



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos  
de Suelos según la Norma E.030, Lima-2019”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

**AUTOR:**

Quiroz Perez, Laura Leonela

<https://orcid.org/0000-0002-0296-5645>

**ASESOR METODOLÓGICO:**

Dra. Rey Córdova De Velázquez, Nérida Gladys

<https://orcid.org/0000-0002-5646-4985>

**ASESOR TEMÁTICO:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

A mi padre Dios Celestial por cuidarme siempre por ser mi camino, mi luz y mi esperanza.

A mis padres Quiroz Quispe, Gelber y Perez Hernandez, Flor Edita quienes me educaron desde muy pequeña y me convirtieron en una mejor persona honesta e integra.

## **Agradecimiento**

A Dios por ser mi guía, mi amigo, mi compañero y por darme las fuerzas necesarias de seguir adelante, por su apoyo y amor incondicional.

A mis padres Quiroz Quispe, Gelber y Perez Hernández, Flor Edita por motivarme a seguir estudiando, por su confianza y su amor infinito. También al Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio y al Ing. Bendezú Romero, Lenin Miguel y a la Dr. Rey Córdova de Velásquez, Nerida Gladys por apoyarme en mi tema de investigación y así mismo a mis amigos por su constante apoyo; con mi más sincero amor.

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MÉTODO.....	25
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
2.2. Población, muestra y muestreo (incluir criterios de selección) .....	26
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.4. Procedimiento.....	29
2.5. Método de análisis de datos.....	29
2.6. Aspectos éticos.....	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	61

## **RESUMEN**

Los sismos son fenómenos naturales por tanto no sabemos la fecha ni la hora que pueda ocurrir alguno, cuyos sismos causan deformaciones, desplazamientos a los edificios, viviendas unifamiliar y multifamiliar, al momento en que se presenta un sismo origina las distorsiones que puede haber entre los niveles de la estructura.

Ante ello la investigación lleva a conocer un análisis estático y dinámico de un edificio multifamiliar que consta de 1 semisótano y de 6 niveles, y mediante estos análisis se puede calcular la distorsión de los entre pisos de dicha estructura.

En el presente trabajo de investigación se determinó la verificación de deriva sísmica con tres tipos de suelo S1, S2 y S3, según la norma E.030 del diseño sismoresistente en un edificio multifamiliar de 7 niveles, teniendo en consideración los parámetros y límites normativos, se procedió a analizar la estructura mediante el software ETABS versión – 2017, donde te brinda los resultados necesarios para su verificación.

Los resultados obtenidos y plasmados en el numeral 3.1. cumplen con lo planteado en los objetivos, es decir se llegó a determinar las derivas de cada piso & además está dentro del límite que establece la norma E.030 del Diseño sismoresistente y sus distorsiones máximas se da para el análisis estático; en el eje X, y para el análisis dinámico también en el eje X.

**Palabras Claves:** Verificación de deriva, tipos de suelo S1, S2 y S3.

## **ABSTRACT**

Earthquakes are natural phenomena so we do not know the date or time that any may occur, whose earthquakes cause deformations, movements to buildings, single-family and multi-family homes, at the time an earthquake occurs causes distortions that may occur between Structure levels

Given this, the investigation leads to a static and dynamic analysis of a multifamily building consisting of 1 semi-basement and 6 levels, and through these analyzes the distortion of the floors between said structures can be calculated.

In the present research work, the verification of seismic drift with three types of soil S1, S2 and S3 was determined, according to standard E.030 of the earthquake resistant design in a 7-level multi-family building, taking into account the regulatory parameters and limits, The structure was analyzed using the ETABS version - 2017 software, where it gives you the necessary results for verification.

The results obtained and reflected in section 3.1. comply with the objectives, that is, the drifts of each floor is within the limit established by the E.030 standard of earthquake resistant design

**Keywords:** Drift verification, soil types S1, S2 and S3.

## I. INTRODUCCIÓN

**Realidad problemática.** Desde años anteriores la población se viene incrementado lo cual genera el aumento de nuevas construcciones, pero a falta de economía, concientización y conocimientos de la humanidad, las viviendas o edificios han sido ejecutados sin ningún control. Por ello, la vulnerabilidad abunda como también la inseguridad en la misma población.

A nivel internacional, uno de los grandes problemas que impide el crecimiento de los países es las construcciones informales, asimismo esto genera un peligro a las familias que habitan en ellas. Y precisamente ante eventos naturales estos edificios pueden sufrir grandes deformaciones como desplazamientos de entre pisos, asentamientos, agrietamientos; hasta puede llegar no solo a desplomarse sino también a causar pérdidas humanas. Ante ello es de suma importancia construir bajo la normatividad que establece cada país de acuerdo a su zona sísmica.

En nuestro país a causa de la informalidad en la ejecución de edificios, existe un déficit en la construcción estructural tanto en las viviendas multifamiliares, unifamiliares como en edificios de variable altura, esa informalidad acrecienta el riesgo de que las edificaciones excedan el límite de deriva máxima que menciona la Norma E.030.

En la actualidad el carecimiento de estudio de suelos viene siendo un inconveniente para la ejecución de obras civiles y por falta de esos estudios muchos proyectos han colapsado o han sufrido un determinado hundimiento, es por ello que es de suma importancia realizar un estudio de mecánica de suelos para determinar cuáles son sus características que este presenta y de ahí proceder a hacer un análisis estructural de un edificio para finalmente empezar con la construcción de dicha obra.

En la ciudad de Lima la construcción tiene un alto grado de carecimiento sobre estudios importantes y básicos para su desarrollo y ejecución de las viviendas como es el estudio de mecánica de suelos y el diseño sismorresistente que se basa en determinar el desplazamiento de la estructura ante eventos severos o ante eventos de gran magnitud y sobre todo que Lima se encuentra en la Zona 4, zona de alta sismicidad.

Ante ello, nos preguntarnos si las construcciones de hoy en día se ejecutan bajo normas, es decir cumpliendo todos los requisitos que establece las municipalidades y el

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Además, si el proyecto ha sido aprobado por un especialista a cargo; siendo así las construcciones tendrían un perfil eficiente generando beneficio a la sociedad.

De esa manera, bajo un estudio de mecánica de suelos y un estudio de diseño sismorresistente las edificaciones tendrían menor desplazamiento lateral, por otro lado, es fundamental conocer el tipo de suelo donde se va asentar el edificio. La cimentación tendrá una mejor respuesta ante las sollicitaciones sísmicas de esa forma se reducirá el colapso en la estructura. Además, sabiendo que Lima se encuentra ubicado en la zona sísmica 4 (Z4), con mucha más razón se debe aplicar todos los parámetros necesarios para su diseño.

Con respecto a lo anterior, es necesario y de gran importancia que para todo proyecto se debe realizar una evaluación del lugar donde se ejecutara la obra, así como los estudios mencionados anteriormente y otros estudios que sean requeridos por el contratista o especialista. Es así que ante esta problemática surge la siguiente interrogante de investigación, ¿En qué medida los tres tipos de suelo influyen en la verificación de derivas sísmicas de un edificio Multifamiliar según la Norma E.030, Lima – 2019?

Esta investigación está fundamentada por los siguientes **antecedentes nacionales**

ROJAS, (2018), en su tesis presentada como requisito para optar el Título profesional de Ingeniera Civil, titulada *“Influencia del Tipo de Suelo en el Diseño Estructural de Edificaciones de Siete Niveles en el Distrito de Amarilis - 2018”*, de la Universidad de Huánuco. Estableció como **objetivo principal**, determinar la influencia del tipo de suelo en el diseño estructural de edificaciones de siete niveles en el distrito de Amarilis – 2018. La **metodología** que aplicó fue de tipo descriptiva cuantitativa y no experimental, porque se basa en la descripción de las características del objeto en estudio además para determinar los objetivos planteados se realizó una recaudación y validación de datos. Obtuvo los siguientes **resultados**, con respecto al estudio de suelos el S2 tiene una capacidad portante de 2.74 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el S3 tiene una capacidad portante de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>, esto quiere decir que el estudio de suelos define las propiedades tanto físicas como mecánicas, en la que esto define las dimensiones y el refuerzo de los elementos estructurales, y a su vez se determinó las derivas máximas del edificio para el S3 = 0.0065 y para el S2; su deriva máxima es de 0.0057. Después de realizar la investigación

**concluyó**, que para la zona del S3 tendrá que construir una losa de cimentación y para el S2 la cimentación solo será con zapatas aisladas, combinadas y conectadas en dos direcciones. Además de ello **recomienda**, Realizar una mejora a aquellos suelos que tengan una capacidad portante muy baja y de esa manera poder disminuir el asentamiento de la edificación.

SOLÓRZANO, (2019), en su tesis presentada para optar el grado de Magister en Ingeniero Civil, titulada *“Influencia de las condiciones del suelo en el comportamiento estructural de un hospital con aislamiento sísmico en la base”*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Fijo como **objetivo general**, evaluar la influencia de las condiciones del suelo en el comportamiento estructural de un hospital sometidos a sismos, mediante la comparación de resultados obtenidos del análisis y diseño, considerando 3 casos de estudio que se diferencian por tener distintas condiciones de suelo y zona sísmica. Empleando la **metodología**, de evaluación al comportamiento estructural de un edificio. Los resultados **obtenidos**, fueron que los desplazamientos en la azotea y las derivas de entrepiso además las cortantes en la superestructura se relacionan de la siguiente manera:  $Z4S3 > Z4S1 > Z2S1$ , siendo  $Z4S3 = 1.41 Z2S3$  y  $Z4S1 = 1.29 Z2S3$ . Estas relaciones son las mismas que se cumplen al relacionar los parámetros sísmicos Z.S de cada uno de los casos. Después de realizar la investigación llegó a **concluir**, la evaluación de la influencia del suelo en el comportamiento sísmico de la estructura, además las derivas de entrepisos y la cortante basal de la superestructura se disminuye al aislar dicha edificación, de tal manera esta reducción en deriva es de 50% y 70% para el suelo flexible y suelo rígido correspondientemente; así mismo la cortante basal es de 20% y 50% para suelos flexibles y suelo rígido respectivamente. Además de ello el autor **recomienda**, que se debe evaluar el uso de los diferentes tipos de aislamiento sísmico en edificaciones situadas en zona sísmica como Z2 y en el suelo flexible S3.

DÍAZ y SANTOS, (2013), en su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil titulada *“Desempeño Sísmico de un Edificio Aporticado de Cuatro Pisos Diseñado con el Reglamento Nacional de Edificaciones y Aceptando una Deriva Máxima de 1%”*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Preciso como **objetivo principal**, presentar el análisis del desempeño sismorresistente de un edificio de 4 pisos diseñado con el

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), aceptando una deriva máxima del 1%. De esa forma, los edificios que obtengan esta deriva máxima, tendrán, por consiguiente, columnas de menores dimensiones. Empleando la **metodología**, de tipo descriptiva, porque analiza y describe las variaciones de un edificio. Obtuvo los siguientes **resultados**, la sección del elemento estructural (columna) cuyas medidas son 40 \* 40 cm alcanzan mantener un 9.300/oo de deriva de entrepisos, donde este valor es muy cercano a la deriva de 100/oo que fue empleada en la investigación. El autor **concluyó**, que la curva realizada sobre capacidad – demanda en el edificio del 1% de la deriva máxima muestra un desempeño funcional para un evento sísmico frecuente.

GARCÍA y MOSCOSO, (2016), en su tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil titulada “*Análisis Comparativo de la Respuesta Sísmica de Distorsiones de Entrepiso - Deriva y Fuerzas Cortantes de una Edificación de Concreto Armado con Sistema Dual, Mediante los Análisis Sísmico Dinámico, Aplicado con la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 del 2016 y la Norma Chilena de Diseño Sísmico de Edificios Nch 433.Of1996 Modificada en 2012*” de la Universidad Andina del Cusco. Fijo como **objetivo general**, realizar un análisis comparativo de la respuesta sísmica mediante el análisis sísmico dinámico aplicando la norma peruana E.030 y la norma chilena NCh 433.Of1996 en una edificación de concreto armado con sistema dual. La **metodología** que uso en su tesis fue de nivel descriptivo, porque describe las características o propiedades más importantes del objeto en estudio, y tipo cuantitativo porque realiza el cálculo de la respuesta sísmica de un edificio y su muestra es un edificio. Obtuvo los siguientes **resultados**, las derivas que se obtiene del edificio según la Norma E.030, con el S3 a través del ETABS y Excel son iguales y está dentro del rango de la deriva que ofrece el Diseño sismorresistente (0.007), mientras que la norma Nch 433, establece la deriva límite de (0.0056), lo cual los resultados también cumplen con este rango. Después de realizar la investigación los autores **concluyeron**, que la respuesta sísmica a través del análisis sísmico dinámico según la E.030 genera datos rigurosos al igual que la Nch 433, en un edificio con sistema dual de concreto armado. Además, **recomiendan**, siempre se debe verificar la irregularidad después de haber hecho el análisis sísmico en ambas direcciones resultados más precisos.

Esta investigación está fundamentada por los siguientes **antecedentes internacionales**

VILLAMIL y TARQUINO, (2018), en su trabajo de grado para optar el Título de Ingeniero Civil titulada *“Comparación del Método Lineal Elástico Estático y Método Lineal Dinámico en Estructuras Aperticadas en Concreto Reforzado”*, de la Universidad Católica De Colombia. Puntualizó como **objetivo general**, contrastar el desempeño de una estructura a porticadas en concreto reforzado por el método elástico estático lineal y el análisis dinámico lineal utilizando modelos estructurales con ayuda de softwares especializados. La **metodología** que aplicó fue de tipo descriptiva cuantitativa, porque se apodera de realizar la comparación de 2 métodos entre el estático y el dinámico. Obtuvo los siguientes **resultados**, después de hacer la comparación de desplazamientos observo que los 4 primeros pórticos donde tiene más vanos muestra datos mayores en el desplazamiento dinámico, pero para el análisis elástico estático lineal arroja un desplazamiento menor. Después de realizar la investigación **concluyó**, que el análisis del método elástico – estático y dinámicos tratados en la zona 2 y plasmados en el ETABS-2016, llegan a cumplir las especificaciones de la Norma NSR-10 además el diseño en estructuras para el concreto reforzado es mucho más rígido y resistente para el análisis dinámico.

MONTACHANA, (2014), en su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil titulada *“Verificación de las Derivas de Piso, para Edificaciones de Tres, Seis y Nueve Pisos, de Estructura Metálica, para la Ciudad de Ambato, Mediante el Diseño Sismo Resistente, Utilizando el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC2002) y las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-11), Estudio de la Estabilidad Estructural”*, de la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Fijo como **objetivo general**, realizar un estudio sobre la estabilidad estructural, con la Verificación de las derivas de piso, para edificacios de tres, seis y nueve niveles, de estructura metálica, para la ciudad de Ambato, Mediante el diseño sismo resistente, utilizando El Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 2002) y Las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-11). Empleando la **metodología**, de tipo descriptiva analítica. Llegando a obtener los siguientes **resultados**, de acuerdo a la Norma y al código Ecuatoriano en la que menciona que el índice de estabilidad ( $Q_i$ ), no debe exceder el valor de 0.30. puesto que el modelo de tres pisos está dentro del rango con un índice de estabilidad de 0.005 en XX y 0.007 en YY, los edificios de seis pisos tienen un  $Q_i$  de

0.006 en XX y 0.008 en YY y finalmente el piso nueve cumplen con esta normativa llegando a tener un índice de estabilidad de 0.008 y 0.009 en XX y YY respectivamente. Después de realizar la investigación llegó a **concluir**, que el código y la norma ecuatorina 2002 y 2011 tienen una diferencia de los valores de reducción (R), en cuanto a Norma el R es 7; mientras que para el código se reduce en un 30%. Además de ello el autor **recomienda**, tener en cuenta en el diseño sísmico tanto los parámetros como los factores de seguridad ya que esto tiene que respetar para evaluar una respuesta sísmica y una economía del proyecto adecuadamente.

CEVALLOS, (2017), en su tesis presentada como requisito para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, titulada “*Análisis de la Relación de la Frecuencia Fundamental de una Estructura con la Deriva Inelástica de Piso en una Estructura Irregular de 5 Pisos*”, de la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Estableció como **objetivo general**, relacionar la frecuencia fundamental de una estructura con la deriva inelástica de piso en una estructura irregular de 5 pisos. Empleando la **metodología**, de nivel explorativo, descriptivo y explicativo, porque se basa en la revisión de estudios anteriores como tesis, libros, modelaciones, trabajos e internet. Obteniendo los siguientes **resultados**, se llega a alcanzar una deriva inelástica en el eje X de 0.00850, considerando que el periodo de vibración de la estructura sin excitación sísmica, coincide con el periodo de vibración del primer modo que nos entrega el software, entonces se tiene un periodo fundamental de 0.814 seg. También dice que el periodo de vibración va disminuyendo a medida que estructura se le aumenta mayor rigidez. El autor **concluye**, que las derivas se presentan más es en el método espectral, es por ello que la estructura se debe analizar a través de este método, además el número de modo de vibración siempre va a estar en función al número de pisos. Ante ello Cevallos **recomienda**, cumplir con los periodos de vibración y realizar un incremento en vigas porque esto reduce el periodo y minimiza el efecto de deriva en el nivel de piso.

TAVÁREZ, (2016), en su tesis presentada como requisito para optar el Título de Ingeniero Civil, titulada “*Análisis Estático y Dinámico Incremental de una estructura de muros de hormigón armado en la República Dominicana*”, de la Universidad Escola de Camins. Puntualizó como **objetivo general**, evaluar la vulnerabilidad sísmica de una

tipología estructural utilizada frecuentemente en República Dominicana como vivienda multifamiliar, específicamente edificaciones de muros de hormigón armado de cuatro niveles. Haciendo uso de la **metodología**, tipo descriptivo cuantitativo, donde su muestra es una vivienda multifamiliar de muros de hormigón armado de cuatro niveles. Obteniendo los siguientes **resultados**, en el análisis de los cálculos se muestra que la estructura tiene un buen comportamiento ante una acción sísmica severa, que en ambas direcciones se obtiene un valor de deriva máxima inferior a lo establecido en el ATC – 40; y no llega al límite establecido por el Reglamento Sísmico Dominicano, R – 001, pero muestran un alto índice de daños en la estructura. Después de realizar la investigación llegó a **concluir, que** se evaluó la vulnerabilidad sísmica mediante el uso del análisis de capacidad espectral y el análisis dinámico incremental. Donde la cortante máxima del edificio por ambos métodos son superiores a lo establecido en el Reglamento Sísmico Dominicano y la deriva máxima es inferior al desempeño de ocupación inmediata (IO) y al nivel de comportamiento de Seguridad a la Vida (LS), por lo tanto, la edificación ante eventos sísmicos sufrirá daños estructurales. Además de ello el autor **recomienda**, que para futuras líneas de investigación un estudio a la estructura para determinar cuál es la respuesta de desempeño y cuáles son sus posibles desventajas de esa forma tener claro y poder determinar si se puede ejecutar la obra bajo el análisis sísmico y estructural o tomar otras medidas.

MIANO, (2017), in his thesis entitled, . “Performance Based Assessment and Retrofit for Existing RC Structures” of the University of Naples Federico II. fixed as a general objective, this paragraph aims to synthesize the main objectives achieved in this thesis. As conceptual goal, the thesis aims to address the performance-based assessment paradigm by developing seismic fragilities and earthquake loss estimation. This leads to seismic response curves that vary their performance expressed in terms of maximum interstational drift versus intensity, commonly known as IDA curves. The cutting displacement in the axial fault,  $\Delta_a$ , is obtained using the procedure since it requires the calculation of the total lateral drift  $\Delta_a / L$ .

TOMEIO, (2017), in his thesis entitled, “Soil-structure interaction effects on the seismic behaviour of reinforced concrete structures” of the University of Naples Federico II. fixed

as a general objective, to assess the vulnerability of an existing building, it is generally done assuming that the structure is fixed at the base, and assuming that the signal at the base of it is the one evaluated in free field conditions. This assumption, reasonable for structures based on soils rigid, it may be unrealistic in the case of structures founded on soft soils. The deformations and cracks that occur in the structure during the earthquake or telluric movement are affected by three interlinked systems such as: the structure, the foundations and the ground. The soil and structure are included and formed part of the same model is also analyzed in a single step. The soil is often discretized by solid finite elements and the structure by finite beam elements.

Las **teorías** que amparan a esta investigación, se construye de acuerdo a la importancia de las variables que se establece en el tema de investigación.

### **Aplicación de Suelos en la Construcción de Edificios:**

Para todo proyecto de Edificación, el estudio de suelo es una rama muy importante para definir sus características o propiedades físicas, es decir el tamaño de las partículas, el color, su textura y su consistencia.

Toda edificación está respaldada por un diseño sismoresistente y con los códigos normativos que fija el reglamento lo cual se adapta a nuestro entorno, además este diseño se vuelve necesario para la evaluación del proyecto; ante ello también es indispensable realizar un estudio de suelos para determinar los parámetros y obtener un diseño seguro. Con respecto a ello la Norma E.050 del RNE (2018), en su capítulo I, artículo 5 menciona, El estudio de mecánica de suelos es realizar investigación, análisis en insitu, donde la muestra debe ser llevada y evaluada en los laboratorios a través de diferentes ensayos de ese modo determinar cuál sería sus propiedades, sus características para poder clasificar el tipo de suelo y cuál sería su comportamiento frente a fuerzas estáticas y fuerzas dinámicas de una edificación. Estos estudios son necesarios para todo tipo de proyecto porque el suelo es la base que sostiene, soporta y transmite las cargas de los edificios a los estratos inferiores. En cuanto a lo anterior, la mecánica de estudio de suelos se realiza con el fin de determinar las capacidades portantes del suelo a través de ensayos tanto en INSITU como también en el laboratorio.

La Norma generalmente acopla un estudio de mecánica de suelos para cada una de la edificación que se realiza, es decir se debe hacer un estudio de mecánica de suelos para viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, edificios de alta y baja altura, universidades, colegios, entre otros edificios.

Después de realizar todo el estudio correspondiente a suelos para un proyecto, el ingeniero o profesional responsable debe firmar el informe técnico de suelos, en la que señala que está de acuerdo con lo indicado y queda bajo su responsabilidad. Por ende, para determinar el tipo de suelo sobre el cual se va a construir se requiere conocer la clasificación del suelo.

### **Importancia de la Mecánica De Suelos**

Es una rama de la ingeniería civil conocido como el estudio geotécnico que nos permite recolectar la información necesaria de un determinado terreno donde se va a construir; es así que se vuelve indispensable en primer lugar para la planificación, para el diseño y para la ejecución de todo tipo de proyecto de construcción, en este caso para un edificio de 5 niveles.

En sentido de la Revista ECURED, Contributors (2019), los análisis y estudios de suelos: es una materia que está presente en la malla curricular de la carrera Ingeniería Civil y el experto en este campo se encarga de estudiar las características, propiedades y la capacidad portante mediante ensayos de ese modo clasificar según el perfil que el suelo presente. Antes de empezar con la ejecución del edificio es importante conocer el tipo de suelo para tomar las medidas y parámetros correspondientes y hacer su análisis estructural así mismo tener en cuenta al modo más beneficioso y económico, de acuerdo a la obra proyectada.

