



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan  
Bautista de la Salle, Yungay 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Br. Norabuena Ramirez, Erick Carlos (ORCID: 0000-0001-7935-9996)

Br. Rosario Bonifacio, Tania Roxana (ORCID: 0000-0001-5514-5766)

ASESOR:

Mgr. Rivera Tena, Félix Nicanor (ORCID: 0000-0003-1033-9422)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

HUARAZ – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme vida la salud y la sabiduría necesaria. Con todo cariño, respeto y amor a mi familia, quienes me apoyan constantemente para lograr mis objetivos; por sus palabras de aliento y motivación, así como a los profesores que día a día nos guían en este largo camino, a todos ellos mi agradecimiento y gratitud.

A mis padres, a mi esposa e hija quienes con todos sus esfuerzos y apoyo me impulsan a seguir adelante.

Erick Norabuena.

A Dios, por darme sabiduría y porque él siempre está conmigo, brindándome sus bendiciones y ayudándome a cumplir cada una de mis metas, ya que, si nosotros ponemos nuestros deseos en él, él estará allí para ayudarnos, como lo dice en su palabra. “Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.”

A mi madre, por su apoyo incondicional que me brinda y por estar siempre conmigo, a pesar de las dificultades que se han presentado; a mi hijo quien es lo más bello que Dios me ha dado, y el motivo por la cual luchar cada día; a mis hermanos porque ellos han sido un apoyo importante en esta etapa de mi vida. A todas esas personas con sed de conocimiento y deseos de superación, que leen hoy estas páginas y premian el esfuerzo de este trabajo.

Tania Rosario.

## **AGRADECIMIENTO**


En agradecimiento a mis docentes de todos los cursos y en especial al asesor del curso que hasta el final de mi carrera que me brindaron las enseñanzas tanto a mí y mis compañeros quienes nos enseñaron mucho para así realizar mi tesis y aconsejándonos en cierta parte a cómo actuar frente a la vida.

Erick Norabuena.

Agradecer en primer lugar, al ser supremo, único dueño de todo saber y verdad, por iluminarme durante este trabajo y por permitirme finalizarlo con éxito; a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, que me abrió sus puertas para seguir creciendo como profesional. Y de manera muy efusiva a mi madre y hermanos que siempre estuvieron pendientes de mi formación académica, al pilar más importante en mi vida mi hijo Kenji quien es mi inspiración para poder cumplir mi meta.

Tania Rosario.


## PÁGINA DE JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS y ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA** cuyo título es: **DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DE UN PABELLÓN DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE, YUNGAY 2018.**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 13.....(número)  
TRECE.....(letras).

Huaraz, 11 de Julio de 2019

  
.....  
Mgtr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY  
PRESIDENTE

  
.....  
Ing. RIVERA TENA FELIX NICANOR  
SECRETARIO

  
.....  
Ing. DIAZ BETETA DANIEL ALBERT  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD

Yo, Erick Carlos Norabuena Ramirez, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI N° 43678313, y Tania Roxana Rosario Bonifacio, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI N° 43280574, con el trabajo de investigación titulada: Diseño Estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: colegio Juan Bautista de la Salle, Yungay 2018.

Declaramos bajo juramento que:

- 1) La tesis es de nuestra autoría propia.
- 2) Se ha presentado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas, por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificársela falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente la idea de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normalidad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, 02 de julio del 2019.

  
Erick Carlos Norabuena Ramirez  
DNI N° 43678313

  
Tania Roxana Rosario Bonifacio  
DNI N° 43280574

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice .....	vi
Índice de cuadros.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
2.2. Operacionalización de variables.....	15
2.3. Población, muestra y muestreo.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...	16
2.5. Procedimiento.....	17
2.6. Métodos de análisis de datos.....	20
2.7. Aspectos éticos.....	20
III. RESULTADOS.....	21
IV. DISCUSIÓN.....	25
V. CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS.....	34

Anexo N° 01: Mapa de zonificación sísmica.....	35
Anexo N° 02: Factor de suelo S.....	36
Anexo N° 03: Categoría de las edificación y factor U.....	36
Anexo N° 04: Operacionalización de variables.....	37
Anexo N° 05: Matriz de Consistencia.....	40
Anexo N° 06: Puntos topográficos.....	41
Anexo N° 07: Resultado de ensayo de laboratorio.....	47
Anexo N° 08: Resultados de diseño estructural.....	59
Anexo N° 09: Análisis e interpretación de resultados.....	107
Anexo N° 10: Panel fotográfico.....	115
Anexo N° 11: Planos.....	118
Anexo N° 12: Resultado del tumitin.....	122
Anexo N° 13: Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	123
Anexo N° 14: Formulario de autorización para la publicación electrónica de trabajo de investigación o la tesis.....	124
Anexo N° 15: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	126

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Fuerzas Inerciales Estáticas .....	70
Cuadro N° 02: Resumen de cargas por nivel para hallar las fuerzas horizontales.....	70
Cuadro N° 03: Cargas del techo para hallar las fuerzas horizontales.....	71
Cuadro N° 04: Cargas del techo para hallar las fuerzas horizontales.....	71
Cuadro N° 05: Cargas del tercer nivel para hallar las fuerzas horizontales.....	72
Cuadro N° 06: Cargas del primer nivel para hallar las fuerzas horizontales.....	72
Cuadro N° 07: Cargas del tercer nivel para hallar las fuerzas horizontales .....	73



## RESUMEN

El objetivo principal de la presente tesis fue realizar un diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos en el colegio Juan Bautista De La Salle de la localidad de Tingua del Distrito de Mancos, provincia de Yungay y departamento de Ancash; desarrollando los estudios básicos (mecánica de suelos, topografía y canteras), predimensionamiento de elementos estructurales de la edificación educativa de tres niveles según los criterios técnicos, el análisis sísmico con la norma E.030-2018 y E.031-2018, modelamiento de la edificación educativa diseñada con un software especializado, comparación de los elementos estructurales con y sin aisladores sísmicos.

En países que tienen infraestructura y tecnología avanzada, la utilización de sistemas de protección sísmica en edificaciones se ha vuelto una solución casi estándar. En el Perú se está empezando a proteger los edificios con estos sistemas y uno de los más requeridos, por su efectividad en lo que se refiere a reducción de demanda sísmica, es el aislamiento sísmico. El tipo de investigación de la presente tesis es no experimental, transversal, descriptivo y prospectivo.

La población de la presente tesis es todo el colegio Juan Bautista De La Salle y la muestra es un pabellón de tres pisos.

Se ha tenido dos variables: Variable Independiente N° 1: Diseño estructural con aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan Bautista de la Salle – Yungay e Variable Independiente N° 2: Diseño estructural sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan Bautista de la Salle – Yungay.

El uso de un sistema de aislamiento sísmico permitió cumplir con el requerimiento de deriva máxima establecido en el proyecto de la Nueva Norma E.030.

Se comprobó que las derivas se pueden reducir en más de 35% cuando se utilizan aisladores sísmicos.

El comportamiento estructural del Pabellón, referido esencialmente a los elementos estructurales, será óptimo de sismos moderados, y muy eficiente durante sismos severos.

**Palabras Clave:** estructuras, sísmico, aisladores, software y deriva.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to carry out a structural design with and without seismic insulators of a three-story pavilion at the Juan Bautista De La Salle school in the town of Tingua, Mancos District, Yungay province and Ancash department; developing the basic studies (soil mechanics, topography and quarries), predimensioning of structural elements of the educational building of three levels according to technical criteria, seismic analysis with the standard E.030-2018 and E.031-2018, modeling of the educational building designed with specialized software, comparison of the structural elements with and without seismic insulators.

In countries that have advanced infrastructure and technology, the use of seismic protection systems in buildings has become an almost standard solution. In Peru, buildings are beginning to be protected with these systems and one of the most required, due to its effectiveness in terms of reducing seismic demand, is seismic isolation.

The type of research in this thesis is non-experimental, transversal, descriptive and prospective.

The population of this thesis is the entire Juan Bautista De La Salle school and the sample is a three-story pavilion.

There have been two variables: Independent Variable No. 1: Structural design with seismic insulators of a three-story pavilion: Juan Bautista de la Salle College - Yungay e Independent Variable No. 2: Structural design without seismic insulators of a three-story pavilion: Juan Bautista de la Salle College - Yungay.

The use of a seismic isolation system made it possible to meet the maximum drift requirement established in the draft of the New Standard E.030.

It was found that drifts can be reduced by more than 35% when seismic insulators are used. The structural behavior of the Pavilion, essentially referring to the structural elements, will be optimal for moderate earthquakes, and very efficient during severe earthquakes.

**Keywords:** structures, seismic, insulators, software and drift.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La infraestructura educativa afecta a los escolares peruanos, según estudios del Plan Nacional de Infraestructura Educativa (PNIE), 177,000 construcciones, el 55% exige un cambio absoluto y 18% requiere reforzamiento estructural y utilitario. En el Perú gran parte de estas edificaciones necesitan ser demolidos a cabo de proteger la integridad física y emocional de los escolares y edificar nuevos establecimientos de educación con ambientes pedagógicos apropiados, con el propósito de obtener un extraordinario impacto en el rendimiento de los estudiantes. Expresión EC20.03.2017.

En el registro de infraestructura educativa del año 2014, obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en conjunto con el Ministerio de Educación (Minedu). Más de cuatro centenares de ingenieros evaluaron 42 331 edificaciones escolares públicas en toda la nación, en la que obtuvieron que gran parte carecía de disposiciones apropiadas en protección en un evento de sismos, los servicios de energía, agua, desagüe, telecomunicaciones y la funcionabilidad del espacio que permita el desarrollo de las clases a las exigencias de los estudiantes.

El resultado obtenido del censo indica que aproximadamente que la tercera parte de edificaciones educativas fueron edificadas antes de la existencia de la normativa nacional sismorresistente del año 1998, el 41% de las infraestructuras fueron construidas por las APAFAS, sin criterios técnicos y de seguridad idóneos. Considerando las infraestructuras educativas construidas bastante vulnerables, tenemos que más de la mitad corren el peligro de colapso ante el suceso de movimientos telúricos (sismo). Siendo el 48% de las construcciones existentes que ameritan ser reemplazadas debido a problemas en su estructura, 18% reforzadas, y el restante se halla en condiciones aptos.

La nación, es inmensamente sísmico, según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2011; “nuestro país forma parte del cinturón de fuego del Pacífico, siendo la fuente generadora de los sismos”, asimismo manifiesta un defecto por Subducción en contacto de la placa de Nazca bajo la Sudamericana.

El sismo suscitado en 1970 en la jurisdicción de Ancash, considerado el más devastador de la historia, de magnitud de 7.8 en la escala de Richter según el IGP; generando más de 80,000 individuos muertas y cerca de 20,000 perdidos. Las edificaciones que en su mayoría fueron de adobe, resultaron absolutamente dañadas. Los terremotos que acontecieron en los últimos años; como el terremoto en Ático - Arequipa de fecha 23/06/2001; el terremoto de Pisco - Ica el 15/08/2007, han sido devastadores; el terremoto de Lagunas - Alto Amazonas – Loreto

el 26/05/2019 ocasionó daños en estructuras en Iquitos, Yuriguamas y Lagunas; en el 2019 se han registrado más de doscientos treinta y siete sismos en todo el país; la frecuencia de sismos nos sirve para tomar precauciones y edificar inmuebles considerando una estructura adecuada, previniendo los daños estructurales y no estructurales.

Los siniestros producidos a consecuencia de los sismos han conllevado a implementar el uso de aisladores sísmicos. En la actualidad, la ingeniería sismorresistente tiene gran importancia para las construcciones de edificaciones, siendo su principal propósito evitar la pérdida de vidas humanas y reducir deterioros en la infraestructura; sin embargo, hay muchas construcciones esenciales e importantes que no podrían resistir a un sismo de gran intensidad.

La implementación de aisladores sísmicos se ha realizado con éxito, su finalidad es disipar la energía del sismo y disminuir daños sobre la estructura. En esta investigación se realizó los diseños estructurales de la institución educativa con y sin aisladores sísmicos, luego se procedió con el análisis estructural con un software especializado; de la comparación realizada entre ambos diseños resultó ser más eficiente y viable el diseño con aisladores sísmicos.

En trabajos previos internacionales tenemos a, Izaguirre Corona (2007), realizó una investigación sobre “Sistema de Aisladores Sísmicos de Base para Edificios”; en el Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México D.F., teniendo como objetivo comparar cuantitativamente de acuerdo a la técnica de observación de resultados laboratorio, la funcionalidad de un modelo con aisladores sísmicos de base con modelo friccionante, de una edificación de pisos sin escala, se comparó las aceleraciones producidas en cada piso con y sin aislador de base, bajo distintas frecuencias de excitación. Concluyó, que la eficiencia de un aislador de base friccionante, fue más efectivo cuando se tuvo un coeficiente de fricción bajo. Existieron dos factores importantes a considerar en el comportamiento dinámico de los edificios aislados en la base, uno fue el periodo o frecuencia natural amortiguada de vibrar de la estructura, la cual estuvo en función de la rigidez de la estructura, la masa y la continuidad de movimiento del suelo.

Asimismo, Lema Teopanta (2013), en su estudio “Análisis y Diseño de un Edificio con Aisladores Sísmicos con Modelamiento en el ETABS”, elaborada en la Universidad Central de Ecuador, Ciudad de Quito, teniendo como objetivo comparar el comportamiento

estructural de un edificio diseñado en forma convencional y con aisladores sísmicos. Concluyó, que la estructura modelada tradicionalmente estableció la implementación de un sistema de aislación por lo que se analizó la misma estructura modelada con tres sistemas de aislación basal, que son: los aisladores HDR, un sistema combinado HDR+LBR, y un sistema FPS; siendo el sistema de péndulo friccional FPS, más beneficioso para la superestructura, por su eficiencia al disipar la energía sísmica y de esta forma evitar daños en la infraestructura.

También, Pérez y Vásquez (2016), en su investigación titulada “Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado”, realizada en Universidad Centroamérica, Managua - Nicaragua; tuvo como objetivo proyectar un sistema de aislamiento sísmico de base para un edificio de oficinas de 10 pisos a base de pórticos rígidos de concreto armado, teniendo en cuenta la corta distancia a la fuente generadora de sismo y de esta manera garantizar la estabilidad de la estructura. Concluyeron, en que diseñaron favorablemente aisladores sísmicos de base: amortiguadores elastómeros con centro de plomo (LRB) y sistema de péndulos fricciantes (FPS). Eligiendo el sistema LRB debido a su desempeño frente a la carga sísmica.

Y, Saltos Rodríguez (2016), realizó una investigación sobre “Análisis Comparativo del Comportamiento Estructural de una Vivienda de dos Plantas Sometido a Fuerzas Laterales con Aisladores y sin Aisladores Sísmicos”, realizada en la Universidad de Guayaquil - Ecuador; tuvo como objetivo comparar el efecto en la estructura de una vivienda de dos pisos diseñada en forma convencional y con aisladores, a través de la utilización del programa de cálculo estructural ETABS. Concluyó que en los resultados obtenidos en ambos modelos, la estructura que esta rígida al suelo empieza con un desplazamiento menor y se incrementa en el segundo piso, caso contrario es lo que sucede en el modelo de la estructura aislada que empieza alto y se disminuye en el segundo piso, este comportamiento es normal en las estructuras aisladas ya que en su base es donde se disipa la mayor parte de energía siendo siempre el desplazamiento del segundo piso menor que el de una estructura tradicional, de esta manera la energía que afecta al piso superior en el sistema asilado es menor que en una estructura rígida. Con lo demostrado podemos decir que en el piso superior del sistema con aisladores la deriva disminuyó en un alto porcentaje. La estructura que se encuentra en un

sistema aislado, por poseer periodos prácticamente iguales de traslación en los ejes “X” y “Y” se comportará de una manera muy rígida, teniendo un comportamiento sismo resistente muy alto. Del diseño del aislador se obtuvo un diámetro de 25 cm y una altura total de 31.2 cm, siendo un total de 11 aisladores. La reducción de la deriva en pisos superiores de las edificaciones es de mucha importancia, ya que está relacionado con el nivel de daños estructurales incluso en reducción de los momentos de volcamiento.

En trabajos previos nacionales tenemos a, Korswagen Eguren y otros, (2012), en la investigación “Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú”, fijaron como objetivo comparar el resultado de diferentes modelos y determinar la influencia de los aisladores sísmicos y evaluar las diferencias en el diseño final. Concluyeron al realizar un análisis de diferentes tipos de estructuras con aisladores, se observó que el uso de concreto y acero en la superestructura disminuye, pero aumenta en la cimentación; en términos de costo, no se estima una reducción importante, sino un incremento debido a los aisladores.

Asimismo, Benavente y Traverso (2013) desarrollo un estudio titulada “Comparación del Análisis y Diseño de un Edificio de Concreto Armado de Siete Pisos con y sin Aislamiento en la Base”, realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, ciudad Lima, tuvo como objetivo análisis y diseño de una estructura de 7 pisos, con y sin aislamiento basal. Supusieron que el modelo aislado dependía de segmentos extremadamente anchos para presentar los contrastes básicos; no estaba claro si la separación basal dio una admiración escasa al modelo instalado, ya que hubo reducciones significativas en las medidas de acero y cemento en la estructura, de todos modos se expandió como resultado de la pieza del nivel de protección; Obviamente, la disminución en el daño propuesto por la segregación basal es positiva para la preservación del marco, a pesar de la expansión en el gasto, ya que es productiva a largo plazo.

También, Soriano Cacho (2014) en el desarrollo de su tesis “Comparación de la Respuesta Estructural del Pabellón A de la Universidad Privada del Norte con Aisladores Sísmicos Elastoméricos y sin Aisladores Sísmicos”, Realizada en Cajamarca, tuvo como objetivo Comparar la respuesta estructural del pabellón “A” de dicha universidad con aisladores sísmicos y sin aisladores sísmicos. Concluyó que la estructura con aislador tiene una

reacción básica superior a la estructura sin aislador sísmica, ya que reacciones en la base son minimizados.

También, Carmona y Rosas (2015) en su investigación sobre “Estudio Semejante del Comportamiento Sísmico Dinámico del Diseño normativo sismo - resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima”, determinó realizar el análisis comparativo y diseño estructural con elemento de aislamiento en base (HDR) para identificar el comportamiento estructural de un edificio de oficinas contra un sistema dual bajo un criterio normativo sismo-resistente, utilizando el programa de modelación estructural SAP2000. Concluyeron, que las potencias axiales disminuyeron en una normalidad del 49%, los momentos flectores máximos disminuyeron en un 29%, mientras que las potencias de cortantes máximas disminuyeron en un 37% en estructura con base aislada.

Y, Reyna Flores (2017) en su investigación titulada “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura”, realizada en la Universidad Cesar Vallejo - Lima, tuvo como objetivo obtener la respuesta sísmica de las edificaciones con y sin aisladores sísmicos mediante el análisis dinámico tiempo - historia. Determinó que la disminución de la traslación no fue ideal para una estructura con separadores sísmicos de 40 y 50 niveles, ya que se estaba expandiendo en un 22%. La utilización de aisladores sísmicos para una estructura de 50 niveles incrementó el interés sísmico en un 18% para el eje x-x, lo que dañaría la estructura en lugar de asegurarla.

En trabajos previos Locales, se ha realizado la búsqueda exhaustiva, en las bibliotecas virtuales y físicas, sobre investigaciones con objetivos y variables similares a los que enfoca la presente investigación. En la Ciudad de Huaraz no se encontraron investigaciones similares; situación que da importancia de realizar una investigación de esta categoría.

En teorías relacionadas en la investigación tenemos lo siguiente:

El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptica sus objetivos. (Meli, 2002, pág.21).

Entonces, nuevamente, el diseño es el procedimiento general mediante el cual el diseñador aplica sus conocimientos, habilidades y perspectivas a la fabricación de dispositivos, estructuras y procedimientos. (Krick, 2013, p.121).

Con respecto al diseño estructural, esto cubre los diferentes criterios del diseñador para decidir la forma, las medidas y las cualidades esenciales de una estructura, o la pieza de un desarrollo que tiene la capacidad de resolver a los problemas que surgen durante las distintas fases. Cada uno de estos subsistemas se conecta con el objetivo de que su plan debe considerar la relación que existe entre ellos. (Meli, 2002, p.15).

Además, una estructura se puede imaginar como un conjunto de partes que se consolidan de manera sistemática para satisfacer una capacidad determinada. La estructura debe satisfacer la capacidad que se espera con un nivel razonable de bienestar y de una manera que tenga una conducta suficiente en los estados ordinarios de administración. (Gonzales y Robles, 2005, página 13).

La separación de las estructuras comprende establecer un interfaz flexible entre el suelo y la estructura de manera que las cargas sísmicas disminuyan en forma impresionante, siendo una elección de diseño con un factor de disminución de la potencia sísmica menor que produce una estructura que no soporta daños mientras se mantiene utilizable durante y después del terremoto. Los separadores sísmicos son aparatos que tienen una gran naturaleza inflexible en cargas verticales, sin embargo, son adaptables a los movimientos laterales, por lo que las potencias transmitidas por un temblor sísmico grave no influyen en la estructura. (Pérez y Vásquez 2016, página 441).

Con respecto al diseño de estructuras con concreto armado, según norma E.60. se utilizará el diseño por resistencia, proporcionando a todas las áreas de los componentes estructurales, utilizando los factores de carga y reducción. (RNE 2018, pág. 441).

Debe decirse que el diseño por resistencia se argumenta en el pronóstico de carga que causa la falta de la pieza en observación y estudia la forma de colapso del mismo. Esta técnica considera la conducta inelástica del acero y el cemento; por lo tanto, el límite de carga de la pieza se evalúa mejor. El planteamiento por resistencia muestra la ventaja de determinar el factor de seguridad de los componentes investigados. El código ACI presenta el factor de



confianza en el planteamiento de la estructura a través de dos instrumentos: reducción de la resistencia teórica y amplificación de las cargas de servicio. (Harmsen, 2002, pp. 4-5)

De la misma manera, para el diseño de una infraestructura educativa, según Norma Técnica de Infraestructura Educativa NTIE 001-2017, se considera: decidir necesidades y objetivos de la estructura; análisis de suelo y potencialidades; topografía; investigación de condiciones provisionales; análisis de ambientes proyectados; decidir los materiales que serán parte del proyecto; análisis estructural.

En otras palabras, la configuración, planificación y desarrollo de estructuras educativas se administran totalmente mediante los acuerdos contenidos en los modelos especializados auxiliares demostrados en el Reglamento Nacional de Construcción (RNE), con una acentuación excepcional sobre los requisitos previos introducidos en la presente Norma E. 030 sobre el diseño sismorresistente (E.030-2018).

En cuanto al diseño sísmico, desde tiempos antiguos el hombre ha estado interesado en poder comprender y manejar los terremotos, de modo que, después de un tiempo, se produjeron dos campos identificados con el tema, la sismología que se concentra desde el punto de vista de las ciencias de la tierra y la ingeniería civil, cuyo objetivo era crear obras confiables y seguros. La construcción sísmica se eleva hacia el comienzo del siglo XX, produciendo un nexo entre la sismología y el diseño estructural que, en el caso principal, trata de moderar el riesgo sísmico, y después de eso avanzó en la investigación de respuestas para el problema sísmico, incorporando cada una de las prácticas para disminuir y tal vez eliminar el peligro sísmico. (Alarcón, 1991, pág. 125).

Debe notarse que el sistema de aislamiento sísmico y los aisladores, en países con una base e innovación de vanguardia, su utilización de marcos de seguros sísmicos en estructuras se ha convertido en un arreglo prácticamente estándar. En Perú, se está empezando a asegurar las estructuras con estos métodos y uno de los más destacados por su efectividad en la reducción de sismos, es el método de aislamiento sísmico. (Molero, 2015, pág. 10).

Por su parte el estudio estructural es el cálculo de fuerzas internas en las piezas estructurales, contando con conocimiento de las dimensiones de los elementos y las fuerzas que actúan sobre la misma. Al inicio de los diseños las dimensiones obtenidas son aproximadas, influyendo en su comportamiento estructural y su peso propio. (Gonzales y Robles, 2005, pág. 14)

Además, cualquier estructura soporta cargas, que son las que acompañan: cargas muertas o constantes (peso de los elementos de la edificación); cargas vivas o cargas excesivas de

trabajo (peso de personas, muebles, equipo, etc. su tamaño se obtiene considerando las condiciones de carga más problemáticas, según la utilización de la estructura) y las cargas casuales (nieve, viento y temblor). La clase de esfuerzos que se producen dependen del sentido y la dirección de las cargas sobre el cuerpo. (Contreras, 2011, pág. 22).

Con respecto a los factores de disminución de fortaleza, se utilizan para considerar las vulnerabilidades con respecto a la calidad de los materiales, los errores en las condiciones del proyecto, las aproximaciones de la investigación, las posibles alteraciones en los tamaños de las áreas sólidas y la distribución del refuerzo, la importancia de los elementos en las estructuras, etc. El código 9.3 de la ACI recomienda valores o factores de disminución de resistencia, siendo: 0.9 para viga y losa examinadas por tensión, 0.75 para corte, torsión y vigas, 0.65 o 0.75 para pilares, 0.65 o 0.75 a 0.9 para pilares que soportan pequeñas cargas axiales y 0.65 para apoyo en concreto. (McCormac y Brown, 2011, pág. 70).

Del mismo modo, la región nacional se considera dividida en cuatro zonas, como se muestra en la Figura No. 1 (Ver Anexo 1). La zonificación propuesta depende de la repartición espacial de la sismicidad observada, los atributos generales de los desarrollos sísmicos y el debilitamiento de estos con el alejamiento respecto al epicentro. (RNE, 2018, página 376).

Tenga en cuenta que la superficie es una reunión con asociaciones caracterizadas y propiedades que cambian "vectorialmente", en el sentido vertical sus propiedades cambian considerablemente más rápido que en el sentido horizontal. La clasificación de la superficie se realiza partir del corte vertical o perfil. El suelo está compuesto por una amplia gama de material natural, desde un relleno de desechos hasta areniscas mayormente establecidas o lutitas delicadas; quedando excluidas las rocas sólidas, fundidas o intercambiables y los depósitos sedimentarios profundamente solidificados, que no se suavizan ni deterioran. (Juárez y Rico, 2005, pág. 34).

Es igualmente imperativo considerar la clasificación de la estructura y el factor de uso (U): Como lo indica la norma E.030, en la sección 3 se demuestra que cada estructura debe caracterizarse, según las clasificaciones que se muestran en la Tabla N ° 5 (Ver Anexo 3). Para estructuras con separación sísmica en la base,  $U = 1$ . Las estructuras básicas, como establecimientos educativos, organizaciones mecánicas superiores y universidades, están dentro de la clasificación A2, cuyo factor de utilización o importancia es 1.5. (Peruano, 2016, pp. 7-8).

Debe notarse el significado de vibración del terreno, como lo indica la Norma E.031, tenemos: banda de diseño (banda flexible de pseudo aceleración relacionado con el mayor

terremoto considerado (SMC)) y registros de aceleración de la superficie (cuando se empleen técnicas de respuesta tiempo – historia, la vibración de la superficie se determinará con un grupo de 7 anotaciones).

De manera similar, en la norma E.031, se demuestra la elección de los métodos de investigación para las estructuras separadas, que son: estudio estático o fuerzas fijas idénticos y estudio dinámico.

Desde una perspectiva, la fuerza de corte mínima, para cada uno de los sentidos evaluados en el estudio, la fuerza cortante en el piso primario de la estructura no puede ser inferior al 80% del valor determinado para las estructuras normales, ni inferior al 90% para estructuras variables.

Entonces, nuevamente, la excentricidad accidental (efectos de torsión), la incertidumbre en la ubicación del centro de masa en cada altura, se cogerá una excentricidad imprevista perpendicular al sentido del sismo equivalente a 0.05 veces del tamaño de la edificación en el sentido perpendicular a la orientación del estudio; considerándose para cada caso el aspecto más perjudicial.

En tanto la dinámica estructural, examina las vibraciones de los cuerpos adaptables, no obstante, hay excesiva ocurrencia de alteraciones relativas muy pequeñas dentro de alguna sección de la estructura, pudiendo aplicarse las teorías de dinámica de elementos rígido. (García, 1998, pág. 3).

En un nivel muy básico, la investigación de la dinámica estructural comienza con estructuras sencillas, por ejemplo, la pérgola y el tanque elevado de agua. Es intrigante comprender la vibración de estas estructuras cuando se conecta una energía adyacente (o extendida) a la parte superior o una vibración plana de la superficie debido a un temblor. Estas estructuras sencillas pueden mentalizarse como una masa “m” concentrada o reunida sostenida por una estructura sin masa con firmeza k en el sentido adyacente. (Chopra, 2014, página 3).

Se tiende a notar que los elementos de un nivel de libertad, se compone de una masa “m” agrupada a la altura del techo, un cuadro sin masa que le da naturaleza inflexible a la estructura, y un amortiguador pegajoso que dispersa la potencia de vibración del sistema; estimando como una idealización de una estructura de un piso. Cada componente (viga, pilar, soporte, pared, muralla, etc.) de la estructura verdadera se suma a las propiedades de inercia (masa), modificables (naturaleza inflexible o adaptabilidad) y disolución de energía (amortiguación) de la estructura. (Chopra, 2014, página 7).

En cualquier caso, los componentes del concreto reforzado deben satisfacer las disposiciones del Capítulo 21 "Disposiciones únicas para la estructura sísmica" de la Norma Técnica E.060 Hormigón Armado de la RNE. Según el diseño sísmico NTE E.030, se consideran los siguientes sistemas estructurales: Porches ( $R = 8$ ), Dual ( $R = 7$ ) (tipo doble I, tipo doble II), paredes estructurales ( $R = 6$ ) y edificios de paredes de ductilidad limitada (EMDL,  $R = 4$ ). Del mismo modo, representamos los componentes básicos de una estructura:

En primer lugar, tenemos la cimentación, que es un componente básico que transmite las cargas de los componentes de la estructura al suelo. El aguante del terreno es menor que la del concreto, en este sentido, el área de la cimentación es mayor que de la columna o muro para disminuir los esfuerzos que se transmiten al suelo. (Harmsen, 2002, página 317).

Por otro lado, en los sistemas aporricadas los pilares descansan encima de las zapatas, son implementadas cuando la capacidad de aguante de la columna no sostiene el peso que recepciona y es indispensable ampliar la base para que las cargas se transfieran al suelo. (Contreras, 2011, pág. 43).

En segundo lugar, están los pilares y las placas, que son componentes verticales, que acogen las cargas de vigas y losas, y los trasladan al cimiento; asimismo posibilitan que una estructura posea muchos pisos. Los pilares están contruidos de distintas secciones, siendo normal la utilización de pilares redondos, cuadrados y rectangulares. (Blasco, 1998, pág. 30).

Entonces, nuevamente, las placas están hechas de hormigón armado, teniendo una medida más grande en un sentido, sobresaliendo a su ancho; otorgando gran dureza adyacente y resistencia en ese sentido. (Blasco, 1998, pág. 32).

De manera similar, los segmentos son componentes utilizados para oponerse a las tensiones de presión de pivote, a pesar del hecho, estas demostraciones se mezclan con el corte, la curvatura o el enrollamiento. (Harmsen, 2002, página 249).

Tercero, tenemos las barras, que son componentes que obtienen el montón de piezas las transmiten directamente a los colectivos o separadores. Los elementos que reciben las fuerzas concurrentes tienen la función mitigadora sísmica y transmisores directos de cargas a las columnas y muros portantes, estas a la zapata, junto con los segmentos y divisores, los componentes impermeables a los diversos esfuerzos entregados por las potencias de nivel del temblor (cortante, momentos dinámicos y axial) y son los componentes que ayudan a dar la firmeza paralela. El conjunto enmarcado por barras y secciones se denomina porches. (Blasco, 1998, página 25).

Cuarto, de manera tenemos las piezas, que son componentes que hacen posible la presencia de los pisos y las partes superiores de una estructura. Tiene dos capacidades fundamentales: el principal, conectado a las cargas de gravedad, los elementos receptores de cargas concurrentes de las pizas estructurales, el piso terminado, la sobrecarga y los diferentes componentes que se mantienen sobre ellos; y el segundo, conectado a las cargas de temblor sísmico, que es la adquisición de la unidad de la estructura, con el objetivo de que tenga una conducta uniforme en cada piso, haciendo que los segmentos y los divisores desfiguren una suma similar dimensión en todo los pisos. (Blasco, 1998, página 15).

Por último, tiene las escaleras, que son los componentes de la estructura que asocian una dimensión con otra. El tipo de plan y el consuelo que requiere el cliente depende, considerando todo, de su tendencia. En este sentido, se sugiere una tendencia de 20 "a 50. Los medios miden en algún lugar en el rango de 25 y 30 cm y el contador mide en algún lugar en el rango de 16 y 19 cm (Harmsen, 2002, página 232).

Debe notarse que existen variedades de dispositivos para el desprendimiento sísmico, por lo que tenemos esporádica de contacto y elastómeros con o sin centro de plomo que son los más conocidos y utilizados en todo el mundo, ambos se presentan combinados con dispositivos de amortiguación, por ejemplo, disipadores. o independientemente. Las cubiertas elastoméricas, debido a su alta adaptabilidad, cambian el mayor tiempo de vibración de la estructura, mientras que los dispositivos de esmerilado dependen de la idea de poder de deslizamiento y restituido debido a su propio peso, estos casi seguramente deben reforzar la pesadez de la estructura mientras Da adaptabilidad y acolchado. El objetivo principal de los aisladores sísmicos es mejorar la exhibición de estructuras en todas las dimensiones de peligro, al limitar la intrusión de la utilización de las oficinas; disminución de las desfiguraciones que son adversas a las partes auxiliares y no básicas; Disminución de la reacción de velocidades crecientes, para limitar el daño a la sustancia y el hardware existentes. De manera similar, los atributos del marco de protección que debe tener son: adaptabilidad para ampliar el tiempo de vibración clave para disminuir la reacción sísmica; la difusión de la vitalidad a través de la expansión de la amortiguación, para controlar el desarraigo del marco de protección; asigne una naturaleza adecuada para que no se doble al nivel del montón, por ejemplo, vientos y sismos menores y límite de autoenfoco después de un desarrollo sísmico.

Para asegurarse de que los separadores elastoméricos, los dispositivos están enmarcados por una gran cantidad de láminas de elastómeros nivelados mezclados con capas de acero

vulcanizado entre sí. Las láminas de elastómero proporcionan la adaptabilidad paralela fundamental para permitir un desarrollo relativamente uniforme entre la estructura y el piso, mientras que las láminas de acero proporcionan la solidez vertical del marco de protección, para la ayuda de cargas verticales. Estas carcassas se basan en la adecuación del malformado al que están oprimidos y, en menor grado, en la temperatura, maduración y recurrencia del desarrollo (Mendo Rodriguez, 2015, pág. 17).

Se tiende a notar los elementos elastómericos que se hallan:

Para empezar, tenemos el aislador elastomérico de baja amortiguación (LDRB): este tipo de dispositivos son los más sencillos dentro de los separadores elastoméricos y forman parte de un conjunto intercalado de capas de acero y elástico, que se vulcaniza para lograr la adherencia entre los dos materiales. Al intercalar el elástico con el acero, se expande su capacidad para oponerse a las cargas gravitatorias y su estabilidad para soportar cargas laterales. En estos aparatos, también tienen placas de acero en la zona superior e inferior que sirven para restringir el centro y evitar la presión del elástico bajo las cargas de gravedad.

En ese punto, tenemos el separador elastomérico de alta amortiguación (HDRB): son como los separadores elastoméricos LDRB con la distinción de tener un elástico mejorado al unir componentes de mezcla. Una normalidad significativa para estas carcassas es que sus propiedades dinámicas son delicadas con respecto a los ajustes en la recurrencia y la temperatura que crean una disminución de la naturaleza inflexible y la amortiguación. De esta manera, cuando los dispositivos son susceptibles de ciclos de desarrollo, tienen una inflexibilidad más notable para los ciclos de carga primaria, que en general se asientan después del tercer ciclo de carga. En consecuencia, su conducta subyacente puede ser aparentemente única en varios ciclos de apilamiento y deformación, y sus propiedades subyacentes pueden recuperarse después de algún tiempo.

Por último, el separador elastomérico con eje de plomo (LRB, por sus siglas en inglés): estos protectores son como el LDRB, sin embargo, incorporan un centro de barra cristalizante plomo situado en el punto focal del revestimiento, lo que permite expandir su naturaleza inflexible subyacente (da limitación a la carga de brisa) y construye el límite de dispersión de potencia al expandir la dimensión del cojín del marco en un rango de 25 y 30%. En el punto en que el protector se tuerce horizontalmente durante la actividad de un temblor, la barra de plomo fluye, provocando deformaciones plásticas y dispersando la vitalidad como calor. Hacia el final de la actividad sísmica, el elástico del protector restaura la estructura a

su posición única, mientras que el centro del plomo se recristaliza permaneciendo en condiciones como la primera para ayudar a otra ocasión sísmica.

