓN A AL AÑADIR MUROS DE CORTE AL PABELLÓN A

## NUEVOS PERIODOS DEL PABELLÓN A AL ANADIR MUROS DE CORTE

ET Modal Participating Mass Ratios

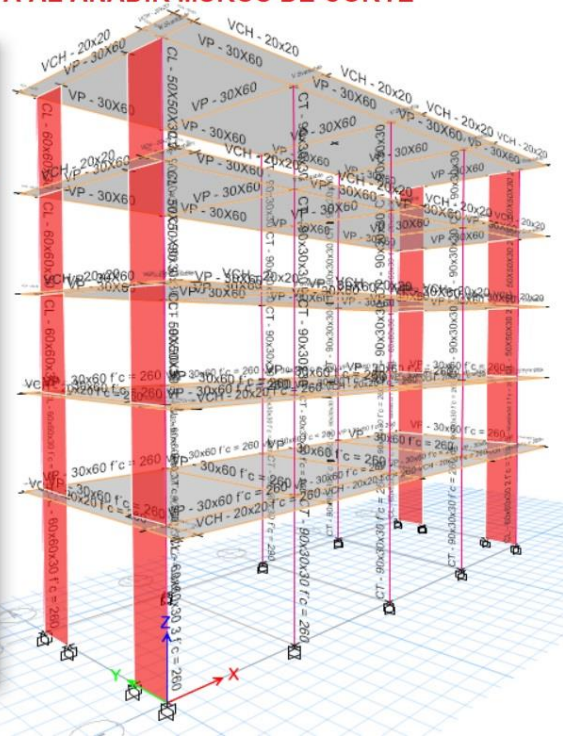
File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Hidden Columns: No ties Sort: None

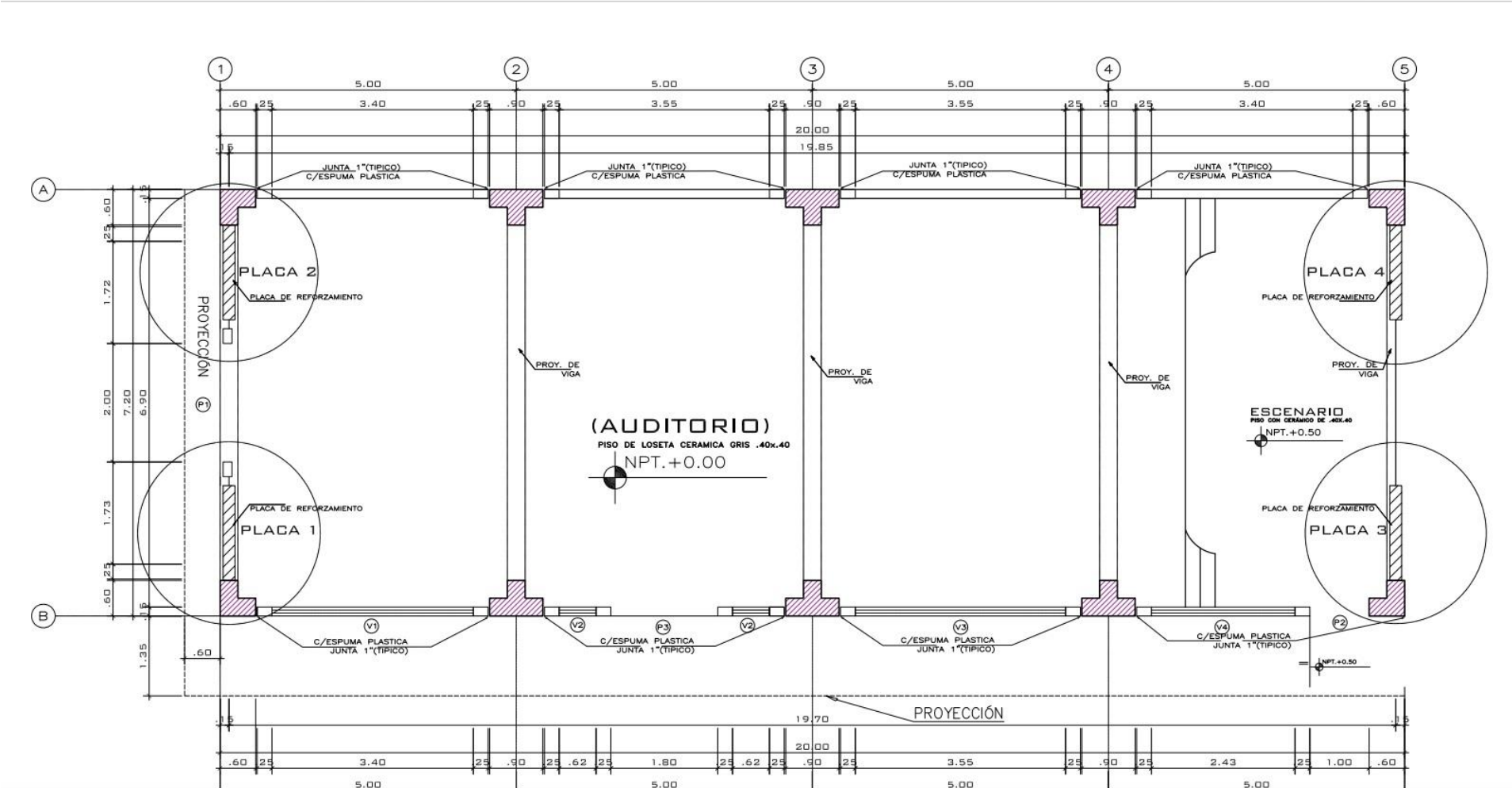
Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.515	0.8962	0.0001
Modal	2	0.47	0.0001	0.8029
Modal	3	0.348	0.0014	0.0018
Modal	4	0.162	0.0804	6.992E-07
Modal	5	0.127	1.218E-06	0.1334
Modal	6	0.095	0.0002	0.0003
Modal	7	0.084	0.0162	0
Modal	8	0.056	0	0.0424
Modal	9	0.052	0.0044	1.913E-06
Modal	10	0.042	8.727E-07	0.0001
Modal	11	0.038	0.0009	0
Modal	12	0.032	0	0.0151
Modal	13	0.024	0	2.427E-05
Modal	14	0.022	0	0.0038
Modal	15	0.017	0	6.016E-06

