



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**APLICACIÓN DE LA NORMA DISEÑO SISMORRESISTENTE  
E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE  
SUBTANJALLA –ICA.**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

**BACH. LEGUA PRADO FERNANDO ANTONIO GENARO**

ICA - PERU

2020

**DEDICATORIA:**

A los docentes por su orientación y atención a las consultas realizadas, ya que sin sus aportes esta investigación no se habría podido realizar.

**AGRADECIMIENTO:**

A mis padres por su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
RESUMEN EN ESPAÑOL	vii
RESUMEN EN INGLES	ix
CONTRA CARATULA	xi
INTRODUCCIÓN	xii
<b><u>CAPITULO I</u></b>	
<b>MARCO TEORICO</b>	
1.1 Antecedentes del problema de investigación	13
1.1.1 Antecedentes a nivel internacional	13
1.1.2 Antecedentes a nivel nacional	14
1.1.3 Antecedentes a nivel local	17
1.2 Bases teóricas de la investigación	17
1.3 Marco legal	18
1.4 Marco conceptual	18
<b><u>CAPITULO II</u></b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION</b>	
2.1 Antecedentes del problema de investigación	20
2.2 Formulación de problemas	21
2.2.1 Problema general	21
2.2.2 Problemas específicos	21
2.3 Delimitación del problema	22
• Delimitación espacial o geográfica	21
• Delimitación temporal	22
• Delimitación social	22
• Delimitación conceptual	22

2.4 Justificación e importancia de la investigación	23
2.4.1 Justificación	23
2.4.2 Importancia	23
2.5 Objetivos de la investigación	24
2.5.1 Objetivo general	24
2.5.2 Objetivos específicos	24
2.6 Hipótesis de la investigación	24
2.6.1 Hipótesis general	24
2.6.2 Hipótesis específicos	24
2.7 Variables de la investigación	25
2.7.1 Identificación de variables	25
2.7.2 Operacionalización de variables	25

### **CAPITULO III**

#### **ESTRATEGIA METODOLOGICA**

3.1 Tipo, Nivel y Diseño de investigación	26
• Tipo de investigación	26
• Nivel de investigación	26
• Diseño de investigación	26
3.2 Población y muestra materia de investigación	26
• Población de estudio	26
• Muestra de estudio	26

### **CAPITULO IV**

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	27
4.1 Técnicas de recolección de datos	27
4.2 Instrumentos de recolección de datos	27
4.3 Técnicas de procesamientos de datos, análisis e interpretación de resultados	27

## **CAPITULO V**

PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	29
5.1 Presentación e interpretación de resultados	29
<b><u>Ensayos para el calculo de la resistencia a la compresión del concreto</u></b>	32
• Ensayo de diamantina o ensayo de extracción de núcleos	33
• Ensayo de esclerometría	43
<b><u>Descripción de la zona estudiada</u></b>	55
Topografía del lugar	55
Suelo	55
• Exploración y muestreo	57
• Ensayos de laboratorio	68
• Ubicación de calicatas y profundidad de exploración	69
• Perfil estratigráfico	70
Consideraciones para el diseño	70
• Factor de zona sísmica (Z)	71
• Factor de uso o importancia de la edificación (U)	72
• Factor de uso del suelo (S)	73
• Coeficiente de amplificación de fuerza sísmica (C)	73
• Factor de reducción de fuerza sísmica (R)	73
• Peso total de la estructura (P)	74
5.2 Discusión de resultados	74
• Estructuración	74
• Modelamiento estructural	82
• Análisis estructural	83
Análisis sísmico estático	90
Análisis sísmico dinámico	109
• Verificación de la fuerza cortante mínima	111
• Requisitos de rigidez	112
• Separación mínima entre edificios	113
• Verificación de estabilidad de estructura	

## **CAPITULO VI**

COMPROBACION DE HIPOTESIS	116
6.1 Contrastación de hipótesis general	116
6.2 Contrastación de hipótesis específicas	116
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	124
FUENTES DE INFORMACION	125

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación que se ha titulado “Aplicación de la norma Diseño Sismorresistente E.030, para la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de Agronomía, en el Distrito de Subtanjalla-Ica”

El objetivo general fue:

Determinar la influencia de la aplicación de la norma diseño sismorresistente E.030 para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el Distrito de Subtanjalla -Ica

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar la influencia de la verificación de las dimensiones de los elementos estructurales para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.
- Determinar la influencia de la verificación de los desplazamientos laterales para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.
- Determinar la influencia de los factores sísmicos en la estructura para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.

La hipótesis general que se planteo fue que la aplicación de la norma diseño sismorresistente E.030 influye en la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.

La presentación, interpretación y discusión de resultados se hicieron a través de la recopilación de datos de la investigación que se hizo a través de planos y otros ensayos realizados en campo en elementos estructurales de ambos pabellones A y B, para determinar la resistencia a la compresión del concreto relacionado a los objetivos e hipótesis planteadas.

También se ejecutó estudios de mecánica de suelos, mediante calicatas y ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas, determinándose así que el tipo de perfil del suelo que mejor se caracteriza con el terreno de fundación de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica es del tipo S3 que corresponde a un suelo blando o flexible, que paralelamente se verifico con el tipo de perfil de suelo especificado en los planos estructurales, con este dato obtenido, pudimos hallar el factor de amplificación de suelo que depende de la zona sísmica y tipo de perfil de suelo.

También se hace una descripción de las consideraciones de diseño o parámetros que se deben tener en cuenta antes de realizar un análisis estructural como son el factor de zona sísmica, el factor de uso de la edificación, factor de amplificación sísmica del suelo, factor de amplificación sísmica de la estructura y el coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

Para finalmente realizar el modelamiento de ambos pabellones, de tal manera que se asignaron cargas tanto de la norma técnica de edificación como las cargas de entrepiso especificada en los planos, para posteriormente realizar un análisis sísmico estático y dinámico, verificando el tipo de sistema estructural, las distorsiones máximas en cada entrepiso y la separación mínima de edificaciones adyacentes, dichas condiciones están basado bajo la norma E.030-2018.

Si bien es cierto que la norma E.030-2006, con lo que se analizaron los pabellones de la Facultad de Agronomía es anterior a la actual norma, también es cierto que es óptima en un 13.15% con respecto a la norma de E.030-2018, por lo que se deduce que no pierde exigencias ante las condiciones sismorresistentes actuales.

Finalmente se comprobó la hipótesis en la cual se llegó a la conclusión que el desempeño sísmico de la estructura de ambos pabellones cumple con lo establecido en la norma E.030-2018 como es el caso de las derivas admisibles, la no presencia de irregularidades y la separación mínima entre edificaciones.

**Palabras clave:** Evaluación estructural, Norma E.030-2018, Pabellones A y B.

## **ABSTRACT**

This research work entitled "Application of the Seismic-resistant Design Standard E.030, for the structural evaluation of the pavilions of the Faculty of Agronomy, in the Subtanjalla-Ica District"

The general objective was:

To determine the influence of the application of the seismic resistant design standard E.030 for the structural evaluation of the pavilions of the Faculty of Agronomy in the District of Subtanjalla -Ica

The specific objectives were:

- To determine the influence of the verification of the dimensions of the structural elements for the structural evaluation of the pavilions of the Faculty of Agronomy in the district of Subtanjalla-Ica.
- To determine the influence of the verification of lateral displacements for the structural evaluation of the pavilions of the Faculty of Agronomy in the district of Subtanjalla-Ica.
- To determine the influence of seismic factors on the structure for the structural evaluation of the pavilions of the Faculty of Agronomy in the Subtanjalla-Ica district.

The general hypothesis that was proposed was that the application of the earthquake resistant design standard E.030 influences the structural evaluation of the pavilions of the Faculty of Agronomy in the district of Subtanjalla-Ica

The presentation, interpretation and discussion of results were made through the collection of data from the research that was done through plans and other field tests on structural elements of both halls A and B, to determine the resistance to understanding. of concrete related to the objectives and hypotheses raised.

Soil mechanics studies were also carried out, using test pits and laboratory tests of the samples obtained, thus determining that the type of soil profile that best characterizes the ground of foundation of the pavilions of the Faculty of Agronomy in the district of Subtanjalla-Ica is of the S3 type that corresponds to a soft or flexible soil, which was verified in parallel with the type of soil profile specified in the structural plans.

With this data obtained, we were able to find the soil amplification factor that depends on the seismic zone and type of soil profile.

A description is also made of the design considerations or parameters that must be taken into account before carrying out a structural analysis such as the seismic zone factor, the building use factor, soil seismic amplification factor, amplification factor. seismic of the structure and the coefficient of reduction of seismic force.

To finally carry out the modeling of both pavilions, in such a way that loads were assigned both from the technical building standard and the mezzanine loads specified in the plans, to later carry out a static and dynamic seismic analysis, verifying the type of structural system, the maximum distortions in each mezzanine and the minimum separation of adjacent buildings, these conditions are based under the E.030-2018 standard.

Although it is true that the E.030-2006 standard, with which the pavilions of the Faculty of Agronomy were analyzed, predates the current standard, it is also true that it is 13.15% optimal with respect to the E standard. 030-2018, so it follows that it does not lose demands in the face of current earthquake-resistant conditions.

Finally, the hypothesis was verified in which it was concluded that the seismic performance of the structure of both pavilions complies with the provisions of standard E.030-2018, as is the case of admissible drifts, the absence of irregularities and the minimum separation between buildings.

**Keywords:** Structural evaluation, Standard E.030-2018, Halls A and B.

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

- **TITULO:** APLICACIÓN DE LA NORMA DISEÑO SISMORRESISTENTE E.030, PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA – ICA.

- **ÁREA DE CONOCIMIENTO:** Ingeniería y tecnología.

- **LÍNEA DE INVESTIGACION:** Diseño Sismorresistente de Estructuras de Concreto Armado y Albañilería.

- **AUTOR:**

BACH. LEGUA PRADO FERNANDO ANTONIO GENARO

- **ASESOR:** Mag. Ing. SANTOS CHACALTANA VASQUES

## **INTRODUCCION**

El tema abordado en esta investigación trata sobre la aplicación de la norma diseño sismorresistente E.030 para el análisis de la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de agronomía en el distrito de Subtanjalla ubicado en la ciudad de Ica.

Este análisis está basado en la norma peruana E.030 de diseño sismorresistente del año 2018, cuyos parámetros son más exigentes o conservadores con la sismicidad del país.

Estas Normas Técnicas de Edificación son documentos legales que están aprobados mediante R.M. N°355-2018 por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento que es de alcance del público y que a lo largo del tiempo han ido modificándose, aumentando criterios y factores con el avance de investigaciones de la ingeniería sísmica y sismos significativos que han ocurrido en el Perú, con el fin de dar seguridad a las personas y así evitar pérdidas de vidas humanas y reducir los daños materiales.

En la cual también se analizó las diversas situaciones en las que se encuentran actualmente los pabellones de la facultad de agronomía, como el tipo de suelo, la topografía del lugar y la correspondiente zona sísmica en que se ubica para su análisis sísmico tanto estático como dinámico. Los resultados de esta investigación cobran importancia en nuestra sociedad, ya que contribuyen y aportan ideas para futuras edificaciones sismorresistentes.

## CAPITULO I

### MARCO TEORICO

#### 1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

##### 1.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

**Borrego A. Randolf y Paredes A. Damarys (2007)**, en su tesis de grado titulada: “Evaluación sismorresistente en la unidad educativa nacional experimental Venezuela. Municipio. Libertador. Caracas. (Edificio Oeste)”, en la cual tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento sismorresistente de la Unidad Educativa Nacional Experimental Venezuela. (Edificio oeste), calculando las derivas de cada piso, la fuerza cortante en la base y las sollicitaciones en los elementos estructurales.

Comparando así las demandas y capacidades reales en términos de derivas y fuerzas seleccionadas.

En la cual se llegó a la conclusión de que el diseño de la unidad educativa por haber sido realizado con el estado del arte de la época, hace poco énfasis en el diseño sismorresistente de la misma.

En la cual se hizo una verificación del nivel de diseño, comparando los datos recolectados acerca del detallado de los elementos estructurales con los requisitos exigidos por la norma venezolana.

Pero al analizar el modelo estructural con el programa etabs y con un factor de reducción sísmica de  $R=1.5$ , se obtuvo como resultado que la estructura es capaz de soportar las sollicitaciones producidas por el sismo de diseño y no superar las derivas dadas por la norma venezolana.

**Rodríguez S. Edwar y Castro S. Johnatan (2015)**, en su tesis de grado titulada: “Caracterización de las condiciones estructurales en viviendas residenciales del barrio ciudad Jardín sur en Bogotá según nsr-10”, en la cual tuvo como objetivo principal identificar los posibles daños y condiciones estructurales que se puedan presentar en algunas edificaciones residenciales en el Barrio ciudad Jardín en Bogotá, en la cual para ello se basó en la Norma Colombiana de construcción sismo resistente NSR-10 .

En la cual se llegó a la conclusión de que dichas edificaciones fueron construidas mucho antes de incorporarse la norma NSR-10, la cual se pudo concluir que las fallas y fisuraciones estructurales se produjeron debido a que no se contó con un estudio del suelo y por ende se produjeron los asentamientos.

También se presentó que las columnas del piso superior no cuentan con continuidad con respecto a las columnas del piso inferior por lo cual hace que la estructura pierda rigidez y su comportamiento frente a sollicitaciones sísmicas no sea el ideal

### **1.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

**Cruz B. Ivan Antony y Diéguez M. Valia Sthefany (2015)**, en su tesis de grado titulada: “Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización soliluz-Trujillo”, en la cual tuvo como objetivo principal de realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de 5 pisos, en la cual en ambas direcciones de análisis se consideró un sistema estructural de muros estructurales ,se modelo con el programa etabs para poder hacer el análisis sísmico y análisis estructural.

Llego a la conclusión de que un criterio muy usado en el diseño sismorresistente es incluir muros de corte en ambas direcciones, la cual proporciona una gran rigidez lateral al edificio y efectivamente llegó a esa conclusión pues las placas han tomado el 80% del porcentaje del cortante sísmico y de tal manera se han reducido los desplazamientos laterales.

Este proyecto aporó a la presente investigación pues demostró la importancia de las placas o muros de corte, como se ve en el proyecto existente, pues aporta una gran rigidez lateral disminuyendo los desplazamientos laterales de cada nivel de entrepiso.

**Huamán R. Edgar Gerardo (2018)**, en su tesis titulada: “Evaluación estructural de la Institución Educativa pública San Roque, Distrito de Mancos, Ancash basada en la norma E.030-2018”, en la cual tuvo como objetivo principal evaluar la estructura de la Institución Educativa Pública San Roque, en el Distrito de Mancos, Ancash basada en la norma E.030-2018, por lo que se hizo es validar el diseño estructural, analizando la estructura basado en la norma E.030-2018, para ello aplico un programa computacional como etabs para hacer el análisis sísmico tanto estático y dinámico.

Llego a la conclusión de que, al evaluar la estructura de dicha institución educativa, el desempeño sísmico de la estructura no cumple con lo establecido en la Norma E.030-2018, como es el caso de las derivas máximas, irregularidades permitidas, además del problema de columnas cortas o columnas cautivas que se presentan en dicha institución educativa.

Este proyecto aportó al presente trabajo de investigación, pues demostró la importancia que son las evaluaciones estructurales, para evaluar el comportamiento estructural y determinar así si el correspondiente diseño estructural se basó bajo la Norma E.030-2018.

**Cabrera C. Elmer (2003)**, en su tesis titulada: “Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura”, en la cual el objetivo principal de esta tesis era el realizar el análisis estructural de un edificio y diseñar los principales elementos estructurales utilizando la norma E.060 de diseño en concreto armado.

En la cual el sistema estructural que se analizó era de tipo mixto es decir conformada por una matriz aporricada provista de muros de corte.

Llego a la conclusión que al realizar el análisis sísmico se ha podido verificar que los esfuerzos sísmicos gobiernan el diseño, por eso es muy importante emplear correctamente la Norma de diseño sismorresistente E.030.

Este proyecto aportó al presente trabajo de investigación, pues es muy importante que antes de hacer el diseño es necesario hacer una buena estructuración, es decir una adecuada distribución arquitectónica (debe presentar una adecuada simetría entre los elementos verticales que me aportan rigidez en ambas direcciones), de tal manera que el centro de masa y el centro de rigidez no estén muy distantes, con el fin de reducir considerablemente los efectos torsionantes.

**Peña R. Marco Antonio y Zeña C. Marco Antonio (2017)** , en su tesis titulada: “Análisis sísmico usando etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura educativa de la I.E Rosa Flores de Oliva-Provincia de Chiclayo-Lambayeque”, en la cual su objetivo principal era de efectuar el análisis sísmico aplicando el software Etabs, para analizar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura teniendo como base la norma E.030-2016 de diseño sismorresistente.

Se llegó a la conclusión de que dicho software cumple con las expectativas técnicas para el análisis sismorresistente, incorporando así los parámetros sísmicos vigentes en la norma E.030 de diseño sismorresistente.

El proyecto aportó al presente trabajo de investigación, pues se determina la practicidad que tiene el software para realizar el análisis sísmico y análisis estructural, con el fin de determinar el diseño óptimo del sistema estructural a modelar.

**LEVEAU R. FERNANDO (2017)**, en su tesis titulada: “Análisis comparativo de los parámetros de la nueva y anterior norma E.030 aplicado en un sistema dual-Tarapoto 2017”, en la cual tuvo como objetivo principal realizar un análisis comparativo de los parámetros sísmicos de la norma técnica E.030-2006 Y E.030-2016 diseño sismorresistente, aplicado en una edificación con sistema estructural dual, presente en la ciudad de Tarapoto apoyado del software de modelamiento estructural Etabs.

En la cual se llegó a la conclusión de que la estructura analizada con la norma E.030-2016 resultó ser más conservadora que la estructura analizada con la norma E.030-2006.

Puesto que la cortante en la base calculada con la norma E.030-2016 incrementa en un 11.81% a la cortante en la base calculada con la norma E.030-2006, debido a la variación de los parámetros sísmicos. Por ende, provoca el aumento de los desplazamientos laterales de la estructura, en consecuencia, se diseñan estructuras con un mayor factor de seguridad.

Este proyecto apporto al presente trabajo de investigación, pues demostró que las normas técnicas peruanas no son perfectas, pero que están en constante actualización debido al avance de la ingeniería sísmica y a sismos de gran magnitud que se han ido experimentando a través del tiempo. Prueba de ello es que la norma E.030 se actualizo al año 2018 y posiblemente en el futuro se vuelva actualizar, puesto a que se encuentra en constante mejora.

### **1.1.3 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL**

Habiéndose realizado una búsqueda exhaustiva en las bibliotecas virtuales de la localidad no se encontraron antecedentes que hayan estudiado a la variable; por lo cual esta realidad justifica la importancia de realizar esta presente investigación.

## **1.2 BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION**

**CALCINA PEÑA M. (2017)**, sostiene que el diseño sismorresistente es fundamental para verificar el desempeño sísmico ante varias acciones, a las que probablemente estarán sujetas las estructuras. En tal sentido, si la resistencia del sistema estructural a fuerzas laterales se desarrolla a un nivel de respuesta sísmica menor que la correspondiente al sismo de diseño, aparecerán deformaciones inelásticas, con plastificación de algunas secciones.

Es así que la capacidad de deformación o ductilidad de un edificio es un factor determinante para obtener un comportamiento sísmico adecuado.

**MORRIES B. WILLIAM (2012)**, nos dice que muchas veces el diseño errado de elementos estructurales es la causa principal de las fallas ante fuerzas laterales, en la cual una buena configuración estructural aplicando la norma sismorresistente E.030, determinara que una estructura tenga un buen comportamiento ante un evento de sismo.

### **1.3 MARCO LEGAL**

- ✓ Norma E.030 de diseño sismorresistente.
- ✓ Norma E.050 de suelos y cimentaciones.
- ✓ Norma E.020 de cargas.

### **1.4 MARCO CONCEPTUAL**

#### **ESTUDIO DE SUELOS.**

El objetivo principal es realizar los trabajos de campo para estudiar la estrategia de subsuelo y así obtener las características físicas mecánicas y el comportamiento de los suelos de fundación por medio de los ensayos de laboratorio realizado en las diferentes muestras obtenidas en las calicatas realizadas, como también determinar la existencia y la profundidad de la Napa freática.

#### **CAPACIDAD ESTRUCTURAL**

En una representación de la habilidad que posee la estructura para resistir la demanda sísmica. La capacidad de la estructura depende de la resistencia y la capacidad de deformación de los componentes individuales de la estructura.

#### **DUCTIBILIDAD**

Propiedad de algunos materiales para deformarse por acción de una fuerza sin llegar a romperse, los elementos que no poseen esta propiedad se denominan frágiles.

#### **PELIGRO SISMICO**

Es la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido. El peligro también puede incluir otros efectos que el mismo sismo genera, como derrumbes en laderas y licuefacción de suelos

#### **RIESGO SISMICO**

Es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica.

También, el riesgo sísmico es definido como una función de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico.

## **VULNERABILIDAD SISMICA**

Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo. Esta refleja la falta de resistencia y estabilidad de una edificación frente a los sismos y depende de las características del diseño de la edificación, de los materiales, su calidad y de la técnica de construcción.

## **ANALISIS SISMICO**

El análisis sísmico de estructuras es una disciplina que se enmarca dentro del campo del Análisis Estructural y tiene como objetivo efectuar una apreciación de la respuesta de una estructura a la ocurrencia de un evento sísmico.

En un principio las respuestas que nos interesaban estaban basadas en resistencia, pero este criterio ha evolucionado y actualmente nos interesan las que se encuentran basadas en desplazamientos, pues se ha llegado a la conclusión que son estos, los desplazamientos relativos, los que dañan a las estructuras.

## CAPITULO II

### **PLANTIAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **2.1 Antecedentes del Problema de Investigación**

El Perú por su ubicación geográfica se encuentra ubicado dentro del cinturón del fuego del pacifico lo cual lo convierte en uno de los países con una alta actividad sísmica en el mundo.

Esto se produce por la zona de subducción sísmica de la placa de nazca bajo la placa sudamericana, de tal manera este proceso produce una constante acumulación de energía que se libera en forma de terremotos.

Es por eso que la aplicación de la norma E.030 de diseño sismorresistente del año 2018 es fundamental para la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de agronomía ante solicitaciones sísmicas que puede estar expuestas dicho sistema estructural.

Al mencionar evaluación de estructuras, una de las normas empleadas para este fin, es la norma peruana E-030 actualizada al 2018 que trata del diseño sismorresistente, en la cual en primer lugar se califica como edificaciones esenciales a las universidades, que son edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre pues estas albergan gran cantidad de personas durante los años de estudio; de manera que es primordial realizar un análisis adecuado en este tipo de edificaciones.

Cabe precisar que esta norma dividió al país en 4 zonas según la intensidad sísmica, en la cual la ubicación de nuestro proyecto se encuentra ubicado en la zona sísmica 4 ( Distrito de Subtanjalla), siendo esta el nivel más alto de incidencia sísmica, la cual nos exige a tener ciertas restricciones y recomendaciones en la evaluación estructural, en la cual de no ser así dicho sistema estructural estará vulnerable ante actividades sísmicas pudiendo llegar incluso a colapsar y ocasionar pérdida de vidas humanas.

En la cual lo que se pretende es evaluar estructuralmente los pabellones de la facultad de agronomía ubicado en el Distrito de Subtanjalla, basándose primordialmente bajo la norma E.030-2018 y determinar así si se siguió una evaluación estructural adecuado y basado bajo la norma, para poder dar así una idea concisa del comportamiento o desempeño estructural esperado de los pabellones de la facultad de agronomía.

## **2.2 Formulación del Problema**

### **2.2.1. Problema General**

- ✓ ¿En qué medida influye la aplicación de la norma Diseño sismorresistente E.030 para la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de agronomía en el Distrito de Subtanjalla-Ica?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

- ✓ ¿En qué medida influye la verificación de las dimensiones de los elementos estructurales para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica?
- ✓ ¿En qué medida influye la verificación de los desplazamientos laterales en ambas direcciones para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica?
- ✓ ¿En qué medida influye los factores sísmicos en la estructura para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica?

## **2.3 Delimitación del Problema**

- **Delimitación espacial o geográfica**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga “, que tiene la siguiente ubicación geográfica: fundo arrabales, distrito de Subtanjalla, provincia y departamento de Ica.

- **Delimitación Temporal**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de julio y diciembre del año 2019, con una duración de seis meses, desde los trabajos de campo, cálculo de gabinete y presentación del informe final.

- **Delimitación Social**

Los centros universitarios están catalogados como edificaciones esenciales de tipo A2 según la NTE E.030, ya que estos aparte de que deben de mantener su operatividad o funcionamiento después de un evento sísmico, también pueden servir de refugio ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Por lo tanto, hoy en día el análisis y la evaluación de una edificación ante un evento sísmico, es una herramienta indispensable para evitar pérdidas económicas y sobre todo pérdidas humanas.

Por lo que es importante efectuar estudios que nos permitan conocer las deficiencias que puede obtener una edificación luego de un evento sísmico, además del comportamiento que se tiene luego de un análisis sísmico adecuado.

Por lo tanto, son los estudiantes, docentes y personal administrativo la población beneficiada ante la ejecución de este trabajo de investigación.

- **Delimitación Conceptual**

**PhD. VILLAREAL CASTRO GENNER (2013)**, nos dice que la ingeniería sismorresistente es parte de la dinámica estructural que estudia el comportamiento de las edificaciones ante la acción sísmica, y contribuye a la investigación de métodos estructurales que garanticen un adecuado comportamiento ante el accionar sísmico.

Por lo tanto, la aplicación de la norma E.030 es importante para verificar el comportamiento de una estructura.

**ALVITEZ CAMPOS GUILLERMO (2017)**, sostiene que es de mucha importancia realizar una evaluación estructural a sistemas estructurales, con el fin de que estas sean capaces de brindar mayor seguridad ante un evento sísmico, así evitar la pérdida de vidas humanas y asegurar la continuidad de los servicios básicos, que son parte de la filosofía del diseño sismorresistente.

## **2.4 Justificación e importancia de la investigación**

### **2.4.1 Justificación**

Se justifica el desarrollo de la presente tesis porque nace como necesidad de promover la evaluación estructural en edificaciones existentes, estimando los probables daños que puedan presentarse ante un evento sísmico considerable.

De la cual el presente trabajo de investigación está enfocado, únicamente en entender cuál sería el comportamiento del sistema estructural de los pabellones de la facultad de agronomía, en caso de ser sometido a una demanda de sismo, basándose primordialmente bajo la norma E.030-2018 y determinar así si se siguió una evaluación estructural óptima y basada bajo la norma.

### **2.4.2 Importancia**

A través del tiempo han ocurrido eventos sísmicos de magnitudes diferentes, ocasionando en algunos casos el colapso de la edificación provocando pérdidas de materiales y de vidas humanas.

Por lo cual el cual la evaluación sismorresistente es muy importante para evaluar el sistema estructural ante varias acciones a la que estarán sujetas.

Es por ello que nace el presente trabajo de investigación, que busca evaluar estructuralmente los pabellones de la facultad de agronomía ubicado en el Distrito de Subtanjalla, basándose bajo la norma E.030-2018 y determinar así si se siguió una evaluación estructural óptima y basado bajo la norma.

Y de tal manera es de importancia el presente trabajo de investigación por que se dará los conocimientos necesarios para realizar un análisis sísmico estático y dinámico y así obtener una evaluación estructural óptima que sean capaces de soportar eventos sísmicos sin presentar daños estructurales considerables.

## **2.5 Objetivos de la investigación**

### **2.5.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la aplicación de la norma Diseño Sismorresistente E.030 para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.

### **2.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de la verificación de las dimensiones de los elementos estructurales para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.
- Determinar la influencia de la verificación de los desplazamientos laterales para la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.
- Determinar la influencia de los factores sísmicos en la estructura para evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.

## **2.6 Hipótesis de la investigación**

### **2.6.1 Hipótesis general**

La aplicación de la norma Diseño Sismorresistente E.030 influye en la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.

### **2.6.2 Hipótesis específicos**

- La verificación de las dimensiones de los elementos estructurales influye en la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.
- La verificación de los desplazamientos laterales en ambas direcciones influye en la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.

- Los factores sísmicos en la estructura influyen en la evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.

## 2.7 Variables de la investigación

### 2.7.1 Identificación de variables

#### VARIABLE INDEPENDIENTE

Aplicación de la norma diseño Sismorresistente E.030

#### VARIABLE DEPENDIENTE

Evaluación estructural de los pabellones de la Facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla – Ica.

### 2.7.2 Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variables	Indicadores	Unidad de medida
Aplicación de la norma diseño sismorresistente E.030	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamientos laterales</li> <li>• Factores sísmicos</li> </ul>	Norma E.030
Evaluación estructural de los pabellones de la facultad de agronomía	Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión de los elementos estructurales</li> </ul>	Norma E.030

## CAPITULO III

### **ESTRATEGIA METODOLOGICA**

#### **3.1 Tipo, Nivel y diseño de investigación**

- **Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada.

- **Nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación es de nivel Descriptiva-Explicativa.

- **Diseño de investigación**

Diseño no experimental transversal, donde se pretende no solo constatar las características del problema en investigación, sino fundamentalmente explicar y brindar las alternativas de solución a las causas y factores que los genera en la jurisdicción de la zona de análisis.

#### **3.2 Población y muestra materia de investigación**

- **Población de estudio**

La población está conformada por un proyecto de edificación de sistema estructural tipo mixto ubicado en la ciudad de Ica.

- **Muestra de estudio**

La muestra estará conformada por un proyecto de edificación de sistema estructural tipo mixto que se encuentra ubicado en el distrito de SUBTANJALLA.

## CAPITULO IV

### **TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

#### **4.1 Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos del presente estudio se basan en observación directa e individual utilizando como herramienta los equipos de ensayo (diamantina y esclerómetro) y programas computacionales.