Mientras que los dispositivos deslizantes antisísmico, se utiliza una superficie deslizante, generalmente de acero endurecido, sobre la cual se desliza una placa de acero cubierta con Politetra Fluoroetileno (PTFE), siendo la más utilizada normalmente "Teflón". La superficie deslizante permite el desarrollo plano de la estructura libremente del suelo, descubriendo cómo diseminar la vitalidad mediante métodos para los esfuerzos actuantes de contacto producidos durante la actividad del temblor. El coeficiente de molienda del separador se basa en la temperatura de trabajo, el peso de contacto, la velocidad de desarrollo, la condición de las superficies de contacto (limpieza, desagrado, etc.) y la maduración. Estos marcos requieren un mantenimiento y un cuidado más notables, ya que cualquier ajuste en las superficies deslizantes puede resultar en un coeficiente de frotamiento que no es exactamente el mismo que el valor recibido en la estructura (Mendo Rodríguez, 2015, página 21).

Es concebible que mencionaremos a los aparatos aislantes existentes hasta el momento:

Desde el principio, está el separador deslizante de nivel: estos dispositivos son precisamente partes menos difíciles que los protectores, pero puntuales y efectivas en desequilibrios y le dan la propiedad de protección a la estructura, ya que tienen la capacidad de regresar a su posición subyacente de forma autónoma. Por lo tanto, se utilizan en relación con diferentes tipos de separador sísmico. Básicamente se componen de dos superficies, una pegada a la estructura y la otra al establecimiento, que tienen un bajo coeficiente de rejilla, lo que permite el desarrollo uniforme de la estructura. En general, tienen una capa de un material elastomérico para estimular el desarrollo del deslizador en caso de temblores y sísmicos.

Por último, el separador del péndulo de fricción: los péndulos de fricción tienen un deslizador verbalizado situado en una superficie hundida que permite a la estructura volver a su posición subyacente debido a la geometría de la superficie y la potencia accionada por la gravedad. La superficie deslizante está cubierta con Polytetra Fluoro Ethylene (PTFE), que es un material plástico que se puede cargar con diferentes materiales, por ejemplo, vidrio, carbono, bronce y grafito.

El problema en la presente tesis fue: ¿Cómo será un diseño estructural con y sin aislador sísmico de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan Bautista de la Salle, Tingua Yungay Ancash?

El presente estudio se justifica en la carencia de una edificación escolar apto, para brindar un óptimo servicio a los alumnos y docentes de la I.E. Juan Bautista de la Salle, que se

encuentra a unos metros de la plaza de la localidad de Tinguá. A la fecha toda la infraestructura presenta condiciones deplorables, acarreando un riesgo de colapso a la presencia de un sismo, generando un perjuicio a la conservación de la edificación y la seguridad de la población estudiantil. Debido al riesgo inminente de esta construcción, se realiza una investigación con el diseño estructural de un sistema mixto con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres niveles, utilizando el método estático y dinámico.

El objetivo general del presente estudio fue realizar el diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: colegio Juan Bautista de la Salle –Yungay 2018.

Del presente estudio se realizó los estudios básicos para los diseños; predimensionar los elementos estructurales de la edificación educativa de tres niveles según los criterios técnicos; realizar el análisis sísmico bajo las normas E.030-2018 y E.031-2018; modelar la edificación educativa diseñada, con un software especializado y realizar la comparación de los resultados de la modelación con y sin aisladores sísmicos.



## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación.

Esta tesis es: no experimental, transversal, descriptivo y prospectivo.

#### 2.1.2. Diseño de investigación.

El diseño de Investigación de la presente tesis es en el enfoque no experimental, transeccional y descriptivo.

### 2.2. Operacionalización de variables.

Se ha realizado teniendo en cuenta las dos variables independientes y dependientes, definiendo el concepto de cada variable, definición operacional, dimensiones, indicadores y escala.

(Ver Anexo 04).

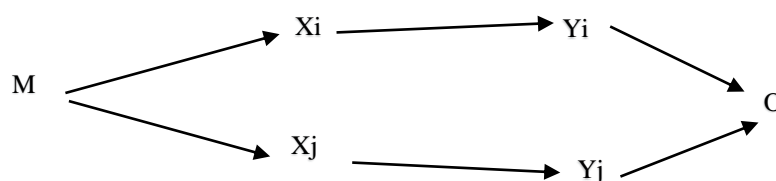
#### 2.2.1. Variable independiente.

- Variable Independiente N° 1: Diseño estructural con aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos.
- Variable Independiente N° 2: Diseño estructural sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos.

#### 2.2.2. Variable dependiente.

- Variable dependiente N° 1: Respuesta sísmica en el pabellón de tres pisos con aislador sísmico.
- Variable dependiente N° 2: Respuesta sísmica en el pabellón de tres pisos sin aislador sísmico.

#### Esquema



**Dónde:**

M: Muestra

Xi: Variable Independiente 1

XJ: Variable Independiente 2

Yi: Variable Dependiente 1

YJ: Variable Dependiente 2

O : Observación

**2.3. Población, muestra y muestreo.****Población**

Población: 4.8 hectáreas de área del Colegio Juan Bautista De La Salle.

**Muestra**

Muestra: 240 m<sup>2</sup> de área, para el diseño de un pabellón de tres pisos.

**Muestreo**

Muestreo por conveniencia (no probabilístico).

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

- Observación directa.

**Instrumentos**

- Normas Técnicas para diseños de estructuras sismorresistentes.
- Normas Técnicas para diseño de aisladores sísmicos.

**Validez y confiabilidad**

La presente investigación se trabajó mediante el uso estricto de normas técnicas y software ya validadas, por lo que ya no es necesario realizar un instrumento de validación. A la vez los datos usados para el diseño de las estructuras fueron obtenidas de trabajos de campo, laboratorio y gabinete.

## 2.5. Procedimiento.

El procedimiento que se ha seguido, para el desarrollo de la presente tesis es:

a) Realización de los estudios básicos para los diseños: se realizaron los siguientes estudios:

- Estudio topográfico del área del colegio, se dio en dos etapas.

Etapa I - Levantamiento Topográfico (trabajo de campo)

En el levantamiento topográfico se tuvo en cuenta los objetivos del estudio, así como las condiciones de la zona en estudio.

Primero se obtuvo la coordenada de la Estación N° 01 (E1), con un GPS, obteniéndose los datos necesarios para la realización del levantamiento topográfico.

En la toma de puntos topográficos se ha podido identificar módulos existentes, cerco, losas deportivas, terrenos de cultivo, veredas, acequias, área para el desarrollo del proyecto.

Etapa II - Procesamiento de datos (trabajo de gabinete), se desarrolló con un software especializado que trabaja en entorno CAD, siguiendo los siguientes pasos:

Se importó al programa Excel los puntos topográficos, en formato delimitado por comas (ENZD); posteriormente en función a las coordenadas y cotas de los puntos se generó las mallas de triangulación, teniendo en cuenta la forma del terreno; posteriormente se logra obtener las curvas de nivel, con sus respectivas cotas y se procedió a dibujar el área del colegio y área designada para el proyecto con ayuda de los croquis de campo.

- Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación, se ha realizado dos muestras en el área designada para el proyecto, teniendo en cuenta que las instituciones educativas están consideradas en la categoría A2, según tabla N° 05 de categoría de las edificaciones. Se siguieron el siguiente procedimiento:

Trabajo de campo: Se realizaron dos (02) calicatas a cielo abierto, distribuidas adecuadamente en el área del proyecto, Descripción del perfil estratigráfico, registro de excavaciones y muestreo.

Ensayos de laboratorio: análisis granulométrico por tamizado ASTM D422, límites de consistencia (plástico y líquido) ASTM D4318/NTP 339.129, ensayo para la determinación del contenido de humedad natural NTP 339.127/ASTM D2216.

Trabajo de gabinete: clasificación de suelos, características del suelo, capacidad portante.

- b) El procedimiento que se siguió para el predimensionamiento consistió en lo siguiente:
- Para predimensionar vigas, se tomó en cuenta la viga con mayor longitud de luz  $L_n = 7$  m; se realizó el análisis en forma empírica y con el método ACI318-19.
  - Para losas aligeradas se tuvieron en cuenta la longitud de las viguetas, transversales a la viga principal, dimensiones del ladrillo (ladrillo hueco de arcilla de 30x30x15 cm).
  - Se consideró columnas asimétricas, compuestas por dos áreas (tres tipos de columnas: una en forma de “L” y dos en forma de “T”). Las dimensiones se obtuvieron a partir de los cálculos de momentos de inercia con respecto a los ejes “x”, “y” y centro de gravedad para cada una de las áreas.
- c) Realización del análisis sísmico bajo las normas E.030-2018 y E.031-2018
- Se procedió a asignar propiedades de los materiales de los elementos estructurales para el diseño con concreto armado, datos de acero de refuerzo grado 60, datos para albañilería de muros estructurales y Espesor efectivo en albañilería según E.070.
  - Se procedió a la asignación de cargas para coberturas: Carga muerta, carga viva, carga de nieve y carga de viento.

- Se procedió a la asignación de cargas estáticas en la estructura: carga muerta en entre pisos, carga muerta en zapata corrida perimetral y carga viva – sobrecarga.
- Se procedió a calcular la densidad de muros de albañilería, teniendo en cuenta la zona sísmica (z), factor de uso (u), factor de suelo (s), resistencia del concreto, número de pisos (3), área de construcción y otros.
- Se usaron los datos obtenidos en el predimensionamiento de vigas, losas y comunas.
- Se determinó el peso sísmico efectivo en concordancia con la NTE E.30.
- Se determinó la cortante estático en la base, V, del módulo teniendo en cuenta los parámetros sísmicos.
- Se calcularon periodos fundamentales para los tres casos (estructuras con pórticos, estructuras rígidas con gran cantidad de muros, estructuras mixtas).
- Se calcularon el coeficiente de amplificación sísmica, en concordancia del tipo de suelo, según artículo 7 de la E.030.
- Se asignó el factor de reducción sísmica para los diseños, según sistemas de edificación; evaluando C/R y cálculo de los coeficientes (sistema albañilería y aporticado).
- Se obtuvo la tabla de fuerzas inerciales estáticas.
- Se calcularon las cargas por nivel para hallar las fuerzas horizontales por nivel.
- Se calcularon los pesos de la cimentación.

**d) Modelación la edificación educativa diseñada, con un software especializado**

- Se realizó el modelo representativo computacional global de la estructura, siendo sistema estructural aporticado en la dirección “x” y sistema estructural de albañilería en la dirección” y”.
- Se realizó el análisis estático lineal – fuerza lateral equivalente.
- Se realizó un análisis dinámico por superposición modal espectral. Considerando el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales,

utilizándose los correspondientes valores del factor de ampliación de suelo y de los periodos TP y TL, dados en la tabla N° 3 y N° 4 de la E.30.

- Se calculó las cargas de diseño para aisladores realizó el análisis del pabellón con un software especializado, considerando la normativa ASCE SEI 7-16.
- e) Se realizó el análisis y confrontación de resultados de la modelación del diseño de la estructura educativa con y sin aisladores sísmicos.

## **2.6. Métodos de análisis de datos.**

- Recopilación de datos de campo
  - ✓ Topografía
  - ✓ Muestras de suelo
- Normas Técnicas de diseño estructural
  - ✓ Cargas
  - ✓ Cimentación
  - ✓ Columnas
  - ✓ Vigas
  - ✓ Losas
- Modelamiento con software especializado
  - ✓ Resistencia estructural a la presencia de sismos
- Comparación de resultados de la modelación de ambos diseños
  - ✓ Ventajas y desventajas

## **2.7. Aspectos éticos.**

Este estudio está basada en diversos aspectos éticos, generando un entorno de buena relación entre los investigadores, Universidad, comunidad y el área donde se aplicó el análisis, obteniendo resultados adecuados; teniendo en cuenta: La honestidad, credibilidad, respeto por la propiedad intelectual, responsabilidad social y respeto por el medio ambiente.

### III. RESULTADOS

Se ha obtenido los siguientes resultados:

a) Estudios básicos:

- En el estudio topográfico se obtuvo el plano topográfico de la superficie del colegio, a partir del procesamiento de 297 puntos (Anexo N° 06), en la que se observa que el área destinado para el proyecto presenta una superficie llana, por lo que el movimiento de tierra será uniforme; actualmente esta zona se encuentra como terreno de cultivo (alfalfa).

La ubicación de la zona de proyecto:

Ubicación Política

Departamento	: Ancash
Provincia	: Yungay
Distrito	: Mancos
Localidad	: Tingua

Coordenadas UTM

Coordenada Norte	: 8979625 N
Coordenada Este	: 204740 E
Zona	: Sierra
Altitud	: 2508 m.s.n.m.

Accesibilidad a la zona de proyecto es:

Huaraz - Tingua, carretera asfaltada, aproximadamente 45 min, (43.00 Km.)

Vehículo: auto, camioneta, combi y ómnibus.

- Del análisis de los resultados de los ensayos de suelos se tiene:

Calicata o muestra N° 01 (C-01):

- Descripción del Perfil Estratigráfico: de 0.00 – 0.90 m suelo gravoso con limo, de 0.90 – 3.00 m grava pobremente graduada mezcla de limos, arena semiseca, semi compacto.
- Clasificación de suelo: Grava mal graduada con limo y arenas (GP-GM). Observando que el porcentaje que pasa el tamiz 3” es un 96.7%.
- Contenido de humedad: 5.9 en promedio.
- Limite liquido 24% y limite plástico 19%.
- Capacidad de carga admisible: 2.99 kg/cm<sup>2</sup>.

Calicata o muestra N° 02 (C-02):

- Descripción del Perfil Estratigráfico: de 0.00 – 0.50 m suelo arenoso con limos y gravas, semihúmedo; de 0.50 – 3.00 m arena limosa con grava, mezcla de grava, arena sin plasticidad.
- Clasificación de suelo: arena limosa con grava (SM). Observando que el porcentaje que pasa el tamiz 3” es un 94.7%.
- Contenido de humedad: 6.3 en promedio.
- Limite liquido NP y limite plástico NP.
- Capacidad de carga admisible: 2.52 kg/cm<sup>2</sup>.

b) Del predimensionamiento se ha obtenido lo siguiente:

Las dimensiones de vigas para la luz mayor  $L_n = 7$  m, se procedió a predimensionar con el método empírico, obteniendo  $V_p = 0.29 \times 0.70$  m; también se ha predimensionado con el método ACI318-19 obteniendo  $V_p = 0.30 \times 0.60$  m.

La losa aligerada según cálculos es de 0.178, considerándose 0.20 m.

Las columnas asimétricas: en forma de “L”, con área 1 =  $0.30 \times 0.30$  m y área 2 de  $0.30 \times 0.60$  m, en forma de “T” con área 1 =  $0.30 \times 0.93$  m y área 2 =  $0.40 \times 0.30$  m y otra en forma de “T” con área 1 =  $0.30 \times 0.93$  m y área 2 =  $0.30 \times 0.30$  m (ver ítem 7 del Anexo N° 08).

c) Del análisis sísmico bajo las normas E.030-2018 y E.031-2018, se obtuvo:

- Las propiedades de los materiales que se han tomado son: resistencia a la compresión ( $F'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>), peso específico ( $\gamma_m = 2400$  kg/m<sup>3</sup>), módulo de elasticidad ( $E'_c = 218819.79$  kg/cm<sup>2</sup>), módulo de corte ( $G_c = 95139.038$  kg/cm<sup>2</sup>), módulo de poisson (0.15 – rígido), datos de acero de refuerzo grado 60, datos para albañilería de muros estructurales y Espesor efectivo en albañilería según E.070.
- Se procedió a la asignación de cargas para coberturas: Carga de viento, nieve, viva y muerta.
- Se procedió a la asignación de cargas estáticas en la estructura: carga muerta en entre pisos, carga muerta en zapata corrida perimetral y carga viva – sobrecarga.
- Se procedió a calcular la densidad de muros de albañilería, teniendo en cuenta la zona sísmica (z), factor de suelo (s), factor de uso (u), resistencia del concreto, número de pisos (3), área de construcción y otros.



- Se usaron los datos obtenidos en el predimensionamiento de vigas, losas y comunas.
- Se determinó el peso sísmico efectivo en concordancia con la NTE E.30.
- Se determinó el cortante estático en la base “V”, de un pabellón teniendo en cuenta los parámetros sísmicos.
- Se calcularon periodos fundamentales para los tres casos (estructuras rígidas, con pórticos y mixtas).
- Se calcularon el coeficiente de amplificación sísmica, en relación al tipo de terreno, según artículo 7 de la E.030.
- Se asignó el factor de reducción sísmica para los diseños, según sistemas de edificación; evaluando C/R y cálculo de los coeficientes (sistema albañilería y aporticado).
- Se obtuvo la tabla de fuerzas inerciales estáticas.
- Se calcularon las cargas por nivel para hallar las fuerzas horizontales por nivel.
- Se calcularon los pesos de la cimentación.

d) De la modelación se obtuvo:

- Se realizó el modelo representativo computacional global de la estructura, siendo una estructura aporticada en la dirección “x” y estructura de albañilería en la dirección “y”.
- Se realizó el análisis estático lineal – fuerza lateral equivalente.
- Se efectuó un análisis dinámico por superposición modal espectral. Considerando un patrón de perfil que describa de manera adecuada las condiciones locales, empleando los valores del factor de ampliación de suelo, periodos TP y TL, descritos en la tabla N° 3 y N° 4 de la E.30.
- Se calculó las cargas para el diseño de aisladores, realizando el modelamiento de un pabellón con un software especializado, considerando la normativa ASCE SEI 7-16.
- De la modelación del sistema estructural con aisladores sísmicos se obtuvo: 03 aisladores del tipo A (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 281 mm); 05 aisladores del tipo B (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 294 mm) y 02 aisladores del tipo C (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 307 mm).

e) De la comparación del modelamiento con o sin aisladores se obtuvo:

- Los aisladores de caucho aumentan el comportamiento estructural en una edificación, puesto que proporcionan una técnica que desvanece enormemente la energía, cuando está sujeto a cargas sísmicas; reduciendo la carga que llega a las vigas y columnas, por ende, las dimensiones de estos elementos se reducen, aminorando el peso sísmico y la cortante basal, como se muestra en el Anexo 9-b.
- Según los cálculos se obtienen el tipo y dimensiones de los aisladores, pero se seleccionan de acuerdo a lo existente en el mercado, Anexo 9-c.
- En un diseño de una edificación común se debe incrementar las dimensiones de los componentes estructurales, por las restricciones de desplazamiento dadas en las normas; para mejorar este comportamiento se debe dotar de un sistema de aislamiento en la base de la edificación. Anexo 9-d.
- En una estructura aislada los periodos y modos en la base son altos, provocando que presenten una frecuencia de vibración bajo, Anexo 9-e.

#### IV. DISCUSIÓN

De la comparación realizada entre ambos diseños resultó ser más eficiente el diseño con aisladores sísmicos, puesto que las derivas en el primer piso son mayores, disminuyendo en siguiente piso mientras que en el diseño convencional la deriva en el primer piso es menor aumentando en siguiente piso (Anexo 9-d), llegando a una conclusión similar con Saltos Rodríguez que en su investigación “Análisis comparativo del comportamiento estructural de una vivienda de dos plantas sometido a fuerzas laterales con aisladores y sin aisladores sísmicos”, concluyó que la estructura que esta rígida al terreno inicia con un desplazamiento menor aumentando en el segundo piso y en la estructura aislada sucede lo contrario comienza alto y aminora en el segundo piso; el resultado obtenido es correcto ya que las edificaciones con aislamiento disipa gran cantidad de energía en el primer piso, por lo que el desplazamiento en el segundo piso es menor y en una estructura tradicional es lo contrario. Mientras que, Lema Teopanta, en su estudio sobre el “Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos con modelamiento en el ETABS”, concluyó, en la necesidad de implementar un sistema de aislación en la edificación modelada tradicionalmente, por lo que volvió a modelar con tres sistemas de aislación basal (aisladores HDR, sistema combinado HDR+LBR, y sistema FPS); resultando más beneficioso el sistema de péndulo friccional FPS, por su capacidad de disipar mayor energía sísmica y de esta manera prevenir daños en la infraestructura.

Saltos Rodríguez en su investigación sobre el “Análisis comparativo del comportamiento estructural de una vivienda de dos plantas sometido a fuerzas laterales con aisladores y sin aisladores sísmicos”, obteniendo como resultado un total de 11 aisladores, con diámetro de 25 cm y altura de 31.2 cm. Mientras en nuestra investigación obtuvimos tres tipos de aisladores sísmicos, 03 aisladores del tipo A (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 281 mm); 05 aisladores del tipo B (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 294 mm) y 02 aisladores del tipo C (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 307 mm).

Del modelamiento de la estructura con y sin aisladores sísmicos se obtuvo que los momentos flectores máximos disminuyeron en un 22.08%, mientras que las cortantes máximas disminuyeron en un 16.33% en la estructura con base aislada; acercándonos a los valores obtenidos por Carmona y Rosas que en su investigación del “Estudio

Semejante del Comportamiento Sísmico Dinámico del Diseño normativo sismo - resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima”, concluyeron, que los momentos flectores máximos disminuyeron en 29% y cortantes máximas disminuyeron en 37% en la estructura con base aislada.

También, se determinó que en la estructura aislada la cortante basal disminuye en un 47.77% en el eje “x” y 34.40% en el eje “y”, con respecto a la estructura sin aisladores, puesto que se absorbe gran parte de la cortante basal lo que merma la carga que llega a los elementos estructurales. Además, la estructura con aislador tiene una reacción superior a la estructura sin aislador sísmica, siendo así que la reacción sin aisladores en el piso 1 en el eje x-x es el 20.68% y en el eje y-y es el 28.04% de las reacciones con aisladores sísmicos; aumentando en el piso 2, a 41.67% y 55.41%, respectivamente. Mientras que Reyna Flores en su estudio “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura”, Determinó que la disminución de la traslación no fue ideal para una estructura con separadores sísmicos de 40 y 50 niveles, ya que se estaba expandiendo en un 22%. La utilización de aisladores sísmicos para una estructura de 50 niveles incrementó el interés sísmico en un 18% para el eje x-x, lo que dañaría la estructura en lugar de asegurarla y Soriano en su investigación “Comparación de la Respuesta Estructural del Pabellón A de la Universidad Privada del Norte con Aisladores Sísmicos Elastoméricos y sin Aisladores Sísmicos”, dijo que la estructura con aislador tiene una reacción básica superior a la estructura sin aislador sísmica, ya que reacciones en la base son minimizados.

## V. CONCLUSIONES

Los edificios usualmente se hallan sujetas a fuerzas imprescindibles, que mayormente son causadas por sucesos naturales (sismo, viento, nieve, lluvia, etc). Estas se deben ser consideradas para el diseño de la estructura, logrando que aguante estas fuerzas, principalmente si esta edificación brinda servicio a una localidad. Se analizó el diseño de un pabellón del colegio Juan Bautista de la Salle, puesto que este inmueble siempre debe mantenerse en funcionamiento, siendo considerado como una Edificación tipo A2. Un colegio construido con aisladores de caucho más acero, reduce considerablemente los daños materiales y protege la vida de los que se encuentren en la edificación durante un sismo.

Del objetivo de la realización de estudios básicos (análisis de suelos), llegamos a la conclusión que el suelo es arenoso con grava (suelo intermedio), clasificándolo con la Norma Técnica de Edificación E-050. En este suelo hay ausencia de nivel freático el cual es un claro indicador que el suelo es intermedio; como el suelo es arenoso podría haber cierto asentamiento diferencial para contrarrestar esto se planteó vigas de cimentación en los dos casos con y sin aislador con la finalidad de que al asentarse la estructura no comprometa a los elementos estructurales del primer y segundo piso. El sistema de aislación basal, es imposible su edificación en terrenos elásticos, porque es propenso a la presencia del fenómeno de licuefacción al producirse un sismo (anexo 9 (a)).

El predimensionamiento de los componentes estructurales, se realizó teniendo en consideración la Norma Técnica de Edificación E-020 y datos obtenidos de estudios básicos (topografía y análisis de suelos). Con las dimensiones de cada elemento se realizó los planos definitivos y la simulación con un software especializado.

Del cálculo de aisladores sísmicos se obtuvo: 03 aisladores del tipo A (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 281 mm); 05 aisladores del tipo B (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 294 mm) y 02 aisladores del tipo C (con dimensiones diámetro de 570 mm y altura de 307 mm).

Del modelamiento de la estructura con y sin aisladores sísmicos se obtuvo que los momentos flectores máximos disminuyeron en 22.08%, mientras que las cortantes

máximas disminuyeron en 16.33% en la estructura con base aislada. También, se determinó que en la estructura aislada la cortante basal disminuye en un 47.77% en el eje “x” y 34.40% en el eje “y”, con respecto a la estructura sin aisladores, puesto que se absorbe gran parte de la cortante basal lo que aminora la carga que llega a los elementos estructurales. Además, la estructura con aislador tiene una reacción superior a la estructura sin aislador sísmica, siendo así que la reacción sin aisladores en el piso 1 en el eje x-x es el 20.68% y en el eje y-y es el 28.04% de las reacciones con aisladores sísmicos; aumentando en el piso 2, a 41.67% y 55.41%, respectivamente.

Según los resultados obtenidos después de una comparación de un diseño estructural con software especializado en estructuras con y sin aisladores sísmicos se, concluye que resultó ser más eficiente el diseño con aisladores sísmicos, debido a que las derivas en el primer piso son mayores, disminuyendo en siguiente piso mientras que en el diseño convencional la deriva en el primer piso es menor aumentando en siguiente piso. Siendo así que las derivas se pueden reducir en un porcentaje apropiado usando el dispositivo antisísmico; el uso de un sistema de aislamiento sísmico permitió cumplir con la demanda de deriva máxima establecida en el proyecto de la nueva norma E-0.30, E-0.31 determinando que, las distorsiones relativas son menores por lo que estas generan momentos menores en la base de columnas y son menos destructivas para el colapso de la edificación.

La incorporación de aisladores basales sísmicos en edificaciones existentes, resulta ser muy costoso, siendo necesario un presupuesto parecido para la construcción de un edificio nuevo, pero la ventaja es que su tiempo de vida de la estructura va ser mayor no produciendo costos en reparaciones por sismo.

Una edificación aislada es muy pesada, requiriendo concreto y acero en volúmenes altos respecto a un edificio de base fija. En mayor parte se debe a la losa que se deberá adicionar en la base de la construcción del colegio. Sin embargo, este tipo de construcción proporciona un espacio libre debajo del edificio, que puede usarse como zona de parqueo, sótano o talleres para investigación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se sugiere no usar aisladores sísmicos en terrenos blandos con presencia de napa freática muy alto, con presencia de arcilla, debido a que esta clase de suelos está propenso a licuefacción de suelo y aumentaría el periodo de la estructura igualando al aislador sísmico, pudiendo ser dañino para las estructuras, puesto que incrementaría la demanda sísmica en vez de aminorarla.

Se recomienda estricto control durante el proceso constructivo para la colocación de los aisladores, con apoyo de los equipos de topografía y nivelación de los puntos de anclaje para contener márgenes de errores mínimas para su buena funcionalidad de los aisladores sísmicos.

El sistema de aislamiento es muy eficiente para la disminución de daños estructurales en una edificación y protección de la vida. Los peruanos debemos continuar con las investigaciones y desarrollar aisladores sísmicos, que estén al alcance de la población.

## REFERENCIAS

CHOPRA, ANIL K. Dinámica de estructuras Cuarta edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2014. 752pp.

ISBN: 978-607-32-2239-6.

KRICK, E. Introducción a la Ingeniería y al diseño en la Ingeniería. 1era.ed. México: Limusa, 2013,240 pp.

ISBN: 978-968-18-0176-2.

ROBERTO Meli. Diseño estructural. Segunda edición. Investigador del instituto de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México - Limusa Noriega Editores México· España· Venezuela· Colombia 2017.587pp

TEODORO, Harmsen. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. 4ta.ed. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004,679 pp.

ISBN: 9972-42-730-7.

GONZALES Cuevas, Oscar y ROBLES Fernández, Francisco. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. 4ta.ed., Limusa Noriega Editores México· España· Venezuela· Colombia 2005,802 pp.

ISBN: 968 - 18- 6446- 8.

BLANCO Blasco, Antonio. Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Ediciones. Capítulo de Ingeniería Civil – Consejo Departamental de Lima. 1998. 300 pp.

JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Limusa Noriega Editores México· España· Venezuela· Colombia 2005,644 pp.

ISBN: 968 - 18- 0069- 9.

GARCIA Reyes, Luis Enrique. Dinámica Estructural Aplicada Al Diseño Sísmico. Colombia. Fondo Editorial Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, 1998, 584 pp.



Disponible en: <https://civilgeeks.com/2014/08/18/dinamica-estructural-aplicada-al-diseno-sismico/>.

RODAS, Andrade. estructuras 1 apuntes de clase. Universidad de Cuenca 2014,132pp.  
ISBN 978-9978-14-244-8.

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Mitología de la investigación. 6ta.ed. Mexico: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.2014, 634 pp.  
ISBN: 978-1-4562-2396-9.

TAVERA, Hernando. Evaluación del Peligro Asociado a los Sismos y Efectos Secundarios en Perú. Lima – Perú. 2014.48 pp. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/fil20140926131431.pdf>

#### Reglamento

Norma Técnica de Infraestructura Educativa NTIE 001-2017. Criterios Generales de Diseño. Lima, 2017.152pp.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda. Lima, 2017.823pp.

Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.

Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional Edificaciones, 2018.

Norma Técnica de Edificación E.031 Aislamiento Sísmico. Reglamento Nacional Edificaciones, 2019.

Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018.

Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009.

Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.

Tesis

REYNA Flores, Alisson Kimberly. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima –Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017.122 pp.

PÉREZ Zamora, Naxalia Amanda y VÁSQUEZ Ortega, María José. Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado. Trabajo Investigativo (Título de Ingeniero Civil). Managua – Nicaragua: Universidad Centroamérica, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente, 2016.135pp.

SALTOS Rodríguez. Análisis comparativo del comportamiento estructural de una vivienda de dos plantas sometido a fuerzas laterales con aisladores y sin aisladores sísmicos. Trabajo de Titulación (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil – Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Ciencias Matemáticas y Físicas, Escuela de Ingeniería Civil,2016. 66 pp.

CARMONA Ramírez, Pedro y ROSAS Fetta, Angello Jesús. Análisis comparativo del comportamiento sísmico dinámico del diseño normativo sismo- resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del edificio de oficinas SCHELL de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima - Perú. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima - Perú: Universidad de Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Civil,2015. 121 pp.

MENDO Rodríguez, Arnold Ramsey. Bases para la implementación de la norma peruana de análisis y diseño de edificios con aislación sísmica. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado, 2015. 162 pp.

SORIANO Cacho, José. Comparación de la respuesta estructural del pabellón A de la Universidad Privada del Norte con aisladores sísmicos elastoméricos y sin aisladores sísmicos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca - Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2014. 219pp.

BENAVENTE Viacava, José y TRAVERSO Tacuri, Iván. Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 63 pp.

LEMA Teopanta. Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el ETABS. Trabajo de Graduación (Título de Ingeniero Civil). Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, Carrera de Ingeniería Civil, 2013. 242pp.





KORSWAGEN Eguren, Paul Alexander; Julio, ARIAS Ricse, Julio Cesar y HUARINGA, Huamani, Pamela Grace. análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012. 104 pp.

IZAGUIRRE Corona, Ariel Máximo. Sistema de aisladores sísmicos de base para edificios. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México D.F.: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, 2007. 124 pp.

# **ANEXOS**

Anexo N° 01: Mapa de zonificación sísmica – Norma E.030.