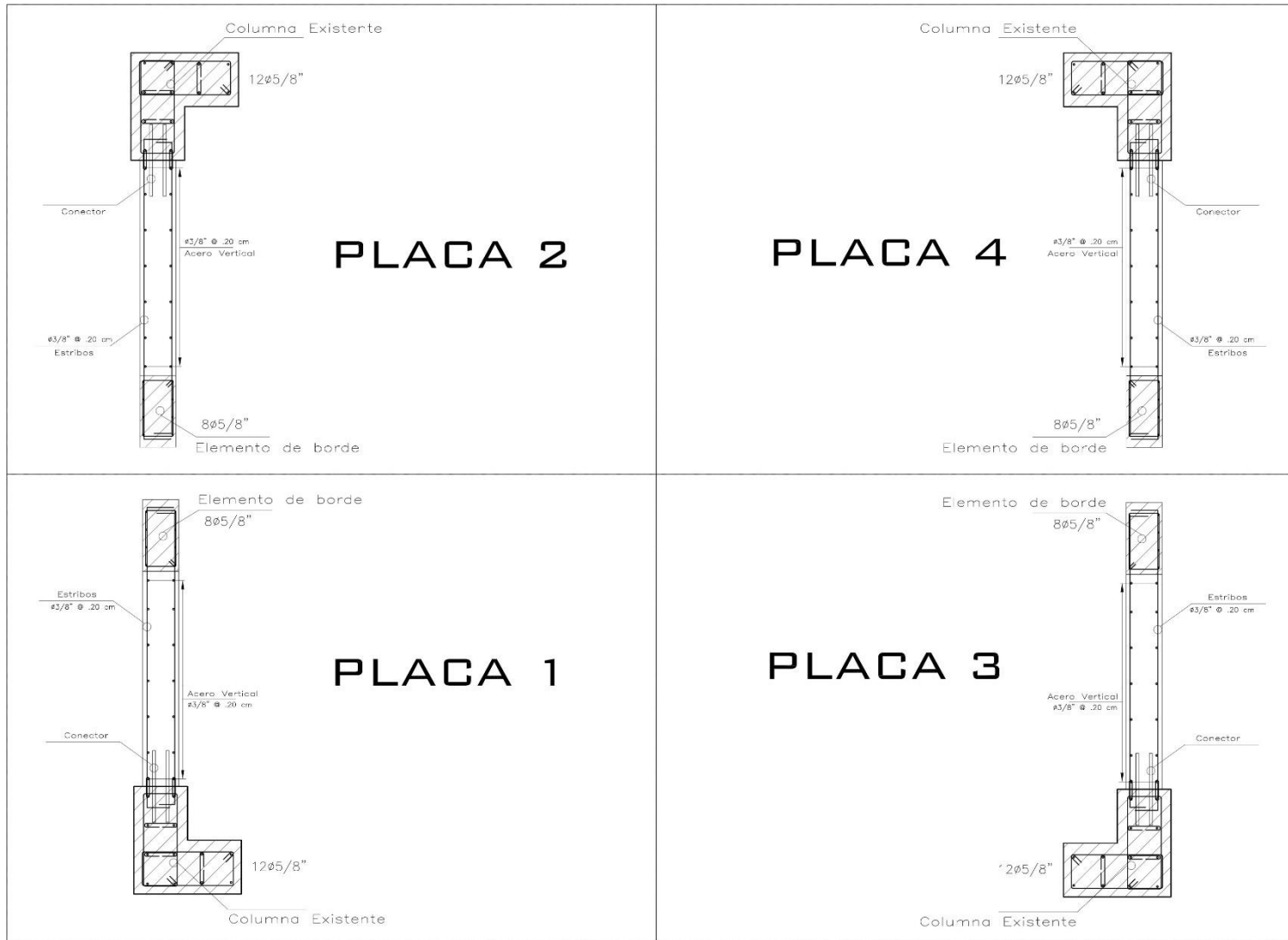
Record: << < 2 > >> Add Tables... Done



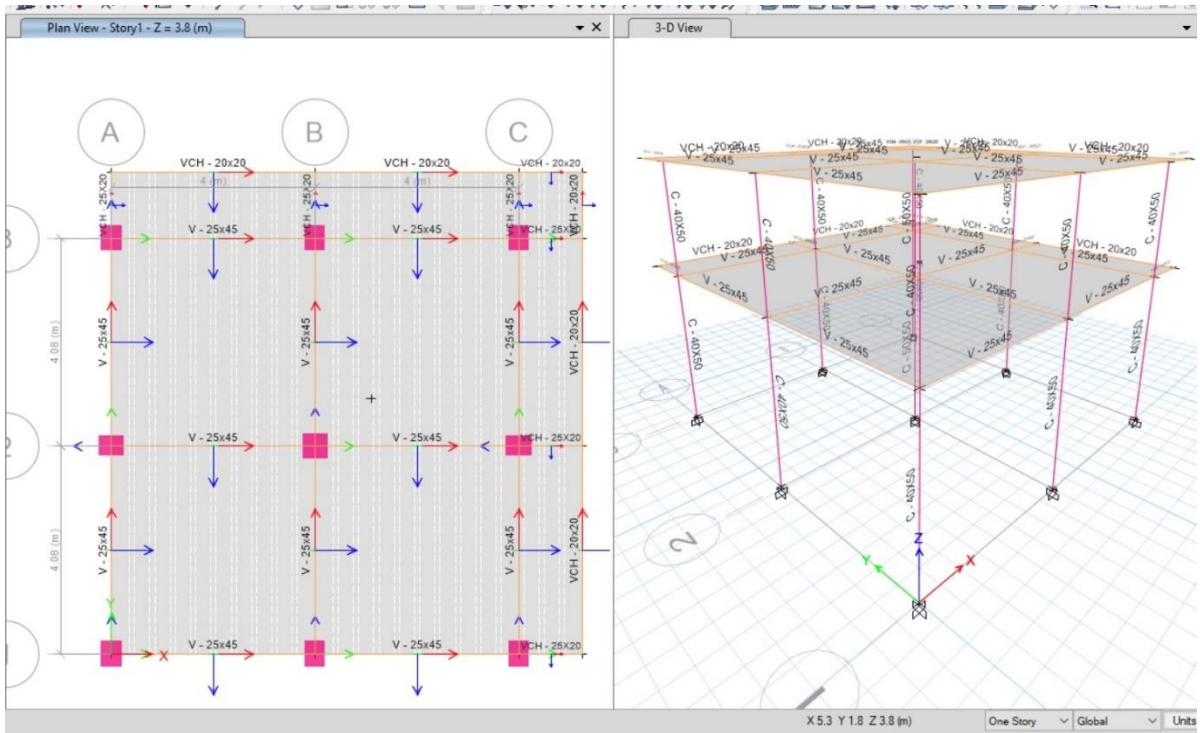
# ANEXO 4.2. PLANO AGREGANDO MUROS DE CORTE EN EL PABELLÓN A