#### **4.2 Instrumentos de recolección de datos**

El sistema de recolectar la información se realizó mediante la selección de las fuentes de información:

- Recopilación de datos y de información relacionada al tema evaluación de estructuras mediante el análisis sísmico de algunos modelos de edificios representativos.
- Mediante el uso de planos digitales tanto estructurales como arquitectónicos de los pabellones analizados.
- El empleo de equipos de ensayo como diamantina y el esclerómetro.
- Determinación de los parámetros sísmicos que influyen en el comportamiento de la estructura, a través de la norma E.030.

#### **4.3 Técnicas de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados**

Con el propósito de realizar la evaluación estructural de los pabellones de la FACULTAD DE AGRONOMIA usando el programa etabs, para la evaluación estructural se aplicará los métodos de análisis sísmicos, como son el análisis sísmico estático o de fuerzas estáticas equivalentes así como el análisis sísmico dinámico realizando un análisis modal-espectral y se determinará si la estructura es capaz de resistir sismos de baja intensidad sin sufrir daños estructurales significativos, sismos moderados con daños reparables y sismos severos sin que se produzca el colapso.

Se concibió a la estructura para que resista todas las cargas a las que estará sometida la edificación. Para este caso son: cargas debido al peso propio, sobrecarga de diseño normativo, carga por efectos de los sismos.

Debido a ello se creó un modelo computacional mediante el programa ETABS 2016 donde se verificará que la estructuración de la edificación resista adecuadamente tanto las cargas estáticas como las sísmicas.

## **CAPITULO V**

### **PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **5.1 Presentación e interpretación de resultados**

El proyecto consiste en dos pabellones divididos en bloque A y bloque B, ubicado en el distrito de Subtanjalla en la ciudad de Ica.

En la cual dichos pabellones cada planta tienen características de aulas universitarias, de la cual cuyo sistema estructural está conformado por pórticos, muros portantes y placas de concreto armado, según la verificación que se hizo en los planos estructurales y corroborado en el análisis estructural, la cual este tipo de elementos estructurales como son las placas está empezando hacer muy usado, debido a la construcción de edificaciones que brinden una mayor rigidez lateral que es proporcionada por la inserción de muros estructurales, lo cual también se consigue reducir los desplazamientos a nivel de entrepiso.

Ambos pabellones (A y B) tienen dos pisos con una altura total de 6.50m y siendo la altura de piso a piso de 3.25m.

El pabellón A su distribución está dado por:

#### **Primer piso**

- Dirección académica
- Grados y títulos
- Sala de archivos
- Ss. hh varones
- Sala de matriculas
- Mesa de partes

#### **Segundo piso**

- Sala de dirección de investigación
- Sala de escuela profesional
- Sala de reunión
- Decanato

El pabellón B su distribución está dada por:

**Primer piso**

- Cuatro aulas de clase

**Segundo piso**

- Cuatro aulas de clase

Ambos pabellones A y B consta de 2 niveles, en la cual se presentan plantas rectangulares de losa de 20cm y 25 cm de una y dos direcciones.

Las aulas tienen ventanas bajas en los muros de un lado y ventanas altas en los muros de la fachada principal. Los alféizares de las ventanas son muros de mampostería (tabiques) separados de las columnas 1 pulgada con planchas de tecnopor.



Figura 01: Vista en elevación de los pabellones de la Facultad de  
agronomía

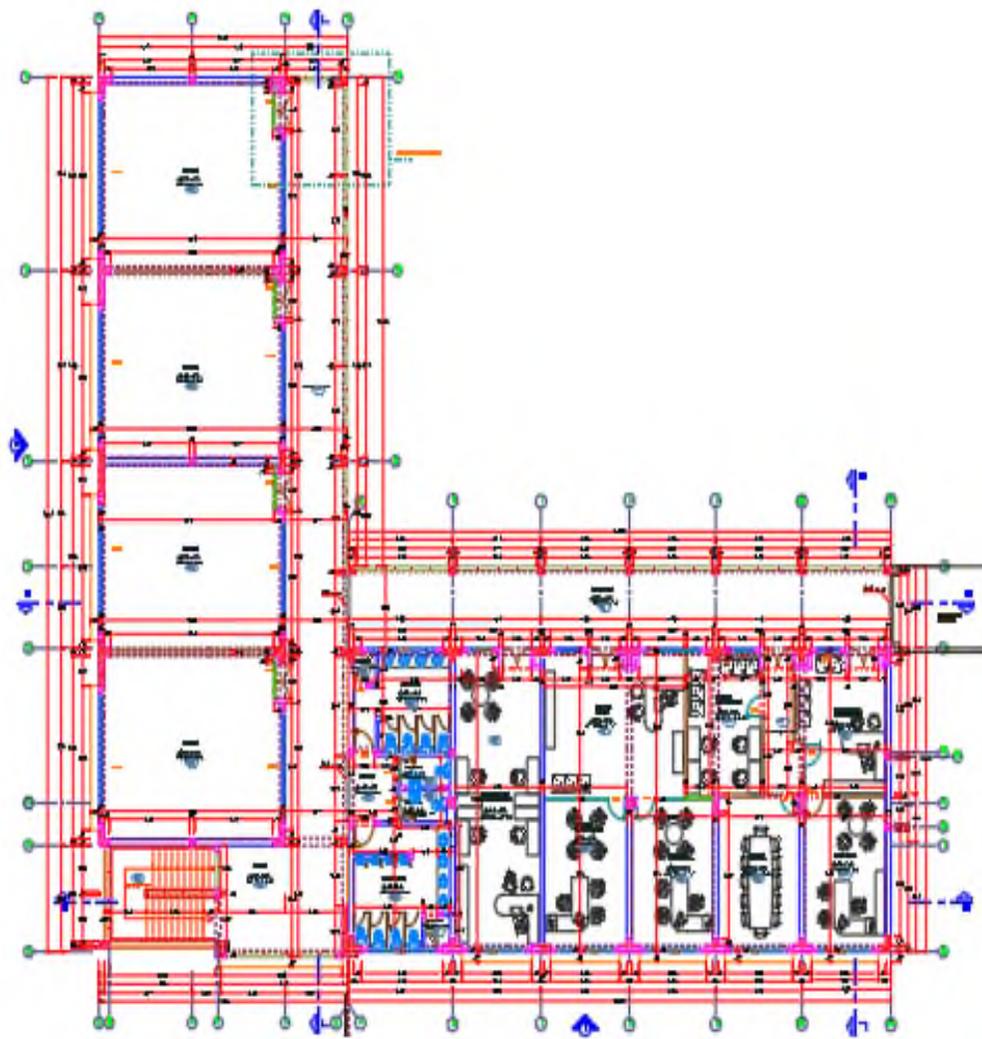


Figura 02: Pabellón académico-administrativo (1° piso)

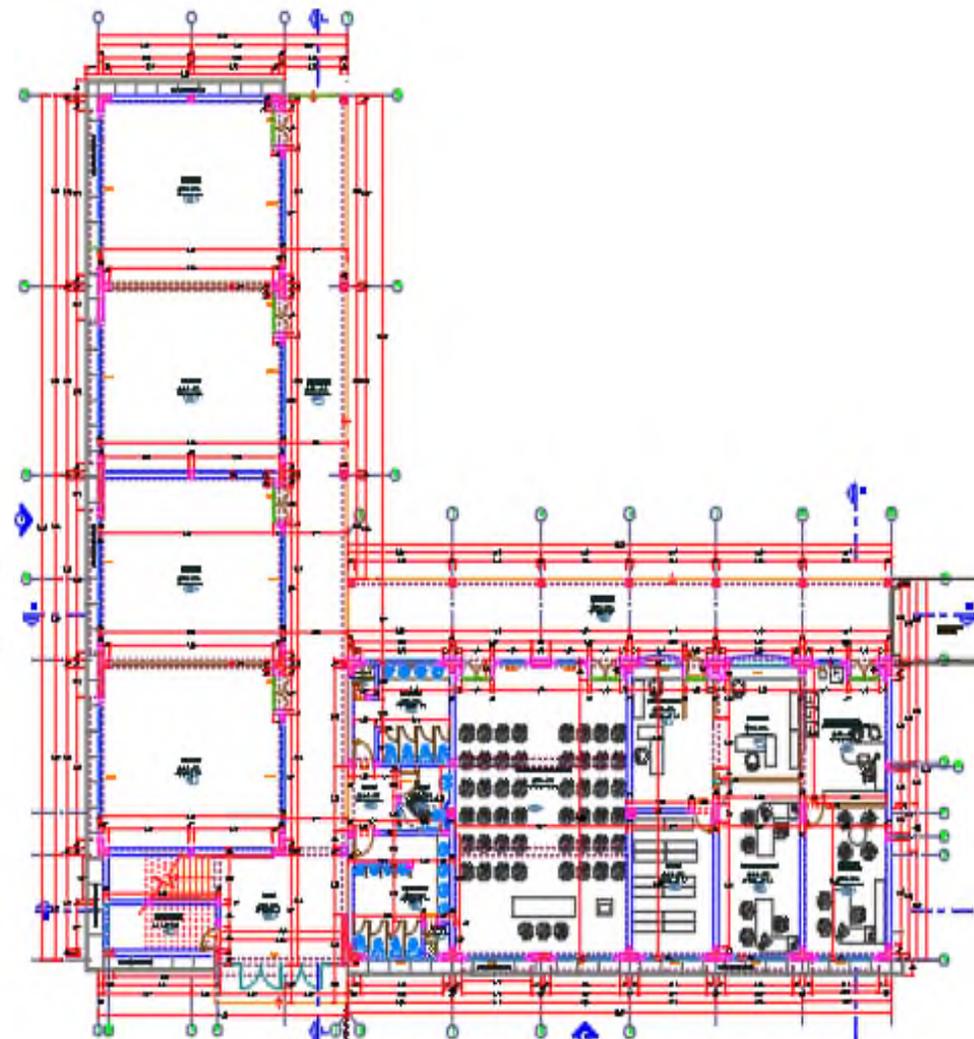


Figura 03: Pabellón académico-administrativo (2° piso)

## **ENSAYOS PARA EL CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO**

En la cual uno de los factores más importantes en la evaluación estructural es la resistencia del concreto a la compresión ( $f'_c$ ), en la cual en este proyecto se realizaron ensayos de diamantina y esclerometría en elementos estructurales de los pabellones de estudio.

En la cual la resistencia a la compresión se obtiene dividiendo la carga de ruptura dada por la maquina compresora entre la sección transversal promedio de la muestra o núcleo.

Es importante saber que la resistencia del concreto aumenta de acuerdo a su edad, de tal manera que a los 28 días la resistencia del concreto es la más óptima, en lo que frecuentemente se hacen los ensayos para determinar la resistencia a la compresión del concreto, de igual manera a los 7 días se estima una resistencia de 70-75% de la resistencia a los 28 días.

Los métodos realizados para hallar la resistencia a la compresión en este proyecto fueron:

### **Ensayo de diamantina o ensayo de extracción de núcleos**

En la cual este tipo de ensayo es un método destructivo, en la cual el objetivo de esta prueba in situ es determinar la fuerza compresiva del concreto en el elemento estructural ensayado.

Para lo cual en construcciones existente se establece una comparación, entre el resultado de los especímenes obtenidos de las perforaciones de la prueba in situ en los elementos estructurales seleccionados y la resistencia a la compresión dada en las especificaciones técnicas de los planos estructurales.

#### **Procedimientos**

- Primeramente, se realizó el escaneo de las barras de refuerzo, utilizando un equipo llamado profoscope, en la cual utiliza una tecnología de inducción de impulsos electromagnéticos para detectar las barras de refuerzo.



Figura 04: Escaneo de barras de refuerzo

- En la cual una vez escaneado las barras de refuerzo se dibuja la ubicación de dichas barras, para poder deducir donde será mi perforación para extraer el núcleo del elemento estructural.



Figura 05: Trazo de ejes de ubicación del refuerzo

- Posteriormente se procede a extraer los núcleos cilíndricos, haciendo una perforación en el concreto con una broca cilíndrica de pared delgada de diámetro de  $3 \frac{1}{4}$ ", utilizando un equipo rotatorio como un taladro lo cual se adapta a la broca utilizada.

En la cual, para evitar el calentamiento de la broca, se utiliza un sistema de enfriamiento.



Figura 06: Perforación del elemento estructural para extracción del núcleo

- Una vez extraída la muestra, que se extrae en dirección perpendicular a una superficie vertical, se debe extraer lo más cerca al centro del elemento y no cerca a los bordes del elemento, con el objetivo de evitar extracciones de núcleo donde haya presencia de armaduras.



Figura 07: Extracción del núcleo en el elemento estructural

- Posteriormente los núcleos deben prepararse para su almacenamiento secando el agua de perforación en las superficies de los núcleos y colocándolos dentro de recipientes herméticos inmediatamente después de su extracción.

Los núcleos deben ser ensayados después de las 48 horas y antes de los 7 días de extraídos.

- En la cual analizando el criterio de aceptación del núcleo.

Se considera estructuralmente adecuado si:

**NINGUN NUCLEO < 75%(F'C)**

- En la cual el cálculo de la resistencia a la compresión de cada núcleo se realizará usando su sección transversal basada en su diámetro promedio.



Figura 08: Verificación del diámetro para el cálculo de la sección transversal del núcleo

De tal manera si la relación longitud/diámetro es inferior a dos, la resistencia a la compresión calculada se tendrá que multiplicar por un factor de corrección, como se indica en la siguiente tabla:

Relación de altura/diámetro del corazón	Factor de correlación de la resistencia
2.00	1.00
1.75	0.99
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

Fuente: Informe labortec

## INFORMACION SOBRE LOS NUCLEOS DE ENSAYO DE DIAMANTINA

### Prueba de diamantina N° 01

N°	IDENTIFICACION DEL NUCLEO	FECHA DE EXTRACCION	CONDICION DE HUMEDAD DEL NUCLEO	F°C(KG/CM2) ESPECIFICADA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
01	M-1	23/11/2019	SECO AL AIRE	210	¾"

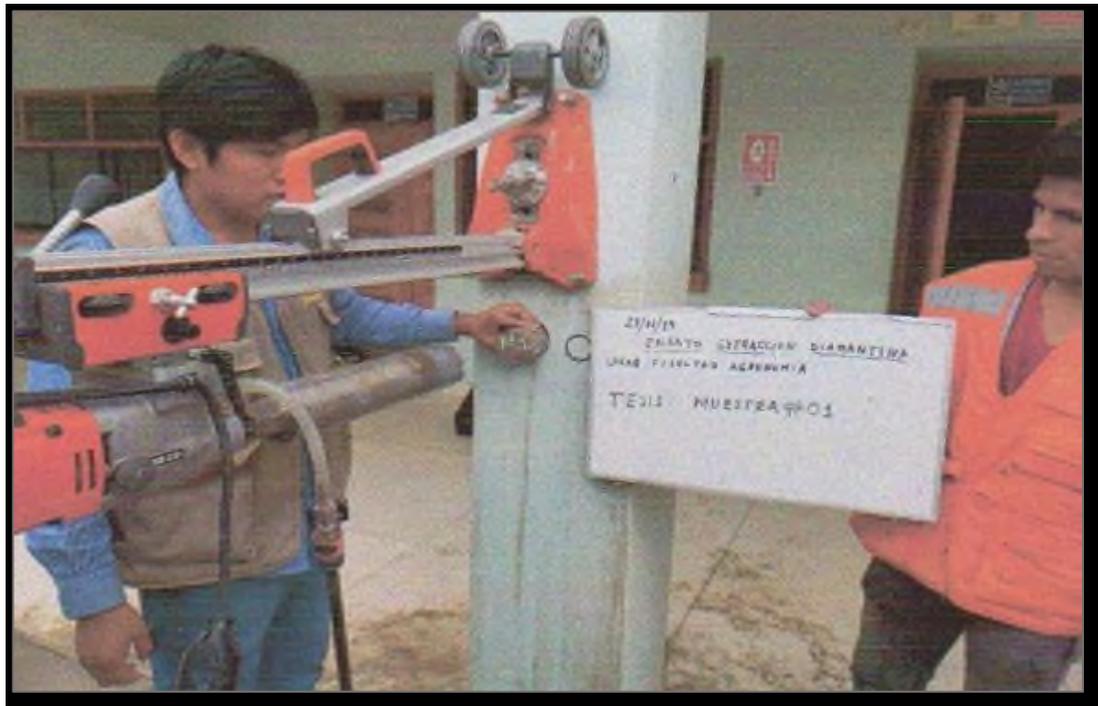


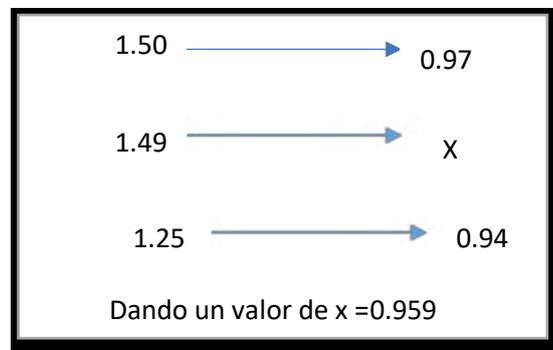
Figura 09: Extracción del núcleo M-1

N°	DIAMETRO (CM)	ALTURA (CM)	AREA (CM2)	CARGA (KG)	RELACION L/D (LONG. / DIAM.)	FACTOR DE CORRECCION (LONG. / DIAM.)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPA)
1	7.503	11.2	44.21	4192.2	1.49	0.959	90.91	8.91

Relación de altura/diámetro del corazón	Factor de correlación de la resistencia
2.00	1.00
1.75	0.99
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

Nota:

- El valor del factor de corrección se halla interpolando los factores dados en la tabla, de la siguiente manera:



- La evaluación individual del núcleo M-1 para considerarla estructuralmente adecuada no deberá cumplir con la expresión:

<b>NINGUN NUCLEO &lt; 75%(F'C)</b>
<b>90.91KG/CM2 &lt; 157.5KG/CM2</b>

- En conclusión, se llegó que la muestra del núcleo M-1 no cumple con su resistencia mínima de compresión del concreto especificada.

## Prueba de diamantina N° 02

N°	IDENTIFICACION DEL NUCLEO	FECHA DE EXTRACCION	CONDICION DE HUMEDAD DEL NUCLEO	F'C(KG/CM2) ESPECIFICADA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
02	M-2	23/11/2019	SECO AL AIRE	210	¾"



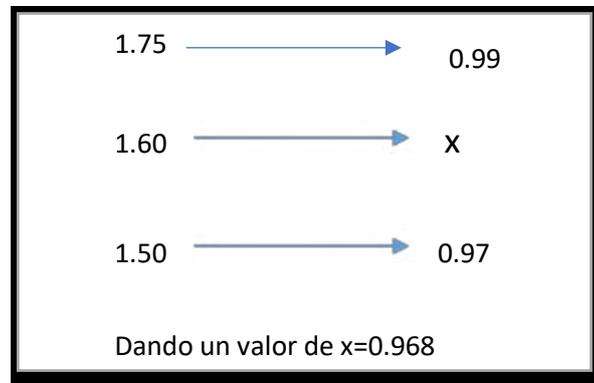
Figura 10: Extracción del núcleo M-2

N°	DIAMETRO (CM)	ALTURA (CM)	AREA (CM2)	CARGA (KG)	RELACION L/D  (LONG. / DIAM.)	FACTOR DE CORRECCION  (LONG. / DIAM.)	RESISTENCIA A LA COMPRESION  (KG/CM2)
2	7.496	11.96	44.13	9606.36	1.6	0.968	210.71

Relación de altura/diámetro del corazón	Factor de correlación de la resistencia
2.00	1.00
1.75	0.99
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

Nota:

- El valor del factor de corrección se halla interpolando los factores dados en la tabla, de la siguiente manera:



- La evaluación individual del núcleo M-2 para considerarla estructuralmente adecuada no deberá cumplir con la expresión:

<b>NINGUN NUCLEO &lt; 75%(F'C)</b>
<b>210.71KG/CM2 &gt; 157.5KG/CM2</b>

- En conclusión, se llegó que la muestra del núcleo M-2 cumple con su resistencia mínima de compresión del concreto especificada.



Figura 11: Ensayos de núcleos de diamantina

## **ENSAYO DE ESCLEROMETRIA**

La evaluación de los elementos estructurales de concreto, aparte de los métodos de extracción de testigos o núcleos, también se pueden analizar mediante ensayos no destructivos y uno de ellos es el ensayo de esclerómetro, que originalmente es empleado para estimar la resistencia a la compresión del concreto, por lo cual es necesario complementarlos con ensayos destructivo como es el ensayo de diamantina, conformé lo dice la norma NTP 339.181.

En la cual este esclerómetro consta de una masa de acero impulsada por un muelle del cual cuando es liberado golpea un vástago de acero en contacto con la superficie del concreto analizada, de tal manera la distancia del rebote del martillo es medida, la cual se indica por una aguja en una escala graduada.

### **Procedimientos:**

- Se pica la zona de ensayo en el elemento estructural, con el fin de generar una superficie lisa y sin recubrimiento (revestimiento).

La zona picada por lo menos tendrá una sección de 200mmx200mmm.





Figura 12: Picado de zona para ensayo de esclerometría

- Una vez que la superficie esta lisa y libre de recubrimiento, se dibujara cuadrículas de líneas separadas cada 50mm.



Figura 13: Dibujo de cuadrículas cada 50mm

- Posteriormente ya dibujado las cuadrículas se harán 16 lecturas distanciadas cada 50mm.

Para ello del esclerómetro se libera el capuchón de seguridad, después se comprime para que quede liberado el embolo por lo cual la escala del esclerómetro queda en cero.

Y posteriormente se comprime hasta escuchar el disparo del martillo compresor, en la cual me arrojará una lectura.



Figura 14: Lectura del ensayo de esclerometria

- En la cual las lecturas que difieren de la mediana en  $\pm 6$  unidades se descartaran y se tomara una nueva mediana.

De tal manera si las lecturas que difieren de la mediana son más del 20% de todas las lecturas estas se descartaran en su totalidad y se rechazara la zona.



Figura 15: Lecturas del ensayo de esclerometria en cada cuadrícula

**INFORMACION SOBRE LOS PUNTOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA**

**Prueba de esclerómetro N° 01**

N°	DENTIFICACION DEL PUNTO DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	CONDICION DE HUMEDAD SUPERFICIAL	F°C(KG/CM2) ESPECIFICADA	AREA DE ENSAYO	CARACTERISTICA DE LA SUPERFICIE	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
1	E-1	30/11/2019	SECO	210	200mmX200mm	TEXTURA DEL ENCOFRADO	¾"

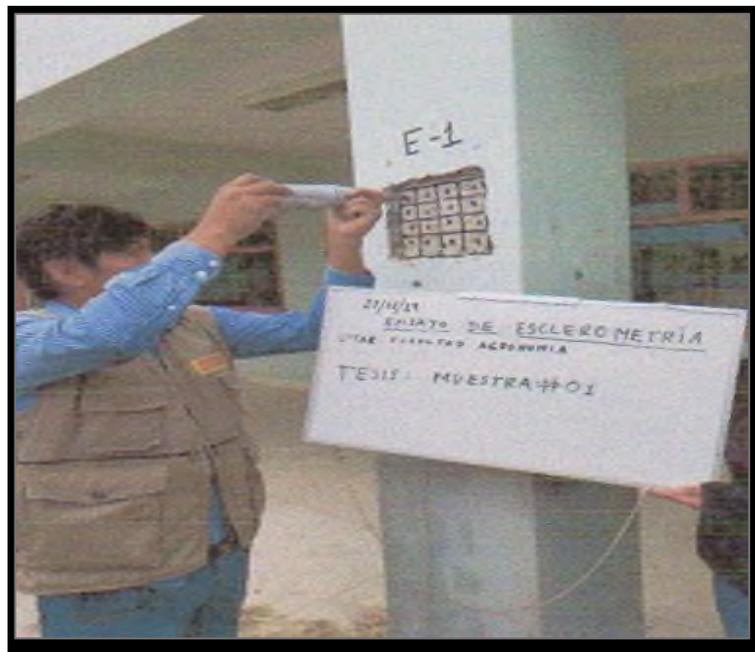


Figura 16: Ensayo de esclerometria N°01

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	ORIENTACION	F'C(MPA)	F'C(KG/CM2)
E-1	1	1	32	34.47	2.47	0°	31.18	318
	2	1	37		-2.53			
	3	1	35		-0.53			
	4	1	39		-4.53			
	5	1	36		-1.53			
	6	1	46		-11.53			
	7	1	38		-3.53			
	8	1	33		1.47			
	9	1	32		2.47			
	10	1	33		1.47			
	11	1	40		-5.53			
	12	1	30		4.47			
	13	1	33		1.47			
	14	1	32		2.47			
	15	1	36		-1.53			
	16	1	31		3.47			

Nota:

- El valor de 46 no se consideró en la mediana por diferir en más de 6 unidades. 
- El 6.25 % de los valores tomados en la mediana difieren en más de 6 unidades, de tal manera que no excede del más de 20% como mínimo.

## Prueba de esclerómetro N° 02

N°	IDENTIFICACION DEL PUNTO DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	CONDICION DE HUMEDAD SUPERFICIAL	F°C(KG/CM2) ESPECIFICADA	AREA DE ENSAYO	CARACTERISTICA DE LA SUPERFICIE	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
2	E-2	30/11/2019	SECO	210	160mmX160mm	TEXTURA DEL ENCOFRADO	¾"



Figura 17: Ensayo de esclerometria N°02

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	ORIENTACION	F'C(MPA)	F'C(KG/CM2)
E-2	1	1	49	49.63	0.63	0°	59.33	605.00
	2	1	49		0.63			
	3	1	53		-3.38			
	4	1	46		3.63			
	5	1	49		0.63			
	6	1	53		-3.38			
	7	1	54		-4.38			
	8	1	50		-0.38			
	9	1	48		1.63			
	10	1	47		2.63			
	11	1	46		3.63			
	12	1	48		1.63			
	13	1	49		0.63			
	14	1	48		1.63			
	15	1	54		-4.38			
	16	1	51		-1.38			

Nota:

- Todos los valores se consideraron en la mediana por no diferir en más de 6 unidades.
- El 0 % de los valores tomados en la mediana no difieren en más de 6 unidades, de tal manera que no excede del más de 20% como mínimo.

### Prueba de esclerómetro N° 03

N°	IDENTIFICACION DEL PUNTO DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	CONDICION DE HUMEDAD SUPERFICIAL	F'C(KG/CM2) ESPECIFICADA	AREA DE ENSAYO	CARACTERISTICA DE LA SUPERFICIE	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
3	E-3	30/11/2019	SECO	210	200mmX200mm	TEXTURA DEL ENCOFRADO	¾"



Figura 18: Ensayo de esclerometria N°03

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	ORIENTACION	F°C(MPA)	F°C(KG/CM2)
E-3	1	1	46	47.08	1.08	0°	54.42	555.00
	2	1	55		-7.92			
	3	1	56		-8.92			
	4	1	45		2.08			
	5	1	48		-0.92			
	6	1	50		-2.92			
	7	1	44		3.08			
	8	1	47		0.08			
	9	1	46		1.08			
	10	1	58		-10.92			
	11	1	52		-4.92			
	12	1	47		0.08			
	13	1	46		1.08			
	14	1	46		1.08			
	15	1	51		-3.92			
	16	1	44		3.08			

Nota:

- El valor de 55, 56,58 no se consideró en la mediana por diferir en más de 6 unidades. 
- El 18.75 % de los valores tomados en la mediana difieren en más de 6 unidades, de tal manera que no excede del más de 20% como mínimo.

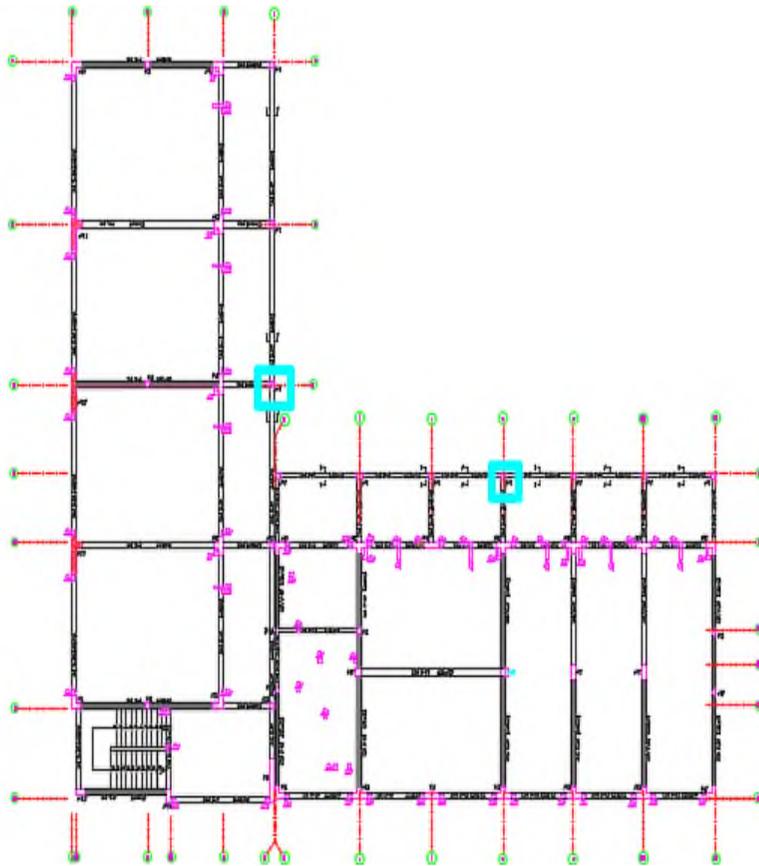


Figura 19: Ubicación de ensayos de diamantina

Identificación de las zonas de los elementos estructurales donde se hicieron la extracción de los núcleos de diamantina, entre los ejes D-8 y entre los ejes C-4.