Asimismo, Aguilar, García y Zarazúa (2008, p. 6), el Estudios de Mecánica de Suelos son siempre particulares y aplicables a cada zona que se sondea, y no deben aplicarse las recomendaciones de éste estudio a otra zona distinta a la que se especifica, pues como es de esperarse, los tipos de suelo y por lo tanto, las características mecánicas de estos, varían en zonas relativamente pequeñas, lo cual arrojaría errores en los resultados del diseño de las estructuras, y por lo tanto el costo del proyecto se modificaría desfavorablemente.

### **Clasificación del Suelo Según SUCS:**

La clasificación de los suelos es un tema muy amplio que requiere de tiempo para un estudio completo y bien identificado, el SUCS es un análisis que se realiza con el fin de determinar y conocer el tipo de suelo en el cual se desarrolla la edificación; los suelos según SUSCS son:

Suelos granulares: En los suelos granulares está presente la grava y suelos gravosos, la arena y los suelos arenosos.

Suelos finos: En los suelos finos está presente los limos y las arcillas.

Por otro lado, para determinar cuan eficiente es la capacidad portante del suelo se elabora la prueba de penetración estándar (SPT).

**Prueba de Penetración Estándar (SPT):**

Es un ensayo que se hace en insitu, con la finalidad de determinar los parámetros del suelo (diseño geométrico) a través del golpeteo, el instrumento que mide su resistencia del suelo es tal y como se aprecia en la Figura 01.

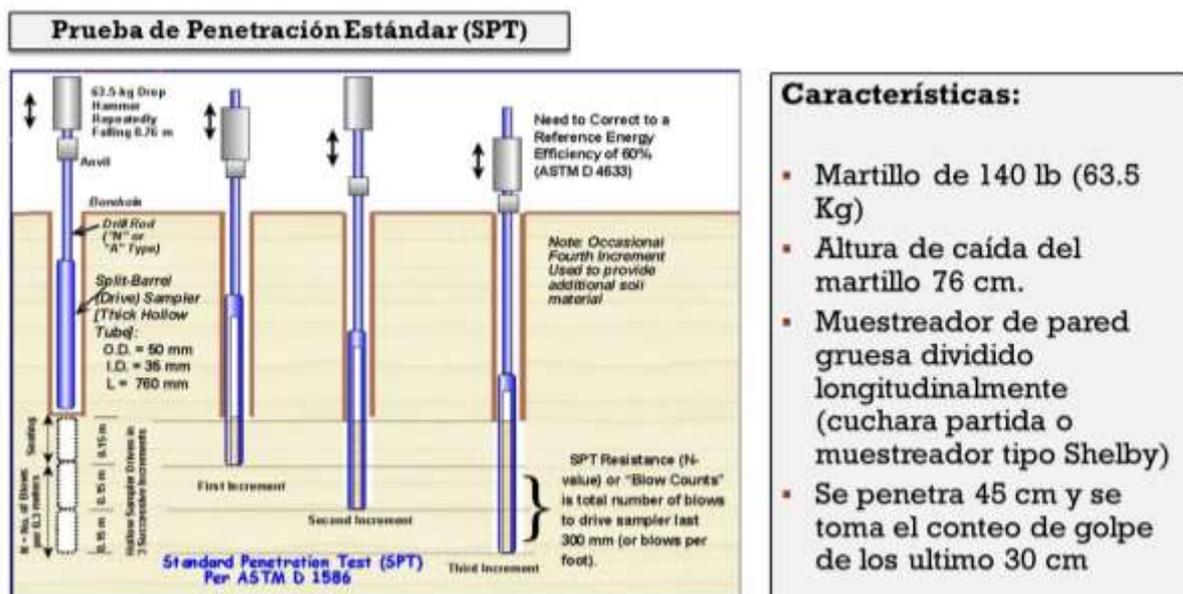


Figura 01. Prueba de penetración estándar.

**Suelos**

Desde el punto de vista de ingeniería civil el suelo es la superficie terrestre sobre el que se ejecutan una variedad de obras civiles, además está formado por una multiplicidad de rocas de diferente tamaño y diferentes capas o estratos, también se define como un agregado natural importante porque influye mucho en el diseño y la construcción de

edificios, es por ello, que hace un estudio para determinar sus características físicas, químicas y principalmente las características mecánicas.

Por otro lado, se encuentra diferentes tipos de suelo y son los siguientes:

- ✓ **Suelo gravoso:** Son partículas desglosadas de las rocas que tienen un diámetro mayor a dos milímetros, se encuentran en los lechos de los ríos.
- ✓ **Suelo arenoso:** Es un suelo formado por arena gruesa y media lo cual puede soportar estructuras con una determinada resistencia, además es resistente y adaptable para los cambios de temperatura y humedad.
- ✓ **Suelo arcilloso:** Son partículas sólidas menores a 0.005 mm y tiene la capacidad de volverse plástica al momento que esto es mezclado con agua.
- ✓ **Suelo limoso:** Son partículas con un diámetro comprendido entre 0.05mm y 0.005mm. A esto se le considera como suelos pobres para su construcción.

#### **Tipos y perfiles de suelo:**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en su capítulo 2, artículo 2.3 de condiciones geotécnicas, “los perfiles del suelo se clasifican en suelos granulares, en suelos cohesivos y en suelos heterogéneos (granulares y cohesivos)”.

**Suelos granulares:** son aquellos suelos que están constituidos principalmente por partículas gruesas o grandes y no tienden a unirse como es la grava y la arena. A estos también se le conoce como suelos no cohesivos.

**Suelos Cohesivos:** son aquellos suelos formados por pequeñas partículas además este contiene suficiente arcilla lo cual hace que las partículas se junten entre sí. Los suelos cuando presentan una alta cantidad de arcilla suelen ser más cohesivos, es así que generan menos probabilidades de derrumbes. Por otro lado, también existen suelos orgánicos que son esponjosos y no es recomendable ejecutar estructuras sobre ellos.

#### **Perfil del suelo:**

- a) **Tipo S0:** Roca Dura, son rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) mayor que 1500 m/s.
- b) **Tipo S1:** Roca O Suelo Muy Rígido, en este tipo de suelo están presentes aquellas rocas que tienen diferentes grados de facturación y los suelos muy rígidos tienen una velocidad de propagación de ondas de corte  $V_s$ , encontradas entre 500m/s y 1500 m/s.

- c) **Tipo S2:** Suelos Intermedios, son aquellos suelos que se encuentran en una velocidad de propagación de ondas de corte  $\bar{V}_s$ , entre los 180 m/s y 500m/s, que vienen hacer los suelos medianamente rígidos.
- d) **Tipo S3:** Suelos Blandos, vienen hacer los suelos flexibles que presentan una velocidad de propagación de ondas de corte ( $\bar{V}_s$ )  $\leq$  a 180 m/s.
- e) Tipo S4: Condiciones Excepcional, pertenecen los suelos excepcionalmente débiles o flexibles y aquellas zonas que presenta condiciones geológicas y topográficas desfavorables.

Estas clasificaciones se emplean para los 30 m superiores del perfil del suelo que se mide desde el fondo del nivel de cimentación. Este trabajo de investigación se basa en la comparación de deriva sísmica aplicados en el tipo de suelo, S1, S2 y S3, de acuerdo a la Norma E.030 - 2018.

**Deriva Sísmica de Entre Pisos:**

Se produce por las fuerzas horizontales en cada nivel. Es decir, la deriva es la diferencia del desplazamiento lateral que se da entre dos pisos dividido entre la altura de entre pisos de la estructura y así sucesivamente se puede calcular para **n** pisos.

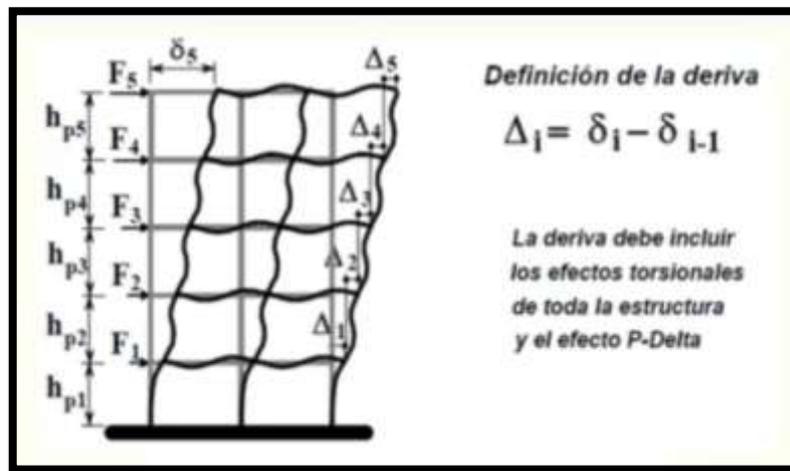


Figura 02. Deriva de entre pisos.

**Desplazamiento Lateral:**

Es la distancia que se produce en la estructura dependiendo de las fuerzas horizontales que se da en todos los niveles de cada piso. Con respecto a ello la E.030 menciona los desplazamientos laterales se obtienen al momento de multiplicar el 0,75 R con los resultados calculados del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas. Para

estructuras o edificios irregulares, los desplazamientos laterales se obtienen multiplicando el 0,85 R con los resultados conseguidos del análisis lineal elástico.

**Deriva Máxima Permisible:**

Según la Norma peruana en E.030 de Diseño Sismorresistente menciona que la deriva máxima debe ser de 7‰ para edificios de concreto armado y para estructuras de albañilería la distorsión máxima es de 5‰, en caso de que al momento de hacer su respectivo análisis este no cumpliera, saliese mayor a dichos parámetros es necesario colocarle mayor rigidez o añadir una placa. Así mismo, se observa la tabla de distorsión según el RNE plasmado en su artículo 5 y numeral 5.2 de desplazamientos Laterales Relativos Admisibles. Pero la investigación se realizará con el material predominante de concreto armado, donde su deriva máxima será de 0.007.

<b>Tabla N° 11</b>	
<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>( <math>\Delta_i / h_{ei}</math> )</b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE - 2018)

**Sismicidad:** Los sismos son eventos que ocurren frecuentemente y en especial nuestro país que se encuentra en una zonificación sísmica cuyas ocurrencias viajan con una sola magnitud, pero con diferentes intensidades, además estos sismos se originan en la parte interna de la tierra en un punto llamado Hipocentro, al respecto ZELAYA (2011. p, 9) los eventos sísmicos, son movimientos que se produce en la corteza terrestre y se originan por una rápida liberación de la energía, se representa con un punto en el interior de la tierra denominado (Hipocentro).

**Análisis Estático:** Es el análisis estructural que conocemos aplicando el **ZUCS** del RNE, así mismo este estudio determina la Cortante basal ( $V_b$ ) mediante la reducción de fuerzas sísmicas ( $R$ ), donde el  $R$ , depende de la irregularidad de planta ( $I_p$ ), la irregularidad de altura ( $I_a$ ) y el coeficiente básico de reducción ( $R_o$ ) de la siguiente tabla.

<b>Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	<b>3</b>
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	<b>7</b>

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE - 2018)

**Fuerza Cortante Basal:** Según Herrera, Vielma y Ugel (2012, p. 52) Es la fuerza de reacciones que siempre está presente en el análisis estático estructural de todos los edificios sometidos a dicho cálculo y esta cortante se encuentra en la base de la estructura. La cortante basal ( $V_b$ ) se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

**Donde:**

**Z** = Zona de ubicación

**U** = Uso

**C** = Factor de amplificación sísmica.

**S** = Factor de amplificación del suelo (Tipo de suelo)

**R** = Reducción de fuerzas sísmicas

**P** = Peso total de la estructura.

**Zona de ubicación (Z)** = Es el lugar donde se construirá o se realizará el estudio del edificio en este caso el tema de investigación menciona la ciudad de Lima, por lo tanto, Lima se encuentra en la Zona 4 (Z4), donde existe más movimientos sísmicos y su factor de zona “Z” es **0.45**.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE - 2018)

**Factor de uso (U)** = comprende el tipo de categoría de la edificación, donde cada categoría tiene su propio factor de uso como:

- ✓ **Categoría A**= Edificaciones Esenciales, puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, centrales de comunicación, almacenes de información del Estado entre otras, en otras palabras, se refiere a todas las edificaciones que puedan servir de refugio después de la ocurrencia de un desastre. Cuyo factor de uso es (U= 1.5)
- ✓ **Categoría B** = Edificaciones Importantes, son aquellos edificios que se construyen con el fin de que las personas se reúnan en gran cantidad como son los museos, cines, teatros, estadios, coliseos, y otros proyectos importantes de categorías altas. Cuyo factor de uso es (U= 1.3).
- ✓ **Categoría C** = Edificaciones Comunes, son las edificaciones como: las viviendas unifamiliares, multifamiliares, oficinas, hoteles, restaurantes, donde los peligros de incendio son pocos frecuentes. Cuyo factor de uso es (U= 1).
- ✓ **Categoría D** = Edificaciones Temporales, son todas aquellas edificaciones como su propio nombre lo dice que son provisionales como. Casetas y depósitos temporales. Cuyo factor de uso es (criterio del proyectista).

**Factor de amplificación del tipo de suelo (S)** = Es un factor que varía de acuerdo a las condiciones locales y según la zona de ubicación, por otro lado también comprende los periodos  $T_p$  (Período que define la plataforma del factor C) y  $T_L$  (Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante), además influye mucho para la realización del diseño sismorresistente.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE - 2018)

**Factor de amplificación sísmica (C) =**

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

**Reducción de fuerzas sísmicas (R)** = Depende de la Irregularidad en planta (Ip) y la Irregularidad en altura (Ia).

**Peso total de la estructura (P)** = Es la masa calculada mediante el metrado de cargas de todo el plano (edificio).

**Análisis Dinámico:** Es un método importante para el diseño estructural porque permite adquirir la respuesta de la estructura para cualquier tipo de excitación, en otras palabras, el análisis dinámico es el análisis de las vibraciones u oscilaciones que puede sufrir una estructura antes fuerzas externas como son las fuerzas sísmicas que provocan desplazamientos, velocidades y aceleraciones por lo tanto este análisis viene siendo una solución práctica que comprende en determinar el periodo de vibración de la estructura además para su evaluación se puede hacer uso de softwares calificados como el software ETABS, SAP 2000, entre otros.

Tal y como menciona TORRES, (2009, 41.p) El principal objetivo de la dinámica estructural se encarga en realizar el análisis de estructuras bajo cargas dinámicas, es decir, estas cargas varían en el tiempo. Aunque en su mayoría las edificaciones se diseñan considerando solamente cargas estáticas, pero en algunas ocasiones se realiza bajo las consideraciones de las cargas tanto estáticas como dinámicas.

El Análisis Sísmico Dinámico comprende el análisis modal espectral.

**Análisis Modal:** es la estructura sin fuerzas, quiere decir que la estructura oscila con su propio peso.

Este análisis determina el tiempo de vibración y el número de modos de la estructura, que a partir de ello se puede concretar si la estructura es flexible, rígida y óptima.

**Análisis Espectral:** es la estructura con fuerzas sísmicas de diseño y para su análisis de las fuerzas en la dirección horizontal interviene la siguiente formula:

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

**Problema General:** ¿En qué medida los tipos de suelo influyen en la verificación de derivas sísmicas de un edificio Multifamiliar según la Norma E.030, Lima – 2019?

**Problemas Específicos:** ¿En qué medida los tipos de suelo influyen en la verificación de las derivas resultantes del análisis sísmico estático de un edificio Multifamiliar según la Norma E.030, Lima – 2019?

¿En qué medida los tipos de suelo influyen en la verificación de las derivas resultantes del análisis sísmico dinámico de un edificio Multifamiliar según la Norma E.030, Lima – 2019?

¿En qué medida los tipos de suelo influyen en la respuesta estructural de un edificio Multifamiliar según la Norma E.030, Lima – 2019?

En este trabajo de investigación se desarrolla la siguiente **justificación**.

Primero se puntualiza a la ciudad de Lima, sabiendo que Lima se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica según la Norma E.030, se ubica en la zona 4 (Z4), donde los movimientos telúricos ocurren continuamente, pero varían de magnitud, de intensidad y profundidad. Es así que uno no sabe cuándo y en qué momento se producirán estos sismos, además las construcciones están expuestas a esperar otros eventos sísmicos de diferentes magnitudes ya sea con baja o alta intensidad. Ante lo expuesto, es necesario un estudio previo sobre sismicidad y estructural.

La finalidad de esta investigación es conocer a profundidad el tema para poder determinar el estudio sobre la deriva sísmica que se produce en los entre pisos del edificio, por ello es importante conocer los parámetros que establece la Norma E.030 para su estudio de la

influencia de los tipos de suelo S1, S2 y S3 en la deriva sísmica de dicho Edificio. Además, se realizará una simulación con el software ETABS - 2017.

Por otro lado, se generará mayor seguridad en la ejecución de las viviendas, también se disminuirá posibles colapsos ante movimientos sísmico por lo tanto será de gran ayuda y a la vez beneficioso para la sociedad.

Los objetivos de esta investigación son los siguientes:

**Objetivo General:** Determinar la influencia de los tipos de suelo en la verificación de derivas sísmicas según la Norma E.030 en un edificio Multifamiliar, Lima – 2019

**Objetivos específicos:** Determinar la influencia de los tipos de suelo en la verificación de las derivas resultantes del análisis sísmico estático según la Norma E.030 en un edificio Multifamiliar, Lima – 2019.

Determinar la influencia de los tipos de suelo en la verificación de las derivas resultantes del análisis sísmico dinámico según la Norma E.030 en un edificio Multifamiliar, Lima – 2019.

Determinar la influencia de los tipos de suelo en la respuesta estructural según la Norma E.030 en un edificio Multifamiliar, Lima – 2019.

**La hipótesis que sostiene esta investigación es:** Los tres tipos de suelo s1 s2 y S3 influyen de manera positiva en la verificación de la deriva sísmica del edificio multifamiliar de 7 niveles. De acuerdo a los tipos de suelos ya mencionados la distorsión producida en los entre pisos está dentro de los parámetros que establece la Norma peruana de diseño sismoresistente E.030.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de Investigación**

#### **2.1.1. Tipo de Investigación de acuerdo al fin:**

##### **Aplicada**

Esta investigación de acuerdo al fin es aplicada, porque se investiga acerca del tema y se usa la información realizada por otros autores como antecedentes, bases teóricas, normas, entre otros.

De acuerdo con Vargas (2009, p. 159), en su revista menciona, La investigación aplicada es la utilización de los conocimientos puestos en la práctica, para usarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad, además se adquiere nuevas nociones que enriquecen y fortalecen la disciplina, asimismo la investigación aplicada posee el propósito de hacer un uso inmediato del conocimiento ya existente.

#### **2.1.2. Tipo de Investigación de acuerdo al nivel**

##### **Investigación Explicativa Causal Correlacional:**

Esta investigación de acuerdo al nivel es Explicativa causal correlacional o bivariada; porque relaciona la causa y el efecto del problema entre variables y determina porque influye la variable en una determinada situación, hecho o fenómeno, ya que se encarga de analizar cómo influye los tipos de suelos en la deriva sísmica de un edificio.

Para Bernal (2010, p. 115), en su libro metodología de la investigación menciona, La investigación explicativa tiene como soporte la prueba de la hipótesis y busca que las conclusiones lleven al principio científico, además su interés se basa en llegar a explicar por qué se relaciona dos o más variables.

#### **2.1.3. Tipo de Investigación de acuerdo al diseño metodológico:**

##### **Investigación No Experimental**

Esta investigación de acuerdo al diseño metodológico es no experimental porque solo se encarga de investigar acerca del tema propuesto, por otro lado, no realiza ninguna prueba en el laboratorio. Además, la variable se estudia bajo los parámetros especificados en la norma y reglamentos para luego ser analizados y llegar a una conclusión.

Al respecto Sampieri, Collado, y Lucio (2010, p. 149), en su libro metodología de la investigación aclara, La Investigación no experimental es observar fenómenos del contexto para analizarlos, cuyos estudios se realizan sin la manipulación de la variable

independiente, es decir no se puede influir sobre ellas porque ya sucedieron. Al igual que sus efectos.

**De corte transversal:** Porque el tema de investigación se basa en recaudar la información en un solo momento.

En sentido de Sampieri, Collado, y Lucio (2010, p. 503), en su libro metodología de la investigación menciona, La investigación de corte transversal consiste en realizar los estudios en un solo momento, es decir esta investigación no procesa información a largo tiempo.

#### **2.1.4. Tipo de Investigación de acuerdo al enfoque:**

##### **Enfoque Cuantitativo:**

Esta investigación de acuerdo al enfoque, es cuantitativo porque se basa en realización de análisis numéricos de la variable en estudio.

Al respecto Sampieri, Collado, y Lucio (2010, p. 4) aclara, para el enfoque cuantitativo se utiliza una recolección y un análisis de datos en cuanto a las variables en estudio para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, de esa forma precisar los patrones de comportamiento y probar las teorías. La recolección de los datos se fundamenta en la medición y el análisis en procedimientos estadísticos.

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

##### **Unidad de análisis**

Un edificio de siete niveles

##### **Población**

La población de esta investigación es todos los edificios multifamiliares de siete niveles y los suelos S1, S2 y S3.

##### **Muestra**

Según Sampieri, Collado, y Lucio (2010, p. 173) asegura, La muestra es un subgrupo de toda la población que a través de ello se recolecta los datos y que se tiene que definirse con suma precisión además viene siendo la parte representativa del total de la población.

Por tanto, para mi trabajo de investigación tome una muestra de un solo y único edificio del Distrito de San Borja y se sometió al análisis de derivas en los suelos S1, S2 y S3.

## Muestreo

Muestreo no probabilístico intencional

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 2.3.1. Técnica

Esta investigación está avalada por la técnica de recolección de datos, es decir se buscó información sobre el tema para poder realizar:

- La modelación estructural y su respectivo análisis en este tema es **observar** el nivel de verificación de la deriva sísmica de un edificio de 7 niveles.

#### 2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento es un elemento o un recurso importante cuya función es registrar o medir la información que el investigador desee conocer; en este trabajo de investigación los instrumentos que se usó para la recolección de datos fueron:

- Información documentada en la Norma peruana RNE (E.030).
- Usó del software ETABS versión – 2017
- Usó del Microsoft Excel

#### 2.3.3. Validez

En sentido de Blanco & Alvarado (2005, p. 543) aclara que la validez es la exactitud que mide la variable en estudio, mediante un instrumento.