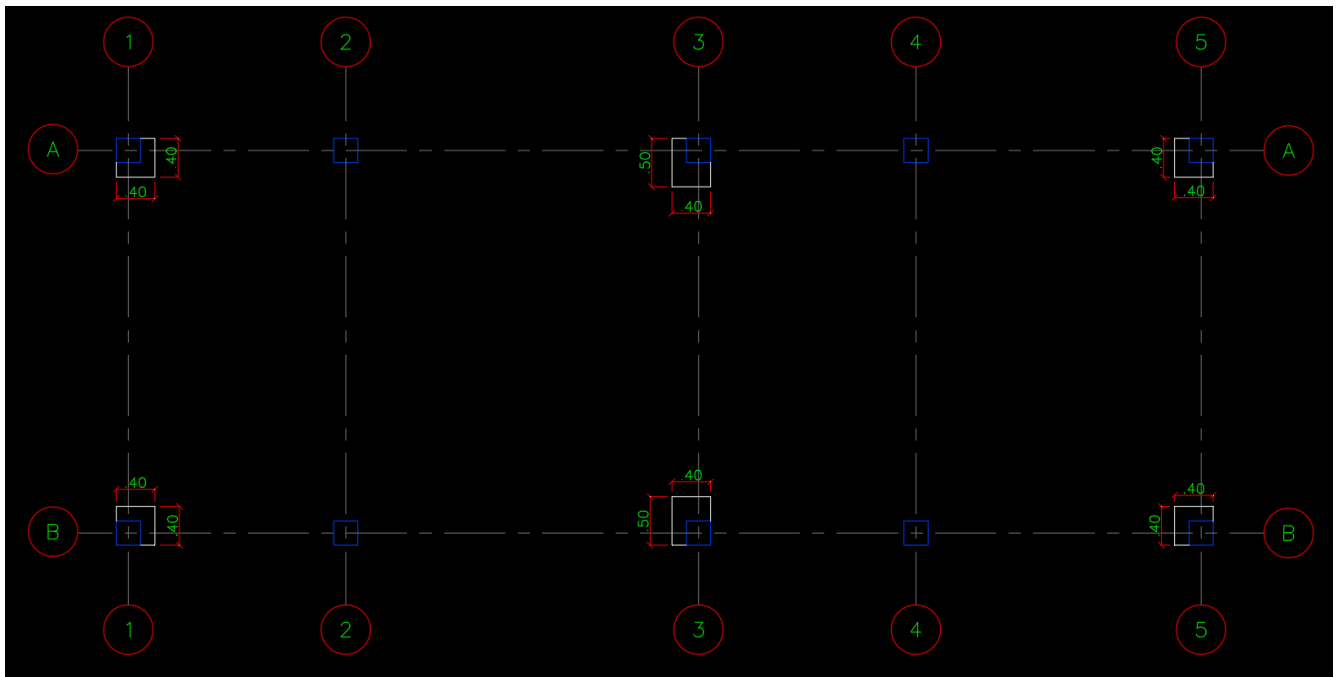
### ANEXO 4.3. DETALLES DE LOS MUROS DE CORTE DEL PABELLÓN A

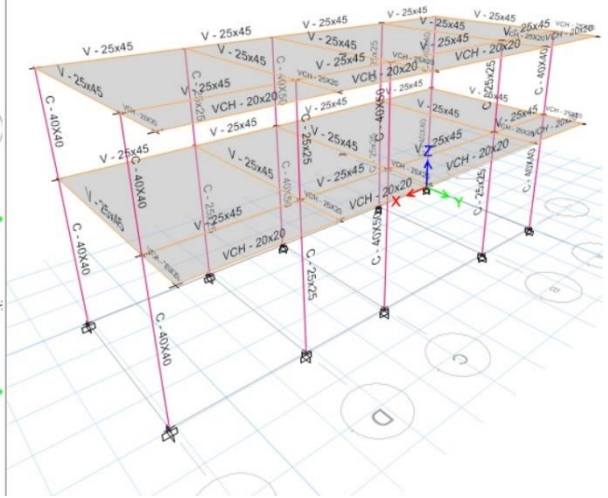
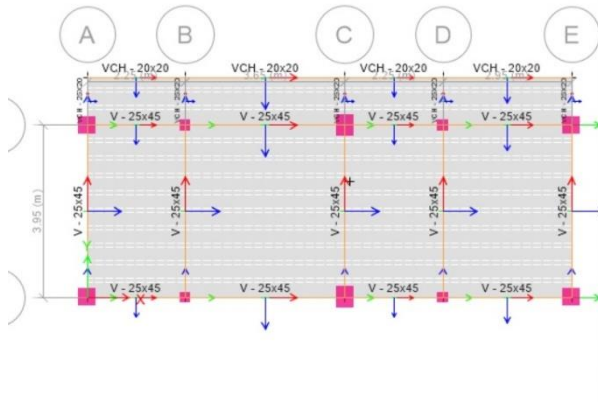