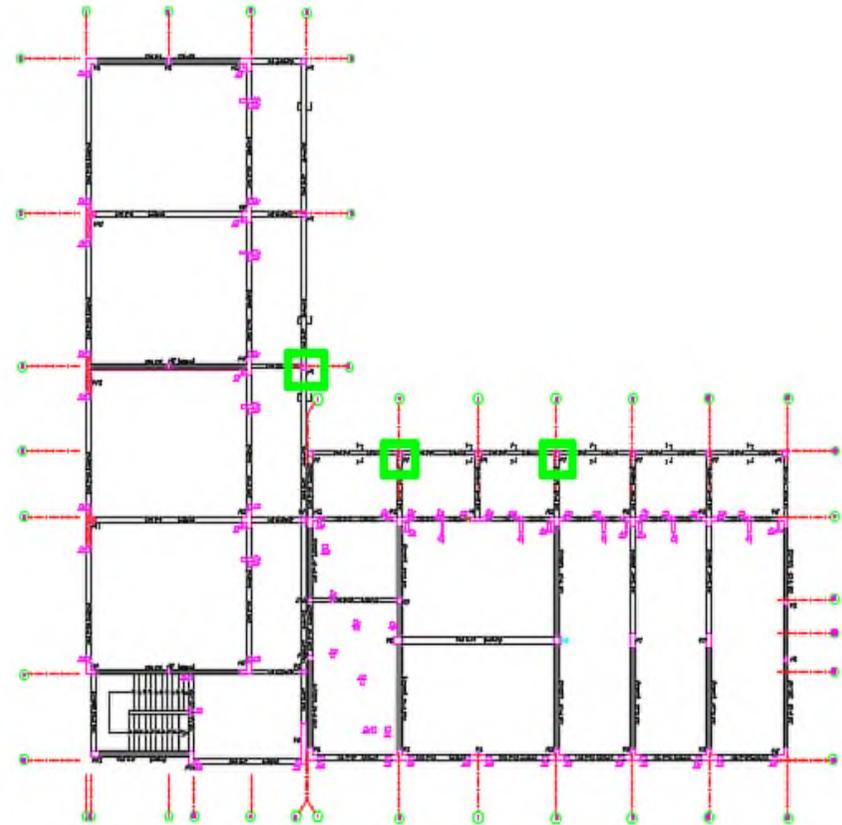


Figura 20: Ubicación de ensayos de esclerometria

Identificación de las zonas de los elementos estructurales donde se hicieron los ensayos de esclerometria entre los ejes D-8, entre los ejes D-6 y entre los ejes C-4.

## **DESCRIPCION DE LA ZONA ESTUDIADA**

- **TOPOGRAFIA DEL LUGAR**

La topografía de la zona es casi plana, con abundante presencia de material coluvial, no presentando nivel freático en las excavaciones realizadas.

Siendo la ciudad de Ica el único departamento de la costa sur formada por planicies o llanuras costeñas.

## **SUELO**

- **EXPLORACION Y MUESTREO**

En la cual, con el fin de conocer la estratigrafía de la zona de estudio, se realizaron 06 calicatas alcanzando una profundidad de hasta 4.50 metros aproximadamente y 02 ensayos DPL, en la cual se detalla la ubicación de las calicatas y el tipo de suelo, en el siguiente cuadro:

CALICATA	ESTRATO	COORDENADAS UTM			Tipo de suelo		PROF.
		X	Y	Z	SUCS	ASSHTO	
C-01	E-1	419,415.00	844,8715.00	419.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b(0)	2.00
	E-3				SP	A-1-b(0)	3.00
C-02	E-1	419,375.00	8,448,711.00	419.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SP-SM	A-1-b (0)	3.00
C-03	E-1	419,368.00	8,448,631.00	420.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SP-SM	A-1-b (0)	3.00
C-04	E-1	419,414.00	8,448,819.00	420.00	SP-SM	A-1-b (0)	3.00
C-05	E-1	419,374.00	8,448,832.00	419.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SM	A-2-4(0)	3.00
	E-4				ML-CL	A-4(3)	4.00
	E-5				SM	A-4(2)	4.50
C-06	E-1	419,367.00	8,448,782.00	419.00	SP	A-1-b (0)	3.00

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

A los diferentes estratos de las calicatas ejecutadas, se realizaron su análisis de acuerdo a las normas ASTM y al sistema de clasificación de suelos de SUCS y AASHTO.

Con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo a las normas ASTM.

- **ANALISIS GRANULOMETRICO (NORMA ASTM D-422)**

El análisis granulométrico sirve para poder determinar de manera adecuada la distribución de las partículas de una muestra de suelo y de tal manera verificar si el suelo puede ser utilizado para la construcción de proyectos.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 01 (M-1)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.00%
N°40	20.16%
N°60	24.19%
N°100	33.06%
N°200	14.52%
PLATILLO	8.06%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 01 (M-2)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	1.21%
N°40	34.82%
N°60	23.08%
N°100	23.89%
N°200	12.55%
PLATILLO	4.45%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 01 (M-3)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.81%
N°40	32.79%
N°60	27.53%
N°100	23.08%
N°200	13.36%
PLATILLO	2.43%

M-1	M-2	M-3	
0.00%	0.00%	0.00%	GRAVAS
91.94%	95.55%	97.57%	ARENAS
8.06%	4.45%	2.43%	FINOS

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 02 (M-1)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.00%
N°40	0.81%
N°60	19.76%
N°100	57.66%
N°200	17.34%
PLATILLO	4.44%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 02 (M-2)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.81%
N°40	23.48%
N°60	27.13%
N°100	28.74%
N°200	15.38%
PLATILLO	4.45%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 02 (M-3)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.40%
N°40	15.81%
N°60	29.64%
N°100	32.02%
N°200	16.21%
PLATILLO	5.93%

M-1	M-2	M-3	
0.00%	0.00%	0.00%	GRAVAS
95.56%	95.55%	94.07%	ARENAS
4.44%	4.45%	5.93%	FINOS

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 03 (M-1)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	1.00%
N°40	24.33%
N°60	35.00%
N°100	24.00%
N°200	11.33%
PLATILLO	4.33%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 03 (M-2)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.35%
N°40	27.92%
N°60	32.16%
N°100	23.32%
N°200	11.31%
PLATILLO	4.95%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE CALICATA N° 03 (M-3)	
TAMAÑO TAMIZ	% RETENIDO
8"	0.00%
6"	0.00%
4"	0.00%
3"	0.00%
2"	0.00%
1 ½"	0.00%
1"	0.00%
¾"	0.00%
3/8"	0.00%
N°4	0.00%
N°10	0.00%
N°20	0.70%
N°40	22.73%
N°60	34.62%
N°100	23.78%
N°200	12.94%
PLATILLO	5.24%

M-1	M-2	M-3	
0.00%	0.00%	0.00%	GRAVAS
95.67%	95.05%	94.76%	ARENAS
4.33%	4.95%	5.24%	FINOS

- **LIMITE LIQUIDO (NORMA ASTM D-4318)**

Este ensayo mide la cohesión del terreno y su contenido de humedad.

- **LIMITE PLASTICO (NORMA ASTM D-4318)**

Se determina como la humedad en la que un suelo deja de tener un comportamiento frágil para poder tener ahora un comportamiento plástico.

Es decir, es la humedad correspondiente en la cual el suelo se cuarteo, al formar pequeños cilindros pequeños.

Conjuntamente el límite líquido y límite plástico es usado en la identificación y clasificación de suelos.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D-2216)**

El contenido de humedad es la relación expresada como porcentaje del peso de agua en una masa del suelo entre el peso de la muestra seca.

En la cual se determina el peso del agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno.

En la cual el peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas y la correspondiente pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

LIMITES DE CONSISTENCIA DE CALICATA N° 02					
Estrato	Descripción	% Humedad	Limite liquido	Limite plástico	Clasificación SUCS Y ASSHTO
E-1	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	1.21	0	0	SP-SM A-1-b (0)
E-2	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	0.81	0	0	SP-SM A-1-b (0)
E-3	ARENA MAL GRADUADA	1.98	0	0	SP-SM A-1-b (0)

LIMITES DE CONSISTENCIA DE CALICATA N° 01					
Estrato	Descripción	% Humedad	Limite liquido	Limite plástico	Clasificación SUCS Y ASSHTO
E-1	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	0.81	0.00	0.00	SP-SM A-1-b (0)
E-2	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	1.62	0.00	0.00	SP-SM A-1-b (0)
E-3	ARENA MAL GRADUADA	1.21	0.00	0.00	SP A-1-b (0)

LIMITES DE CONSISTENCIA DE CALICATA N° 03					
Estrato	Descripción	% Humedad	Limite liquido	Limite plástico	Clasificación SUCS Y ASSHTO
E-1	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	0.67	0.00	0.00	SP-SM A-1-b (0)
E-2	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	0.71	0.00	0.00	SP-SM A-1-b (0)
E-3	ARENA MAL GRADUADA	2.45	0.00	0.00	SP-SM A-1-b (0)

**UBICACIÓN DE CALICATAS Y PROFUNDIDAD DE EXPLORACION**

Las calicatas realizadas en el presente trabajo alcanzaron una profundidad de aproximadamente de 4.50 metros y se ubicaron en los siguientes lugares ubicado con coordenadas UTM tal como se muestra en el siguiente cuadro:

CALICATA	ESTRATO	COORDENADAS UTM			Tipo de suelo		PROF.
		X	Y	Z	SUCS	ASSHTO	
C-01	E-1	419,415.00	844,8715.00	419.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SP	A-1-b (0)	3.00
C-02	E-1	419,375.00	8,448,711.00	419.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SP-SM	A-1-b (0)	3.00
C-03	E-1	419,368.00	8,448,631.00	420.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SP-SM	A-1-b (0)	3.00
C-04	E-1	419,414.00	8,448,819.00	420.00	SP-SM	A-1-b (0)	3.00
C-05	E-1	419,374.00	8,448,832.00	419.00	SP-SM	A-1-b (0)	1.00
	E-2				SP-SM	A-1-b (0)	2.00
	E-3				SM	A-2-4(0)	3.00
	E-4				ML-CL	A-4(3)	4.00
	E-5				SM	A-4(2)	4.50
C-06	E-1	419,367.00	8,448,782.00	19.00	SP	A-1-b (0)	3.00

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

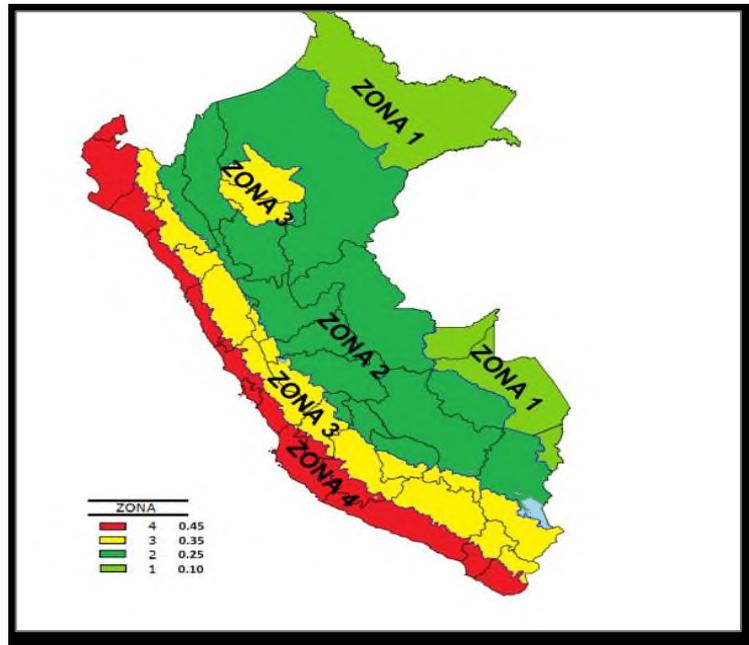
En la cual en las correspondientes excavaciones de las calicatas se realizaron muestras del perfil estratigráfico, de la cual se observó que el material de esta zona de estudio es de ARENA LIMOSA MAL GRADUADA, ARENA MAL GRADUADA, ARENA LIMOSA, LIMO ARCILLOSO.

CALICATA	ESTRATO	Tipo de suelo		PROF.	DENOMINACION	ARENAS	FINOS
		SUCS	ASSHTO				
C-01	E-1	SP-SM	A-1-b (0)	1.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	91.94%	8.06%
	E-2	SP-SM	A-1-b (0)	2.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	95.55%	4.45%
	E-3	SP	A-1-b (0)	3.00	ARENA MAL GRADUADA	97.57%	2.43%
C-02	E-1	SP-SM	A-1-b (0)	1.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	95.56%	4.44%
	E-2	SP-SM	A-1-b (0)	2.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	95.55%	4.45%
	E-3	SP-SM	A-1-b (0)	3.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	94.07%	5.93%
C-03	E-1	SP-SM	A-1-b (0)	1.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	95.67%	4.33%
	E-2	SP-SM	A-1-b (0)	2.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	95.05%	4.95%
	E-3	SP-SM	A-1-b (0)	3.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	94.76%	5.24%
C-04	E-1	SP-SM	A-1-b (0)	3.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	95.52%	4.48%
C-05	E-1	SP-SM	A-1-b (0)	1.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	94.44%	5.56%
	E-2	SP-SM	A-1-b (0)	2.00	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA	90.28%	9.72%
	E-3	SM	A-2-4(0)	3.00	ARENA LIMOSA	79.53%	20.47%
	E-4	ML-CL	A-4(3)	4.00	LIMO ARCILLOSO	49.40%	50.20%
	E-5	SM	A-4(2)	4.50	ARENA LIMOSA	54.93%	45.07%
C-06	E-1	SP	A-1-b (0)	3.00	ARENA MAL GRADUADA	96.23%	3.77%

**Consideraciones para el diseño**

**Factor de zona sísmica (Z)**

En la cual la actual norma E.030 de Diseño Sismorresistente divide al Perú en 4 zonas sísmicas, como se muestra en la siguiente imagen:



Fuente: Norma E.030-2018

REGION(DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
ICA	ICA	ICA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LA TINGUIÑA		
		LOS AQUIJES		
		OCUCAJE		
		PACHACUTEC		
		PARCONA		
		PUEBLO NUEVO		
		SALAS		
		SAN JOSE DE LOS MOLINOS		
		SAN JUAN BAUTISTA		
		SANTIAGO		
		SUBTANJALLA		
		TATE		
		YAUCA DEL ROSARIO		

Fuente: Norma E.030-2018

En la cual se verifica que el Distrito de Subtanjalla, donde se encuentra ubicado el proyecto tiene un factor de zona sísmica 4, por lo cual su factor de zona sísmica será  $Z=0.45$ .

Según dada en la Norma E.030 de diseño sismorresistente.

**Factor de uso o importancia de la edificación (U)**

En la cual el factor de uso o importancia de la edificación se clasifica de acuerdo al uso o la ocupación que se tiene en dicho sistema estructural, de la cual se clasifica según la siguiente tabla:

CATEGORIA DE LA EDIFICACION Y FACTOR "U"		
CATEGORIA	DESCRIPCION	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.	1.5
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:  -Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. -Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones, Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. -Instalaciones de generacion y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio despues de un desastre, tales instituciones educativas, instituciones superiores tecnologicas y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso pueda representar algun riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depositos de materiales inflamables o tóxicos.	

Fuente: Norma E.030-2018

Según este tipo de clasificación, el proyecto son pabellones de aulas universitarias, que pueden servir de refugio ante el evento de un desastre natural, le corresponden una edificación de categoría A es decir una edificación esencial.

Por lo cual el factor de uso o importancia de la edificación es de  $U = 1.5$

### **Factor de uso del suelo (S)**

En la cual una vez hecho el correspondiente estudio de mecánica de suelos (EMS), y determinado el tipo de perfil que mejor describa las características del suelo, se calculara el factor de amplificación del suelo en función al factor de zona sísmica ya determinado, para lo cual se guía de la siguiente tabla:

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030-2018

En la cual el factor de uso del suelo, ya teniendo el factor de zona sísmica (Z4) y el tipo de perfil del suelo (S3) correspondiente a un suelo blando o flexible, ya habiéndose realizado el estudio de mecánica de suelos, será de  $S=1.10$ .

PERIODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil del suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL(S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E.030-2018

Al saber el tipo de perfil del suelo del terreno de fundación podemos determinar los periodos TP Y TL, que según la tabla para un tipo de suelo de perfil S3, será de:

$$S3 \left\{ \begin{array}{l} TP=1.0 \\ TL=1.6 \end{array} \right.$$

### Coeficiente de amplificación de fuerza sísmica (C)

En la cual una vez determinado el periodo fundamental de vibración de la edificación(T) y las características del terreno de fundación (TP, TL) se podrá determinar el coeficiente de amplificación de fuerza sísmica; en la cual la NTE E.030 me especifica que si se cumple la expresión:

$$T < TP \longrightarrow C=2.5$$

Por la cual dicha expresión cumple en ambos pabellones, por lo que deducimos que el coeficiente de amplificación de fuerza sísmica es de 2.5.

### Factor de reducción de fuerza sísmica (R)

Este coeficiente de reducción de fuerza sísmica depende del tipo de sistema estructural y de los factores de irregularidad estructural tanto en altura como en planta del cual se deberá verificar si existe o no en el sistema estructural en análisis.

Donde este coeficiente se calcula como el producto del factor básico de reducción de fuerza sísmica ( $R_o$ ) y de los factores de irregularidad tanto en altura como en planta ( $I_a, I_p$ ).

$$R = R_o * I_a * I_p$$

### Peso total de la estructura (W)

El peso sísmico de la estructura se calcula adicionando a la carga muerta y total de la edificación un porcentaje de la carga viva, que según la NTE E.030 para edificaciones de categoría A, se toma el 50% de la carga viva y además un 25% de la carga viva de techo.

$$\text{Peso sísmico} = (\text{peso muerto} + \text{carga muerta}) + 50\% \text{ carga viva} + 25\% \text{ carga viva de techo}$$

## **5.2 Discusión de resultados**

### **ESTRUCTURACION**

El proyecto arquitectónico cuenta con dos estructuras independientes el cual corresponde a dos pabellones A y B, de la cual para la presente investigación se optaron por analizar ambos pabellones dado que cumplen con una buena distribución o simetría de los elementos estructurales que aportan rigidez como son las placas y los muros portantes, que se pueden observar en los planos arquitectónicos anexados en el presente trabajo de investigación.

### **MODELAMIENTO ESTRUCTURAL**

El modelamiento de ambos pabellones de la Facultad de Agronomía se realizó a través del programa computacional ETABS 2016, en la cual este programa surge como necesidad de poder modelar y analizar de una forma sencilla y practica sistemas estructurales.

En la cual además de simplificar el modelo me permite el cálculo de la cortante basal estáticas y dinámicas, fuerzas sísmicas actuantes en cada nivel de entrepiso, cálculo de presencia de irregularidades en la estructura, etc.

#### **Materiales:**

##### **Concreto ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ):**

Peso específico	:	$\alpha_m=2400\text{kg/m}^3$
Resistencia a la compresión	:	$f'c=210\text{kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad	:	$E_c=218819.78\text{kg/cm}^2$

##### **Acero corrugado**

Peso específico	:	$\alpha_m=7800\text{kg/m}^3$
Módulo de elasticidad	:	$E_a=2 \times 10^6\text{kg/cm}^2$

##### **Muro de albañilería ( $f'm=65\text{kg/cm}^2$ )**

Peso específico	:	$\alpha_m=1800\text{kg/m}^3$
Resistencia a la compresión	:	$f'm=65\text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad	:	$E_m=32500\text{ kg/cm}^2$

## Paso 01: Definición de los materiales

En la barra de herramientas del etabs en la parte superior nos dirigimos en la opción “define” y damos clic en la opción “material properties”, de tal manera seleccionamos la opción “add new material” y creamos materiales tanto para el concreto, albañilería y acero.

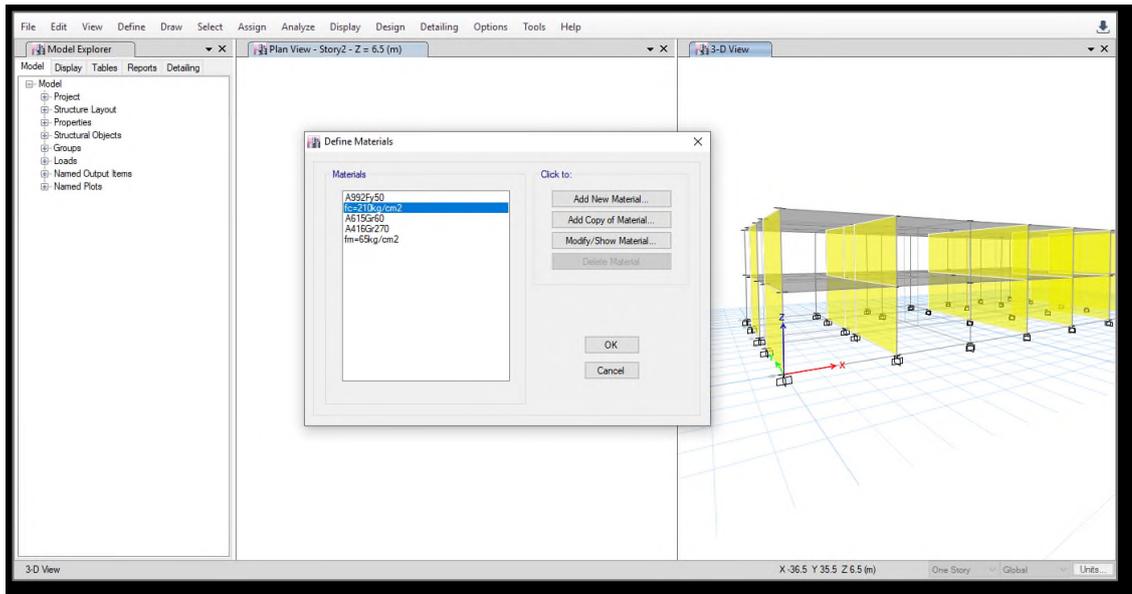


Figura 21: creación del nuevo material

De donde utilizamos la opción “concrete” para definir el concreto, “Rebar” para definir el acero y “masonry” para definir la albañilería.

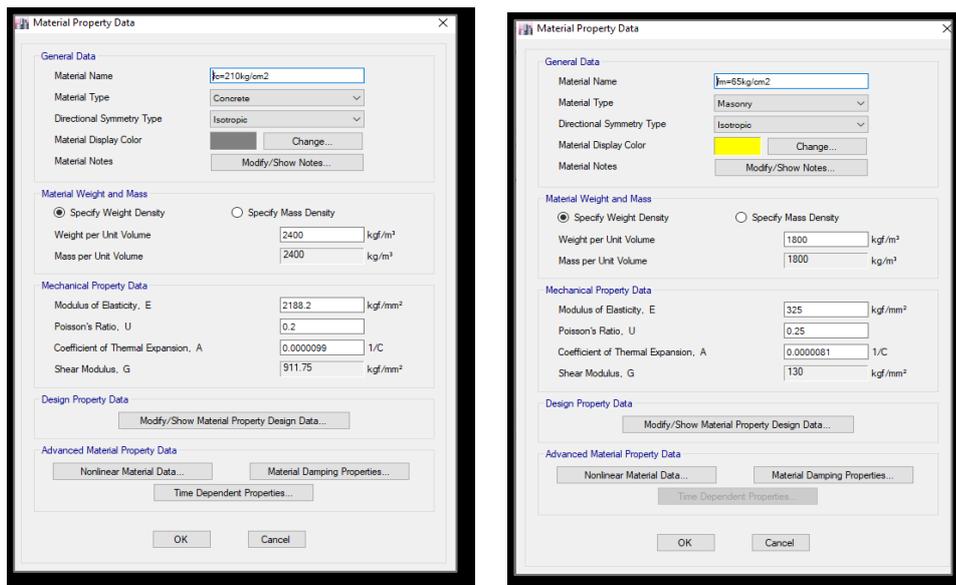


Figura 22: Propiedades del material  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'm=65\text{kg/cm}^2$

## Paso 02: Definición de las secciones columnas y vigas

En el panel de herramientas seleccionar la opción “define”, luego “sección properties” y para crear columnas y vigas entras a la opción “frame sections” y seleccionamos la opción “add new property”, para luego escoger la opción “concrete rectangular”, como se muestra:

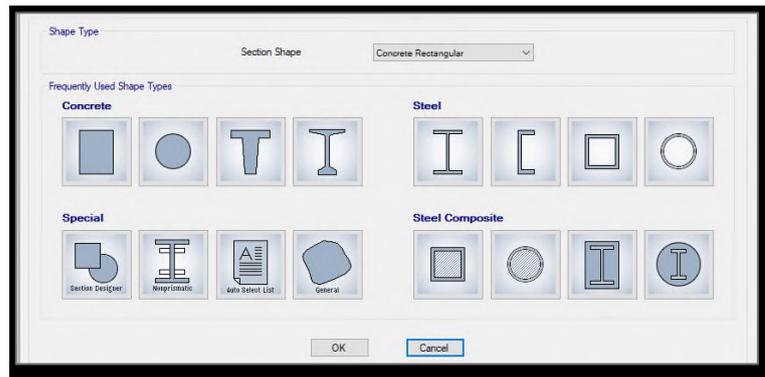


Figura 23: Selección de propiedades de materiales del concreto

Dentro de la ventana colocamos el nombre del elemento o sección a modelar y posteriormente colocamos sus dimensiones de dicho elemento tanto altura (depth) como ancho (width) de la sección.

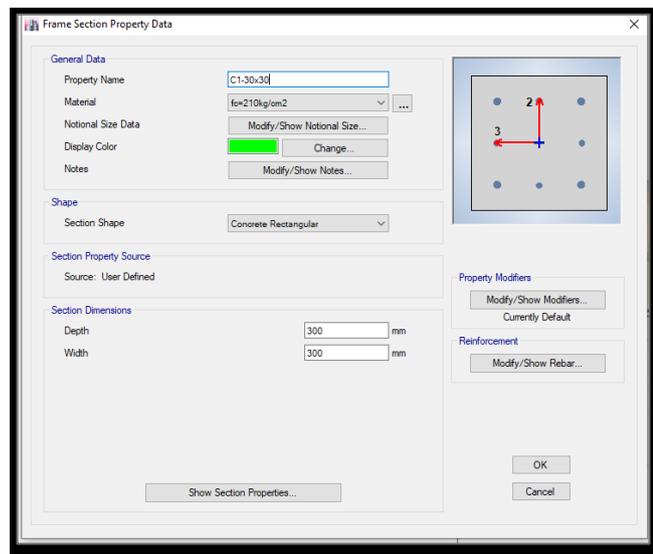


Figura 24: Definición de la sección del material de columna

De la misma manera repetimos el mismo proceso para crear las secciones de las vigas según las características de la edificación, especificada en los planos.

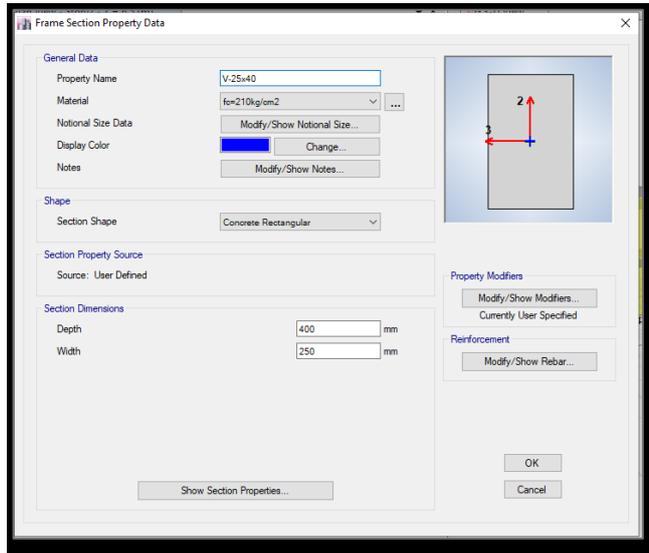


Figura 25: Definición de la sección del material de viga

### Paso 03: Definición de las secciones de placas y muros portantes

Seleccionamos en la barra de herramientas la opción “define” y luego la opción “section properties”, posteriormente seleccionamos la opción “Wall section” y clic en la opción “add new property” para definir la nueva sección.

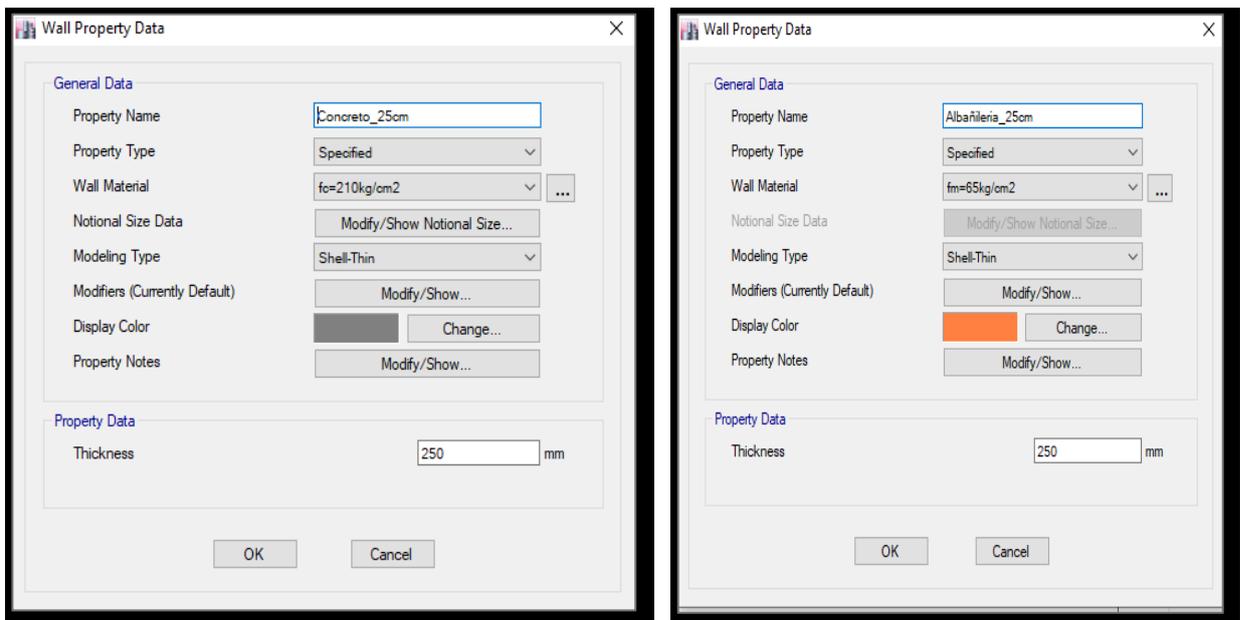


Figura 26: Definición de las secciones del material de placas y muros de albañilería

#### Paso 04: Definición de las losas

En la barra de herramientas me dirijo a la opción “define”, selecciono “section properties” y elijo la opción “slab sections” y selecciono la opción “add new property” para crear una nueva sección de losa aligerada.