El instrumento ha sido validado bajo la técnica de **Juicio de Expertos**, porque se acudió a la recolección de datos de **cuatro** expertos en el campo estructural. Para ello se utilizó una matriz que refleja la validación del instrumento que se empleó para la obtención de datos. Cuya validación se presenta en el **anexo 2** de la investigación. Para medir el instrumento:

Se tiene 8 ítems con su valorización y puntuación de 1 - 5

N°	ITEMS
1	S1: Roca o suelo muy rígido
2	S2: Suelos intermedios
3	S3: Suelo blando
4	Deriva > 7 ‰
5	Deriva < 7 ‰
6	Parametros de diseño
7	Desplazamientos
8	Cortante minima del edificio

<b>Valorización:</b>	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
<b>Puntuación:</b>	1	2	3	4	5

Escala para la validación

<b>ESCALA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO</b>			
NO VALIDO	MODIFICAR	MEJORAR	APLICAR
[ 0 - 10 >	[ 10 - 20 >	[ 20 - 30 >	[ 30 - 40 ]

**Tabla N° 01:** de resultados por validacion por juicio de expertos

ESPECIALISTA		ITEMS								TOTAL	ESTADO
		IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8		
<b>E 1</b>	Mg. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>32</b>	APLICAR
<b>E 2</b>	Mg. Ing. Bendezu Romero, Lenin Miguel	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>32</b>	APLICAR
<b>E 3</b>	Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo	5	5	3	4	3	4	3	3	<b>30</b>	MEJORAR
<b>E 4</b>	Mg. Ing. Alarco Gutierrez, Luis Reynaldo	4	5	5	5	5	4	4	4	<b>36</b>	APLICAR

Fuente: Propia

**TABLA N° 02:** Resultados por valicion de juicio de expertos

ESPECIALISTA	ÍTEMS								TOTAL
	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	
<b>E 1</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>32</b>
<b>E 2</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>32</b>
<b>E 3</b>	5	5	3	4	3	4	3	3	<b>30</b>
<b>E 4</b>	4	5	5	5	5	4	4	4	<b>36</b>
<b>VARIANZA</b>	0.250	0.333	0.667	0.250	0.667	0.000	0.250	0.250	<b>6.333</b>

Fuente: Propia

El alfa de **Cronbach** se valida mediante la siguiente escala

[ 0 - 0.53 ]	Validez Nula
[ 0.54 - 0.59 ]	Validez baja
[ 0.60 - 0.65 ]	Válida
[ 0.66 - 0.71 ]	Muy válida
[ 0.72 - 0.99 ]	Excelente validez
1	Validez perfecta

$$\sum s_i^2 = 2.667$$

$$S_t^2 = 6.333$$

$$K = 8$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{k}{k-1} * \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{S_r^2} \right) = \mathbf{0.66} \quad \mathbf{Muy\ válida}$$

Después de obtener los resultados mediante el alfa de **Cronbach**, tal y como se observa en el  $\alpha =$  es (Muy válido) la medición del instrumento por lo tanto es aplicable para este tipo de investigación.

#### 2.3.4. Confiabilidad

La **confiabilidad** es la capacidad de precisión que tiene un instrumento para poder medir y obtener resultados que garanticen con exactitud la medición realizada. Asimismo, decimos para este caso se tomó como instrumento al software ETABS versión – 2017., cuyo programa fue creada por CSI (Computer & Structures. INC Spain) con el objetivo de crear e innovar grandes proyectos para su evaluación estructural aplicado en dicho Instrumento. Por otro lado, el programa viene siendo validado, además se conoce que se ha empleado en diferentes estudios tanto, así como en tesis y proyectos reales que garantizas resultados de confianza.

#### 2.4. Procedimiento

Consiste en realizar lo siguiente:

- Indagar o buscar información acerca del tema que se desea estudiar.
- Recurrir a la información que brinda las Norma peruanas como el RNE y principalmente en la E.030; del diseño sismorresistente.
- Cálculo y modelamiento del edificio bajo la aplicación normativa.
- Análisis y verificación de los resultados obtenidos del paso anterior.

#### 2.5. Método de análisis de datos

- Para determinar el análisis o estudio de los datos se usó la técnica o método cuantitavo porque se genera y representa los datos de forma numérica aplicados en el Software Etabs V. - 2017 y el Microsoft Excel

- Se utilizó formulas o datos que establece la norma para evaluar su diseño estructural y verificar si la deriva sísmica del edificio está dentro de los parámetros que establece la normativa.

## **2.6. Aspectos éticos**

Con respecto al tema en estudio: el trabajo de investigación científica se realizó con el propósito de adquirir nuevas nociones; así mismo aclaro que dicha investigación tiene compromiso con el tema de veracidad y honestidad, es decir la investigación se realizó por el autor y a su vez fue evaluada con el programa Turnitin. Pero del mismo modo cabe recalcar que se utilizó información de libros, normas y tesis para el desarrollo de las bases teóricas que por ende estas amparan la investigación, cuya información adquirida de investigaciones anteriores se describe la fuente en la referencia bibliográfica de dicho trabajo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Memoria Descriptiva

Ubicación: El edificio se encuentra localizado en el departamento de Lima, Provincia de Lima y distrito de San Borja



Figura 03. Ubicación del edificio, Vivienda Multifamiliar

##### 3.1.1. Distribución:

La edificación cuenta con: 6 niveles y 1 semisótano

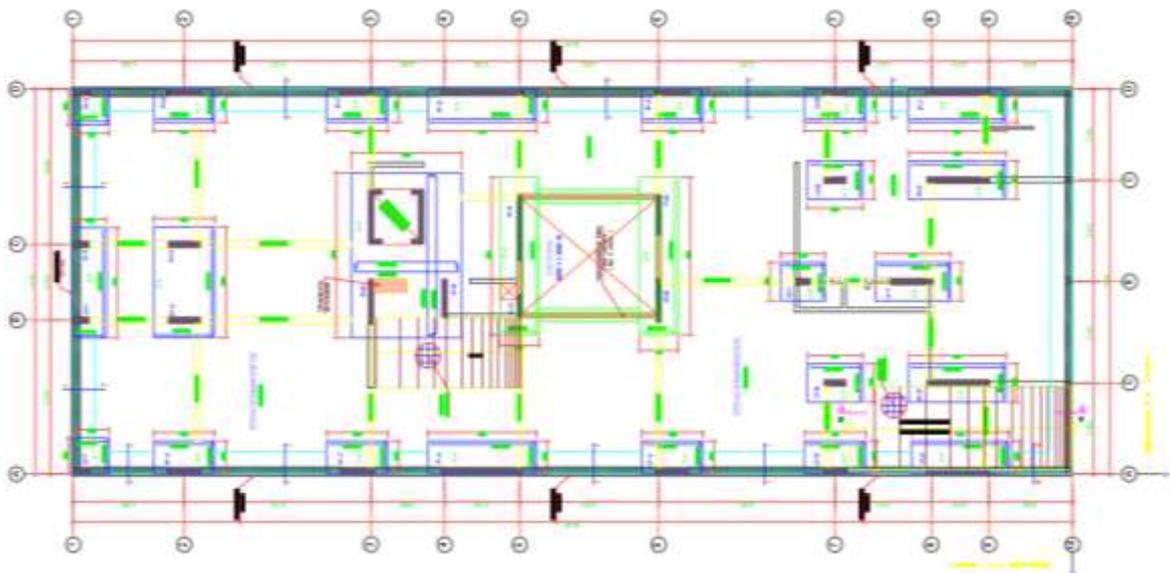
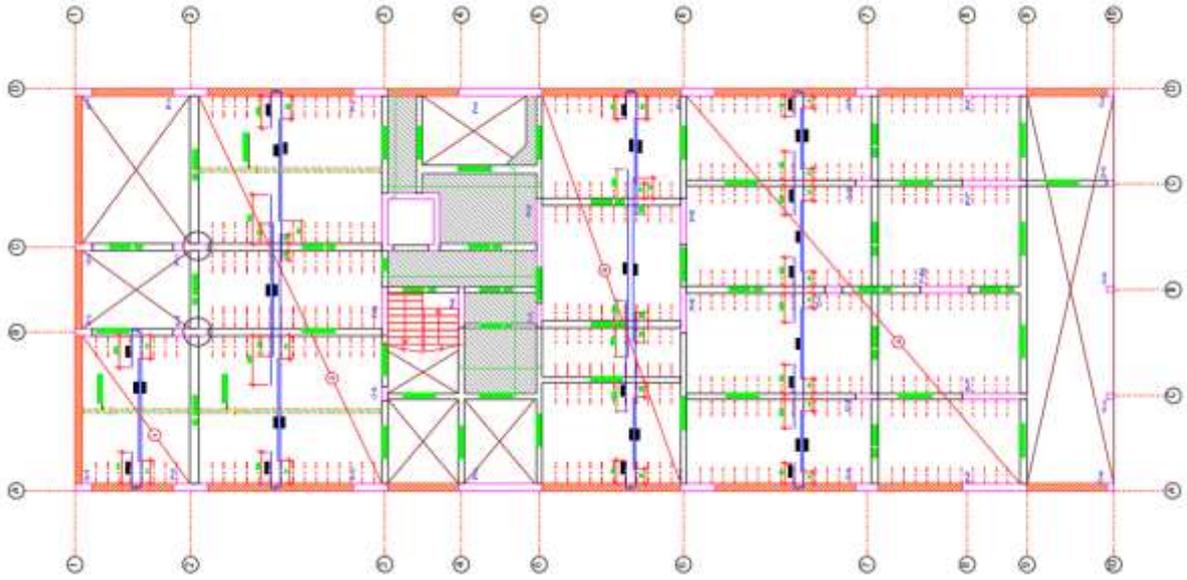
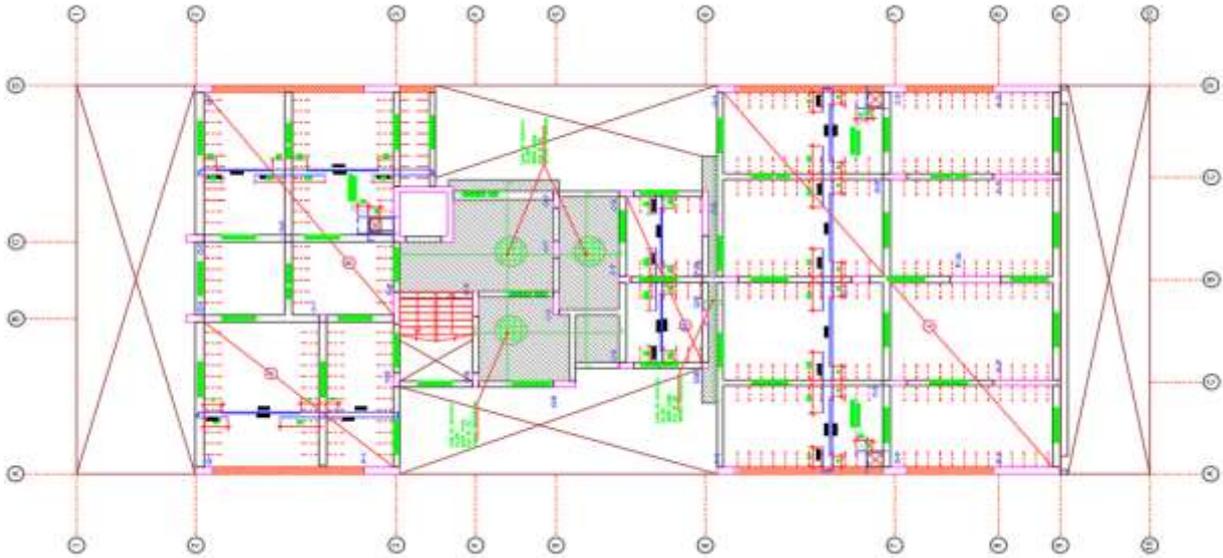


Figura 03.1: Plano de distribución en planta



*Figura 03.2:* Plano de planta del semisótano



*Figura 03.3:* Plano de planta típica del 1° - 6° piso

### 3.1.2. Descripción de las losas:

- ✓ Semisótano:  
Losa típica de aligerado – 1:  $e = 25 \text{ cm}$
- ✓ Del 1° - 6° Piso:  
Losa típica de aligerado – 2:  $e = 20 \text{ cm}$
- ✓ Losa maciza:  $e = 0.20 \text{ m}$
- ✓ Losa maciza:  $e = 0.25 \text{ m}$

### 3.1.3. Descripción de la geometría vigas

- ✓ Viga principal:  
VC-01 =  $0.30 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}$
- ✓ Viga secundaria:  
VC-02 =  $0.25 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$
- ✓ Viga solera:  
VS =  $0.20 \text{ m} \times 0.20 \text{ m}$

### 3.1.3. Descripción de la geometría columnas

- ✓ Del semisótano – 6° Piso:
  - C-01 =  $0.65 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$
  - C-02 =  $0.50 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$
  - C-03 =  $0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m}$
  - C – 04 =  $0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$

### 3.1.3. Descripción de la geometría en muros

- ✓ M – 01:  $e = 0.20 \text{ m}$
- ✓ M – 02:  $e = 0.25 \text{ m}$

Después, de haber culminado con la modelación y su respectivo análisis de la edificación; se procede a realizar las verificaciones de las derivas de los entre pisos tal y como se menciona en el objetivo del trabajo de investigación.

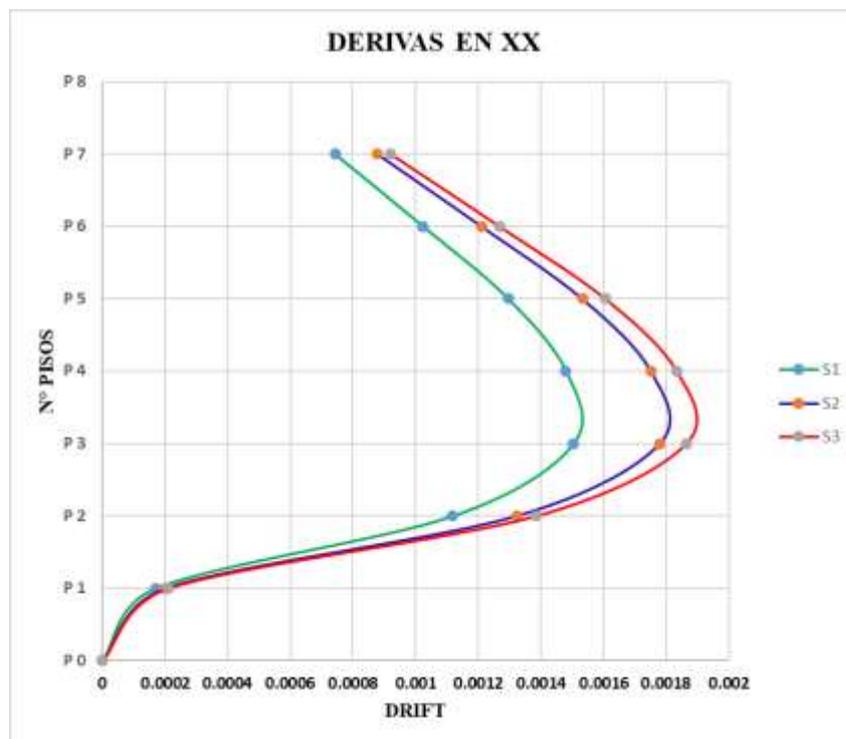
### 3.2. Derivas sísmicas del edificio

#### 3.2.1. Para su análisis estático

Para: X

**Tabla 03:** Derivas en x

NIVEL	DRIFT		
	S1	S2	S3
P 7	0.000743	0.000879	0.000921
P 6	0.001024	0.001212	0.001269
P 5	0.001296	0.001534	0.001607
P 4	0.00148	0.001753	0.001835
P 3	0.001504	0.001781	0.001865
P 2	0.001118	0.001323	0.001386
P 1	0.000169	0.0002	0.00021



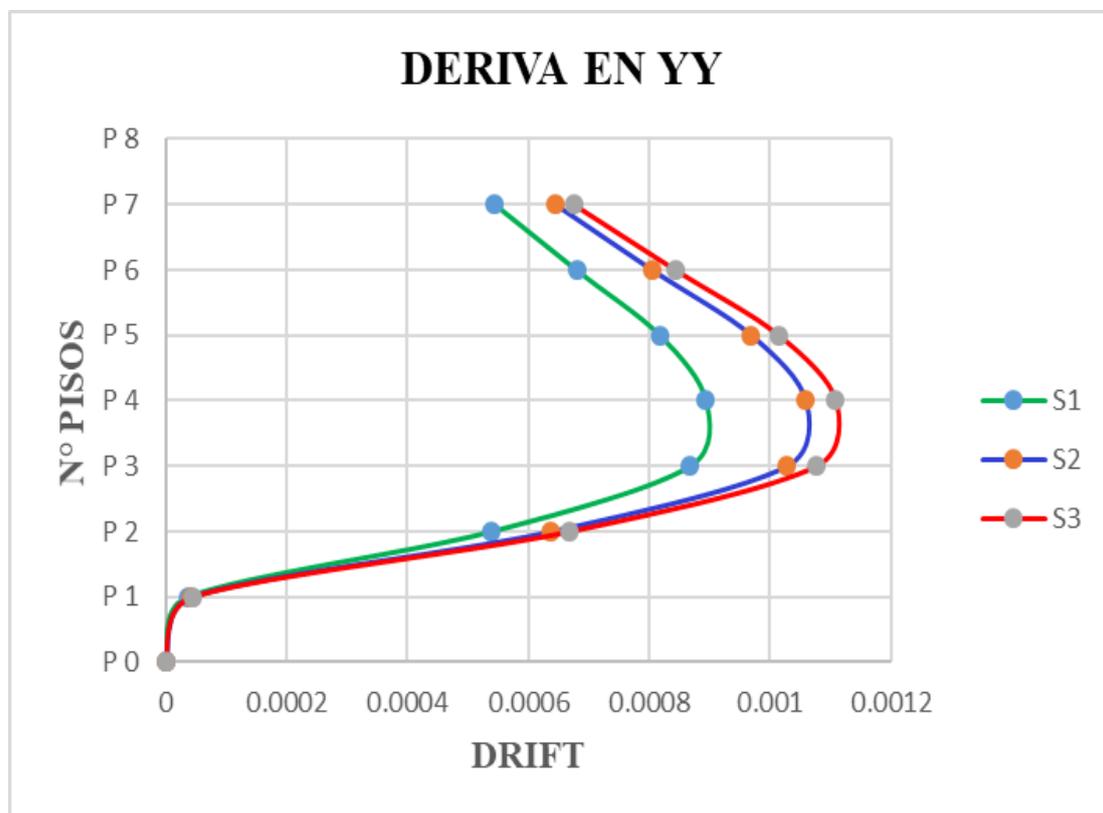
*Gráfica N° 01:* Drift static in S1, S2 y S3

Las derivas son números adimensionales y tanto para el S1, S2 & S3 tal y como se observa en la gráfica para el eje en dirección X, está dentro del margen que fija la norma (tabla 11), para la evaluación de cada edificio.

## PARA Y

**Tabla 04:** Derivas en Y

NIVEL	DRIFT		
	S1	S2	S3
P 7	0.000545	0.000645	0.000676
P 6	0.00068	0.000805	0.000844
P 5	0.000818	0.000969	0.001015
P 4	0.000894	0.001059	0.001109
P 3	0.000867	0.001027	0.001076
P 2	0.000538	0.000637	0.000668
P 1	0.000036	0.000043	0.000045



*Gráfica N° 02:* Drift static in S1, S2 y S3

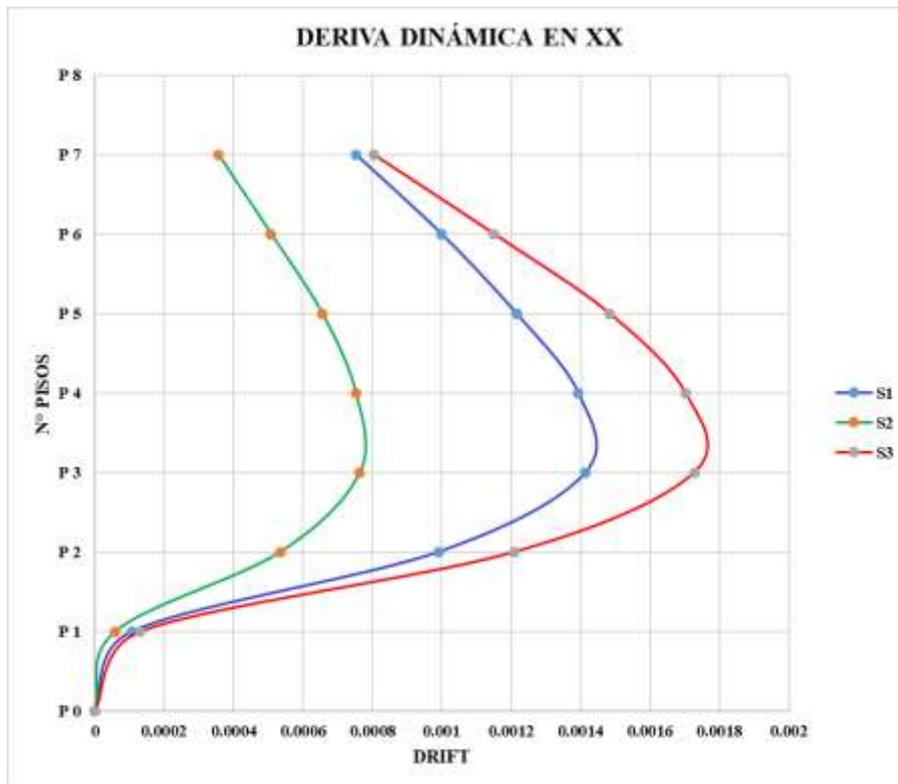
Las derivas son números adimensionales y tanto para el S1, S2 & S3 tal y como se observa en la gráfica para el eje en dirección Y, está dentro del margen que fija la norma (tabla 11), para la evaluación de cada edificio.