### Anexo 4.4. Reforzamiento por encamisado de columnas del Pabellón B

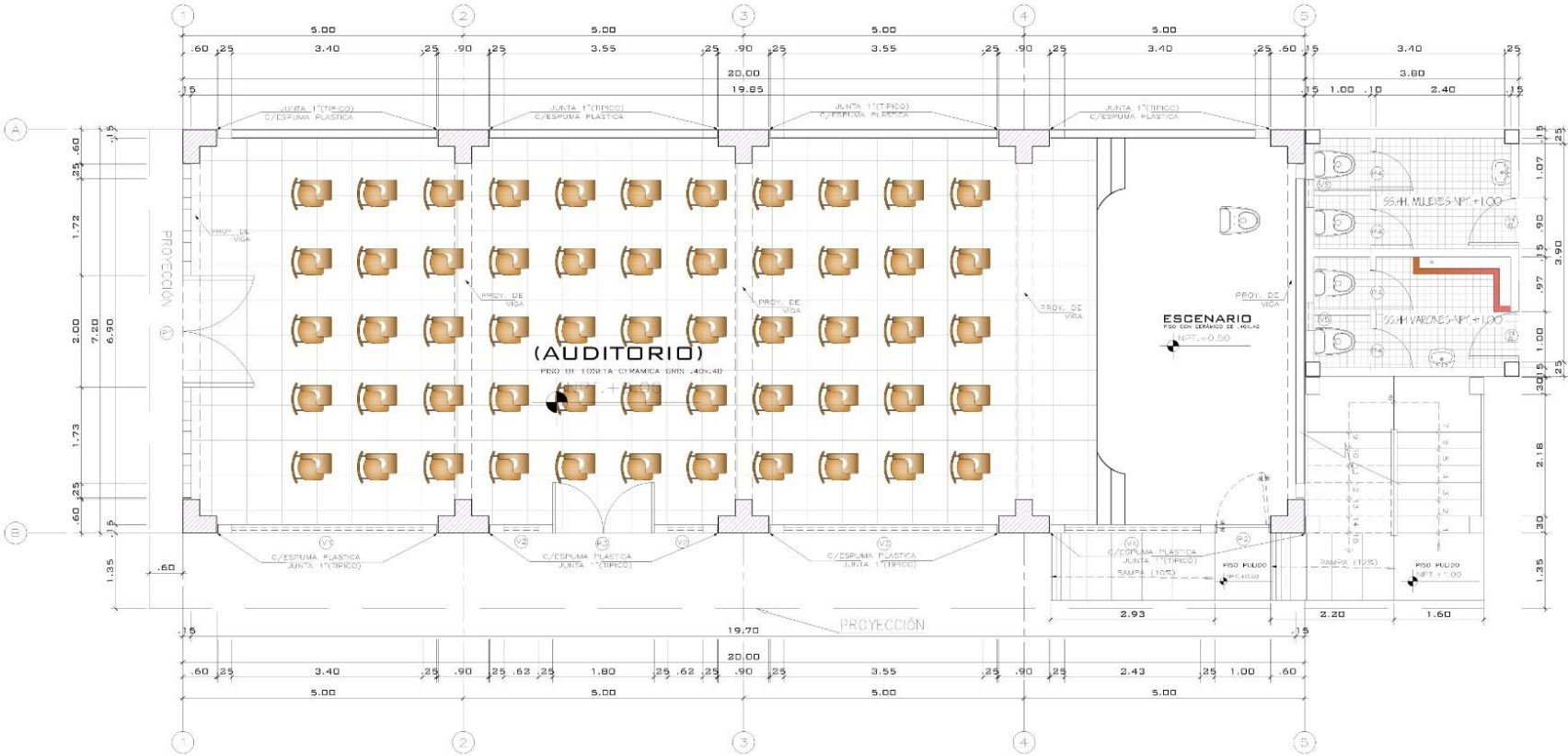


### Anexo 4.4. Reforzamiento por encamisado de columnas del Pabellón C





Anexo 5. Plano de Arquitectura del Primer Piso del Pabellón A

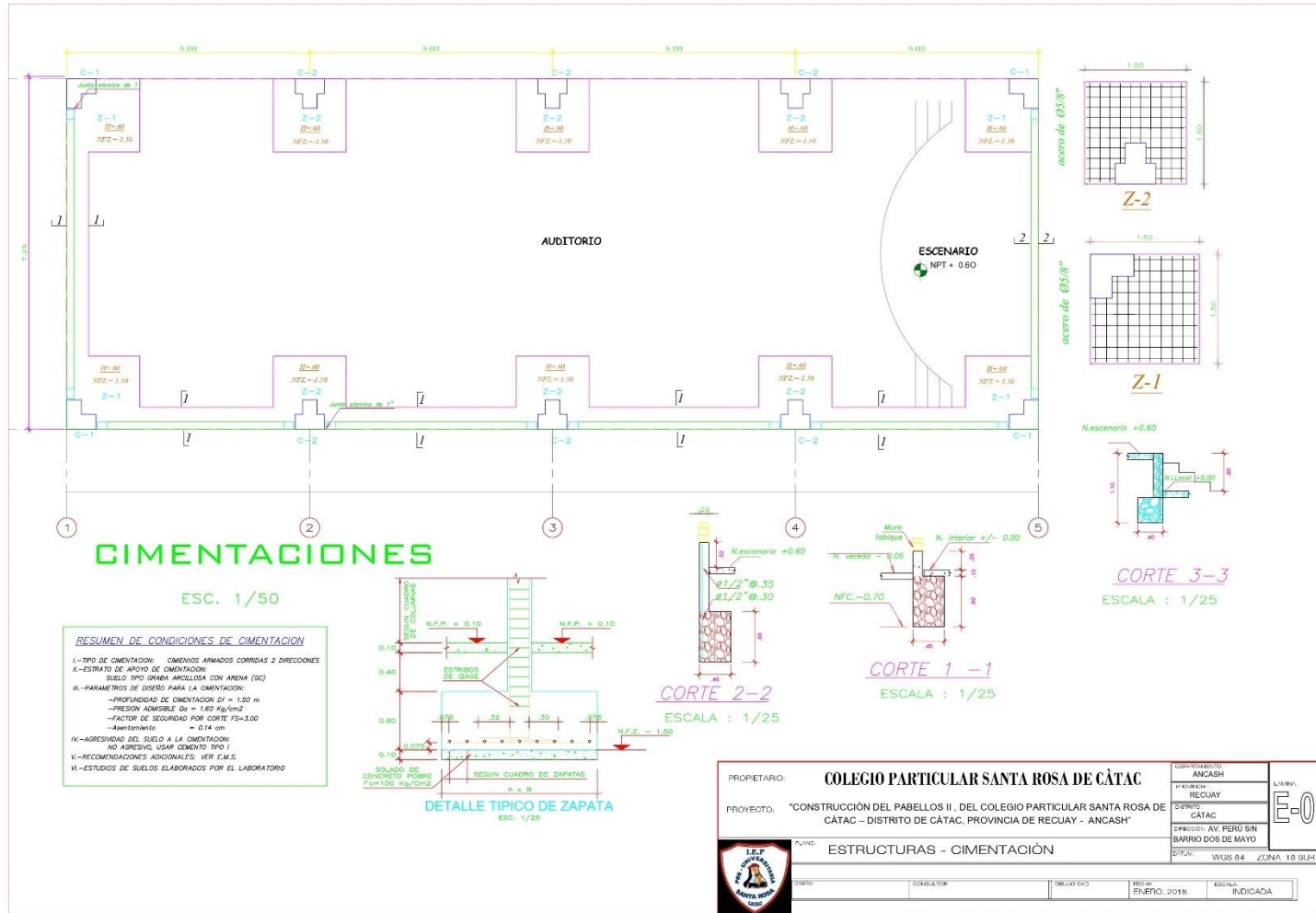




Plano en planta del segundo piso



# Plano de Cimentaciones del primer piso del pabellón A



# Detalles de las Vigas del Pabellón A

**TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y ALIGERADOS**

**NOTAS**

- NO EMPALMAR MAS DEL SOLO DEL AREA DE UNA MISMA SECCION EN OJO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 20 %
- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO SUPERIOR SE EMPALMA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 20 CM. PARA PIEDRO DE 3/8" Y 50 CM. PARA 1/2" O 5/8"

**VALORES DE m**

Ø	REFUEZO INFERIOR	REFUEZO SUPERIOR
h CALZAVERA	h < 0.30	h > 0.30
3/8"	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.50
5/8"	0.45	0.60
3/4"	0.60	0.75
1"	1.15	1.30

**EMPALME VERTICAL**

Ø	X
3/8"	0.40
1/2"	0.40
5/8"	0.50
3/4"	0.60

**DETALLE "L"**      **DETALLE "T"**

Ø	X
3/8"	0.20
1/2"	0.25
5/8"	0.30

**EMPALME HORIZONTAL**

Ø	Y
1/4"	0.30
3/8"	0.40
1/2"	0.60
5/8"	0.70

CUANDO SON VARILLAS DE DIFERENTE Ø SE TOMARA EL VALOR MAXIMO

TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS, LOSA Y ALIGERADOS

**VP-102,202,303 (0.30 x 0.60)**  
EBC: 1:25

**VP-101,201,302**  
Ø 3/8", 1Ø 0.05, 4Ø 0.10, Rto. Ø 0.20  
EBC: 1:25

**VCH-101,201,301**  
4 Ø 1/2"  
1 Ø 3/8" Ø 0.15  
Rto. Ø 0.20  
EBC: 1:25

**DETALLE "L"**      **DETALLE "T"**

PROPIETARIO:	<b>COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC</b>	DISEÑADOR:	ANCASH
PROYECTO:	"CONSTRUCCIÓN DEL PABELLOS II, DEL COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC - DISTRITO DE CÁTAC, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH"	PROYECTO:	RECUAY