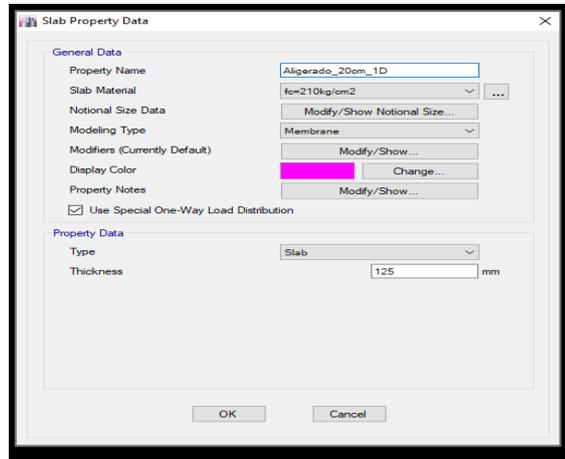


Figura 27: Definición de la sección de losas aligeradas

#### Paso 05: Asignación de columnas y muros portantes

En la parte inferior derecha del software seleccionamos la opción “similar stories” con el fin de que las secciones de las columnas se generen en todos los pisos, y para dibujar la columna en la parte lateral izquierda elegimos la opción “quick draw columns” y de igual manera para dibujar los muros portantes elegimos la opción “quick draw walls”, de tal manera seleccionamos el tipo de sección a modelar.

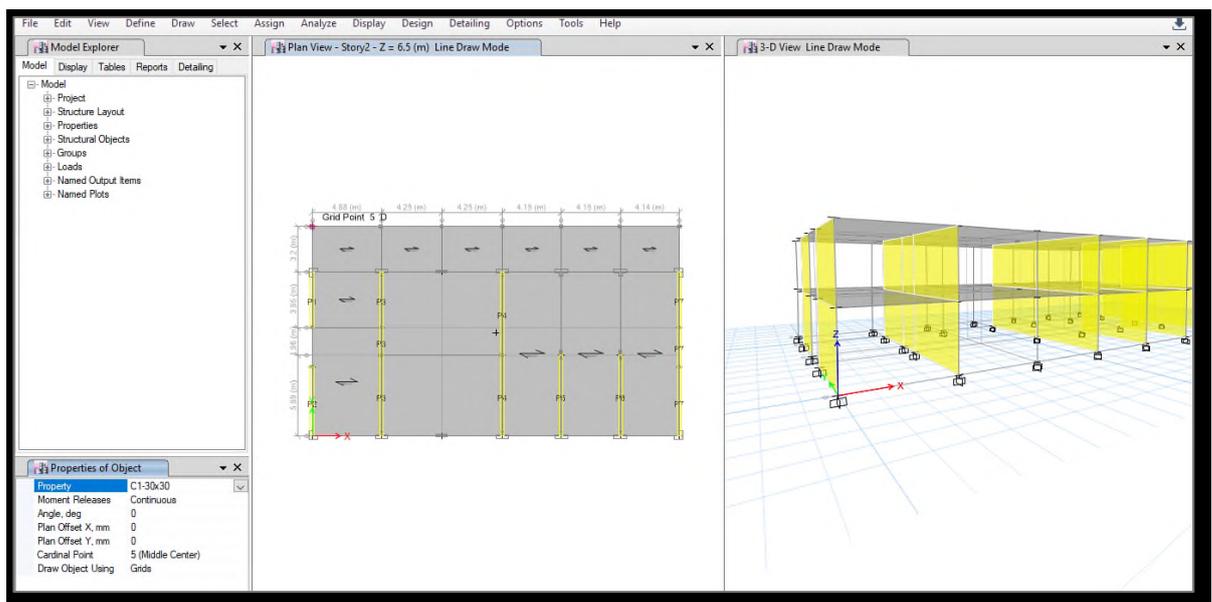


Figura 28: Asignación de columnas y muros de albanilería al modelo

### Paso 06: Asignación de vigas

En la parte lateral izquierda elegimos la opción “quick draw beams”, de tal manera en la opción “property” elegimos el tipo de sección de viga a modelar correspondiente a cada entrepiso, según los planos estructurales.

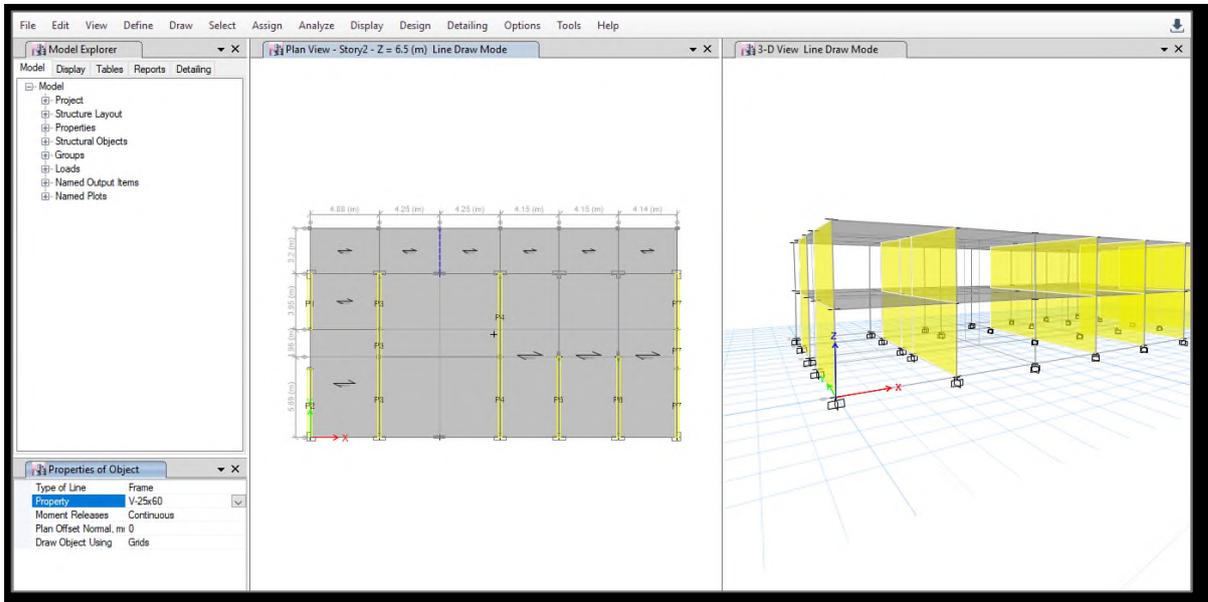


Figura 29: Asignación de vigas al modelo

### Paso 07: Asignación de losas aligeradas

En la parte lateral izquierda elegimos la opción “draw rectangular floor”, de tal manera en la opción “property” elegimos el tipo de losa a modelar correspondiente a cada entrepiso, según los planos estructurales.

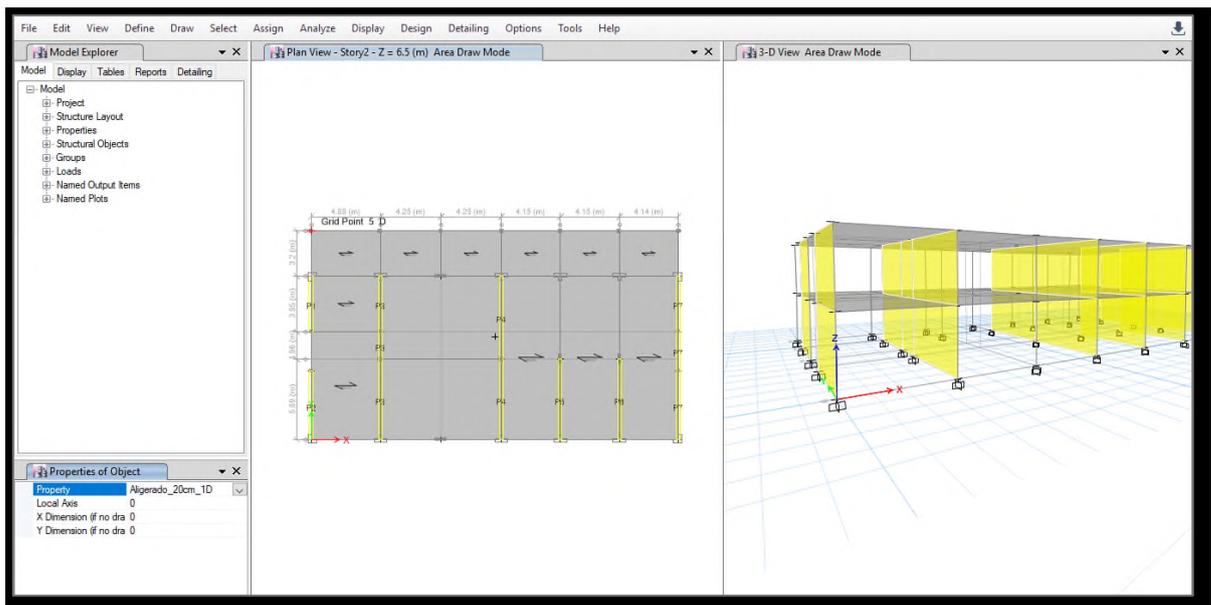


Figura 30: Asignación de losas aligeradas al modelo

### Paso 08: Asignación de restricciones en los apoyos

Para ello previamente seleccionamos la base y nos dirigimos a la barra de herramientas en la opción “assign”, clic en la opción “joint” y seleccionamos “restraints” y en la ventana emergente seleccionamos la primera opción de empotramiento fijo.

Y finalmente finalizamos con el modelamiento de la estructura.

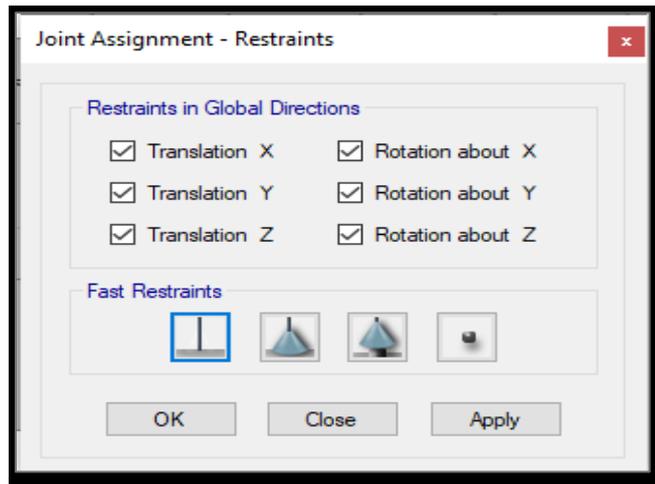
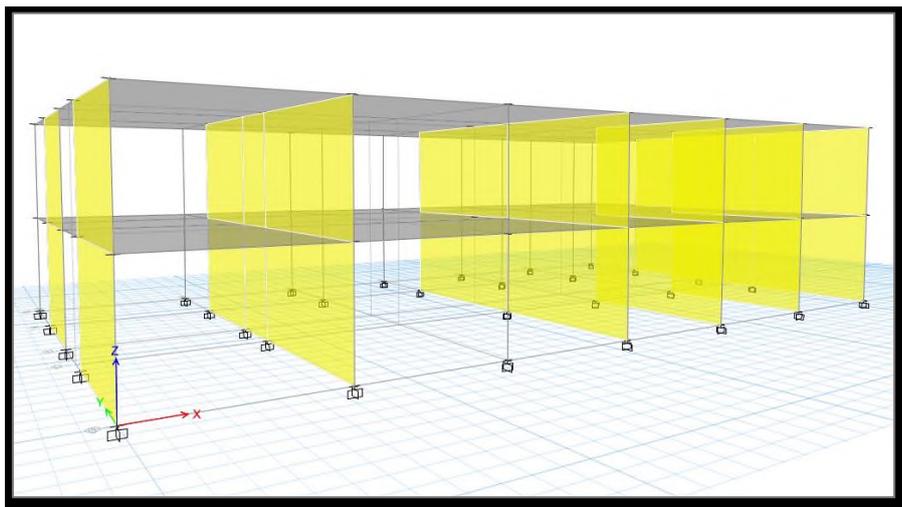
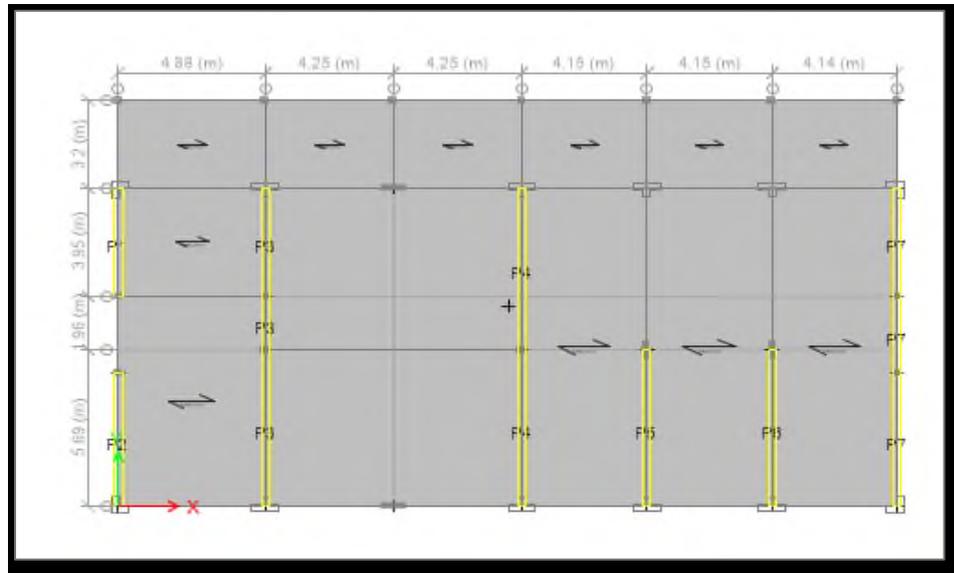


Figura 31: Asignación de restricciones en los apoyos

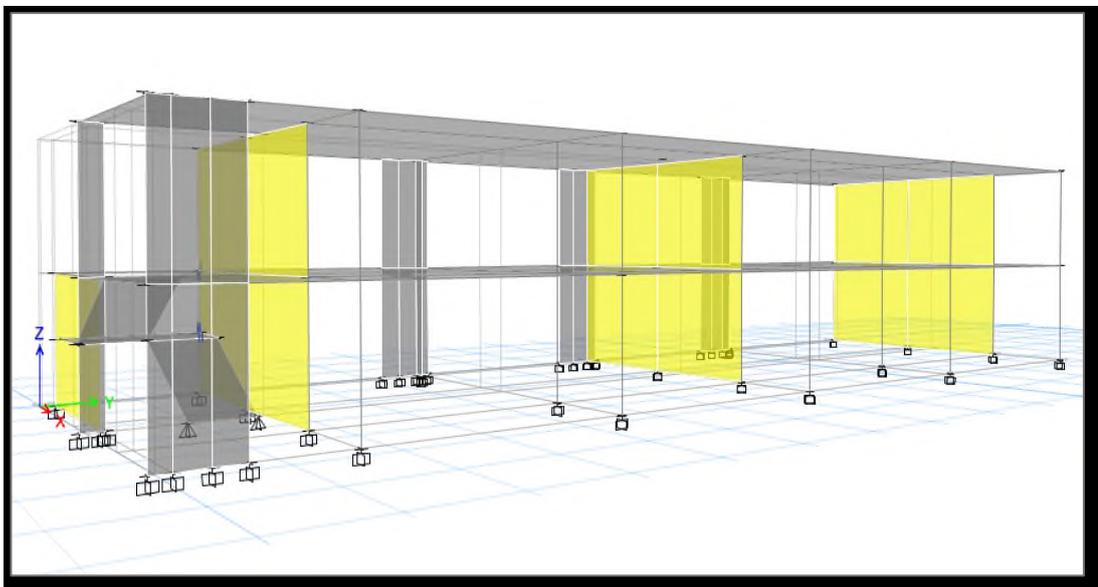
### Modelo en vista 3D del Pabellón A



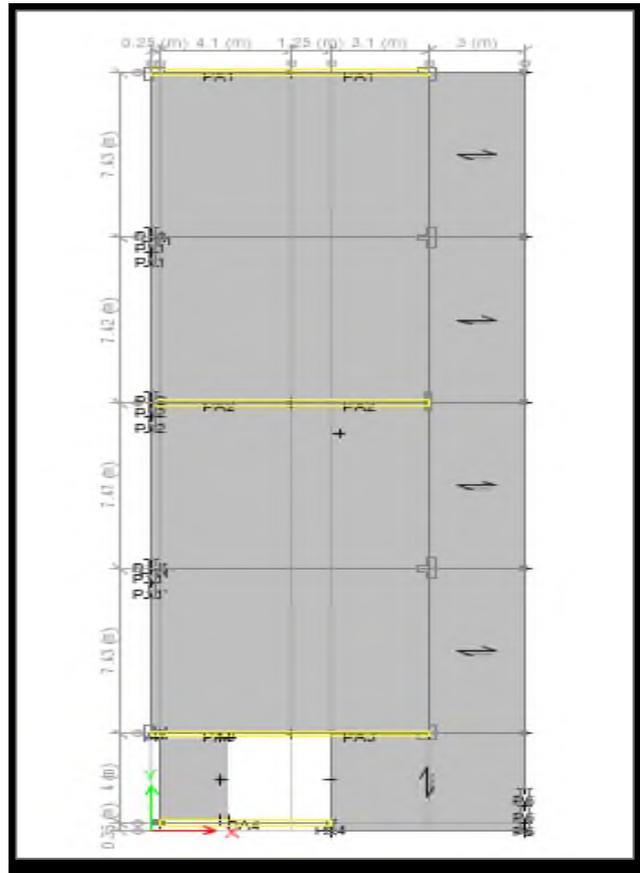
Modelo en vista de planta del Pabellón A



Modelo en vista 3D del Pabellón B



## Modelo en vista de planta del Pabellón B



### **ANALISIS ESTRUCTURAL**

En la cual para desarrollar el análisis estructural de ambos pabellones (A y B) se empleó el programa computacional ETABS en su versión 16.2.1.

Cabe destacar que ambos pabellones fueron diseñados bajo la norma E.030 del 2006, por ende, se consideró validar la estructura a la actual norma Diseño Sismorresistente del 2018 (E.030-2018), con la que se trabajó la presente tesis.

El modelamiento de ambos pabellones fue realizado con todos los datos obtenidos de los planos y a la vez de corroboraciones en el campo para el cálculo de la resistencia a la compresión del concreto, mediante ensayos de diamantina y esclerómetro en la cual se consideró una resistencia de compresión del concreto de  $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Una vez modelado ambos pabellones en el programa se procedió a realizar el análisis sísmico estático, posteriormente el análisis sísmico dinámico (modal espectral) y finalmente la etapa de validación estructural donde se verificará si existe o no las irregularidades estructurales en ambos pabellones.

Por razones prácticas y de estética, se muestra solo el pabellón A mediante figuras explicativas, para lo cual posterior a ello presentar todos los datos obtenidos tanto del pabellón A y B resumidos en tablas.

### **ANALISIS SISMICO ESTATICO O DE FUERZAS ESTATICAS EQUIVALENTES**

Una vez hecho el modelado de ambos pabellones (A y B), posteriormente se le asigno cargas a cada nivel de entrepiso extraídas de la norma E.020 de cargas, en la cual se consideró:

- Piso 1

En la cual para la carga muerta se consideró el peso de la tabiquería fija y el peso del acabado de piso terminado.

$$\text{Carga muerta (CM): } 210\text{kg/m}^2 + 100\text{kg/m}^2 = 310\text{kg/m}^2.$$

En el pasadizo se empleó una carga muerta de la misma condición:

$$\text{Carga muerta (CM): } 210\text{kg/m}^2 + 100\text{kg/m}^2 = 310\text{kg/m}^2.$$

En la cual para el correspondiente cálculo del peso de la tabiquería fija que son divisorios de ambiente, se empleó la tabla de la NTE E.020 para el cálculo de la carga equivalente de la tabiquería fija, para ello nos dice que el peso propio de los tabiques es de  $14 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \times \text{cm}}$ , para lo cual dichas tabiquerías son muros de soga de 15 cm de espesor y una altura crítica del muro de tabiquería de 1.95 m, en la cual hacemos la operación:

$$\text{Peso del tabique} = 14 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \times \text{cm}} * 15\text{cm} * 1.95 = 409.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Peso del tabique(kg/m)	Carga Equivalente (kg/m <sup>2</sup> )
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: NTE E.020 Cargas-1985

Nos verificamos en la tabla y nos dice que para dicho peso del tabique  $409.5 \frac{kg}{m}$ , le corresponde una carga equivalente de  $210 \frac{kg}{m^2}$ .

A esta carga le sumamos la carga muerta del piso terminado y obtenemos la carga muerta del nivel de entrepiso.

Para la carga viva a nivel de entrepiso se consideró, la sobrecarga considerada en los planos estructurales de losa aligerada tanto en las aulas como en el pasadizo.

Carga viva de entrepiso (CV): 300kg/m<sup>2</sup>

Carga viva de pasadizo (CV): 300kg/m<sup>2</sup>

- PISO 2

Para la carga muerta se consideró la carga proveniente del techo terminado o acabado.

Carga muerta (CM): 100kg/m<sup>2</sup>

De tal manera para la carga viva se consideró la carga viva de techo especificada en la NTE E.020 de cargas.

Carga viva de techo (CVT): 100kg/m<sup>2</sup>

Para el coeficiente de reducción de fuerza sísmica “R” del cual dicho factor depende del sistema estructural y de las irregularidades tanto en altura como en planta, para el correspondiente análisis fue supuesto como un sistema dual (R=7) y que dicho sistema estructural no presenta irregularidades a las que corresponden valores de 1 , ya que solo algunas irregularidades son posibles de conocer a través de los planos ,pero otras requieren esencialmente del desarrollo del análisis estructural, dado que la norma E.030-2018 me especifica una etapa de validación estructural donde se corrobora si esta hipótesis es aceptable o tendrá que cambiarse.

En lo correspondiente al periodo fundamental de vibración de la edificación (T), una vez asignado las cargas en cada nivel de entepiso, se pueden extraer los periodos fundamentales de vibración de la edificación para cada dirección de análisis.

Pabellón A	Periodo(s)
T x-x=	0.197
T y-y=	0.078

Pabellón B	Periodo(s)
T x-x=	0.129
T y-y=	0.162

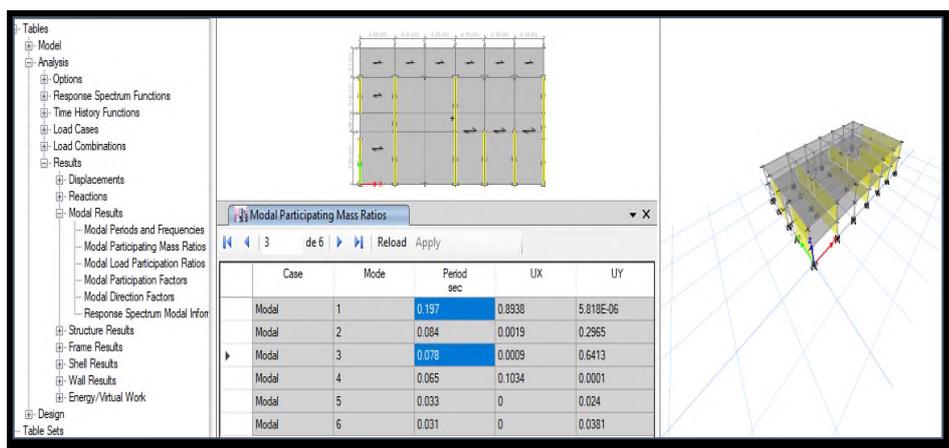


Figura 32: Periodo fundamental de vibración del pabellón A

Es así que a partir del periodo fundamental de vibración de la edificación (T) calculado podemos determinar el coeficiente de amplificación de fuerza sísmica (C), que depende del periodo fundamental de vibración de la edificación.

Como:

$$T_{x-x}=0.197 < TP=1.00 \longrightarrow C=2.5$$

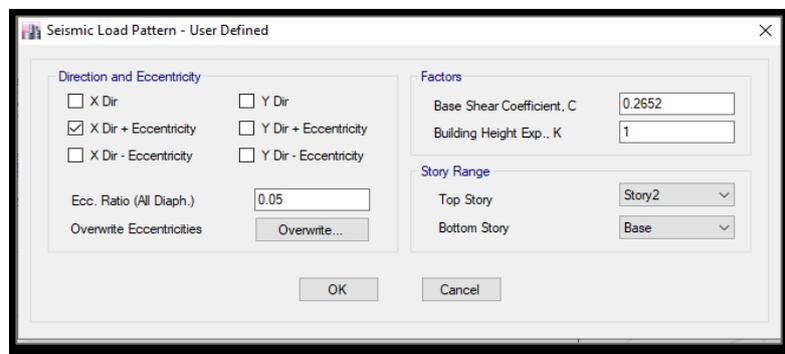
$$T_{y-y}=0.078 < TP=1.00 \longrightarrow C=2.5$$

De tal manera ya teniendo definido los parámetros sísmicos se podrá determinar el coeficiente de la cortante basal (ZUCS/R)

### Coeficientes “ZUCS/R”

Z=	0.45
U=	1.5
C x-x=C y-y	2.5
S=	1.10
R=	7
ZUCS/R=	0.2652

En la cual el coeficiente de la cortante sísmica basal se introduce a los patrones de cargas sísmicas estáticas creadas (seismic\_x y seismic\_y) para ambas direcciones de análisis, para el correspondiente cálculo de la cortante estática



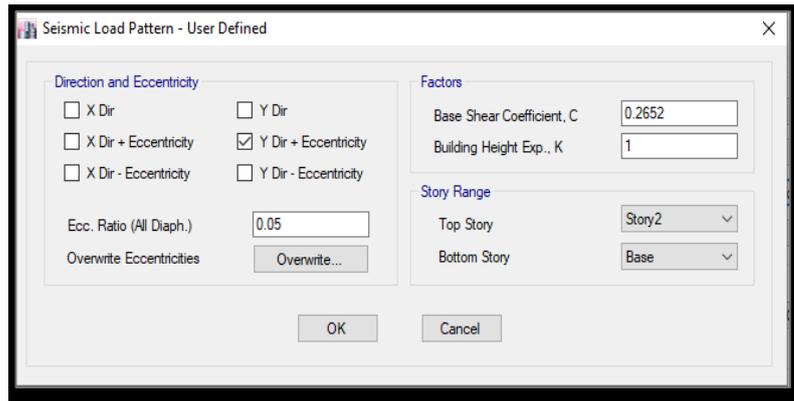


Figura 33: Asignación del coeficiente de la cortante basal a los patrones de cargas sísmicas estáticas creadas

Posteriormente para poder realizar la estimación del peso sísmico de la estructura, se consideró un peso sísmico que contiene:

Peso sísmico= (peso muerto +carga muerta) +50% carga viva+25% carga viva de techo

En la cual para edificaciones de categoría “A”, le corresponden una sobrecarga de 50% de la carga viva, según la NTE E.030.

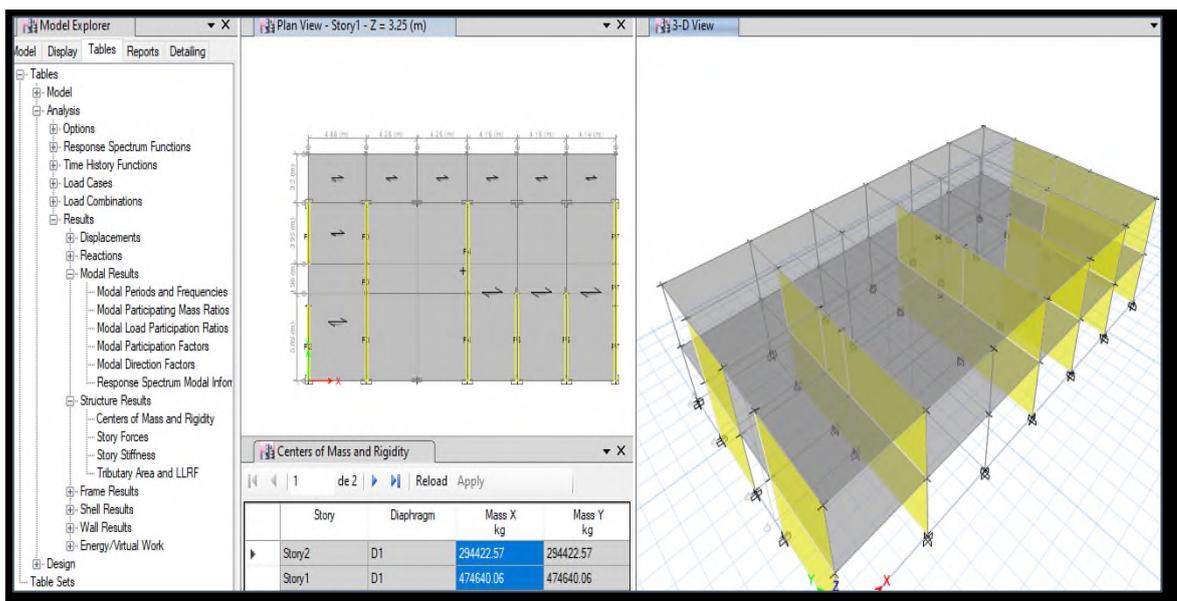


Figura 34: Masas en cada nivel de entrepiso del pabellón A

Nivel	Pabellón A
Piso 2	294.42TN
Piso 1	474.64TN
Peso total de la estructura=769.06 tonf	

Nivel	Pabellón B
Piso 2	327.09TN
Piso 1	483.12TN
Peso total de la estructura=810.21 tonf	

De tal manera con los pesos sísmicos calculados de cada nivel de entrepiso y la cortante estática basal calculada, podemos calcular las fuerzas sísmicas que actúan en el centro de masa de cada nivel de entrepiso.