ZONA		
	4	0.45
	3	0.35
	2	0.25
	1	0.10

**Anexo N° 02: Factor de Suelo “S” – Norma E.030.**

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO “S”				
SUELO ZONA	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

**Anexo N° 03: Categoría de las edificaciones y factor “U” – Norma E.030.**

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como <del>instituciones educativas</del>, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5

Anexo N° 04: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente N° 01: Diseño Estructural Con aislador Sísmico de un pabellón de tres pisos.	Los aisladores sísmicos pertenecen a un conjunto de sistemas o formas de proteger a los edificios, los sistemas de protección sísmica empleados en la actualidad comprenden desde simples dispositivos de control pasivo hasta avanzados sistemas activos. Los sistemas pasivos son tal vez los más conocidos e los sistemas de aislamiento sísmico y los sistemas mecánicos de disipación de energía. El aislamiento sísmico es el sistema más desarrollado de la familia, con continuos avances en sus dispositivos, aplicaciones y especificaciones de diseño (Taboada, 2012, pág. 7).	Se desarrollará el pre dimensionamiento, análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos con concreto armado de un pabellón de tres pisos en el colegio Juan Bautista de la Salle, localidad de Tingua, distrito de Mancos – Provincia de Yungay – Ancash.	Cimentación	Topografía	Nominal
				Estudio mecánica de suelo	Nominal
				Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-030, E-031, E-050, E-060, ACI	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
				Cargas	Razón
				Zona sísmica	Intervalo
			Columnas y Placas	Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-030, E-031, E-050, E-060	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
				Cargas	Razón
				Zona sísmica	Intervalo
			Vigas	Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-030, E-031, E-050, E-060	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
				Cargas	Razón
				Zona sísmica	Intervalo
			Losas	Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-030, E-050, E-031, E-060	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
Cargas	Razón				
Zona sísmica	Intervalo				

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente N° 02: Diseño Estructural Sin aislador Sísmico de un pabellón de tres pisos.	Diseño estructural: “Es un proceso que incluye la disposición y el dimensionamiento de las estructuras y de sus partes, de manera que soporten en forma satisfactoria las cargas a las cuales puedan estar sujetas” (McCormac, 2010, p.3).	Se desarrollará el pre dimensionamiento, análisis y diseño estructural en concreto armado de un pabellón de tres pisos en el colegio Juan Bautista de la Salle, localidad de Tingua, distrito de Mancos – Provincia de Yungay – Ancash.	Cimentación	Topografía	Nominal
				Estudio mecánica de suelo	Nominal
				Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-050, E-060, E-070	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
				Cargas	Razón
				Zona sísmica	Intervalo
			Columnas y Placas	Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-060	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
				Cargas	Razón
				Zona sísmica	Intervalo
			Vigas	Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-060	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
				Cargas	Razón
				Zona sísmica	Intervalo
			Losas	Pre dimensionamiento	Numérico
				Normas E-020, E-060, E-070	Nominal
				Métodos de diseño	Razón
Cargas	Razón				
Zona sísmica	Intervalo				



VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable dependiente N° 01: Respuesta sísmica en el pabellón de tres pisos con aislador sísmico.	Las diferencias no residen tanto en las características dinámicas de la acción, ya que sus efectos dependen de una interacción compleja entre el movimiento sísmico, las propiedades del suelo subyacente y las de la estructura misma.	Se desarrollará el modelamiento sísmico con aislamiento sísmico.	Desplazamientos	Amplitudes	Numérico
			Velocidades	Frecuencias	Numérico
			Aceleraciones	Frecuencias	Numérico
			Vibraciones	Frecuencias	Numérico
Variable dependiente N° 02: Respuesta sísmica en el pabellón de tres pisos sin aislador sísmico.	La acción de un sismo en una estructura reviste aspectos distintos de los de la mayoría de las otras acciones.	Se desarrollará el modelamiento sísmico sin aislamiento sísmico.	Desplazamientos	Amplitudes	Numérico
			Velocidades	Frecuencias	Numérico
			Aceleraciones	Frecuencias	Numérico
			Vibraciones	Frecuencias	Numérico

Anexo N° 05: Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Tipo de investigación	Diseño de la Investigación	Variable
<p>Diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: colegio Juan Bautista de la Salle – Yungay 2018</p>	<p>¿En qué medida es más eficiente un diseño estructural con aislador sísmico que un diseño sin aislador sísmico en la edificación de tres pisos de la institución educativa?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Realizar el diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: colegio Juan Bautista De La Salle – Yungay 2018</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Realizar los estudios básicos.</li> <li>❖ Predimensionar los elementos estructurales de la edificación Educativa de tres niveles según los criterios técnicos.</li> <li>❖ Realizar el análisis sísmico bajo la norma E.030-2018 y E.031-2018.</li> <li>❖ Modelar la edificación educativa diseñada, con un Software especializado.</li> <li>❖ Realizar la comparación de los resultados de la modelación estructural con y sin aisladores sísmicos.</li> </ul>	<p>El diseño estructural con aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos de la institución educativa de Juan Bautista de la Salle, resulta ser más eficiente, viable y segura.</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>No experimental- Transeccional- descriptivo</p>	<p>Diseño Estructural Con aislador Sísmico de un pabellón de tres pisos.</p> <p>Diseño Estructural Sin aislador Sísmico de un pabellón de tres pisos.</p>

## **Anexo N° 06: Puntos Topográficos – formato ENZD**

1,204816.000,8979727.000,2508.000,E1  
2,204829.269,8979724.157,2508.346,R1  
3,204873.733,8979665.094,2515.483,CER  
4,204863.049,8979664.363,2513.837,CER  
5,204855.847,8979663.953,2512.113,CER  
6,204848.888,8979663.494,2511.867,CER  
7,204835.325,8979662.601,2511.177,CER  
8,204830.337,8979662.273,2510.901,CER  
9,204823.769,8979661.869,2510.615,CER  
10,204816.718,8979661.542,2510.679,CER  
11,204811.306,8979661.195,2510.376,CER  
12,204805.663,8979660.916,2510.230,CER  
13,204797.940,8979660.468,2510.227,CER  
14,204792.263,8979660.215,2509.922,CER  
15,204787.425,8979659.895,2509.985,CER  
16,204779.017,8979659.348,2509.580,CER  
17,204773.440,8979658.964,2509.384,CER  
18,204761.831,8979658.409,2509.243,CER  
19,204755.303,8979658.097,2509.149,CER  
20,204746.049,8979658.588,2508.837,CER  
21,204741.699,8979657.756,2508.699,CER  
22,204735.481,8979657.516,2508.275,CER  
23,204725.501,8979656.746,2507.940,CER  
24,204717.495,8979657.080,2508.159,CER  
25,204717.684,8979658.053,2507.337,R  
26,204717.633,8979658.743,2507.911,R  
27,204723.115,8979657.995,2507.492,R  
28,204724.251,8979659.374,2507.696,R  
29,204729.557,8979658.424,2507.644,R  
30,204730.709,8979659.387,2507.965,R  
31,204736.755,8979658.758,2507.738,R  
32,204737.684,8979659.541,2508.009,R  
33,204742.493,8979659.155,2508.006,R  
34,204743.357,8979659.972,2508.347,R  
35,204750.274,8979659.733,2508.203,R  
36,204751.332,8979660.468,2508.535,R  
37,204758.745,8979660.182,2508.445,R  
38,204759.146,8979660.977,2508.671,R  
39,204767.024,8979660.749,2508.704,R  
40,204767.747,8979661.429,2508.869,R  
41,204769.712,8979662.512,2508.499,R  
42,204761.993,8979662.089,2508.379,R  
43,204754.594,8979661.346,2508.092,R  
44,204744.811,8979660.811,2507.969,R  
45,204733.589,8979660.225,2507.604,R  
46,204726.411,8979659.780,2507.615,R  
47,204716.213,8979658.588,2508.069,R  
48,204773.023,8979661.109,2508.789,R  
49,204775.512,8979662.639,2508.681,R

50,204782.397,8979661.582,2509.045,R  
51,204784.077,8979662.805,2508.880,R  
52,204791.946,8979662.275,2509.296,R  
53,204793.999,8979663.578,2509.096,R  
54,204799.823,8979662.702,2509.446,R  
55,204801.205,8979664.055,2509.211,R  
56,204806.546,8979663.231,2509.795,R  
57,204806.835,8979664.453,2509.446,R  
58,204814.474,8979663.781,2510.064,R  
59,204814.648,8979665.254,2509.713,R  
60,204818.821,8979663.441,2510.158,R  
61,204819.517,8979665.369,2509.864,R  
62,204823.956,8979664.195,2510.366,R  
63,204824.150,8979665.452,2509.994,R  
64,204829.365,8979664.083,2510.523,R  
65,204829.437,8979665.689,2510.396,R  
66,204834.462,8979664.587,2510.854,R  
67,204834.751,8979666.053,2510.374,R  
68,204840.880,8979665.218,2511.018,R  
69,204847.970,8979665.147,2511.523,R  
70,204847.995,8979666.791,2510.974,R  
71,204852.863,8979665.770,2511.611,R  
72,204853.198,8979667.319,2511.413,R  
73,204859.849,8979665.711,2512.030,R  
74,204860.057,8979667.133,2512.077,R  
75,204865.737,8979667.126,2512.302,R  
76,204865.349,8979668.463,2512.380,R  
77,204871.822,8979667.171,2514.087,R  
78,204873.292,8979666.953,2514.495,R  
79,204829.012,8979649.786,2512.594,M1  
80,204873.197,8979616.412,2515.142,R3  
81,204862.988,8979634.585,2513.749,R2  
82,204845.841,8979652.703,2512.572,M1  
83,204848.321,8979640.405,2512.589,M1  
84,204849.052,8979636.729,2512.600,M2  
85,204849.836,8979633.264,2514.358,M2  
86,204854.598,8979610.356,2514.347,M2  
87,204854.917,8979608.548,2515.449,M2  
88,204831.563,8979596.256,2515.444,M3  
89,204871.546,8979604.487,2515.416,M3  
90,204875.270,8979587.636,2515.509,M3  
91,204885.735,8979569.406,2519.086,PT  
92,204866.539,8979643.560,2513.451,PT  
93,204873.706,8979664.646,2514.269,ASEQUIA  
94,204875.205,8979658.352,2514.702,ASEQUIA  
95,204876.582,8979651.785,2514.982,ASEQUIA  
96,204878.298,8979645.987,2515.326,ASEQUIA  
97,204879.866,8979638.489,2515.980,ASEQUIA  
98,204881.117,8979630.827,2516.250,ASEQUIA  
99,204882.697,8979622.627,2516.594,ASEQUIA

100,204883.983,8979614.164,2516.954,ASEQUIA  
101,204885.100,8979607.070,2517.165,ASEQUIA  
102,204888.249,8979601.468,2517.775,ASEQUIA  
103,204890.560,8979596.103,2518.682,ASEQUIA  
104,204887.958,8979594.908,2519.091,R  
105,204884.837,8979599.048,2517.384,R  
106,204881.302,8979606.833,2516.812,R  
107,204881.593,8979608.599,2516.101,R  
108,204881.559,8979611.249,2516.320,R  
109,204881.364,8979615.739,2516.424,R  
110,204880.412,8979616.125,2515.742,R  
111,204879.592,8979623.344,2516.029,R  
112,204878.528,8979623.157,2515.195,R  
113,204878.296,8979630.636,2515.845,R  
114,204876.803,8979630.614,2514.835,R  
115,204877.782,8979636.957,2515.405,R  
116,204875.318,8979637.222,2514.345,R  
117,204874.857,8979646.982,2514.656,R  
118,204872.509,8979646.138,2513.781,R  
119,204873.967,8979654.132,2514.035,R  
120,204872.248,8979658.571,2513.753,R  
121,204869.707,8979658.792,2513.327,R  
122,204872.355,8979661.884,2514.217,R  
123,204872.434,8979665.094,2514.489,R  
124,204888.252,8979561.728,2521.168,E3  
125,204877.293,8979598.242,2515.439,R  
126,204882.006,8979589.136,2515.773,R  
127,204883.823,8979577.078,2517.556,R  
128,204888.955,8979579.585,2519.850,R  
129,204890.124,8979587.554,2520.752,R  
130,204889.959,8979592.159,2519.892,R  
131,204891.770,8979592.805,2519.299,ASEQUIA  
132,204892.998,8979587.980,2520.535,ASEQUIA  
133,204895.403,8979584.790,2521.084,ASEQUIA  
134,204902.713,8979579.502,2522.010,ASEQUIA  
135,204906.049,8979569.900,2522.849,ASEQUIA  
136,204907.688,8979563.104,2523.391,ASEQUIA  
137,204909.224,8979554.783,2523.783,ASEQUIA  
138,204910.426,8979543.096,2524.750,ASEQUIA  
139,204906.027,8979531.817,2523.413,R  
140,204902.987,8979530.602,2522.627,R  
141,204901.452,8979534.425,2522.266,R  
142,204907.183,8979538.490,2523.659,R  
143,204903.467,8979543.504,2522.035,R  
144,204899.895,8979541.413,2520.929,R  
145,204898.182,8979557.851,2520.212,R  
146,204902.511,8979558.223,2521.687,R  
147,204900.689,8979567.595,2521.182,R  
148,204899.918,8979577.767,2521.816,R  
149,204895.043,8979581.462,2521.129,R

150,204814.755,8979575.024,2515.542,M3  
151,204854.887,8979440.080,2527.980,E4  
152,204855.434,8979450.772,2526.929,R4  
153,204846.624,8979448.794,2524.364,ESP  
154,204847.745,8979442.244,2524.403,ESP  
155,204853.204,8979433.404,2526.525,ESP  
156,204855.859,8979418.286,2526.200,ESP  
157,204858.697,8979409.499,2527.173,ESP  
158,204852.864,8979403.964,2527.436,LIMITE  
159,204851.760,8979402.929,2527.444,LIMITE  
160,204856.743,8979404.267,2527.483,LIMITE  
161,204867.153,8979406.553,2527.776,LIMITE  
162,204883.445,8979410.461,2528.284,LIMITE  
163,204889.682,8979411.673,2528.521,LIMITE  
164,204899.352,8979404.622,2530.682,LIMITE  
165,204906.460,8979406.498,2530.706,LIMITE  
166,204913.801,8979408.624,2531.407,LIMITE  
167,204920.625,8979410.837,2531.594,LIMITE  
168,204927.244,8979412.601,2531.886,LIMITE  
169,204931.215,8979417.144,2532.690,ASEQUIA  
170,204930.166,8979427.100,2532.033,ASEQUIA  
171,204927.229,8979438.928,2531.133,ASEQUIA  
172,204925.664,8979446.448,2530.792,ASEQUIA  
173,204924.753,8979451.962,2530.340,ASEQUIA  
174,204920.117,8979470.082,2529.471,ASEQUIA  
175,204918.196,8979477.116,2529.029,ASEQUIA  
176,204916.175,8979491.801,2527.315,ASEQUIA  
177,204913.215,8979521.643,2525.624,ASEQUIA  
178,204900.828,8979531.539,2522.165,R  
179,204900.378,8979515.303,2522.685,R  
180,204904.850,8979514.879,2523.616,R  
181,204905.887,8979493.700,2524.819,R  
182,204910.561,8979493.727,2525.736,R  
183,204914.018,8979486.811,2528.084,R  
184,204912.802,8979485.921,2527.398,R  
185,204916.292,8979474.794,2528.625,R  
186,204912.957,8979473.571,2527.344,R  
187,204911.747,8979467.314,2528.761,R  
188,204917.502,8979473.224,2527.958,R  
189,204917.843,8979469.990,2528.861,R  
190,204918.175,8979459.082,2528.990,R  
191,204921.572,8979456.050,2529.769,R  
192,204919.600,8979450.965,2528.924,R  
193,204923.335,8979444.440,2529.546,R  
194,204925.129,8979442.323,2530.468,R  
195,204924.828,8979437.374,2530.009,R  
196,204927.046,8979429.407,2530.108,R  
197,204928.117,8979422.832,2530.901,R  
198,204927.516,8979417.102,2530.661,R  
199,204926.471,8979417.777,2528.039,LOSA

200,204906.330,8979413.308,2527.985,LOSA  
201,204898.926,8979442.349,2527.939,LOSA  
202,204919.147,8979447.358,2528.017,LOSA  
203,204925.309,8979415.830,2528.902,PT  
204,204921.591,8979413.731,2528.696,R  
205,204913.551,8979411.451,2528.620,R  
206,204905.804,8979410.825,2528.396,PT  
207,204902.316,8979407.574,2529.216,R  
208,204897.311,8979407.731,2529.090,R  
209,204890.708,8979414.622,2528.471,R  
210,204885.422,8979415.979,2528.222,R  
211,204879.826,8979412.866,2528.198,R  
212,204879.117,8979414.446,2528.060,R  
213,204859.571,8979435.082,2527.407,STP  
214,204842.650,8979419.761,2526.004,JARDIN  
215,204848.769,8979421.474,2526.145,JARDIN  
216,204839.959,8979440.334,2523.958,STP  
217,204824.271,8979436.572,2523.963,STP  
218,204808.725,8979432.780,2523.907,STP  
219,204808.740,8979432.783,2523.908,STP  
220,204804.070,8979431.656,2523.771,STP  
221,204797.531,8979430.056,2521.548,STP  
222,204776.605,8979424.579,2521.427,STP  
223,204777.056,8979423.214,2521.286,VEREDA  
224,204790.031,8979426.549,2521.354,VEREDA  
225,204804.412,8979429.924,2523.555,VEREDA  
226,204808.835,8979432.080,2523.604,VEREDA  
227,204809.112,8979431.176,2523.621,VEREDA  
228,204820.249,8979433.909,2523.754,VEREDA  
229,204846.178,8979440.140,2523.948,VEREDA  
230,204829.418,8979423.536,2525.115,PLAZA  
231,204833.089,8979407.328,2525.665,PLAZA  
232,204781.558,8979412.725,2523.021,PLAZA  
233,204749.347,8979413.589,2520.994,PISTA  
234,204751.573,8979404.826,2521.332,PISTA  
235,204762.100,8979407.683,2521.463,PISTA  
236,204761.695,8979497.750,2517.386,E5  
237,204769.421,8979498.440,2517.750,R5  
238,204749.934,8979501.196,2516.178,CERCO  
239,204755.066,8979477.890,2517.868,CERCO  
240,204761.215,8979450.586,2519.326,CERCO  
241,204764.821,8979443.162,2520.077,CERCO  
242,204766.654,8979440.389,2520.537,CASA  
243,204773.436,8979442.999,2520.295,CASA  
244,204789.577,8979446.483,2520.986,STP  
245,204795.799,8979442.370,2522.054,STP  
246,204804.179,8979439.104,2522.854,STP  
247,204816.049,8979441.938,2523.274,STP  
248,204847.125,8979449.842,2524.480,STP  
249,204842.361,8979452.615,2524.120,R

250,204828.534,8979451.038,2523.361,R  
251,204811.382,8979448.458,2522.552,R  
252,204804.323,8979453.619,2521.372,R  
253,204787.892,8979451.309,2520.644,R  
254,204773.811,8979450.862,2519.823,R  
255,204764.578,8979467.393,2518.613,R  
256,204757.757,8979493.223,2517.326,R  
257,204754.223,8979499.814,2516.741,R  
258,204748.150,8979507.438,2515.920,CERCO  
259,204746.229,8979516.679,2515.628,CERCO  
260,204744.204,8979526.125,2515.448,CERCO  
261,204740.861,8979541.445,2514.896,CERCO  
262,204734.965,8979568.987,2514.021,CERCO  
263,204740.028,8979581.100,2513.547,PUERTA  
264,204740.699,8979577.657,2513.526,PUERTA  
265,204744.426,8979570.818,2513.807,LOZA  
266,204764.202,8979575.150,2513.882,LOZA  
267,204771.521,8979539.577,2513.907,LOZA  
268,204751.931,8979535.476,2513.895,LOZA  
269,204744.605,8979523.800,2515.552,PUERTA  
270,204745.616,8979519.279,2515.545,PUERTA  
271,204750.785,8979519.099,2515.424,R  
272,204751.770,8979510.895,2515.625,R  
273,204738.617,8979596.044,2513.257,E6  
274,204741.580,8979581.431,2513.494,R6  
275,204777.710,8979583.853,2514.497,M4  
276,204791.433,8979518.638,2515.367,M4  
277,204808.243,8979524.690,2515.595,M4  
278,204737.991,8979583.654,2514.622,CERCO  
279,204730.558,8979586.017,2513.204,CERCO  
280,204730.748,8979593.978,2512.616,CERCO  
281,204729.361,8979601.359,2510.715,CERCO  
282,204725.729,8979618.391,2509.765,CERCO  
283,204718.877,8979652.939,2508.435,CERCO  
284,204721.088,8979649.413,2508.406,PROYETO  
285,204739.182,8979651.004,2508.823,PROYETO  
286,204752.021,8979648.811,2509.432,PROYETO  
287,204754.288,8979639.182,2509.717,PROYETO  
288,204741.457,8979636.675,2509.449,PROYETO  
289,204753.420,8979625.567,2510.204,PROYETO  
290,204742.043,8979619.785,2510.179,PROYETO  
291,204748.544,8979613.972,2510.758,PROYETO  
292,204734.633,8979608.593,2510.433,PROYETO  
293,204729.842,8979643.637,2508.814,CALICATA  
294,204729.779,8979644.689,2508.823,CALICATA  
295,204731.197,8979645.158,2508.801,CALICATA  
296,204731.503,8979643.495,2508.879,CALICATA  
297,204730.210,8979644.132,2506.123,FDCAL



**Anexo N° 07: Resultados de Ensayos de Laboratorio – Mecánica de suelos.**



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO  
TANIA ROXANA

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE  
UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA  
SALLE - YUNGAY 2018"

UBICACIÓN : DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH

FECHA DE EMISIÓN : 16 DE ABRIL DEL 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

CALICATA	C - 01
UBICACIÓN	LADO DERECHO DEL PABELLON PROYECTADO
PROFUNDIDAD (m)	3.00

TAMIZ	% QUE PASA
3"	96.7
2"	94.9
1 1/2"	89.7
1"	81.9
3/4"	81.2
1/2"	72.1
3/8"	63.6
1/4"	59.1
N°4	52.2
N°10	44.1
N°20	33.9
N°40	26.5
N°60	23.1
N°140	19.2
N°200	14.7

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

SUCS	SÍMBOLO	<b>GP - GM</b>
	NOMBRE DE GRUPO	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENAS

OBSERVACIÓN : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Alberto Villandrea Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 98217

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

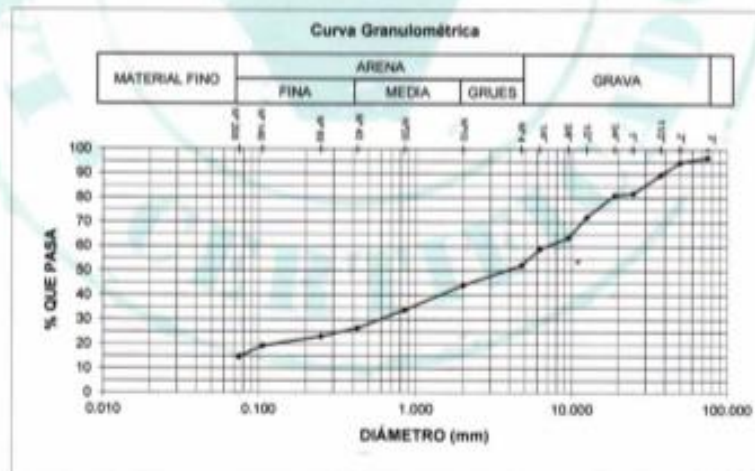
SOLICITANTE : NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO  
TANIA ROXANA

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE  
UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA  
SALLE - YUNGAY 2018"

UBICACIÓN : DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH

FECHA DE EMISIÓN : 16 DE ABRIL DEL 2019

CALICATA	C - 01
UBICACIÓN	LADO DERECHO DEL PABELLON PROYECTADO
PROFUNDIDAD (m)	3.00



OBSERVACIÓN : LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
  
 Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 96217

  
 Victor Hugo Villanueva Naytra  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS  
 ONCRE

## LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"

UBICACIÓN : DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH

FECHA DE EMISIÓN : 16 DE ABRIL DEL 2019

### ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C - 01	UBICACIÓN	LADO DERECHO DEL PABELLON PROYECTADO	PROF. (m)	3.00
CANERA	-	MUESTRA		M-01	

1	N° DEL RECIPIENTE		17	18	
2	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	15.9	17.3	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	81.7	86.4	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	78.1	82.5	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA	(3) - (4) (g)	3.6	3.9	
6	PESO DEL SUELO SECO	(4) - (2) (g)	62.2	65.2	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	(5) / (6) * 100 (%)	5.8	6.0	5.9

#### OBSERVACIONES

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Alberto Villanueva Medina  
 INGENIERO CIVIL  
 D.P. 90217

  
 Victor Hugo Villanueva Najarro  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 62639



\* Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz \* Jr. Progreso 660 - San Marcos  
 Telefono : FIJO 918826490 - RPM 949004338 E-mail: vt\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

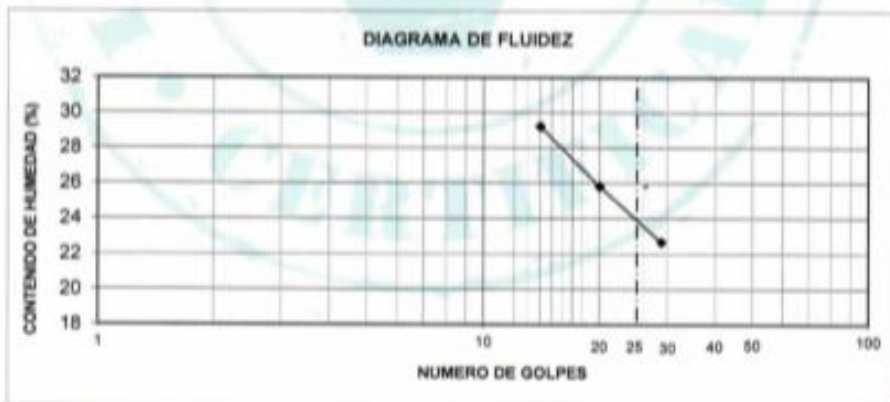
**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE :	NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA
PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH
FECHA DE EMISION :	16 DE ABRIL DEL 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129**

CALICATA :	01	MUESTRA :	M-01	PROF. (m) :	3,00
UBICACION: LADO DERECHO DE MODULO PROYECTADO					

PRUEBA Nº		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
ROTULO DE RECIPIENTE		20	21	22	P10	P11
NUMERO DE GOLPES		14	20	29		
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	16	16,1	16	16	16
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	58	65,3	82	54,1	68
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	48,5	55,2	69,8	47,9	59,8
4 PESO DEL AGUA	(g)	9,5	10,1	12,2	6,2	8,2
5 PESO DEL SUELO SECO	(g)	32,5	39,1	53,8	31,9	43,8
6 CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29	26	23	19	19



LÍMITE LÍQUIDO :	24%
LÍMITE PLÁSTICO :	19%
ÍNDICE PLÁSTICO :	5%


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
*Alberto Villanueva Medina*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 90217

  
**Victor Hugo Villanueva Najarro**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**Reg. 62639**  


\* Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz    \* Jr. Progreso 660 - San Marcos  
 Telefono : FLO 918826490 - RPM 949004338    E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 20600954173    REG. INDECOPI CERTIF. 95136

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		<b>ESTRATIGRAFIA</b>	
SOLICITANTE: NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA		EXCAVACION : C - 01	NIVEL FREATICO : No se encuentra
PROYECTO : 'DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018'		UBICACION : PROYECTADO	
UBICACION : LADO DERECHO DEL PABELLON PROYECTADO	F/ EMISION : HUIAZA, 16 DE ABRIL DEL 2019		
METODO DE EXCAV. : Manual			
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
0.90	Re		2.1
DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.			
SUELO GRAVOSO CON LIMO, SECO, DE COLOR MARRON CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE COBERTURA VEGETAL DESIDUA (RAICES Y TALLOS BAJOS) DE 0.00 A 0.20 M.; ADEMÁS GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES A 3"			
S / M			
3.00	GP-GM		5.9
GRAVA POBREMENTE GRADUADA, MEZCLA DE LIMOS, ARENA, SEMI SECO, SEMI COMPACTO, DE COLOR MARRON OSCURO, PRESENCIA DE GRAVA MENOR A 3/4", NO SE OBSERVA PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO EN DESCOMPOSICION.			
M-01			
NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA			
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			
Re Material de relleno			

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

AUTORIDAD PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL

CP/0027

  
**Víctor Hugo Villacorta Mejano**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 62839

\* Lab. San Miguel de Chimay S/N Independencia - Huazas \* J. Progress 000 - San Marcos

Telefono : F.I.D 01825490 - RPM 94804338

RUC : 2080954173

E-mail : vh\_laboratorio@hotmail.com

REG. INDECOPI CERTIF 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO

SOLICITANTE : NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO  
BONIFACIO TANIA ROXANA

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"

UBICACIÓN : DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH

FECHA DE EMISION : HUARAZ 16 DE ABRIL DEL 2019

CALICATA : C-01 MUESTRA : 01

CLASIFICACION SUCS : GP - GM

UBICACIÓN - CALICATA : LADO DERECHO DEL MODULO PROYECTADO

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**

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

POR TERZAGHI

**DATOS POR EL TIPO DE SUELO**

C (COHESION)	=	0.005 [kN/m <sup>2</sup> ]	B =	1.00 [m]
θ (ANGULO DE FROCCION)	=	33.00 (°)	L =	1.00 [m]
γ (PESO UNITARIO)	=	20.40 [kN/m <sup>3</sup> ]	D =	1.00 [m]

**Factor de capacidad de carga**

N <sub>q</sub>	=	32.23
N <sub>c</sub>	=	48.09
N <sub>y</sub>	=	43.159

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE ULTIMO**

q <sub>ult</sub>	=	8.974 Kg./cm <sup>2</sup>
------------------	---	---------------------------

**CARGA ADM. CON UN FACTOR DE SEGURIDAD F.S. =3**

q <sub>a</sub>	=	2.991 Kg./cm <sup>2</sup>
----------------	---	---------------------------

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**

q <sub>a</sub>	=	2.99 Kg./cm <sup>2</sup>
----------------	---	--------------------------

NOTA:

LOS DATOS TENDRAN FUEO EL CULCULO CON REFERENCIAS, UTILIZAR LAS TABLAS Y/O GRUPOS SEGUN LA NECESIDAD DEL PROYECTO.

COLLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
ALBERTO MARTINEZ WEDDKE  
INGENIERO CIVIL  
CIP 20217

Peter Hugo Villaverde Rojas  
TECNICO LABORATORIA EN  
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Reg. 82630



\* Uta. San Miguel de Chiray S/N Independencia - Huaraz \* J. Progreso 560 - San Marcos  
Telefono : F.LJO 018828490 - RPM 949004338 E-mail : vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERT. 95138



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO  
 BONIFACIO TANIA ROXANA  
 PROYECTO "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES  
 SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO  
 JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"  
 UBICACION DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH  
 FECHA DE EMISION 16 DE ABRIL DEL 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C - 02
UBICACIÓN	LADO IZQUIERDO DEL PABELLON PROYECTADO
PROFUNDIDAD (m)	3.00

TAMIZ	% QUE PASA
3"	94.7
2"	91.1
1 1/2"	84.5
1"	79.3
3/4"	75.7
1/2"	69.1
3/8"	65.6
1/4"	58.7
N°4	53.2
N°10	49.1
N°20	41.3
N°40	30.3
N°60	23.6
N°140	21.3
N°200	18.8

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS	SÍMBOLO	<b>SM</b>
	NOMBRE DE GRUPO	ARENA LIMOSA CON GRAVA

OBSERVACIÓN: LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 AGUSTO BARRERA RAMOS  
 INGENIERO CIVIL  
 U.P. 95217

Victor Hugo Villaseca  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 62659



\* Urb. San Miguel de Córcega S/N Independencia - Huanca \* J. Progreso 890 - San Marcos  
 Teléfono : F.LO 51625490 - RPM 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 2080954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

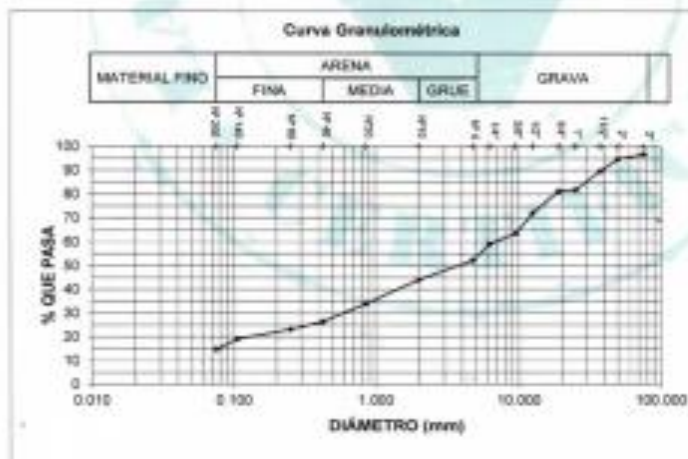
SOLICITANTE NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO  
BONIFACIO TANIA ROXANA

PROYECTO "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES  
SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS COLEGIO  
JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"

UBICACION : DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH

FECHA DE EMISION 16 DE ABRIL DEL 2019

CALICATA	C - 02
UBICACION	LADO NOROCCIDENTE DEL PABELLON DESCRIBIENDO
PROFUNDIDAD (m)	3.00



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Alberto VILLARUEVA MEDINA  
ING. CIVIL  
CIP. 8017

OBSERVACION LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Victor Hugo Villazueva Nogales  
TECNICO LABORATORISTA EN  
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Reg. 52539





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE :	NORBUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA
PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"
UBICACION :	DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH
FECHA DE EMISION :	16 DE ABRIL DEL 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129**

CALCATA :	02	MUESTRA :	M-01	PROF. (m) :	3.00
UBICACION :	LADO DERECHO DE MODULO PROYECTADO				

PRUEBA Nº	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ROTULO DE RECIPIENTE		
NÚMERO DE GOLPES		

1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)				
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)				
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)				
4	PESO DEL AGUA	(g)				
5	PESO DEL SUELO SECO	(g)				
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				



LÍMITE LÍQUIDO :	NP
LÍMITE PLÁSTICO :	NP
ÍNDICE PLÁSTICO :	NP

**Victor Hugo Villacueva Nayape**  
 TÉCNICO LABORATORISTA EN  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Reg. 62632

\* Urb. San Miguel de Chivney S/N Independencia - Huancayo \* Jr. Progreso 660 - San Marcos  
 Telefons : FLD 018826490 - RPM 945084338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 29809954173 REG. INDECOP. CERTIF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

### LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA  
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018\*  
UBICACION : DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH  
FECHA DE EMISION 16 DE ABRIL DEL 2019

#### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C - 02	UBICACION	LADO IZQUIERDO DEL PABELLON PROYECTADO	PROF. (m)	3.00
CANERA	-	MUESTRA		M-01	

1	N° DEL RECIPIENTE	1	2	
2	PESO DEL RECIPIENTE	12.0	11.0	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	60.0	72.0	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	57.2	68.3	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4)	2.8	3.7	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2)	45.2	57.3	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100	6.2	6.5	6.3

#### OBSERVACIONES

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante

TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
CP. 82639

*Hugo Villavega*  
Hugo Villavega  
TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Reg. 82639

\* Urb. San Miguel de Cloray SPA Independencia - Huacay - J. Progreso 050 - San Marcos  
Telefono: FUD 918526490 - RPM 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC: 2090064173 REG. INDECOPI CERTIF. 85136

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS - ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA		EXCAVACION : C - 02	NIVEL FREATICO : No se encuentra UBICACIÓN : PROYECTADO
PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE - YUNGAY 2018"			
UBICACIÓN : LADO IZQUIERDO DEL PABELLON PROYECTADO		F/ EMISION : HUARAZ, 16 DE ABRIL DEL 2019	
METODO DE EXCAV.: Manual			
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.50	Re		4.6 SUELO ARENOSO CON LIMOS Y GRAVAS, SEMIHUMEDO, DE COLOR MARRON CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE HERBACEAS ESCASAS; ADEMAS GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES MAYORES A 3"  S / M
3.00	SM		6.3 ARENA LIMOSA CON GRAVA; MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y SIN PLASTICIDAD. HUMEDO, COMPACTO, DE COLOR MARRON OSCURO, GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MINIMAS, MNORES A 2"  M-01 NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS S/M: Sin muestra M-1: Muestra alterada N°1 Re Material de relleno			

COLEGIO DE INGENIEROS DEL ICFP

*Alberto Villalba Medina*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 96217

*Victor Hugo Villalba*  
TÉCNICO LABORATORISTA EN  
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Reg. 62639

SUELO CONCRETO  
VH  
LABORATORIO

\* Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz \* Jr. Progreso 660 - San Marcos  
Telefono : FJO 916826490 - RPM 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO

SOLICITANTE :NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS -  
ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA

PROYECTO "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SISMICOS DE UN  
PABELLON DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE -  
YUNGAY 2018"

UBICACIÓN DISTRITO DE TINGUA, PROVINCIA DE YUNGAY -  
ANCASH

FECHA DE EMISION HUARAZ 16 DE ABRIL DEL 2019

CALICATA C-02

CLASIFICACION SUCS GP - GM

UBICACIÓN - CALICATA LADO IZQUIERDO DEL MODULO PROYECTADO

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**

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

POR TERZAGHI

**DATOS POR EL TIPO DE SUELO**

C (COHESION)	=	0.098 [kN/m <sup>2</sup> ]	B =	1.00 [m]
θ (ANGULO DE FRICCIÓN)	=	32.30 [°]	L =	1.00 [m]
g (PESO UNITARIO)	=	19.42 [kN/m <sup>3</sup> ]	D =	1.00 [m]

**Factor de capacidad de carga**

N <sub>q</sub>	=	28.517
N <sub>c</sub>	=	44.036
N <sub>γ</sub>	=	36.888

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE ULTIMO**

q<sub>ult</sub> = 7.548 Kg./cm<sup>2</sup>

**CARGA ADM. CON UN FACTOR DE SEGURIDAD F.S. =3**

q<sub>a</sub> = 2.516 Kg./cm<sup>2</sup>

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**

**q<sub>a</sub> = 2.52 Kg./cm<sup>2</sup>**

NOTA:

LOS DATOS TOMADOS PARA EL CALCULO SON REFERENCIALES. UTILIZAR LAS DIMENSIONES SEGUN LA NECESIDAD DEL PROYECTO.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Alberto Villarreal Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 90217

Victor Hugo Villanueva Najarro  
TÉCNICO LABORATORISTA EN  
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Reg. 62639

CONCRETO  
LABORATORIO

\* Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz \* Jr. Progreso 660 - San Marcos  
Telefono : FIJO 916826490 - RPM 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC : 20800954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136

## Anexo N° 08: Resultados de diseño estructural con y sin aisladores sísmicos.

### 1. Propiedades de los materiales

#### 1.1. Concreto armado

Elementos estructurales

Resistencia a Compresión :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Peso Específico :  $\gamma_m = 2400 \text{ Kg/m}^3$

Módulo de Elasticidad :  $E'c = 218819.79 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Corte :  $Gc = 95139.038 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Poisson :  $0.15 \rightarrow$  Rígido

El módulo de Elasticidad del concreto,  $E_c$ , se calcula usando la expresión de la sección 8.5 del ACI 318 2019, cuyas unidades en  $\text{Kg/cm}^2$  se muestran a continuación:

$$E_c = 15100\sqrt{f'c} \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

El módulo de corte,  $G_c$  se calcula mediante la siguiente relación:

$$G_c = \frac{E}{2(\nu + 1)} \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

#### 1.2. Acero de refuerzo ASTM A615 – GRADO 60

Límite de Fluencia :  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia a la Tracción :  $R = 6300 \text{ Kg/cm}^2$

Alargamiento en 200mm

Diámetros:

6mm, 8mm, 3/8", 12mm, 1/2", 5/8" y 3/4"..... 9% mínimo

1"..... 8% mínimo

1 3/8"..... 7% mínimo

**Tabla N° 01**  
**Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)**

<b>Materia Prima</b>	<b>Denominación</b>	<b>Unidad fb</b>	<b>Pilas f'm</b>	<b>Muretes vm</b>
<b>Arcilla</b>	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
<b>Silice-cal</b>	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dedalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
<b>Concreto</b>		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
	Bloque Tipo P (*)	6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
	Bloque Tipo P (*)	7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

▪ Propiedades generadas en un laboratorio

### 1.3. Albañilería para muros estructurales

Resistencia a Compresión :  $f'm = 55 \text{ Kg/cm}^2$  Dimensiones 13x23x09 cm,  
t=13-23 cm espesores efectivos

Peso Específico :  $\gamma_m = 1800 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow 1900 \text{ kg/m}^3$  (Incluye el tarrajeo)

Módulo de Elasticidad :  $E'm = 27,500 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia al Corte Puro :  $v'm = 7.416 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Corte :  $G_m = 11,000 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Poisson : 0.25  $\rightarrow$  Dúctil, Flexible

Mortero : 1: 1: 4 Cemento: Cal: Arena

El módulo de Elasticidad de la Albañilería,  $E_m$ , se calcula usando la expresión de la sección 8.5 del ACI 318 2019, cuyas unidades en  $\text{Kg/cm}^2$  se muestran a continuación:

$$E_m = 500f'm \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

El módulo de corte,  $G_c$  se calcula mediante la siguiente relación:

$$G_m = \frac{E}{2(v + 1)} \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

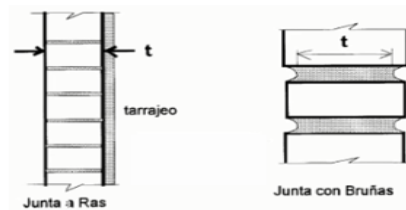
Ladrillos clase IV sólidos (30% de huecos), tipo King Kong de arcilla, t=13cm,  
 $f'b=14.5\text{Mpa}$

## 1.4. Espesor efectivo en albañilería según E. 070

Espesor Efectivo de Muros "t"

Para la zona sísmica 4, el espesor efectivo mínimo, descontando tarrajeo, es:

$$t_{\min} = \frac{h}{20} = \frac{260\text{cm}}{20}$$
$$t_{\min} = 13.00\text{cm}$$
$$t_{\min} = 13.00\text{cm}$$



Donde:

L= Longitud total del muro incluyendo sus columnas (solo intervienen muros con  $L \geq 1.20\text{m}$ )

t= espesor efectivo

La altura de entrepiso del proyecto es de 3.15mts, en el caso se plante muros de soga se deberá limitar la altura hasta 2.60mts teniendo 0.55mts para destinado para vigas soleras.