PLANO:	ESTRUCTURAS - DETALLE DE VIGAS	DISEÑO:	CÁTAC
		UBICACION:	AV. PERU SIN BARRIO DOS DE MAYO
		OTRO:	W35 B4 - ZONA 1B SUR

I.E.F.  
INGENIERIA ESTRUCTURAL  
SANTA ROSA DE CÁTAC

FECHA: ENERO, 2016

SECCION: INDICADA

# Plano de Columnas

### PARAMETROS SIMSORESISTENTES

SISTEMA ESTRUCTURAL: PORTICOS DE CONCRETO ARMADO

PARAMETROS PARA DEFINIR EL ESPECTRO DE DISEÑO:  
 Zona 3 (Ancash) : Z=0.3g  
 Suelo Tipo S2 : S=1.2, Tp=0.6sg  
 Coeficiente de amplif. sismica: C=2.5  
 Categoría de Uso (C) : U=1.3  
 Configuración estructural: Regular  
 Coeficiente de Reducción: Rxx: 7, Ryy=7

Desplazamientos( $\delta$ ) y Distorsiones ( $\Delta/h$ ) del analisis dinámico

-DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS:  
 RELATIVO DE ENTREPISO rx= 1.13cm, ry= 0.92 cm.  
 DERIVA Drx= 0.0029 Dry= 0.0024

### ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO ARMADO  
 Cemento armado : f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Sobrecimiento simple : f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> +30% P.M (3" max)  
 Columnas : f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Vigas : f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Escalera : f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Rampa : f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Placas : f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Acero : Grado 60 (fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>)

RECUBRIMIENTOS  
 Cimentas: 7.5 cm  
 Columnas e= 15cm : 2.0cm; e=25cm : 4.0cm  
 Vigas e= 15cm : 2.0cm; e=25cm : 4.0cm  
 Aligerado e=20cm : 2.0cm  
 Muros y lasas en contacto con terreno: 4.0cm

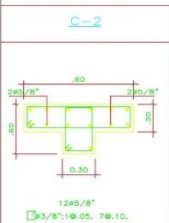
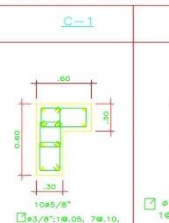
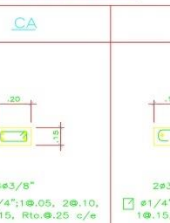