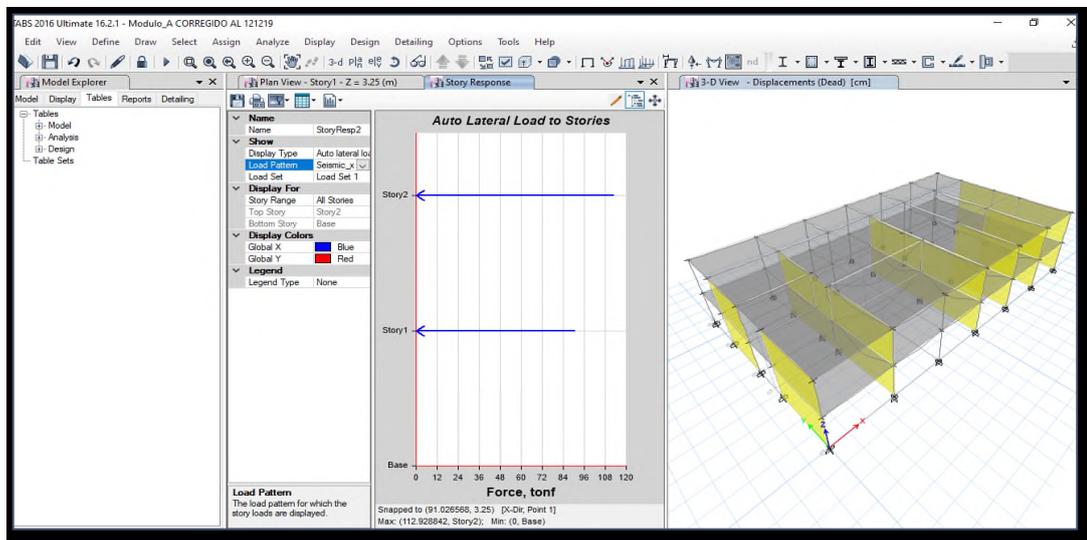


Figura 35: Fuerzas sísmicas actuantes en cada nivel de entrepiso

Tabla: Fuerzas sísmicas actuantes en cada dirección de análisis del pabellón A

Nº Pisos	Peso(tonf)	Altura (m)	Peso x altura	$\alpha_i = \frac{p \cdot h}{\sum(p \cdot h)}$	Fuerza sísmica(tonf)
2	294.42	6.50	1913.73	0.55	112.17
1	474.64	3.25	1542.58	0.45	91.77
Cortante sísmica basal=(ZUCS/R) *P=203.94 tonf					

Tabla: Fuerzas sísmicas actuantes en cada dirección de análisis del pabellón B

Nº Pisos	Peso(tonf)	Altura (m)	Peso x altura	$\alpha_i = \frac{p \cdot h}{\sum(p \cdot h)}$	Fuerza sísmica(tonf)
2	327.09	6.50	2126.08	0.58	124.62
1	483.12	3.25	1570.14	0.42	90.24
Cortante sísmica basal=(ZUCS/R) *P=214.86 tonf					

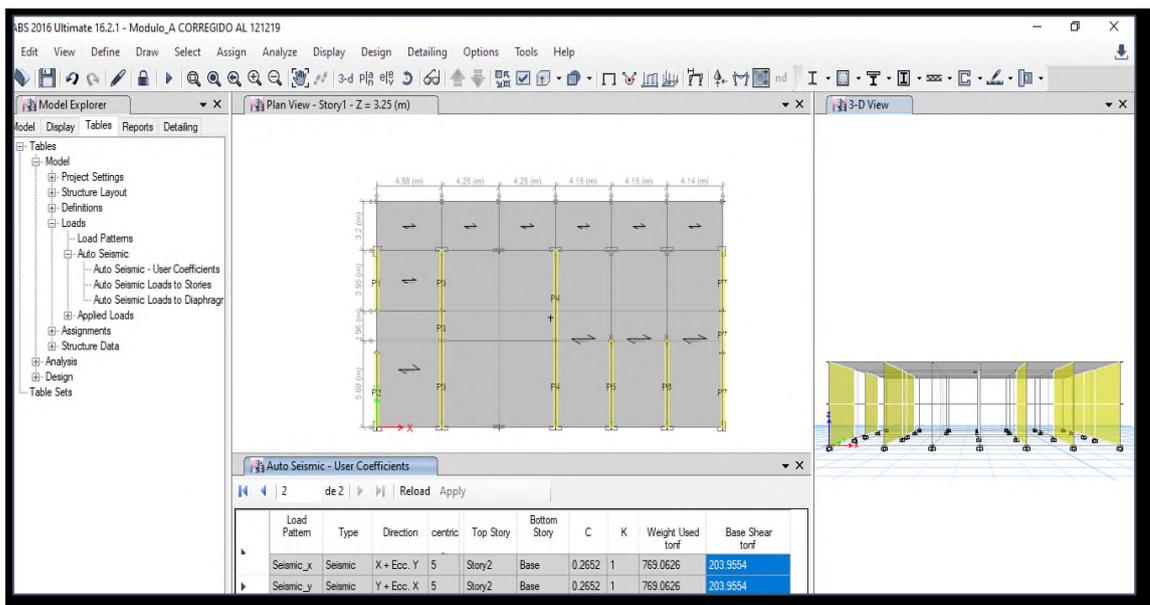


Figura 36: Cortante basal en cada dirección de análisis del pabellón A

Tabla: Fuerza cortante en la base en cada dirección de análisis del pabellón A

Dirección	Pabellón A
X	203.94 tonf
Y	203.94 tonf

Tabla: Fuerza cortante en la base en cada dirección de análisis del pabellón B

Dirección	Pabellón B
X	214.86 tonf
Y	214.86 tonf

### ANALISIS SISMICO DINAMICO

Para el correspondiente análisis dinámico se trabajará con un análisis modal espectral en la cual se requiere un espectro de diseño para el análisis de ambas direcciones en función de los factores “ZUCS/R”.

Dicho espectro de diseño consta de la variación del periodo fundamental de vibración (T) y por ende de los valores de “ZUCS/R” (sa/g).

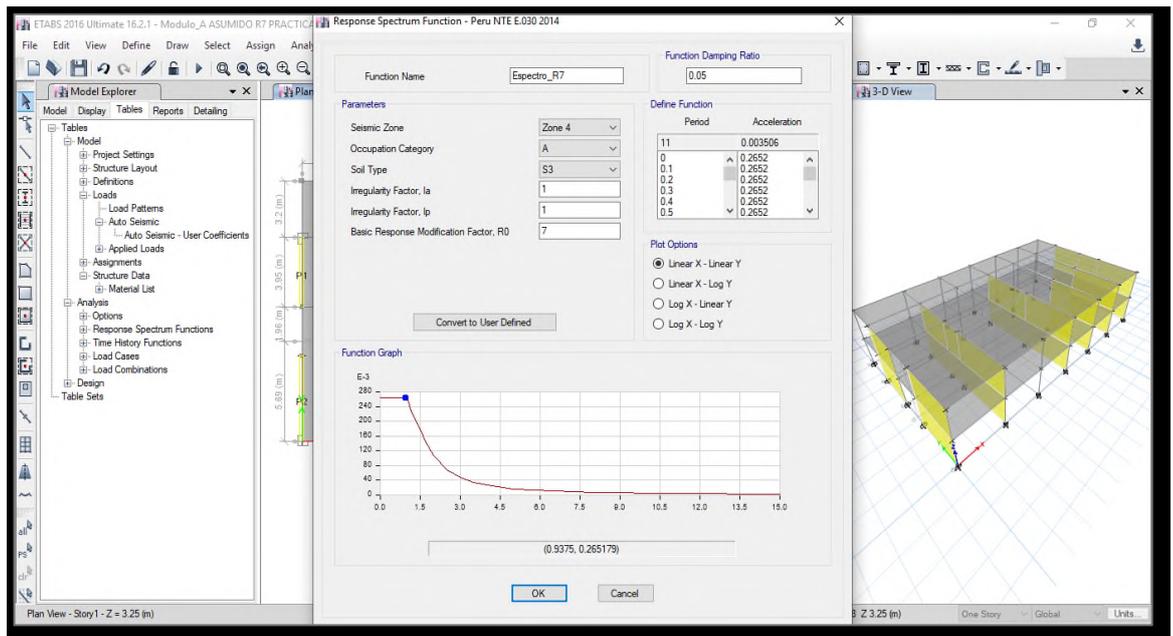


Figura 37: Espectro de diseño creado para cada dirección de análisis

Una vez definido el espectro de diseño se crearán casos de carga para los sismos dinámicos en cada dirección X y Y.

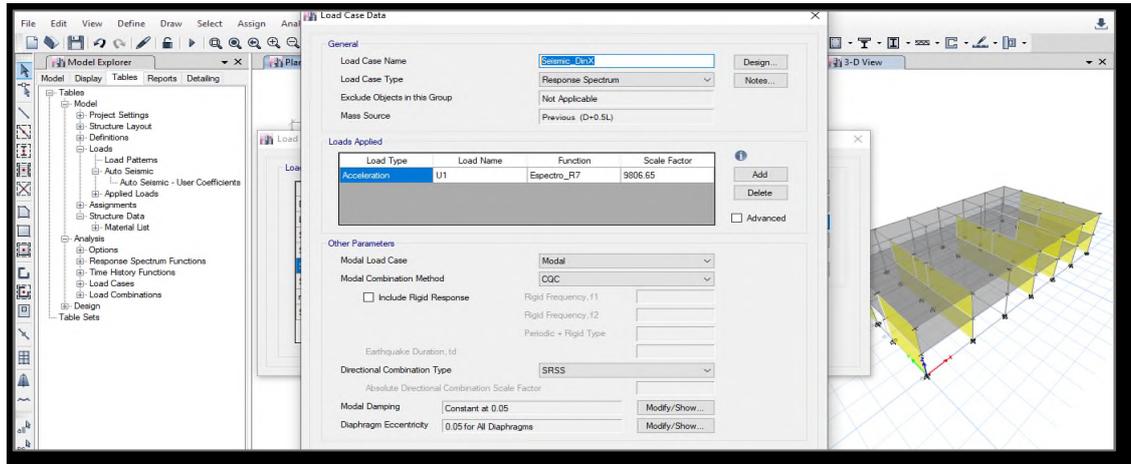


Figura 38: Asignación del espectro de diseño en los casos de cargas para sismos dinámicos.

Se analizó posteriormente a la estructura, en la cual primeramente se procedió a corroborar si el sistema estructural asumido es el adecuado o no, para lo cual se procedió a obtener las cortantes dinámicas en cada dirección de análisis que absorben tanto las columnas como los muros portantes en el pabellón A y las placas como muros portantes en el pabellón B; así obtener un porcentaje de absorción de la cortante en cada elemento estructural.

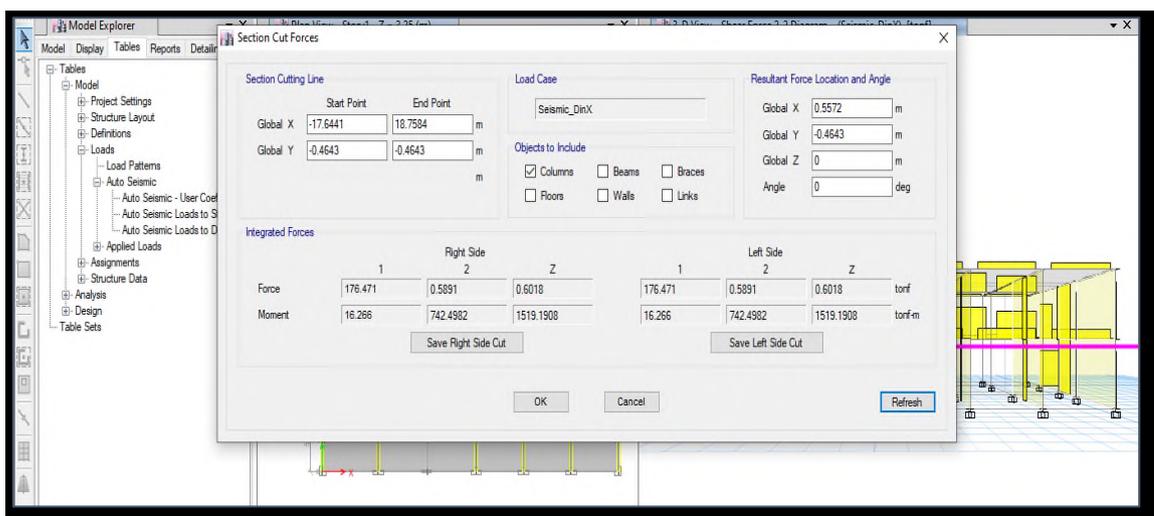


Figura 39: Fuerza cortante que absorbe las columnas en la dirección x del pabellón A

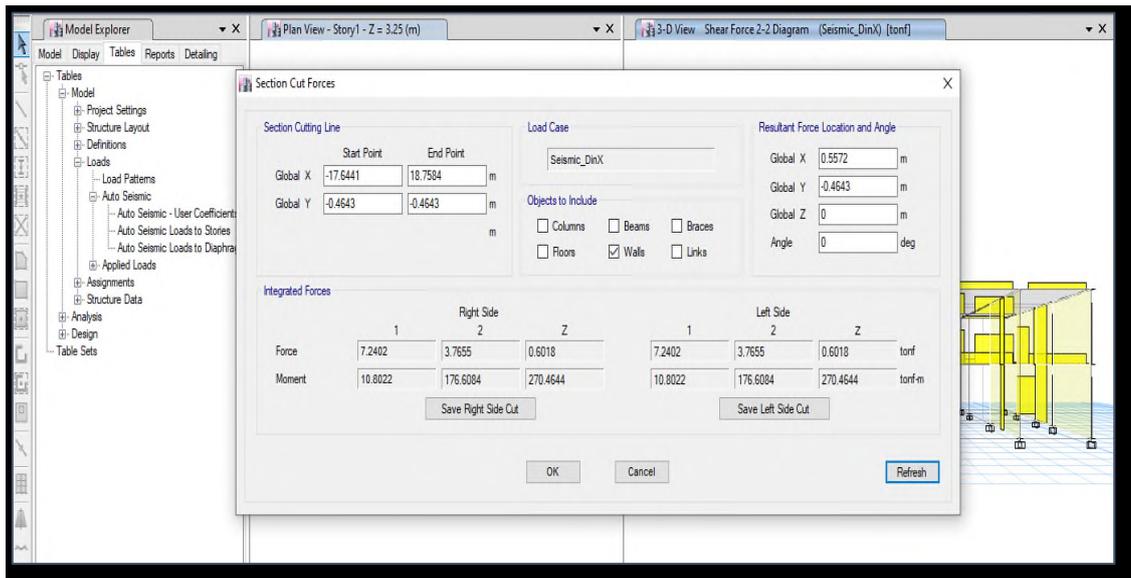


Figura 40: Fuerza cortante que absorbe los muros portantes en la dirección Y del pabellón A.

Tabla: Distribución de la cortante dinámica en la dirección x del pabellón A

Pabellón A			
Cortante Dinámica en X			
Elemento	Cortante	Total	%
Columna	176.47 tonf	183.65 tonf	96.10
Muros portantes	7.18 tonf		3.90
Coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica en la dirección X = 8 (Sistema aporticado)			

Tabla: Distribución de la cortante dinámica en la dirección Y del pabellón A

Pabellón A			
Cortante Dinámica en Y			
Elemento	Cortante	Total	%
Columna	20.62 tonf	176.45 tonf	11.69
Muros portantes	155.83 tonf		88.31
Coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica en la dirección Y = 3 (Sistema de albañilería confinada)			

Tabla: Distribución de la cortante dinámica en la dirección X del pabellón B

Pabellón B			
Cortante Dinámica en X			
Elemento	Cortante	Total	%
Columnas	30.65 tonf	201.31 tonf	15.23
Muros portantes	170.66 tonf		84.77
Coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica en la dirección X = 3 (Sistema de albañilería confinada)			

Tabla: Distribución de la cortante dinámica en la dirección Y del pabellón B

Pabellón B			
Cortante Dinámica en Y			
Elemento	Cortante	Total	%
Placas	132.77 tonf	166.18 tonf	79.89
Columnas	33.41 tonf		20.11
Coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica en la dirección Y = 6 (Sistema de placas)			

En la cual la NTE E.030 nos especifica que las estructuras se clasifican de acuerdo a los porcentajes de cortante que absorben dichos elementos estructurales, en la cual me dice si en las columnas actúan por lo menos el 80% de la cortante se considerara como pórticos en dicha dirección de análisis en la cual  $R_0=8$ , y si en los muros actúan por lo menos el 70% de la cortante en la base se considerara como muros en dicha dirección de análisis, en este caso para ambos pabellones A y B los muros son muros portantes y el coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica será  $R_0=3$ .

Confirmado el tipo de sistema estructural que para ambos pabellones es un sistema mixto, el siguiente paso es determinar si existe o no la presencia de irregularidades en altura como en planta, para ello nos guiamos de las tablas N° 8 y N°9 de la NTE E.030-2018.

## **IRREGULARIDADES EN ALTURA**

- **Irregularidad de Rigidez-piso blando**

Se presenta irregularidad de rigidez-piso blando cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior.

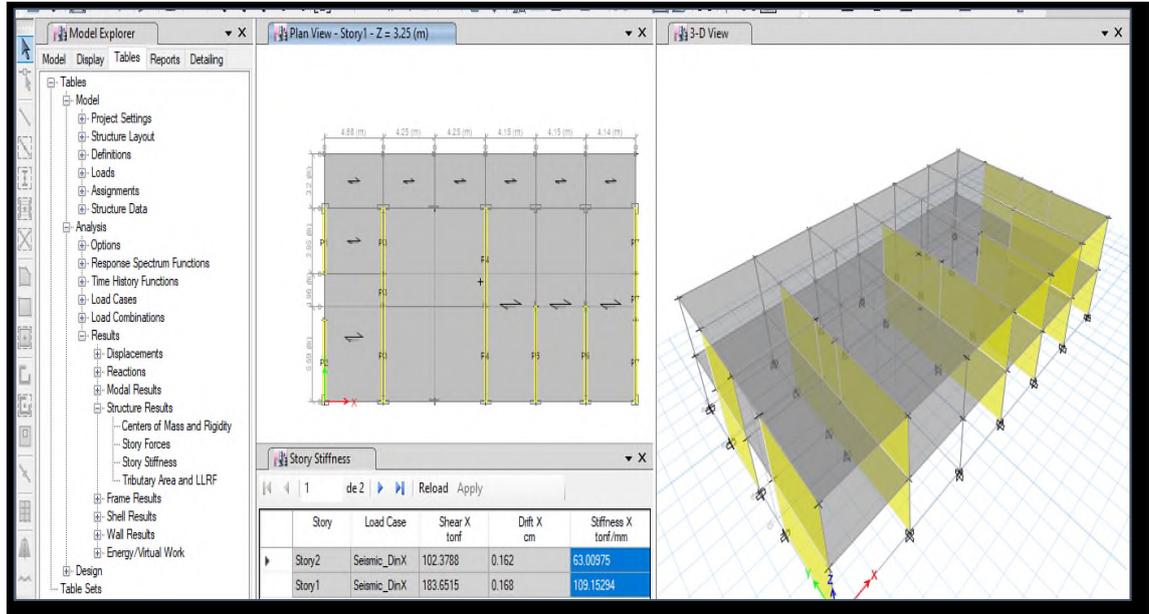


Figura 41: Rigidez lateral en cada entrepiso en la dirección X del pabellón A

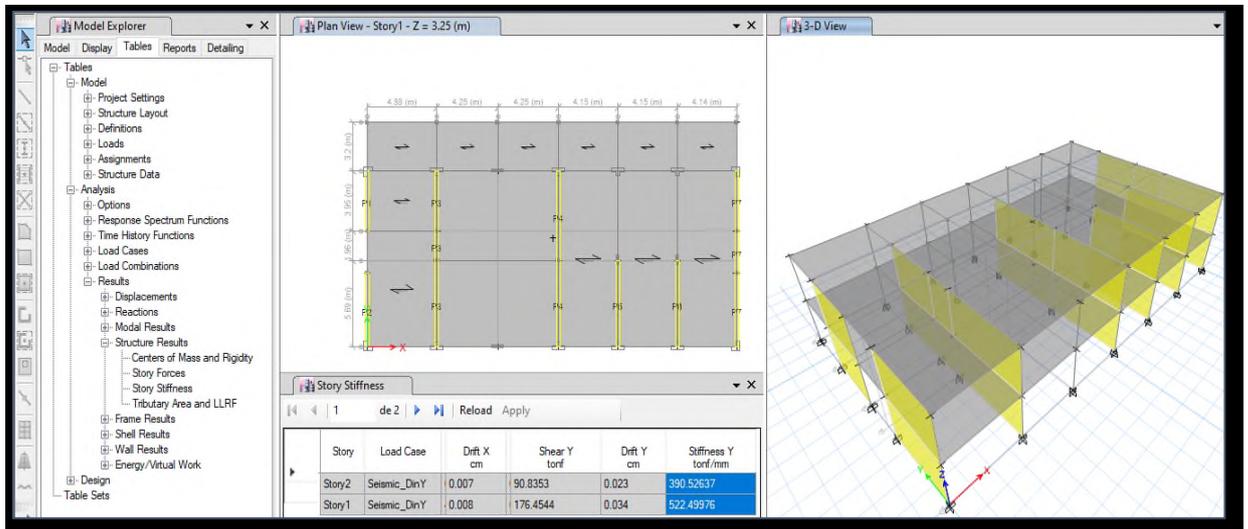


Figura 42: Rigidez lateral en cada entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Tabla: Rigidez lateral en cada nivel de entrepiso en la dirección X y Y del pabellón A

Rigidez lateral de entrepiso del pabellón A		
Nivel	Kx(tonf/m)	Ky(tonf/m)
Piso 2	63009	390526
Piso 1	109153	522499

Tabla: Rigidez lateral en cada nivel de entrepiso en la dirección X y Y del pabellón B

Rigidez lateral de entrepiso del pabellón B		
Nivel	Kx(tonf/m)	Ky(tonf/m)
Piso 2	163642	74124
Piso 1	329335	191011

Se observa que no existe irregularidad de rigidez de piso blando.

• **IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA-PISO DEBIL**

Existe irregularidad de resistencia cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

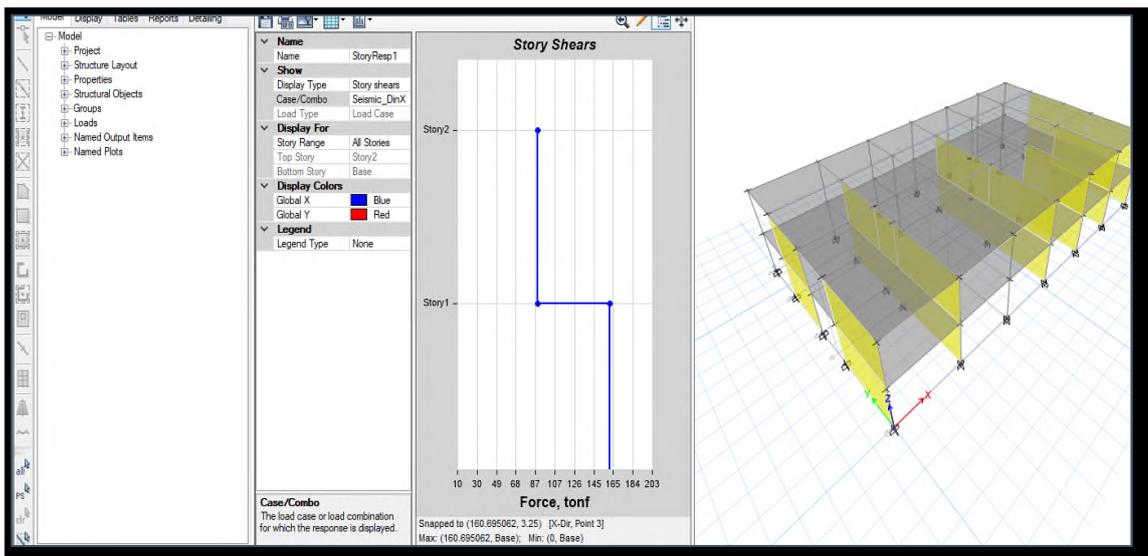


Figura 43: Resistencia en cada entrepiso en la dirección X del pabellón A

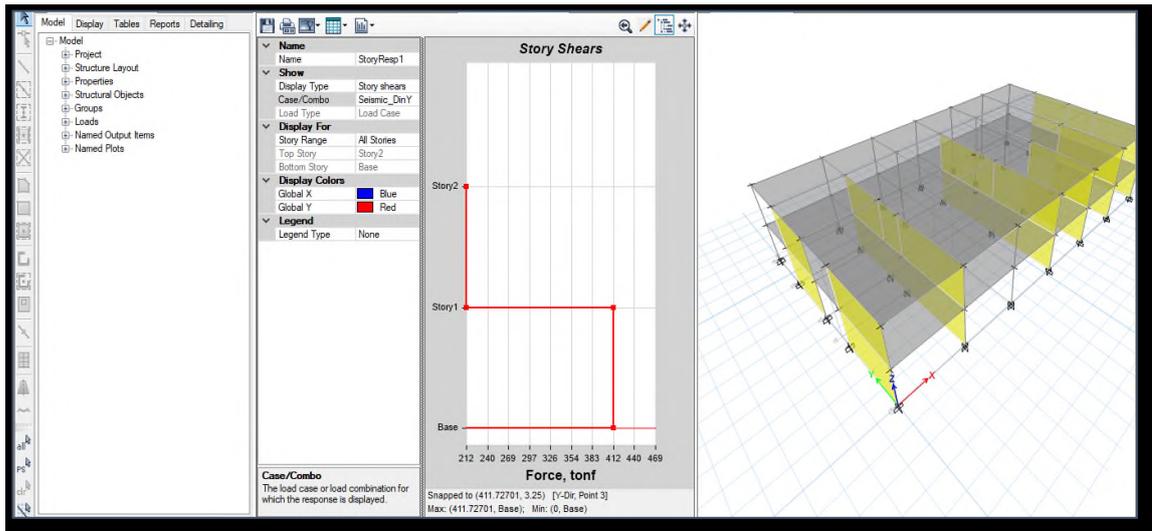


Figura 44: Resistencia en cada entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección X del pabellón A

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO
2	84.15	30.98	115.13	89.58
1	145.72	26.53	172.25	160.69

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección Y del pabellón A

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO
2	22.18	232.06	254.24	211.95
1	50.26	433.09	483.35	411.72

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección X del pabellón B

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE PLACAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO
2	6.25	11.95	190.88	209.08	139.58
1	28.86	60.91	452.52	542.29	469.71

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección Y del pabellón B

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE PLACAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO(TONF)
2	66.22	44.36	38.13	148.71	119.78
1	145.79	34.05	29.61	209.45	193.88

Se observa que no existe irregularidad de resistencia de piso débil.

- **IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ**

Se presenta irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior.

Tabla: Rigidez lateral en cada nivel de entrepiso en la dirección X y Y del pabellón A

Rigidez lateral de entrepiso del pabellón A		
Nivel	Kx(tonf/m)	Ky(tonf/m)
Piso 2	63009	390526
Piso 1	109153	522499

Tabla: Rigidez lateral en cada nivel de entrepiso en la dirección X y Y del pabellón B

Rigidez lateral de entrepiso del pabellón B		
Nivel	Kx(tonf/m)	Ky(tonf/m)
Piso 2	163642	74124
Piso 1	329335	191011

Se observa que no existe irregularidad extrema de rigidez.

- **IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA**

Existe irregularidad extrema de resistencia cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección X del pabellón A

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO
2	84.15	30.98	115.13	89.58
1	145.72	26.53	172.25	160.69

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección Y del pabellón A

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO
2	22.18	232.06	254.24	211.95
1	50.26	433.09	483.35	411.72

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección X del pabellón B

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE PLACAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO
2	6.25	11.95	190.88	209.08	139.58
1	28.86	60.91	452.52	542.29	469.71

Tabla: Resistencia en cada nivel al cortante en la dirección Y del pabellón B

NIVEL	RESISTENCIA AL CORTE DE PLACAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE COLUMNAS(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS PORTANTES(TONF)	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES VERTICALES	CORTANTE QUE ME APORTA EL SISMO(TONF)
2	66.22	44.36	38.13	148.71	119.78
1	145.79	34.05	29.61	209.45	193.88

Se observa que no existe irregularidad extrema de resistencia.

- **IRREGULARIDAD DE MASA O PESO**

Se suele presentar cuando el peso sísmico de un piso determinado es mayor a 1.5 veces el peso sísmico de un piso adyacente.

Pero para ambos modelos A y B, no se aplica dicha irregularidad ya que según la norma esta irregularidad no se aplica en azoteas ni en sótanos, por lo cual se descarta la presencia de dicha irregularidad.