## 2. Asignación de cargas para coberturas

Se incorporaron los casos de carga sísmica, teniendo en cuenta los parámetros de sitio, pero la condición más desfavorable son las cargas gravitacionales sumadas a las cargas de Viento.

### 2.1. Cargas:

#### 2.1.1. Carga Muerta DL

Como cargas muertas se consideraron los siguientes:

DL1: Peso Propio de los elementos (Determinado por el programa sap2000v21.1)

DL2: 5kgf/m<sup>2</sup> (Cobertura Liviana)

DL3: 5Kgf/m<sup>2</sup> (Arriostres)

#### 2.1.2. Carga Viva LL

Estructura Principal - Cobertura:

LL1: 30Kgf/m<sup>2</sup> (Sobrecarga de Techo)

#### 2.1.3. Carga de nieve (SNOW) – DYNAMICS LOAD

LS1: 100Kgf/m<sup>2</sup>

#### 2.1.4. Carga de viento WL

Estructura Principal - Cobertura:

El cálculo de la carga de viento se desarrolla de acuerdo a la normativa E020

(Cargas) del RNE.

$V = 75.00 \text{ Km/h}$  (Velocidad de diseño hasta una altura de 10m)

$V_h = 75.00 \text{ Km/h}$  (Velocidad de diseño)

$C = +0.70$  Barlovento (factor de forma)

$C = -0.70$  Sotavento (factor de forma)

$P_h = +19.69 \text{ Kgf/m}^2$  Presión de Barlovento

$P_h = -19.69 \text{ Kgf/m}^2$  Presión de Sotavento

Las cargas de viento y sismo no deben ser consideradas en simultáneo para una misma combinación.

Para el caso del doble signo (+/-) descrito por el RNE, debido a que se trata del análisis de una Cobertura los esfuerzos producidos por la acción del viento son totalmente diferentes para los casos de presión y succión, motivo por el cual estos valores son evaluados y tomados directamente del Este, en este sentido las combinaciones solo considerada con el signo positivo.

### **3. Asignación de Cargas Estáticas en las Estructura**

#### **3.1. Cargas:**

##### **3.1.1. Carga muerta DL en entresijos**

Como cargas muertas se consideraron los siguientes:

DL1: Peso Propio de los elementos (Determinado por el programa sap2000v20)

DL2:  $100 \text{ kgf/m}^2$  (Acabados)

DL3:  $210 \text{ Kgf/m} \times 1.15 \text{ m} = 241.50 \text{ Kgf/ml}$  (Tabiquería 01)

DL4:  $210 \text{ Kgf/m} \times 1.65 \text{ m} = 346.50 \text{ Kgf/ml}$  (Tabiquería 02)

DL5:  $210 \text{ Kgf/m} \times 1.10 \text{ m} = 231.00 \text{ Kgf/ml}$  (Tabiquería 03)

##### **3.1.2. Carga muerta en zapata corrida perimetral**

DL6:  $150 \text{ kgf/m}^2$  (Carga Equivalente)

DL7:  $250 \text{ Kgf/m}^2$  (Carga Falso Piso & Piso)

##### **3.1.3. Carga viva – sobrecarga**

LL1:  $300 \text{ Kgf/m}^2$  (Sobrecarga de Techo)

LL1:  $400 \text{ Kgf/m}^2$  (Sobrecarga de Techo en Voladizo Corredizo)



#### 4. Densidad de muros de albañilería

(Parametro de Control de Densidad de Muros)

Z :0.35       $\frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} = \frac{0.35 \times 2 \times 1.2 \times 3.00}{56} = 0.032$

U :1.50

S :1.15

Area (Ap) :259.082      441.45 cm<sup>2</sup>

Nº Pisos :3.00

f<sub>c</sub> :280kg/cm<sup>2</sup>      E<sub>c</sub>=218819.79 kg/cm<sup>2</sup>      Relacion Modular

f<sub>m</sub> :55 kg/cm<sup>2</sup>      E<sub>m</sub>=27500 kg/cm<sup>2</sup>      n= 7.96

Direccion X-X						
Muro	Nº	L(m)	t(m)	Nm(m)	Ac(m <sup>2</sup> )	AcxNm
COL1	4	0.600	0.30	7.96	0.72	5.73
COL2-3	10	0.930	0.30	7.96	2.79	22.20
1.53					$\frac{\sum Lxt}{Ap} =$	0.108
						<b>OK</b>
Direccion Y-Y						
Muro	Nº	L(m)	t(m)	Nm(m)	Ac(m <sup>2</sup> )	AcxNm
MY1	1	7.000	0.23	1.00	1.61	1.61
MY2	1	7.000	0.23	1.00	1.61	1.61
MY3	1	7.000	0.23	1.00	1.61	1.61
MY4	1	7.000	0.23	1.00	1.61	1.61
COL1	4	0.600	0.30	7.96	0.72	5.73
COL2	6	0.700	0.30	7.96	1.26	10.03
COL3	4	0.600	0.30	7.96	0.72	5.73
29.9					$\frac{\sum Lxt}{Ap} =$	0.108
						<b>OK</b>

Necesitas  
0.0 m /muro de 13  
0.00 m /muro de 23  
0.0 m /PL de 15  
0.0 m /PL de 25

#### 5. Predimensionamiento de vigas principales (luz 7.00mts)

##### 5.1. Predimensionamiento empírico

Para prediseñar tengo que basarme en el código, alturas mínimas para vigas que soportan elementos que NO pueden registrar grandes deflexiones con apoyos continuos.

$$Ln = 7.00000 \text{ m}$$

Calculando       $h = \frac{Ln}{12} = 0.58 \text{ m}$       Base mínima       $b \cong \frac{h}{2} = 0.29 \text{ m}$        $b \cong \frac{h}{3} = 0.19 \text{ m}$

Base req.      **0.25 m**      VP 0.25x0.58

Calculando       $h = \frac{Ln}{10} = 0.70 \text{ m}$       Base mínima       $b \cong \frac{h}{2} = 0.35 \text{ m}$        $b \cong \frac{h}{3} = 0.23 \text{ m}$

Base req.      **0.29 m**      VP 0.29x0.7

## 5.2. Predimensionamiento ACI318-19

Cargas consideradas:

Peso Aligerado 20:	300 Kg/m <sup>2</sup>		
Peso Tabiquería:	0 Kg/m <sup>2</sup>		
Peso Acabado:	100 Kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga:	300 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Carga Muerta</b>	<b>400 Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Carga Viva</b>	<b>300 Kg/m<sup>2</sup></b>

### EJE X-X EJE HORIZONTAL VIGAS PRINCIPALES

Longitud viga principal :	7.000 m	Asignar la Longitud mas critica
Ancho Tributario:	4.275 m	$\alpha$ : Coeficiente de momento
		B : Dimension transversal tributaria
		Ln : Longitud libre
		Wu : Carga por unidad de area.

Coef. Mom.	
S/C	$\alpha$
200	13
250	12
300	11.2
500	11
750	10
1000	9

Combinacion de cargas:

$$Wu = 1.4wd + 1.7wl = 0.1070 \text{ Tn/m}^2$$

$$Mu = WuBLn^{\frac{2}{x}} = 0.6475 \text{ Tn/m}^2$$

Predimensionamiento según ACI 318 -14

$$h = \frac{Ln}{\left(\frac{4}{\sqrt{Wu}}\right)} = 0.57 \text{ m} \quad \text{Redondeando} \quad h = 0.60 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2} \geq 0.25 \quad 0.29 \text{ m} \quad \text{Redondeando} \quad b = 0.30 \text{ m}$$

VP 0.3x0.6

## 6. Predimensionamiento aligerado unidireccional

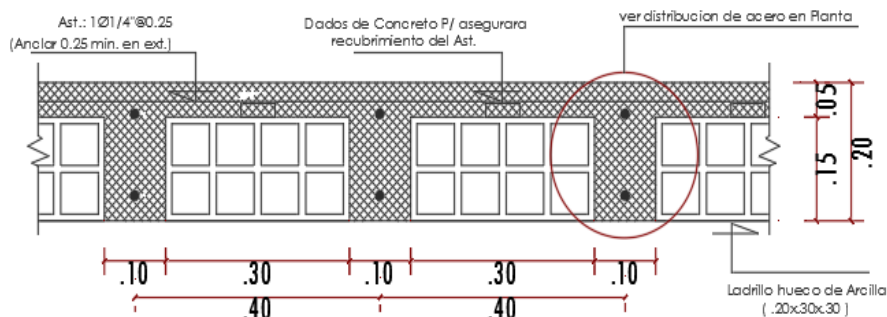
S/C:Kg/m <sup>2</sup>	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Peralte(h)	L/32	L/31	L/30	L/28	L/26	L/24	L/22	L/21	L/20	L/19

Para sobrecarga de Instituciones Educativas E.020 RNE

L= Longitud de las viguetas, transversales a la viga principal de 4.275mts

Peralte Efectivo de 0.17825mts, Considerando 0.20 mts

Una vez que tenemos creados los patrones de carga que necesitamos para este proyecto, procedemos a asignar las cargas de acuerdo con el tipo de carga que se tiene. Los valores para cada tipo de carga se detallan en las imágenes.



PESO DE LADRILLO 8.33 7.80 kg 64.97 kg/m<sup>2</sup>

**CARGA EN ENTREPISOS**

CM			CV		
Cielor.+Acabado	100.00 kg/m <sup>2</sup>	0.40 m	40.00 kg/m	<b>300.00 kg/m<sup>2</sup></b>	0.40 m
Ladrillo	64.97 kg/m <sup>2</sup>	0.40 m	25.99 kg/m		
	<b>164.97 kg/m<sup>2</sup></b>		<b>65.99 kg/m</b>		
			<b>0.066 Tnf/m</b>		

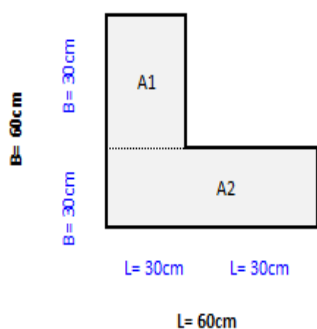
CVC			CVC		
	<b>120.00 kg/m</b>		<b>400.00 kg/m<sup>2</sup></b>	0.40 m	<b>160.00 kg/m</b>
	<b>0.120 Tnf/m</b>				<b>0.160 Tnf/m</b>



**LADRILLO HUECO 15**

Medidas promedio (cm): 30 x 30 x 15  
 Unidades promedio / m<sup>2</sup>: 9  
 Peso kg. Promedio: 7.8  
 Eflorescencia: No  
 Absorción: < 18%  
 Utilización: Losas de techo aligeradas de luces menores a 5 m.

**7. Columnas asimétricas**



**COLUMNA L**

	Area	X	Ŷ	AreaX	AreaŶ
A1	0.090m <sup>2</sup>	0.1500	0.4500	0.013500	0.040500
A2	0.180m <sup>2</sup>	0.3000	0.1500	0.054000	0.027000
AreaT.	0.270m <sup>2</sup>			0.067500	0.067500

X	Ŷ
0.250000	0.250000

21.12500000  
21.12500000

**MOMENTOS DE INERCIA DE A1 CON RESPECTO A X**

$$I_{x1} = I_{x1} + A_1 d^2$$

$$I_{x1} = \frac{bh^3}{12} + A_1 (Y_1 - Y_c)^2$$

$$I_{x1} = 67,500.00\text{cm}^4 + 360,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{x1} = 427,500.00\text{cm}^4$$

**MOMENTOS DE INERCIA DE A2 CON RESPECTO A X**

$$I_{x2} = I_{x2} + A_2 d^2$$

$$I_{x2} = \frac{bh^3}{12} + A_2 (Y_2 - Y_c)^2$$

$$I_{x2} = 135,000.00\text{cm}^4 + 180,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{x2} = 315,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{xTotal} = I_{x1} + I_{x2} = 742,500.00\text{cm}^4$$

**MOMENTO DE INERCIA CON RESPECTO AL EJE X**

$$I_x = 2,430,000.00\text{cm}^4$$

**MOMENTOS DE INERCIA DE A1 CON RESPECTO A Y**

$$I_{y1} = I_{y1} + A_1 d^2$$

$$I_{y1} = \frac{bh^3}{12} + A_1 (X_1 - X_c)^2$$

$$I_{y1} = 67,500.00\text{cm}^4 + 90,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{y1} = 157,500.00\text{cm}^4$$

**MOMENTOS DE INERCIA DE A2 CON RESPECTO A Y**

$$I_{y2} = I_{y2} + A_2 d^2$$

$$I_{y2} = \frac{bh^3}{12} + A_2 (X_2 - X_c)^2$$

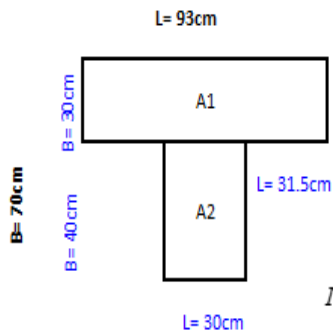
$$I_{y2} = 540,000.00\text{cm}^4 + 45,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{y2} = 585,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{yTotal} = I_{y1} + I_{y2} = 742,500.00\text{cm}^4$$

**MOMENTO DE INERCIA CON RESPECTO AL EJE Y**

$$I_y = 2,430,000.00\text{cm}^4$$



COLUMNA T 1

	Area	X	$\hat{Y}$	AreaX	Area $\hat{Y}$
A1	0.279m <sup>2</sup>	0.4650	0.5500	0.129735	0.153450
A2	0.120m <sup>2</sup>	0.4650	0.2000	0.055800	0.024000
AreaT.	0.399m <sup>2</sup>			0.185535	0.177450

X	$\hat{Y}$
0.465000	0.444737

MOMENTOS DE INERCIA DE A1 CON RESPECTO A X

$$I_{x1} = I_{x1} + A_1 d^2$$

$$I_{x1} = \frac{bh^3}{12} + A_1 (Y_1 - Y_2)^2$$

$$I_{x1} = 209,250.00\text{cm}^4 + 309,141.27\text{cm}^4$$

$$I_{x1} = 518,391.27\text{cm}^4$$

$$I_{xTotal} = I_{x1} + I_{x2} = 1,397,144.74\text{cm}^4$$

MOMENTO DE INERCIA CON RESPECTO AL EJE X

$$I_x = 9,289,000.00\text{cm}^4$$

MOMENTOS DE INERCIA DE A1 CON RESPECTO A Y

$$I_{y1} = I_{y1} + A_1 d^2$$

$$I_{y1} = \frac{bh^3}{12} + A_1 (X_1 - X_2)^2$$

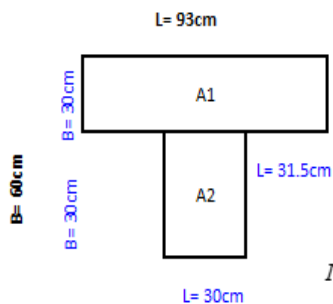
$$I_{y1} = 2,010,893\text{cm}^4 + 0,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{y1} = 2,010,892.50\text{cm}^4$$

$$I_{yTotal} = I_{y1} + I_{y2} = 2,100,892.50\text{cm}^4$$

MOMENTO DE INERCIA CON RESPECTO AL EJE Y

$$I_y = 10,728,270.00\text{cm}^4$$



COLUMNA T 2

	Area	X	$\hat{Y}$	AreaX	Area $\hat{Y}$
A1	0.279m <sup>2</sup>	0.4650	0.4500	0.129735	0.125550
A2	0.090m <sup>2</sup>	0.4650	0.1500	0.041850	0.013500
AreaT.	0.369m <sup>2</sup>			0.171585	0.139050

X	$\hat{Y}$
0.465000	0.376829

MOMENTOS DE INERCIA DE A1 CON RESPECTO A X

$$I_{x1} = I_{x1} + A_1 d^2$$

$$I_{x1} = \frac{bh^3}{12} + A_1 (Y_1 - Y_2)^2$$

$$I_{x1} = 209,250.00\text{cm}^4 + 149,375.37\text{cm}^4$$

$$I_{x1} = 358,625.37\text{cm}^4$$

$$I_{xTotal} = I_{x1} + I_{x2} = 889,189.02\text{cm}^4$$

MOMENTO DE INERCIA CON RESPECTO AL EJE X

$$I_x = 6,129,000.00\text{cm}^4$$

MOMENTOS DE INERCIA DE A1 CON RESPECTO A Y

$$I_{y1} = I_{y1} + A_1 d^2$$

$$I_{y1} = \frac{bh^3}{12} + A_1 (X_1 - X_2)^2$$

$$I_{y1} = 2,010,893\text{cm}^4 + 0,000.00\text{cm}^4$$

$$I_{y1} = 2,010,892.50\text{cm}^4$$

$$I_{yTotal} = I_{y1} + I_{y2} = 2,078,392.50\text{cm}^4$$

MOMENTO DE INERCIA CON RESPECTO AL EJE Y

$$I_y = 10,057,095.00\text{cm}^4$$

**VERIFICACION FISURACION Y RESISTENCIA GLOBAL**

**PRIMER PISO**

Direccion Y

MURO	L	t	Pg	Ve	Me	a	Vm	.55Vm	Vm/Ve1	Vu	Mu
MY1	3.50	0.23	17.14	7.27	30.25	0.84	16.03	8.82	2.20	16.03	66.70
MY2	3.50	0.23	26.09	11.67	54.35	0.75	28.33	15.58	2.43	28.33	131.94
							44.36				

$$\frac{\sum Vm}{Ve1} = 1.02$$

**SEGUNDO PISO**

Direccion Y

MURO	L	t	Pg	Ve	Me	a	Vm	.55Vm	Vm/Ve1	Vu	Mu
MY1	3.50	0.23	11.88	4.91	14.29	1.00	20.04	11.02	2.20	10.83	31.51
MY2	3.50	0.23	17.21	10.43	10.43	1.00	35.02	19.26	2.43	25.32	25.32
							55.06				

$$\frac{\sum Vm}{Ve1} = 1.58$$

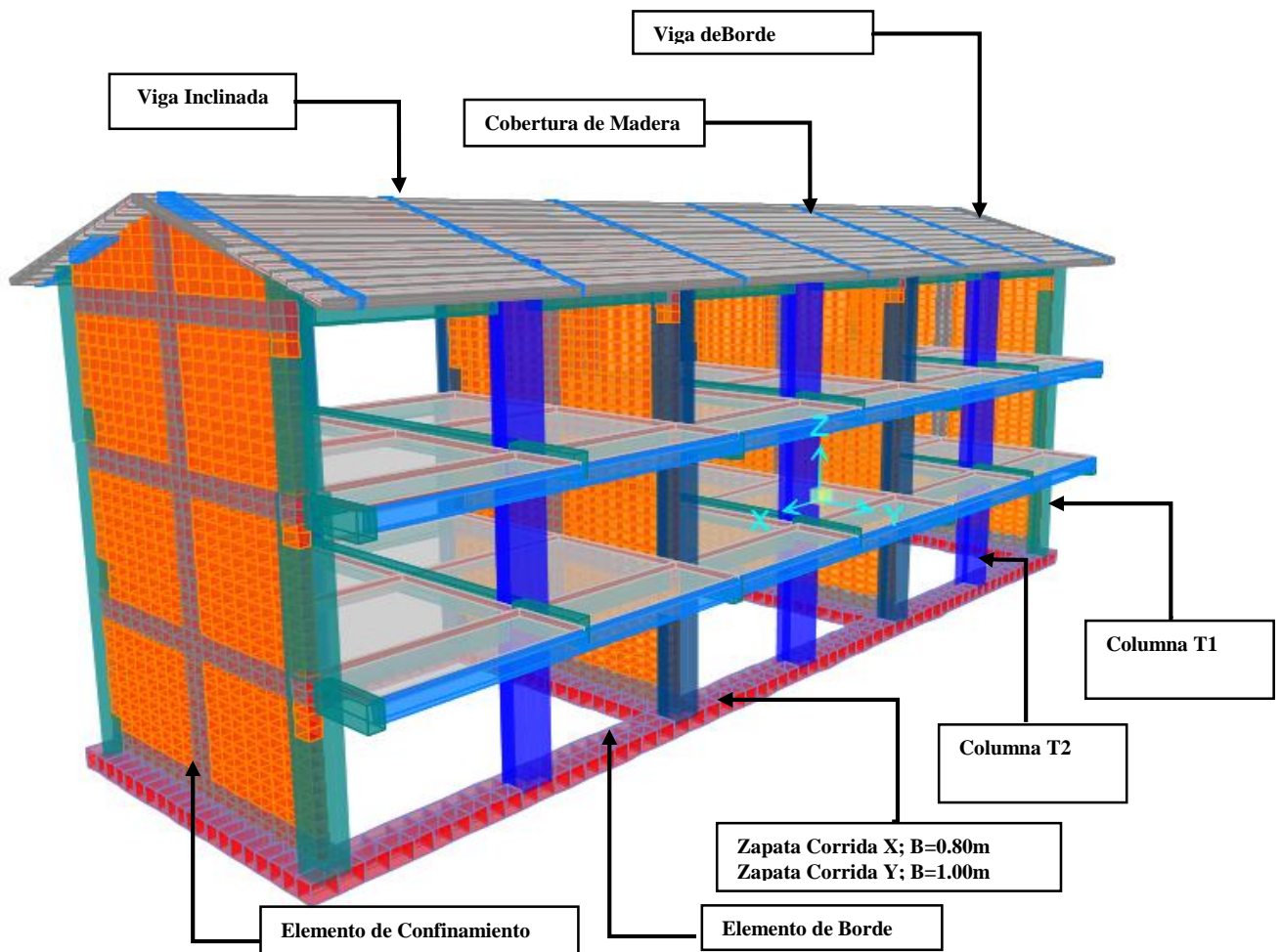
**TERCER PISO**

Direccion Y

MURO	L	t	Pg	Ve	Me	a	Vm	.55Vm	Vm/Ve1	Vu	Mu
MY1	3.50	0.23	5.96	1.73	3.68	1.00	22.97	12.63	2.20	3.81	8.11
MY2	3.50	0.23	7.81	6.13	9.77	1.00	32.86	18.07	2.43	14.88	23.72
							55.83				

$$\frac{\sum Vm}{Ve1} = 3.10$$

**8. Modelo representativo computacional global**



Sistema Estructural en la Dirección X (Lado Longitudinal del Pabellón): Pórticos.

Sistema Estructural en la Dirección Y (Lado Corto del Pabellón o Paralelo a los Muros):  
Albañilería.

### 9. Pesos sísmico efectivo

El Peso Sísmico Efectivo del edificio se determina en concordancia con la NTE E.030 que se presenta.

#### Estimación del Peso (*P*)

El peso (*P*), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Como el edificio tendrá uso especificado, entonces, de acuerdo con la Tabla N°5 de la NTE E. 030 de Diseño Sismo resistente, la categoría de edificación que le corresponde es A2.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como <b>instituciones educativas</b>, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5

A manera de fórmula, el peso sísmico efectivo del edificio, *P*, se determinará como:

$$P = (\text{Peso Propio} + \text{Dead}) + 0.50\text{Live}$$

## 10. Parámetros Sísmicos

Para determinar el Cortante estático en la Base,  $V$  del Módulo, debemos recurrir a la expresión que mostramos a continuación:

$$V = \frac{zucs}{R} P$$

La NTE E.030 nos indica que la siguiente expresión:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

La manera correcta de determinar el Cortante en la Base del Edificio es el siguiente:

### 10.1. Periodo fundamental

$$T = H_n / C_t \text{ (E030 2018)}$$

**T** : Periodo fundamental de vibración

**H<sub>n</sub>**: Altura de la edificación.....9.45m

**C<sub>t</sub>** : Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de escaleras..... 45

$$T = 9.45m / 45 = 0.21 \text{ segundos}$$

### 10.2. Coeficiente de amplificación sísmica, C

En concordancia con el tipo de suelo, mediante la expresión del **Artículo 7 de la E.030 2018**.

$$T < T_p \quad C = 2.5 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p * T_L}{T} \right) \dots\dots\dots(3)$$

### 10.3. Factor de reducción sísmica, R

Z3=0.35    U=1.50    S=1.15    T<sub>p</sub>=0.60    T<sub>L</sub>=2.00

R<sub>ox</sub>=8.00    R<sub>x</sub>=8.00    Sistema Aporticado.

R<sub>oy</sub>=6.00    R<sub>y</sub>=6.00    Sistema de Albañileria (Esfuerzo Admisibles) Sismo Moderado.

R<sub>oy</sub>=3.00    R<sub>y</sub>=3.00    Sistema de Albañileria (Esfuerzo Ultimo) Sismo Severo.

**(ESTO ES DE LA NORMA E-070 ALBAÑILERÍA)**

El periodo fundamental de la estructura **T = 0.21seg.** es menor al  $T_p$  (condición 1)

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

**Evaluar C/R**

$$\frac{C}{R_y} = \frac{2.5}{3} = 0.8333 \quad 0.8333 \geq 0.11 \quad \frac{C}{R_y} = 0.8333$$

$$\frac{C}{R_x} = \frac{2.5}{8} = 0.3125 \quad 0.3125 \geq 0.11 \quad \frac{C}{R_x} = 0.3125$$

**Cálculo de los coeficientes**

$$\frac{ZUCS}{R_y} = 0.35 \times 1.50 \times 1.15 \times 0.8333 = 0.503105 \quad \text{Sistema Albañilería.}$$

$$\frac{ZUCS}{R_x} = 0.35 \times 1.50 \times 1.15 \times 0.3125 = 0.188672 \quad \text{Sistema Aporticado.}$$

<b>Cuadro N° 01: Fuerzas Inerciales Estáticas</b>								
	D+0.5L Tonf	H m	WxH m	A m	$\alpha V_x$ m		$\alpha V_y$ m	
TECHO	90.848400	10.000000	908.484000	0.204328	28.987414	0.526498	77.299770	0.526498
NIVEL 03	94.058400	9.450000	888.851880	0.199913	28.361003	0.515121	75.629340	0.515121
NIVEL 02	273.892400	6.300000	1725.522120	0.388089	55.057022	1.000000	146.818725	1.000000
NIVEL 01	293.125450	3.150000	923.345168	0.207670	29.461596	0.535111	78.564255	0.535111
NIVEL 00	101.834100	0.000000	0.000000	0.000000	19.213231	0.348970	51.235282	0.348970
	853.758750		4446.203168					

**Cuadro N° 02: Resumen de cargas por nivel para hallar las fuerzas horizontales**

TECHO		TERCER NIVEL		SEGUNDO NIVEL		PRIMER NIVEL		BASE	
CS Tonf	D+0.5L Tonf	CS Tonf	D+0.5L Tonf	CS Tonf	D+0.5L Tonf	CS Tonf	D+0.5L Tonf	CS Tonf	D+0.5L Tonf
5.9485	5.9485	4.2995	4.2995	18.28	16.0677	14.2752	13.3195	8.6836	7.89895
6.1003	6.1003	7.8264	7.8264	12.1815	11.3528	18.7279	16.52035	5.5819	5.0775
5.9485	5.9485	4.3015	4.3015	19.9697	18.0869	22.0458	20.0384	8.6836	7.89895
6.1003	6.1003	7.8613	7.8613	28.3246	24.4909	28.8685	25.02435	5.5819	5.0775
7.6058	7.6058	9.2101	9.2101	20.8539	18.7423	23.1481	20.89545	10.944	9.9551
7.6059	7.6059	9.2689	9.2689	33.0993	29.09855	35.3513	31.21605	10.944	9.9551
6.1149	6.1149	4.2596	4.2596	17.3575	15.29695	17.7515	15.70485	5.556	5.05395
6.1149	6.1149	4.2615	4.2615	26.8946	23.29785	27.3679	23.77295	5.556	5.05395
5.9485	5.9485	4.2995	4.2995	12.2194	11.39075	14.3142	13.3585	8.6836	7.89895
6.1003	6.1003	7.8394	7.8394	18.282	16.0697	18.7298	16.52225	5.5819	5.0775
5.9485	5.9485	4.2996	4.2996	19.5505	17.66765	21.626	19.6186	8.6836	7.89895
6.1003	6.1003	7.8484	7.8484	28.3216	24.4879	28.865	25.0209	5.5819	5.0775
7.6059	7.6059	9.2324	9.2324	20.8648	18.7532	23.1594	20.90675	10.944	9.9551
7.6058	7.6058	9.2503	9.2503	33.09	29.08925	35.3418	31.20655	10.944	9.9551
<b>90.8484</b>	<b>90.8484</b>	<b>94.0584</b>	<b>94.0584</b>	<b>309.2894</b>	<b>273.8924</b>	<b>329.5724</b>	<b>293.12545</b>	<b>111.95</b>	<b>101.8341</b>



**Cuadro N° 03: Cargas del techo para hallar las fuerzas horizontales**

TABLE: TECHO											
Eje	Descripción	Joint	Comb.	F1	F2	F3	M1	M2	M3	CS	D+0.5L
		Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf	Tonf
A1	Col. L Posterior	19	CM	0.0902	-0.4459	5.9485	-0.078	-0.09949	-3.9E-05	5.9485	5.9485
A2	Col. T1 Posterior	21	CM	-0.0068	-0.5978	6.1003	-0.15051	0.00219	2E-06	6.1003	6.1003
E1	Col. L Frontal	754	CM	0.0901	0.4466	5.9485	0.07759	-0.09952	0.00539	5.9485	5.9485
E2	Col. T1 Frontal	755	CM	-0.007	0.5974	6.1003	0.15075	0.00205	2E-06	6.1003	6.1003
A3	Col. T2 Posterior	1211	CM	-0.00081	-1.0343	7.6058	-0.11987	0.00039	-8.4E-05	7.6058	7.6058
E3	Col. T2 Frontal	1253	CM	-0.0011	1.0341	7.6059	0.11996	0.00025	8.71E-05	7.6059	7.6059
A4	Col. T1 Posterior	2196	CM	0.000128	-0.619	6.1149	-0.15603	6.97E-05	2E-06	6.1149	6.1149
E4	Col. T1 Frontal	2239	CM	-0.00013	0.619	6.1149	0.15603	-7E-05	2E-06	6.1149	6.1149
A7	Col. T2 Posterior	7155	CM	-0.0901	-0.4466	5.9485	-0.07759	0.09952	0.00539	5.9485	5.9485
A6	Col. T1 Posterior	7156	CM	0.007	-0.5974	6.1003	-0.15075	-0.00205	2E-06	6.1003	6.1003
E7	Col. T2 Frontal	7682	CM	-0.0902	0.4459	5.9485	0.078	0.09949	-0.00539	5.9485	5.9485
E6	Col. T1 Frontal	7683	CM	0.0068	0.5978	6.1003	0.15051	-0.00219	2E-06	6.1003	6.1003
A5	Col. T2 Posterior	8139	CM	0.0011	-1.0341	7.6059	-0.11996	-0.00025	8.71E-05	7.6059	7.6059
E5	Col. T2 Frontal	8181	CM	0.000812	1.0343	7.6058	0.11987	-0.00039	-8.4E-05	7.6058	7.6058
										90.8484	90.8484

**Cuadro N° 04: Cargas del tercer nivel para hallar las fuerzas horizontales**

TABLE: TERCER NIVEL											
Eje	Descripción	Joint	Comb.	F1	F2	F3	M1	M2	M3	CS	D+0.5L
		Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf	Tonf
A1	Col. L Posterior	12	CM	-0.0055	0.0052	4.2995	-0.00222	-0.00481	5.22E-05	4.2995	4.2995
A2	Col. T1 Posterior	98	CM	0.1578	0.0908	7.8264	-0.08241	0.14265	-0.00048	7.8264	7.8264
E1	Col. L Frontal	751	CM	-0.0048	-0.0079	4.3015	0.01052	-0.00507	5.22E-05	4.3015	4.3015
E2	Col. T1 Frontal	777	CM	0.1565	-0.1063	7.8613	0.09515	0.13955	0.00054	7.8613	7.8613
A3	Col. T2 Posterior	1251	CM	-0.00046	-0.4067	9.2101	0.13571	-0.00093	4.28E-05	9.2101	9.2101
E3	Col. T2 Frontal	1322	CM	0.000347	0.184	9.2689	-0.16202	0.00086	4.68E-05	9.2689	9.2689
A4	Col. T1 Posterior	2193	CM	0.000304	0.0047	4.2596	-0.00256	0.00078	5.22E-05	4.2596	4.2596
E4	Col. T1 Frontal	2236	CM	-0.0019	0.2496	4.2615	0.0085	-0.00231	5.22E-05	4.2615	4.2615
A7	Col. T2 Posterior	7152	CM	0.0062	0.006	4.2995	-0.00454	0.00648	5.22E-05	4.2995	4.2995
A6	Col. T1 Posterior	7180	CM	-0.1571	0.0967	7.8394	-0.08736	-0.141	0.00054	7.8394	7.8394
E7	Col. T2 Frontal	7679	CM	0.0055	-0.0071	4.2996	0.00814	0.00482	-1.09784	4.2996	4.2996
E6	Col. T1 Frontal	7705	CM	-0.1572	-0.1004	7.8484	0.09018	-0.14121	-0.00048	7.8484	7.8484
A5	Col. T2 Posterior	8250	CM	0.000533	0.1822	9.2324	-0.16111	0.00102	4.67E-05	9.2324	9.2324
E5	Col. T2 Frontal	8677	CM	-0.00037	-0.1908	9.2503	0.16854	-0.00091	4.65E-05	9.2503	9.2503
										94.0584	94.0584