### 3.2.2. Para su análisis dinámico

PARA X

**Tabla 05:** Derivas en X

NIVEL	DRIFT		
	S1	S2	S3
P 7	0.000753	0.000355	0.000803
P 6	0.001000	0.000508	0.001151
P 5	0.001216	0.000655	0.001484
P 4	0.001394	0.000752	0.001703
P 3	0.001415	0.000763	0.001728
P 2	0.000991	0.000534	0.00121
P 1	0.000108	0.000058	0.000131

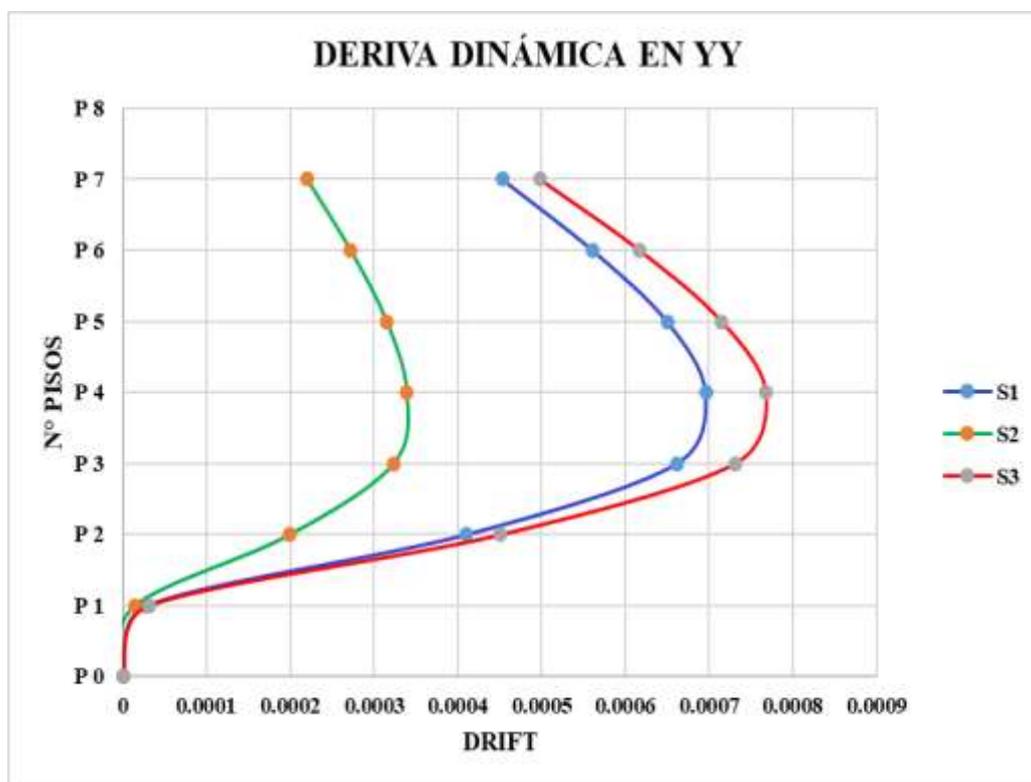


Gráfica N° 03: Drift dynamics in S1, S2 y S3

Las derivas son números adimensionales y tanto para el S1, S2 & S3 tal y como se observa en la gráfica para el eje en dirección X, está dentro del margen que fija la norma (tabla 11), para la evaluación de cada edificio.

**Tabla 06:** Derivas en Y

NIVEL	DRIFT		
	S1	S2	S3
P 7	0.000453	0.00022	0.000498
P 6	0.000561	0.000272	0.000617
P 5	0.00065	0.000315	0.000715
P 4	0.000696	0.000339	0.000768
P 3	0.000662	0.000323	0.000731
P 2	0.00041	0.000199	0.000451
P 1	0.000028	0.000014	0.000031



*Gráfica N° 04:* Drift dynamics in S1, S2 y S3

Las derivas son números adimensionales y tanto para el S1, S2 & S3 tal y como se observa en la gráfica para el eje en dirección Y, está dentro del margen que fija la norma (tabla 11), para la evaluación de cada edificio.

### 3.3. Análisis estático

#### 3.3.1. Cortante basal

Es una fuerza o una reacción que se origina en la estructura cuando está sometida principalmente a fuerzas como del sismo, viento y fuerzas vertical, encontrándose en la base del edificio.

- **Zona:** El edificio multifamiliar está situado en San Borja – Lima, donde,  $Z = 0.45$ .
- **Categoría y uso de la edificación:** Como el edificio es una vivienda entonces según la tabla N° 5 del RNE se encuentra en la categoría C de Edificios Comunes, cuyo  $C = 1.0$ .
- **Factor de amplificación sísmica:** Para el S1, el  $C = 2.22$ , para S2 , el  $C = 2.50$  y para S3, el  $C = 2.50$
- **Suelo:** Este edificio se tomó como prototipo porque se evaluará en 3 lugares así que para ello clasifico al suelo como S1, S2 y S3, donde  $S1 = 1.00$ ;  $S2 = 1.05$  y finalmente en  $S3 = 1.10$ .
- **Factor de reducción:** Se determina de las siguientes tablas N° 7, N° 8 y N° 9
  - Sistema estructural tabla N° 7:  $R_o = 7$
  - Irregularidad en altura ( $I_a$ ) = 0.90
  - Irregularidad en planta ( $I_p$ ) = 0.85

Por lo tanto, el coeficiente de reducción ( $R = 5.36$ )

### 3.1.2. Derivas del edificio con el S1: Roca o suelo muy rígido

Derivas con respecto al eje X: el edificio fue simulado en el software ETABS, lo cual nos proporciona los siguientes resultados que se muestran en la siguiente figura.

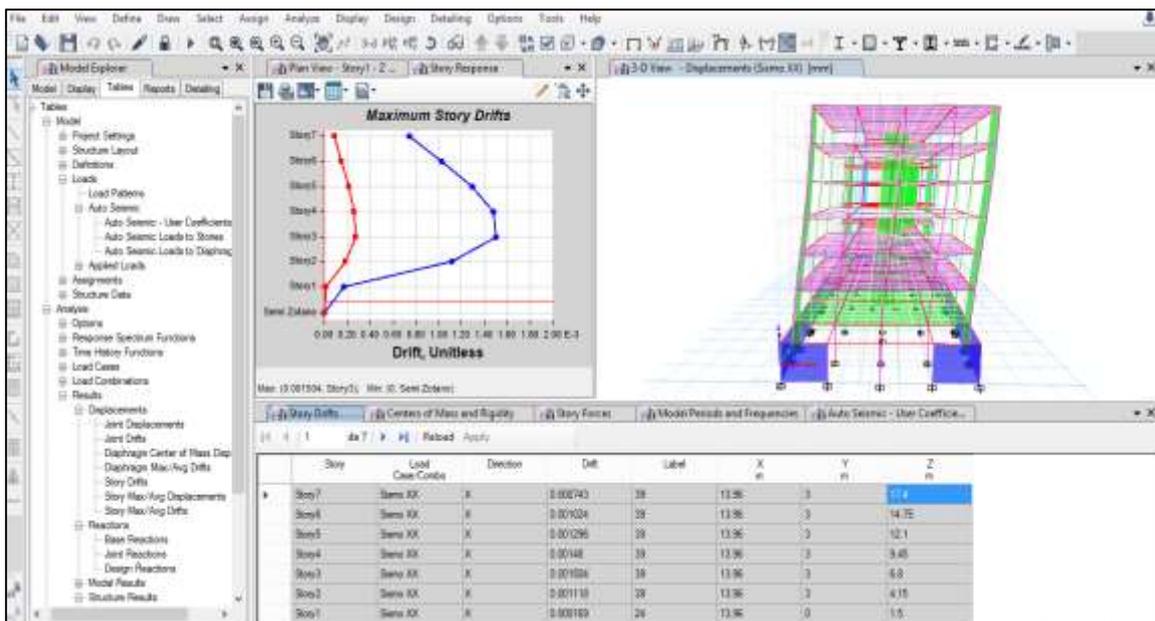


Figura N° 03.1.2.1: Derivas en dirección XX con el S1

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo XX	X	0.000743	39	13.96	3	17.4
Story6	Sismo XX	X	0.001024	39	13.96	3	14.75
Story5	Sismo XX	X	0.001296	39	13.96	3	12.1
Story4	Sismo XX	X	0.00148	39	13.96	3	9.45
Story3	Sismo XX	X	0.001504	39	13.96	3	6.8
Story2	Sismo XX	X	0.001118	39	13.96	3	4.15
Story1	Sismo XX	X	0.000169	24	13.96	0	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entresijos que establece la norma E.030.

Derivas con respecto al eje Y:

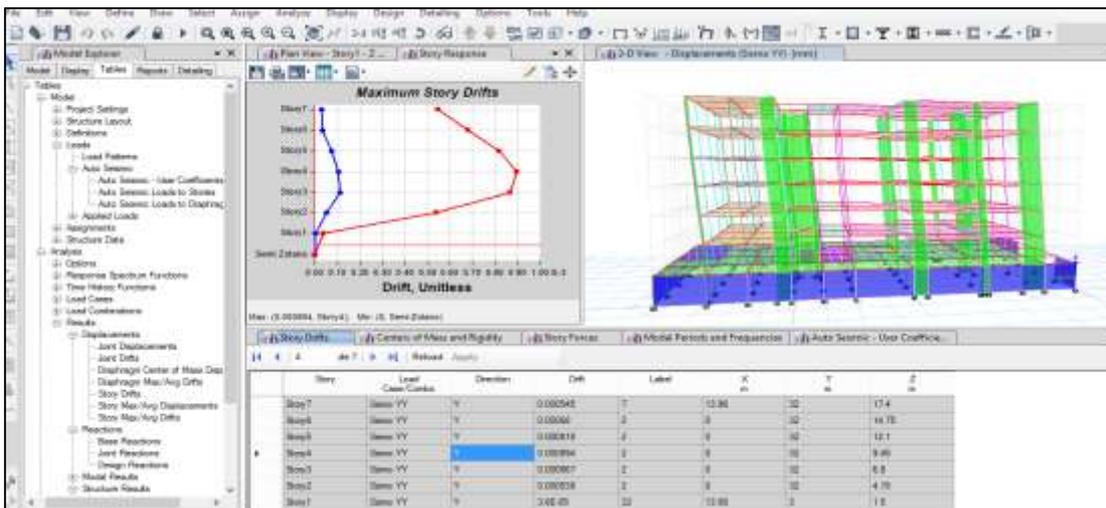


Figura N° 03.1.2.2: Derivas en dirección YY con el S1

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo YY	Y	0.000545	7	13.96	32	17.4
Story6	Sismo YY	Y	0.00068	2	0	32	14.75
Story5	Sismo YY	Y	0.000818	2	0	32	12.1
Story4	Sismo YY	Y	0.000894	2	0	32	9.45
Story3	Sismo YY	Y	0.000867	2	0	32	6.8
Story2	Sismo YY	Y	0.000538	2	0	32	4.15
Story1	Sismo YY	Y	3.6E-05	32	13.98	3	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entresijos que establece la norma E.030.

### 3.1.3. Derivas del edificio con el S2: Suelo Intermedio

Derivas con respecto al eje X:

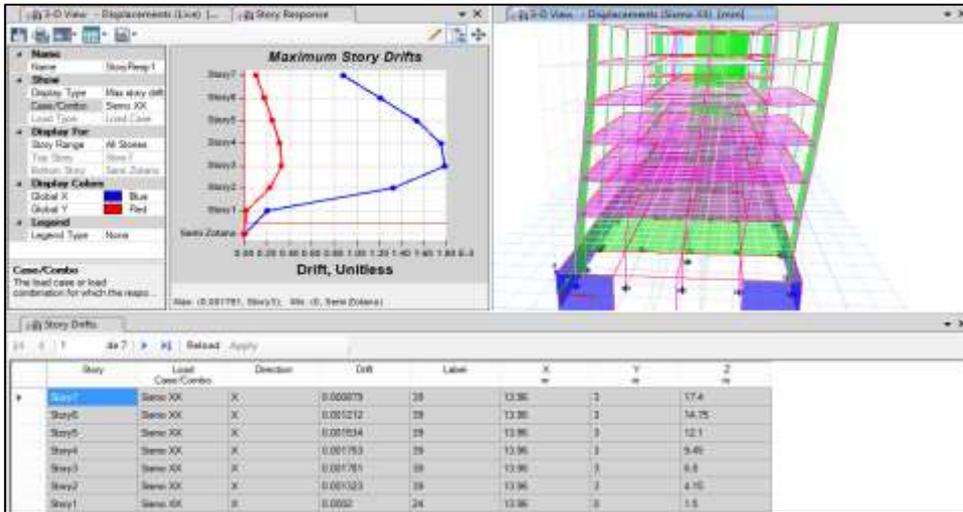


Figura N° 03.1.3.1: Derivas en dirección XX con el S2

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story7	Sismo XX	X	0.000879	39	13.96	3	17.4
Story6	Sismo XX	X	0.001212	39	13.96	3	14.75
Story5	Sismo XX	X	0.001534	39	13.96	3	12.1
Story4	Sismo XX	X	0.001753	39	13.96	3	9.45
Story3	Sismo XX	X	0.001781	39	13.96	3	6.8
Story2	Sismo XX	X	0.001323	39	13.96	3	4.15
Story1	Sismo XX	X	0.0002	24	13.96	0	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entresijos que establece la norma E.030.

Derivas con respecto al eje Y:

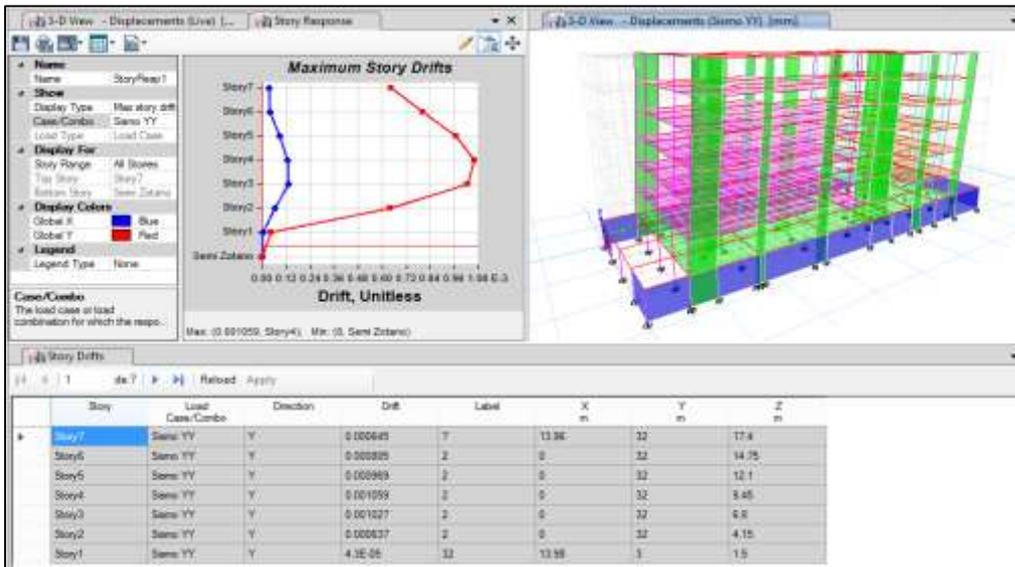


Figura N° 03.1.3.2: Derivas en dirección YY con el S2

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo YY	Y	0.000645	7	13.96	32	17.4
Story6	Sismo YY	Y	0.000805	2	0	32	14.75
Story5	Sismo YY	Y	0.000969	2	0	32	12.1
Story4	Sismo YY	Y	0.001058	2	0	32	9.45
Story3	Sismo YY	Y	0.001027	2	0	32	6.8
Story2	Sismo YY	Y	0.000637	2	0	32	4.15
Story1	Sismo YY	Y	4.3E-05	32	13.96	3	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entresijos que establece la norma E.030.

### 3.1.4. Derivas del edificio con el S3: Suelo blando

Derivas con respecto al eje X:

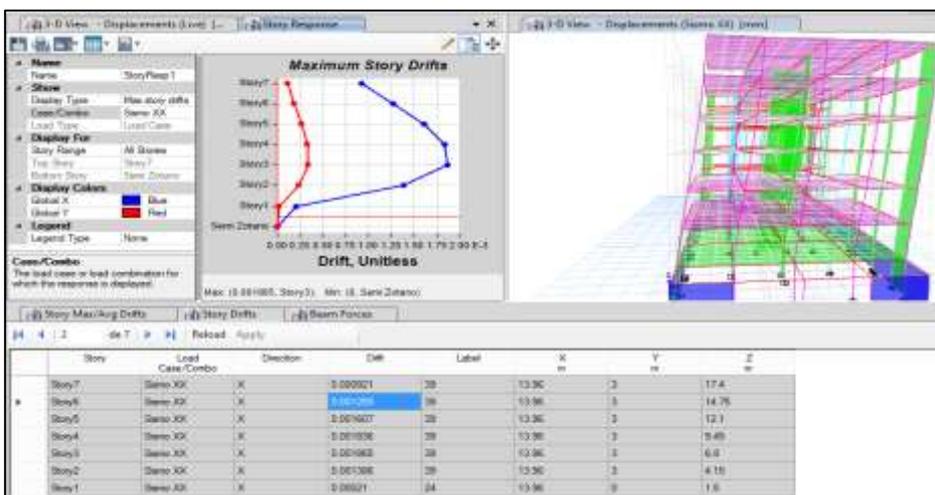


Figura N° 03.1.4.1: Derivas en dirección XX con el S3

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo XX	X	0.000921	35	13.96	3	17.4
Story6	Sismo XX	X	0.001269	35	13.96	3	14.75
Story5	Sismo XX	X	0.001607	35	13.96	3	12.1
Story4	Sismo XX	X	0.001836	35	13.96	3	9.45
Story3	Sismo XX	X	0.001865	35	13.96	3	6.8
Story2	Sismo XX	X	0.001386	35	13.96	3	4.15
Story1	Sismo XX	X	0.00021	24	13.96	0	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entresijos que establece la norma E.030.

Derivas con respecto al eje Y:

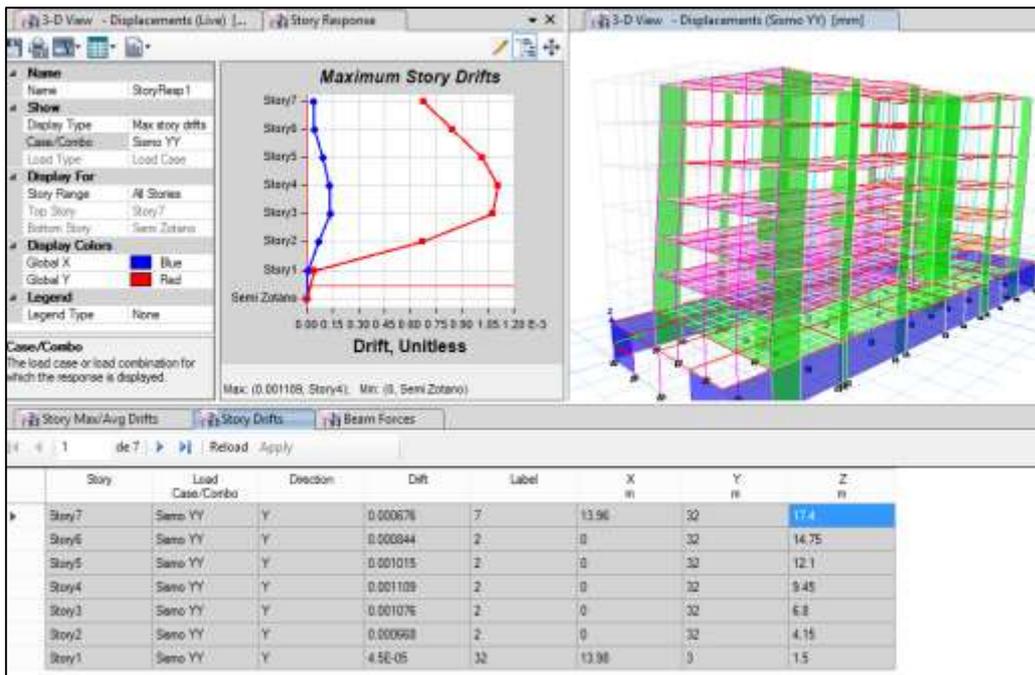


Figura 03.1.4.1: Derivas en dirección YY con el S3

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo YY	Y	0.000676	7	13.96	32	17.4
Story6	Sismo YY	Y	0.000844	2	0	32	14.75
Story5	Sismo YY	Y	0.001015	2	0	32	12.1
Story4	Sismo YY	Y	0.001109	2	0	32	9.45
Story3	Sismo YY	Y	0.001076	2	0	32	6.8
Story2	Sismo YY	Y	0.000668	2	0	32	4.15
Story1	Sismo YY	Y	4.5E-05	32	13.98	3	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entrepisos que establece la norma E.030.

En el análisis estático el edificio fue evaluado en tres suelos S1, S2 y S3 para determinar sus derivas de cada entrepiso, cuyos resultados que muestra las tablas tanto para el eje en dirección X y para el eje en dirección Y nos da a conocer que las derivas varían dependiendo del suelo. Es decir, el edificio construido en el S1 sus derivas serán menores a las del edificio en el S2 y S3. Por otro lado, se dice los resultados de las tablas para su análisis estático del edificio está dentro de lo establecido en la tabla 11 del diseño sismorresistente.

### 3.4. Análisis Dinámico

#### 3.4.1. Derivas del edificio con el S1: Roca o suelo muy rígido

Derivas con respecto al eje X:

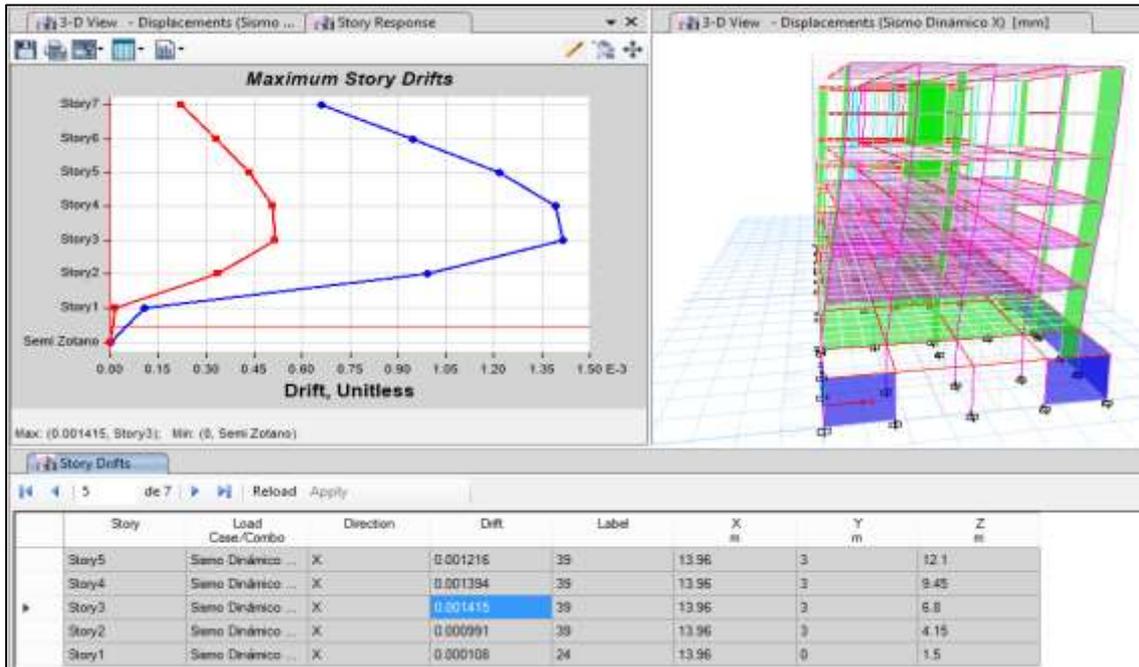


Figura N° 03.4.1.1: Derivas en dirección XX con el S1

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Sismo Dinámico ...	X	0.001216	39	13.96	3	12.1
Story4	Sismo Dinámico ...	X	0.001394	39	13.96	3	9.45
Story3	Sismo Dinámico ...	X	0.001415	39	13.96	3	6.8
Story2	Sismo Dinámico ...	X	0.000991	39	13.96	3	4.15
Story1	Sismo Dinámico ...	X	0.000108	24	13.96	0	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entresijos que establece la norma E.030.