ALBAÑILERIA CONTINUA  
 Unidad: tipo V acolia de arcilla max. 25% de perforaciones  
 f'm: 45 kg/cm<sup>2</sup>, f'b: 135 kg/cm<sup>2</sup>, espesor 13cm.  
 Mortero: Cimento arena 1:4  
 Juntas: mínimo 1cm, máximo 1.5 cm

CARGA MUERTA  
 Aligerado h= 20cm : 300 kg/m<sup>2</sup>  
 Lasa maciza h=15 cm : 360 kg/m<sup>2</sup>  
 Enlucidos y cieloraso : 100 kg/m<sup>2</sup>  
 Muros portantes : 120 kg/m<sup>2</sup>

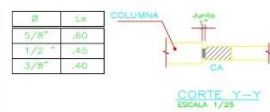
CARGA VIVA (S/C)  
 1er- 2do piso: 400 kg/m<sup>2</sup>, corredores y escaleras + oficinas Adm.  
 Azotea : 150 kg/m<sup>2</sup>

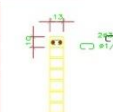
NORMAS: Cemento Portland ININTEC 334-009,  
 Arena para mortero ASTM C-144  
 Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma de Cargas E-020,  
 Norma de Diseño Sismoresistente E-030,  
 Norma de Suelos y cimentaciones E-050,  
 Norma de Concreto Armado E -060, Norma de albañilería E -070.


### CUADRO DE COLUMNAS Y ARRIOSTRES

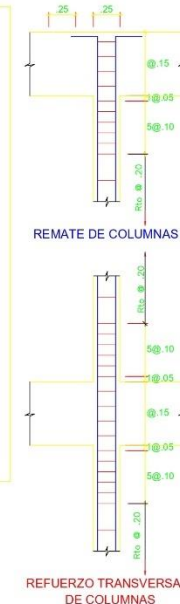
C-2	C-1	CA	VA
			
12x5/8" 3/8"; 1@.05, 7@.10, Rto. @.20 c/e	10x5/8" 3/8"; 1@.05, 7@.10, Rto. @.20 c/e	4x3/8" 1/4"; 1@.05, 2@.10, 1@.15, Rto. @.25 c/e	2x3/8" 1/4"; 1@.05, 2@.10, 1@.15, Rto. @.25 c/e

### REINFORCEMENT DETAILS

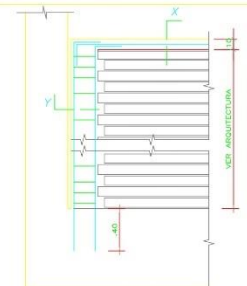
**CORTE Y-Y ESCALA 1/25**  


**CORTE X-X ESCALA 1/25**  


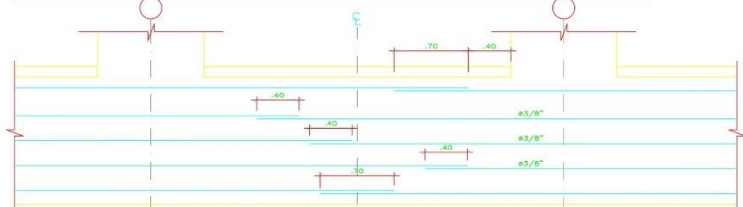
**REINFORZAMIENTO EN ALMA DE CORTES DE CIMENTACION**  



**REINFORZAMIENTO TRANSVERSAL DE COLUMNAS**  


### ELEVACION CA ESCALA 1/25



### TRASLAPE TÍPICO DE REINFORZO EN ALMA DE CORTES DE CIMENTACION ESCALA 1/25



PROPIETARIO: <b>COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC</b> PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DEL PABELLOS II, DEL COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC - DISTRITO DE CÁTAC, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH"	DEPARTAMENTO: <b>ANCASH</b> PROVINCIA: <b>RECUAY</b> DISTRITO: <b>CÁTAC</b> INTERSECCIÓN: <b>AV. PERU SAN BARRIO DOS DE MAYO</b> DISTRITO: <b>WGS 84 ZONA 16 SUR</b>
PLANO: <b>ESTRUCTURAS - CIMENTACIÓN</b>	
	<b>E-02</b>

# Plano de escaleras

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO CICLOPEO**  
 CIMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (6<sup>o</sup>max.)  
 SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8 (CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PM (3<sup>o</sup>max.)

**CONCRETO ARMADO**  
 CONCRETO : f<sub>c</sub> = 210kg/cm<sup>2</sup>  
 ACERO REFUERZO : f<sub>y</sub> = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

**RECUBRIMIENTOS**  
 VIGAS PERALZADAS Y COLUMNAS : 4 Cm  
 VIGAS CHATAS : 2.5 Cm  
 ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm  
 ZAPATAS : 7.5 Cm

**SOBRECARGAS :** S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS  
 1°, 2° Y 3° PISO : 200 Kg / m<sup>2</sup>  
 AZOTEA : 150 Kg / m<sup>2</sup>  
 ESCALERA : 200 Kg / m<sup>2</sup>

**LONGITUDES MINIMAS DE ANLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS**

Ø	ANLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS	f'	Q
1/4"	0.45	0.55	2 Cm	0.10	
3/8"	0.45	0.55	3 Cm	0.15	
1/2"	0.50	0.60			
5/8"	0.60	0.75			
3/4"	0.70	0.80			

**NORMAS DE DISEÑO**  
**TERRENO**  
 CAPACIDAD PORTANTE : 2.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO (ZONAS)  
 Z(g)=0.40 (FACTOR DE ZONA/ZONA 3)  
 U= 1 (FACTOR DE USO)  
 C=2.5 (FACTOR DE AMPLIFICACION)  
 R(x)= , R(y)= (COEFICIENTE DE REDUCCION/DESPLAZAMIENTO RELATIVO MAXIMO)  
 S=1.4 (FACTOR DE SUELO)  
 \* ALBAÑILERIA DISEÑADA POR SERVICIO R<sub>x</sub> = \* COEFICIENTE DE REDUCCION  
 R<sub>y</sub> =

**OBSERVACIONES :**  
 LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESENDERADO DEL TECHO , CON LAJILLO PANDERETA.

**CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFINADA :**  
 UNIDAD ( LAJILLO TIPO Y ) : 17m 55 Kg / Cm<sup>2</sup>  
 ESPESOR MINIMO : 4 mts = 0.14m , 0.24m  
 % MAXIMO DE VACIOS : 25 %  
 MORTERO : 1:1:4 (CEMENTO : CAL NORMALIZADA : ARENA )  
 ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : mts = 0.9 Cm  
 : mts = 1.5 Cm

*Si tiene Alveolos estos no excederan el 25% del Volumen.*

**NOTA :**  
 1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN : H = 0.50 ; CONCRETO f<sub>c</sub> = 210kg/m<sup>2</sup>.  
 2) - EL NIVEL DE FONDO DE CIMENTACION SERA N.F.C. = -1.30 SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.  
 3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

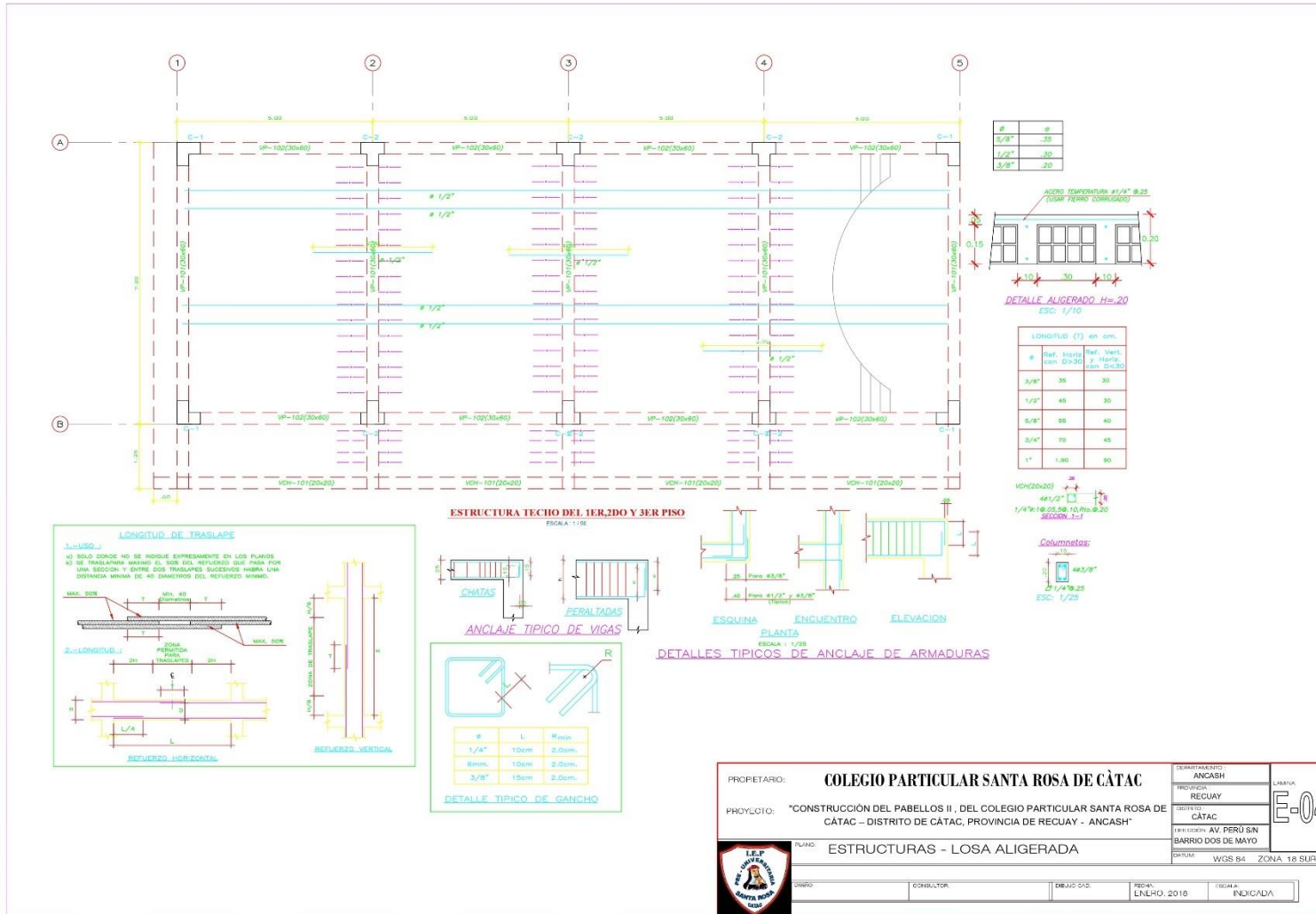
**DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS**  
 NOTA: EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE EMPALMAR FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