**Cuadro N° 05: Cargas del segundo nivel para hallar las fuerzas horizontales**

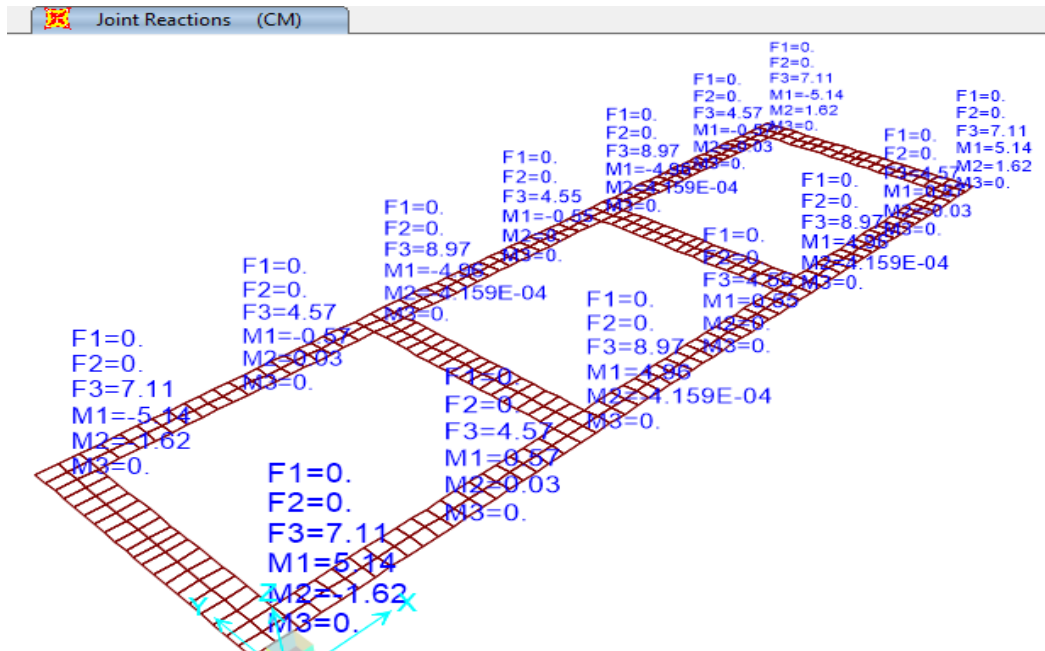
TABLE: SEGUNDO NIVEL											
Eje	Descripción	Joint Text	Comb. Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m	CS Tonf	D+0.5L Tonf
A1	Col. L Posterior	14	CM	-0.179	3.63	13.8554	-3.31621	-0.17052	0.00013	18.28	16.0677
A2	Col. T1 Posterior	18	CM	0.7546	0.1581	10.5241	0.225	0.77699	-0.04252	12.1815	11.3528
E1	Col. L Frontal	748	CM	1.1624	-0.3946	16.2041	-0.0552	1.08563	0.04105	19.9697	18.0869
E2	Col. T1 Frontal	753	CM	-0.272	-1.8694	20.6572	2.00844	-0.26212	0.00013	28.3246	24.4909
A3	Col. T2 Posterior	1238	CM	0.015	0.789	16.6307	-0.24096	0.01526	-1.2E-05	20.8539	18.7423
E3	Col. T2 Frontal	1278	CM	0.0193	-0.8094	25.0978	0.21906	0.01692	0.00022	33.0993	29.09855
A4	Col. T1 Posterior	2195	CM	0.000937	3.43	13.2364	-3.1246	0.00193	0.00013	17.3575	15.29695
E4	Col. T1 Frontal	2238	CM	-0.0015	-6.4318	19.7011	1.88004	-0.00292	0.00013	26.8946	23.29785
A7	Col. T2 Posterior	7149	CM	-0.7528	0.1699	10.5621	0.21437	-0.7733	0.04269	12.2194	11.39075
A6	Col. T1 Posterior	7154	CM	0.1811	3.6339	13.8574	-3.32412	0.17459	0.00013	18.282	16.0697
E7	Col. T2 Frontal	7676	CM	-1.1599	-0.4209	15.7848	-0.02896	-1.08664	0.05671	19.5505	17.66765
E6	Col. T1 Frontal	7681	CM	0.2671	-1.8728	20.6542	2.00759	0.2545	0.00013	28.3216	24.4879
A5	Col. T2 Posterior	8166	CM	-0.0131	0.7931	16.6416	-0.24489	-0.01146	0.00023	20.8648	18.7532
E5	Col. T2 Frontal	8206	CM	-0.0221	-0.805	25.0885	0.21491	-0.02241	-2.2E-06	33.09	29.08925
A1	Col. L Posterior	14	CV	-0.0833	1.8833	4.4246	-1.74514	-0.0798	-4.6E-08	<b>309.2894</b>	<b>273.8924</b>
A2	Col. T1 Posterior	18	CV	0.3254	-0.0198	1.6574	0.08898	0.33352	-0.02492		
E1	Col. L Frontal	748	CV	0.5542	-0.085	3.7656	-0.01067	0.52306	0.02401		
E2	Col. T1 Frontal	753	CV	-0.132	-1.1648	7.6674	1.20612	-0.12648	-4.6E-08		
A3	Col. T2 Posterior	1238	CV	0.0066	0.3203	4.2232	-0.15135	0.0063	-5.5E-05		
E3	Col. T2 Frontal	1278	CV	0.0104	-0.3328	8.0015	0.14717	0.00985	4.79E-05		
A4	Col. T1 Posterior	2195	CV	2.97E-06	1.7688	4.1211	-1.63426	6.26E-06	-4.6E-08		
E4	Col. T1 Frontal	2238	CV	4.11E-06	-2.971	7.1935	1.12276	8.22E-06	-4.6E-08		
A7	Col. T2 Posterior	7149	CV	-0.3254	-0.0198	1.6573	0.08898	-0.33343	0.02492		
A6	Col. T1 Posterior	7154	CV	0.0833	1.8833	4.4246	-1.74514	0.07982	-4.6E-08		
E7	Col. T2 Frontal	7676	CV	-0.5543	-0.085	3.7657	-0.0107	-0.52319	-0.0239		
E6	Col. T1 Frontal	7681	CV	0.132	-1.1648	7.6674	1.20612	0.12649	-4.6E-08		
A5	Col. T2 Posterior	8166	CV	-0.0066	0.3203	4.2232	-0.15135	-0.00629	5.53E-05		
E5	Col. T2 Frontal	8206	CV	-0.0104	-0.3329	8.0015	0.14717	-0.00983	-4.8E-05		
<b>309.2894</b>											

**Cuadro N° 06: Cargas del primer nivel para hallar las fuerzas horizontales**

TABLE: PRIMER NIVEL											
Eje	Descripción	Joint Text	Comb. Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m	CS Tonf	D+0.5L Tonf
A1	Col. L Posterior	572	CM	0.7682	2.5623	12.3638	0.75727	0.86697	-0.2448	14.2752	13.3195
A2	Col. T1 Posterior	715	CM	-0.1588	3.1034	14.3128	-3.40766	-0.1798	0.00012	18.7279	16.52035
E1	Col. L Frontal	1066	CM	1.1097	-3.9239	18.031	-0.5695	1.19364	0.2456	22.0458	20.0384
E2	Col. T1 Frontal	1196	CM	-0.2378	-1.5529	21.1802	1.92689	-0.27155	0.00012	28.8685	25.02435
A3	Col. T2 Posterior	1585	CM	0.0142	4.0775	18.6428	0.52249	0.01674	-0.00067	23.1481	20.89545
E3	Col. T2 Frontal	1984	CM	0.0186	-5.0189	27.0808	-0.4812	0.01982	0.00085	35.3513	31.21605
A4	Col. T1 Posterior	2224	CM	0.000658	2.9229	13.6582	-3.20239	0.00153	0.00012	17.7515	15.70485
E4	Col. T1 Frontal	2265	CM	-0.0011	-1.4318	20.178	1.78657	-0.00236	0.00012	27.3679	23.77295
A7	Col. T2 Posterior	7500	CM	-0.7671	2.5714	12.4028	0.75255	-0.86418	0.24514	14.3142	13.3585
A6	Col. T1 Posterior	7643	CM	0.1603	3.1064	14.3147	-3.41411	0.18306	0.00012	18.7298	16.52225
E7	Col. T2 Frontal	7994	CM	-1.1074	-3.9435	17.6112	-0.54714	-1.19363	-0.2458	21.626	19.6186
E6	Col. T1 Frontal	8124	CM	0.2339	-1.5563	21.1768	1.92761	0.26478	0.00012	28.865	25.0209
A5	Col. T2 Posterior	8513	CM	-0.0129	4.0897	18.6541	0.51828	-0.01371	0.00084	23.1594	20.90675
E5	Col. T2 Frontal	8912	CM	-0.0205	-5.0065	27.0713	-0.48556	-0.02421	-0.00067	35.3418	31.20655
A1	Col. L Posterior	572	CV	0.3505	0.3505	1.9114	0.21314	0.38689	-0.13984	<b>329.5724</b>	<b>293.1255</b>
A2	Col. T1 Posterior	715	CV	-0.0742	1.6099	4.4151	-1.78588	-0.0844	9.17E-09		
E1	Col. L Frontal	1066	CV	0.5407	-0.9273	4.0148	-0.13069	0.5808	0.14044		
E2	Col. T1 Frontal	1196	CV	-0.1159	-0.9763	7.6883	1.17697	-0.1318	9.17E-09		
A3	Col. T2 Posterior	1585	CV	0.0064	1.2732	4.5053	0.08659	0.00722	-0.00034		
E3	Col. T2 Frontal	1984	CV	0.0098	-1.6348	8.2705	-0.07564	0.01106	0.00034		
A4	Col. T1 Posterior	2224	CV	2.26E-06	1.5069	4.0933	-1.66784	5.36E-06	9.17E-09		
E4	Col. T1 Frontal	2265	CV	2.33E-06	-0.8974	7.1899	1.08665	5.29E-06	9.17E-09		
A7	Col. T2 Posterior	7500	CV	-0.3505	0.3504	1.9114	0.2132	-0.38682	0.13984		
A6	Col. T1 Posterior	7643	CV	0.0742	1.6099	4.4151	-1.78588	0.08442	9.17E-09		
E7	Col. T2 Frontal	7994	CV	-0.5408	-0.9273	4.0148	-0.13067	-0.5809	-0.14044		
E6	Col. T1 Frontal	8124	CV	0.1159	-0.9763	7.6882	1.17697	0.1318	9.17E-09		
A5	Col. T2 Posterior	8513	CV	-0.0064	1.2732	4.5053	0.08658	-0.00721	0.00034		
E5	Col. T2 Frontal	8912	CV	-0.0098	-1.6348	8.2705	-0.07564	-0.01105	-0.00034		
<b>329.5724</b>											

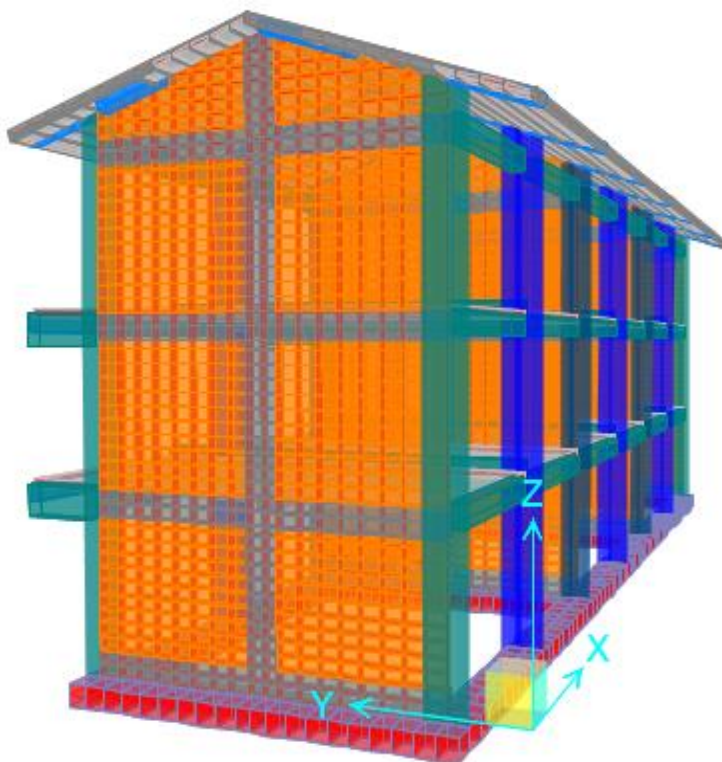
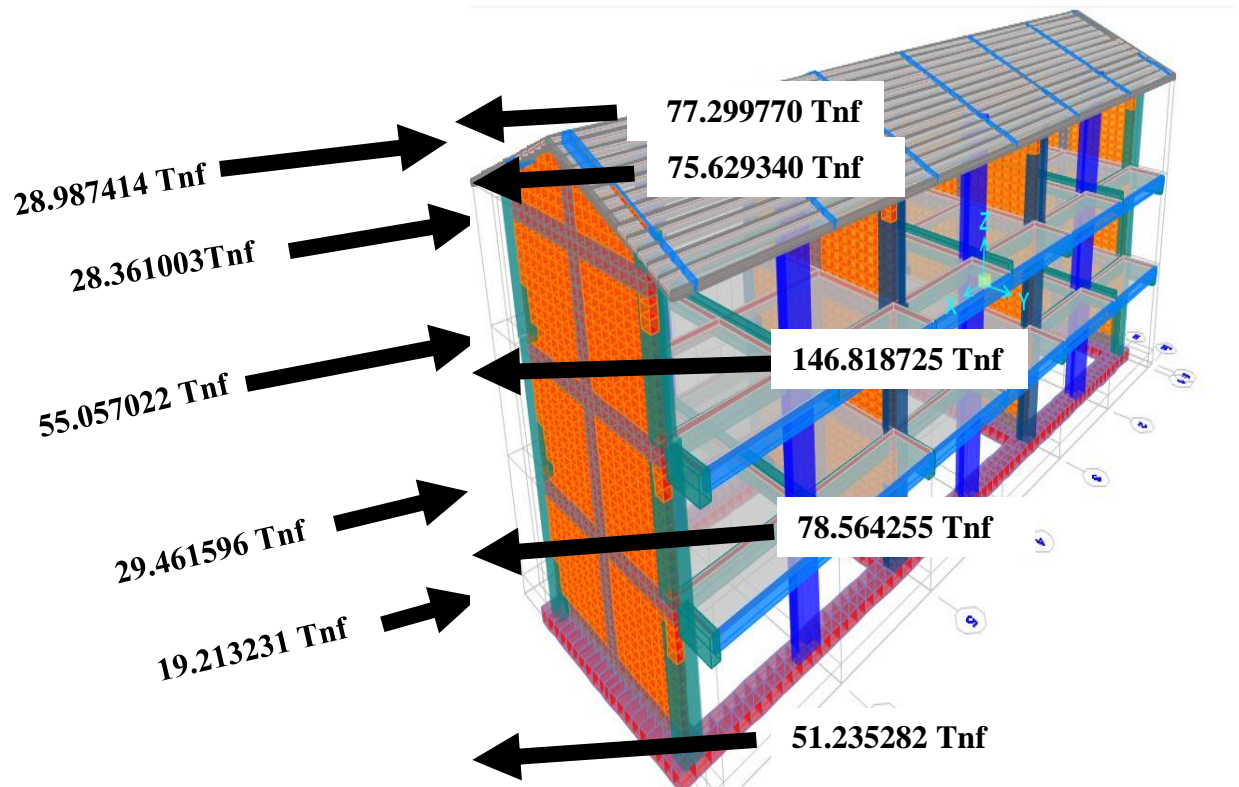
**Cuadro N° 07: Cargas del tercer nivel para hallar las fuerzas horizontales**

TABLE: BASE												
Eje	Descripción	Joint	COMB	F1	F2	F3	M1	M2	M3	CS	D+0.5L	
				Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m			Tonf
A1	Col. L Posterior	572	CM	1.66E-16	-4.2E-15	7.1143	5.13583	-1.61869	5.8E-16	8.6836	7.89895	
A2	Col. T1 Posterior	715	CM	9.41E-17	-2.2E-16	4.5731	0.57296	0.02765	-1.2E-17	5.5819	5.0775	
E1	Col. L Frontal	1066	CM	2.99E-16	3.99E-15	7.1143	-5.13583	-1.61869	-6.5E-16	8.6836	7.89895	
E2	Col. T1 Frontal	1196	CM	2.95E-16	4.54E-16	4.5731	-0.57296	0.02765	-1.4E-17	5.5819	5.0775	
A3	Col. T2 Posterior	1585	CM	1.39E-16	-4.2E-15	8.9662	4.96338	-0.00042	9.67E-18	10.944	9.9551	
E3	Col. T2 Frontal	1984	CM	1.04E-16	4.15E-15	8.9662	-4.96338	-0.00042	7.77E-18	10.944	9.9551	
A4	Col. T1 Posterior	2224	CM	1.99E-16	-2E-16	4.5519	0.55053	4.65E-13	-7.6E-18	5.556	5.05395	
E4	Col. T1 Frontal	2265	CM	-8.1E-17	2.09E-16	4.5519	-0.55053	2.47E-13	-3E-18	5.556	5.05395	
A7	Col. T2 Posterior	7500	CM	-3.2E-16	-3.3E-15	7.1143	5.13583	1.61869	-6.6E-16	8.6836	7.89895	
A6	Col. T1 Posterior	7643	CM	-1.2E-16	-3.9E-16	4.5731	0.57296	-0.02765	-6.5E-18	5.5819	5.0775	
E7	Col. T2 Frontal	7994	CM	-5.1E-16	3.25E-15	7.1143	-5.13583	1.61869	6.55E-16	8.6836	7.89895	
E6	Col. T1 Frontal	8124	CM	1.72E-16	4.06E-16	4.5731	-0.57296	-0.02765	1E-17	5.5819	5.0775	
A5	Col. T2 Posterior	8513	CM	-2.4E-16	-4.2E-15	8.9662	4.96338	0.00042	-1.7E-18	10.944	9.9551	
E5	Col. T2 Frontal	8912	CM	-1.9E-16	4.28E-15	8.9662	-4.96338	0.00042	1.34E-17	10.944	9.9551	
A1	Col. L Posterior	572	CV	3.67E-17	-9.2E-16	1.5693	1.1329	-0.35706	1.28E-16	<b>111.95</b>	<b>101.8341</b>	
A2	Col. T1 Posterior	715	CV	2.08E-17	-4.8E-17	1.0088	0.12639	0.0061	-2.6E-18			
E1	Col. L Frontal	1066	CV	6.59E-17	8.8E-16	1.5693	-1.1329	-0.35706	-1.4E-16			
E2	Col. T1 Frontal	1196	CV	6.51E-17	1E-16	1.0088	-0.12639	0.0061	-3E-18			
A3	Col. T2 Posterior	1585	CV	3.07E-17	-9.3E-16	1.9778	1.09486	-9.2E-05	2.13E-18			
E3	Col. T2 Frontal	1984	CV	2.3E-17	9.16E-16	1.9778	-1.09486	-9.2E-05	1.71E-18			
A4	Col. T1 Posterior	2224	CV	4.4E-17	-4.4E-17	1.0041	0.12144	9.86E-14	-1.7E-18			
E4	Col. T1 Frontal	2265	CV	-1.8E-17	4.61E-17	1.0041	-0.12144	5.33E-14	-6.6E-19			
A7	Col. T2 Posterior	7500	CV	-7.1E-17	-7.2E-16	1.5693	1.1329	0.35706	-1.4E-16			
A6	Col. T1 Posterior	7643	CV	-2.6E-17	-8.5E-17	1.0088	0.12639	-0.0061	-1.4E-18			
E7	Col. T2 Frontal	7994	CV	-1.1E-16	7.16E-16	1.5693	-1.1329	0.35706	1.44E-16			
E6	Col. T1 Frontal	8124	CV	3.79E-17	8.96E-17	1.0088	-0.12639	-0.0061	2.22E-18			
A5	Col. T2 Posterior	8513	CV	-5.3E-17	-9.4E-16	1.9778	1.09486	9.17E-05	-3.7E-19			
E5	Col. T2 Frontal	8912	CV	-4.3E-17	9.43E-16	1.9778	-1.09486	9.17E-05	2.96E-18			
				<b>111.95</b>								



**Peso de cimentación**

## 11. Análisis estático lineal – fuerza lateral equivalente



## 12. Espectro de Diseño – E030 -2018

Se realizó un análisis sísmico dinámico por superposición modal espectral. Considerando el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de aplicación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas N° 3 y N° 4 de la E030.

Espectro de diseño quedaría graficado tal como se indica en la Figura, la gravedad se incorpora en el software, para los parámetros determinados anteriormente:

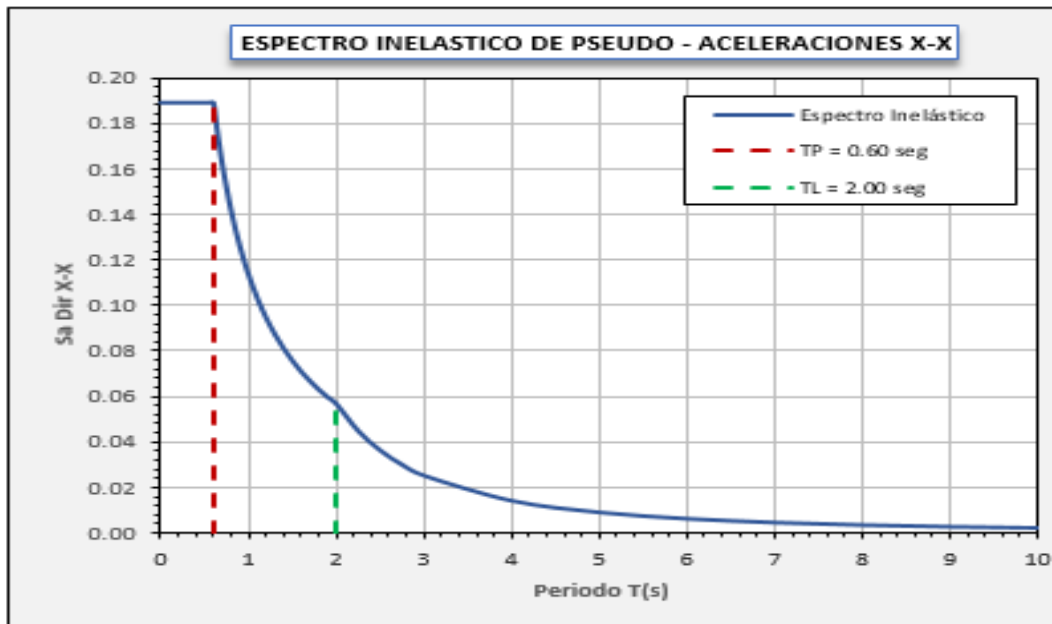
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
<i>Norma Técnica de Edificación E 030 - 2018</i>				
Z	0.35	R <sub>0</sub>	8.00	3.00
U	1.50	I <sub>a</sub>	1.00	1.00
S	1.15	I <sub>p</sub>	1.00	1.00
TP	0.60	R <sub>X-Y</sub>	8.00	3.00
TL	2.00	Config.	REGULAR	REGULAR
0.2TP	0.12	g	1 m/s <sup>2</sup>	

### ACELERACIÓN ESPECTRAL

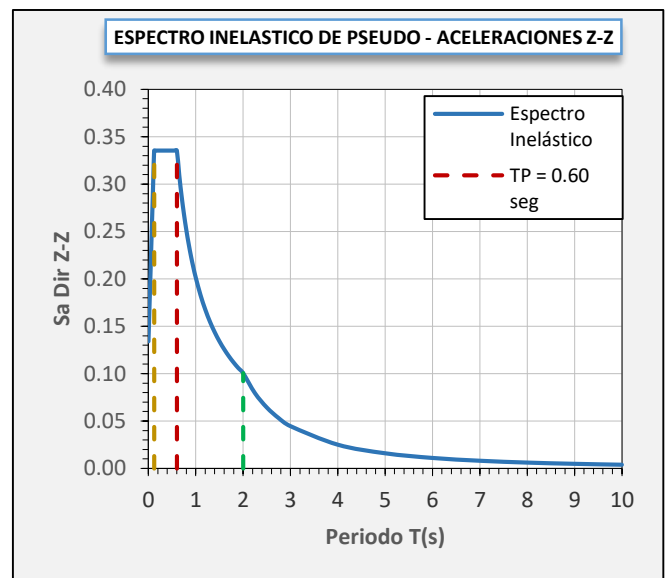
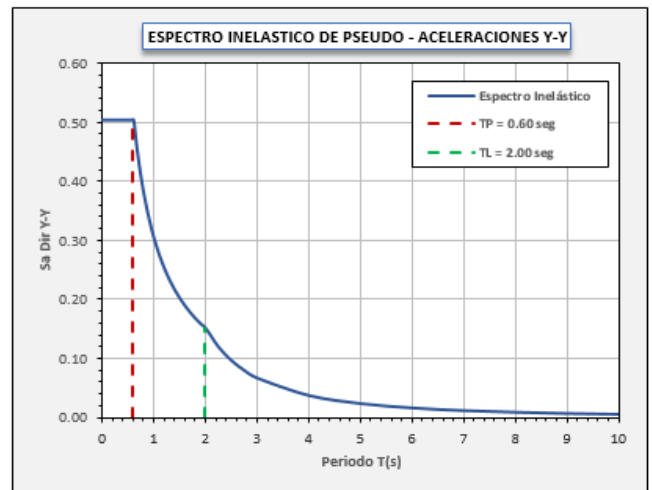
Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo- aceleraciones definido por:

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

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, excepto para la zona de periodos muy cortos  $T < 0,2 \cdot T_p$ ,  $C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$

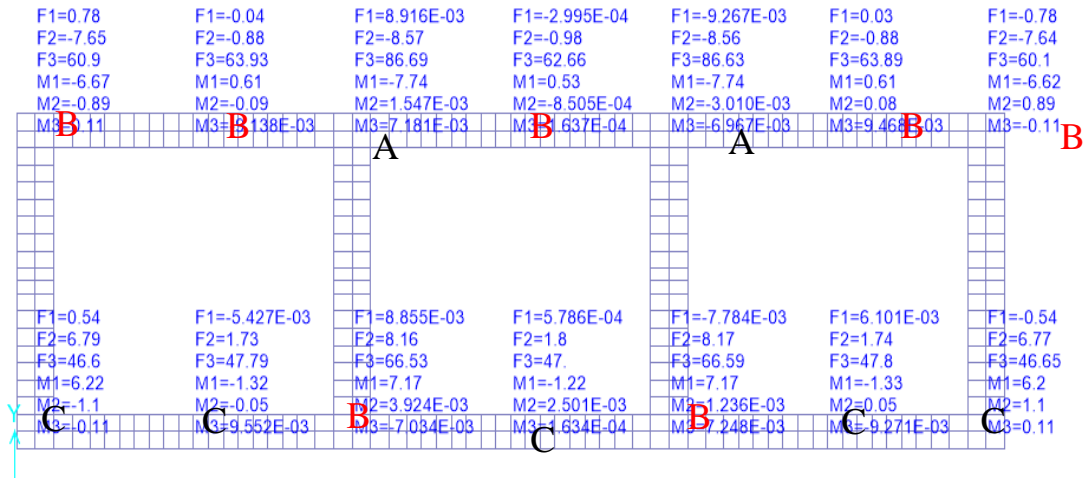


T	C <sub>H</sub>	C <sub>V</sub>	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y	Sa Dir Z-Z
0.00	2.500	1.000	0.18867	0.50313	0.13417
0.01	2.500	1.125	0.18867	0.50313	0.15094
0.02	2.500	1.250	0.18867	0.50313	0.16771
0.03	2.500	1.375	0.18867	0.50313	0.18448
0.04	2.500	1.500	0.18867	0.50313	0.20125
0.05	2.500	1.625	0.18867	0.50313	0.21802
0.06	2.500	1.750	0.18867	0.50313	0.23479
0.08	2.500	2.000	0.18867	0.50313	0.26833
0.10	2.500	2.250	0.18867	0.50313	0.30188
0.12	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.14	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.16	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.18	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.20	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.25	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.30	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.35	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.40	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.45	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.50	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.55	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.60	2.500	2.500	0.18867	0.50313	0.33542
0.65	2.308	2.308	0.17416	0.46442	0.30962
0.70	2.143	2.143	0.16172	0.43125	0.28750
0.75	2.000	2.000	0.15094	0.40250	0.26833
0.80	1.875	1.875	0.14150	0.37734	0.25156
0.85	1.765	1.765	0.13318	0.35515	0.23676
0.90	1.667	1.667	0.12578	0.33542	0.22361
0.95	1.579	1.579	0.11916	0.31776	0.21184
1.00	1.500	1.500	0.11320	0.30188	0.20125



### 13. Cargas de diseño para aisladores

Sistema estructural en la dirección y (lado corto del pabellón o paralelo a los muros)  
 Realizando el análisis del pabellón con el software SAP 2000V20, considerando la normativa ASCE SEI 7-16 recomienda usar el 100% de la carga muerta más 25% de la carga viva, normativas mapochas recomiendan 100% de la carga muerta más 30% de la carga viva (Arriagada, 2005, pág. 64). Teniendo referencias para la determinación de la carga usando la combinación D+0.25L.



Fuente Propia; Clasificando los aisladores en función a su carga

Cargas amplificadas para cobertura ligera

Carga Máxima en A =86.63Tnf

Carga Máxima en B =63.93Tnf

Carga Máxima en C =47.80Tnf

Cargas amplificadas para media agua de aligerado

Carga Máxima en A =86.63Tnf x1.25 = 108.37 Tnf

Carga Máxima en B =63.93Tnf x1.16 =74.57 Tnf

Carga Máxima en C =47.80Tnf x1.002 =47.90 Tnf

Considerando las cargas máximas para su diseño

#### 14. Procedimiento de diseño de aislador

##### Paso N° 01:

Definir el período objetivo en el máximo desplazamiento " $T_m$ ", este se puede tomar inicialmente como 3 veces el período empotrado. Generalmente, el rango de 2 a 3 segundos es lo deseable (Naeim & Kelly, 1999, pág. 86). Además, asumimos un amortiguamiento efectivo inicial del sistema de 15% del amortiguamiento crítico en el desplazamiento máximo ( $\beta m_{eff}$ ) y hallamos el coeficiente de amortiguamiento ( $Bm$ ) usando la tabla:

Amortiguamiento efectivo (% del crítico)	Coficiente $B_d$ o $B_m$
$\leq 2$	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
40	1,9
$\geq 50$	2,0

Adicionalmente, para el cálculo del coeficiente numérico relacionado al amortiguamiento efectivo se usa la siguiente fórmula (Naeim & Kelly, 1999, pág. 72)

$$B_m = \frac{1}{0.25 \times [1 - \ln(\beta_{m\text{eff}})]}$$

**Paso N° 02:**

Calculamos el desplazamiento máximo " $D_m$ " y el desplazamiento total máximo " $D_{tm}$ ":

$$D_m = \frac{g S_{m1} T_m}{4\pi^2 B_m}$$

$$D_{tm} = D_m \left( 1 + \frac{12ye}{b^2 + d^2} \right)$$

Dónde:

$y$  = Distancia entre el centro de rigidez del sistema de aislamiento y el aislador más alejado, medida en la dirección perpendicular a la del sismo.

$e$  = Excentricidad medida en planta del centro de masa de la estructura arriba de la interfaz de aislación y el centro de rigidez del sistema de aislación más la excentricidad accidental, tomada como un 5% de la longitud en planta perpendicular la fuerza de sismo en consideración.

$g$  = Aceleración de la gravedad.

$d$  = Dimensión mayor en planta de la edificación.

$b$  = Dimensión menor en planta de la edificación.

$T_m$  = Periodo objetivo de la estructura aislada en el máximo desplazamiento.

$S_{m1}$  = Aceleración espectral del máximo sismo considerado (MCE) con 5% de amortiguamiento para un periodo de 1s en fracción de  $g$ .

$B_m$  = Coeficiente numérico relacionado al amortiguamiento efectivo del sistema de aislación en el desplazamiento máximo.



**Paso N° 03:**

Se calcula la rigidez horizontal efectiva de cada aislador en el máximo desplazamiento " $K_{m\text{eff}}$ ", de acuerdo a la carga que recibe, para nuestro caso usaremos la combinación D+0.25L:

$$K_{m\text{eff}} = \frac{W}{g} \left( \frac{2\pi}{T_m} \right)^2$$

Esta fórmula se genera a partir del periodo objetivo impuesto por el sistema de aislación a la superestructura y suponiendo que la superestructura se comporta como un bloque completamente indeformable. Por lo tanto, se debe verificar en el análisis modal que el periodo fundamental sea superior al periodo objetivo (Hernández, 2012, págs. 1-11).

**Paso N° 04:**

El cálculo de la fuerza de fluencia del núcleo de plomo " $Q_d$ " se halla a partir de la energía disipada en un ciclo histerético " $W_D$ ".

$$W_D = 2\pi K_{m\text{eff}} D t m^2 \beta_{m\text{eff}}$$

La relación de estas cantidades en términos de  $Q_d$ , y la rigidez inelástica o secundaria " $K_2$ " o " $K_d$ " son:

$$K_{m\text{eff}} = \frac{Q_d}{D t m} + K_2$$

$$W_D = 4Q_d(D t m - D_y)$$

Donde el desplazamiento de fluencia " $D_y$ " es:

$$D_y = \frac{Q_d}{K_1 - K_2}$$

La rigidez elástica " $K_1$ " o " $K_e$ " debe estar en el rango de 6.5 a 10 la rigidez inelástica " $K_2$ " o " $K_d$ ", por recomendaciones de los fabricantes tomaremos  $K_1 \approx 10K_2$  (DIS, 2008, pág. 1). Si despreciamos  $D_y$ , tenemos la primera aproximación de  $Q_d$ :

$$Q_d = \frac{W_D}{4D t m}$$

Luego hallamos  $K_2$ :

$$K_2 = K_{m\text{ eff}} - \frac{Q_d}{Dtm}$$

Corregimos el valor inicial  $Q_d$  al calcular  $D_y$ :

$$D_y = \frac{Q_d}{9K_2}$$

Corregimos el valor inicial  $Q_d$  al calcular  $D_y$ :

$$D_y = \frac{Q_d}{9K_2}$$

Y recalculamos:

$$Q_d = \frac{W_D}{4(Dtm - D_y)}$$

#### **Paso N° 05:**

El diámetro de plomo " $D_{pb}$ " se calcula dividiendo la fuerza de fluencia del núcleo de plomo " $Q_d$ " entre el esfuerzo de fluencia del plomo " $f_y$ ", el cual es aproximadamente 10MPa (1020 ton/m<sup>2</sup>). Por lo tanto, el área del núcleo de plomo necesaria es:

$$A_{pb} = \frac{Q_d}{f_y}$$

Con este valor se puede calcular el diámetro necesario de plomo. Según Trevor E. Kelly, con el fin de lograr un buen confinamiento entre el núcleo de plomo y las capas de caucho, el diámetro del núcleo de plomo debe estar en un rango de (Kelly, 2001, págs. 157-158):

$$\frac{D_{\text{aislador}}}{6} < D_{pb} < \frac{D_{\text{aislador}}}{3}$$

#### **Paso N° 06:**

La rigidez horizontal proporcionada por el núcleo de plomo " $K_{pb}$ " es:

$$K_{pb} = \frac{Q_d}{Dtm}$$

Y el resto será de la rigidez será proporcionada por el caucho " $K_{rubber}$ ", entonces:

$$K_{rubber} = k_{m\text{ eff}} - K_{pb}$$

Se debe verificar que los valores de  $K_{pb}$  y  $K_{rubber}$  este dentro de los rangos de la tabla de propiedades de aisladores proporcionada por los fabricantes, en caso de que no cumpla con los mínimos requeridos, de deberá aumentar la rigidez de aislador para lograr los mínimos.

**Paso N° 07:**

Con el diámetro de plomo seleccionado según las tablas de los fabricantes, se recalcula todos los valores. La fuerza de fluencia " $F_y$ " se halla a partir de La rigidez elástica " $K_1$ " y el desplazamiento de fluencia " $D_y$ ":

$$F_y = K_1 D_y$$

Así también, se recalcula la energía liberada " $WD$ ", el amortiguamiento efectivo " $\beta m_{eff}$ ", la rigidez efectiva  $K m_{eff}$  y el periodo efectivo " $T_m$ " del sistema de aislación.

**Paso N° 08:**

Se vuelve a calcular el desplazamiento máximo " $D_m$ " y el desplazamiento total máximo " $D_{tm}$ " y se repiten los pasos 4 a 7 hasta que los valores converjan.

**Paso N° 09:**

Para el cálculo de diámetro del aislador  $D_{aislador}$  se toma el mayor de los siguientes criterios:

$$D_{aislador} = 1.5 D_{tm}$$

$$D_{aislador} = \sqrt{\frac{4 P_{max}}{\pi \sigma_{max rubber}}}$$

Donde  $\sigma_{max rubber}$  es el esfuerzo axial máximo permisible del caucho, y se toma como 8MPa (815 ton/m<sup>2</sup>). Luego se escogen diámetros estándar según el catálogo de los fabricantes

**Paso N° 10:**

Se halla la altura total de caucho " $tr$ " necesaria para satisfacer la rigidez del caucho " $K_{rubber}$ " requerida:

$$t_r = \frac{G A_{rubber}}{K_{rubber}} \quad \gamma = \frac{Dtm}{t_r} < 250\%$$

Donde  $A_{rubber}$  es el área neta del caucho igual a  $A_{aislador} - A_p$ ,  $G$  es el módulo de corte del caucho y se encuentra en el rango de 0.4 a 0.7MPa, este es un dato de los fabricantes. Se debe verificar que la altura total de caucho " $t_r$ ", se encuentre dentro de los rangos establecidos en la tabla de propiedades de los fabricantes. Además, verificar que la deformación por corte " $\gamma$ " sea menor que la máxima permisible (DIS, 2008, pág. 1):

**Paso N° 11:**

Cálculo de la rigidez vertical del aislador se halla a partir del aporte del conjunto de las láminas de caucho - acero y del núcleo de plomo:

$$K_v = \frac{E_c A}{t_r} + \frac{E_l A_{pb}}{h}$$

Dónde:

$A$ = Área de las placas de acero.

$A_{pb}$ = Área del núcleo de plomo.

$h$ = Altura del núcleo de plomo (Altura total del caucho más altura total del acero).

$E_l$ = Módulo de compresibilidad de plomo. Se toma como 1 400 000 ton/m.

$E_c$ = Módulo de compresibilidad del conjunto caucho – acero, a partir de:

$$E_c = \frac{6GS^2K}{6GS^2 + K}$$

Dónde:

$G$ = Módulo de corte del caucho. Dato de los fabricantes varia de 0.40 a 0.70MPa.

$K$ = Módulo de compresibilidad del caucho, el cual se considera igual a 2000MPa.

$S$ = Factor de forma, el cual es un parámetro adimensional que mide el tamaño relativo de una lámina de caucho, para un aislador de sección circular con núcleo de plomo usar:

$$S = \frac{\text{area cargada}}{\text{area libre de fuerzas}} = \frac{\pi(D_{aislador}^2 - D_{pb}^2)/4}{t \pi D_{aislador}} = \frac{D_{aislador}^2 - D_{pb}^2}{4t D_{aislador}}$$

Donde " $t$ " es espesor de una capa de caucho, generalmente es 10 mm, pues este espesor provee buen confinamiento al núcleo de plomo y es suficiente para

satisfacer altas capacidades de carga. Si la carga en el aislador es crítica, el espesor puede ser reducido a 8 mm o incluso a 6 mm pero se deberá consultar con los fabricantes por estos espesores (Kelly, 2001, pág. 144)

La frecuencia horizontal " $f_H$ " viene dada por:

$$f_H = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{W}{K_{eff} g}}} \qquad f_v = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{W}{K_v g}}}$$

Y la relación entre  $f_v$  y  $f_H$  viene dada por:

$$f_v \approx \sqrt{6} S f_H$$

Donde  $W$  es la carga que le llega a cada aislador, para nuestro caso usaremos una combinación de D+0.25L. El valor de la frecuencia vertical debe ser superior a 10Hz para evitar amplificación vertical e inestabilidad.