Derivas con respecto al eje Y:

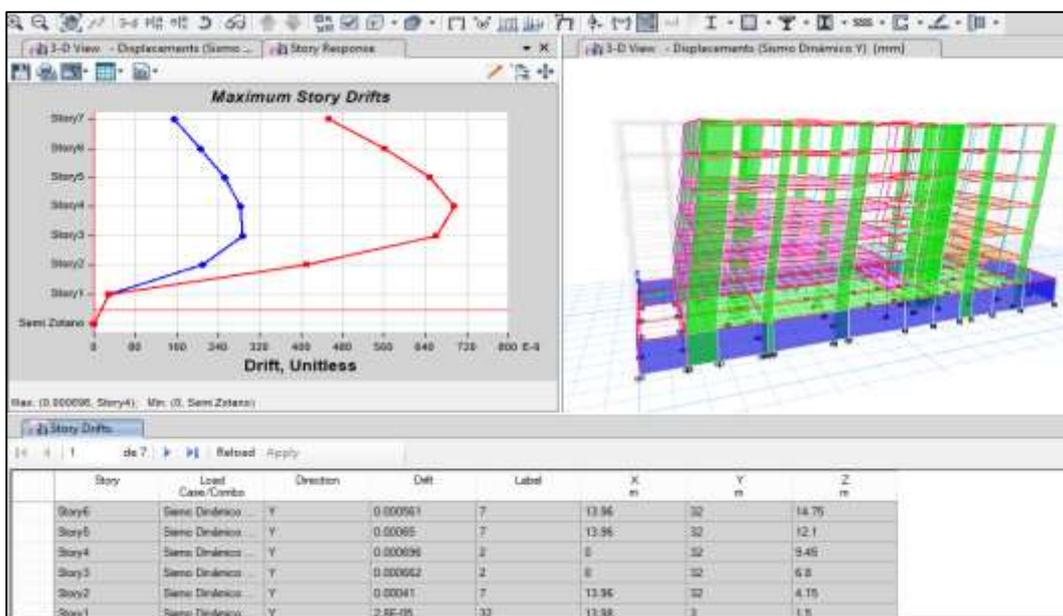


Figura N° 03.4.1.2: Derivas en dirección YY con el S1

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo Dinámico ...	Y	0.000453	7	13.96	32	17.4
Story6	Sismo Dinámico ...	Y	0.000561	7	13.96	32	14.75
Story5	Sismo Dinámico ...	Y	0.00065	7	13.96	32	12.1
Story4	Sismo Dinámico ...	Y	0.000696	2	0	32	9.45
Story3	Sismo Dinámico ...	Y	0.000662	2	0	32	6.8
Story2	Sismo Dinámico ...	Y	0.00041	7	13.96	32	4.15
Story1	Sismo Dinámico ...	Y	2.8E-05	32	13.98	3	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entrepisos que establece la norma E.030.

### 3.4.2. Derivas del edificio con el S2: Suelo intermedio

Derivas con respecto al eje X:

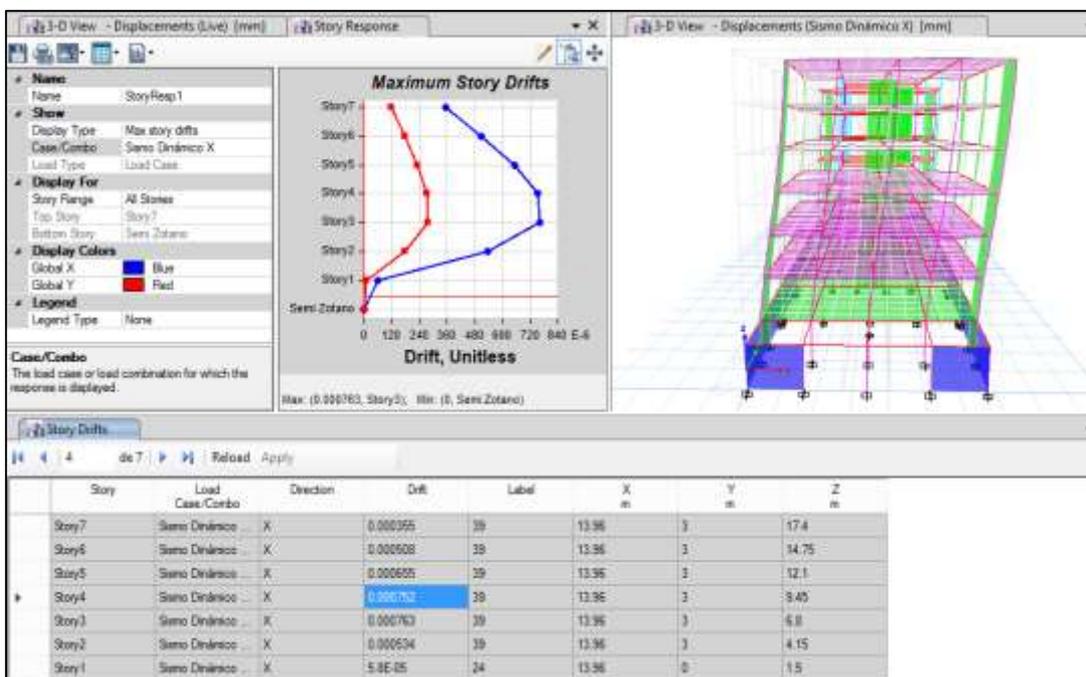


Figura N° 03.4.2.1: Derivas en dirección XX con el S2

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo Dinámico ...	X	0.000355	39	13.96	3	17.4
Story6	Sismo Dinámico ...	X	0.000508	39	13.96	3	14.75
Story5	Sismo Dinámico ...	X	0.000655	39	13.96	3	12.1
Story4	Sismo Dinámico ...	X	0.000752	39	13.96	3	9.45
Story3	Sismo Dinámico ...	X	0.000763	39	13.96	3	6.8
Story2	Sismo Dinámico ...	X	0.000534	39	13.96	3	4.15
Story1	Sismo Dinámico ...	X	5.8E-05	24	13.96	0	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entrepisos que establece la norma E.030.

Derivas con respecto al eje Y:

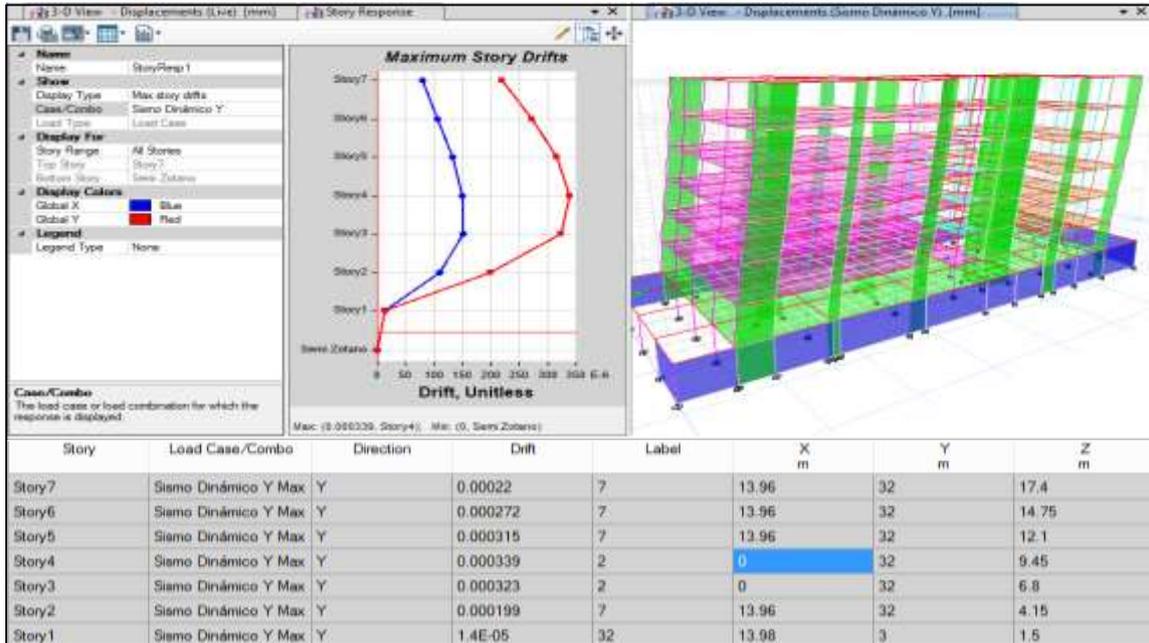


Figura N° 03.4.2.2: Derivas en dirección YY con el S2

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.00022	7	13.96	32	17.4
Story6	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.000272	7	13.96	32	14.75
Story5	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.000315	7	13.96	32	12.1
Story4	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.000339	2	0	32	9.45
Story3	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.000323	2	0	32	6.8
Story2	Sismo Dinámico Y Max	Y	0.000199	7	13.96	32	4.15
Story1	Sismo Dinámico Y Max	Y	1.4E-05	32	13.98	3	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entrepisos que establece la norma E.030.

### 3.4.3. Derivas del edificio con el S3: Suelo blando

Derivas con respecto al eje X:

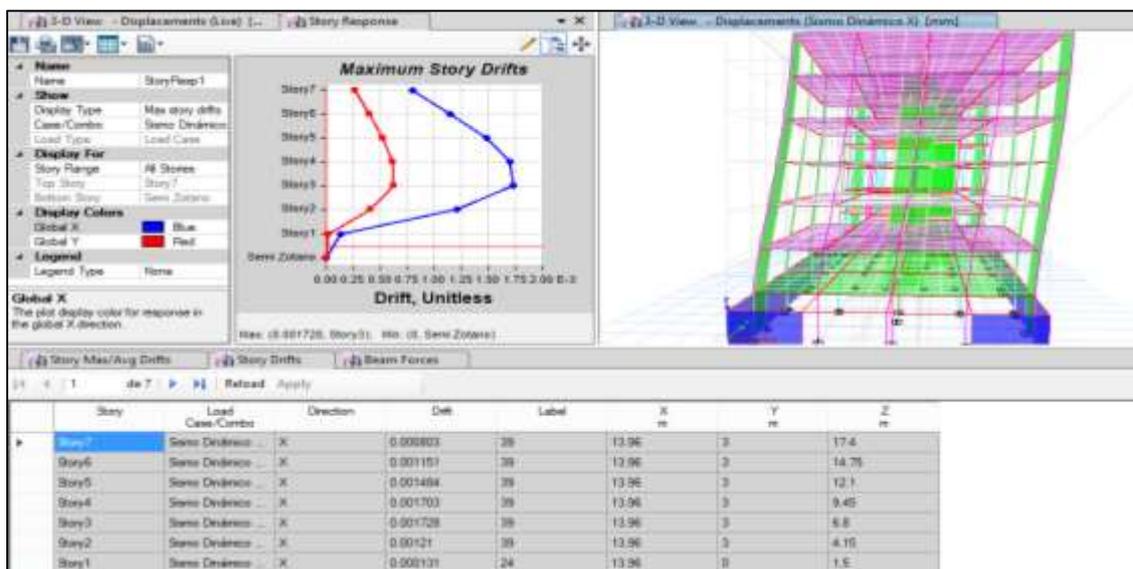


Figura N° 03.4.3.1: Derivas en dirección XX con el S3

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo Dinámico ...	X	0.000803	39	13.96	3	17.4
Story6	Sismo Dinámico ...	X	0.001151	39	13.96	3	14.75
Story5	Sismo Dinámico ...	X	0.001484	39	13.96	3	12.1
Story4	Sismo Dinámico ...	X	0.001703	39	13.96	3	9.45
Story3	Sismo Dinámico ...	X	0.001728	39	13.96	3	6.8
Story2	Sismo Dinámico ...	X	0.00121	39	13.96	3	4.15
Story1	Sismo Dinámico ...	X	0.000131	24	13.96	0	1.5

Los resultados que muestra la tabla corresponden con lo especificado en su tabla número 11 de límites de derivas de entrepisos que establece la norma E.030.

Derivas con respecto al eje Y:

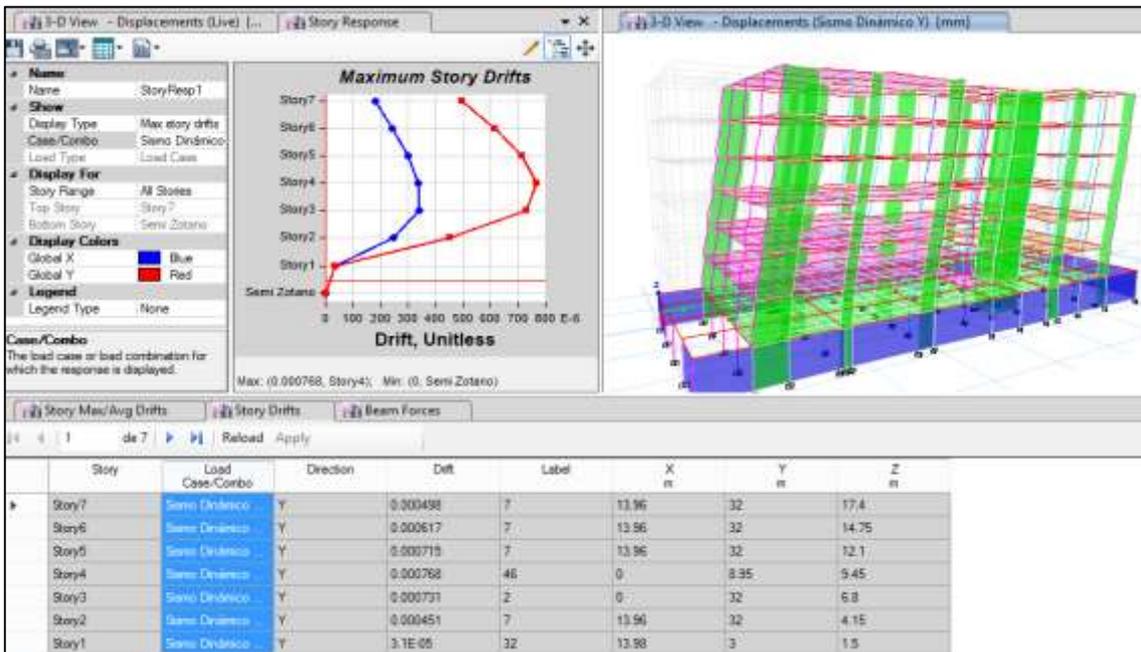


Figura N° 03.4.3.2: Derivas en dirección YY con el S3

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story7	Sismo Dinámico ...	Y	0.000498	7	13.96	32	17.4
Story6	Sismo Dinámico ...	Y	0.000617	7	13.96	32	14.75
Story5	Sismo Dinámico ...	Y	0.000715	7	13.96	32	12.1
Story4	Sismo Dinámico ...	Y	0.000768	46	0	8.95	9.45
Story3	Sismo Dinámico ...	Y	0.000731	2	0	32	6.8
Story2	Sismo Dinámico ...	Y	0.000451	7	13.96	32	4.15
Story1	Sismo Dinámico ...	Y	3.1E-05	32	13.98	3	1.5

Después de obtener los resultados de las derivas del edificio con los tres tipos de suelo se observa que la distorsión varía en porcentaje mínimo

En el análisis dinámico el edificio fue evaluado en tres suelos S1, S2 y S3 para determinar sus derivas de cada entrepiso, cuyos resultados que muestra las tablas tanto para el eje en dirección X y para el eje en dirección Y nos da a conocer que las derivas varían

dependiendo del suelo. Es decir, el edificio construido en el S1 sus derivas serán menores a las del edificio en el S2 y S3. Por otro lado, se dice los resultados de las tablas para su análisis dinámico del edificio está dentro de lo establecido en la tabla 11 del diseño sismorresistente.

### **3.5. Respuesta estructural**

#### **3.5.1. Modelación del edificio**

Para el modelamiento estructural del edificio se realizó en el programa ETABS - Versión. 2017,

##### **3.5.1.1. Material property data**

###### **a). Concrete (concreto)**

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ec = 15000 \times \text{SQR}(210)$$

###### **b). Rebar (acero)**

$$f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Es = 2.1 \times 10^6 = 2\ 100\ 000 \text{ Kg/cm}^2$$

**3.5.1.2. Cargas:** consideradas para la evaluación del edificio es basada en la norma E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- **Carga muerta (WD)**

Peso propio

Peso específico del concreto = 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Peso losa = 250 Kg/m<sup>3</sup>

Tabiquería = 100 Kg/m<sup>3</sup>

- **Carga viva (WL)**

De la E.020

WL por cada piso = 250 Kg/cm<sup>2</sup>

WL techo = 100 Kg/cm<sup>2</sup>

- **Fuerza sísmica**

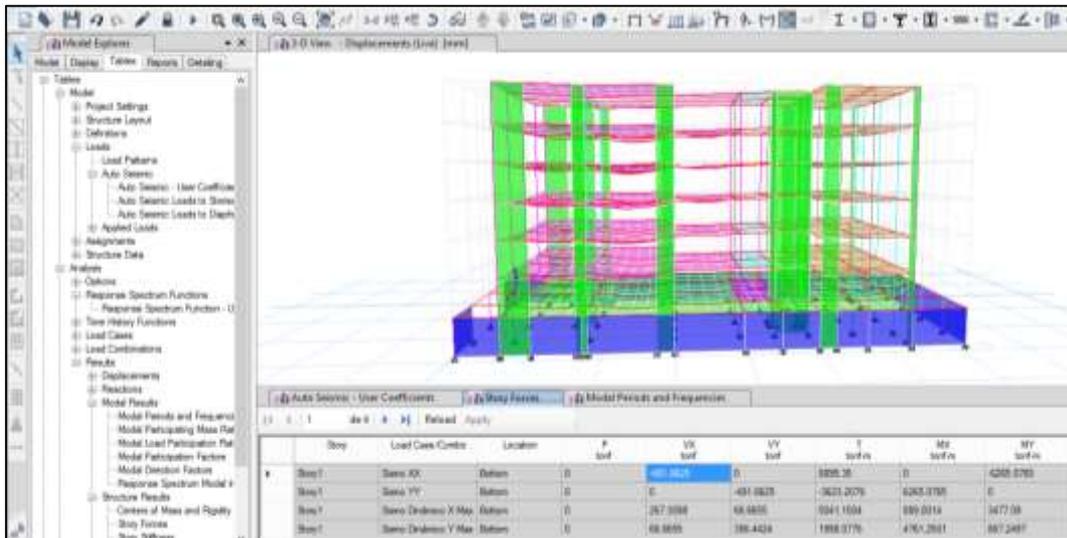
Esta fuerza se obtiene de los pesos participante. De la norma E.030 del diseño sísmoresistente el peso permanente de la WL es 25 %, ya que la edificación pertenece a la categoría C más un 25 % de la carga del techo.

### 3.5.2. Cortante en el edificio

#### 3.5.2.1. Cortantes mínimas con S1

**Tabla N° 07:** Cortantes mínimas

Cortantes Dinámicas		Fuerza Cortante Mínima	
X en la base =	267.31 Ton	Estructura Irregular	
Y en la base =	356.44 Ton	Vmin x =	442.68 Ton > 267.31 Ton <b>Ok</b>
<b>Cortantes Estáticas</b>		Vmin y =	442.68 Ton > 356.44 Ton <b>Ok</b>
X en la base =	491.86 Ton		
Y en la base =	491.86 Ton		



**Figura N° 03.5.2.1.1:** Cortantes mínimas del edificio con S1

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story1	Sismo XX	Bottom	0	-491.8625	0	8895.35	0	-6265.0765
Story1	Sismo YY	Bottom	0	0	-491.8625	-3623.2079	6265.0765	0
Story1	Sismo Dinámico X Max	Bottom	0	267.3098	66.6655	5041.1004	889.0014	3477.09
Story1	Sismo Dinámico Y Max	Bottom	0	66.6655	356.4424	1998.0775	4761.2501	867.2497

Las cortantes basales son obtenidas del software Etabs, y como se sabe que el  $V_D$ ; para edificio regular debe ser mayor al 90% V. estática.

### 3.5.2.2. Cortante mínima con S2

Tabla N° 08: Cortantes mínimas

Cortantes Dinámicas	Fuerza Cortante Mínima
X en la base = 140.03 Ton	Estructura Irregular
Y en la base = 173.09 Ton	Vmin x = 524.07 Ton > 140.03 Ton <b>Ok</b>
Cortantes Estáticas	Vmin y = 524.07 Ton > 173.09 Ton <b>Ok</b>
X en la base = 582.30 Ton	
Y en la base = 582.30 Ton	

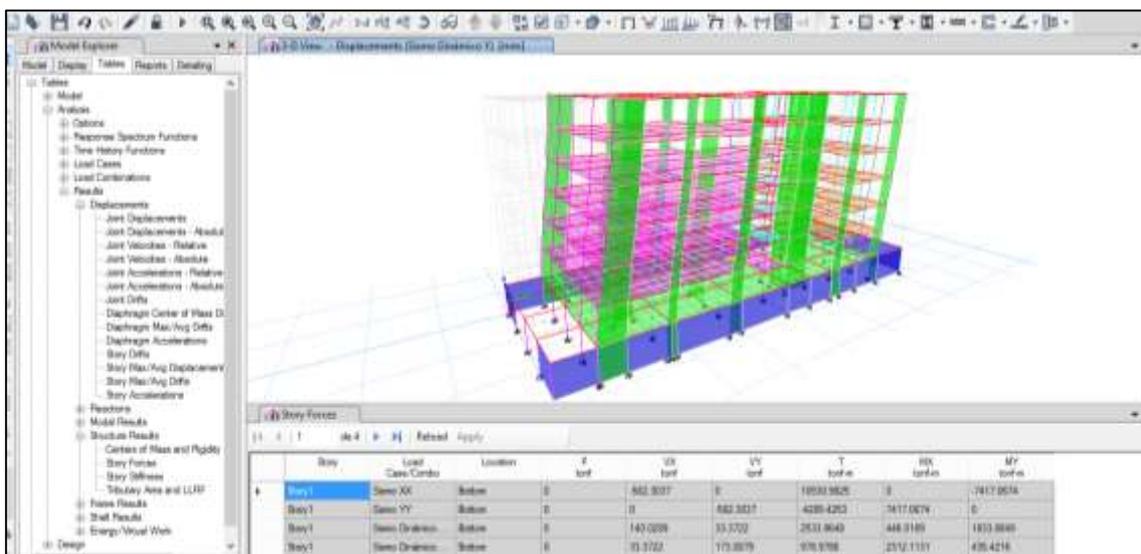


Figura N° 03.5.2.2.1: Cortantes mínimas del edificio con S2

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story 1	Sismo XX	Bottom	0	-582.3037	0	10530.9825	0	-7417.0674
Story 1	Sismo YY	Bottom	0	0	-582.3037	-4289.4253	7417.0674	0
Story 1	Sismo Dinámico ...	Bottom	0	140.0289	33.3722	2533.9648	446.0189	1833.8849
Story 1	Sismo Dinámico ...	Bottom	0	33.3722	173.0879	978.9786	2312.1131	435.4216

Las cortantes basales son obtenidas del software Etabs, y como se sabe que el  $V_D$ ; para edificio regular debe ser mayor al 90%  $V_e$  estática.