- **IRREGULARIDAD GEOMETRICA VETICAL**

Se presenta cuando en cualquiera de las direcciones de análisis la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente.

Pero para ambos modelos A y B, no se aplica dicha irregularidad ya que según la norma esta irregularidad no se aplica en azoteas ni en sótanos, por lo cual se descarta la presencia de dicha irregularidad.

- **DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES**

Se presenta esta irregularidad cuando en cualquier elemento que resista más del 10% de la fuerza cortante se presenta un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor de 25% de la correspondiente dimensión del elemento.

En la cual se verifica la distribución en planta mediante los planos de los elementos resistentes verticales y no presentan esta irregularidad al no haber la existencia de elementos discontinuos.

- **DISCONTINUIDAD EXTREMA EN LOS SISTEMAS RESISTENTES**

Existe esta irregularidad, cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos supere el 25% de la fuerza cortante total.

No presentan dicha irregularidad al no haber la existencia de elementos discontinuos.

### **IRREGULARIDADES EN PLANTA**

- **IRREGULARIDAD TORSIONAL**

Existe esta irregularidad, cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, es mayor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga.

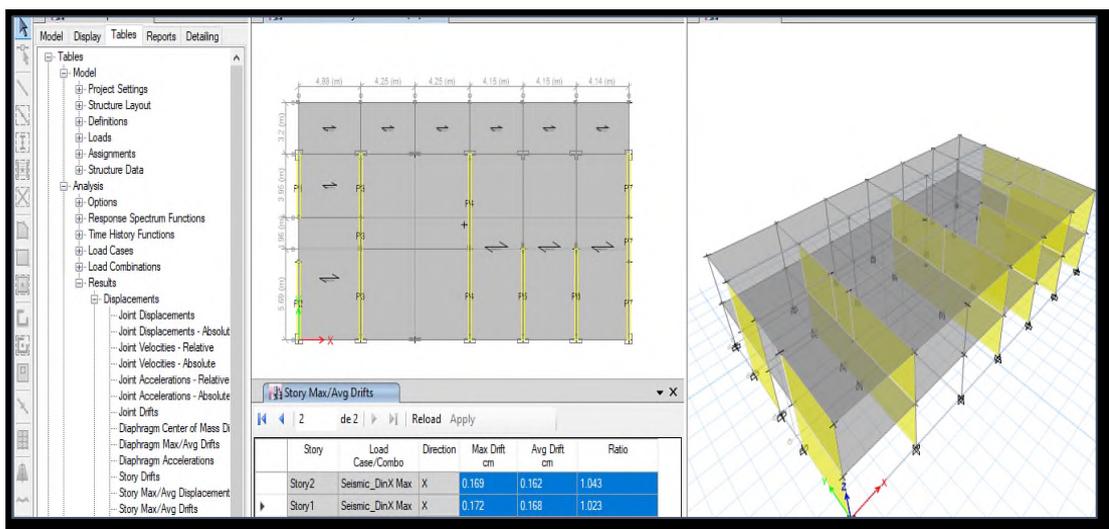


Figura 45: Máximo desplazamiento relativo en cada entrepiso en la dirección X del pabellón A

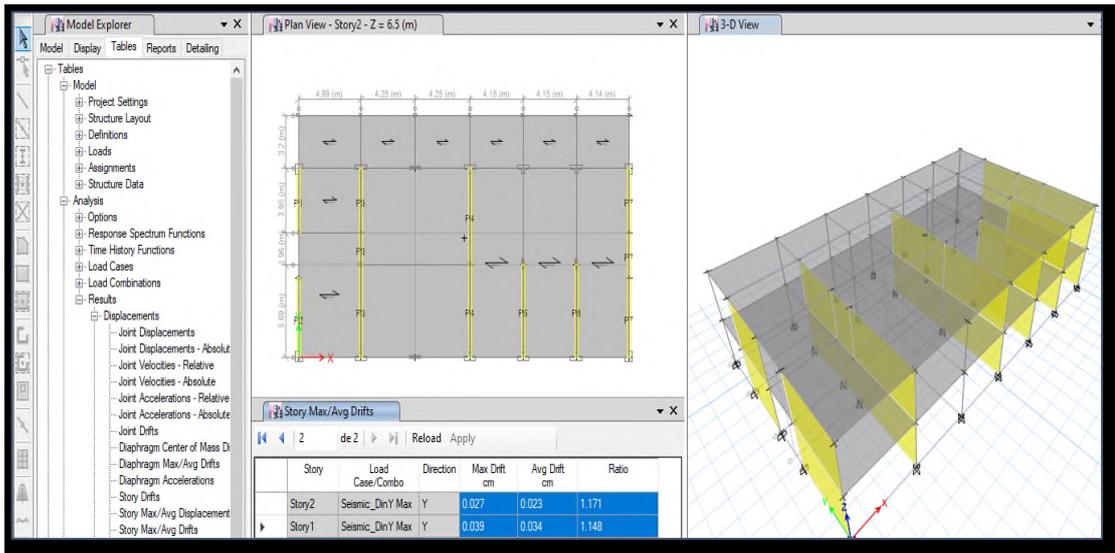


Figura 46: Máximo desplazamiento relativo en cada entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección X del pabellón A

Pabellón A			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en x(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.169	0.162	1.043
Piso 1	0.172	0.168	1.023

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Pabellón A			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en Y(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.027	0.023	1.17
Piso 1	0.039	0.034	1.14

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección X del pabellón B

Pabellón B			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en x(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.0454	0.0366	1.24
Piso 1	0.0731	0.0614	1.19

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección Y del pabellón B

Pabellón B			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en Y(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.143	0.1385	1.03
Piso 1	0.0932	0.0874	1.06

Se observa que no presenta irregularidad torsional.

- **IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA**

Existe esta irregularidad, cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, es mayor a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga.

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección X del pabellón A

Pabellón A			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en x(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.169	0.162	1.043
Piso 1	0.172	0.168	1.023

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Pabellón A			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en Y(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.027	0.023	1.17
Piso 1	0.039	0.034	1.14

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección X del pabellón B

Pabellón B			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en x(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.0454	0.0366	1.24
Piso 1	0.0731	0.0614	1.19

Tabla: Máximos desplazamientos relativos en cada nivel de entrepiso en la dirección Y del pabellón B

Pabellón B			
Nivel	Máximo desplazamiento relativo en Y(cm)	Desplazamiento relativo promedio(cm)	Ratio
Piso 2	0.143	0.1385	1.03
Piso 1	0.0932	0.0874	1.06

Se observa que no presenta irregularidad torsional extrema.

- **ESQUINAS ENTRANTES**

Se verifico según la distribución en planta en los planos y se corrobora que no presentan esquinas entrantes, por lo tanto, no existe esta irregularidad.

- **DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA**

Los diafragmas rígidos presentes en el pabellón A y B no presentan aberturas, de tal manera son continuos, corroborado en los planos y determinando así la inexistencia de dicha irregularidad.

- **SISTEMAS NO PARALELOS**

El sistema resistente es igual en todos los entrepisos, por lo tanto, no está presente dicha irregularidad.

De la cual podemos deducir que no existen irregularidades tanto en altura como en planta en ambos pabellones A y B, por lo tanto, se verifico que la hipótesis que se asumió inicialmente que el pabellón A y B era regular se cumple.

De igual manera la norma NTE E.030-2018 me establece ciertas restricciones que se deben cumplir en un sistema estructural de acuerdo a su categoría y zona sísmica, para lo cual en lo referente a este proyecto que presenta una categoría A y una zona sísmica 4, en lo cual me indica que no debe presentar irregularidades tanto en altura como en planta.

De tal manera  $I_a=1.00$  y  $I_p=1.00$ , y estos valores lo utilizaremos en los nuevos espectros de diseño para cada dirección de análisis.

CATEGORIA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 Y A2	4,3 Y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4,3 Y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 Y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: NTE E.030-2018

Confirmado ya el tipo de sistema estructural para cada dirección de análisis, se procederá a crear espectros de diseño para cada caso de cargas de sismos dinámicos en cada dirección de análisis para el pabellón A y el pabellón B.

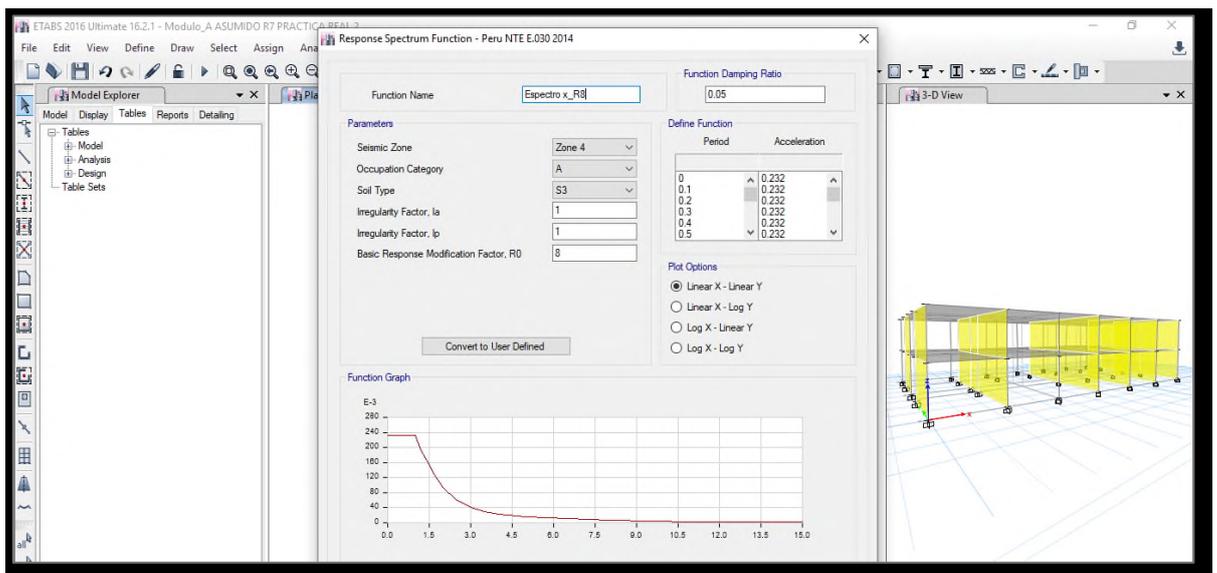


Figura 47: Nuevo espectro de diseño en la dirección X (pórticos) del pabellón A

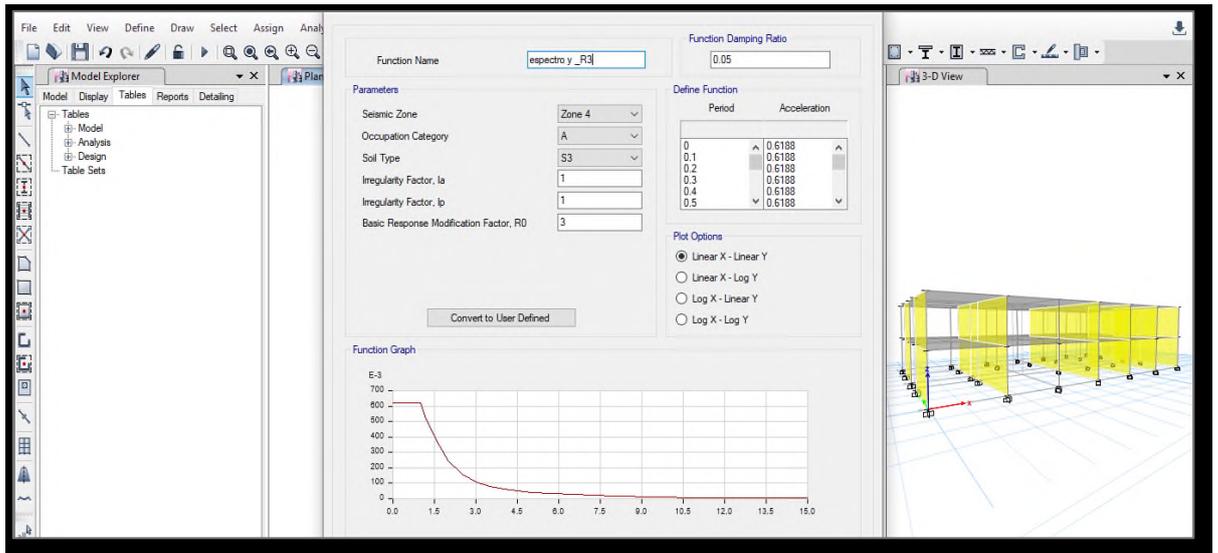


Figura 48: Nuevo espectro de diseño en la dirección Y (muros portantes) del pabellón A

Y se introdujeron los nuevos coeficientes de cortante basal para cada dirección de análisis, para el correspondiente cálculo del cortante basal en X y Y.

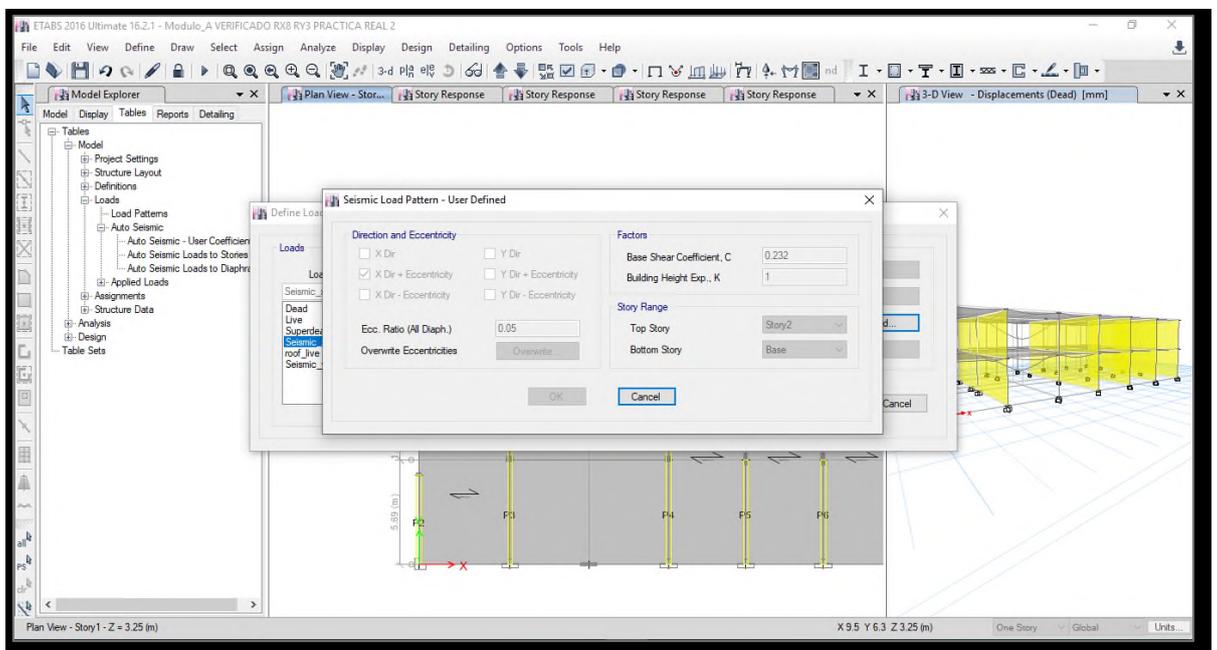


Figura 49: Coeficiente de cortante basal en la dirección X (pórticos) del pabellón A

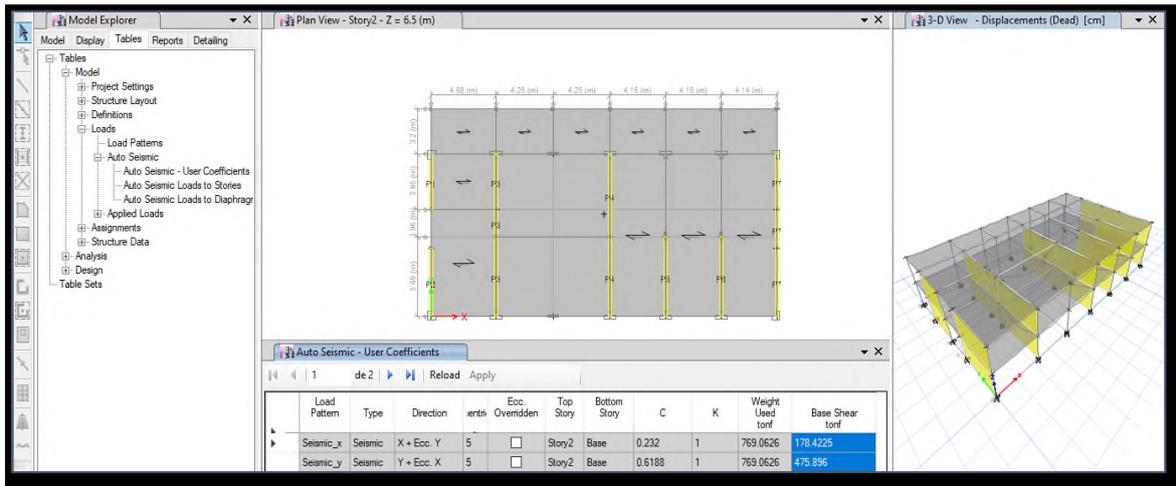


Figura 50: Fuerzas cortantes basal en la dirección X y Y del pabellón A

**FUERZAS SISMICAS ACTUANTES EN CADA NIVEL DE ENTREPISO**  
**EN CADA DIRECCION DE ANALISIS DEL PABELLON A**

Tabla: Fuerzas sísmicas en cada nivel de entrepiso en la dirección X del pabellón A

N° Pisos	Peso(tonf)	Altura (m)	Peso x altura	$\alpha_i = \frac{p \cdot h}{\sum(p \cdot x \cdot h)}$	Fuerza sísmica en X (tonf)
2	294.42	6.50	1913.73	0.55	98.15
1	474.64	3.25	1542.58	0.45	80.30
Cortante sísmica basal en la dirección X = (ZUCS/R) * P = 178.45 tonf					

Tabla: Fuerzas sísmicas en cada nivel de entrepiso en la dirección Y del pabellón A

N° Pisos	Peso(tonf)	Altura (m)	Peso x altura	$\alpha_i = \frac{p \cdot h}{\sum(p \cdot x \cdot h)}$	Fuerza sísmica en Y (tonf)
2	294.42	6.50	1913.73	0.55	261.72
1	474.64	3.25	1542.58	0.45	214.14
Cortante sísmica basal en la dirección Y = (ZUCS/R) * P = 475.86 tonf					

**FUERZAS SISMICAS ACTUANTES EN CADA NIVEL DE ENTREPISO**  
**EN CADA DIRECCION DE ANALISIS DEL PABELLON B**

Tabla: Fuerzas sísmicas en cada nivel de entrepiso en la dirección X  
del pabellón B

N° Pisos	Peso(tonf)	Altura (m)	Peso x altura	$\alpha_i = \frac{p \cdot h}{\sum(p \cdot x \cdot h)}$	Fuerza sísmica en X (tonf)
2	327.09	6.50	2126.08	0.58	290.78
1	483.12	3.25	1570.14	0.42	210.56
Cortante sísmica basal en la dirección X =(ZUCS/R) *P=501.35 tonf					

Tabla: Fuerzas sísmicas en cada nivel de entrepiso en la dirección Y  
del pabellón B

N° Pisos	Peso(tonf)	Altura (m)	Peso x altura	$\alpha_i = \frac{p \cdot h}{\sum(p \cdot x \cdot h)}$	Fuerza sísmica en Y (tonf)
2	327.09	6.50	2126.08	0.58	145.39
1	483.12	3.25	1570.14	0.42	105.28
Cortante sísmica basal en la dirección Y =(ZUCS/R) *P=250.67 tn					

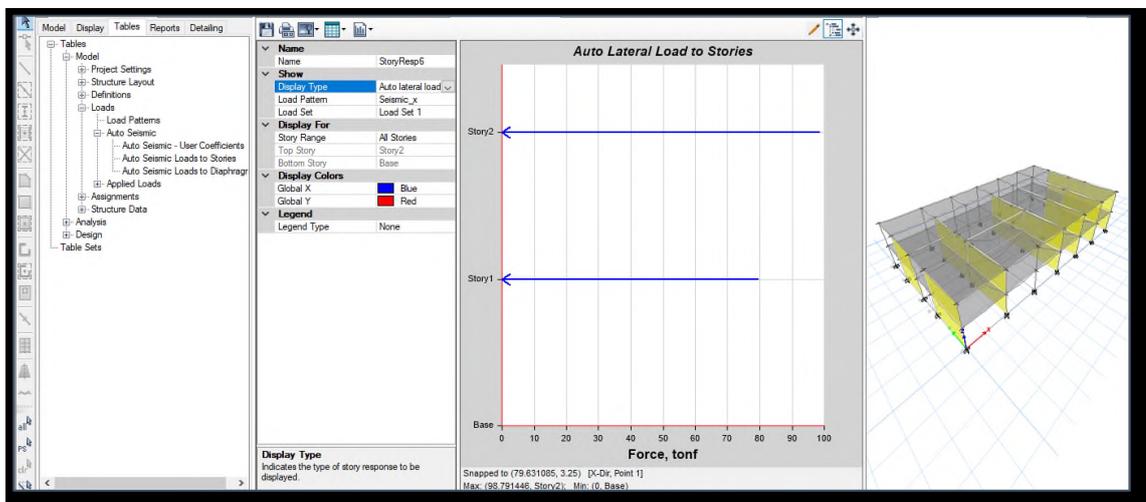


Figura 51: Fuerzas sísmicas actuantes en la dirección X del pabellón A

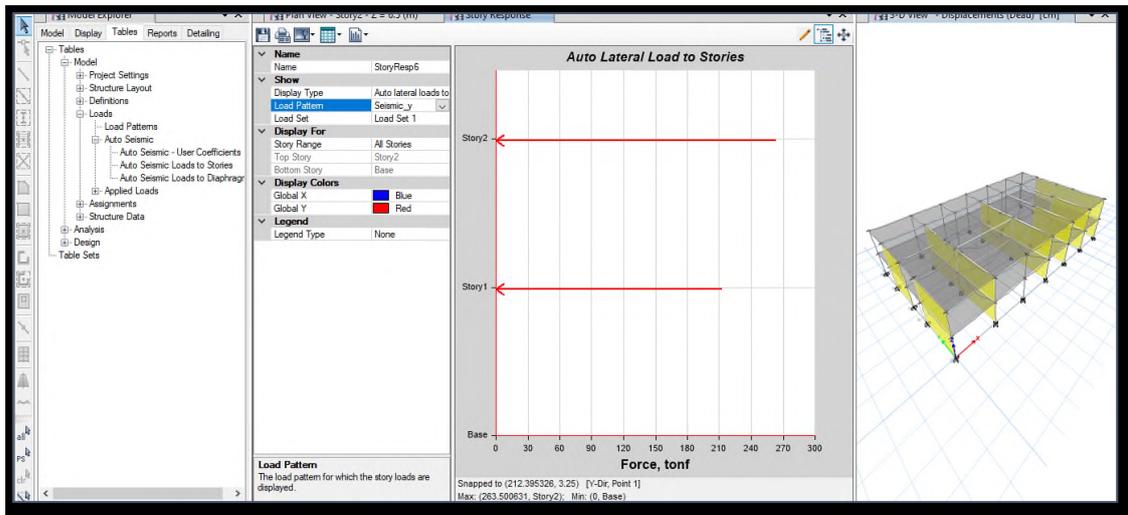


Figura 52: Fuerzas sísmicas actuantes en la dirección Y del pabellón A

Una vez corroborado el tipo de sistema estructural y la no presencia de irregularidades, se calcula los desplazamientos máximos laterales de cada nivel de entrepiso, en la cual se debe verificar que no superen los desplazamientos admisibles dadas por la NTE E.030, la cual es un requisito de rigidez del sistema estructural.

### **Verificación de las fuerzas cortantes mínimas**

La norma E.030 me establece que la fuerza cortante dinámica en el primer entrepiso debe ser por lo menos el 80% de la cortante estática para estructuras regulares y para estructuras irregulares será por lo menos el 90% de la cortante estática en ambas direcciones de análisis.

En la cual se necesita determinar una cortante de diseño, de tal manera que las fuerzas obtenidas con esta cortante de diseño se utilizaran para el diseño de los elementos estructurales.

Tabla: Cortante de diseño del pabellón A en la dirección X

NIVEL	CORTANTE DINAMICA (TONF)	CORTANTE ESTATICA (TONF)	% PARTICIPACION	CORTANTE DE DISEÑO
1	160.7	178.45	90.05%	160.7

Tabla: Cortante de diseño del pabellón A en la dirección Y

NIVEL	CORTANTE DINAMICA (TONF)	CORTANTE ESTATICA (TONF)	% PARTICIPACION	CORTANTE DE DISEÑO
1	411.72	475.86	86.52%	411.72

Tabla: Cortante de diseño del pabellón B en la dirección X

NIVEL	CORTANTE DINAMICA (TONF)	CORTANTE ESTATICA (TONF)	% PARTICIPACION	CORTANTE DE DISEÑO
1	469.71	501.35	93.69%	469.71

Tabla: Cortante de diseño del pabellón B en la dirección Y

NIVEL	CORTANTE DINAMICA (TONF)	CORTANTE ESTATICA (TONF)	% PARTICIPACION	F.E.	CORTANTE DE DISEÑO
1	193.88	250.67	77.34%	1.034	200.54

## Requisitos de rigidez

En la cual el requisito de rigidez que es la propiedad que tiene un sistema estructural de oponerse a la deformación o desplazamiento, se deberá verificar que no excedan los desplazamientos admisibles dadas por la NTE E.030.

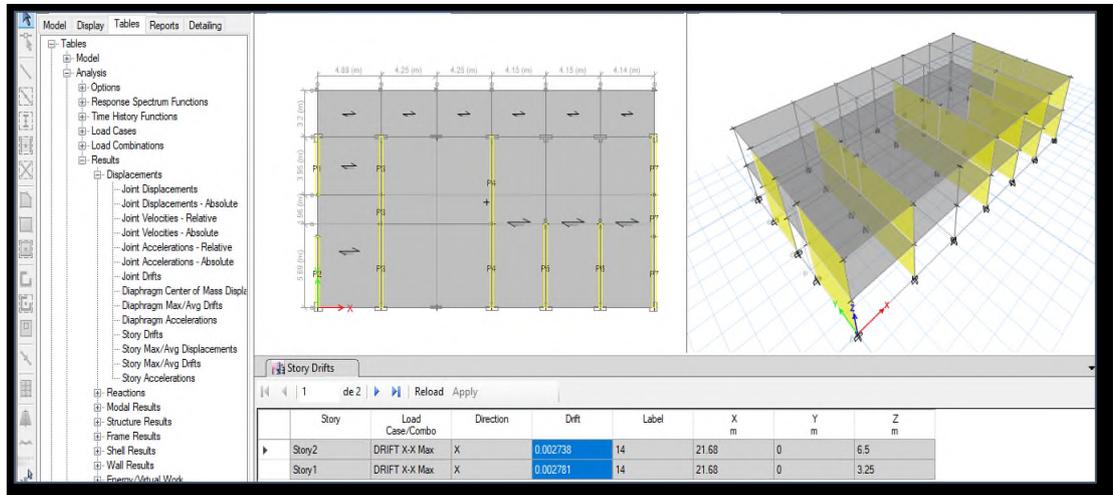


Figura 53: Derivas máximas laterales en la dirección X del pabellón A

Tabla: Derivas máximas laterales en la dirección X del pabellón A

NIVEL	DESPLAZAMIENTO ELASTICO (cm)	DESPLAZAMIENTO INELASTICO (cm)	DERIVAS	DISTORSION DE ENTREPISO (E.030)
2	0.148	0.888	0.00273	0.007
1	0.151	0.906	0.00278	0.007

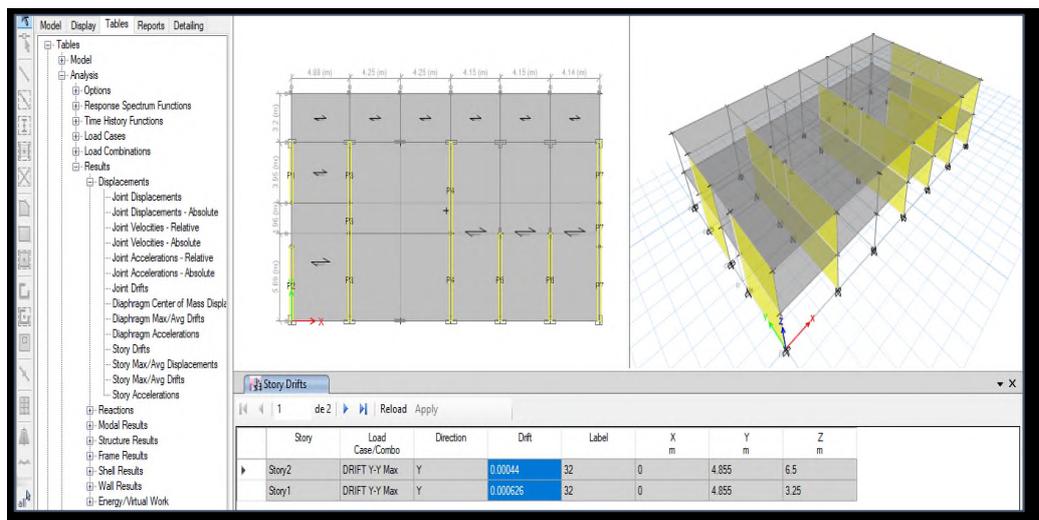


Figura 54: Derivas máximas laterales en la dirección Y del pabellón A

Tabla: Derivas máximas laterales en la dirección Y del pabellón A

NIVEL	DESPLAZAMIENTO ELASTICO (cm)	DESPLAZAMIENTO INELASTICO (cm)	DERIVAS	DISTORSION DE ENTREPISO (E.030)
2	0.063	0.142	0.000436	0.005
1	0.090	0.202	0.000623	0.005

Tabla: Derivas máximas laterales en la dirección X del pabellón B

NIVEL	DESPLAZAMIENTO ELASTICO (cm)	DESPLAZAMIENTO INELASTICO (cm)	DERIVAS	DISTORSION DE ENTREPISO (E.030)
2	0.1023	0.2301	00.00071	0.005
1	0.1705	0.3836	0.00118	0.005

Tabla: Derivas máximas laterales en la dirección Y del pabellón B

NIVEL	DESPLAZAMIENTO ELASTICO (cm)	DESPLAZAMIENTO INELASTICO (cm)	DERIVAS	DISTORSION DE ENTREPISO (E.030)
2	0.1661	0.7474	0.0023	0.007
1	0.1087	0.4891	0.0015	0.007

En la cual se observa que las derivas máximas inelásticas no superan las distorsiones admisibles dadas por la norma, verificada en ambos pabellones, cumpliendo así la rigidez del sistema estructural de ambos pabellones analizados.

### **Separación mínima entre edificios**

Finalmente se verifico la separación mínima que se debe tener entre los pabellones A y B, la cual la norma E.030 me indica que, toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel de terreno natural, una distancia mínima “S” para evitar el contacto entre ambos pabellones durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima según la norma E.030 no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos absolutos inelásticos de los edificios adyacentes, para lo cual realizamos el siguiente cuadro:

Tabla: Separación mínima entre edificios adyacentes

Pabellón A	Dirección X	Pabellón B	Dirección X
Máximo desplazamiento absoluto inelástico en nivel 2 (cm)		Máximo desplazamiento absoluto inelástico en nivel 2 (cm)	
1.79		0.6138	
$s=2/3(1.79+0.6138) = 1.60\text{cm}$			

En la que también la norma E.030 me especifica que la separación mínima no será menor que:

$$S=0.006 h \geq 0.03\text{m}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel de terreno natural; para lo cual ambos pabellones tienen una altura desde el nivel de terreno natural de 6.65m, reemplazándolo en la fórmula tenemos que la separación mínima entre edificios será de 0.04m.

En la cual al verificar en el campo se observó que hay una junta sísmica entre ambos pabellones de 0.05m, lo cual evidencia que según las disposiciones de la norma E.030-2018 estas estructuras cumplen con la separación mínima entre edificios, terminando de tal manera la etapa de validación de las estructuras.

### **Verificación de la estabilidad de la estructura**

La norma E.030 me especifica que para verificar la estabilidad de la estructura al momento de volteo que me producen las fuerzas inerciales producto de las sollicitaciones sísmicas, el factor de seguridad debe ser igual o mayor a 1.2.

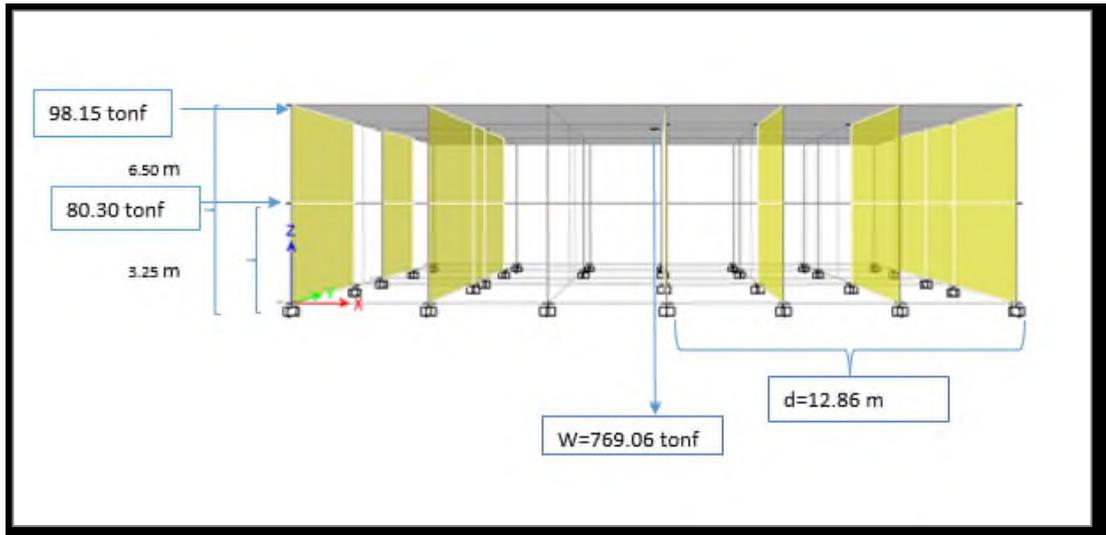


Figura 55: Verificación al momento de volteo en la dirección X del pabellón A

Tabla: Verificación al momento de volteo en la dirección X del pabellón A

Formula de verificación de estabilidad	Factor de seguridad
$W \cdot d / \sum (F_i \cdot H_i)$	$\geq 1.2$
$769.06 \cdot 12.86$	$\geq 1.2$
$(80.30 \cdot 3.25) + (98.15 \cdot 6.50)$	$\geq 1.2$
11	$\geq 1.2$

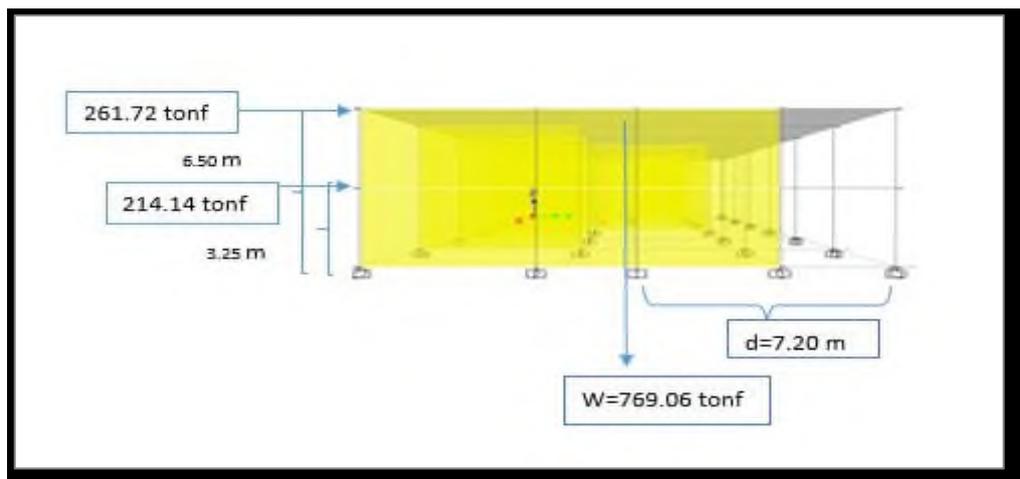


Figura 56: Verificación al momento de volteo en la dirección Y del pabellón A

Tabla: Verificación al momento de volteo en la dirección Y del pabellón A

Formula de verificación de estabilidad	Factor de seguridad	
$W*d/\Sigma(Fi*Hi)$	$\geq$	1.2
$769.06*7.20$	$\geq$	1.2
$(214.14*3.25) + (261.72*6.50)$	$\geq$	1.2
2.31	$\geq$	1.2

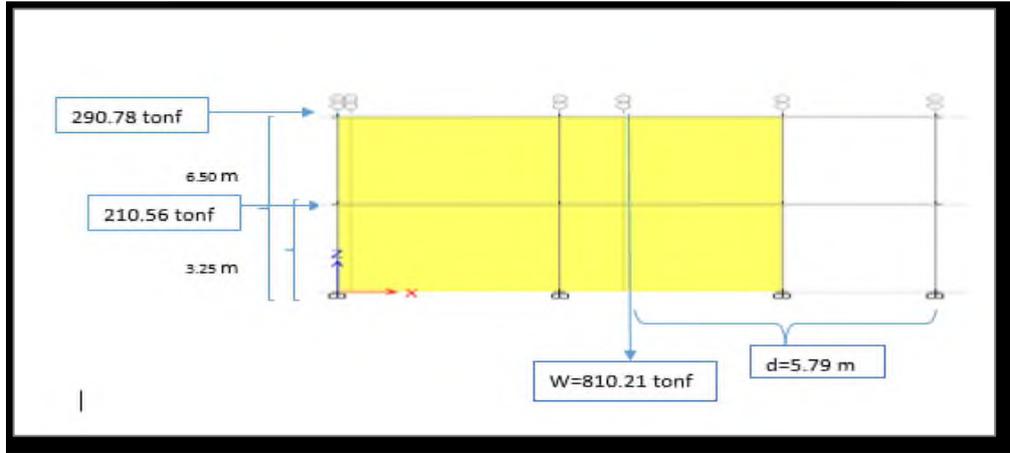


Figura 57: Verificación al momento de volteo en la dirección X del pabellón B

Tabla: Verificación al momento de volteo en la dirección X del pabellón B

Formula de verificación de estabilidad	Factor de seguridad	
$W*d/\Sigma(Fi*Hi)$	$\geq$	1.2
$810.21*5.79$	$\geq$	1.2
$(210.56*3.25) + (290.78*6.50)$	$\geq$	1.2
1.82	$\geq$	1.2

Tabla: Verificación al momento de volteo en la dirección Y del pabellón B

Formula de verificación de estabilidad	Factor de seguridad	
$W*d/\Sigma(Fi*Hi)$	$\geq$	1.2
$810.21*17.97$	$\geq$	1.2
$(105.28*3.25) + (145.39*6.50)$	$\geq$	1.2
11.31	$\geq$	1.2

## CAPITULO VI

### COMPROBACION DE HIPOTESIS

#### 6.1 Contratación de hipótesis general

Realizados los análisis e interpretación de los resultados, se procedió a realizar la comprobación de la hipótesis general y específica.

Con los resultados que se han obtenido, sobre todo con las verificaciones de rigidez, irregularidades estructurales, separación mínima entre edificios y verificación de estabilidad, que se corroboró con la norma E.030 de diseño sismorresistente, podemos afirmar y contrastar la hipótesis general porque con la aplicación de la norma de diseño sismorresistente E.030, influye en la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica, haciendo una estructura más rígida y resistente.

#### 6.2 Contratación de hipótesis específicas

- Podemos decir que la verificación de las dimensiones de los elementos estructurales influyó en la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.

Ya que las secciones de los elementos resistentes ya sean verticales como horizontales, influyen en la verificación de los desplazamientos laterales relativos admisibles es decir en la rigidez del sistema estructural.

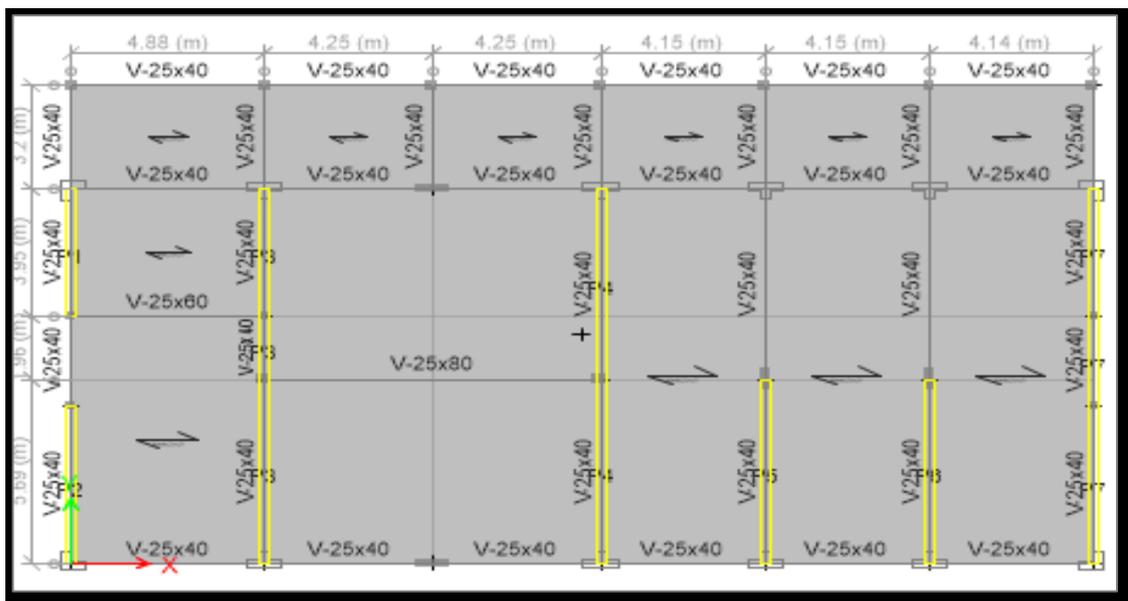


Figura 58: Disminución de la rigidez de las vigas

Tabla: Verificación de las dimensiones de las vigas en las derivas en la dirección X del pabellón A

V-(0.25X0.80)		V-(0.25X0.40)		
NIVEL	MAXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVOS ELASTICO (cm)	MAXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVO INELASTICO (cm)	DERIVAS	DISTORSION DE ENTREPISO
2	0.298	1.79	0.0055	0.007
1	0.236	1.42	0.0044	0.007

Tabla: Verificación de las dimensiones de las vigas en las derivas en la dirección Y del pabellón A

NIVEL	MAXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVOS ELASTICO (cm)	MAXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVO INELASTICO (cm)	DERIVAS	DISTORSION DE ENTREPISO
2	0.060	0.135	0.000415	0.005
1	0.090	0.203	0.000624	0.005

- Podemos decir que la verificación de los desplazamientos laterales influyo en la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.

Ya que me ayuda para saber si cumplimos o no con las distorsiones admisibles dadas por la norma, en la cual a mayores desplazamientos mayores son las derivas, esto se produce al disminuir la rigidez del sistema estructural.

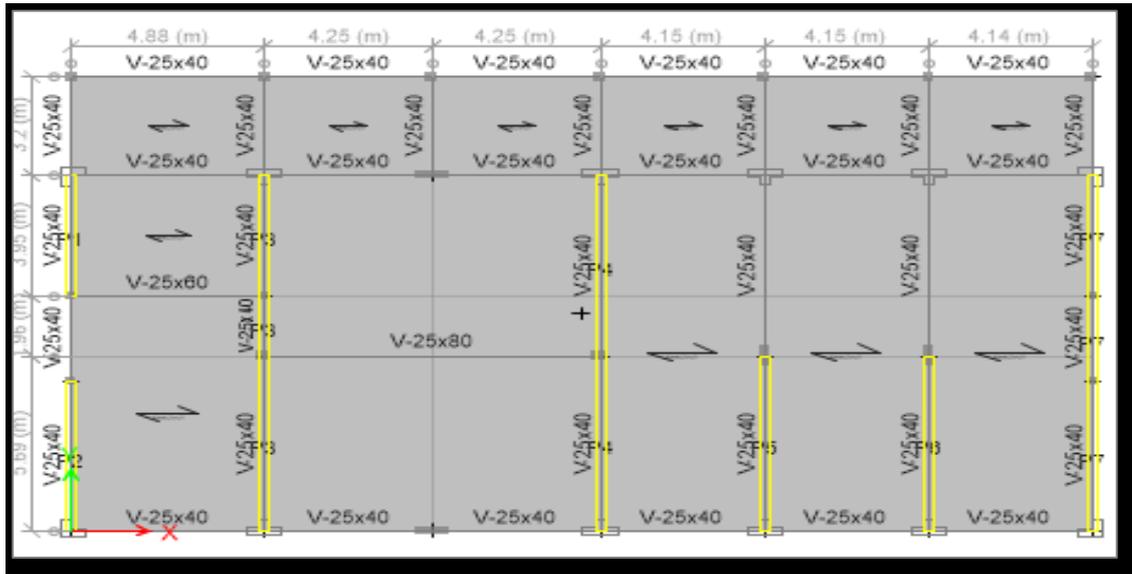


Figura 59: Verificación de los desplazamientos en la dirección X del pabellón A

Tabla: Verificación de los desplazamientos en las derivas en la dirección X del pabellón A

	V-(0.25X0.80)	V-(0.25X0.40)	V-(0.25X0.80)	V-(0.25X0.40)	DESPLAZAMIENTOS MAXIMO RELATIVOS INELASTICOS EN CADA NIVEL PARA CUMPLIR CON LA NORMA (CM)	DISTORSION PERMISIBLE
NIVEL	MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS INELASTICOS (CM)	MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS INELASTICOS (CM)	DERIVAS	DERIVAS		
2	0.882	1.79	0.00271	0.0055	2.27	0.007
1	0.906	1.42	0.00278	0.0044	2.27	0.007

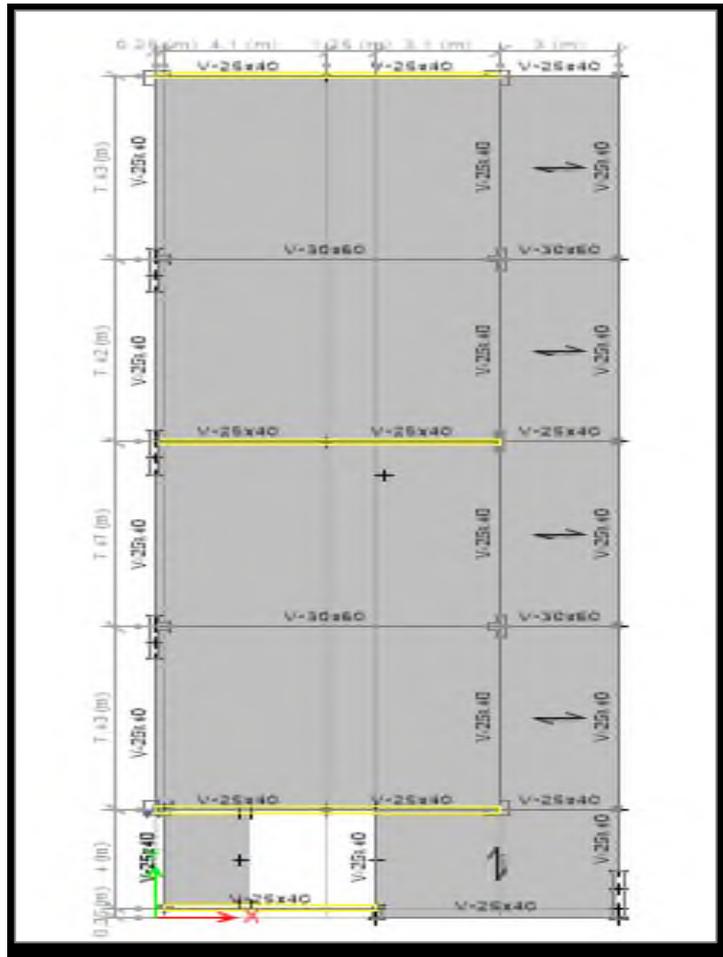


Figura 60: Verificación de los desplazamientos en la dirección Y del pabellón B

Tabla: Verificación de los desplazamientos en las derivas en la dirección Y del pabellón B

NIVEL	V-(0.25X0.80)	V-(0.25X0.40)	V-(0.25X0.80)	V-(0.25X0.40)	DESPLAZAMIENTOS MAXIMO RELATIVOS INELASTICOS EN CADA NIVEL PARA CUMPLIR CON LA NORMA (CM)	DISTRORSION PERMISIBLE
	MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS INELASTICOS (CM)	MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS INELASTICOS (CM)	DERIVAS	DERIVAS		
2	0.7474	0.966	0.0023	0.003	2.27	0.007
1	0.4891	0.643	0.0015	0.002	2.27	0.007

- Podemos decir que los factores sísmicos en la estructura influyo en la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de Agronomía en el distrito de Subtanjalla-Ica.

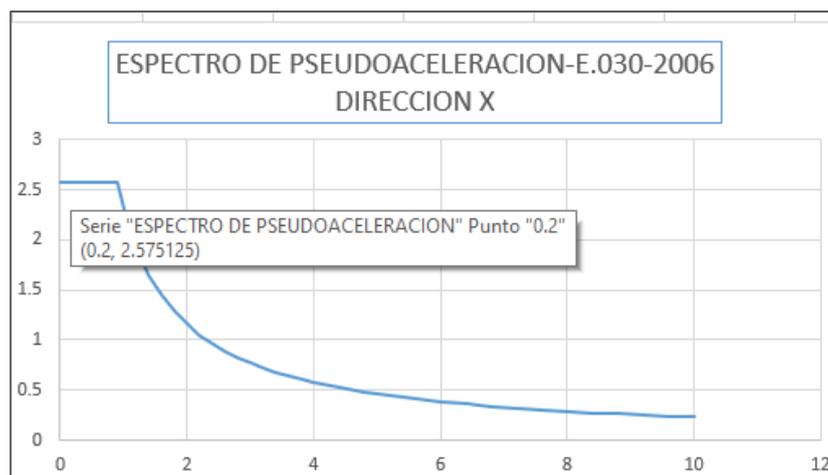
En la cual al hacer una comparación de la norma E.030-2006 de la cual se había realizado el análisis de ambos pabellones, con la norma actual E.030-2018, se corrobora que la norma E.030-2006 es más conservador que la norma E.030-2018, para el diseño de los pabellones ubicados en el distrito de Subtanjalla, esto es debido al factor de amplificación sísmica del suelo con respecto a la aceleración sísmica en la base del cual me brinda una mayor aceleración espectral en comparación con la norma E.030-2018.

### Modulo A

Parámetros sísmicos de la norma E.030-2006	Parámetros sísmicos de la norma E.030-2018
Z=0.40	Z=0.45
U=1.5	U=1.5
C=2.5	C=2.5
S=1.40	S=1.10
RX=8; RY=3	RX=8; RY=3

Tabla: Comparación de cortantes basales del pabellón A

Cortante basal estática E.030-2006	Cortante basal estática E.030-2018	Comparación
VX=26.25%P	VX=23.20%P	VX (2006)>13.15%VX (2018)
VY=70.00%P	VY=61.88%P	VY (2006)>13.15%VY (2018)



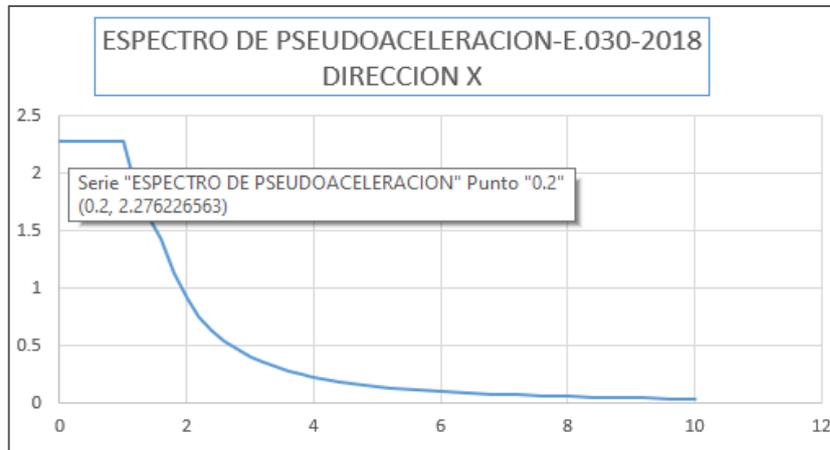


Figura 61: Espectros de pseudo-aceleraciones en la dirección X del pabellón A

**Modulo B**

Parámetros sísmicos de la norma E.030-2006	Parámetros sísmicos de la norma E.030-2018
Z=0.40	Z=0.45
U=1.5	U=1.5
C=2.5	C=2.5
S=1.40	S=1.10
RX=3; RY=6	RX=3; RY=6

Tabla: Comparación de cortantes basales del pabellón B

Cortante basal estática E.030-2006	Cortante basal estática E.030-2018	Comparación
VX=70.00%P	VX=61.88%P	VX (2006)>13.15%VX (2018)
VY=35.00%P	VY=30.94%P	VY (2006)>13.15%VY (2018)

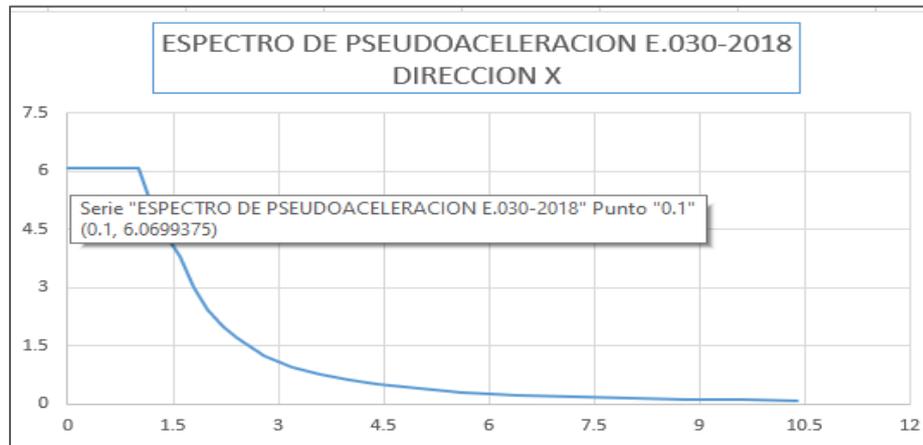
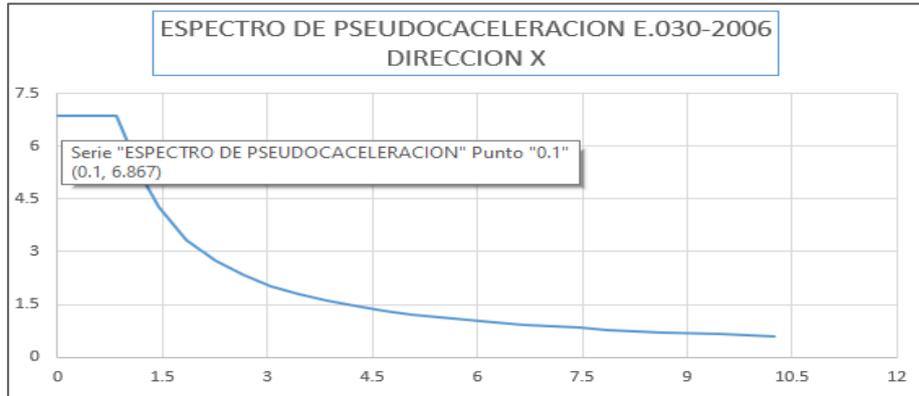


Figura 62: Espectros de pseudo-aceleraciones en la dirección X del pabellón B

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Se evaluó los pabellones de la facultad de agronomía, basado bajo la norma E.030-2018, encontrándose que la variación de las dimensiones de los elementos estructurales, influyen en la verificación de la rigidez del sistema estructural, ya que, al disminuir el peralte de las vigas, se disminuyó la rigidez del sistema estructural, y consecuentemente provocaron desplazamientos mayores.

- En base a los resultados obtenidos del análisis sísmico dinámico, especialmente los desplazamientos laterales, se verifico que los desplazamientos laterales sirven para evaluar si las derivas son menores o sobrepasan las distorsiones admisibles dadas por la norma, en otras palabras, para verificar la evaluación de la rigidez del sistema estructural.

- Haciendo una comparación entre los factores sísmicos de la NTE E.030-2006 (la cual inicialmente se analizó la estructura en aquel entonces) con la norma actual NTE E.030-2018,se verifico que los factores sísmicos influyen en la evaluación estructural de los pabellones de la facultad de Agronomia,ya que la aceleración espectral de la NTE E.030-2006 es mayor en un 13.15% que la aceleración espectral de la NTE E.030-2018,por ende se diseñó con una rigidez más conservador que la norma actual.

- Se evaluó los pabellones de la Facultad de Agronomía, basado bajo la norma NTE E.030-2018, encontrándose que el desempeño sísmico de las estructuras cumple con lo establecido en esta norma, como se verifico en el caso de las derivas máximas permitidas, la no presencia de irregularidades que se comparó también con las restricciones dadas por la norma dependiendo de la categoría de la edificación y de la zona sísmica, cumpliendo también la separación mínima entre edificios.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda realizar continuas evaluaciones estructurales de este tipo y en especial en centros de educación pública, ya que, al ser una edificación esencial, la norma me especifica que, ante un evento sísmico, a parte que deben de permanecer en operatividad también me servirán de refugio después de dicho desastre.

Por lo cual es necesario evaluar si las estructuras están siguiendo los requisitos bajo esta norma E.030-2018.

- Es recomendable que al evaluar un sistema estructural bajo la norma E.030, también se evalué la resistencia a la compresión del concreto, en elementos estructurales a través de realización de ensayos de extracción de núcleos o diamantinas, siendo este un factor importante en la evaluación estructural de un sistema sismorresistente.

- Se recomienda realizar una evaluación post-sismo en las estructuras con el fin de decidir si estas pueden seguir siendo ocupadas, si se requieren realizar reforzamientos o deberán ser sustituidas completamente.

- Se sugiere repetir el presente ensayo experimental a fin de verificar y comprobar los resultados obtenidos en este ensayo.

## **FUENTES DE INFORMACION**

- **CALCINA, M. (2017).** Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 11 pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal. Tesis Ingeniero Civil-Universidad privada de Tacna.
- **FLORES, C. (2018).** Desempeño sísmico de un edificio de concreto armado ubicado en el Jirón Manuel Ruiz, manzana 32 lote 10-10a-1a, Distrito de Chimbote. Tesis Ingeniero Civil-Universidad Cesar Vallejo.
- **HUAMAN, E. (2018).** Evaluación estructural de la institución educativa publica San Roque, Distrito de Mancos, Ancash basada en la Norma E.030-2018. Tesis Ingeniero Civil-Universidad Cesar Vallejo.
- **Norma Técnica E.030.** Diseño Sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones.
- **RAMIREZ, F. (2017).** Análisis comparativo de los parámetros de la nueva y anterior norma E.030 aplicado en un sistema dual. Tesis Ingeniero Civil-Universidad Cesar Vallejo.
- **ROMERO, M. (2016).** Análisis del desempeño sísmico en estructuras de Instituciones Educativas del sector de Azapampa, Distrito de Chilca, Huancayo. Tesis Ingeniero Civil-Universidad Peruana Los Andes.



## **Anexo 01: Estudio de Mecánica de Suelos**



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



37 ←

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

	Solicita	BACH. FERNANDO ANTONIO GENARO LEGUA PRADO		
	Proyecto	"APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA"		
	Departamento	ICA	Distrito	SUBTANJALLA
	Provincia	ICA	Ubicación	FAC. AGRONOMIA
	Calicata	C-1	Fecha	DICIEMBRE, 2019

Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freatico	% Humedad	Limite Liquido	Limite Plastico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
	1		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		0.81	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
	2		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		1.62	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
	3		ARENA MAL GRADUADA		1.21	0.00	0.00	SP A-1-b(0)

Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes  
Reg. C.P. 64667  
Especialista Ingeniero Geotécnica

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica  
Telf. 956889021 - 955925088  
E-mail: roadtechsac@gmail.com





**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



PERFIL ESTRATIGRAFICO								
ROAD TECH SAC		Solicita BACH FERNANDO ANTONIO GEMARO LEGUA PRADO						
		Proyecto "APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA"						
		Departamento	ICA	Distrito	SUBTANJALLA			
		Provincia	ICA	Ubicación	FAC. AGRONOMIA			
		Calicata	C-2	Fecha	DICIEMBRE, 2019			
Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freático	% Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
1	1.00	[Gráfico de perfil de estratigrafía]	ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		1.21	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
2	2.00		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		0.81	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
3	3.00		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		1.98	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)

*Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes*  
Reg. C.P. 64657  
Инженер-геотехник

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica  
Telf. 956889021 - 955925088  
E-mail: roadtechsac@gmail.com



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
ASTM D 422/100

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Código de control No. **LAB-108/2018**

No de revisión: **1** Fecha de revisión: **6-Dic-19** CAL. Ingreso: **3**

Proyecto: **"APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORRESISTENTE E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SANJUANILLA - ICA"**

Consultante: **BACH. FERNANDO ANTONIO GERARDO LEGUA PRADO** Fecha muestreo: **3/13/2018**

Denominación: **C-3** Muestreado por: **ANTONIO CARRERA** Ubicación: **VIC. AGRONOMIA**

Tem. #	Tem. #	MUESTRA - 01			MUESTRA - 02			MUESTRA - 03		
		M-1	M	M-2	M-1	M	M-2	M-1	M	M-2
0.075	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
0.15	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
0.3	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
0.6	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1.18	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2.5	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
5.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
9.5	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
15.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
25.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
47.5	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
75.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
150.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
300.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
600.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1060.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
4750.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
9500.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
19000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
37500.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
75000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
150000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
300000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1170000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2340000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
4680000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
9360000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
18720000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
37440000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
74880000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
149760000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
299520000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
599040000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1198080000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2396160000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
4792320000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
9584640000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
19169280000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
38338560000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
76677120000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
153354240000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
306708480000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
613416960000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1226833800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2453667600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
4907335200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
9814670400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
19629340800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
39258681600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
78517363200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
157034726400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
314069452800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
628138905600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1256277811200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2512555622400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
5025111244800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
10050222489600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
20100444979200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
40200889958400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
80401779916800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
160803559833600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
321607119667200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
643214239334400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1286428478668800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2572856957337600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
5145713914675200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
10291427829350400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
20582855658700800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
41165711317401600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
82331422634803200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
164662853297606400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
329325706595212800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
658651413190425600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1317302826380851200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2634605652761702400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
5269211305523404800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
10538422610446809600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
21076845220893619200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
42153690441787238400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
84307380883574476800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
168614761767148953600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
337229523534297907200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
674459047068595814400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1348918094137191628800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2697836188274383257600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
5395672376548766515200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
10791344752997533030400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
21582689505995066060800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
43165379011990132121600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
86330758023980264243200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
172661516047960528486400000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
345323032095921056972800000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
690646064191842113945600000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
1381292128383684227891200000.0	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%	
2762584256767368455782400000.0	0.0	0.00%	100.00%							



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

	Solicita	BACH. FERNANDO ANTONIO GENARO LEGUA PRADO		
	Proyecto	"APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA"		
	Departamento	ICA	Distrito	SUBTANJALLA
	Provincia	ICA	Ubicación	FAC. AGRONOMIA
	Calicata	C-3	Fecha	DICIEMBRE, 2019

Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freatico	% Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
	1		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		0.67	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
	2		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		0.71	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
	3		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		2.45	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)

Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuente.  
 Reg. C.P. 64667  
 Experto en Ingeniería Geotécnica

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica  
 Telf. 956889021 - 955925088  
 E-mail: roadtechsac@gmail.com



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
INSTITUTO ASESOR

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Nro de revisión:	1	Fecha de revisión:	8-Dic-18	Código de control Nro.:	LAB-108/2018
Proyecto:	*APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SEMI-RIGIDENTE E-330 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUSTANILLA - ICA*				
Contratista:	SACI, FERRANDO ANTONIO GENARO LEGUA PRADO		Fecha muestra:		01/2018
Sonaje:	G-4	Muestreado por:	ANTONIO CARBAJAL		
Muestra/Proct:	M-1	3.00	M	Unidad:	
<b>MUESTRA - 01</b>					
Tamaño (mm)	% Retenido	% Pasado	Comentarios		
75	0.0	100.00%			
60	0.0	100.00%			
45	0.0	100.00%			
30	0.0	100.00%			
15	0.0	100.00%			
7.5	0.0	100.00%			
4.75	0.0	100.00%			
2.0	0.0	100.00%			
0.85	0.0	100.00%			
0.425	0.0	100.00%			
No. 10	0.0	100.00%			
No. 20	0.0	100.00%			
No. 40	0.0	100.00%			
No. 60	0.0	100.00%			
No. 75	0.0	100.00%			
No. 100	0.0	100.00%			
No. 200	0.0	100.00%			
No. 425	0.0	100.00%			
Subto	0.0	100.00%			
Peso vaso + Horno que pasa (g)	308.0				
Peso vaso seco que pasa (g)	308.0				
Peso vaso suelo lavado (g)	308.0				
Peso vaso suelo seco (g)	308.0				
LL (M-1)	0				
LP (M-1)	0				
IP (M-1)	0				
G <sub>50</sub>	1.50				
G <sub>100</sub>	0.00				
D <sub>10</sub>	0.162				
D <sub>30</sub>	0.575				
D <sub>60</sub>	1.149				
CLASIF (UCS/AH/TCO)	SP-9H A-1-b(9)				
Cantidad de humedad de la Tracción de Suelo seco que pasa la malla # 4:		% de suelo seco que pasa la malla No. 200:			
M-1	0.75%	M-1	4.48%		
No. Tere	1	No. Tere	1		
Peso Horno + Tere	92.8	Peso Ocas + Tere	928.0		
Peso Saco + Tere	92.4	P. Saco Llenado + Tere	908.0		
Peso de Tere	38.3	Peso de Tere	388.0		
Peso del Agua	8.4	Suelo Seco (- No. 200)	39.0		
Peso Saco	54.0	Suelo Seco (- Sello 200)	928.0		
Cont. de humedad %	0.75%	Suelo Seco (- No. 200 %)	4.48%		
M-1	0.00%	GRAVAS			
M-1	95.83%	ARENAS			
M-1	4.48%	FINOS			
ELABORADO	REVISADO	APROBADO	Va. Bn.	RESULTADO	
Ing. Antonio Carbajal	Ing. Luis Ordoñez	Ing. Luis Ordoñez		CLASIF. CLASIF. PASA	
FECHA: 01/2018	FECHA: 01/2018	FECHA: 01/2018			

*Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes*  
Reg. C.P. 64667  
Especialista Ingeniería Geotécnica

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica  
Telf. 956889021 - 955925088  
E-mail: roadtechsac@gmail.com



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



43 ←

PERFIL ESTRATIGRAFICO								
ROAD TECH SAC		Solicita BACH. FERNANDO ANTONIO GENARO LEGUIA PRADO						
		Proyecto "APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA"						
		Departamento ICA		Distrito SUBTANJALLA				
		Provincia ICA		Ubicación FAC. AGRONOMIA				
Calicata C-4		Fecha DICIEMBRE, 2019						
Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freático	% Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
1	3.00		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		0.75	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)

*Ingeniero Luis Alberto Ordoñez Fuentes*  
Reg. C.P. 64867  
Especialista Ingeniería Geotécnica



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



44

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		
ASTM D 422/D 155										LAB-1082018		
Nro de revisión:		Código de control No.		Fecha de revisión:		Código de muestra:						
1		LAB-1082018		6-Dic-19		CM-1082018						
Proyecto: "APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SEMIOPRESIDENTE E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUSTANILLA - ICA"												
Contratista: <b>BACH FERNANDO ANTONIO GENARO LEGUIA PRADO</b>						Fecha muestra: <b>31/03/19</b>						
Sondaje: <b>C-5</b>		Muestreado por: <b>ANTONIO CARBAJAL</b>						Utilización: <b>PAC AGRONOMIA</b>				
Muestra/Prof		MUESTRA - 01			MUESTRA - 02			MUESTRA - 03				
		B-1	M	B-2	M	B-3	M					
Tamaño		Cantidad de suelo que pasa el tambo No. 4 (Compactación AASHTO):										
75 µ		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										
150		0.0										
300		0.0										
600		0.0										
1.18		0.0										
2.5		0.0										
5.0		0.0										
10		0.0										
20		0.0										
40		0.0										
75		0.0										





**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



46 ←

<b>PERFIL ESTRATIGRAFICO</b>				
	Solicita	BACH. FERNANDO ANTONIO GEMARO LEGUA PRADO		
	Proyecto	"APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUSTANJALLA - ICA"		
	Departamento	ICA	Distrito	SUSTANJALLA
	Provincia	ICA	Ubicación	FAC. AGRONOMIA
	Calicata	C-5	Fecha	DICIEMBRE, 2019

Escaleta 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freático	% Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
	1 1.00		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		0.69	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
	2 2.00		ARENA LIMOSA MAL GRADUADA		3.82	0.00	0.00	SP-SM A-1-b(0)
	3 3.00		ARENA LIMOSA		7.38	0.00	0.00	SM A-2-4 ( 0 )
	4 4.00		LIMO ARCILLOSO		20.08	0.00	0.00	ML-CL A-4 ( 3 )
	4 0.00		ARENA LIMOSA		9.15	0.00	0.00	SM A-4 ( 2 )

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica

Tel. 956889021 - 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com

Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes

Reg. C.P. 64867

Especialista Ingeniería Geotécnica



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



47 ←

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Obra : "APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA"  
Ubicación: TANQUE ELEVADO Material : C-05, M-4  
Cliente : BACH. FERNANDO ANTONIO GENARO LEGUA PRADO Fecha : 6-Dic

**LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO	1	2	3
1 Peso Tara ( gr ).	17.26	13.38	13.00
2 P. Tara + M. Humed ( gr ).	31.56	27.98	31.14
3 P. Tara + M. Seca ( gr ).	29.24	25.46	27.70
4 Contenido de Humedad W %	19.37	20.86	23.40
5 # de Golpes	28	16	11

**LIMITE PLASTICO**

ENSAYO	4
1 Peso Tara ( gr ).	21.14
2 P. Tara + M. Humed ( gr ).	27.05
3 P. Tara + M. Seca ( gr ).	26.28
4 Contenido de Humedad W %	14.98
5 W % Promedio	14.98

**CURVA DE FLUIDEZ**



LIMITE LIQUIDO = 28

LIMITE PLASTICO = 15.0

EJECUTO	REVISO	Vo. Bo.	SUPERVISION
LABORATORISTA	JEFE LABORATORIO	ROAD TECH SAC	ROAD TECH SAC

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica  
Telf. 956889021 - 955925088  
E-mail: [roadtechsac@gmail.com](mailto:roadtechsac@gmail.com)

*Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes*  
Reg. C.P. 64667  
Especialista Ingeniería Geotécnica



# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



48

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																																																									
ASTM D 422/0136																																																									
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD																																																									
Nro de revisión:	1	Fecha de revisión:	6-Dic-19	Código de control No.	LAB-108/2018																																																				
Proyecto:	"APLICACIÓN DE LA NORMA DISEÑO RESISTENTE EL-630 PARA LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA EN EL DISTRITO DE SUSTANILLA - ICA"																																																								
Contratante:	BACEL FERNANDO ANTONIO GERRAÑO LEGUIA PRADO			Fecha muestreo:	31/12/2018																																																				
Estado:	C-6		Muestreado por:	ANTONIO CARBAJAL																																																					
Muestra/Prov.	M-1	3.00	M			Ubicación: FAC. AGRONOMIA																																																			
MUESTRA - 01																																																									
Tamaño	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Cantidad de suelo que pasa el tambo No. 4 (Compartación AASHTO):																																																			
4"	0.0	0.00%	100.00%			1 - contenido de humedad (No. 4)(100)(1000g) a 13.291 (g) - No. 4(1/2)																																																			
4"	0.0	0.00%	100.00%			Cantidad de Suelo entre los tambo No. 4 y No. 10 (Compartación AASHTO):																																																			
10"	0.0	0.00%	100.00%			1.0(1000) a 13.291 (g)(1/2)-(2)-(No.4)(1/2)																																																			
10"	0.0	0.00%	100.00%			Condiciones de Secado y Lavado del suelo Referido en la tabla #4																																																			
20"	0.0	0.00%	100.00%			Estado a 110° C en 1 hora.																																																			
40"	0.0	0.00%	100.00%			Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla #4																																																			
75"	0.0	0.00%	100.00%			Estado a 110° C lavado.																																																			
No. 20	85.0	1.28%	98.72%																																																						
No. 40	100.0	27.30%	72.70%																																																						
No. 60	118.0	24.85%	75.15%																																																						
No. 100	138.0	28.42%	71.58%																																																						
No. 200	70.0	14.64%	85.36%																																																						
75"	98.0	3.77%	96.23%																																																						
					<table border="1"> <tr> <td>LL (M-1)</td> <td>0</td> <td>LP (M-1)</td> <td>0</td> <td>IP (M-1)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>C<sub>u</sub></td> <td>1.50</td> <td>D 10</td> <td>0.291</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C<sub>u</sub></td> <td>6.00</td> <td>D 30</td> <td>0.722</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>D 60</td> <td>1.445</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					LL (M-1)	0	LP (M-1)	0	IP (M-1)	0	C <sub>u</sub>	1.50	D 10	0.291			C <sub>u</sub>	6.00	D 30	0.722					D 60	1.445																										
LL (M-1)	0	LP (M-1)	0	IP (M-1)	0																																																				
C <sub>u</sub>	1.50	D 10	0.291																																																						
C <sub>u</sub>	6.00	D 30	0.722																																																						
		D 60	1.445																																																						
<table border="1"> <tr> <td>CLASIF. (SUCSANTO)</td> <td>SP A-1-b(0)</td> </tr> </table>					CLASIF. (SUCSANTO)	SP A-1-b(0)	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">PROCEDENCIA</td> </tr> <tr> <td>Condición de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla #4:</td> <td>% de suelo seco que pasa la malla No. 200:</td> </tr> <tr> <td>M-1</td> <td>M-1</td> </tr> <tr> <td>4.60%</td> <td>3.77%</td> </tr> </table>					PROCEDENCIA		Condición de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla #4:	% de suelo seco que pasa la malla No. 200:	M-1	M-1	4.60%	3.77%																																						
CLASIF. (SUCSANTO)	SP A-1-b(0)																																																								
PROCEDENCIA																																																									
Condición de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla #4:	% de suelo seco que pasa la malla No. 200:																																																								
M-1	M-1																																																								
4.60%	3.77%																																																								
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO</td> </tr> <tr> <td>M-1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00%</td> <td></td> <td></td> <td>GRAVAB</td> </tr> <tr> <td>85.33%</td> <td></td> <td></td> <td>ARENAS</td> </tr> <tr> <td>3.77%</td> <td></td> <td></td> <td>FINOS</td> </tr> </table>					% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO				M-1				0.00%			GRAVAB	85.33%			ARENAS	3.77%			FINOS	<table border="1"> <tr> <td>No. Tara</td> <td>1</td> <td>No. Tara</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Peso Humedo + Tara</td> <td>88</td> <td>Peso Seco + Tara</td> <td>88.0</td> </tr> <tr> <td>Peso Suelo + Tara</td> <td>85.8</td> <td>P. Suelo Lavado + Tara</td> <td>84.0</td> </tr> <tr> <td>Peso de Tara</td> <td>38.8</td> <td>Peso de Tara</td> <td>38.0</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> <td>2.2</td> <td>Suelo Seco (- No. 200) g</td> <td>48.0</td> </tr> <tr> <td>Peso Suelo</td> <td>47.8</td> <td>Suelo Seco (- No. 200) g</td> <td>48.0</td> </tr> <tr> <td>Cont. de humedad %</td> <td>4.60%</td> <td>Suelo Seco (- No. 200) %</td> <td>3.77%</td> </tr> </table>					No. Tara	1	No. Tara	1	Peso Humedo + Tara	88	Peso Seco + Tara	88.0	Peso Suelo + Tara	85.8	P. Suelo Lavado + Tara	84.0	Peso de Tara	38.8	Peso de Tara	38.0	Peso del Agua	2.2	Suelo Seco (- No. 200) g	48.0	Peso Suelo	47.8	Suelo Seco (- No. 200) g	48.0	Cont. de humedad %	4.60%	Suelo Seco (- No. 200) %	3.77%
% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO																																																									
M-1																																																									
0.00%			GRAVAB																																																						
85.33%			ARENAS																																																						
3.77%			FINOS																																																						
No. Tara	1	No. Tara	1																																																						
Peso Humedo + Tara	88	Peso Seco + Tara	88.0																																																						
Peso Suelo + Tara	85.8	P. Suelo Lavado + Tara	84.0																																																						
Peso de Tara	38.8	Peso de Tara	38.0																																																						
Peso del Agua	2.2	Suelo Seco (- No. 200) g	48.0																																																						
Peso Suelo	47.8	Suelo Seco (- No. 200) g	48.0																																																						
Cont. de humedad %	4.60%	Suelo Seco (- No. 200) %	3.77%																																																						
ELABORADO	REVISADO	APROBADO	Vo. Bo.		RESULTADO																																																				
Tec. Antony Carbajal	Ing. Luis Ordoñez	Ing. Luis Ordoñez			CLASIF. CLASIF. CLASIF. FECHA																																																				
FECHA: 31/12/2018	FECHA: 01/12/2018	FECHA: 01/12/2018	FECHA:																																																						

Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes  
Reg. C.P. 64867  
Especialista Ingeniería Geotécnica

OFICINA: Calle Ayacucho 855 2do Piso - Ica  
Telf. 956889021 - 955925088  
E-mail: roadtechsac@gmail.com



**ROAD TECH SAC**  
RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



49 ←

PERFIL ESTRATIGRAFICO								
ROAD TECH SAC		Solicita BACH. FERNANDO ANTONIO GENARO LEGUA PRADO						
		Proyecto "APLICACION DE LA NORMA DISEÑO SISMORESISTENTE E030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA"						
		Departamento ICA		Distrito SUBTANJALLA				
		Provincia ICA		Ubicación FAC. AGRONOMIA				
		Calicata C-6		Fecha DICIEMBRE, 2019				
Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freatico	% Humedad	Limite Liquido	Limite Plastico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
1	3.00		ARENA MAL GRADUADA		4.60	0.00	0.00	SP A-1-b(0)

Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes  
Reg. C.P. 64667  
Especialista Ingeniería Geotécnica

## **Anexo 02: Ensayos de Diamantina y Esclerometría**

**EXTRACCION DE NUCLEOS DIAMANTINAS Y ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
NTP 400.059 - NTP 400.034**

**SOLICITANTE:** LEGUA PRADO, FERNANDO ANTONIO GENARO

**OBRA:** APLICACION DE LA NORMA SISMORRESISTENTE E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA

**UBICACION:** FACULTAD DE AGRONOMIA

**MUESTRA:** SE EXTRAJERON 2 MUESTRAS DE TESTIGOS DIAMANTINOS DE CONCRETO PROVENIENTES DE COLUMNAS DEL PABELLON ADMINISTRATIVO - PABELLON ACADEMICO

**FECHA DE ENSAYO:** 29 DE NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- IDENTIFICACION E INFORMACION SOBRE LOS NUCLEOS**

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE EXTRACCION	CONDICION DE HUMEDAD DEL NUCLEO	F'c (kg/cm2) Especificada	CONDICION DE HUMEDAD DE LA ESTRUCTURA	TAMARO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
1	M-1 - ENTRE EJES D Y 8	23/11/2019	SECO AL AIRE	210	SECO	3/4"
2	M-2 - ENTRE EJES C Y 4	23/11/2019	SECO AL AIRE	210	SECO	3/4"

**NOTA:** LA INFORMACION REFERENTE AL MUESTREO, PROCEDENCIA, CANTIDAD, FECHA DE OBTENCION E IDENTIFICACION HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
ANGEL ROSAN HUAMCA BORDA  
M.C. Ing. Civil - C.P. 53304

## 2.- RESULTADOS

### Tipos de Fractura:



N°	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RELACION L/D (Long./Diam.)	FACTOR DE CORRECCION (Long./Diam.)	RESIST. A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESIST. A LA COMPRESION (Mpa)	TIPO DE FALLA
1	7.503	11.20	44.21	4192.2	1.49	0.959	90.91	8.91	3
2	7.496	11.96	44.13	9606.36	1.60	0.968	210.71	20.66	2
							<b>150.81</b>		

### CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES:

- 1.- La evaluación individual de las muestra M-1 es menor que el 75% F'c.
- 2.- La evaluación individual de la muestras M-2 es mayor que el 75%F'c y se considera ACEPTABLE.


  
 IGEO E.I.R.L.  
 INGENIERIA & GEOTECNIA  
 ANGEL ROSAN HUANCA BORDA  
 Mec. Ing. Civil - CIP 53304

**ENSAYO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO - ESCLEROMETRIA  
NTP 339.181**

**SOLICITANTE:** LEGUA PRADO, FERNANDO ANTONIO GENARO  
**OBRA:** APLICACION DE LA NORMA SISMORRESISTENTE E.030 PARA LA EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN EL DISTRITO DE SUBTANJALLA - ICA  
**UBICACION:** FACULTAD DE AGRONOMIA  
**FECHA DE ENSAYO:** 30 DE NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- IDENTIFICACION E INFORMACION SOBRE LOS PUNTOS DE ENSAYO**

N°	IDENTIFICACION DE PUNTOS DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	CONDICION DE HUMEDAD SUPERFICIAL	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Especificada	AREA DE ENSAYO	CARACTERIS- TICA DE LA SUPERFICIE	PROFUNDI- DAD DE PULIDO DE SUPERFICIE	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
1	E-1 - ENTRE EJES D Y 8	30/11/2019	SECO	210	20 x 20 cm	TEXTURA DEL ENCOFRADO	3 mm	3/4"
2	E-2 - ENTRE EJES C Y 4	30/11/2019	SECO	210	20 x 20 cm	TEXTURA DEL ENCOFRADO	3 mm	3/4"
3	E-3 - ENTRE EJES D Y 6	30/11/2019	SECO	210	16 x 16 cm	TEXTURA DEL ENCOFRADO	2 mm	3/4"

**NOTA:** LA INFORMACION REFERENTE A LA ZONA, CANTIDAD E IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE ENSAYO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
ANGEL ROSAN HUANGA BORDA  
Msc. Ing. Civil / CIP 53304

## 2.- RESULTADOS

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	Orientacion	F <sub>c</sub> (MPa)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
E-1 - ENTRE EJES D Y 8	1	1	32	34.47	2.47	0°	8.91	90.91
	2	1	37		-2.53			
	3	1	35		-0.53			
	4	1	39		-4.53			
	5	1	36		-1.53			
	6	1	46		-11.53			
	7	1	38		-3.53			
	8	1	33		1.47			
	9	1	32		2.47			
	10	1	33		1.47			
	11	1	40		-5.53			
	12	1	30		4.47			
	13	1	33		1.47			
	14	1	32		2.47			
	15	1	36		-1.53			
	16	1	31		3.47			

### NOTAS:

1) VALORES QUE NO SE HAN CONSIDERADO EN EL PROMEDIO. \*\*

2) El 6,25% DE LOS VALORES TOMADOS EN LA MEDIA NO SE ACERCAN A LA DIFERENCIA DE 6 CON RESPECTO A ELLA.



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
ANGEL ROSAN HUANGA BORDA  
Mec. Ing. Civil - E.P. 53304

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	Orientacion	F <sub>c</sub> (MPa)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
E-2 - ENTRE EJES C Y 4	1	1	46	47.08	1.08	0°	12.17	124.17
	2	1	55		-7.92			
	3	1	56		-8.92			
	4	1	45		2.08			
	5	1	48		-0.92			
	6	1	50		-2.92			
	7	1	44		3.08			
	8	1	47		0.08			
	9	1	46		1.08			
	10	1	58		-10.92			
	11	1	52		-4.92			
	12	1	47		0.08			
	13	1	46		1.08			
	14	1	46		1.08			
	15	1	51		-3.92			
	16	1	44		3.08			

NOTAS:

1) VALORES QUE NO SE HAN CONSIDERADO EN EL PROMEDIO. \*\*

2) El 18,75% DE LOS VALORES TOMADOS EN LA MEDIA NO SE ACERCAN A LA DIFERENCIA DE 6 CON RESPECTO A ELLA.



IGEO E.I.R.L.  
INGENIERIA & GEOTECNIA  
ANGEL ROBIN HUANCA BORDA  
Mec. Ing. Civil - CIP 53304

### **Anexo 03: Planos**

## INDICE DE FIGURAS

### FIGURAS

- Figura N°01: Vista en elevación de los pabellones de la facultad de agronomía.
- Figura N°02: Pabellón académico-administrativo del primer piso
- Figura N°03: Pabellón académico-administrativo del segundo piso
- Figura N° 04: Escaneo de barras de refuerzo
- Figura N° 05: Trazo de ejes de ubicación del refuerzo
- Figura N° 06: Perforación del elemento estructural para la extracción del núcleo
- Figura N°07: Extracción del núcleo en el elemento estructural
- Figura N°08: Verificación del diámetro para el cálculo de la sección transversal del núcleo
- Figura N°09: Extracción del núcleo M-1
- Figura N°10: Extracción del núcleo M-2
- Figura N°11: Ensayos de núcleos de diamantina
- Figura N°12: Picado de zona para ensayo de esclerometría.
- Figura N°13: Dibujo de cuadrículas cada 50mm
- Figura N°14: Lectura del ensayo de esclerometría
- Figura N°15: Lecturas del ensayo de esclerometria en cada cuadrícula
- Figura N°16: Ensayo de esclerometria N°01
- Figura N°17: Ensayo de esclerometria N°02
- Figura N°18: Ensayo de esclerometria N°03
- Figura N°19: Ubicación de ensayos de diamantina
- Figura N°20: Ubicación de ensayos de esclerometria
- Figura N°21: Creación del nuevo material

- Figura N°22: Propiedades del material  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'_m=65\text{kg/cm}^2$
- Figura N°23: Selección de propiedades de materiales del concreto
- Figura N°24: Definición de la sección del material de columna
- Figura N°25: Definición de la sección del material de viga
- Figura N°26: Definición de las secciones del material de placas y muros de albañilería
- Figura N°27: Definición de la sección de losas aligeradas
- Figura N°28: Asignación de columnas y muros de albañilería al modelo
- Figura N°29: Asignación de vigas al modelo
- Figura N°30: Asignación de losas aligeradas al modelo
- Figura N°31: Asignación de restricciones en los apoyos
- Figura N°32: Periodo fundamental de vibración del pabellón A
- Figura N°33: Asignación del coeficiente de la cortante basal a los patrones de cargas sísmicas estáticas creadas
- Figura N° 34: Masas en cada nivel de entrepiso del pabellón A
- Figura N°35: Fuerzas sísmicas actuantes en cada nivel de entrepiso del pabellón A
- Figura N°36: Cortante basal en cada dirección de análisis del pabellón A
- Figura N°37: Espectro de diseño creado para cada dirección de análisis
- Figura N°38: Asignación del espectro de diseño en los casos de cargas para sismos dinámicos.
- Figura N° 39: Fuerza cortante que absorbe las columnas en la dirección x del pabellón A
- Figura N°40: Fuerza cortante que absorbe los muros portantes en la dirección y del pabellón A.
- Figura N°41: Rigidez lateral en cada entrepiso en la dirección X del pabellón A
- Figura N°42: Rigidez lateral en cada entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Figura N°43: Resistencia en cada entrepiso en la dirección X del pabellón A

Figura N°44: Resistencia en cada entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Figura N°45: Máximo desplazamiento relativo en cada entrepiso en la dirección X del pabellón A

Figura N°46: Máximo desplazamiento relativo en cada entrepiso en la dirección Y del pabellón A

Figura N° 47: Nuevo espectro de diseño en la dirección X (pórticos) del pabellón A

Figura N°48: Nuevo espectro de diseño en la dirección Y (muros portantes) del pabellón A

Figura N°49: Coeficiente de cortante basal en la dirección X (pórticos) del pabellón A

Figura N°50: Fuerzas cortantes basal en la dirección X y Y del pabellón A

Figura N°51: Fuerzas sísmicas actuantes en la dirección X del pabellón A

Figura N°52: Fuerzas sísmicas actuantes en la dirección Y del pabellón A

Figura N°53: Desplazamientos máximos laterales en la dirección X del pabellón A

Figura N°54: Desplazamientos máximos laterales en la dirección Y del pabellón A

Figura 55: Verificación al momento de volteo en la dirección X del pabellón A

Figura 56: Verificación al momento de volteo en la dirección Y del pabellón A

Figura 57: Verificación al momento de volteo en la dirección X del pabellón B

Figura 58: Disminución de la rigidez de las vigas

Figura 59: Verificación de los desplazamientos en la dirección X del pabellón A

Figura 60: Verificación de los desplazamientos en la dirección Y del pabellón B