**Paso N° 12:**

Verificaciones por pandeo. La carga crítica para un soporte circular puede ser estimada por la siguiente ecuación:

$$P_{critico} = \left( GA \frac{h}{t_r} \right)^{1/2} \left( \frac{\pi^2}{h^2} \frac{1}{3} 6GS^2 Ar^2 \frac{h}{t_r} \right)^{1/2}$$

Dónde:

$A$ = Área total del aislador.

$h$ = Altura total del aislador, caucho más acero.

$r$ = Radio de giro, para un aislador circular es el diámetro entre 4. El resto de los parámetros fueron definidos anteriormente. La presión crítica puede ser expresada en términos del factor de forma " $S$ " y el segundo factor de forma " $S_2$ ":

$$P_{crit} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} S S_2 G$$

$$S_2 = \frac{D_{aistador}}{t_r}$$

Y el factor de seguridad contra el pandeo sería:

$$F.S. = \frac{\sqrt{2}\pi S \omega_H^2 r}{g}$$

Donde  $g$  es la aceleración de la gravedad y la frecuencia circular " $\omega_H$ " viene dada por:

$$\omega_H = \sqrt{\frac{K_{rubber}}{P_{max}/g}}$$

Influencia de la carga vertical en la rigidez horizontal. Cuando la carga que es soportada por el aislador es comparable a la carga de pandeo, la rigidez horizontal  $K_{rubber}$  reduce. La reducción se obtiene utilizando el mismo análisis elástico lineal y está dada por:

$$K_{rubber} = \frac{GA_s}{h} \left[ 1 - \left( \frac{P_{max}}{P_{critico}} \right)^2 \right]$$

Donde el área cortante efectiva " $A_S$ " está dada por:

$$A_S = A \frac{h}{t_r}$$

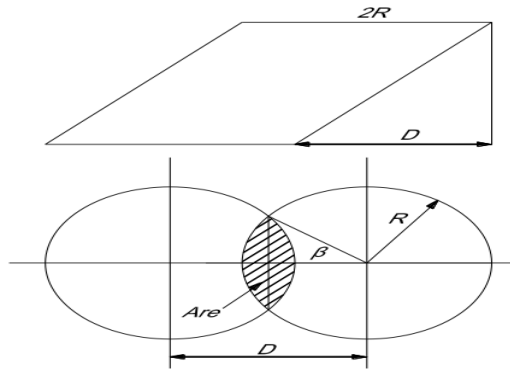
Si la carga  $P_{max}$  es menos que  $0.32 P_{critico}$ , la precisión de la fórmula para  $K_{rubber}$  es mejor en un 10% y en la mayoría de los proyectos se deberá verificar que este es el caso (Naeim & Kelly, 1999, pág. 125).

### Paso N° 13:

Verificación de estabilidad. La estabilidad del aislador en la posición desplazada sigue la hipótesis de que el área usada para evaluar la carga crítica en la forma indeformada es reemplazada por un área reducida, definida como una superposición del área superior del aislador y el área inferior del mismo en la forma deformada. El área reducida y el desplazamiento adimensional están definidos por:

$$a = \frac{2}{\pi} (\beta - \text{sen}\beta \cos\beta) \quad d = \cos\beta$$

$$d = \frac{D}{2R} \quad y \quad a = \frac{A_{re}}{\pi R^2}$$



### Notación para el área reducida

Para aisladores circulares el desplazamiento crítico " $D$  crítico" está dado por  $2Rd_{critico}$ , donde  $d$  crítico es el valor de  $d$  cuando conduce a:

$$a = \left( \frac{P_{max}}{P_{critico}} \right)^2$$

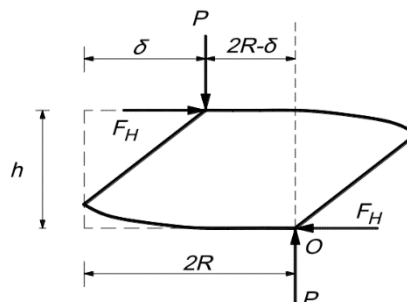
Lo valores normalizados de  $a$  y  $d$  son presentados en la tabla

$d$	$\beta$ rad	$a$
0.10	1.471	0.8729
0.20	1.369	0.7471
0.30	1.266	0.6238
0.40	1.159	0.5046
0.50	1.047	0.3910
0.60	0.927	0.2848
0.70	0.795	0.1881
0.80	0.644	0.1041
0.85	0.555	0.0681
0.90	0.451	0.0374
0.95	0.318	0.0133

### Paso N° 14:

Verificación al vuelco. El desplazamiento máximo se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\delta_{max}}{2R} = \frac{1}{1 + \left(\frac{G}{p}\right) \left(\frac{h}{t_r}\right)}$$



### Posición en vuelco del aislador

El factor de seguridad para el volamiento es por lo general 2. Esta verificación es de poca relevancia debido a que se utilizan conexiones tipo fija o de pernos.

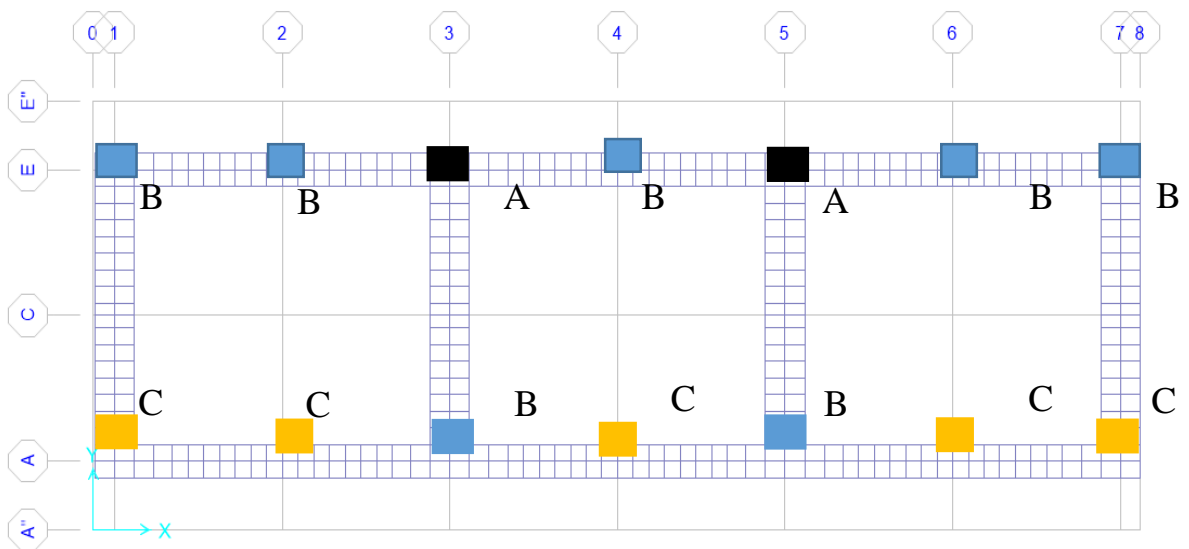
$$F.S. = \frac{\delta_{max}}{Dtm}$$

**Paso N° 15:**

Si se cumple todas las condiciones, entonces se resumen las dimensiones y las propiedades de los aisladores en una tabla, se ejecuta el análisis estructural y se verifica que los valores de  $Dtm$  y  $Pmax$  obtenidos, sean menores que los estimados anteriormente, entonces el diseño de los aisladores habrá terminado; en caso contrario, se deben repetir los pasos 4 al 15.

**15. Diseño para aisladores**

Hay algunos aisladores que estarán más cargados axialmente que otros. Por tal razón, adoptaremos diferentes diámetros de aisladores, con el propósito de tener un diseño eficiente. Los aisladores serán denotados como tipo A, B y C. y tienen la siguiente distribución en planta:



Cargas de diseño para los tipos de aisladores

Aislador A = 108.37 Tnf

Aislador B = 74.57 Tnf

Aislador C = 47.90 Tnf

Los valores calculados para los 3 tipos de aisladores se muestran a continuación:



**DATOS DE FABRICANTES:**

$\sigma_{max}$ rubber (ton/m <sup>2</sup> )=	815
$\gamma$ max=	250%
G (ton/m <sup>2</sup> )=	41
$f_y$ (ton/m <sup>2</sup> )=	1020

Esfuerzo admisible caucho  
Deformación máxima por corte  
Módulo corte caucho  
Esfuerzo fluencia plomo

**PASO 1**

$T_m$ (seg)	2.00
$\beta_m$ eff =	15%
$B_m$ =	1.38
$g$ (m/s <sup>2</sup> )=	9.81

Período Inicial  
Amortiguamiento efectivo  
Factor amortiguamiento  
Aceleración de la gravedad

**PASO 3**

	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
P D+0.25L (ton)	108.37	74.57	47.90
$K_m$ eff (ton/m)	109.069	75.052	48.214

Carga axial de servicio  $P_{min}$   
Rigidez efectiva

**PASO 4, 5, 6,7 y 8:**

1° Iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
WD	24.79	17.06	10.96
Q (ton)	12.6	8.7	5.6
$K_2$ o $K_d$ (ton/m)	83	57	37
$K_1$ (ton/m)	834	574	369
$D_y$ (m)	0.017	0.017	0.017
$F_y$	14.024	9.650	6.199
WD	23.95	16.48	10.59
$\beta_m$ eff	0.14	0.14	0.14

Energía disipada  
Fuerza fluencia de plomo  
Rigidez secundaria  
Rigidez elástica  $K_1 \approx 10K_2$   
Desplazamiento de fluencia.  
Fuerza de fluencia.  
Energía disipada.  
Amortiguamiento Efectivo.

**RECALCULAMOS**

$K_m$ eff sist (ton/m)	798.90
$T_m$ (seg)	1.95
WD sist	175.4
$\beta_m$ eff sist	0.145
$B_m$	1.36
$D_m$ (m)	0.38
$D_{tm}$ (m)	0.49

2° iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
$K_{min}$ (ton/m)	109.069	92.785	85.971
WD	23.43	19.93	18.47
Q (ton)	12.1	10.3	9.5
$A_{pb}$ (m <sup>2</sup> )	0.0118	0.0101	0.0093
$D_{pb}$ (m)	0.12	0.11	0.11
$D_{pb min}$ (m)	0.10	0.10	0.10

**RECALCULAMOS**

$K_m$ eff sist (ton/m)	963.072
$T_m$ (seg)	1.78
WD sist	285.7
$\beta_m$ eff sist	0.196
$B_m$	1.52
$D_m$ (m)	0.31
$D_{tm}$ (m)	0.40

**ESCOGEMOS**

$D_{pb}$ (m)	0.1550	0.1350	0.1250
Q (ton)	19.2	14.6	12.5
$K_{pb}$ (ton/m)	40	30	26
$K_2$ o $K_d$ (ton/m)	69.45	62.7	60.2
$K_1$ (ton/m)	694.498	627.302	602.046
$D_y$ (m)	0.031	0.026	0.023
$F_y$ (ton)	21.385	16.222	13.908
WD	35.03	26.86	23.17
$\beta_m$ eff	0.2166	0.1952	0.1817

3° iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
Km eff (ton/m)	109.069	92.785	85.971
WD	21.15	17.99	16.67
Q (ton)	13.3	11.3	10.5
Apb (m2)	0.0131	0.0111	0.0103
Dpb (m)	0.13	0.12	0.11
Dpb min (m)	0.10	0.10	0.10
<b>ESCOGEMOS</b>			
Dpb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
Q (ton)	19.2	14.6	12.5
Kpb(ton/m)	48	37	32
K2 o Kd (ton/m)	60.59	56.0	54.4
K1(ton/m)	605.908	560.098	544.430
Dy(m)	0.035	0.029	0.026
Fy (ton)	21.385	16.222	13.908
WD	27.85	21.49	18.60
$\beta$ m eff	0.2578	0.2339	0.2184

**RECALCULAMOS**

Km eff sist (ton/m)	963.072
Tm (seg)	1.78
WD sist	228.2
$\beta$ m eff sist	0.2393
Bm	1.65
Dm (m)	0.29
Dtm (m)	0.37

4° iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
Km eff (ton/m)	109.0688	92.7845	85.9714
WD	22.05	18.76	17.38
Q (ton)	15.0	12.8	11.8
Apb (m2)	0.0147	0.0125	0.0116
Dpb (m)	0.14	0.13	0.12
Dpb min (m)	0.10	0.10	0.10
<b>ESCOGEMOS</b>			
Dpb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
Q (ton)	19.2	14.6	12.5
Kpb(ton/m)	52	40	34
K2 o Kd (ton/m)	56.59	53.0	51.8
K1(ton/m)	565.867	529.724	518.388
Dy(m)	0.038	0.031	0.027
Fy (ton)	21.385	16.222	13.908
WD	25.32	19.63	17.02
$\beta$ m eff	0.2748	0.2504	0.2343

**RECALCULAMOS**

Km eff sist (ton/m)	963.072
Tm (seg)	1.78
WD sist	208.1
$\beta$ m eff sist	0.2558
Bm	1.69
Dm (m)	0.28
Dtm (m)	0.36

5° iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
Km eff (ton/m)	109.0688	92.7845	85.9714
WD	22.30	18.97	17.58
Q (ton)	19.8	16.8	15.6
Apb (m2)	0.0194	0.0165	0.0153
Dpb (m)	0.16	0.14	0.14
Dpb min (m)	0.10	0.10	0.10
<b>ESCOGEMOS</b>			
Dpb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
Q (ton)	19.2	14.6	12.5
Kpb(ton/m)	54	41	35
K2 o Kd (ton/m)	55.11	51.8	50.9
K1(ton/m)	551.056	518.489	508.756
Dy(m)	0.039	0.031	0.027
Fy (ton)	21.385	16.222	13.908
WD	24.47	19.00	16.49
$\beta$ m eff	0.2807	0.2562	0.2400

**RECALCULAMOS**

Km eff sist (ton/m)	963.072
Tm (seg)	1.78
WD sist	201.4
$\beta$ m eff sist	0.2616
Bm	1.71
Dm (m)	0.28
Dtm (m)	0.35

6° iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
Km eff (ton/m)	109.0688	92.7845	85.9714
WD	22.37	19.03	8498.07
Q (ton)	15.8	17.0	7601.4
Apb (m2)	0.0155	0.0167	7.4524
Dpb (m)	0.14	0.15	3.08
Dpb min (m)	0.10	0.10	0.10
<b>ESCOGEMOS</b>			
Dpb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
Q (ton)	19.2	14.6	12.5
Kpb(ton/m)	54	41	35
K2 o Kd (ton/m)	54.58	51.5	50.5
K1(ton/m)	545.826	514.521	505.354
Dy(m)	0.039	0.032	0.028
Fy (ton)	21.385	16.222	13.908
WD	24.18	18.79	16.31
$\beta$ m eff	0.2828	0.2583	0.2420

**RECALCULAMOS**

Km eff sist (ton/m)	963.072
Tm (seg)	1.78
WD sist	199.1
$\beta$ m eff sist	0.2637
Bm	1.71
Dm (m)	0.279
Dtm (m)	0.352

7° iteración	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	3	5	2
Km eff (ton/m)	109.0688	92.7845	85.9714
WD	22.40	19.05	17.65
Q (ton)	15.9	13.5	12.5
Apb (m2)	0.0156	0.0133	0.0123
Dpb (m)	0.14	0.13	0.13
Dpb min (m)	0.10	0.10	0.10
<b>ESCOGEMOS</b>			
Dpb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
Q (ton)	19.2	14.6	12.5
Kpb(ton/m)	55	41	36
K2 o Kd (ton/m)	54.40	51.3	50.4
K1(ton/m)	544.012	513.145	504.175
Dy(m)	0.039	0.032	0.028
Fy (ton)	21.385	16.222	13.908
WD	24.08	18.71	16.25
$\beta$ m eff	0.2835	0.2590	0.2426
Ratio K2/K1	0.10	0.10	0.10

**RECALCULAMOS**

Km eff sist (ton/m)	963.072
Tm (seg)	1.78
WD sist	198.3
$\beta$ m eff sist	0.26
Bm	1.72
Dm (m)	0.28
Dtm (m)	0.35

Paso 9:

TABLE: BASE

Eje	Descripción	Joint	CS	D+0.5L	A. max	Diámetro	Diámetro	D. Comercial	TIPO
			Tonf	Tonf	(m2)	(mm)	(mm)	(mm)	AISLADOR
A1	Col. L Posterior	572	49.223	46.601	0.10	356.83	527	570	C
A2	Col. T1 Posterior	715	52.616	47.792	0.10	356.83	527	570	C
E1	Col. L Frontal	1066	65.860	60.897	0.10	356.83	527	570	B
E2	Col. T1 Frontal	1196	71.813	63.926	0.10	356.83	527	570	B
A3	Col. T2 Posterior	1585	71.953	66.529	0.10	356.83	527	570	B
E3	Col. T2 Frontal	1984	95.776	86.687	0.10	356.83	527	570	A
A4	Col. T1 Posterior	2224	51.684	47.003	0.10	356.83	527	570	C
E4	Col. T1 Frontal	2265	70.322	62.661	0.10	356.83	527	570	B
A7	Col. T2 Posterior	7500	49.272	46.650	0.10	356.83	527	570	C
A6	Col. T1 Posterior	7643	52.627	47.803	0.10	356.83	527	570	C
E7	Col. T2 Frontal	7994	65.067	60.104	0.10	356.83	527	570	B
E6	Col. T1 Frontal	8124	71.773	63.886	0.10	356.83	527	570	B
A5	Col. T2 Posterior	8513	72.016	66.592	0.10	356.83	527	570	B
E5	Col. T2 Frontal	8912	95.719	86.629	0.10	356.83	527	570	A
			<b>935.719</b>	<b>853.759</b>					

## PASO 10:

	TIPO A	TIPO B	TIPO C
Diámetro (mm)	570	570	570
A (m <sup>2</sup> )	0.255	0.255	0.255
Apb (m <sup>2</sup> )	0.0189	0.0143	0.0123
Arubber (m <sup>2</sup> )	0.236	0.241	0.243
G (ton/m <sup>2</sup> )	41	41	41
tr(m)	0.18	0.19	0.20
$\gamma$	198%	184%	179%
$\gamma_{max}$	250%	250%	250%
Observación	OK	OK	OK

Área aislador  
 Área del plomo  
 Área del caucho  
 Módulo corte caucho  
 Altura caucho  
 Deformación de corte  
 Dato de fabricantes

## PASO 11:

	TIPO A	TIPO B	TIPO C
tr (mm)	180	190	200
S	14.25	14.25	14.25
t (mm)	10.00	10.00	10.00
n	18	19	20
K ton/m	203,943	203,943	203,943
EI ton/m	1,400,000	1,400,000	1,400,000
Ec	39,959	39,959	39,959
Kv rubber (ton/m)	52,459	50,656	48,531
Kv pb (ton/m)	114,359	86,751	74,375
Kv (ton/m)	166,817	137,406	122,906
fh (Hz)	0.50	0.56	0.67
fv (Hz)	17.5	19.4	23.3
OBSERVACIÓN	OK > 10Hz	OK > 10Hz	OK > 10Hz

Altura del caucho  
 Factor forma  
 Espesor de una capa caucho  
 Cantidad capas caucho  
 Módulo compresibilidad caucho  
 Módulo de compresibilidad del plomo  
 Módulo compresibilidad caucho-acero  
 Rigidez Vertical  
 Frecuencia Horizontal  
 Frecuencia Vertical

**ALTURA TOTAL DEL AISLADOR A:**

ALTURA DE CAUCHO (mm)	180
ESPELOR LÁMINAS DE CAUCHO (mm)	10.0
NÚMERO DE LÁMINAS DE CAUCHO	18
ESPELOR LÁMINAS DE ACERO (mm)	3
NÚMERO DE PLACAS DE ACEROO	17
ESPELOR PLANCHAS EXTERNAS	25
ALTURA DEL CENTRO DE PLOMO (mm)	231
ALTURA TOTAL AISLADOR (mm)	281

**ALTURA TOTAL DEL AISLADOR B:**

ALTURA DE CAUCHO (mm)	190
ESPELOR LÁMINAS DE CAUCHO (mm)	10
NÚMERO DE LÁMINAS DE CAUCHO	19
ESPELOR LÁMINAS DE ACERO (mm)	3
NÚMERO DE PLACAS DE ACEROO	18
ESPELOR PLANCHAS EXTERNAS	25
ALTURA DEL CENTRO DE PLOMO (mm)	244
ALTURA TOTAL AISLADOR (mm)	294

**ALTURA TOTAL DEL AISLADOR C:**

ALTURA DE CAUCHO (mm)	200
ESPELOR LÁMINAS DE CAUCHO (mm)	10
NÚMERO DE LÁMINAS DE CAUCHO	20
ESPELOR LÁMINAS DE ACERO (mm)	3
NÚMERO DE PLACAS DE ACEROO	19
ESPELOR PLANCHAS EXTERNAS	25
ALTURA DEL CENTRO DE PLOMO (mm)	257
ALTURA TOTAL AISLADOR (mm)	307

PASO 12:

	TIPO A	TIPO B	TIPO C
tr(m)	0.18	0.19	0.2
t (m)	0.01	0.01	0.01
n	18	19	20
h (m)	0.231	0.244	0.257
D aislador (m)	0.57	0.57	0.57
D pb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
A (m <sup>2</sup> )	0.236	0.241	0.243
As (m <sup>2</sup> )	0.303	0.309	0.312
Pmax (ton)	188.39	132.83	89.06
r (m)	0.14	0.14	0.14
S	14.25	14.25	14.25
S2	3.17	3.00	2.85
Krubber (ton/m)	54	51.3	50.4
w frecuencia	1.68	1.95	2.36
G (ton/m <sup>2</sup> )	41	41	41
<b>VERIFICACIÓN DE PANDEO</b>			
Pcritico (ton)	483	466	447
p critico (ton/m <sup>2</sup> )	2044	1937	1840
F.S.	2.61	3.49	5.11
F.S. MIN	2	2	2
Krubber reducido	45	48	48
Pmax/Pcritico	0.32	0.28	0.20

Altura del caucho  
 Espesor de una capa caucho  
 Número de capas caucho  
 Altura total caucho + acero  
 Diámetro del aislador  
 Diámetro del plomo  
 Área total del caucho  
 Área efectiva de corte  
 Carga axial máxima Pmax  
 Radio de giro  
 Factor de forma  
 Factor de forma Secundario  
 Rigidez horizontal del caucho  
 Frecuencia circular  
 Módulo Corte Caucho  
 Carga crítica  
 Presión crítica  
 Factor de Seguridad  
 Rigidez reducida

PASO 13:

**ESTABILIDAD LATERAL AL DESPLAZAMIENTO**

a crit	0.1521	0.0811	0.0397
dcritico	0.7400	0.8500	0.9000
Dcritico	0.42	0.48	0.51
Dd	0.35	0.35	0.35

Área adimensional crítica  
 Diámetro-adimensional  
 Desplazamiento Critico  
 Desplazamiento total máximo

PASO 14:

**VERIFICACIÓN AL VUELCO**

$\delta_{max}/D_{bearing}$	0.98	0.97	0.97
$\delta_{max}$	0.56	0.55	0.55
F.S.	1.6	1.6	1.6

Estabilidad al vuelco  
 Desplazamiento Max. Admisible.

Paso 15:

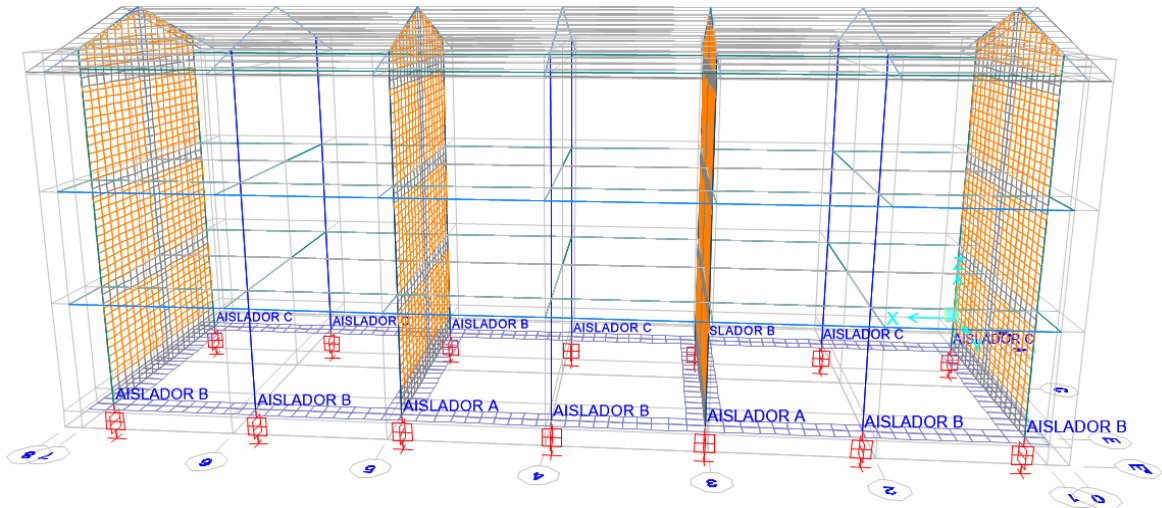
Finalmente se resumen las propiedades y se presenta las características de los aisladores que resulta del diseño.

Resumen de propiedades de los aisladores.

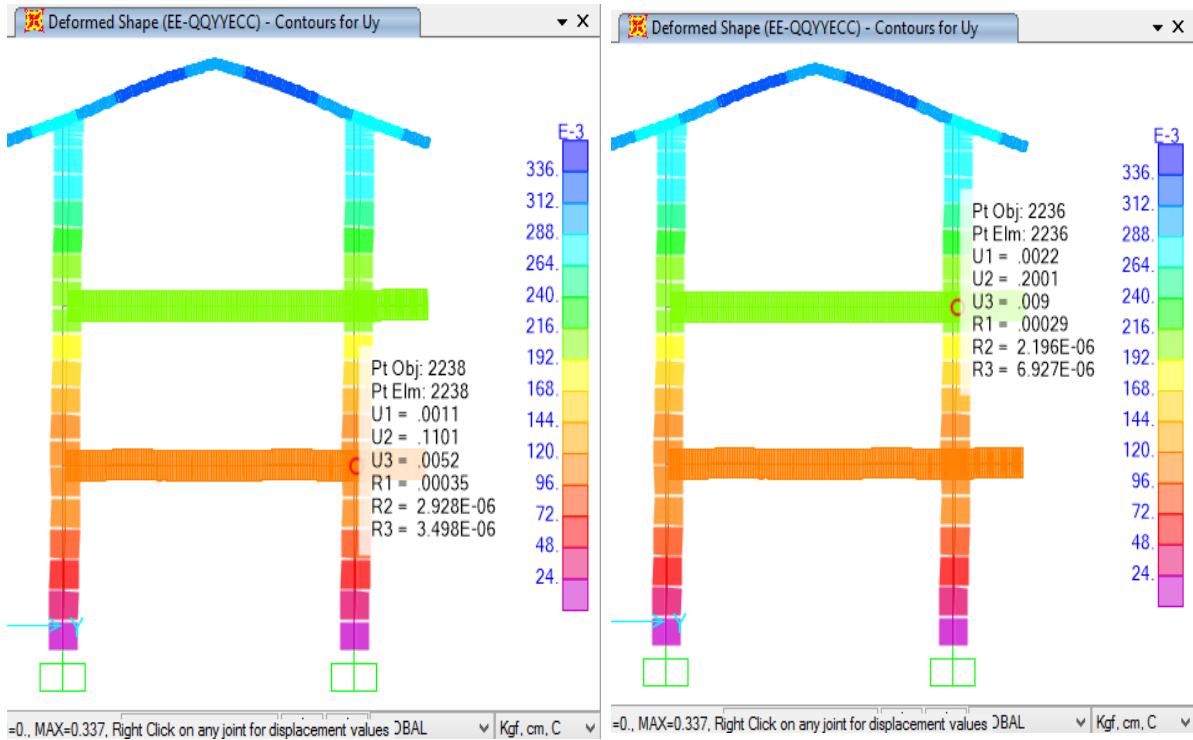
	TIPO A	TIPO B	TIPO C
N° Aisladores	2	7	5
Km eff (ton/m)	109.069	92.785	85.971
$\beta_m$ eff	0.283	0.259	0.243
K1(ton/m)	544.012	513.145	504.175
Fy (ton)	21.39	16.22	13.91
Ratio K2/K1	0.1	0.1	0.1
Kv (ton/m)	166,817.35	137,406.46	122,905.70

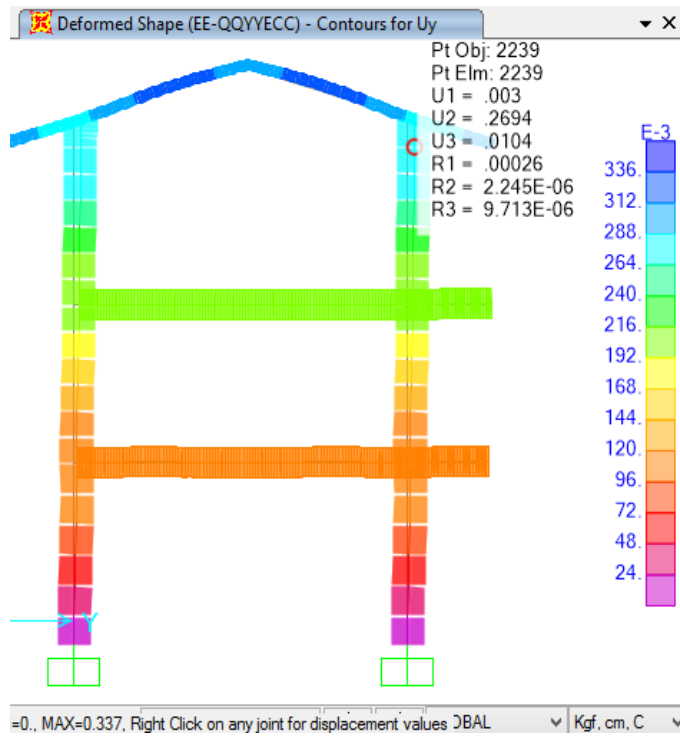
Resumen de propiedades del sistema de aislación.

Km eff sist (ton/m)	963.072
Tm (seg)	109.069
$\beta_m$ eff sist	0.283
Dm (m)	544.012
Dtm (m)	21.39

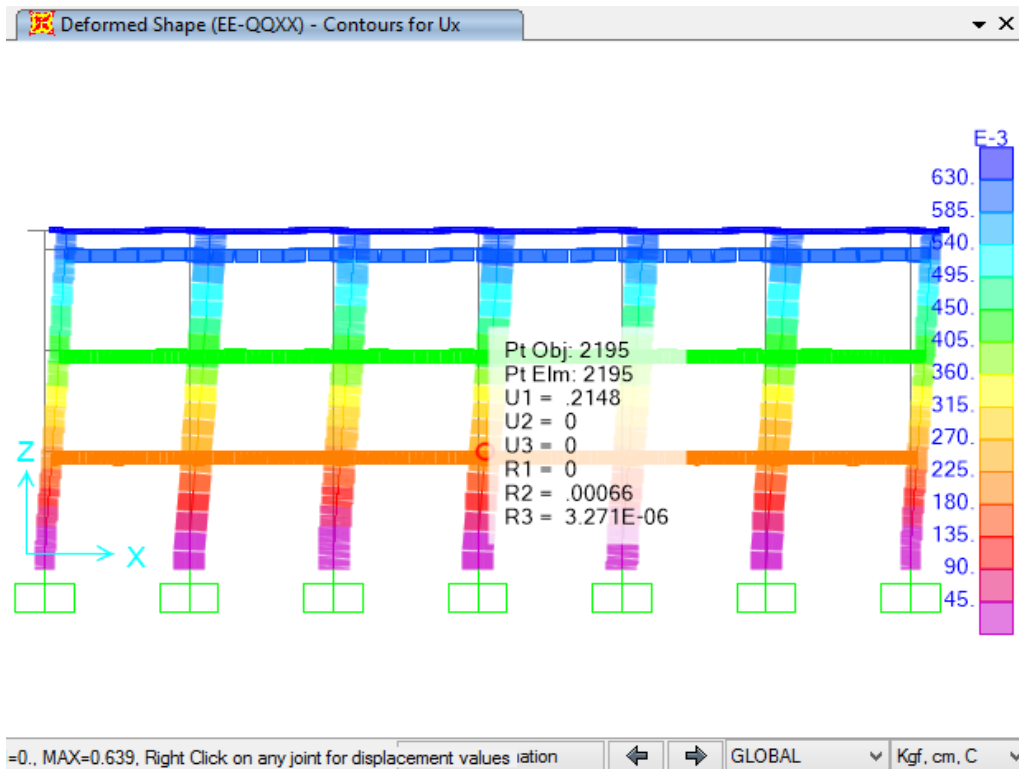


16. Desplazamientos en y de entrepiso sin aislamiento

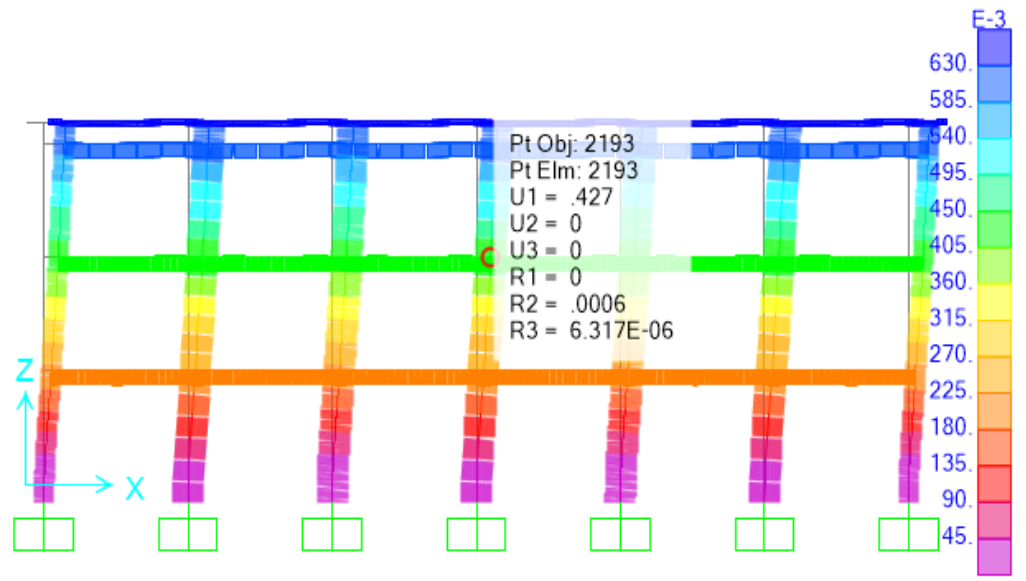




### 17. Desplazamientos en x de entrepiso sin aislamiento

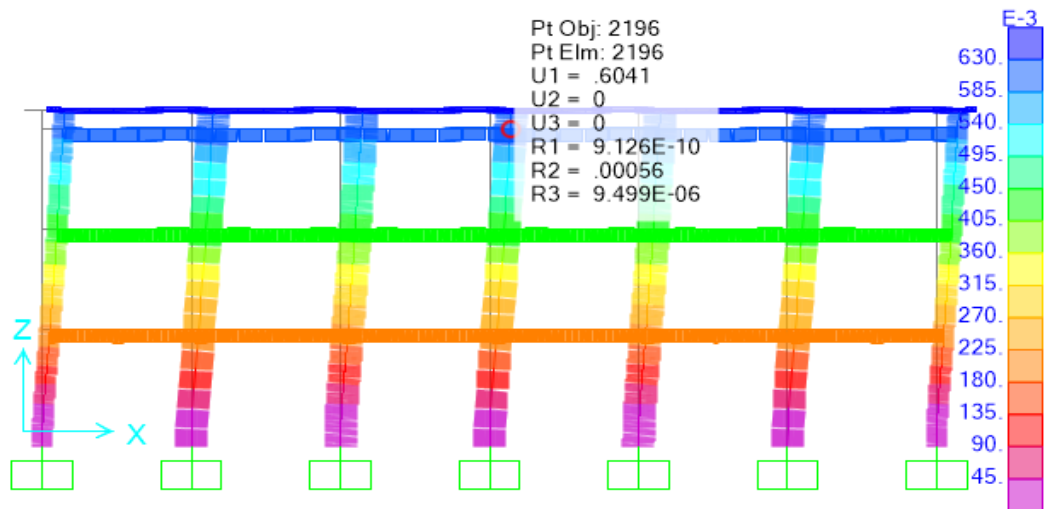


Deformed Shape (EE-QQXX) - Contours for Ux



=0., MAX=0.639, Right Click on any joint for displacement values ation GLOBAL Kgf, cm, C