### 3.5.2.3. Cortante mínima con S3

Tabla N° 09: Cortantes mínimas

Cortantes Dinámicas	Fuerza Cortante Mínima
X en la base = 317.31 Ton	Estructura Irregular
Y en la base = 392.22 Ton	Vmin x = 549.03 Ton > 317.31 Ton <b>Ok</b>
Cortantes Estáticas	Vmin y = 549.03 Ton > 392.22 Ton <b>Ok</b>
X en la base = 610.03 Ton	
Y en la base = 610.03 Ton	

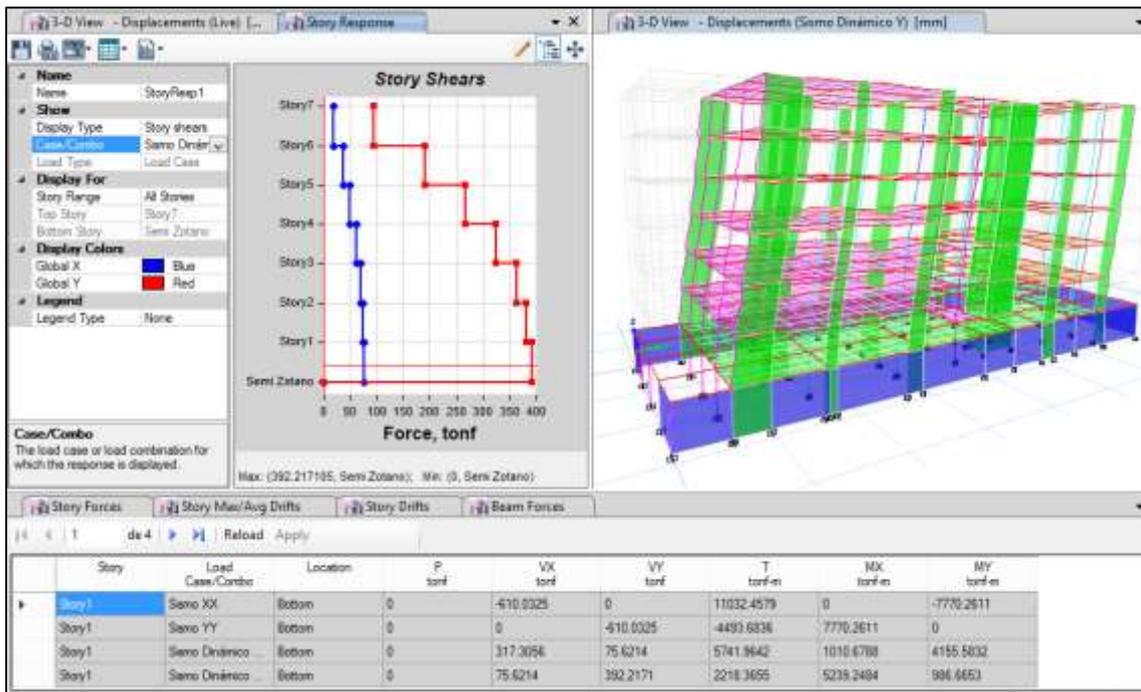


Figura N° 03.5.2.3.1: Cortantes mínimas del edificio con S3

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story1	Sismo XX	Bottom	0	-610.0325	0	11032.4579	0	-7770.2611
Story1	Sismo YY	Bottom	0	0	-610.0325	-4493.6836	7770.2611	0
Story1	Sismo Dinámico	Bottom	0	317.3056	75.6214	5741.9642	1010.6788	4155.5832
Story1	Sismo Dinámico	Bottom	0	75.6214	392.2171	2218.3655	5239.2484	986.6653

Las cortantes basales son obtenidas del software Etabs, y como se sabe que el  $V_D$ ; para edificio regular debe ser mayor al 90%  $V$ . estática.

Las cortantes basales fueron extraídas del programa donde fue analizada en los S1, S2 y S3. Cuyos datos cumplen con lo que establece la Norma en su artículo 4.6.4 de fuerzas cortantes mínimas.

#### IV. DISCUSIÓN

Después de haber sometido el edificio a una simulación en el Etabs Versión - 2017 y después de realizar el análisis y el cálculo correspondiente, las derivas del edificio multifamiliar que cuenta con 1 semisótano y 6 niveles ubicado en el Distrito de San Borja, está dentro de lo estipulado en la tabla N° 11, que corresponde al material de concreto armado, donde el límite de distorsión es de 7 %. Por otro lado, el edificio fue aplicado en tres tipos de suelo S1, S2 y S3 que establece la E.030 se obtuvieron buenos resultados.

Con respecto a lo anterior la norma de Diseño sismoresistente rige un parámetro muy importante donde indica claramente que los edificios deben cumplir con las derivas propuestas en el capítulo 5 de la tabla N° 11, donde esta tabla establece los límites de distorsión y que los entresijos deben estar dentro de ese rango, pero esto depende del tipo de material predominante que se usara en la edificación.

En relación con ROJAS, (2018), en su tesis presentada como requisito para optar el Título profesional de Ingeniera Civil, titulada *“Influencia del Tipo de Suelo en el Diseño Estructural de Edificaciones de Siete Niveles en el Distrito de Amarilis – 2018*. Después de realizar los cálculos y la simulación en Etabs llegó a tener un resultado que para el estudio de suelos el S2 tiene una capacidad portante de 2.74 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el S3 tiene una capacidad portante de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>, esto quiere decir que el estudio de suelos define las propiedades tanto físicas como mecánicas, y a su vez se determinó las derivas máximas del edificio para el S3 = 0.0065 y para el S2; su deriva máxima es de 0.0057. El autor

Las derivas de los entresijos es un parámetro esencial que se debe considerar en todos los edificios a construir, en caso la distorsión pasase del rango que fija la tabla N° 11 de la E.030, se debe colocar placas para aumentar su rigidez. Pero me pregunto porque los autores Dias y Santos tomaron esa medida que la deriva sea 1%, si es un dato que esta fuera de lo establecido en la norma aun sabiendo que para concreto armado la distorsión es de 7%.

SOLÓRZANO, (2019), en su tesis presentada para optar el grado de Magister en Ingeniero Civil, titulada *“Influencia de las condiciones del suelo en el comportamiento estructural de un hospital con aislamiento sísmico en la base”*. Obtuvo los siguientes **resultados**; los desplazamientos en la azotea y las derivas de entrepiso con el análisis dinámico además las cortantes en la superestructura se relacionan de la siguiente manera:  $Z4S3 > Z4S1 > Z2S1$ , siendo  $Z4S3 = 1.41 Z2S3$  y  $Z4S1 = 1.29 Z2S3$ . Estas relaciones son las mismas que se cumplen al relacionar los parámetros sísmicos Z.S de cada uno de los casos.

Con respecto al resultado se Solórzano de las derivas calculadas con aisladores en la base de un edificio (hospital), no exceden el límite al igual que en mi caso para un edificio multifamiliar las derivas calculadas para el análisis estático y para el análisis dinámico en ambas direcciones tampoco excede el límite de distorsión.

Derivas estáticas en x

NIVEL	DRIFT		
	S1	S2	S3
P 7	0.000743	0.000879	0.000921
P 6	0.001024	0.001212	0.001269
P 5	0.001296	0.001534	0.001607
P 4	0.00148	0.001753	0.001835
P 3	0.001504	0.001781	0.001865
P 2	0.001118	0.001323	0.001386
P 1	0.000169	0.0002	0.00021

$\Delta$ Máx =	0.001865
$\Delta$ Mín =	0.000169

Derivas dinámicas en X

NIVEL	DRIFT		
	S1	S2	S3
P 7	0.000753	0.000355	0.000803
P 6	0.001000	0.000508	0.001151
P 5	0.001216	0.000655	0.001484
P 4	0.001394	0.000752	0.001703
P 3	0.001415	0.000763	0.001728
P 2	0.000991	0.000534	0.00121
P 1	0.000108	0.000058	0.000131

$\Delta$ Máx =	<b>0.001728</b>
$\Delta$ Mín =	<b>0.000058</b>

La máxima deriva se da en el S3 para el análisis estático y para el análisis dinámico la deriva máxima se da en el S3 mientras que para Solórzano la deriva máxima también se da en el S3.

García y Moscoso, en su tesis Análisis Comparativo de la Respuesta Sísmica de Distorsiones de Entrepiso - Deriva y Fuerzas Cortantes de una Edificación de Concreto Armado con Sistema Dual, Mediante los Análisis Sísmico Dinámico, Aplicado con la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 del 2016 y la Norma Chilena de Diseño Sísmico de Edificios Nch 433.Of1996 Modificada en 2012. Menciona que después de haber realizado su investigación en el cálculo de derivas y fuerzas cortantes llega a concluir que la distorsión está dentro del rango que ofrece la norma (Nch del 2012) al igual que para la E.030 del 2016, pero los autores solo tomaron un tipo de suelo siendo S3; un suelo para la elaboración de su trabajo, pero me pregunto porque el autor en lugar de hacer un análisis con la norma chilena no analizo con tres o cuatro suelos, pero a su vez su recomendación es precisa.

Es cierto lo que menciona García y Moscoso en su tesis un especialista en estructuras debe considerar los parámetros que ofrece la norma y siempre verificar que las estructuras cumplan el rango de esa manera lograr disminuir el exceso de deriva que se puede presentar en un edificio ante un evento sísmico severo y a su vez disminuir colapsos o fallas en los edificios.

Como se observa, el resultado y en el anexo de la investigación si cumple o si está dentro de lo establecido en la norma E.030 tal y como se propuso en la hipótesis los suelos S1, S2 y S3 para este caso influye de manera positiva ya que la edificación tiene un alto grado de rigidez porque presenta placas lo cual hacen rígida a la estructura.

## V. CONCLUSIÓN

Después de haber analizado los datos obtenidos en los resultados sobre la influencia de los suelos S1, S2 y S3 en la verificación de deriva sísmica para un edificio multifamiliar, se concluye lo siguiente:

### **Conclusión General:**

- Se ha comprobado que la influencia de los tipos de suelo en este caso se tomó el S1 de roca o suelo muy rígido, S2 de suelos intermedios y S3 de suelo blando y se verificó que la deriva de los entrepisos del edificio multifamiliar está cumpliendo con rango límite y sus derivas máximas se encuentran principalmente en el piso N° 03 y N°04 para el eje X & Y respectivamente.

### **Conclusiones Específicas:**

- Finalmente, como verificación la norma ofrece un parámetro y los resultados obtenidos en el numeral 3.1, se observa que las derivas del edificio con los tres tipos de suelo varían en porcentaje de 0.00001 – 0.000361 en su dirección X & de 0.000002 – 0.000215. así mismo se dice que el edificio está dentro del parámetro que establece la norma de la E.030 en su tabla 11 de límites de distorsiones para el análisis estático porque no excede el 7‰ para el material de concreto armado.
- En definitiva, como verificación la norma ofrece un parámetro y los resultados obtenidos en el numeral 3.1, se observa que las derivas del edificio con los tres tipos de suelo varían en porcentaje de 0.000023 – 0.000965 en su dirección X & de 0.000003 – 0.000429. por tanto, el edificio está dentro del parámetro que establece la norma de la E.030 en su tabla 11 de límites de distorsiones para el análisis dinámico porque no excede el 7‰ para el material de concreto armado.
- En conclusión, para la respuesta estructural encontramos los desplazamientos y las cortantes de cada piso y por cada tipo de suelo.

## **VI. RECOMENDACIÓN**

Durante el desarrollo del tema de investigación, nacieron varios inconvenientes, como uno de ellos es búsqueda de información sobre el tema, la revisión de la norma y principal la E.030; ante ello surgen las siguientes recomendaciones:

- Es primordial conocer los parámetros que establece la norma peruana y sobre todo la E.030 del diseño sismoresistente, la E.020 de cargas, la E.050 de suelos y cimentaciones, la E.060 de concreto armado, entre otros.
- Es importante analizar las derivas que se producen en los edificios de tal manera saber cómo será el comportamiento ante las fuerzas externas como uno de los principales son las fuerzas sísmicas.
- Para futuras proyectos, investigación, se le recomienda tomar un edificio de variable altura y someterlo a los cinco tipos de suelo de ese modo analizar cuál sería su comportamiento y sus derivas frente a ocurrencias sísmicas.
- Sería interesante realizar un estudio de mecánica de suelo donde se va a construir un edificio y dependiendo de sus características físicas, y sus propiedades que presente, clasificarlo de acuerdo al perfil del suelo que precisa la norma E.030 en su artículo N° 2 de condiciones geotécnicas.

## REFERENCIAS

1. ROJAS Sebastián, Estéfani. Influencia del tipo de suelo en el diseño estructural de edificaciones de siete niveles en el distrito de amarilis - 2018. Tesis (para optar el Título profesional de Ingeniera Civil). Huánuco – Perú: Universidad de Huánuco, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil, 2018. 198 pp.
2. SOLÓRZANO Flores, Erika Thalia. Influencia de las condiciones del suelo en el comportamiento estructural de un hospital con aislamiento sísmico en la base. Tesis (para optar el grado de Magister en Ingeniera Civil). Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado, 2019. 124 pp.
3. DÍAZ López, Leonardo Amadeo y SANTOS Cavalho, Dennis Jesús. Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cuatro pisos diseñado con el reglamento nacional de edificaciones y aceptando una deriva máxima de 1%. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 91 pp.
4. GARCÍA Acurio, Mario Vladimir. MOSCOSO Nieves, Darwin Wilber. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmicos dinámicos, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios Nch 433.of1996 modificada en 2012. Tesis (para optar el título profesional en Ingeniera Civil). Cusco – Perú: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 214 pp.
5. VILLAMIL Matallana, Karen Viviana. TARQUINO Hortua, David Ricardo. Comparación del método lineal elástico estático y método lineal dinámico en estructuras aporticadas en concreto reforzado. Tesis (Trabajo de grado para optar el título de ingeniero). Bogotá – Colombia: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2018. 219 pp.
6. MONTACHANA Soque, Ricardo Vinicio. Verificación de las derivas de piso, para edificaciones de tres, seis y nueve pisos, de estructura metálica, para la ciudad

- de Ambato, Mediante el diseño sismo resistente, utilizando el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC2002) y las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-11), estudio de la estabilidad estructural. Tesis (Trabajo de graduación para la obtención del Título de Ingeniero Civil). Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2014. 310 pp.
7. CEVALLOS Barzallo, César Eduardo. Análisis de la relación de la frecuencia fundamental de una estructura con la deriva inelástica de piso en una estructura irregular de 5 pisos. Tesis (Trabajo experimental para la obtención del Título de Ingeniero Civil). Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2017. 141 pp.
  8. TAVÁREZ Fadul, Jean Tomás. Análisis estático y dinámico incremental de una estructura de muros de hormigón armado en la República Dominicana. Tesis (Trabajo final de Máster). República Dominicana – Barcelona: Universidad Escola de Camins, 2016. 94 pp.
  9. MIANO. Andrea. Performance based assessment and retrofit for existing rc structures. University of Naples Federico II. Department of structures for engineering and architecture, 2017. 197 pp.
  10. TOMEIO, Romeo. Soil-structure interaction effects on the seismic behaviour of reinforced concrete structures, Department of structures for engineering and architecture, 2017. 216 pp.
  11. ECURED, Contributors. Mecanica de suelos. 2019. [Fecha de consulta: 16 de Octubre de 2019].  
Disponible en [https://www.ecured.cu/index.php?title=Mec%C3%A1nica\\_de\\_Suelos&oldid=3497786](https://www.ecured.cu/index.php?title=Mec%C3%A1nica_de_Suelos&oldid=3497786)
  12. AGUILAR, Barranco Sarut. GARCÍA Hernández Arturo y ZARAZÚA Jaime Oscar. Determinación del costo de construcción de edificio para departamentos en la ciudad de México. Tesis (para obtener el título profesional de Ingeniera

- Civil). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2008. 342 pp.
13. HERRERA, Reyes Indira. VIELMA, Juan Carlos. UGEL, Ronald. MARTÍNEZ, Yolsanie. Evaluación del comportamiento sismorresistente y diseño óptimo de un edificio existente de concreto armado de baja altura. Venezuela. Vol. 19(3): 52-65 diciembre 2012.  
ISSN: 1316 – 6832
  14. BERNAL, Cesar A. Metodología de la Investigación. 3.<sup>a</sup> ed. Colombia: Pearson Educación de Colombia, 2010. 320 pp.  
ISBN 978-958-699-128-5
  15. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos, BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 5.<sup>a</sup> ed. Mexico, 2010. 656 pp.  
ISBN: 978-607-15-0291-9
  16. VARGAS Cordero, Zoila Rosa. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica, Costa Rica. Revista educación, 33(1): 155-165, 2009.  
ISSN: 0379-7082, 2009
  17. TORRES Peceros, Henry Eduardo. Evaluación estructural de la torre de la Basílica de la Merced - Lima – Perú. Tesis (para optar el título profesional en Ingeniería Civil). Lima – Perú: Universidad Ricardo Palma, Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2009. 115 pp.
  18. BLANCO, Neligia y ALVARADO, María E. Escala de actitud hacia el proceso de investigación científico social. Revista de Ciencias Sociales (Ve) Venezuela, 11(3): 537-544, diciembre 2005.  
ISSN: 1315-9518

19. POMA De La Cruz, Jose Luis. Automatización mediante macros para el análisis sísmico estático y dinámico de sistemas estructurales en 2D y pseudo tridimensional. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Huancayo – Perú: Universidad Nacional del centro del Perú, Facultad De Ingeniería, 2014. 218 pp.
20. HUAYLLANI, Luis Aclari. Analisis sismico dinamico aplicando las normas e030-2016 y e030-2003 en un edificio de 5 pisos. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Huancayo – Perú: Universidad Peruana los Andes, Facultad De Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Civil, 2018 203 pp.
21. CALLE Siguenza, Carlos Fernando. Análisis dinámico no lineal, de una estructura de hormigón armado fija en el suelo versus la misma estructura con aislamiento sísmico, frente a un sismo en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil con énfasis en Gerencia de construcciones. Cuenca – Ecuador: Universidad del Azuay, Facultad De Ciencia y Tecnología, Escuela de ingeniería civil y gerencia de construcciones, 2019 132 pp.
22. Carrillo Julián, Hernández-Barrios Hugo y Rubiano-Fonseca Astrid. Analysis of the Earthquake-Resistant Design Approach for Buildings in Mexico, Mexico: Ingeniería Investigación y Tecnología, XV(1): 151-162, marzo 2014.  
ISSN 1405-7743 FI-UNAM
23. BRIONES Alva, María Emérita. IRIGOIN Gonzales, Nelson Ulices. Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (sucs) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto - sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad De Ingeniería, 2015 80 pp.
24. ZELAYA Jara, Víctor Antonio. Análisis Sísmico. Biblioteca Nacional de Perú, 2011. 113 pp.  
ISBN: 978-612-00-3462-0

25. HUAPAYA Huertas, Raúl Ernesto Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. Tesis (para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil). Lima – Perú: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, 2017. 182 pp.
  
26. TERRONEZ Muñoz, Luis. VILCA Ticlia, Orlando. Análisis comparativo del comportamiento estructural basado en solicitaciones sísmicas de una edificación de concreto armado según NTP-E030-2018, NCH433-2012 y NEC-SEDS-2015. Tesis (para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo – Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, 2018. 250 pp.

## ANEXOS

### ANEXO 01: MATRIZ OPERACIONAL

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA
Tipos de Suelo (Variable Independiente)	Según el RNE (2018, p 10), en su capítulo 2 "los suelos se clasifican en suelos con estrato granulares, suelos con estrato cohesivos y heterogeneos, para los estratos con suelos granulares y cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible".	Es el proceso mediante el cual se establece los parametros para determinar la capacidad portante del suelo y conocer el tipo de perfil del suelo, en el cual se construíra la edificación.	-----	S1: Roca o suelo muy rígido	→ Tabla N° 3 Factor de suelo "S" Norma E.030 Diseño Sismoresistente  → Tabla N° 3 Factor de suelo "S" Norma E.030 Diseño Sismoresistente  → Aplicación del Programa ETABS- 2017	Ordinal
				S2: Suelos intermedios		
				S3: Suelo blando		
Verificación De Deriva Sísmica (Variable dependiente)	Es un parámetro que establece la norma de Diseño Sismorresistente para medir los daños producidos en la estructura a través de la <b>deriva</b> máxima. Según ROJAS, Estefanni (2018, p 29) "Es la diferencia del desplazamiento lateral que se da entre dos pisos dividido entre la altura de entre pisos de la estructura".	Es el proceso a través del cual se establece los procedimientos para la verificación de Deriva Sísmica aplicado a un edificio de 5 niveles realizando el análisis estático y dinámico a través de la Norma actual.	Análisis Estático	Deriva < 7 %	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso-Norma E.030 Diseño Sismoresistente	Ordinal
			Análisis Dinámico	Deriva < 7 %	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso-Norma E.030 Diseño Sismoresistente	
			Respuesta a la estructura	Parametros de diseño	→ Norma E.030 – Diseño Sismoresistente	
				Desplazamientos Cortante mínima del edificio	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### FICHA DE VALIDACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del experto:

Mg. Ing. Tello Malpartida, Omar Demetrio

1.2 Cargo o Institución donde Labora:

CONSULTOR INDEPENDIENTE

1.3 Nombre del Instrumento: Ficha de medición de la matriz de validación de obtención de datos

1.4 Autor del Instrumento: Estudiante. Quiroz Perez, Laura Leonela

1.5 Título de la Investigación:

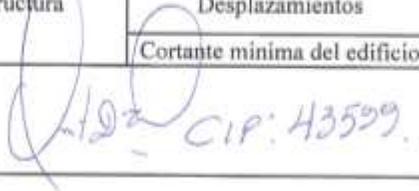
“Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima – 2019”

Valorización:	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Puntuación:	1	2	3	4	5

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS / INDICADORES - INSTRUMENTO	PUNTUACIÓN				
	1	2	3	4	5
1 Si: Roca o suelo muy rígido - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
2 Si: Suelos intermedios - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
3 Si: Suelo blando - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
4 Deriva > 7 % - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso - Norma E.030 Diseño Sísmoresistente				X	
5 Deriva < 7 % - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso - Norma E.030 Diseño Sísmoresistente				X	
6 Parametros de diseño				X	
7 Desplazamientos				X	
8 Cortante basales				X	