**CORTE A-A TABLERO DE DISTRIBUCION**  
 ESC. 1/28

**ANCLAJE DE COLUMNAS**

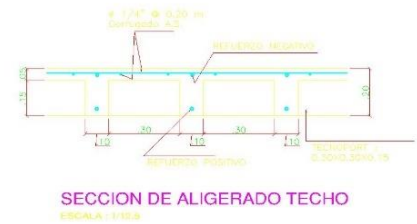
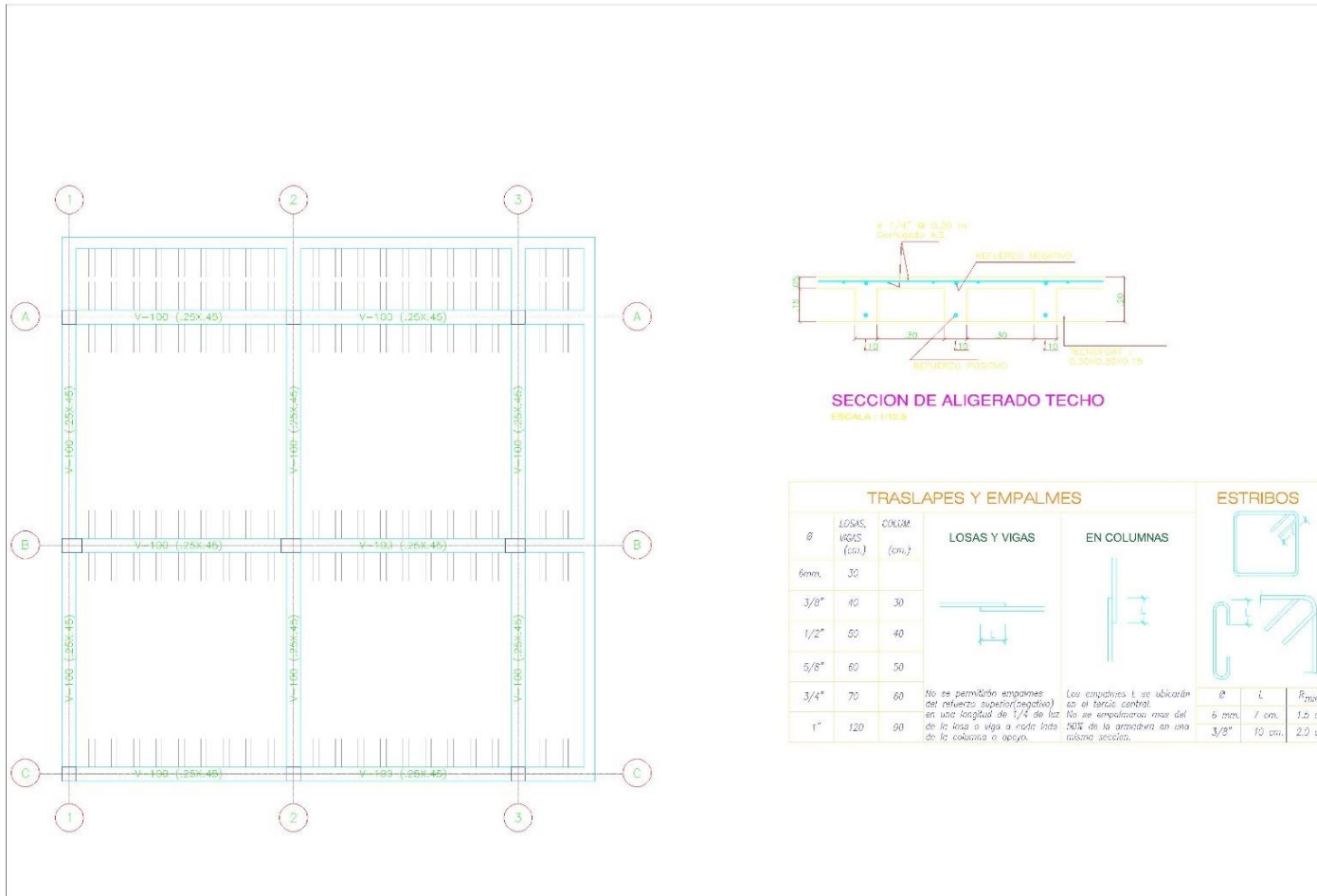
<b>PROPIETARIO:</b> S/C = 200 Kg/m <sup>2</sup> <b>COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC</b>	<b>DISTRITO:</b> ANCASH	<b>AV.:</b> E-03
<b>PROYECTO:</b> "CONSTRUCCIÓN DEL PABELLOS II , DEL COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC - DISTRITO DE CÁTAC, PROVINCIA DE RECUYAY - ANCASH"	<b>DISTRITO:</b> CÁTAC	
<b>PLANO:</b> ESTRUCTURAS - CIMENTACIÓN	<b>DIRECCION:</b> AV. PERU SIN BARRIO DOS DE MAYO	
<b>UBICACION:</b>	<b>CALZADA:</b> WOS 81 ZONA 18 SUR	
<b>FECHA:</b> ENERO, 2018	<b>LOCALIDAD:</b> INDIACADA	

# Plano de losas aligeradas



PROPIETARIO:	<b>COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC</b>	DEPARTAMENTO:	ANCASH	L.M.F.U.A.	<b>E-04</b>
PROYECTO:	"CONSTRUCCIÓN DEL PABELLOS II, DEL COLEGIO PARTICULAR SANTA ROSA DE CÁTAC - DISTRITO DE CÁTAC, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH"	PROFESOR:	RECUAY		
		DISEÑO:	CÁTAC		
		IMPRESIÓN:	AV. PERU S/N BARRIO DOS DE MAYO		
TÍTULO:	ESTRUCTURAS - LOSA ALIGERADA	FECHA:	WGS 64 ZONA 16 SUR		
LOGO:	CONSEJERO:	DEBIDO A:	FECHA:	FECHA:	
			LN.RO. 2016	INDICADA	

## Planos del pabellón B



TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS				
Ø	LOSAS, VIGAS (cm.)	COLUM. (cm.)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS	ESTRIBOS			
			6mm.	30	30			
3/8"	40	30				6 mm.	7 cm.	1.5 cm.
1/2"	50	40				3/8"	10 cm.	2.0 cm.
5/8"	60	50						
3/4"	70	60						
1"	120	90						

*No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo.*

*Los empalmes se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección.*

Fotografía del Pabellón A







Fotografía del Pabellón B



**PABELLÓN B**





Fotografía del Pabellón C





## Calicatas para el estudio de mecánica de suelos









# Ensayo de esclerometría



**ESCLEROMETRÍA EN VIGA DEL PABELLÓN A**



2021/10/8 07:35

**ENSAYO ESCLEROMETRÍA COLUMNA PABELLÓN A**



**ENSAYO EN LA VIGA DEL PABELLÓN C**



**ENSAYO DE LA VIGA DEL PABELLÓN B**



**PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA EN LA  
COLUMNA DEL PABELLÓN C**



ENSAYO EN LA VIGA DEL PABELLÓN C



ENSAYO EN COLUMNA DEL PABELLÓN C



**ENSAYO EN COLUMNA DEL PABELLÓN C**



**DETECTOR DE ACERO - PABELLÓN B**



**DETECTANDO EL ACERO PARA REALIZAR EL TRAZO-PABELLÓN B**