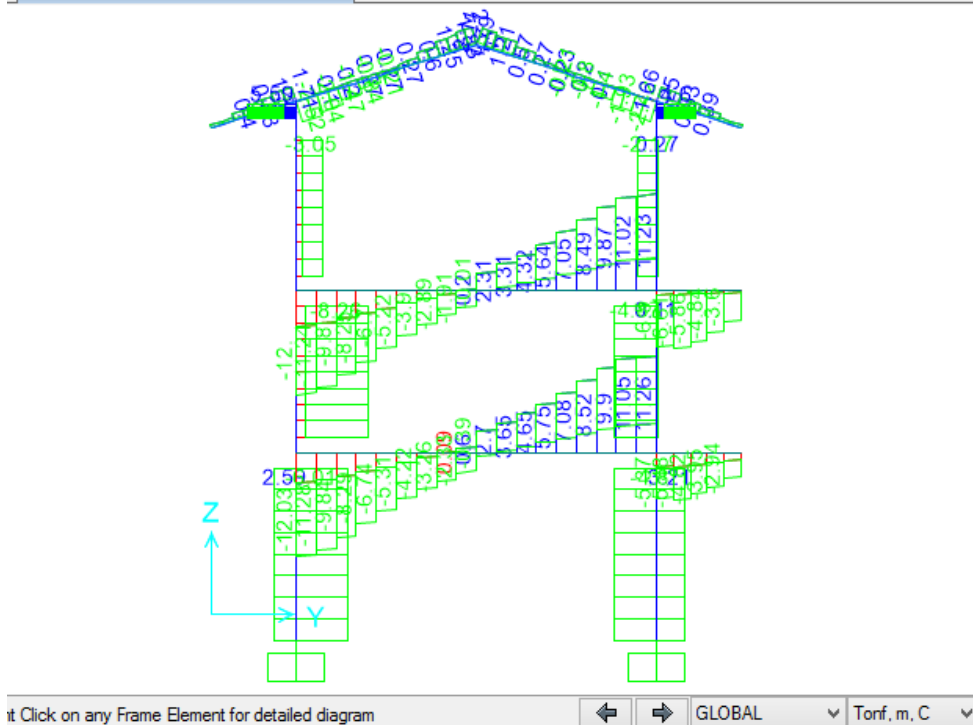
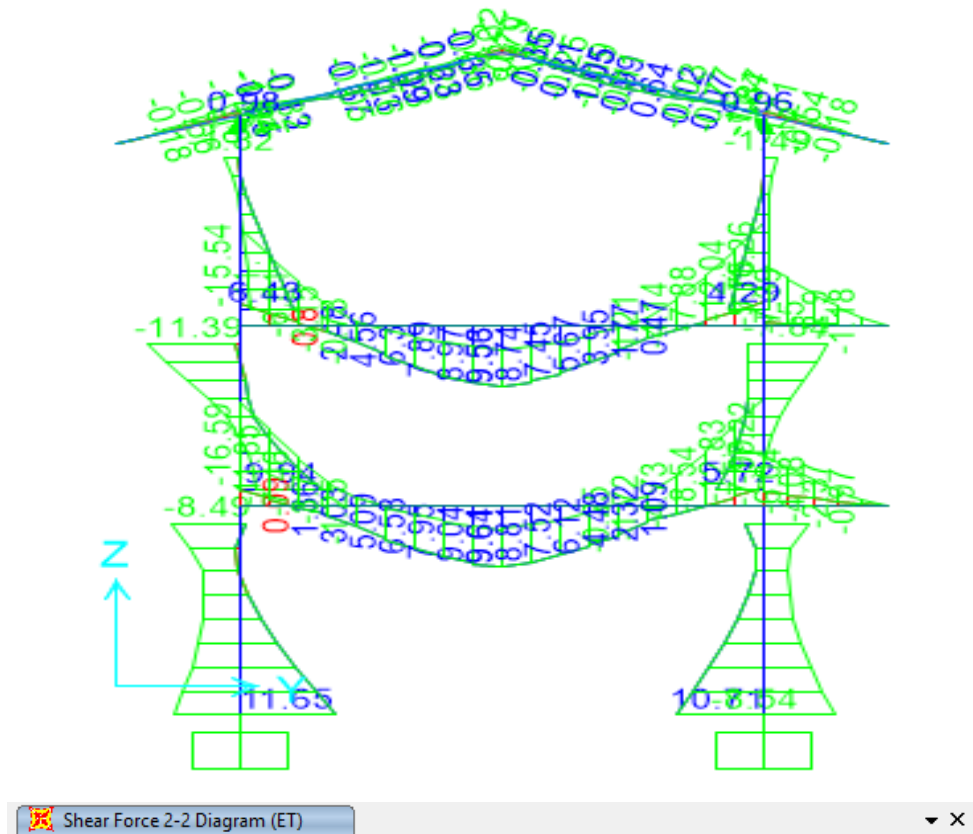
Deformed Shape (EE-QQXX) - Contours for Ux

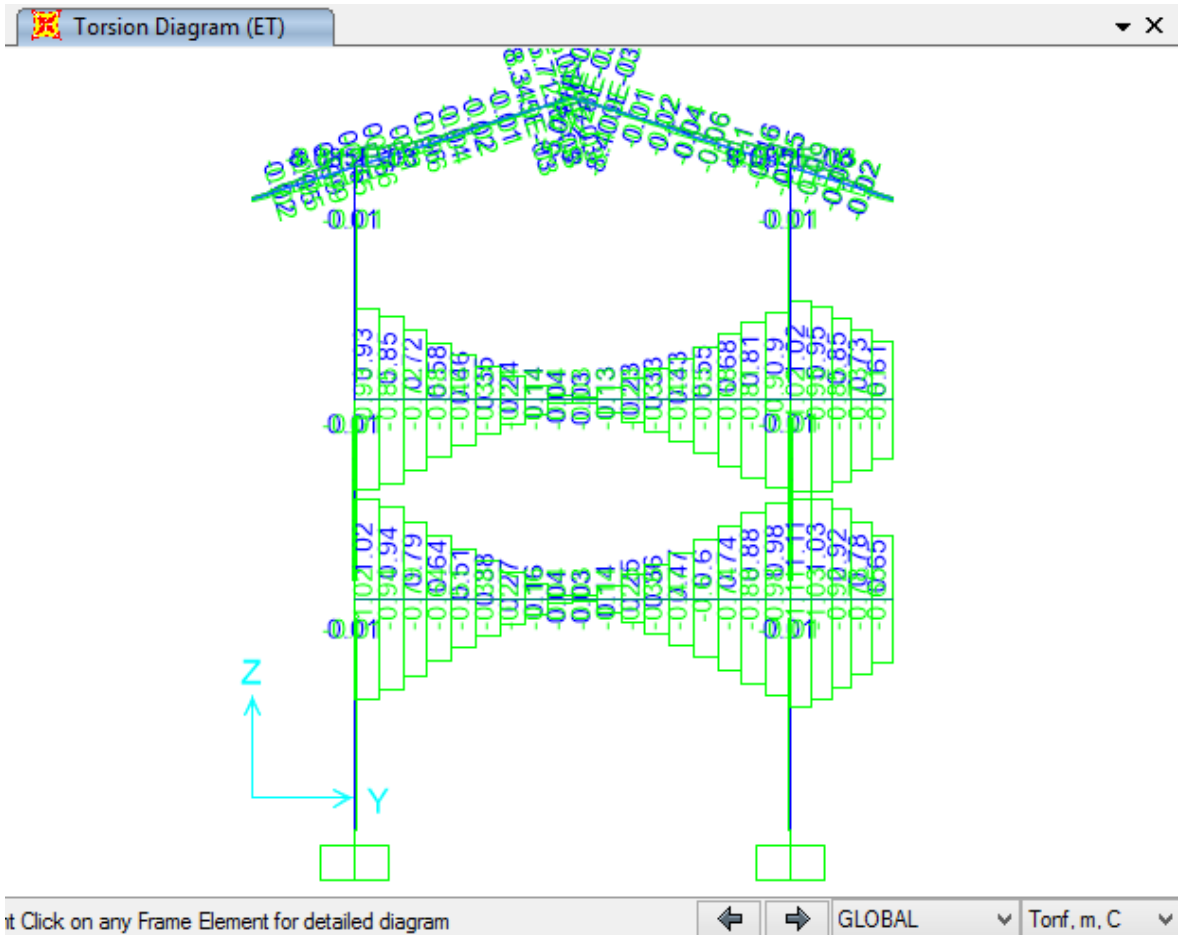


=0., MAX=0.639, Right Click on any joint for displacement values ation GLOBAL Kgf, cm, C

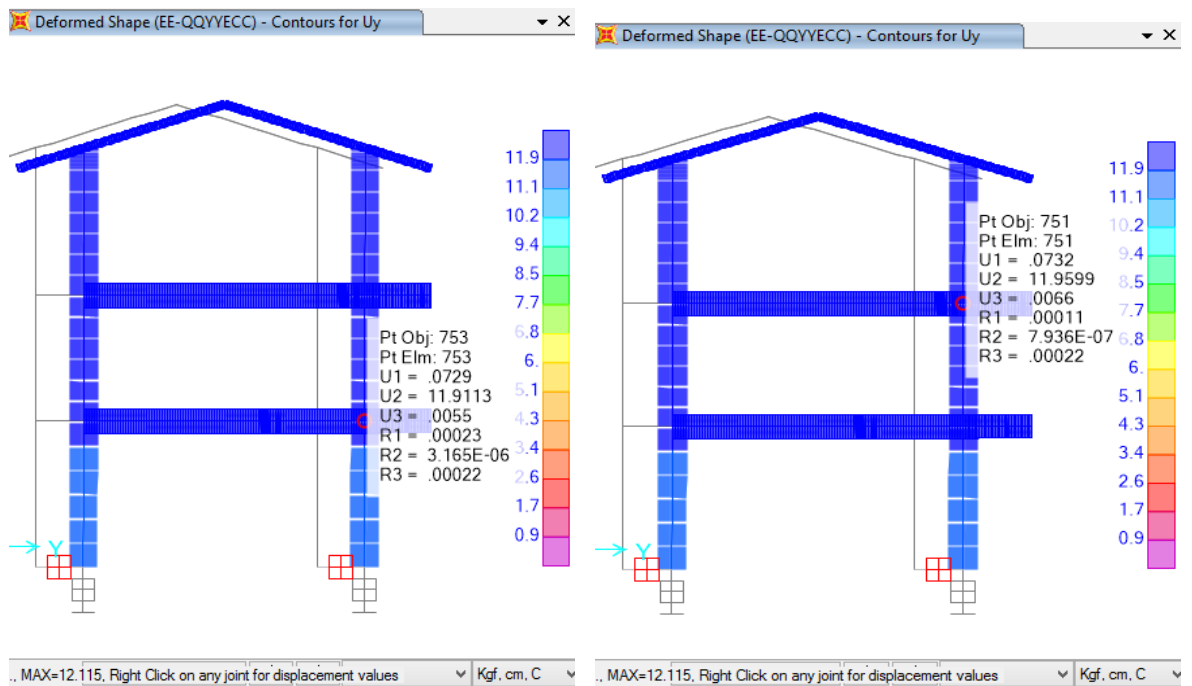


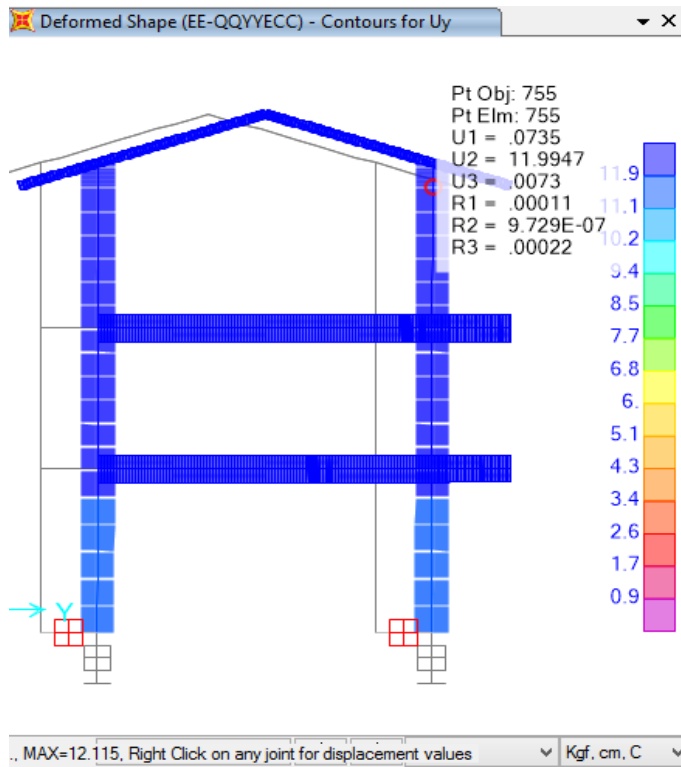
18. Resultados en elementos estructurales sin aislamiento sísmico Momento flector



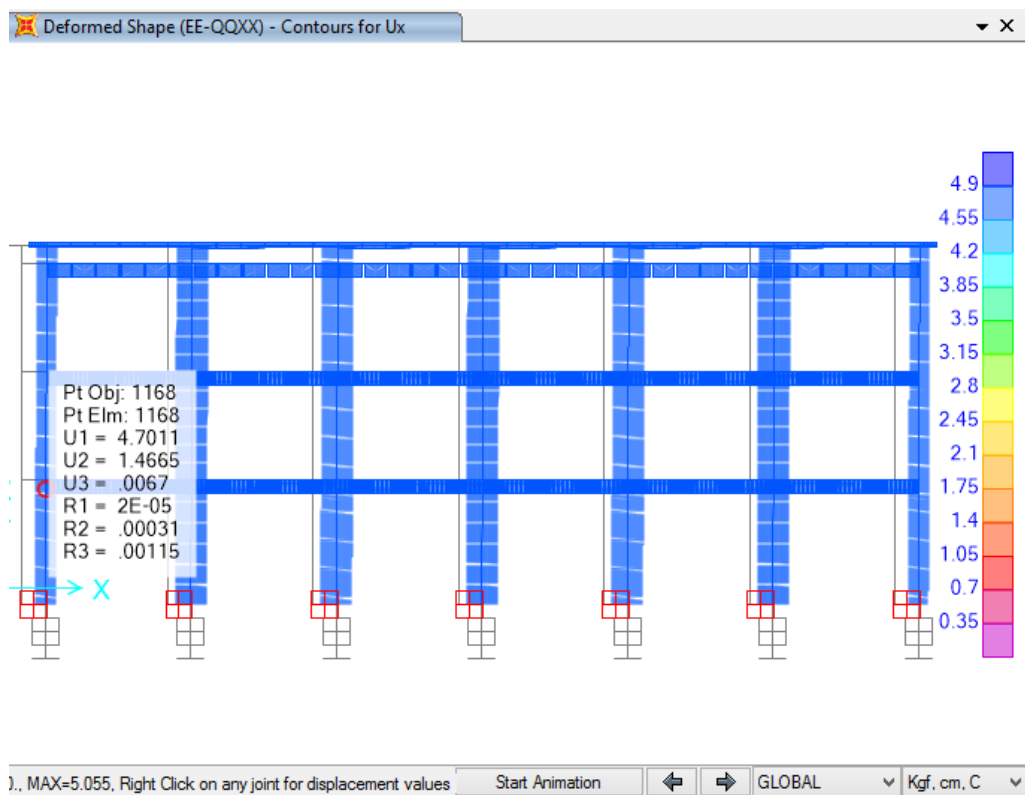


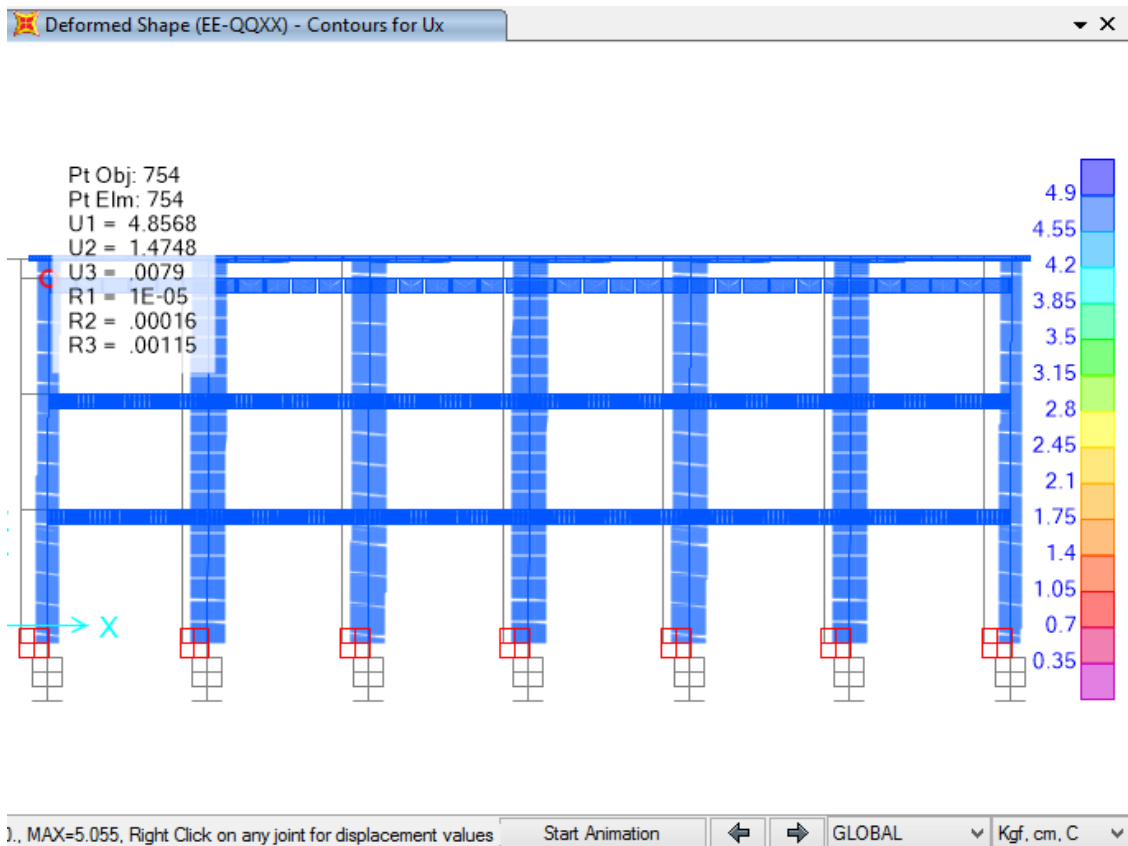
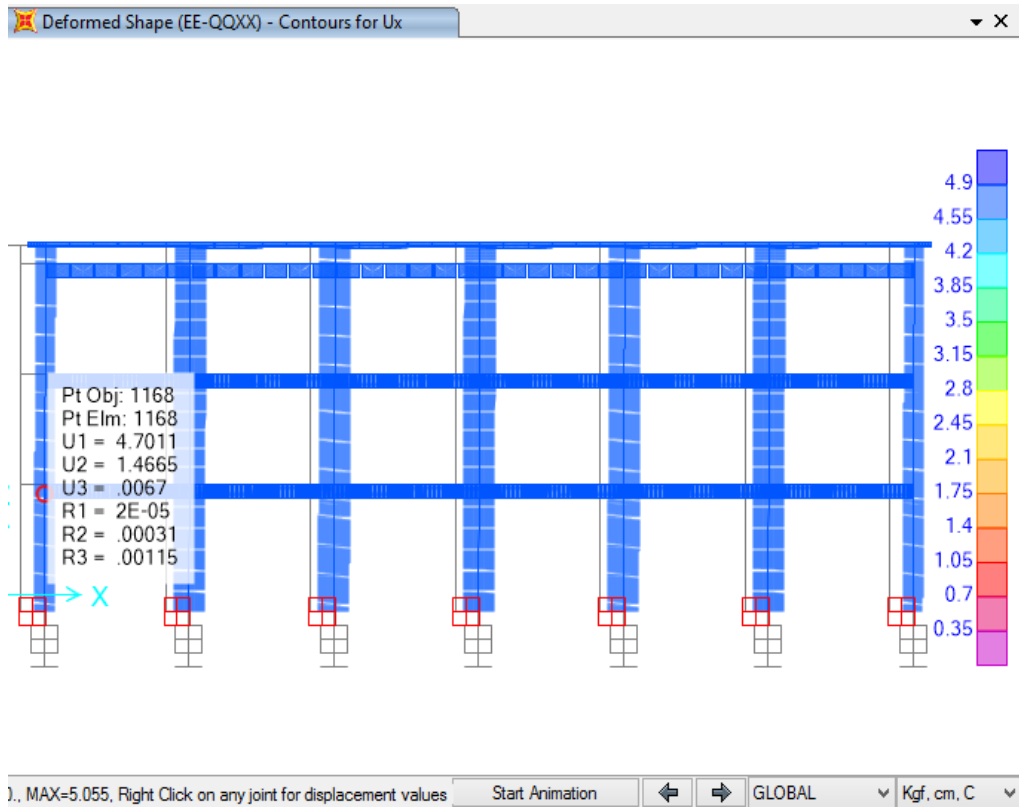
### 19. Desplazamientos en “y” de entrepiso con aisladores sísmicos.



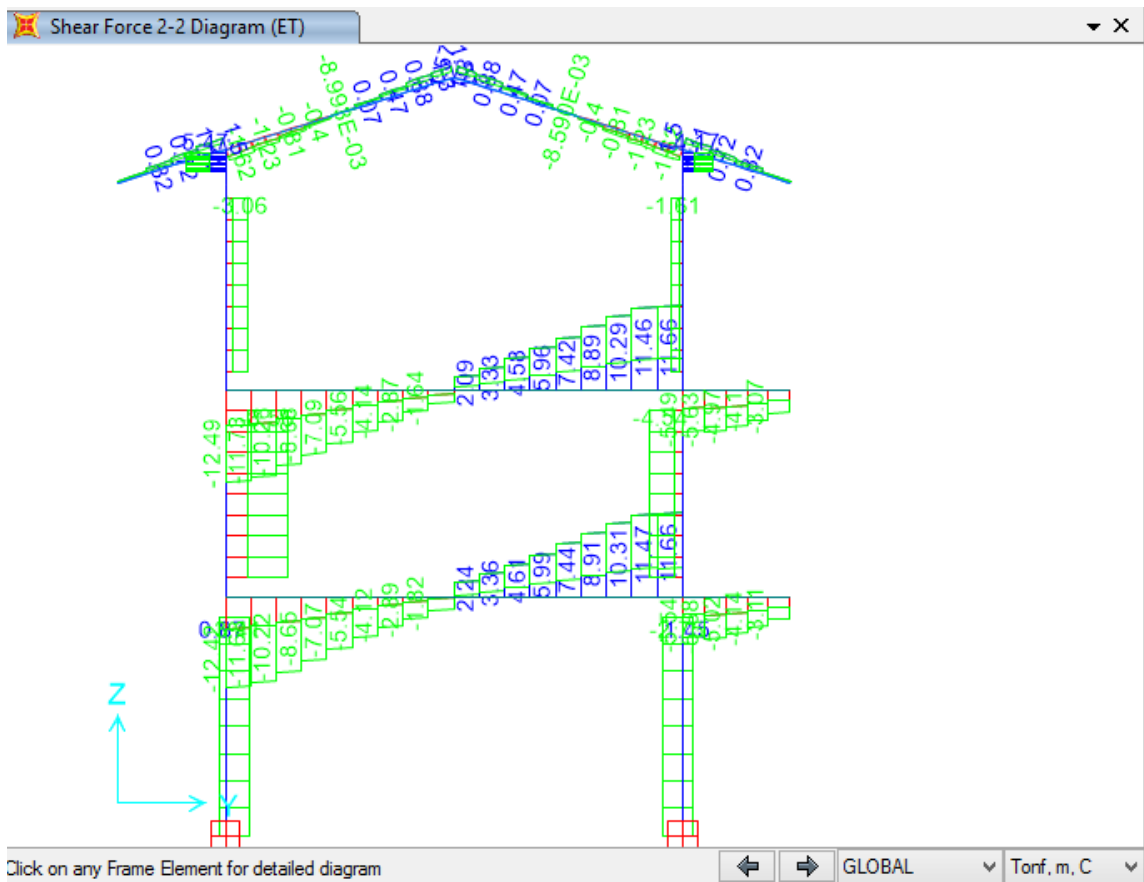
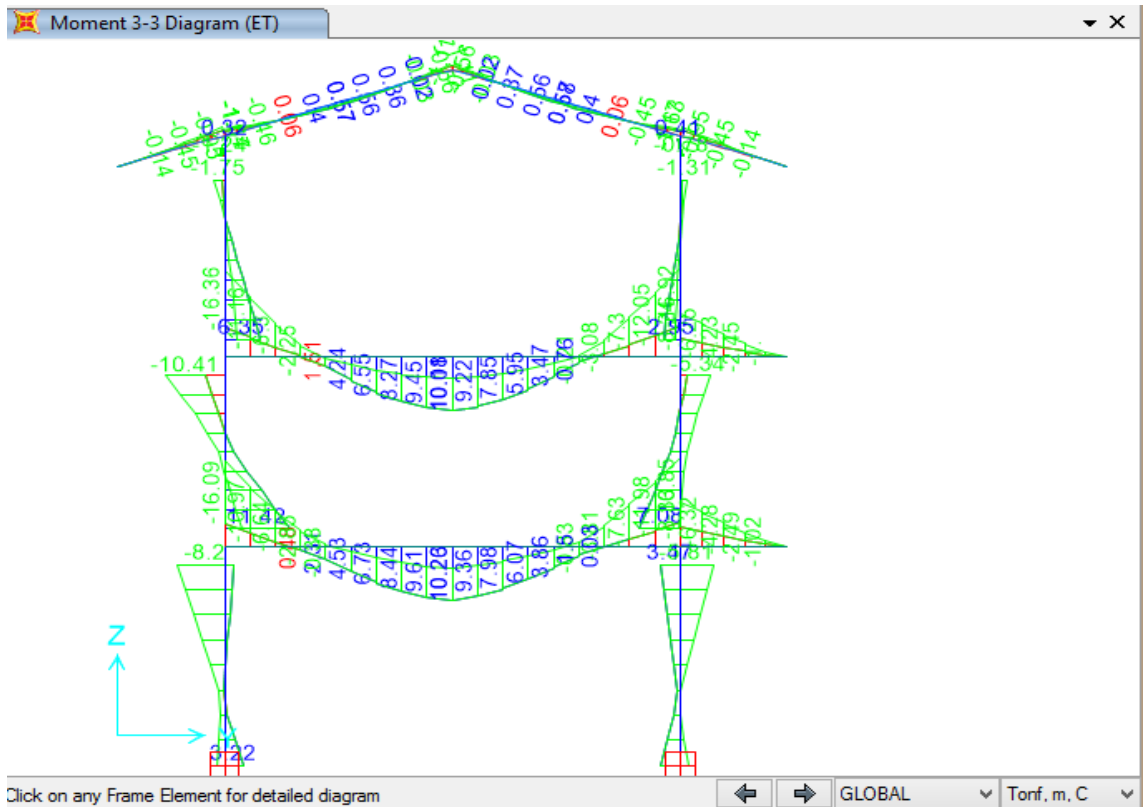


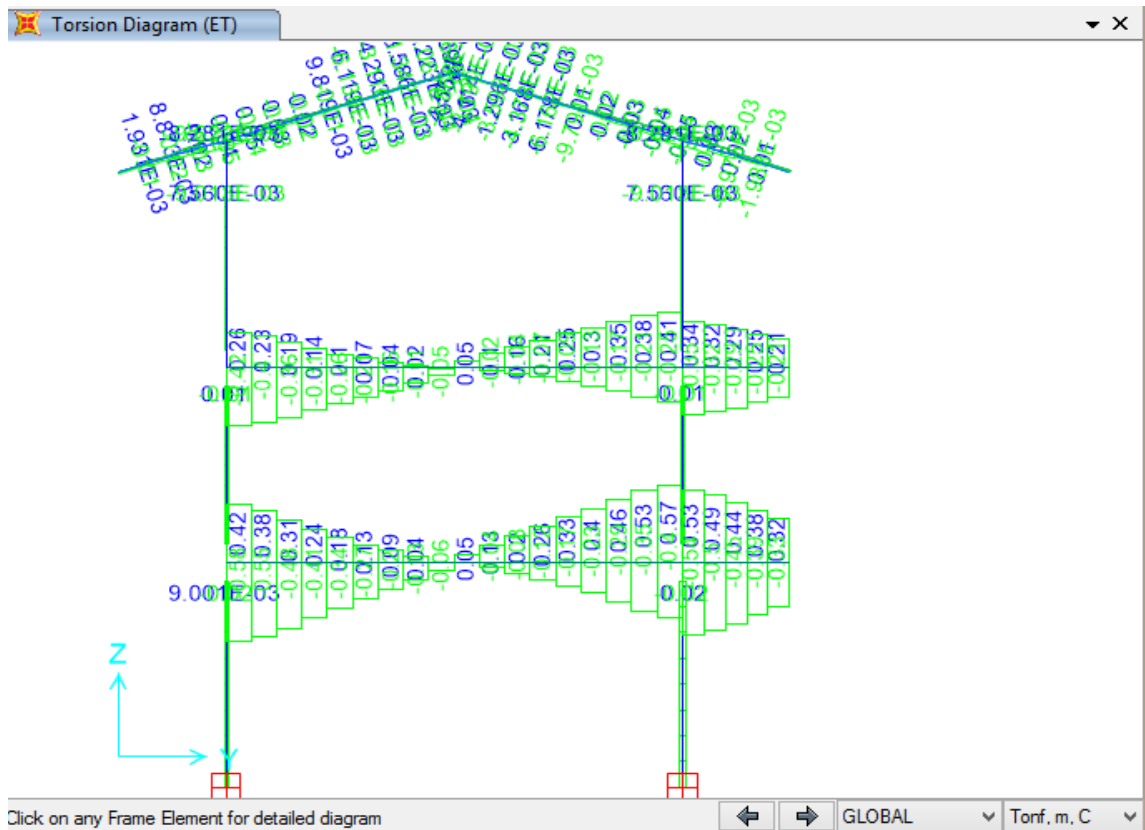
## 20. Desplazamientos en “x” de entrepiso con aisladores sísmicos.





## 21. Resultados en elementos estructurales con aislamiento sísmico.





## 22. Asignación de fuerzas y esfuerzo en los aisladores en el software.

The screenshot shows the 'Link/Support Property Data' dialog box. The 'Link/Support Type' is 'Rubber Isolator' and the 'Property Name' is 'AISLADORA A'. The dialog includes sections for 'Total Mass and Weight', 'Factors For Line, Area and Solid Springs', 'Directional Properties', and 'P-Delta Parameters'.

Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...
<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADORA  
 Direction: U1  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: No

**Properties Used For All Analysis Cases**

Effective Stiffness: 166817.35  
 Effective Damping: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADORA  
 Direction: U2  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: Yes

**Properties Used For Linear Analysis Cases**

Effective Stiffness: 109.069  
 Effective Damping: 0.283

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J: 0.

**Properties Used For Nonlinear Analysis Cases**

Stiffness: 544.012  
 Yield Strength: 21.39  
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADORA  
 Direction: U3  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: Yes

**Properties Used For Linear Analysis Cases**

Effective Stiffness: 109.069  
 Effective Damping: 0.283

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J: 0.

**Properties Used For Nonlinear Analysis Cases**

Stiffness: 544.012  
 Yield Strength: 21.39  
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Property Data**

Link/Support Type: Rubber Isolator

Property Name: AISLADOR B

Property Notes:

Total Mass and Weight

Mass: 0. Rotational Inertia 1: 0.

Weight: 0. Rotational Inertia 2: 0.

Rotational Inertia 3: 0.

Factors For Line, Area and Solid Springs

Property is Defined for This Length in a Line Spring: 1.

Property is Defined for This Area in Area and Solid Springs: 1.

Directional Properties

Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...
<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

P-Delta Parameters

Advanced...

OK

Cancel

**Link/Support Directional Properties**

Identification

Property Name: AISLADOR B

Direction: U1

Type: Rubber Isolator

NonLinear: No

Properties Used For All Analysis Cases

Effective Stiffness: 137,406.46

Effective Damping: 0.1

OK

Cancel



**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADOR B  
 Direction: U2  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: Yes

**Properties Used For Linear Analysis Cases**

Effective Stiffness: 92.785  
 Effective Damping: 0.259

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J: 0.

**Properties Used For Nonlinear Analysis Cases**

Stiffness: 513.145  
 Yield Strength: 16.22  
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADOR B  
 Direction: U3  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: Yes

**Properties Used For Linear Analysis Cases**

Effective Stiffness: 92.785  
 Effective Damping: 0.259

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J: 0.

**Properties Used For Nonlinear Analysis Cases**

Stiffness: 513.145  
 Yield Strength: 16.22  
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Property Data**

Link/Support Type: Rubber Isolator  
 Property Name: AISLADOR C  
 Property Notes:   
 Set Default Name  
 Modify/Show...

**Total Mass and Weight**

Mass: 0. Rotational Inertia 1: 0.  
 Weight: 0. Rotational Inertia 2: 0.  
 Rotational Inertia 3: 0.

**Factors For Line, Area and Solid Springs**

Property is Defined for This Length In a Line Spring: 1.  
 Property is Defined for This Area In Area and Solid Springs: 1.

**Directional Properties**

Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...
<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Fix All Clear All

**P-Delta Parameters**

Advanced...

OK Cancel

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADOR C  
 Direction: U1  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: No

**Properties Used For All Analysis Cases**

Effective Stiffness: 122,905.70  
 Effective Damping: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADOR C  
 Direction: U2  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: Yes

**Properties Used For Linear Analysis Cases**

Effective Stiffness: 85.971  
 Effective Damping: 0.243

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J: 0.

**Properties Used For Nonlinear Analysis Cases**

Stiffness: 504.175  
 Yield Strength: 13.91  
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

OK Cancel

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADOR C  
 Direction: U3  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: Yes

**Properties Used For Linear Analysis Cases**

Effective Stiffness: 85.971  
 Effective Damping: 0.243

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J: 0.