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

<b>Título de la investigación:</b>				
"Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima-2019"				
<b>Apellidos y nombres del investigador:</b> Estudiante. Quiroz Perez, Laura Leonela				
<b>Apellidos y nombres del experto:</b> Mg. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio				
<b>ASPECTO POR EVALUAR</b>				<b>OPINIÓN DEL EXPERTO</b>
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>OBSERACIONES / SUGERENCIAS</b>
Tipos de Suelo	-----	S1: Roca o suelo muy rígido	→ Tabla N° 3 Factor de suelo "S" Norma E.030 Diseño Sísmoresistente  → Aplicación del Programa ETABS- 2017	
		S2: Suelos intermedios		
		S3: Suelo blando		
Verificación De Deriva Sísmica	Análisis Estático	Deriva < 7 ‰	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso-Norma E.030 Diseño Sísmoresistente	
	Análisis Dinámico	Deriva < 7 ‰	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso-Norma E.030 Diseño Sísmoresistente	
	Respuesta a la estructura	Parametros de diseño	→ Norma E.030 – Diseño Sísmoresistente	
		Desplazamientos	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
Cortante mínima del edificio				
<b>Firma del experto:</b>		 CIP: 43599.		<b>Fecha:</b> 14 / 11 / 19



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### FICHA DE VALIDACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del experto:

Mg. Ing. Bendezu Romero, Lenin Miguel

1.2 Cargo o Institución donde Labora:

*Gerente de Proyectos Ingeniería Bando E.I.R.L.*

1.3 Nombre del Instrumento: Ficha de medición de la matriz de validación de obtención de datos

1.4 Autor del Instrumento: Estudiante. Quiroz Perez, Laura Leonela

1.5 Título de la Investigación:

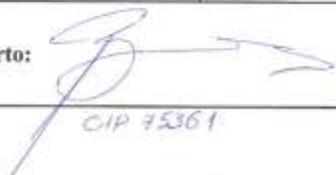
“Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima – 2019”

Valorización:	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Puntuación:	1	2	3	4	5

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS / INDICADORES - INSTRUMENTO	PUNTUACIÓN				
	1	2	3	4	5
1 Si: Roca o suelo muy rígido - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
2 Si: Suelos intermedios - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
3 Si: Suelo blanda - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
4 Deriva > 7% - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño Sísmoresistente				X	
5 Deriva < 7% - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño Sísmoresistente				X	
6 Parametros de diseño				X	
7 Desplazamientos				X	
8 Cortante basales				X	

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

<b>Título de la investigación:</b>				
"Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima-2019"				
<b>Apellidos y nombres del investigador:</b> Estudiante. Quiroz Perez, Laura Leonela				
<b>Apellidos y nombres del experto:</b> Mg. Ing. Bendezu Romero, Lenin Miguel				
<b>ASPECTO POR EVALUAR</b>				<b>OPINIÓN DEL EXPERTO</b>
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>OBSEERACIONES / SUGERENCIAS</b>
Tipos de Suelo	-----	S1: Roca o suelo muy rígido	→ Tabla N° 3 Factor de suelo "S" Norma E.030 Diseño Sismoresistente	
		S2: Suelos intermedios		
		S3: Suelo blando	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
Verificación De Deriva Sísmica	Análisis Estático	Deriva < 7 ‰	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño	
	Análisis Dinámico	Deriva < 7 ‰	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño	
	Respuesta a la estructura	Parametros de diseño	→ Norma E.030 – Diseño Sismoresistente	
		Desplazamientos Cortante mínima del edificio	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
<b>Firma del experto:</b>  CIP 75361			<b>Fecha:</b> 18 / 11 / 19	



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### FICHA DE VALIDACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del experto:

Mg. Ing. Alarco Gutierrez, Luis Reynaldo

1.2 Cargo o Institución donde Labora:

DOCENTE A TIEMPO COMPLETO - UCV

1.3 Nombre del Instrumento: Ficha de medición de la matriz de validación de obtención de datos

1.4 Autor del Instrumento: Estudiante. Quiroz Perez, Laura Leonela

1.5 Título de la Investigación:

“Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima – 2019”

Valorización:	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Puntuación:	1	2	3	4	5

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS / INDICADORES - INSTRUMENTO	PUNTUACIÓN				
	1	2	3	4	5
1 S: Roca o suelo muy rígido - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030				X	
2 S: Suelos intermedios - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030					X
3 S: Suelo blando - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030					X
4 Deriva > 7 ‰ - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso - Norma E.030 Diseño Sismoresistente					X
5 Deriva < 7 ‰ - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso - Norma E.030 Diseño Sismoresistente					X
6 Parametros de diseño				X	
7 Desplazamientos				X	
8 Cortante basales				X	

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

<b>Título de la investigación:</b>				
"Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima-2019"				
<b>Apellidos y nombres del investigador:</b> Estudiante, Quiroz Perez, Laura Leonela				
<b>Apellidos y nombres del experto:</b> Mg. Ing. Alarco Gutierrez, Luis Reynaldo				
<b>ASPECTO POR EVALUAR</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>OPINIÓN DEL EXPERTO</b>
Tipos de Suelo	-----	S1: Roca o suelo muy rígido	→ Tabla N° 3 Factor de suelo "S" Norma E.030 Diseño Sismoresistente	
		S2: Suelos intermedios		
		S3: Suelo blando	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
Verificación De Deriva Sísmica	Análisis Estático	Deriva $\leq 7 \%$	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño	
	Análisis Dinámico	Deriva $< 7 \%$	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño	
	Respuesta a la estructura	Parametros de diseño	→ Norma E.030 – Diseño Sismoresistente	
		Desplazamientos	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
		Cortante mínima del edificio		
<b>Firma del experto:</b> 			<b>Fecha:</b> <u>16</u> / <u>11</u> / <u>19</u>	

183- CIP N° 122290



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### FICHA DE VALIDACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del experto:

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo

1.2 Cargo o Institución donde Labora:

DOCENTE e INVESTIGADOR

1.3 Nombre del Instrumento: Ficha de medición de la matriz de validación de obtención de datos

1.4 Autor del Instrumento: Estudiante. Quiroz Perez, Laura Leonela

1.5 Título de la Investigación:

"Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tres Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima – 2019"

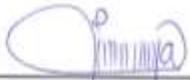
<b>Valorización:</b>	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
<b>Puntuación:</b>	1	2	3	4	5

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS / INDICADORES - INSTRUMENTO	PUNTUACIÓN				
	1	2	3	4	5
1 S <sub>1</sub> : Roca o suelo muy rígido - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030					X
2 S <sub>2</sub> : Suelos intermedios - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030					X
3 S <sub>3</sub> : Suelo blando - Tabla N° 3 Factor de suelo Norma E.030			X		
4 Deriva > 7 % - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso - Norma E.030 Diseño Sísmoresistente				X	
5 Deriva < 7 % - Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso - Norma E.030 Diseño Sísmoresistente			X		
6 Parámetros de diseño				X	
7 Desplazamientos			X		
8 Cortante basales			X		

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

<b>Título de la investigación:</b>				
"Verificación de Derivas Sísmicas de un Edificio Multifamiliar con Tipos de Suelos según la Norma E.030, Lima-2019"				
<b>Apellidos y nombres del investigador:</b> Estudiante, Quiroz Perez, Laura Leonela				
<b>Apellidos y nombres del experto:</b> Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo				
<b>ASPECTO POR EVALUAR</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>OPINIÓN DEL EXPERTO</b>
Tipos de Suelo	-----	S1: Roca o suelo muy rígido	→ Tabla N° 3 Factor de suelo "S" Norma E.030 Diseño Sísmoresistente	
		S2: Suelos intermedios		
		S3: Suelo blando	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
Verificación De Deriva Sísmica	Análisis Estático	Deriva < 7 %	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño	
	Análisis Dinámico	Deriva < 7 %	→ Tabla N° 11 Límites para la distorsión del entrepiso- Norma E.030 Diseño	
	Respuesta a la estructura	Parametros de diseño	→ Norma E.030 – Diseño Sísmoresistente	
		Desplazamientos	→ Aplicación del Programa ETABS- 2017	
		Cortante mínima del edificio		
<b>Firma del experto:</b>			<b>Fecha:</b> 18 / 11 / 19	

  
 CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

## ANEXO 03:

### 1. Verificación de derivas del análisis estático

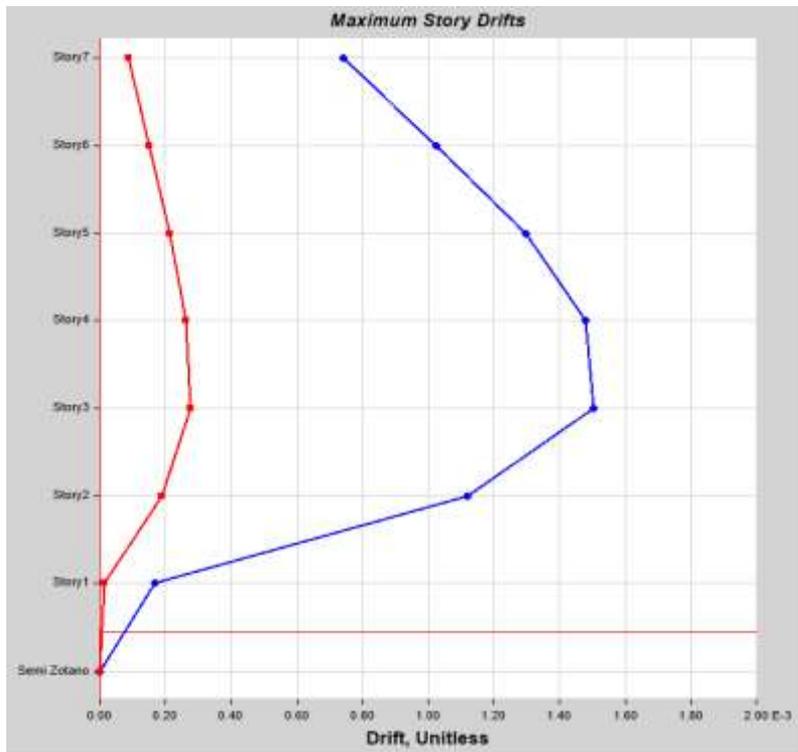


Figura N° 04: La máxima deriva del edificio en X con S1 en el piso N° 03

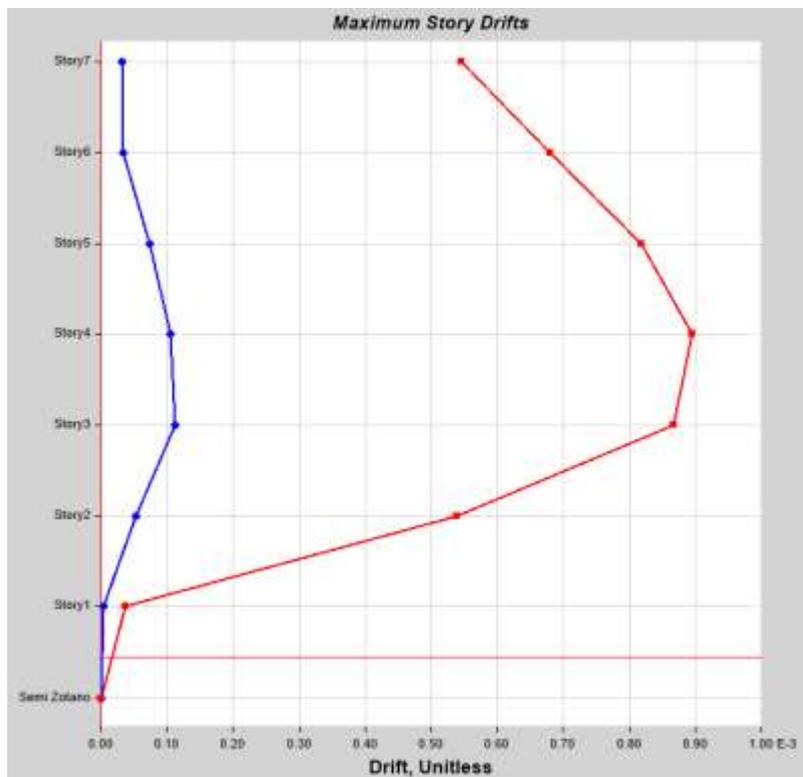
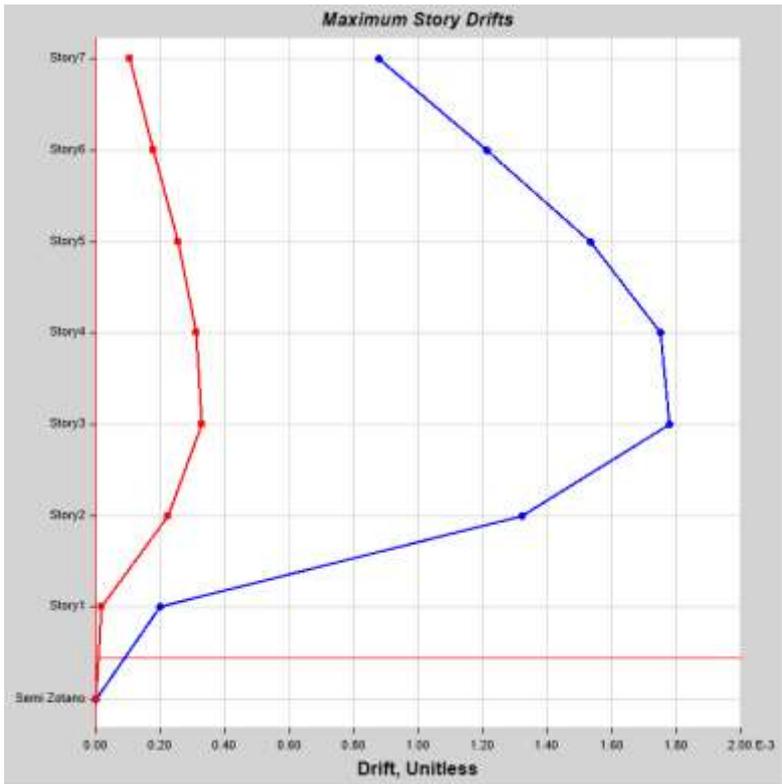
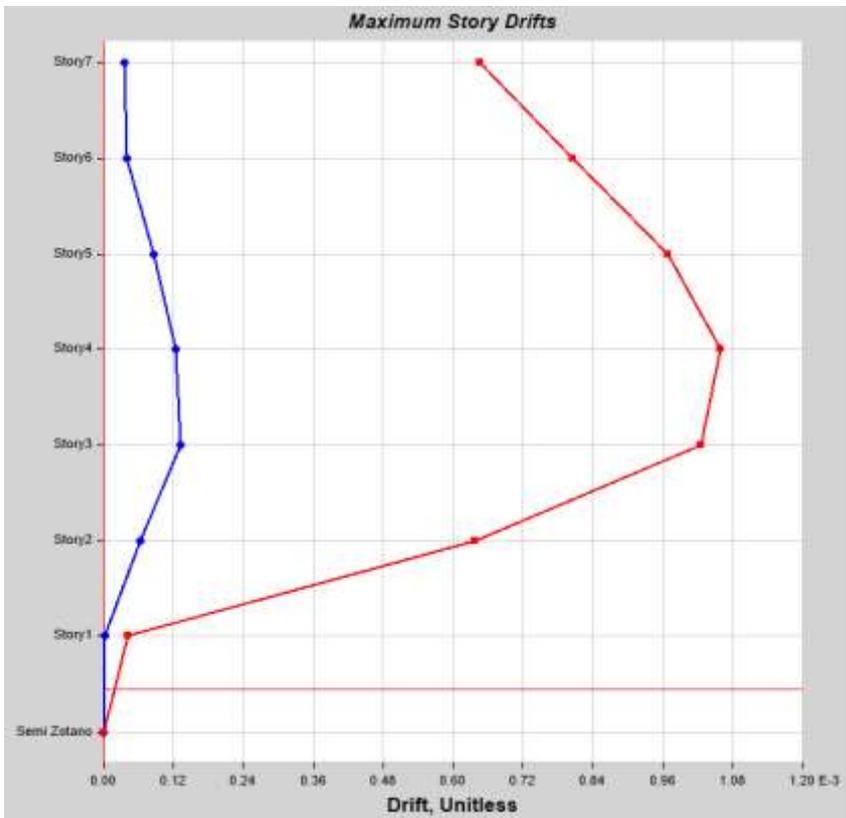


Figura N° 05: La máxima deriva del edificio en Y con S1 en el piso N° 04



**Figura N° 06:** La máxima deriva del edificio en X con S2 en el piso N° 03



**Figura N° 07:** La máxima deriva del edificio en Y con S2 en el piso N° 04

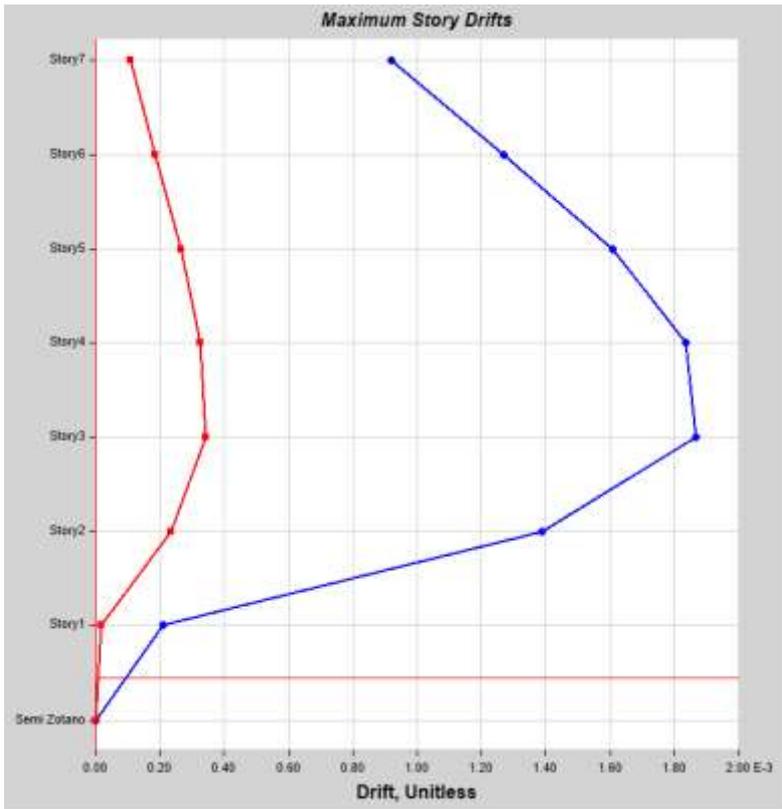


Figura N° 08: La máxima deriva del edificio en X con S3 en el piso N° 03

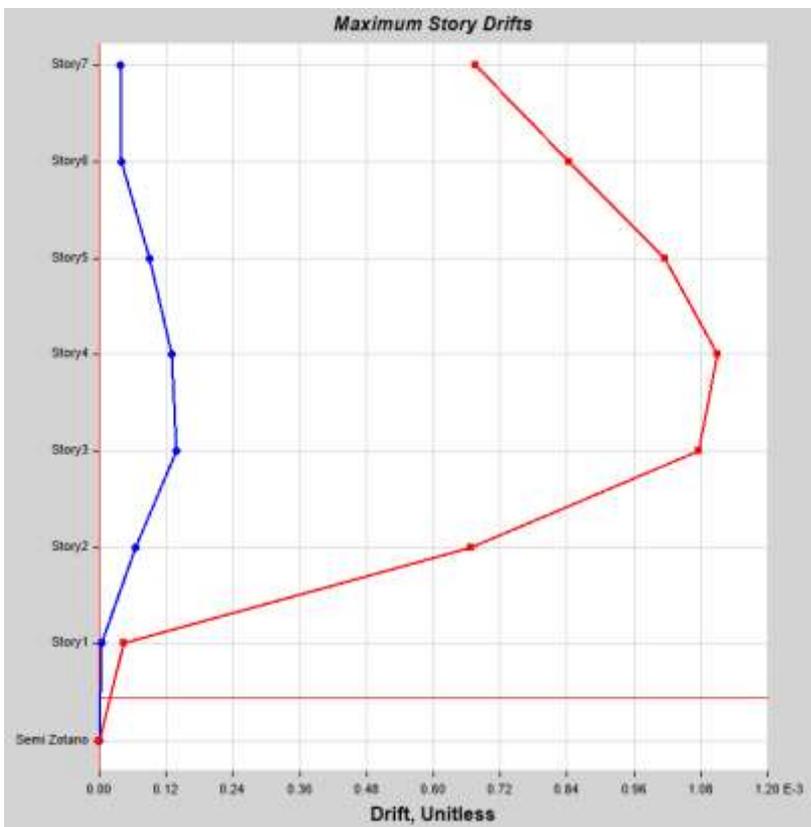


Figura N° 09: La máxima deriva del edificio en Y con S3 en el piso N° 04

## 2. Verificación de derivas del análisis dinámico

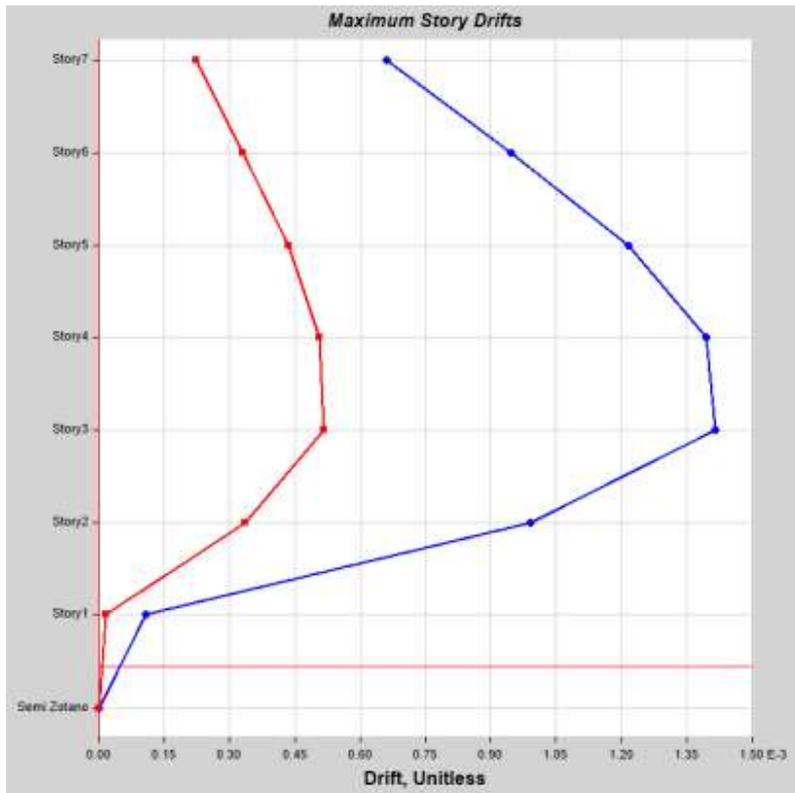


Figura N° 10: La máxima deriva del edificio en X con S1 en el piso N° 03

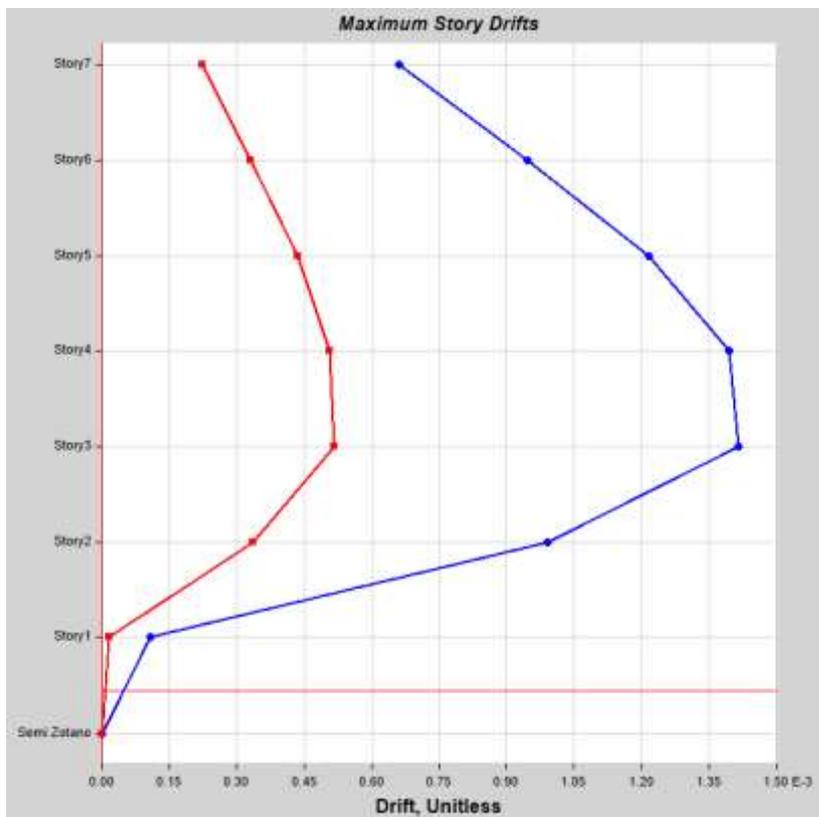
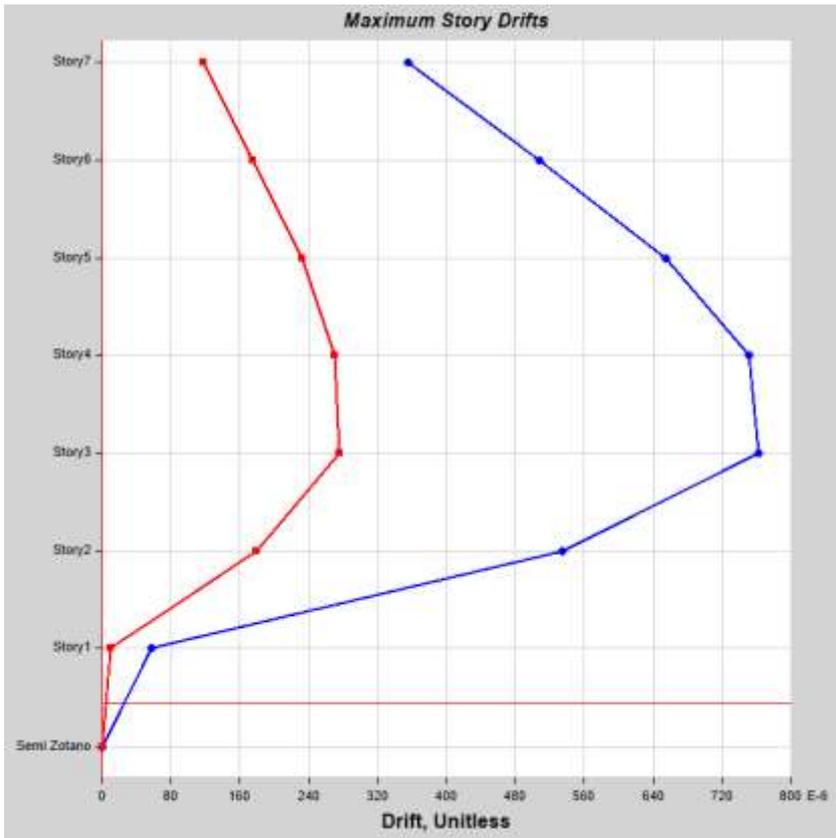
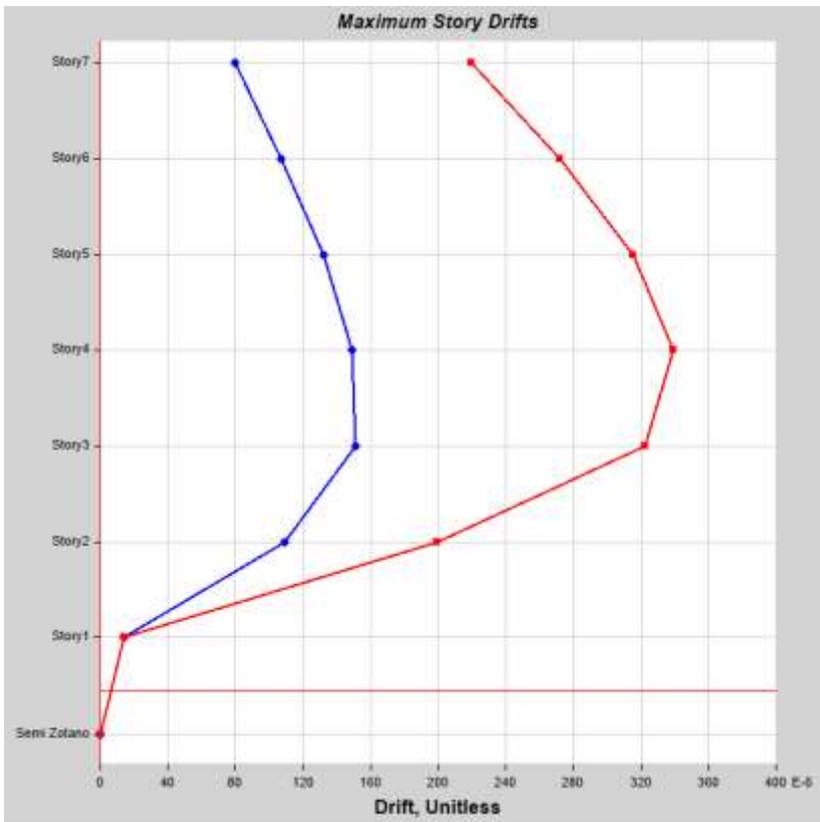


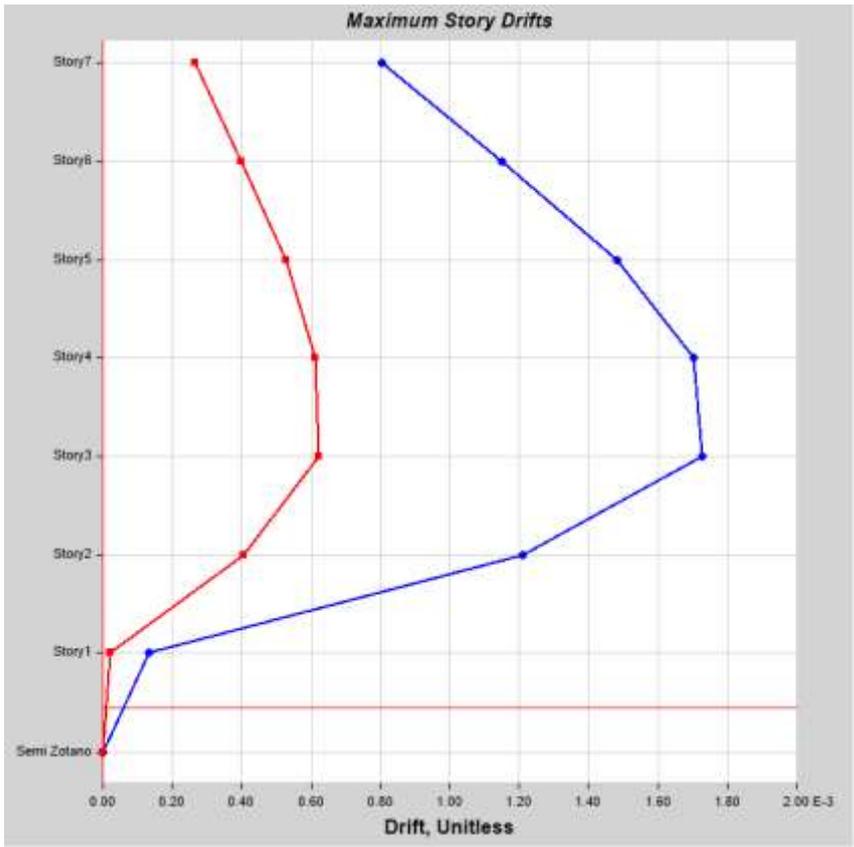
Figura N° 11: La máxima deriva del edificio en Y con S1 en el piso N° 04



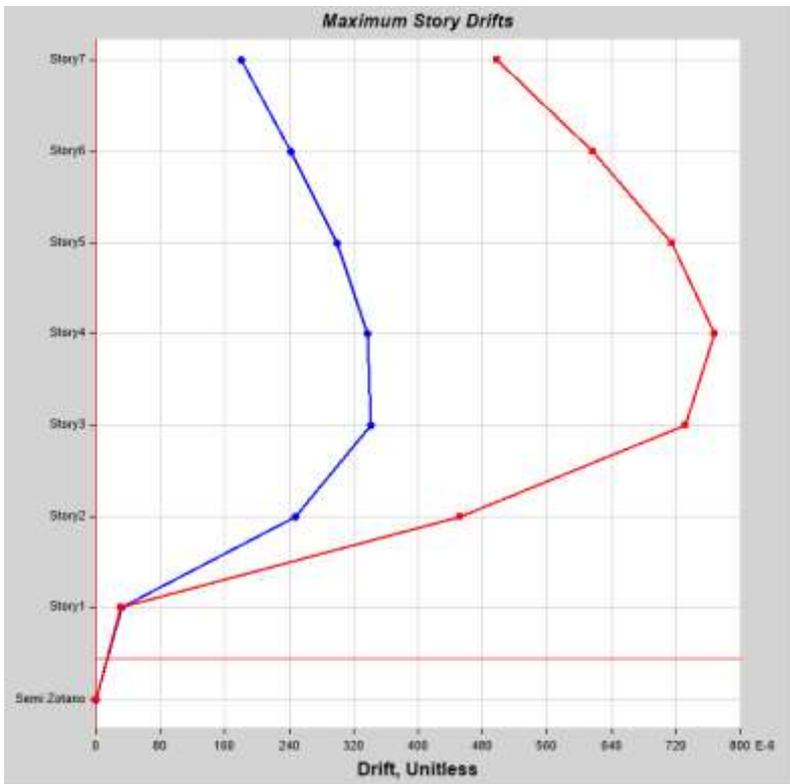
**Figura N° 12:** La máxima deriva del edificio en X con S2 en el piso N° 03



**Figura N° 13:** La máxima deriva del edificio en Y con S2 en el piso N° 04



**Figura N° 14:** La máxima deriva del edificio en X con S3 en el piso N° 03



**Figura N° 15:** La máxima deriva del edificio en Y con S3 en el piso N° 04

### 3. Cortante basal y fuerzas

La cortante basal es:  $V_x = 491.66 \text{ Ton}$



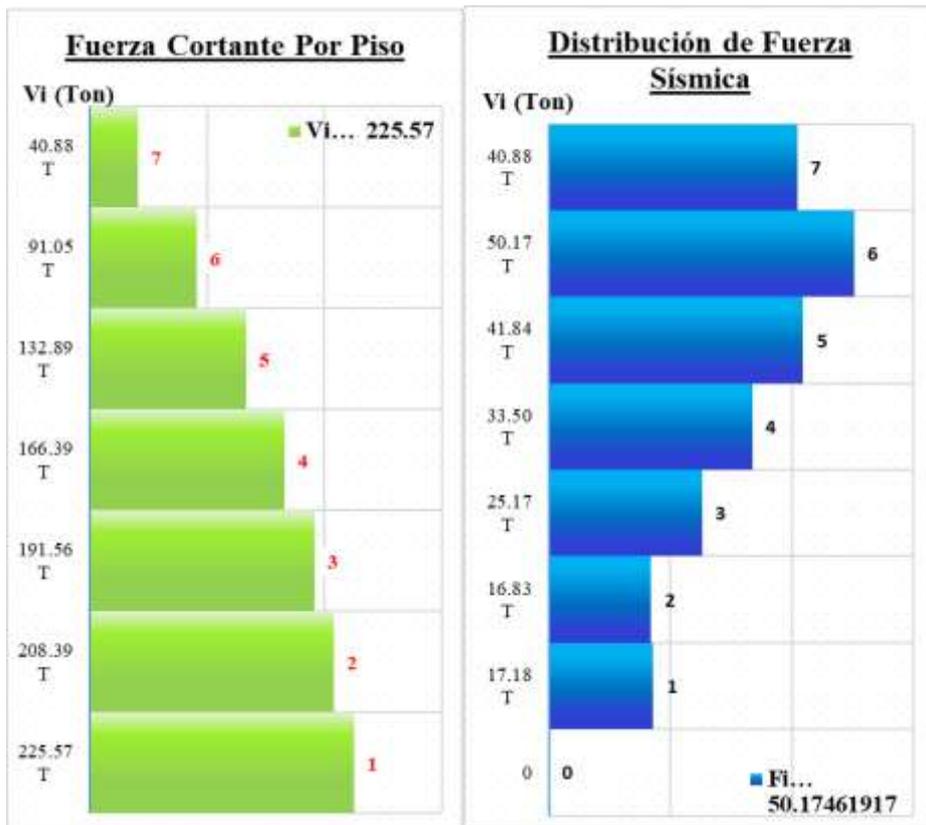
Gráfica N° 16: cortante y distribución de fuerzas en S1

La cortante basal es:  $V_x = 582.07 \text{ Ton}$



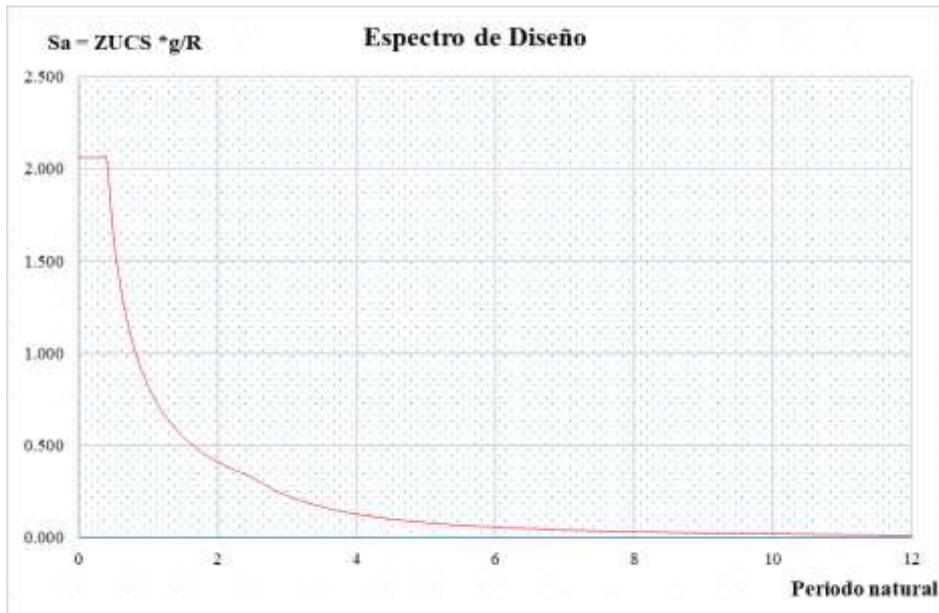
Gráfica N° 17: cortante y distribución de fuerzas en S2

La cortante basal es:  $V_y = 225.57 \text{ Ton}$

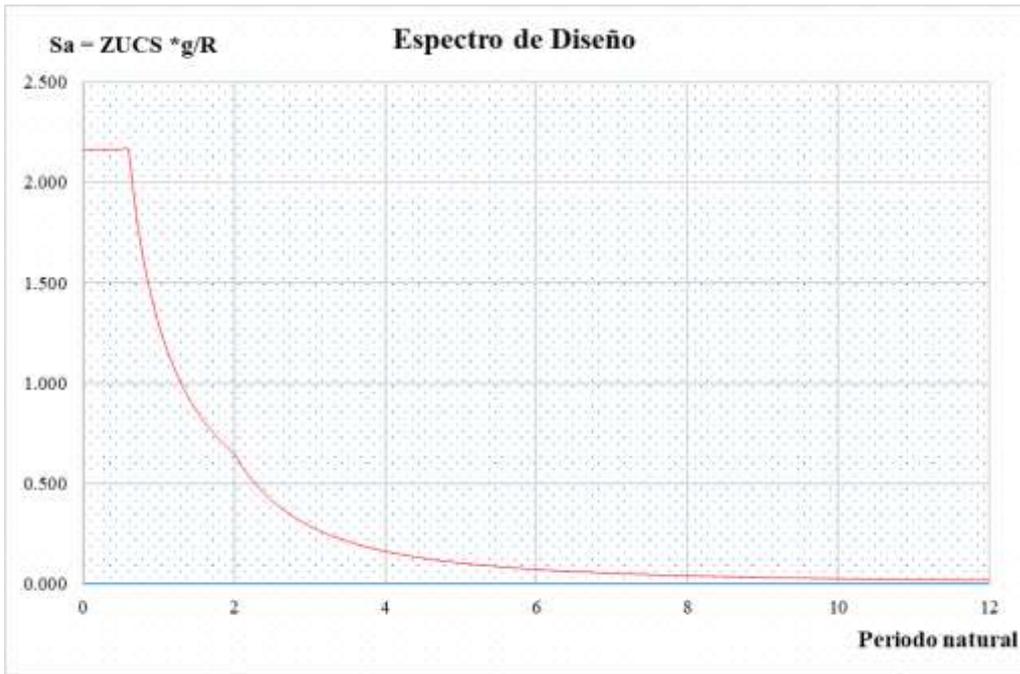


Gráfica N° 18: cortante y distribución de fuerzas en S3

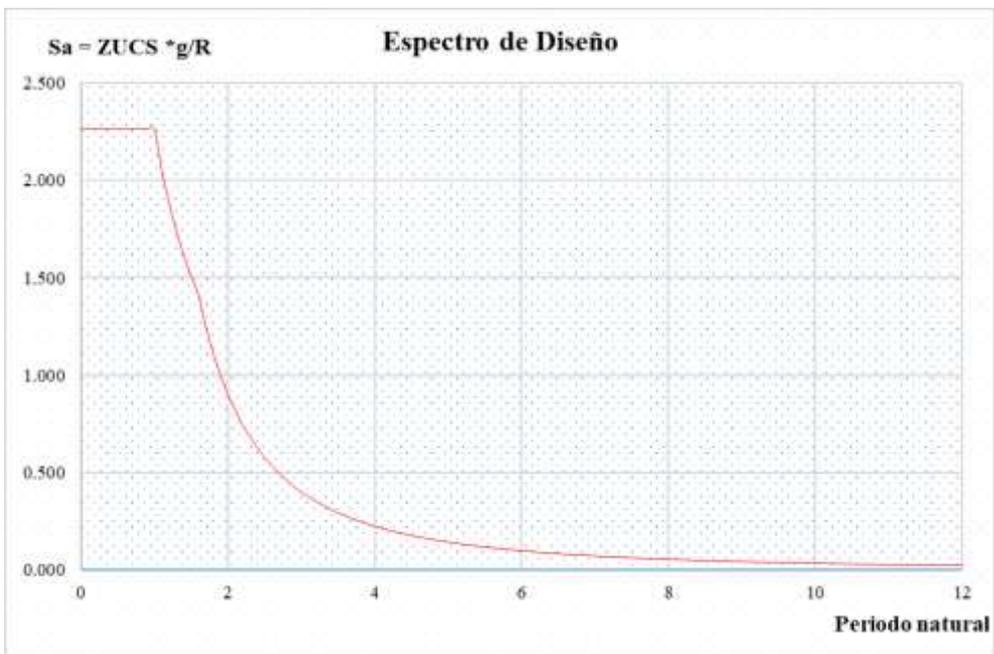
#### 4. Curva del espectro de diseño



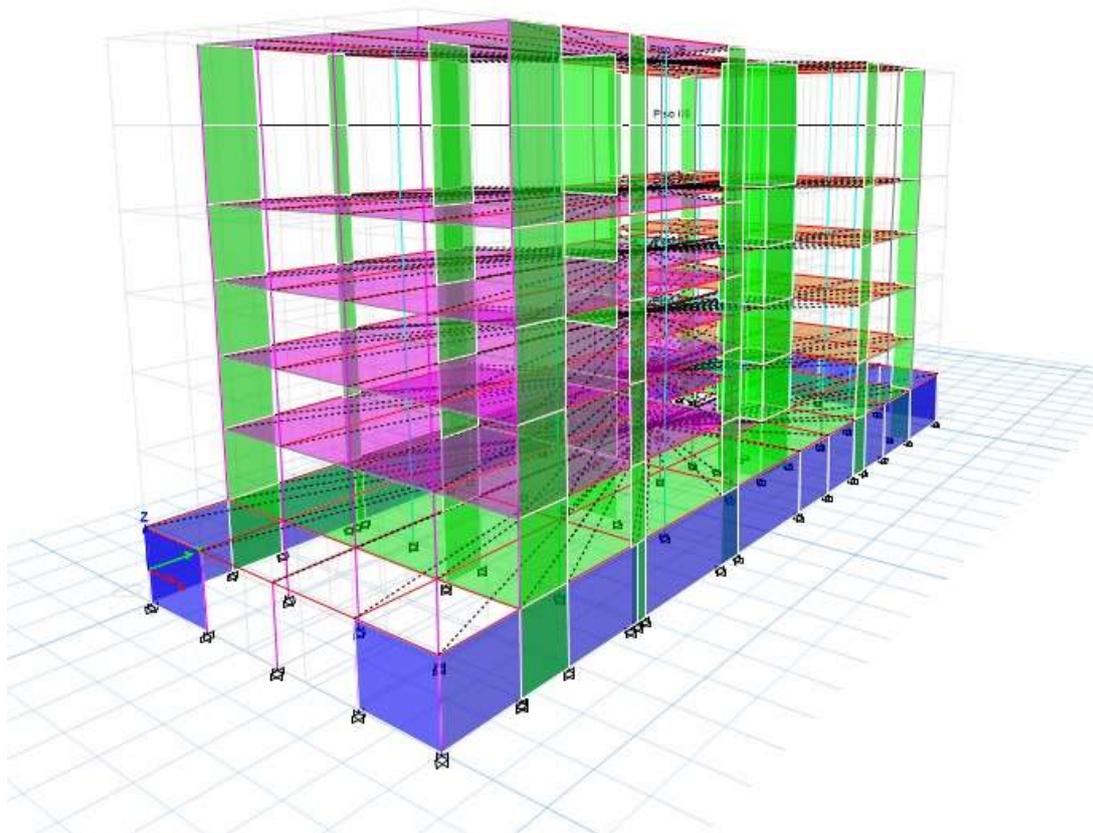
Gráfica N° 19: el espectro en S1



**Gráfica N° 20:** el espectro en S2



**Gráfica N° 21:** el espectro en S3



**Figura N° 22:** Modelo estructural