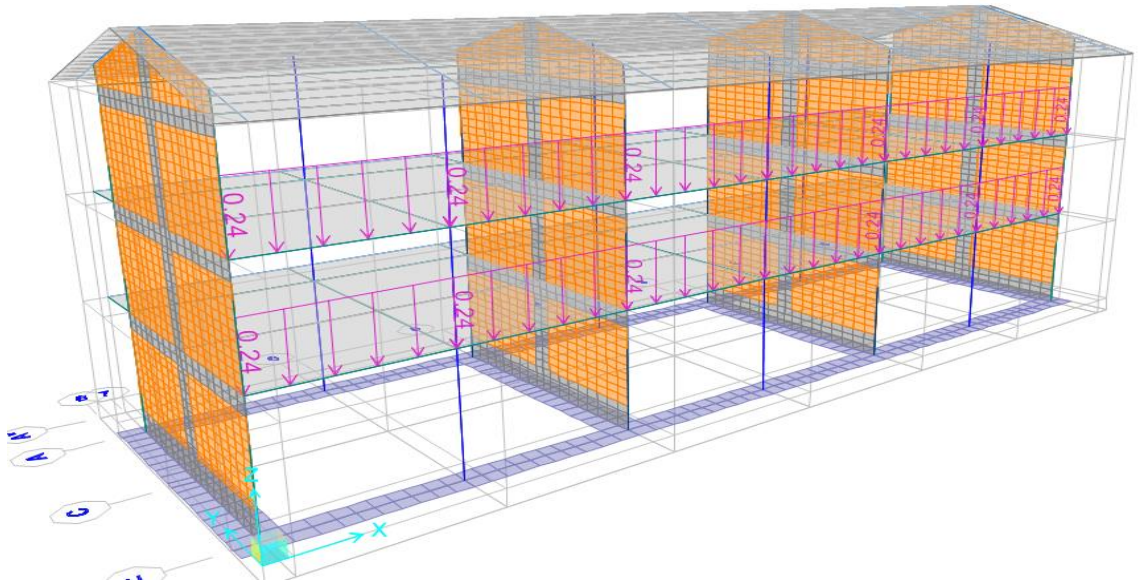
**Properties Used For Nonlinear Analysis Cases**

Stiffness: 504.175  
 Yield Strength: 13.91  
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

OK Cancel

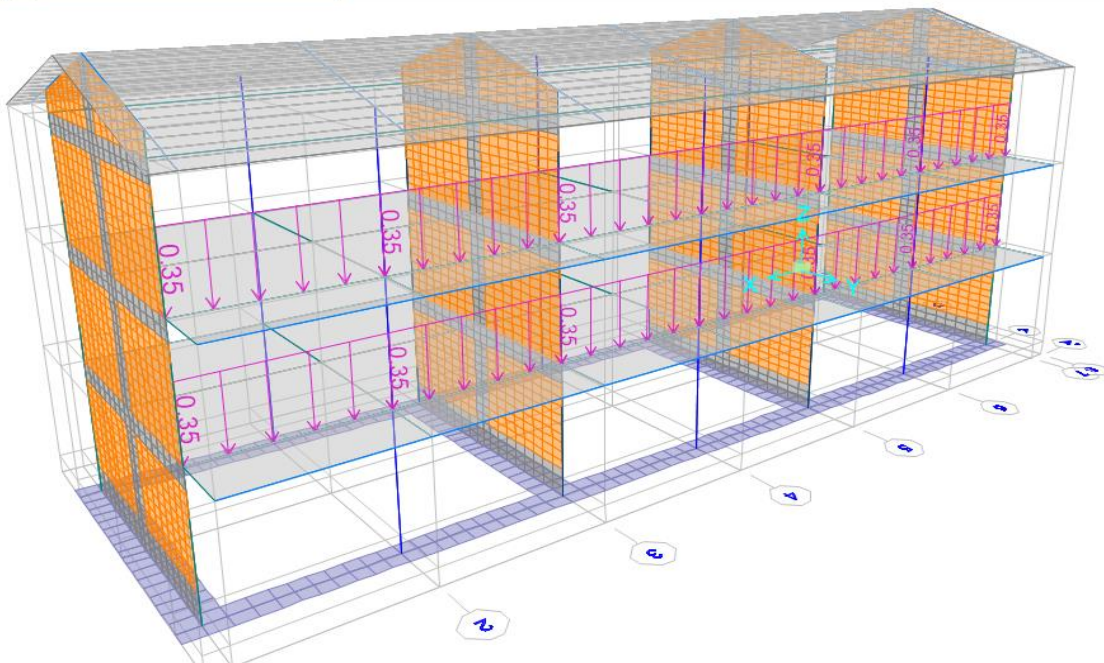
## 23. Asignación de carga muerta – tabiquería

Frame Span Loads (TABIQUE 01) (GLOBAL CSys)

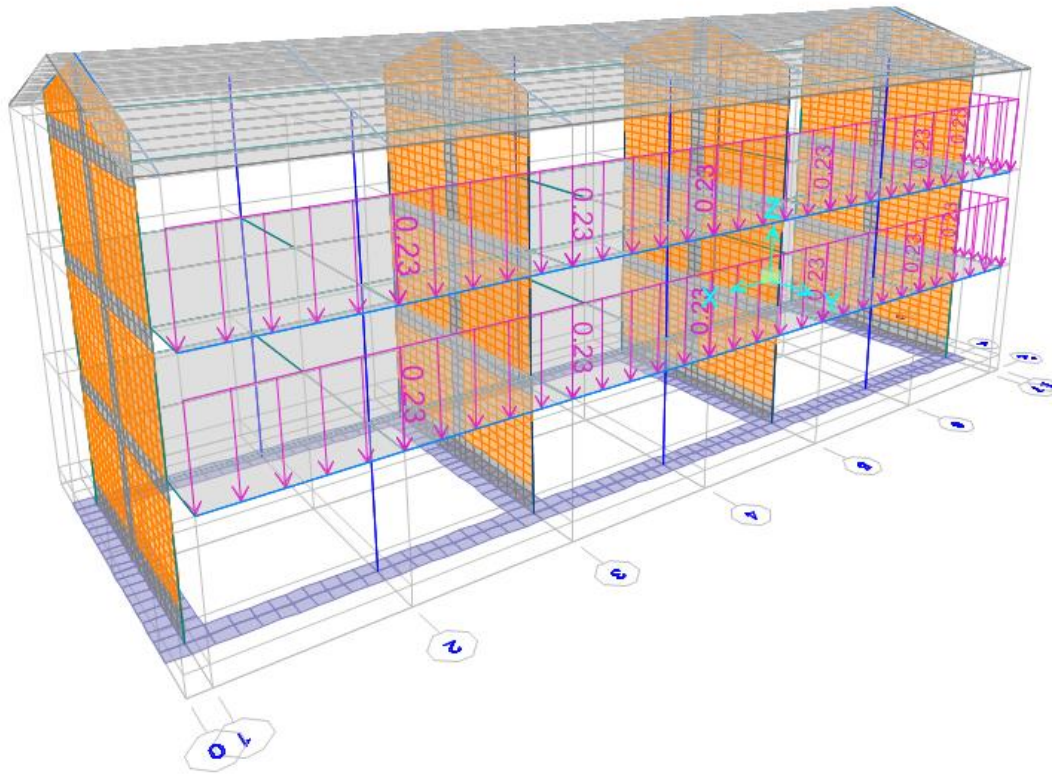


1.15X210

Frame Distributed Loads (TABIQUE 02)



1.65X210



1.10X210

## Anexo N° 09: Análisis e interpretación de resultados

### a) Análisis de resultados N° 01: Clasificación de suelos

<b>Perfil de Suelo</b>	:	<b>S2</b>
<b>Descripción del perfil de Suelo</b>	:	<b>Suelos Intermedios: Arena Gruesa a Media. Suelo Cohesivo Compacto.</b>

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLOS	GRÁFICO	HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA, ETC.
0.50	Re		4.6	SUELO ARENOSO CON LIMOS Y GRAVAS, SEMIHUMEDO, DE COLOR MARRON CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE HERBACEAS ESCASAS; ADEMAS GRAVAS DE CARAS FRACTURADAS MENORES MAYORES A 3"  S / M
3.00	SM		6.3	ARENA LIMOSA CON GRAVA; MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y SIN PLASTICIDAD, HUMEDO, COMPACTO, DE COLOR MARRON OSCURO, GRAVA DE CARAS FRACTURADAS MINIMAS, MNORES A 2"  M-01 NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA

Como se observa el tipo de suelo es arenoso con grava; es un suelo intermedio en la clasificación debido a q no se puede poner aislador en un suelo blando si fuese el caso Se recomendaría hacer un cambio de suelo; en este suelo hay ausencia de nivel freático el cual es un claro indicador que el suelo es intermedio.

Como el suelo es arenoso podría haber cierto asentamiento diferencial para contrarrestar esto se planteó vigas de cimentación en los dos casos con y sin aislador con la finalidad de que al asentarse la estructura no comprometa a los elementos estructurales del primer y segundo piso.

### b) Análisis de resultados N° 02: Cortante basal en la estructura

con aislador

Resultado del Análisis Dinámico		
	V-ton	T-ton
SISMODX-max	55.9487	412.88504
SISMODY-max	151.0164	2043.36719

sin aislador

Resultado del Análisis Dinámico		
	V-ton	T-ton
SISMODX-max	155.6543	867.45031
SISMODY-max	438.0172	5952.18391

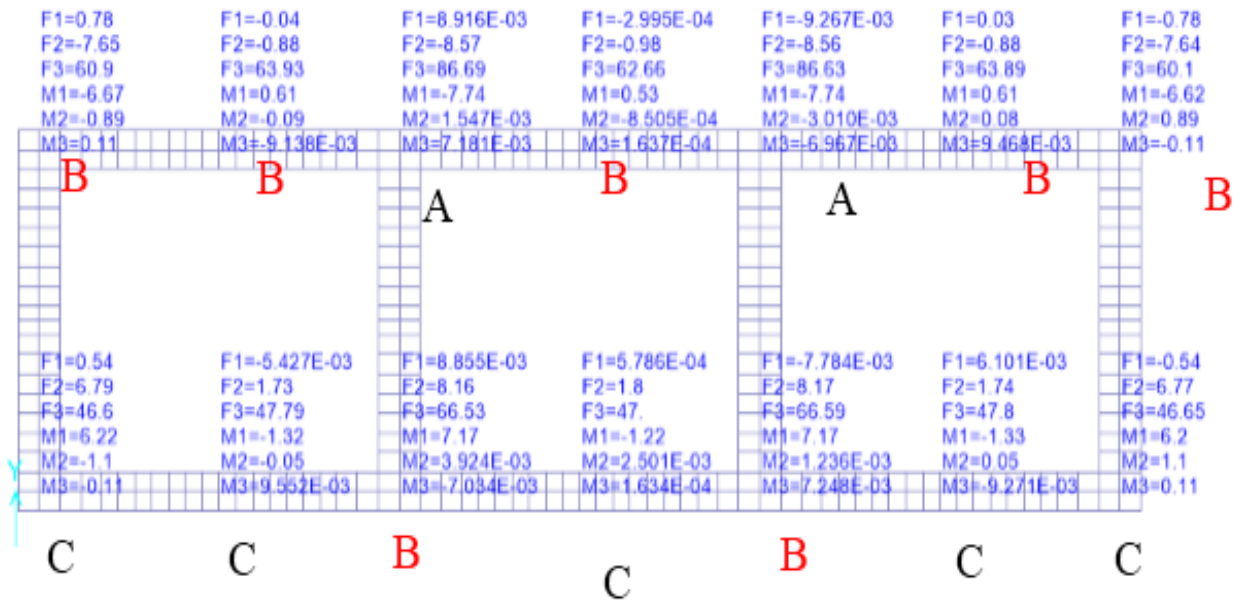
Como se observa el aislador hecho de caucho absorbe gran parte de la cortante basal lo que reduce la carga que llega a los elementos estructurales.

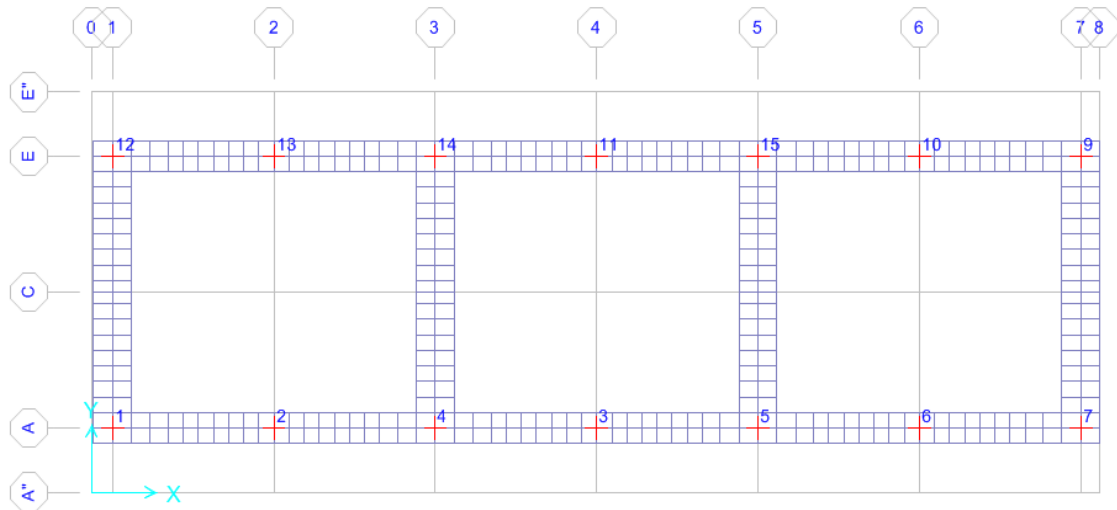
c) Análisis de resultados N° 03: Capacidad axial de estructura referente a las cargas axiales máximas:

PASO 12:

	TIPO A	TIPO B	TIPO C
tr(m)	0.18	0.19	0.2
t (m)	0.01	0.01	0.01
n	18	19	20
h (m)	0.231	0.244	0.257
D aislador (m)	0.57	0.57	0.57
D pb (m)	0.1550	0.1350	0.1250
A (m2)	0.236	0.241	0.243
As (m2)	0.303	0.309	0.312
Pmax (ton)	188.39	132.83	89.06
r (m)	0.14	0.14	0.14
S	14.25	14.25	14.25
S2	3.17	3.00	2.85
Krubber (ton/m)	54	51.3	50.4
w frecuencia	1.68	1.95	2.36
G (ton/m2)	41	41	41
VERIFICACIÓN DE PANDEO			
Pcritico (ton)	483	466	447
p critico (ton/m2)	2044	1937	1840
F.S.	2.61	3.49	5.11
F.S. MIN	2	2	2
Krubber reducido	45	48	48
Pmax/Pcritico	0.32	0.28	0.20

Altura del caucho  
 Espesor de una capa caucho  
 Número de capas caucho  
 Altura total caucho + acero  
 Diámetro del aislador  
 Diámetro del plomo  
 Área total del caucho  
 Área efectiva de corte  
 Carga axial máxima  
 Radio de giro  
 Factor de forma  
 Factor de forma Secundario  
 Rigidez horizontal del caucho  
 Frecuencia circular  
 Módulo Corte Caucho  
 Carga crítica  
 Presión crítica  
 Factor de Seguridad  
 Rigidez reducida





	<b>Pmax (modelamiento)</b>		<b>Pmax teórico</b>	<b>condición</b>
Aislador 1-C	84.9794	<	89.06	Cumple
Aislador 2-C	77.7241	<	89.06	Cumple
Aislador 4-B	114.8542	<	132.83	Cumple
Aislador 3-C	77.4369	<	89.06	Cumple
Aislador 5-B	114.9362	<	132.83	Cumple
Aislador 6-c	77.7459	<	89.06	Cumple
Aislador 7-c	85.0089	<	89.06	Cumple
Aislador 9-B	103.7181	<	132.83	Cumple
Aislador 10-B	105.7414	<	132.83	Cumple
Aislador 15-A	145.5466	<	188.39	Cumple
Aislador 11-B	104.8543	<	132.83	Cumple
Aislador 14-A	145.6241	<	188.39	Cumple
Aislador 13-B	105.8534	<	132.83	Cumple
Aislador 12-B	104.6483	<	132.83	Cumple

Se observa que la estructura no ha llegado a la capacidad límite del diseño aislador por lo tanto esta correcto el diseño en capacidad axial.

### **Verificación de los periodos efectivos $T_m$ :**

Cálculo teórico con:

<b>RECALCULAMOS</b>	
Km eff sist (ton/m)	963.072
<b><math>T_m</math> (seg)</b>	<b>1.78</b>
WD sist	198.3
$\beta_m$ eff sist	0.26
$B_m$	1.72
$D_m$ (m)	0.28
$D_{tm}$ (m)	0.35

Cálculo con el SAP 2000:

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless
Ritz	Mode	1	1.631057	0.986932	2.257E-15	3.493E-18
Ritz	Mode	2	1.605281	2.225E-15	0.999977	1.184E-08
Ritz	Mode	3	1.513413	0.012616	3.958E-19	1.437E-17
Ritz	Mode	4	0.188758	0.000434	7.55E-18	5.777E-15

	Tm (modelamiento)		Tm teórico	condición
Período eff	1.631057	<	1.78	Cumple

Se concluye que la estructura no ha superado el período para el que se diseñó.

**Verificación de desplazamientos:**

		$\delta x-x$ (cm)	$\delta y-y$ (cm)		$\delta$ teórico (cm)	
Nudo 572	Aislador 1-C	4.833235	11.427217	<	28	Cumple
Nudo 715	Aislador 2-C	4.537104	11.788395	<	28	Cumple
Nudo 1585	Aislador 4-B	4.440951	12.005164	<	28	Cumple
Nudo 2224	Aislador 3-C	4.707061	11.732221	<	28	Cumple
Nudo 8513	Aislador 5-B	4.308734	11.754722	<	28	Cumple
Nudo 7643	Aislador 6-c	4.308309	11.788396	<	28	Cumple
Nudo 7500	Aislador 7-c	4.30746	11.952715	<	28	Cumple
Nudo 7984	Aislador 9-B	4.715029	12.008811	<	28	Cumple
Nudo 8124	Aislador 10-B	4.567285	11.780838	<	28	Cumple
Nudo 8912	Aislador 15-A	4.567593	11.753992	<	28	Cumple
Nudo 1526	Aislador 11-B	4.947278	11.959956	<	28	Cumple
Nudo 1984	Aislador 14-A	4.567593	11.83466	<	28	Cumple
Nudo 1196	Aislador 13-B	4.567285	12.00316	<	28	Cumple
Nudo 1066	Aislador 12-B	4.794909	11.977289	<	28	Cumple

OBS: Se concluye que los desplazamientos de los aisladores son menores al calculado entonces el diseño del aislador es correcto.

Se concluye que los desplazamientos de los aisladores son menores al calculado entonces el diseño del aislador es correcto.

**Verificación de giro:**

	$\delta x-x$ (cm)	$\delta y-y$ (cm)	Giro		
Aislador 1-C	4.833235	11.427217	12.4073143	<	14 Cumple
Aislador 2-C	4.537104	11.788395	12.6313724	<	14 Cumple
Aislador 4-B	4.440951	12.005164	12.8002347	<	14 Cumple
Aislador 3-C	4.707061	11.732221	12.6412591	<	14 Cumple
Aislador 5-B	4.308734	11.754722	12.5195319	<	14 Cumple
Aislador 6-c	4.308309	11.788396	12.5510082	<	14 Cumple
Aislador 7-c	4.30746	11.952715	12.7051803	<	14 Cumple
Aislador 9-B	4.715029	12.008811	12.9012806	<	14 Cumple
Aislador 10-B	4.567285	11.780838	12.6351983	<	14 Cumple
Aislador 15-A	4.567593	11.753992	12.6102829	<	14 Cumple
Aislador 11-B	4.947278	11.959956	12.9428014	<	14 Cumple
Aislador 14-A	4.567593	11.83466	12.6855068	<	14 Cumple
Aislador 13-B	4.567285	12.00316	12.8427389	<	14 Cumple
Aislador 12-B	4.794909	11.977289	12.9014187	<	14 Cumple

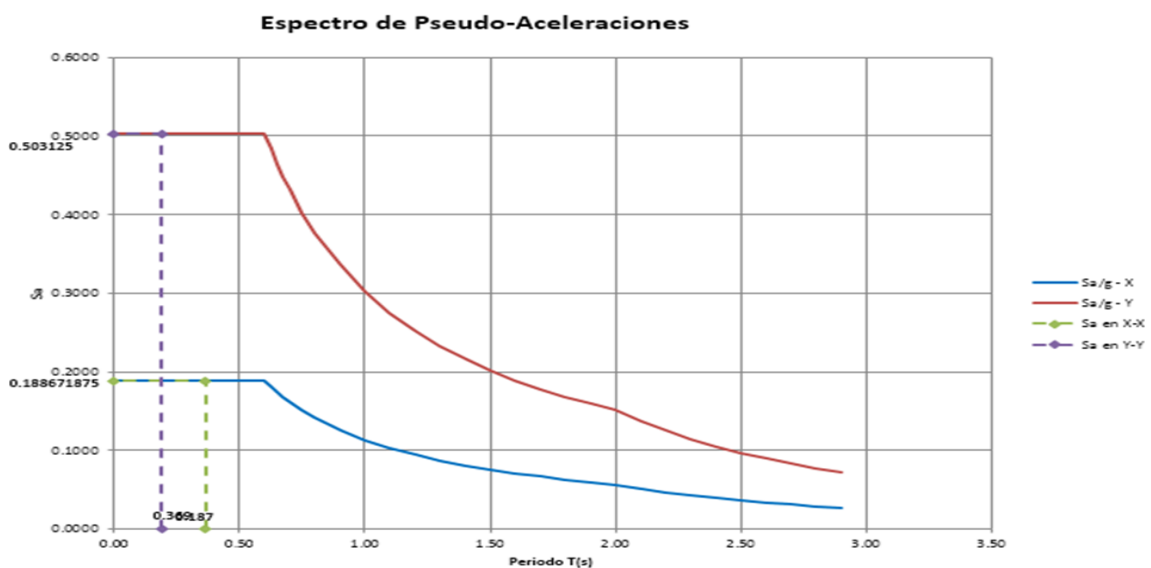


Se concluye que la torsión de la estructura es menor al del propuesto en el aislador por lo tanto el diseño del aislador es correcto.

Los requerimientos sísmicos que han sido calculados son para buscar datos de un fabricante de aislador por eso al momento de diseñar una estructura de acuerdo se busca los desplazamientos máximos para la determinación del diámetro y el alto del aislador.

### **Comparación de estructura con aislador y sin aislador**

Espectro de sismo sin aislador según Norma E.030



Para la generación del MCE se multiplicó 1.5 veces mayor para generar un nuevo espectro para el aislador sísmico de caucho.

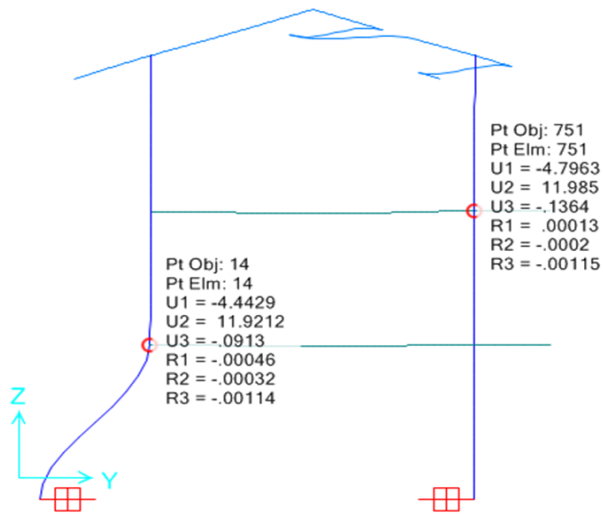
Para los aisladores se debe de diseñar con sismo más severo que sin aislador.

Para la creación de tal espectro no se tiene en cuenta las irregularidades, por lo tanto, no será castigado con una reducción.

El periodo de este espectro sin aislamiento es necesario para el cálculo del aislador con la finalidad de que la estructura se vuelva más flexible y el periodo crezca.

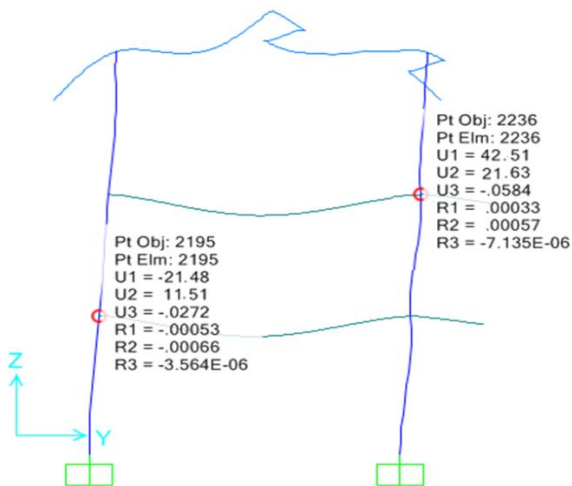
**d) Análisis de resultados N° 04: Derivas de entrespiso**

con aislador



deriva	x-x	y-y
piso 1	0.014104444	0.03784508
piso 2	0.015226349	0.03804762

sin aislador



deriva	x-x	y-y
piso 1	0.068190476	0.13495238
piso 2	0.036539683	0.06866667

Como se observa en los desplazamientos nodales la mayor deriva se produce cuando no tiene aislamiento en la base lo cual puede ser perjudicial para la estructura haciendo la colapsar.

e) **Análisis de resultados N° 05: Periodos de vibración**

Con aislador en la base

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless	RX Unitless
Ritz	Mode	1	1.631057	0.99	2.257E-15	3.493E-18	0.99	2.257E-15	3.493E-18	3.769
Ritz	Mode	2	1.605281	2.225E-15	1	1.184E-08	0.99	1	1.184E-08	1.662
Ritz	Mode	3	1.513413	0.01262	3.958E-19	1.437E-17	1	1	1.184E-08	1.245
Ritz	Mode	4	0.188758	0.0004343	7.55E-18	5.777E-15	1	1	1.184E-08	2.767
Ritz	Mode	5	0.092673	6.279E-17	1.745E-05	0.001296	1	1	0.001296	

Como se observa los periodos de la estructura son altos al tener aislador en la base este detalle es muy importante porque la vibración producida a la hora del sismo va ser menor en la estructura, al ser menor va hacer q el sismo no se sienta mucho dentro del colegio, produciendo daños menores en la estructura.

Sin aislador en la base

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless	RX Unitless
Ritz	Mode	1	0.302353	0.7	9.774E-15	1.925E-15	0.7	9.774E-15	1.925E-15	8.81
Ritz	Mode	2	0.126147	7.523E-18	0.72	0.0004326	0.7	0.72	0.0004326	
Ritz	Mode	3	0.114498	0.001097	3.925E-15	1.729E-13	0.7	0.72	0.0004326	4.62
Ritz	Mode	4	0.095818	0.11	2.820E-14	1.126E-14	0.81	0.72	0.0004326	2.5

Como se observa los periodos de la estructura son bajos al no tener aislador en la base este detalle es muy importante porque la vibración producido a la hora del sismo va ser mayor en la estructura, al ser mayor va hacer q el sismo se sienta mucho dentro del colegio, produciendo daños notables en la estructura.

f) **Análisis de resultados N° 06: Porcentaje de incremento en cortantes y momentos flectores**

sin aislador		con aislador		Porcentajes	
fuerza cortante vigas	mto flector vigas	fuerza cortante vigas	mto flector vigas	fuerza cortante vigas	mto flector vigas
primer nivel	primer nivel	primer nivel	primer nivel	primer nivel	primer nivel
12.03	15.54	12.42	16.09	103.24%	103.54%
segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel
12	16.59	12.49	16.36	104.08%	98.61%
columnas	columnas	columnas	columnas	columnas	columnas
primer nivel	primer nivel	primer nivel	primer nivel	primer nivel	primer nivel
2.59	11.65	1.45	8.02	55.98%	68.84%
segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel	segundo nivel
8.26	11.39	4.52	10.41	54.72%	91.40%
tercer nivel	tercer nivel	tercer nivel	tercer nivel	tercer nivel	tercer nivel
3.05	6.43	3.06	1.75	100.33%	27.22%
			promedio=	83.67%	77.92%
			incremento=	16.33%	22.08%

Se observa que los momentos flectores máximos disminuyeron en un 22.08%, mientras que las potencias de cortantes máximas disminuyeron en un 16.33% en estructura con base aislada.

g) **Análisis de resultados N° 07: Porcentaje de incremento en cortante basal y derivas**

	Cortante basal		
	V-ton	V-ton	Prom.
SISMODX-max	35.94%	47.60%	41.77%
SISMODY-max	34.48%	34.33%	34.40%

Se observa que en la estructura aislada la cortante basal disminuye en un 47.77% en el eje "x" y 34.40% en el eje "y", con respecto a la estructura sin aisladores, de absorbe gran parte de la cortante basal lo que reduce la carga que llega a los elementos estructurales.

Reacciones	Sin aislador		Con aislador		x-x (%)	y-y (%)
	x-x	y-y	x-x	y-y		
pisos 1	4.4429	11.9212	21.48	42.51	20.68%	28.04%
pisos 2	4.7963	11.985	11.51	21.63	41.67%	55.41%
			Promedio		31.18%	41.73%

Se observa que en la estructura con aislador tiene una reacción superior a la estructura sin aislador sísmica, siendo así que la reacción sin aisladores en el piso 1 en el eje x-x es el 20.68% y en el eje y-y es el 28.04% de las reacciones con aisladores sísmicos; aumentando en el piso 2, a 41.67% y 55.41%, respectivamente.

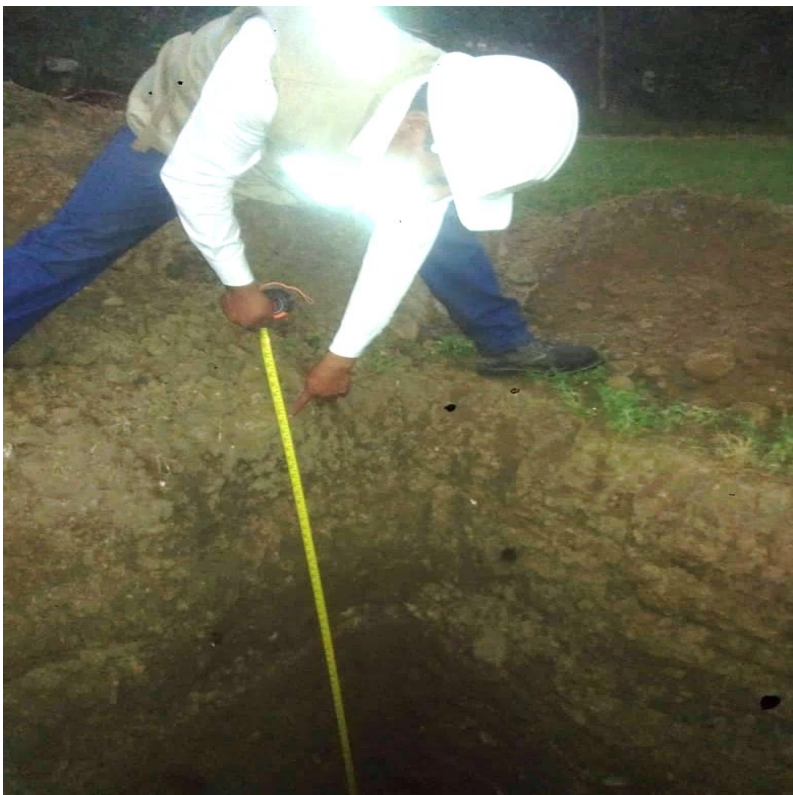
## Anexo N° 10: Panel Fotográfico



Fotografía N° 01 – 02: Levantamiento topográfico.



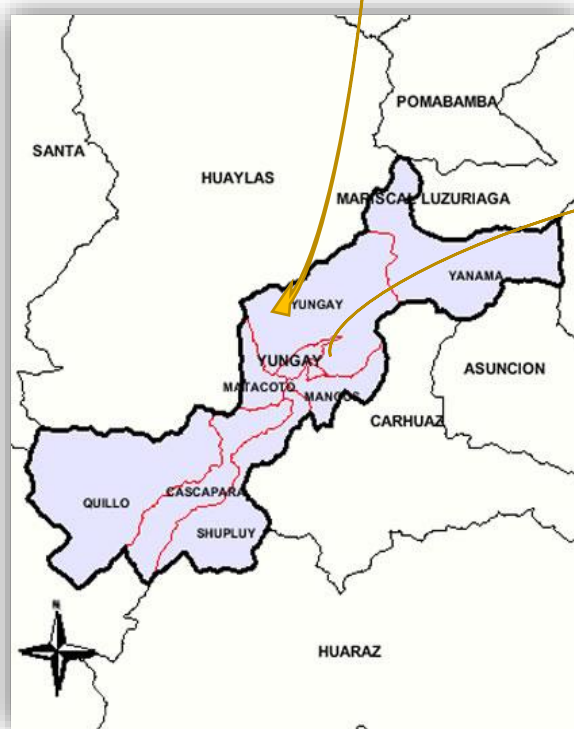
Fotografía N° 03 – 04: Calicatas – toma de muestras de suelo.



Fotografía N° 05 – 06: Calicatas – perfil estratigráfico.

## Anexo N° 11: Planos

### a) Ubicación

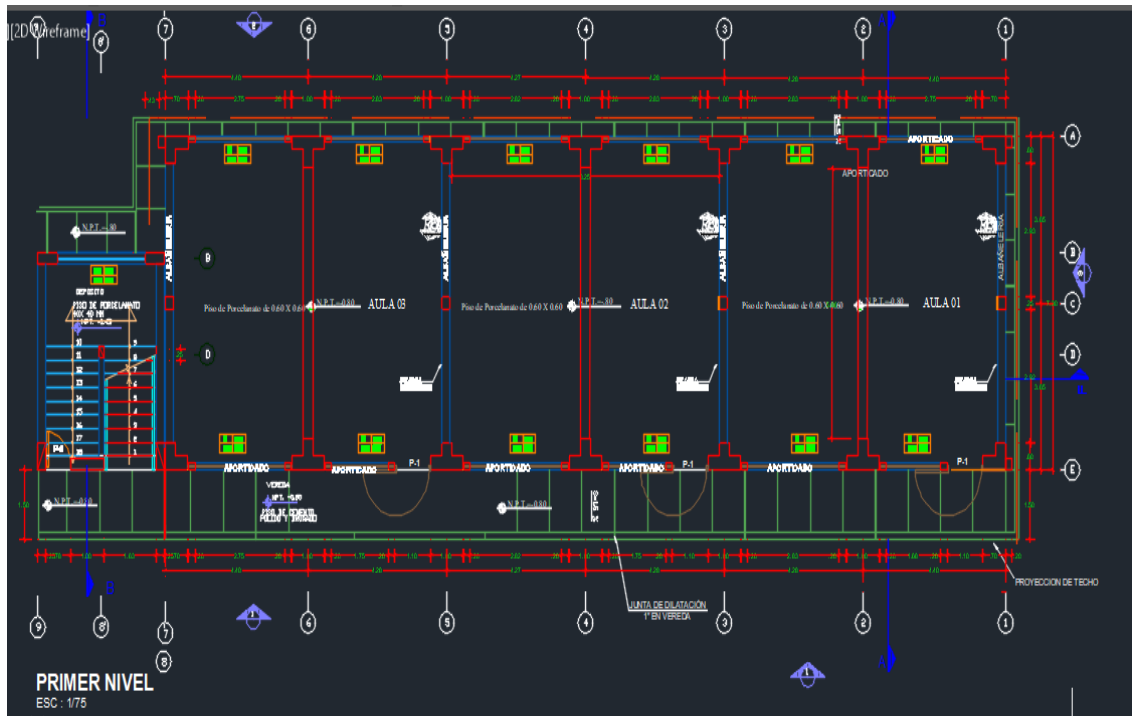




## b) Plano topográfico



c) Planos del pabellón del colegio Juan Bautista de la Salle - planta y elevación





Anexo N° 12: Resultado del turnitin

Erik Norabuena Ramirez Tesis

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DEBE ENTREGAR UN ORIGINAL Y UN COPIA EN CD DEL DOCUMENTO ENTREGADO EN EL SISTEMA DE TURNITIN A LA SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO


TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AL TÍTULO:  
Dr. Norabuena Ramirez, Erik César (DNI: 7090 0004 7123 9596)  
Dr. Alexis Pazuela, Tito Samuel (DNI: 7090 0004 0144 7100)

A LA MATERIA:  
Módulo de Ingeniería de Estructuras (DNI: 7090 0004 0144 7100)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Módulo de Ingeniería de Estructuras

OSCAR M. PERU  
2019



**Resumen de coincidencias**


**20 %**

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universidad...	6 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	4 %
3	Entregado a Pontificia...	2 %
4	Entregado a Universidad...	1 %
5	repositorio.unp.edu.pe	1 %
6	repositorio.upn.edu.pe	1 %
7	Entregado a Universidad...	<1 %

Text-only Report High Resolution Activado

12:02 p. m. 4/12/2019

**Anexo N° 13: Acta de aprobación de originalidad de tesis**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DE UN PABELLÓN DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE, YUNGAY 2018", del (de la) estudiante NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS y ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Huaraz, 10 de Julio de 2019



Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA  
DNI: 40711879

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo N° 14: Formulario de autorización para la publicación electrónica del trabajo de investigación de la tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) "César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS

D.N.I. : 43678313

Domicilio : AV. CONFRATERNIDAD INTERNACIONAL ESTE 559-HUARAZ

Teléfono : Fijo : Móvil : 970218846

E-mail : nerickucv@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Grado

Título

Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :

Mención :

Doctorado



3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS y ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

"DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DE UN PABELLÓN DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE. YUNGAY 2018"

Año de publicación: 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,



Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma :

Fecha : 11 de Julio de 2019



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

3. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA

D.N.I. : 43280574

Domicilio : Mz.10 Lt. 10 Urbanización San Martín de Porres - Shancayan - Independencia - Huaraz.

Teléfono : Fijo : ..... Móvil :971414447

E-mail : Tanyrb28@hotmail.com

4. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Grado

Título  
Ingeniera Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado : .....

Mención : .....

Doctorado



5. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS y ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

"DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DE UN PABELLÓN DE TRES PISOS: COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE, YUNGAY 2018"

Año de publicación: 2019

6. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma : .....

Fecha : 11 de Julio de 2019

**Anexo N° 15: Autorización de la versión final del trabajo de investigación**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

**A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:**

NORABUENA RAMIREZ ERICK CARLOS

---

**INFORME TITULADO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DE UN PABELLÓN DE TRES PISOS:  
COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE, YUNGAY 2018

---

**PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:**

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de Julio de 2019

NOTA O MENCIÓN: TRECE (13)



  
**Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA**  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ROSARIO BONIFACIO TANIA ROXANA

---

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DE UN PABELLÓN DE TRES PISOS:  
COLEGIO JUAN BAUTISTA DE LA SALLE, YUNGAY 2018

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

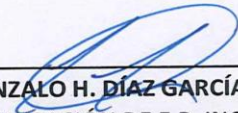
INGENIERA CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de Julio de 2019

NOTA O MENCIÓN: TRECE (13)



  
Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL