



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis estructural dinámico entre una edificación con
base empotrada y otra con el modelo barkan-savinov, urb.
La Tomilla, Arequipa 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Guardia Zuñiga, Mary Carmen (Orcid.0000-0002-8616-7658)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (Orcid.0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima - Perú

2022

Dedicatoria

La presente Tesis está dedicada a mis padres, abuelita y hermana; ya que gracias a ellos he logrado concluir mi carrera, por su incondicional y constante apoyo, por ser la fuente de motivación para cada uno de mis logros.

Agradecimiento

A Dios por siempre guiar mi camino; a mis queridos padre Luis y Carmen por su apoyo constante y sus enseñanzas que me servirán para toda la vida, a mi abuelita Matilde por ser como una madre para mí, por su amor inmenso desinteresado, por ser mi ángel y motivación; a mi hermana Marta, por ser mi mejor amiga estos 23 años.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variable y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimiento de datos	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1: Modelado.....	18
Tabla 2: Datos del proyecto.....	24
Tabla 3: Desplazamientos y distorsión en cada piso del modelo base empotrada.....	30
Tabla 4: Cortantes en cada nivel del modelo base empotrada	31
Tabla 5: Momentos en cada nivel del modelo base empotrada	31
Tabla 6: Características del suelo.....	32
Tabla 7: Coeficientes de rigidez para cada zapata	32
Tabla 8: Desplazamientos y distorsión en cada piso del modelo base barkan-savinov	34
Tabla 9: Cortantes en cada nivel del modelo base barkan-savinov.....	35
Tabla 10: Momentos en cada nivel del modelo base barkan-savinov	35
Tabla 11: Cuadro resumen de los periodos de vibración.....	36
Tabla 12: Cuadro resumen de los desplazamientos en cada nivel.....	36
Tabla 13: Cuadro resumen de las fuerzas cortantes en cada nivel.....	37
Tabla 14: Cuadro resumen de los momentos en cada nivel.....	37

Índice de figuras

Figura 1: Esquema de procedimiento.....	19
Figura 2: Mapa de Arequipa	21
Figura 3: Mapa del distrito de Cayma	21
Figura 4: Mapa de localización del edificio multifamiliar de 04 pisos calle José Gálvez, lote 100.....	22
Figura 5: Resultado de los sondeos en el suelo de la cimentación	22
Figura 6: Especificaciones técnicas.....	23
Figura 7: Planos de levantamiento estructural	23
Figura 8: Elaboración de grillas.....	24
Figura 9: Creación de materiales.....	25
Figura 10: Creación de secciones.....	25
Figura 11: Creación de losas.....	26
Figura 12: Dibujo de secciones.....	26
Figura 13: Asignación de apoyos.....	27
Figura 14: Creación del espectro sísmico.....	27
Figura 15: Asignación de cargas.....	28
Figura 16: Modelo corrido.....	28
Figura 17: Tabla de periodos.....	29
Figura 18: Desplazamientos “xx” del modelo base empotrada.....	30
Figura 19: Desplazamientos “yy” del modelo base empotrada.....	30
Figura 20: Cortantes por piso del modelo base empotrada	31
Figura 21: Momentos por piso del modelo base empotrada	32
Figura 22: Colocación de zapatas y sus coeficientes de rigidez	33
Figura 23: Desplazamientos en “xx” e “yy” del modelo barkan-savinov	34
Figura 24: Cortantes por piso del modelo barkan-savinov	35
Figura 25: Momentos por piso del modelo barkan-savinov	36

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del método Barkan-Savinov en el Análisis Dinámico de una edificación, Cayma, Arequipa 2022. El diseño de investigación es cuasi-experimental, tipo aplicada. Los resultados según los objetivos-específicos al realizar el análisis-estructural fueron: determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los periodos de vibración de la edificación, el cual influyo aumentando los periodos en los ejes x e y de 0.42seg y 0.21seg; determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los desplazamientos de la edificación, el cual influye aumentado los desplazamientos en los ejes x e y en el cuarto piso con 0.006031m en el eje x y 0.001405m en el eje y; determinar la influencia del método Barkan-Savinov en las cortantes de la edificación, el cual influye aumentado dichas fuerzas 122.02tonf en el eje x y 133.01tonf en el eje y; determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los momentos de la edificación, el cual influye aumentado los momentos-flectores en los ejes x e y siendo los momentos máximos 11012.38tonf-m en el eje x y -5952.03tonf-m en el eje y. Conclusión, el método Barkan-Savinov influye aumentando los periodos de vibración, los desplazamientos, las fuerzas cortantes y los momentos.

Palabras clave: Momentos flectores, fuerzas cortantes, desplazamientos, periodos de vibración y análisis estructural.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of the Barkan-Savinov method in the Dynamic Analysis of a building, Cayma, Arequipa 2022. The research design is quasi-experimental, applied type. The results according to the specific-objectives when performing the structural-analysis were: to determine the influence of the Barkan-Savinov method on the vibration periods of the building, which influenced by increasing the periods on the x and y axes of 0.42sec and 0.21sec; determine the influence of the Barkan-Savinov method on the displacements of the building, which influences increased displacements on the x and y axes on the fourth floor with 0.006031m on the x axis and 0.001405m on the y axis; determine the influence of the Barkan-Savinov method on the shears of the building, which increases said forces by 122.02tonf on the x-axis and 133.01tonf on the y-axis; determine the influence of the Barkan-Savinov method on the moments of the building, which influences increased bending moments on the x and y axes, the maximum moments being 11012.38tonf-m on the x axis and -5952.03tonf-m on the y axis. Conclusion, the Barkan-Savinov method influences increasing the periods of vibration, the displacements, the shear forces and the moments.

Keywords: Bending moments, shear forces, displacements, vibration periods and structural analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los métodos de análisis, dentro de sus metodologías, contemplan la probabilidad que durante terremotos ocurra un comportamiento inelástico, donde la estructura es sometida a ciclos de carga y descarga; este efecto acumulado genera una degradación y fatiga, por lo que la capacidad de deformación de la estructura se disminuye aumentando la posibilidad de daños en los elementos estructurales. Se ha reconocido que el daño estructural, producidos por los movimientos sísmicos, no dependen solo de los cuantificaciones antes mencionados, sino que también deberá tomarse en consideración los aspectos de la flexibilidad de las cimentaciones y del suelo en la zona de los apoyos. El suelo hasta cierto punto es un material flexible, cuyo comportamiento provocará que las cimentaciones experimenten cierto nivel de giros y desplazamientos que modificaran el comportamiento de la súper estructura, tanto en sus fuerzas internas como en sus desplazamientos. Frente a esto, se necesita un modelo estructural más refinado que considere la presencia del mismo, a fin de evaluar su influencia en el resto de la estructura.

A nivel Internacional, se ha realizó investigaciones respecto a la influencia de utilizar la Interacción Suelo-Estructura para obtener en el análisis resultados más acorde a la realidad: Estados Unidos, México, Colombia entre otros; optaron por realizar investigaciones considerando en el modelado la Interacción-suelo estructura, ya sea en edificaciones, edificaciones con planta baja blanda y edificación de 10 pisos con pórticos. Uno de los métodos utilizados en la Interacción Suelo Estructura es Elementos Finitos y así poder realizar un mejor análisis y posterior diseño más cercano a la realidad.

A nivel Nacional, es importante contar con edificaciones que respondan de manera adecuada ante sismos, esto ya que, la experiencia nos indica que tenemos zonas sísmicas considerables y edificaciones vulnerables ante sismos; esto se debe a una mala recopilación de datos, modelamiento, análisis y posterior diseño de los mismos. En los últimos años, con el surgimiento de innovadoras técnicas e investigaciones existen métodos mediante los cuales podemos considerar ciertos factores para el análisis dinámico, como es la Interacción Suelo-Estructura, el cual

permite tener resultados más reales. En diversas zonas del Perú como Puno, Cajamarca, Moquegua, encontramos diferentes tipos de suelos que fueron materia de estudio para poder realizar distintos análisis considerando la Interacción Suelo-Estructura, en los que se utilizaron métodos como, Norma Rusa, Winkler, Barkan Savinov, entre otros; es así que se obtuvo en el análisis, resultados más reales según el tipo de suelo de cada investigación.

A nivel local, el distrito de Cayma, está ubicado en la Provincia de Arequipa; distrito en el que las edificaciones, de concreto armado y de albañilería confinada, como son los edificios: Edificio NEXO, en la Av. Cayma; Edificio RITZ, en la Urb. Los Guindos; Edificio multifamiliar, en la Quinta Las Dalias de Cayma; Edificio multifamiliar, en la Urb. Los delfines, Cayma; Edificio Bello Horizonte, en la Av. Bolognesi, Cayma; son algunas de las edificaciones que fueron analizadas y diseñadas con un modelo empotrado en primer instancia, ya que estos fueron analizados de 5 a más años atrás, los cuales en la actualidad vienen realizándose reforzamientos ya que se observaron fallas, por lo que, se procedió a realizar nuevos análisis considerando en el modelado la Interacción suelo-estructura; por ello, se propuso realizar la siguiente investigación, comparando un modelado convencional de base empotrada con otro considerando el método de Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura y así poder conocer el efecto y beneficios que provee.

Formulación del Problema: Varias de las edificaciones Multifamiliares en Cayma–Arequipa son analizados con un modelo empotrado con base fija, considerando al suelo de fundación totalmente rígido; ante esta problemática el Modelo de Barkan - Savinov de interacción de suelo-estructura resulta una opción que considera en el análisis las propiedades flexibles del suelo, es decir, el suelo no es totalmente rígido, sino que tiene cierto grado de amortiguación y absorbe parte de la energía dada por los movimientos sísmicos, merece una investigación a fin de conocer cuál es el efecto en la misma y los beneficios para una Edificación como busca la norma E.030. Es por ello, que se ha planteado el siguiente *Problema General*: ¿De qué manera influye el modelo Barkan–Savinov de Interacción Suelo Estructura en la respuesta sísmica de una Edificación en el distrito de Cayma–Arequipa-2022? Similarmente se planteó los *Problemas específicos*: ¿Cuánto influye el modelo Barkan–Savinov

en los periodos de vibración de una Edificación en el distrito de Cayma–Arequipa-2022?; ¿Cuánto influye el modelo Barkan–Savinov en los desplazamientos sísmicos de una Edificación en el distrito de Cayma-Arequipa-2022?; ¿Cuánto influye el modelo Barkan–Savinov en las fuerzas cortantes de una Edificación en el distrito de Cayma–Arequipa-2022?; ¿ Cuánto influye el modelo Barkan–Savinov en los momentos flectores de una Edificación en el distrito de Cayma–Arequipa-2022?

Justificación del Problema: Se puede justificar esta investigación, dando a conocer que, en los análisis estructurales, usualmente el suelo donde se apoya las cimentaciones, se considera como medio continuo rígido en el cual la cimentación se encuentra empotrada. Con las últimas investigaciones de interacción Suelo-Estructura, se puso de manifiesto que las bases de fundación para estructuras no tienen un comportamiento rígido, sino al contrario estos son de comportamiento flexible, por lo que es necesario la investigación de este fenómeno para realizar un análisis más acorde al real comportamiento de un edificio frente a un evento sísmico: La justificación teórica, que por medio de esta investigación se buscara incrementar nuestros conocimientos respecto a la importancia de que en el momento de realizar un análisis dinámico estructural se tengan muy en cuenta la Interacción Suelo Estructura; la cual permite tener un comportamiento más real de la estructura frente al sismo. La justificación social, La presente investigación beneficiara al distrito de Cayma, provincia de Arequipa, ya que, actualmente el sector construcción se ha incrementado de manera extraordinaria, por ende, se dará un importante aporte para el análisis estructural de las edificaciones de la zona y así poder salvaguardar las vidas humanas ante eventos sísmicos. La justificación técnica, en Arequipa se han realizado estudios similares a la presente investigación, analizando los periodos de vibración, desplazamientos, momentos flectores y fuerzas cortantes; sin embargo, en muchas no consideran la Interacción Suelo Estructura, en este caso los resultados arrojados nos darán indicadores más reales respecto al comportamiento de las estructuras ante eventos sísmicos, permitirá realizar el diseño de muchos proyectos teniendo en consideración el tipo de suelo. La justificación económica, Luego de realizar averiguaciones con diversos ingenieros especialistas en estructuras sobre el costo de un modelamiento estructural y un diseño sísmico de una edificación varía en un costo de 10 a 15 soles por metro cuadrado de la edificación a diseñar, muchas veces el factor

económico influye en no realizar estos análisis, pues al no realizarlo estarían en un riesgo latente dentro de la edificación porque no tendrían la seguridad de que la edificación está correctamente analizada y diseñada estructuralmente.

En la presente investigación, se propone la Hipótesis General: El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye en los resultados del Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. Similarmente se planteó las Hipótesis Específicas: El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo los periodos de vibración en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo los desplazamientos en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo las fuerzas cortantes en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo los momentos flectores en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.

También se planteó el Objetivo General: Evaluar la influencia del método Barkan-Savinov en el Análisis Estructural Dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. En forma similar se planteó los *Objetivos Específicos*: Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los periodos de vibración de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los desplazamientos de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en las fuerzas cortantes de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022. Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los momentos flectores de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES NACIONALES

Escobar, J. (2019), Su Objetivo fue: realizar un análisis y diseño estructural mediante la interacción de una vivienda multifamiliar, en la Región del Cusco. Con diseño experimental descriptivo-correlacional, con una población de viviendas multifamiliares de 7 niveles, y como muestra, el proyecto en estudio de dicha vivienda multifamiliar, como resultado del análisis de interacción suelo estructura, se tiene el aumento de periodos de vibración al 27 %, por consiguiente, aumenta las derivas y disminuye los esfuerzos internos, las cortantes en los ejes "x" e "y" disminuyen en un 20% y 5% respectivamente. En conclusión, una vez realizado el modelado con el sistema convencional y con la interacción del edificio en estudio, se demuestra que, al incluir la interacción suelo-estructura en el modelo, los diseños serán más realistas que el modelo convencional que es asumiendo un encajado perfecto de su base (2019).¹

Jines, R. (2017), Su Objetivo fue: Aplicar la interacción suelo-estructura para edificaciones de técnica dual con cimentaciones aisladas, en la región de Moquegua. Con un diseño de estudio descriptivo-correlativo, con una población conformada por edificaciones de composición dual en la ciudad de Moquegua, y como muestra, edificaciones de sistema dual de 6 pisos, luego del análisis de correlación de interacción suelo-estructura, se encuentra que en el caso de un aumento del 38% en el desplazamiento dinámico en la dirección "x", 18% en la dirección "y", el desplazamiento en la dirección "x" aumenta en un 2% y en la dirección "y". 3 % aumento de dirección; Asimismo, en el análisis de series de tiempo se obtiene que la desviación aumenta 3 % en la dirección "x", 17% en la dirección "y", el desplazamiento incrementado en la dirección "x" es 25% y 26%. en la dirección "y". En conclusión, con la interacción, se observa que el desplazamiento de la entreplanta y las fuerzas de los elementos es función del coeficiente de rigidez y este es función de las características del terreno y de los tamaños de los clavos. De la comparación de los resultados obtenidos, esto nos permite mostrar que la mayor influencia de la flexibilidad de la cimentación viene dada por los modelos probados. A diferencia de los cálculos usualmente utilizados (2017).²

Garces, L. (2019), Su Objetivo fue: Determinación de resultados de análisis estructural de un edificio de hormigón armado mediante aplicación de interacción suelo - estructura, Pativilca, Lima. Con un diseño experimental descriptivo-correlacional, será objeto de estudio una población de edificaciones de hormigón armado con sistemas estructurales de características similares, y la muestra coincide con las indicadas en la población, por lo que la aplicación de interacciones suelo-estructura. Esto se verificó variando las elevaciones del edificio (4, 6, 8 y 10) y tomando dos perfiles de suelo de referencia de la región de Pativilca (S1 y S2). En conclusión, el análisis estructural de una edificación de hormigón armado aplicando interacción suelo-estructura y resistencia sísmica es diferente en cada uno de los parámetros evaluados, Pativilca 2019. De igual forma, cabe destacar que con base en los resultados de resistencia sísmica (Análisis Dinámico) comparados con modelo dinámico de interacción suelo-estructura (BarkanSavinov, Ilichev, Sargsian y Norma Rusa); la etapa básica aumenta, la fuerza cortante básica y la escalada de tensiones por nivel disminuyen, el desplazamiento horizontal inelástico aumenta y la deriva del entrepiso en el primer y último nivel aumenta (2019).³

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Grandón, I. (2015), Su Objetivo fue: analizar la simulación por efectos inerciales en interacción Suelo-Estructural en edificaciones de hormigón armado, Chile; Como resultado, obtuvo un aumento en el período base, un aumento en el desplazamiento para estructuras donde la central tiene una relación $L / a = 3$. En conclusión, un aumento en el período base en cada una de las estructuras se debe a que los edificios con bases deformables, aumentando su duración de vibración debido a la flexibilidad del suelo. Los edificios basados en suelos de Clase A tienen un aumento de T_n de aproximadamente el 8%, este es el aumento más pequeño en comparación con otros suelos. Para la clase de suelo C, el aumento fue del 40% y el mayor ocurrió en el tipo de suelo E, con un aumento promedio de 213%. (2015).

4

Mejía, N. (2018), Su Objetivo fue: Efectuar el análisis estructural de interacción suelo- estructura teniendo en cuenta la conducta del suelo a partir de sus propiedades, además la respuesta no lineal de la estructura a partir de un análisis

Push Over, en un edificio de 10 niveles con pórticos de concreto, predestinada para vivienda, sobre las zonas lacustres de la microzonificación de Bogotá. Con diseño experimental descriptivo-correlacional, con una población edificaciones con pórticos de concreto, destinada a vivienda, y como muestra, edificación de 10 pisos con pórticos de concreto, destinada a vivienda, como resultado los desplazamientos en sentido X en el análisis lineal se presentan las máximas derivas en todos los modelos en los niveles N+11.00 y N+13.75, esto corresponde a la mitad de la estructura. Además, los desplazamientos de los niveles N+2.75, N+5.50, N+8.25, N+27.5, N+24.75 y N+22.00 también se agrandan en magnitud. En conclusión, al realizar un análisis elástico en cada una de las zonas lacustres de Bogotá en una estructura aporticada de concreto de 10 pisos, se observó cómo bajan las demandas y los desplazamientos aumentan a medida que se pasa de Lacustre 50 a 500; esto se atribuye a la reducción de aproximadamente 4 g en la aceleración espectral entre dichas zonas (2018).⁵

Jurado, C. (2012), Su objetivo es: dar una visión razonada del comportamiento de los muros de contención sometidos a cargas sísmicas, Madrid. Como resultado de los cálculos, se puede observar que la chimenea de ventilación de gas ha tenido separaciones importantes (levantando la losa del piso) para tener una aceleración de 0.15g, mientras que la fuerza lateral es mucho menor que la fuerza que provoca el deslizamiento. Para una aceleración de 0,35 g. Ya está comenzando a ver cierto deslizamiento cuando la fuerza en el resorte horizontal es constante y es igual a la resistencia debida a la fricción con el suelo debajo. Finalmente, los resultados muestran claramente cómo la delgadez de la estructura (la relación entre la altura del centro de gravedad y el radio de la base) afecta la jerarquía de la rotación sobre la traslación horizontal, que puede estar teniendo en cuenta la interacción suelo-estructura (2012).⁶

Ferreira, A. (2013), Análise do intercâmbio estático - superestrutura como atrelamento MECMEF. A baseamento de jangada sobre estacas é a alicerce formada pelos elementos estruturais das lajes e estacas (elementos de barra) e o terreno. Ao contrário de outros tipos de baldrame, onde a carga da superestrutura é transmitida ao solo por radiadores ou apenas por esteios, em radiadores de estacas, é considerada a reforço das estacas, bem como a da cordialidade. As estacas delongam a carga da superestrutura para o solo e, portanto, podem reduzir

o recalque de forma muito econômica. O objetivo destas tarefas foi analisar a interação solo-estrutura por meio do acoplamento MECMEF. O terreno é considerado um espaço semi-homogêneo, elástico e linear regido pela equação de Navier e resolvido pelo Método dos Elementos de Fronteira (BEM), adotando uma porta fundamental de Mindlin. As estacas são modeladas usando o Método dos Dados Finitos (FEM) e cada elemento possui quatro nós. Lá ao longe disso, a rima pode embolsar forças horizontais, verticais e momentâneas. A tensão de cisalhamento longitudinal da pilha é aproximada por um polinômio quadrático e as entusiasmos atravessados são chegados por um polinômio quaternário (2013).⁷

Buitrago, L. (2017), Effect of SoilStructure interaction on seismic response of low height eccentric brace; However, the analysis has only been applied in some construction projects, because the fixed foundation condition is considered a conservative estimate of the response of buildings under seismic loads. In this study, the seismic performance of the Eccentric Braced frame (EBF) with the SSI effect is investigated using analytical models. Basic information and modern guidelines available, for considering the ISS in seismic analysis of buildings are presented and discussed. Next a 3-story building with EBF on a shallow foundation is analyzed with and without the ISS. Winkler's beam-on-base approach is used to model linear and nonlinear behavior of the ground-ground interface, considering elastic linear springs, perfectly elastic elastic springs and nonlinear elastic springs. The requirements for freeway drift, residual drift, link rotation and axial load columns are the same as for frames with flexible base and fixed base when using elastic and complete springs. All plastic. However, when nonlinear springs were used, the soft base frames showed a significantly reduced response compared to that observed at fixed base conditions. Therefore, it is possible and reasonable to reduce the size of the members of the structure thanks to SSI analyses. (2017).⁸

Tileylioglu, S. (2008), Assess the impact of SoilStructure interactions from field performance data. The strong motion data of the buildings was analyzed to show that the wave of the foundation stiffeners explained only 60-80% of the strength of the ground movements. More precise processes including into account the elasticity of the groundwork is made for a large building with underground floors. A relatively complex SSI model was generated corresponding to the pragmatic retrofit to the 199 Northridge earthquake. Selected components of this model were

removed one by one, indicating that the inclusion of the part The underground of the building into the model affects the structural drift and their distribution. The method properties are developed using parametric system recognition techniques that take the inlet stirrer motion and the output roof total motion for the dynamic mechanism and acceleration coherence agitator, the acceleration of the base and the movement of the input platform, and the displacement of the roof movement with respect to the outlet base with respect to the fixed base. Impedance is calculated in the frequency domain as fundamental cut-off/displacement ratio and fundamental torque/rotational ratio (2008).⁹

ARTÍCULOS

Fernandez, L. y Avilés, J. (2008), El efecto de interacción entre la textura del suelo en edificios con planta baja débil. Las estructuras con plantas bajas flexibles son susceptibles a los terremotos. Las especificaciones complementarias de diseño sísmico tratan la disyuntiva como una anomalía estructural, limitada a la reducción del factor de respuesta sísmica que vigila la resistencia del diseño. En este trabajo se desplegó un modelo digital para estimar la contestación dinámica de estructuras con plantas bajas flexibles colocadas sobre terreno blando. Como resultado: la ganancia dinámica y las distorsiones de la etapa inicial siempre están influenciadas por la diferencia de rigidez entre este nivel y el nivel alto. El efecto de ISE hace que este inconveniente sea menos grave. Ambos efectos producen una mayor participación del modo básico que los modos superiores. La consecuencia de ISE se refleja casi exclusivamente en el primer modo, mientras que la primera etapa suave también altera las frecuencias de los modos superiores. Está claro que la presencia de una entreplanta flexible producirá siempre distorsiones muy fuertes de esta entreplanta, pero todas tienen en común el llamativo factor de amplificación de estas frente a una estructura convencional. No es proporcional al coeficiente de reducción de rigidez (2008).¹⁰

Villareal, G. (2020), Interacción suelo - estructura en edificios con cimientos aislados. Este estudio tiene como objeto resolver uno de los problemas existentes de la mecánica estructural, el método de cálculo de edificios con cimentaciones aisladas, teniendo en cuenta la flexibilidad de la base de fundación; analizando

utilizando cuatro modelos dinámicos prosísticos seleccionados con diferente ángulo de inclinación y fundamentando la disipación de energía en la base del clavo. Asimismo, el edificio está modelado por el programa LIRA y calculado utilizando el estándar ruso SNIP II781 *, cuyos resultados son particularmente interesantes de comparar. El mismo edificio fue modelado utilizando elementos espaciales sólidos por el programa COSMOS, cuyo resultado es cercano al daño estructural en columnas causado por grandes terremotos. Las conclusiones indican que el mayor efecto de la flexibilidad de la cimentación se produce en el modelo dinámico V.A. Ilichev y menos influyente en el modelo dinámico D.D. Barkan - O.A. Savinov. Los efectos de los modelos cinéticos estándares rusos SNIP 2.02.0587, A.E. Sargsian y V.A. Ilichev se encuentra entre los dos modelos dinámicos anteriores (2020).¹¹

Araca, F. Gomez, L. Cahui, A. Marín G. (2020). Atribución de la interacción suelo-estructura en la actuación de viviendas construidas con cimientos aislados en Juliaca. La respuesta estructural a un terremoto de un edificio de hormigón armado está influenciada por la interacción de tres componentes: suelo, cimentación y estructura. El objetivo de este proyecto fue determinar la atribución de la interacción de la estructura del suelo en el comportamiento de las casas domo en la ciudad de Juliaca, Perú. Esta técnica incorpora flexibilidad de suelo de acuerdo a las representaciones de FEMA 356/ 0 además de verificar actividades sísmicas y respuestas entre modelos cóncavos y de base blanda en diferentes sitios de estudio, para edificios con planta cuadrada de 2 y 3 pisos. Para edificios con planta rectangular de 2 pisos, la distribución de flexibilidad de la cimentación es insignificante, en cambio, para viviendas de 3, y 5 pisos, la atribución de la interacción suelo-estructura es más grande. En cuanto a la fuerza cortante y el momento de volteo, el aumento de interacción entre suelo y estructura no resalta más del 1%, por lo que no modifica la resistencia del edificio (2020).¹²

Como bases teóricas relacionadas a las variables y las dimensiones hemos obtenido las siguientes: **Análisis Estructural**, es la ciencia que estudia el comportamiento de las estructuras como, por ejemplo: resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad en las obras.¹³ **Análisis dinámico**: Las diferentes estructuras están sujetas a cargas externas, que varían con el tiempo a un ritmo determinado. Dichos tipos de cargas se denominan dinámicas y pueden

ser el producto de la acción del viento, vibraciones de máquinas, detonaciones, terremotos y similares. En todos los casos, la masa de los objetos ubicados en la estructura y la masa de la misma estructura se moverán provocando fuerzas de inercia.¹⁴

Modelo de base empotrada: es el modelo acoplado sobre una base rígida está excitado por la tendencia de campo libre. Esta tendencia en campo libre es el movimiento teórico de un sitio en la superficie de la Tierra, asumiendo que no hay estructuras cercanas. Suponga que el modelo de base empotrada no es adecuado para bastantes estructuras; Sin embargo, los métodos estructurales que incorporan elementos verticales rígidos para carga lateral (muros de cortante y marcos rígidos) pueden ser especialmente sensibles a pequeñas rotaciones en la base y traslaciones solo cuando se supone que tiene una base fija. Los miembros verticales relativamente flexibles (marcos) generalmente no se ven afectados significativamente por la interacción de la estructura del suelo.¹⁵ **Interacción suelo-estructura,** Es el conjunto de acciones que se producen en la estructura y el suelo debido a las deformaciones de las estructuras previa al estímulo sísmico, cuya interacción cambia las propiedades dinámicas relevantes para las cuales se supone que la estructura tiene una base.¹⁶

Modelo Dinámico D.D. Barkan – O.A Savinov, Para su ejemplo el verificado Barkan propone en el año 1948 las siguientes ecuaciones:

$$K_z = C_z A$$

$$K_x = C_x A$$

$$K_\phi = C_\phi I$$

Donde:

C_z C_ϕ - coeficientes de compresión elástica;

C_x - coeficiente de desplazamiento elástico uniforme;

A - área de la base de la cimentación;

I - momento de inercia de la base de la cimentación respecto al eje principal, perpendicular al plano de vibración.

Los coeficientes C , no solo dependen de sus propiedades elásticas del suelo, sino de otros factores a intervenir, para obtener los valores de los coeficientes C , se

Investigaron dos modelos:, producto de la indagación se tiene las siguientes ecuaciones:

$$C_z = \chi_z \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}$$

$$C_x = \chi_x \cdot \frac{E}{(1+\chi_x \mu)(1+\mu)} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}$$

$$C_\phi = \chi_\phi \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}$$

Dónde:

χ_z , χ_x y χ_ϕ : Coeficientes que dependen de la relación de las dimensiones del suelo.
 μ : Coeficiente de Poisson

Con posteriores investigaciones teórico – experimentales se logró determinar los valores para las constantes C teniendo la siguiente expresión:

$$C_z = C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] * \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \quad C_x = D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] * \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_\phi = C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta A} \right] * \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

Donde:

C_0 y D_0 : Coeficientes experimentales para $\rho = \rho_0$ a

y b : Dimensiones de la cimentación en el plano

Δ : Coeficiente empírico, asumido como 1m-1

ρ_0 : Tendrá el valor de 0.2 kg/cm²

Para la determinación del coeficiente de balastro se puede recurrir a la siguiente tabla.¹⁷

Tipo de perfil	Características de la base de fundación	Suelo	Co(kg/cm ³)
S1	Roca o suelo muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ($li < 0$)	3.0
		Arena compacta ($li < 0$)	2.2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2.6
S2	Suelos Intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ($0.25 < li < 0.5$)	2.0
		Arena plástica ($0 < li < 0.5$)	1.6
		Arena polvorosa medio densa y densa ($e < 0.80$)	1.4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de densidad y humedad	1.8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0.5 < li < 0.75$)	0.8
		Arena plástica ($0.5 < li < 1$)	1.0
		Arena polvorosa, saturada, porosa ($e > 0.80$)	1.2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda ($li > 0.75$)	0.6
		Arena movediza ($li > 1$)	0.6

Resistencia a la Compresión, es la capacidad de resistir de un material cuando se comprime sin romperse.¹⁸ **Módulo de Elasticidad del concreto**, representa la rigidez de este material antes de que se le aplique una carga. La prueba para determinar la elasticidad estática del hormigón se realiza de acuerdo a la ASTM C 69 y con base en la aplicación de la carga estática y la correspondiente deformación unitaria generada.¹⁹ **Esfuerzo de fluencia del acero**, Es la deformación elástico-elástica cuando el hormigón alcanza su máxima resistencia a la compresión y comienzan a formarse grietas, en las que el acero soporta la mayor parte de la tirantez. Por lo tanto, en este punto, la tensión en el acero aumenta hasta que alcanza su límite elástico.²⁰ **Carga muerta**: Es el peso de los materiales, equipos estables, mamparos y otros elementos que soporta el edificio, incluido su propio peso, ya sea de forma permanente o con variación de magnitud, pequeño en el tiempo. ²¹ **Carga viva**: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, accesorios y otras partes móviles que soporta el edificio. ²² **Cimentación**: Elemento estructural que tiene la función principal transmitir las cargas de la superestructura al suelo. ²³ **Estructura irregular**: son estructuras que presentan discontinuidades laterales y longitudinales en su configuración para soportar cargas laterales. ²⁴ **Estructura regular**: Se trata de tipos que no presentan discontinuidades significativas en su configuración. ²⁵ **Fuerzas internas**: En el interior de las estructuras se desarrollan trabajos que pueden ser fuerza normal, fuerza cortante, momento flector y par de desarrollo dentro de los miembros estructurales. ²⁶ **Respuesta estructural**: la contestación de una estructura está simbolizada por un conjunto de medidas físicas que describen su actuación en relación con las operaciones que se le aplican. ²⁷

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

La investigación de tipo aplicada es mantener el conocimiento y ponerlo en práctica, además de mantener la investigación científica orientada a encontrar respuestas a posibles aspectos de la mejora de situaciones de la vida diaria.²⁸

Por lo que, la indagación de la presente investigación es del tipo aplicada, debido a que se buscó poner en destreza los conocimientos previos en el análisis estructural, el uso del método de Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura y los antecedentes en cuestiones similares, con el fin de tener resultados más reales de la estructura con respecto a movimientos sísmicos. Esto en base a los resultados obtenidos en los antecedentes y los razonamientos de desplazamiento, fuerzas cortantes, momentos flectores y periodos de vibración.

Diseño de investigación:

- Diseño cuasi experimental

El diseño cuasi-experimental es la estrategia que, guiadas por unos objetivos, se pretende manipular al menos una variable de la investigación.²⁹

Por lo tanto, el presente proyecto se considera cuasi experimental, gracias a que se tienen ya definidos los valores de esfuerzo de diseño de los materiales, las medidas de la mecánica de suelos y asignación de cargas; para así poder obtener el coeficiente de Barkank-Savinov, con el objetivo de analizar estructuralmente el comportamiento de la edificación con base empotrada y otro con el modelo Barkan-Savinov frente a un evento sísmico y poder obtener los periodos de vibración, desplazamientos, fuerzas cortantes y momentos flectores en cada caso. En base a los antecedentes de diversos autores realizar la comparación de ambos casos.

3.2. Variable y Operacionalización.

Variable Independiente 1: Modelo con base empotrada

Definición conceptual: Es un modelamiento estructural puesto sobre una base rígida estimulada por la tendencia de campo libre. Esta tendencia teórica de un

punto en la zona de la Tierra, asumiendo que no hay estructuras cercanas. Suponga que el modelo de base fija no es adecuado para muchas estructuras.³⁰

Definición operacional: Se realizará el modelamiento del edificio con una base empotrada, en el que se tendrá en consideración el esfuerzo de diseño de los materiales de la Norma E.060 Concreto Armado, las cargas de servicio establecidas por la E.020 Norma de Cargas, con el objetivo de realizar el análisis estructural dinámico del mismo.

Variable Independiente 2: Modelo Barkan-Savinov

Definición conceptual: Se trata de un prototipo experimental y teórico, que fundamentalmente trata de cómo la cimentación interactúa con el suelo de la cimentación en forma de un proceso implantado por vibraciones sísmicas. El científico D.D Barkan formuló el coeficiente de rigidez que sería función del coeficiente de compresión y desplazamiento elástico, dañando tanto la inercia como la superficie. En este prototipo, la rotación que se produce en el tercer eje (Z) es limitada, por lo que solo se evalúan cinco de los seis grados de libertad.³¹

Definición operacional: Se realizará el modelado del edificio con el modelo Barkan-Savinov de interacción suelo estructura, en el que se tendrá en consideración el esfuerzo de diseño de los materiales de la Norma E.060 Concreto Armado, las cargas de servicio establecidas por la E.020 Norma de Cargas y los parámetros de mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Norma E.050, con el objeto de realizar el análisis estructural dinámico.

Variable Independiente 1 VI 1: Modelo con Base empotrada

Variable Independiente 2 VI 2: Modelo con Barkan-Savinov

Variable Dependiente: Análisis Estructural

Definición conceptual: Es una ciencia que ensaya la rigidez, resistencia, durabilidad, desplazamientos en los elementos estructurales.³²

Definición operacional: En el programa tecnológico Etabs, se realizará el análisis estructural dinámico, el cual nos arrojará resultados como: los periodos de vibración, desplazamientos, fuerzas cortantes y momentos flectores de la edificación en las

direcciones XX e YY; en los que se confrontarán los resultados de ambos modelos realizados.

Variable Dependiente VD1: Análisis Estructural

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población

Es un conjunto de elementos con características comunes por lo que se profundizará en las conclusiones de la investigación.³³

La población estará compuesta por todos los edificios multifamiliares de 04 pisos de concreto armado y de albañilería confinada del distrito de Cayma, Provincia Arequipa.

Muestra

Es un conjunto de ordenamientos que se realizan para estudiar la distribución de ciertos caracteres en toda una población o universo, a partir de la observación de una pequeña fracción de la población considerada.³⁴

En tal sentido la muestra de la siguiente investigación es el edificio multifamiliar de 04 pisos de concreto armado y de albañilería confinada ubicado en la calle José Gálvez, lote 100 Urb. Ampliación la Tomilla, distrito de Cayma, Provincia y Región Arequipa.

Muestreo

La selección de factores no depende de la posibilidad, sino de orígenes afines con las peculiaridades de la encuesta o del hacedor de la muestra. Aquí el proceso no es mecánico, ni se basa en una fórmula de posibilidad, sino que depende del juicio de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y por supuesto, las muestras seleccionadas siguen otros criterios de búsqueda. Desde un enfoque cuantitativo, y para un diseño dado, la utilidad de una muestra no probabilística no radica tanto en la "representación" de los elementos, sino en la selección cuidadosa y controlada. De objetos con determinadas tipologías previamente definidas en el enunciado del problema.³⁵

El muestreo se tomó de manera no probabilística, teniendo los siguientes criterios de inclusión: para los modelados de suelo, un asunto empotrado que permita obtener una base de cotejo al valorar el comportamiento de la estructura tal como se conceptualiza idealmente (base empotrada), y otro con el cual se figure un suelo ciertamente flexible y permita una mayor observancia en el efecto de interacción suelo - estructura.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Son hechos o documentos a los que acude el indagador y le permite obtener información. También enfatizó que la tecnología es el medio utilizado para recopilar información.³⁶

Es por eso que, para la técnica de recolección de información se utilizará la observación para poder facilitar algunas posibles soluciones a las problemáticas, así como también probar las hipótesis dadas. Por otro lado, las orígenes de información como bases teóricas para cada variable llegando a manejar las fichas bibliográficas, finalmente se tiene la técnica de la cuasi experimentación.

Al mismo turno se manejará los procedimientos señalados por las Normas Peruanas: E.020 Cargas, E.030 Diseño Sismo Resistente, E.050 Suelos y Cimentaciones, E.060 Concreto Armado.

Instrumentos de recolección de datos

Son herramienta de recolección de datos que el investigador utiliza como recurso para aprobar y extraer información del tema a investigar. De esta manera, la herramienta agrega todo el trabajo previo de la encuesta, resumiendo las aportaciones del marco teórico en el proceso de selección de datos correspondientes al indicador y, por tanto, a las variables o concepto utilizado.³⁷

De tal manera que, para la presente investigación, se realizarán modelamientos de la edificación para la elaboración de los resultados, por lo cual se menciona lo siguiente:

- Observación
- Fichas Recolección de Datos (Indicadores de la V. Independiente)
- Modelado

Tabla 1. Modelado

	Parámetros	Instrumentos
Modelado	Resistencia a la compresión del C°	Ficha de recolección de datos 1B
	Módulo de elasticidad del C°	Ficha de recolección de datos 1B
	Esfuerzo de fluencia del acero	Ficha de recolección de datos 1B
	Esfuerzo de tensión del acero	Ficha de recolección de datos 1B
	Carga muerta	Ficha de recolección de datos 1B
	Carga viva	Ficha de recolección de datos 1B
	Capacidad admisible del suelo	Ficha de recolección de datos 1B
	Densidad del suelo	Ficha de recolección de datos 1B

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad: Es el grado de confianza o seguridad de que los resultados logrados por el investigador pueden ser aceptados en base a los procedimientos utilizados para realizar su investigación ³⁸

Al hablar de la confiabilidad se refiere a la aplicación reiterada o constante de un centro que será ensayado, lo cual al ser estudiado continuamente deberá arrojar resultados iguales o similares, brindando la confianza de los resultados logrados y de los instrumentos que serán utilizados en el trayecto del modelamiento estructural, los cuales estarán avalados por ingenieros colegiados habilitados.

Validez: Es la medida en que un concepto se mide con precisión y están sometidas a una validación. ³⁹

Es por esto, que la ficha 1B de recolección de datos será sometida a una confirmación de expertos o especialistas en la rama de edificaciones y diseño

estructural, los cuales se encargan de estudiar y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación, basados en las N.T.P.

3.5. Procedimientos

Edificio con base empotrada: Planteamiento Estructural a partir de la propuesta Arquitectónica, modelamiento de la Estructura tomando en cuenta la base empotrada, análisis de Elementos de concreto Armado considerando la base empotrada.

Edificio Multifamiliar con Modelo Barkan-Savinov: Planteamiento Estructural a partir de la Propuesta arquitectónica, modelamiento de la estructura considerando la base flexible, análisis de elementos de concreto Armado considerando la base Flexible.

Comparación de resultados logrados del análisis estructural en cada caso.

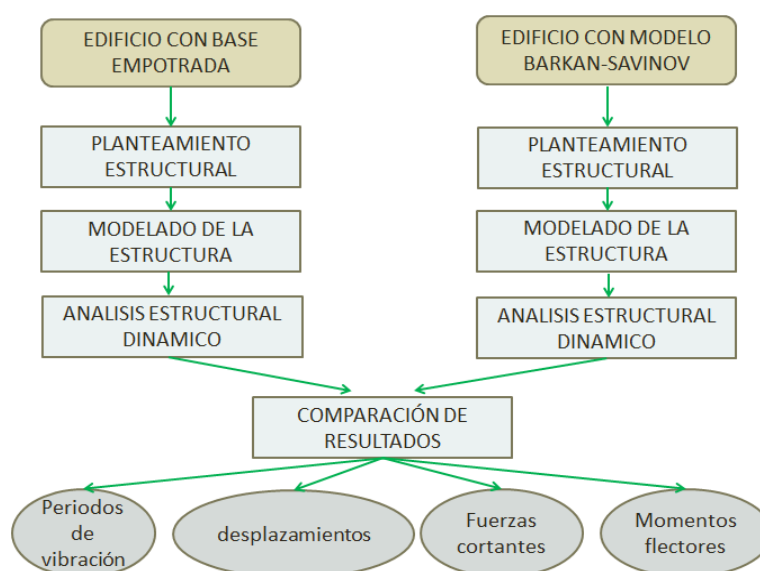


Figura 1: Esquema de procedimiento

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de Análisis de datos

El análisis de datos implica la realización de actividades a las que el indagador envía datos para lograr los objetivos del estudio.⁴⁰

Para la elección de datos, estos se elaboraron mediante la observación directa, teniendo en consideración las Normas Peruanas: E.060 Concreto Armado, E.020

Cargas y E.050 Suelos y Cimentaciones y plasmarlos en el modelamiento de cada caso en el ETABS, para posteriormente realizar el Análisis Estructural dinámico.

3.7. Aspectos éticos

Como estudiante de ingeniería civil; este proyecto de investigación se desarrolló con total moralidad, respeto y honestidad para no copiar parte de las investigaciones de otros autores, respetar y citar las fuentes, mostrando todos los manuales técnicos, estándares y herramientas peruanas utilizados en el proyecto de investigación a sus respectivas resoluciones, que finalmente serán comparados por la herramienta web Turnitin.

IV. RESULTADOS

“Análisis Estructural dinámico entre una Edificación con base empotrada y otra con el modelo Barkan-Savinov, Urb. La tomilla, Arequipa 2022”.

Ubicación:

Departamento : Arequipa
Distrito : Cayma
Ubicación : La Tomilla



Figura N°02: Mapa de Arequipa

Fuente: Google Search



Figura N°03: Mapa Distrito de Cayma

Fuente: Google Search.



Figura N°04: Mapa Localización del edificio multifamiliar de 4 pisos calle José Gálvez, Lote 100

Fuente: Google Maps.

Calicata N°01		
Con los datos obtenidos del ensayo de Corte Directo Remoldeado - Saturado ($\phi=26.00^\circ$ y $c=0.00$ kg/cm ²) en la condición <u>mas</u> desfavorable y aplicando la Teoría de KARL Terzaghi y corroborando por Meyerhoff para cimentaciones superficiales:		
ϕ	: Angulo de fricción interna	=26.00°
C	: Cohesión (gr/cm ³)	=0.00
γ	: Densidad Natural (gr/cm ³)	=1,88
D_f	: Profundidad de cimentación (m)	=1,80
B	: Ancho de cimentación (m)	=1,20
N_q y N_γ	: Factores de capacidad de carga respectivamente para una falla local.	
F_s	: Factor de seguridad	=3
q_{ad}	: Capacidad portante admisible (kg/cm ²)	=1,85

Figura N°05: Resultado de los sondeos en el suelo de cimentación

Fuente: Mecánica de suelos

La sismicidad del área en estudio nos indica que el factor del suelo es 1.15 ya que es un suelo intermedio S2 y pertenece a la Zona 3 lugar donde se encuentra el área de estudio ubicado en la provincia de Arequipa.

Asimismo, el período que define la plataforma del factor C " T_p " y el período que define el inicio de la zona del factor C con el desplazamiento constante "TI" según el tipo del suelo fueron determinados según la Tabla N°4 de la norma técnica E030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T_p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Figura N°06: Parámetros de sitio

Fuente: Mecánica de suelos

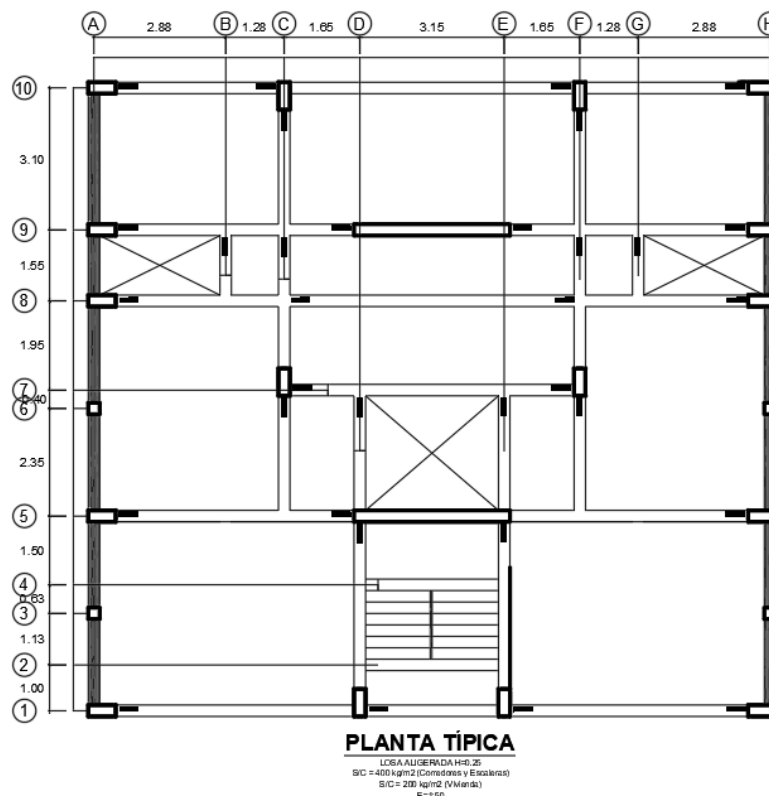


Figura N°07: Planos de levantamiento estructural

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Datos del Proyecto

DATOS DEL PROYECTO	UBICACIÓN:	AREQUIPA, CAYMA		
	SUELO:	INTERMEDIO		
	USO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR		
	MATERIALES	CONCRETO	$f_c=210 \text{ kgf/cm}^2$	P.E=2400 kgf/m ³
		ACERO	$f_y=4200 \text{ kgf/cm}^2$	P.E=7850 kgf/m ³
		ALBAÑILERÍA	$f_m=65 \text{ kgf/cm}^2$	P.E=1900 kgf/m ³
	MODULOS ELASTICOS	CONCRETO	E=15000 (raíz f_c) kgf/cm ²	
		ACERO	E=2000000 kgf/cm ²	
		ALBAÑILERÍA	E=500 f'm kgf/cm ²	
	SUELO:	CAPACIDAD PORTANTE	1.85 kgf/cm ²	
		ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	26°	
		MODULO DE ELASTICIDAD	148 kg/cm ²	
		RELACIÓN DE POISSON	0.28	
		DENSIDAD NATURAL	1.86 gr/cm ³	
		PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	1.60 m	
	ALTURAS ESTRUCTURALES	h1	3.30 m	
		h2	2.80 m	
		h3	2.80 m	
		h4	2.80 m	
	MUROS DE ALBAÑILERIA	CABEZA	0.25 m	
SECCIONES	COLUMNA C-1	25X60		
	COLUMNA C-2	25X25		
	PLACA	25X340		
	VIGA V-1	25X55		
	VIGA V-2	25X25		
	LOSA ALIGERADA	25 cm		
SOBRECARGA	CARGA VIVA INTERNA	200 kgf/m ²		
	CARGA VIVA ESCALERAS	400 kgf/m ²		
	CARGA VIVA AZOTEA	150 kgf/m ²		

Fuente: Elaboración propia

MODELADO DEL EDIFICIO CON BASE EMPOTRADA

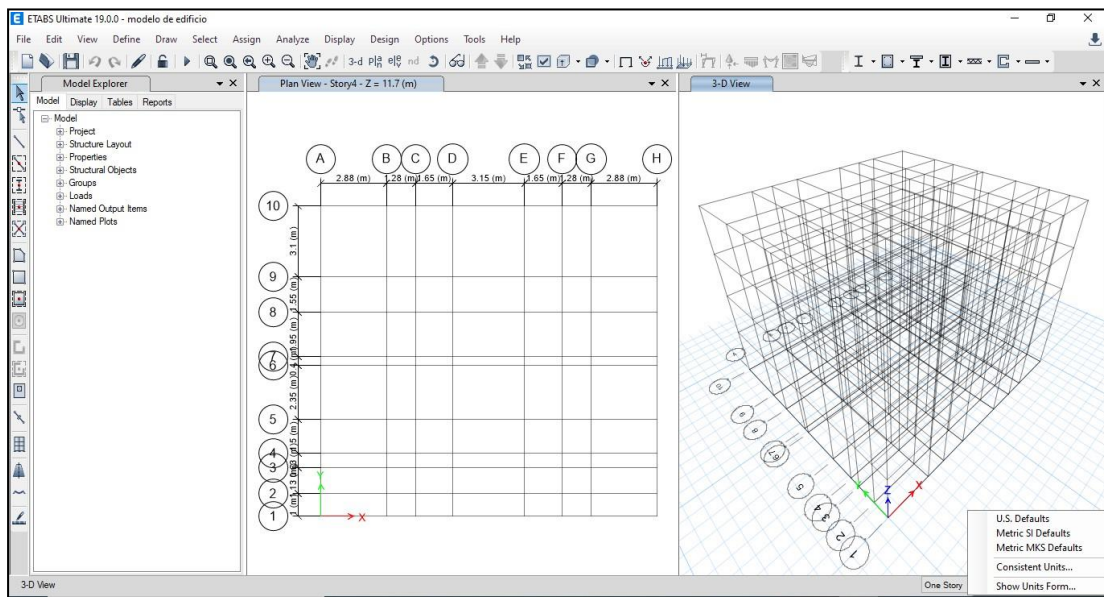


Figura N°08: Elaboración de grillas

Fuente: ETABS

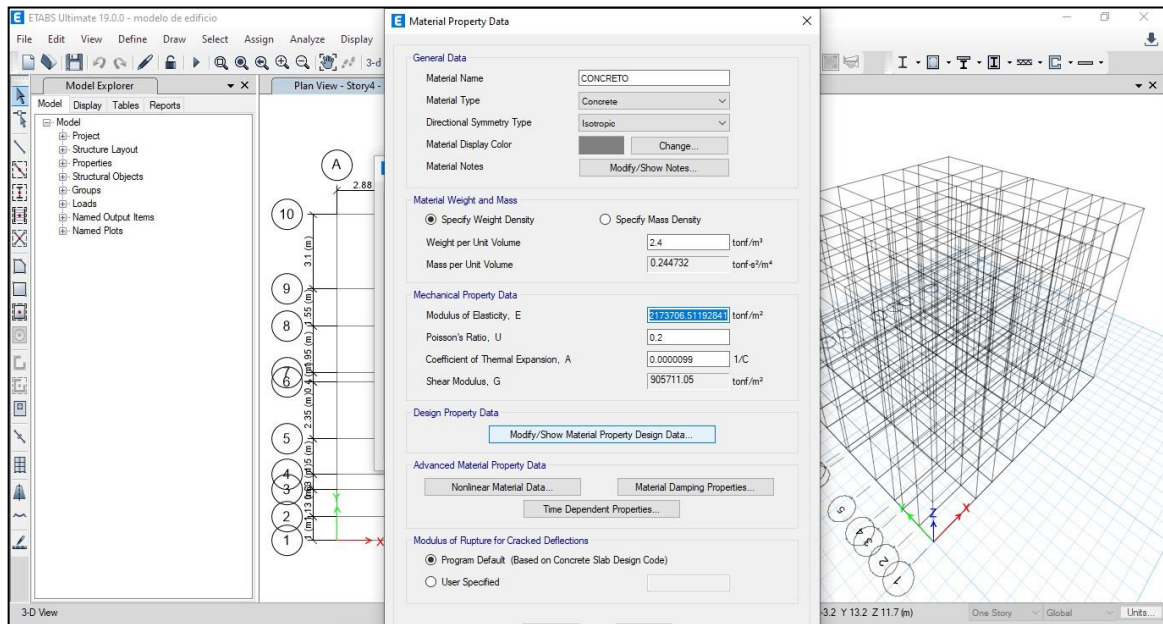


Figura N°09: Creación de materiales

Fuente: ETABS

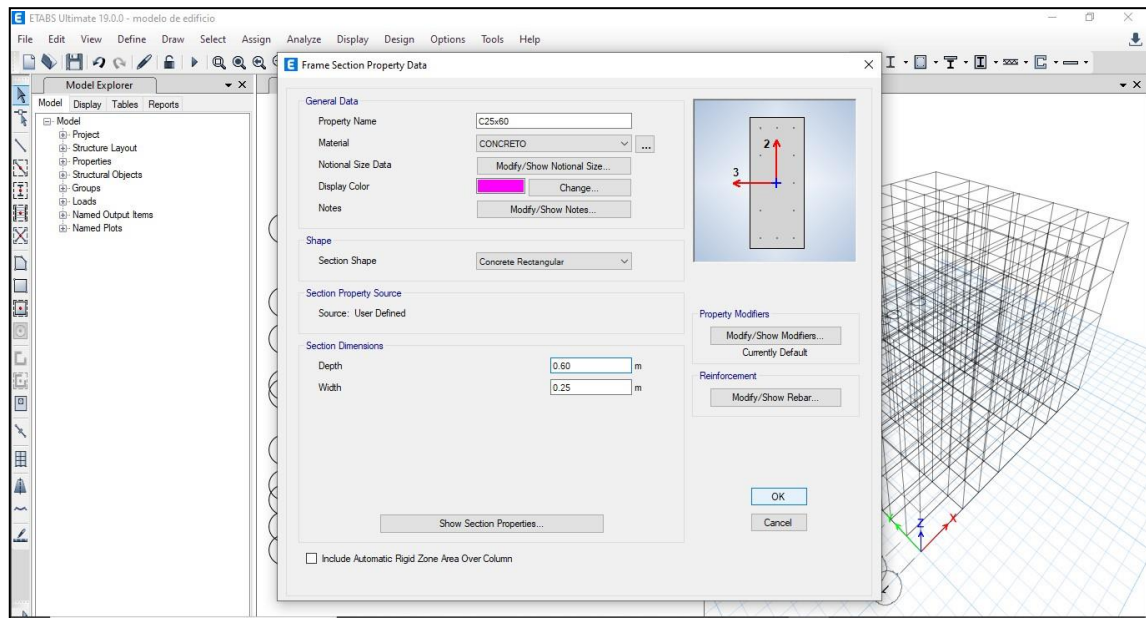


Figura N°10: Creación de secciones

Fuente: ETABS

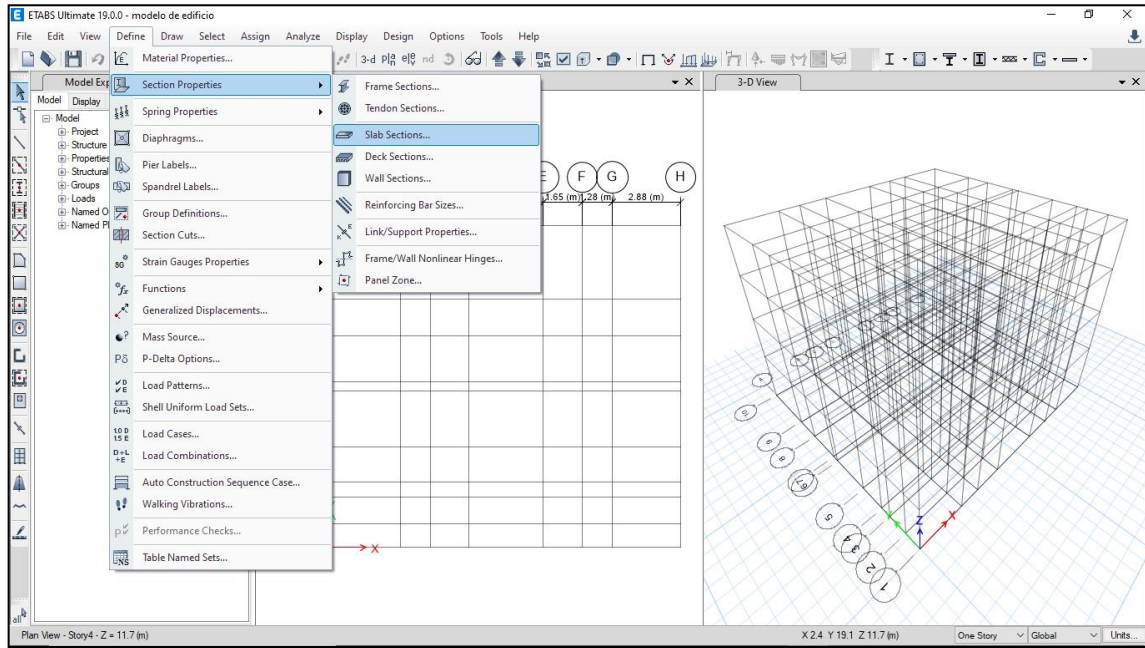


Figura N°11: Creación de losas

Fuente: ETABS

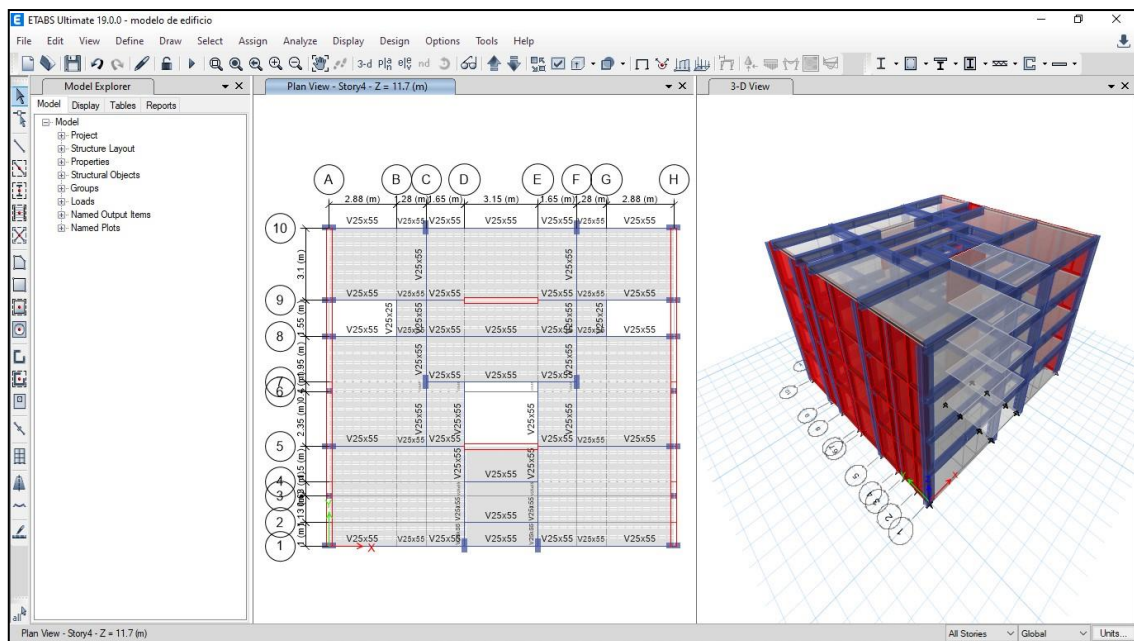


Figura N°12: Dibujo de secciones

Fuente: ETABS

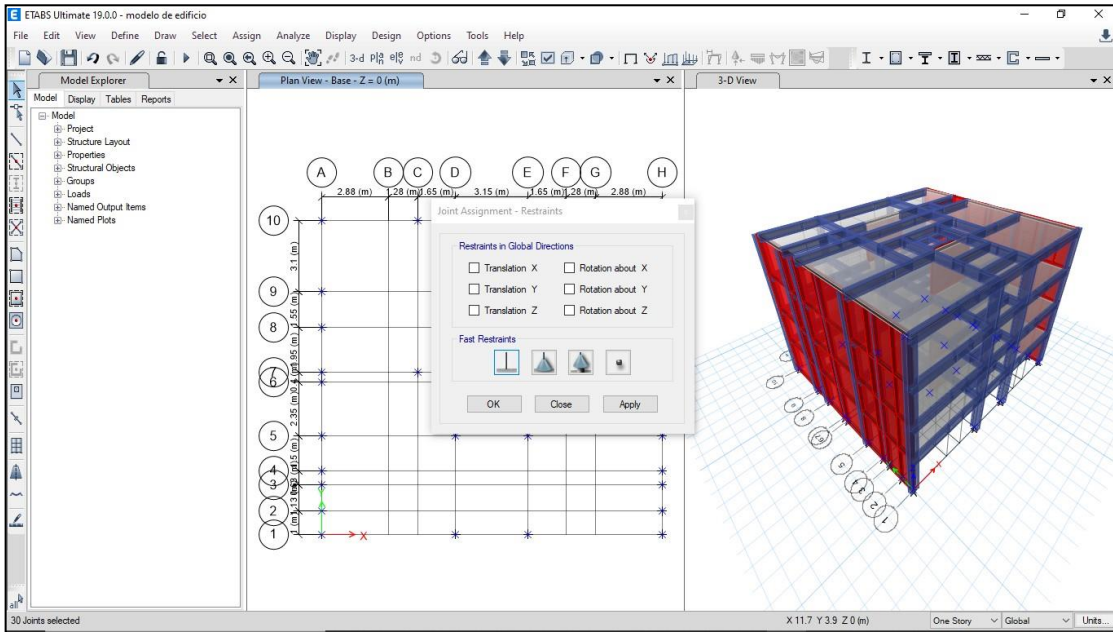


Figura N°13: Asignación de apoyos

Fuente: ETABS

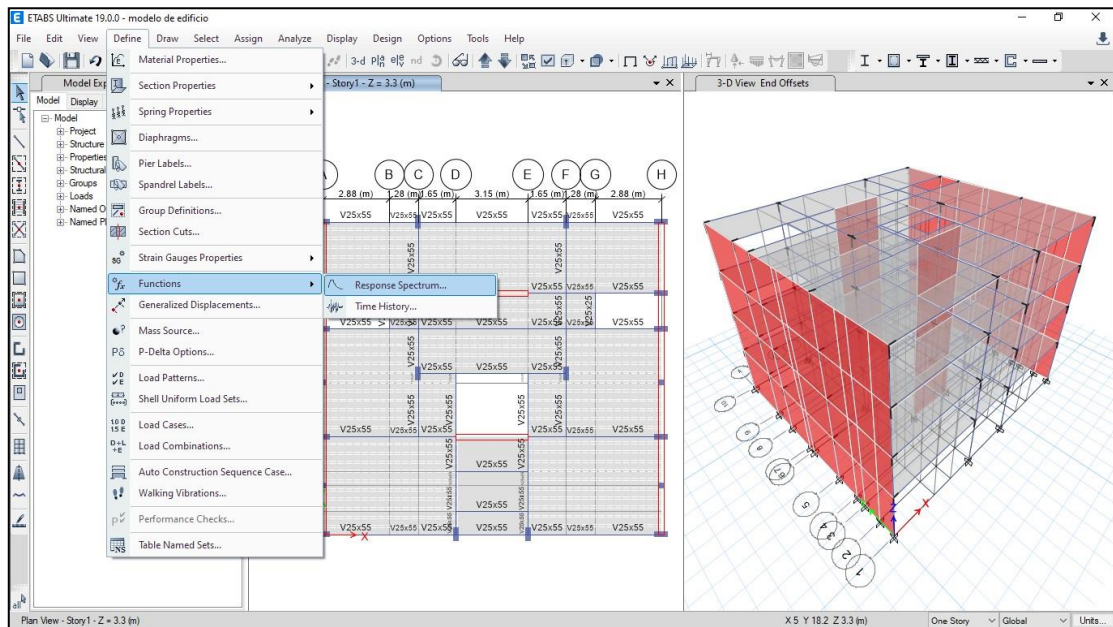


Figura N°14: Creación del espectro sísmico

Fuente: ETABS

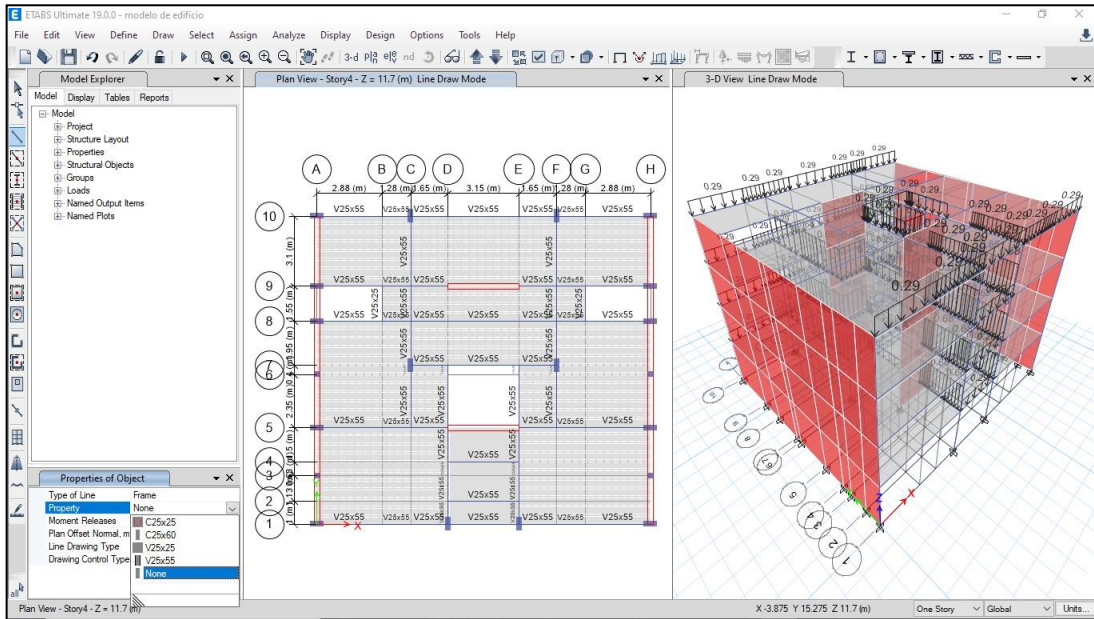


Figura N°15: Asignación de cargas

Fuente: ETABS

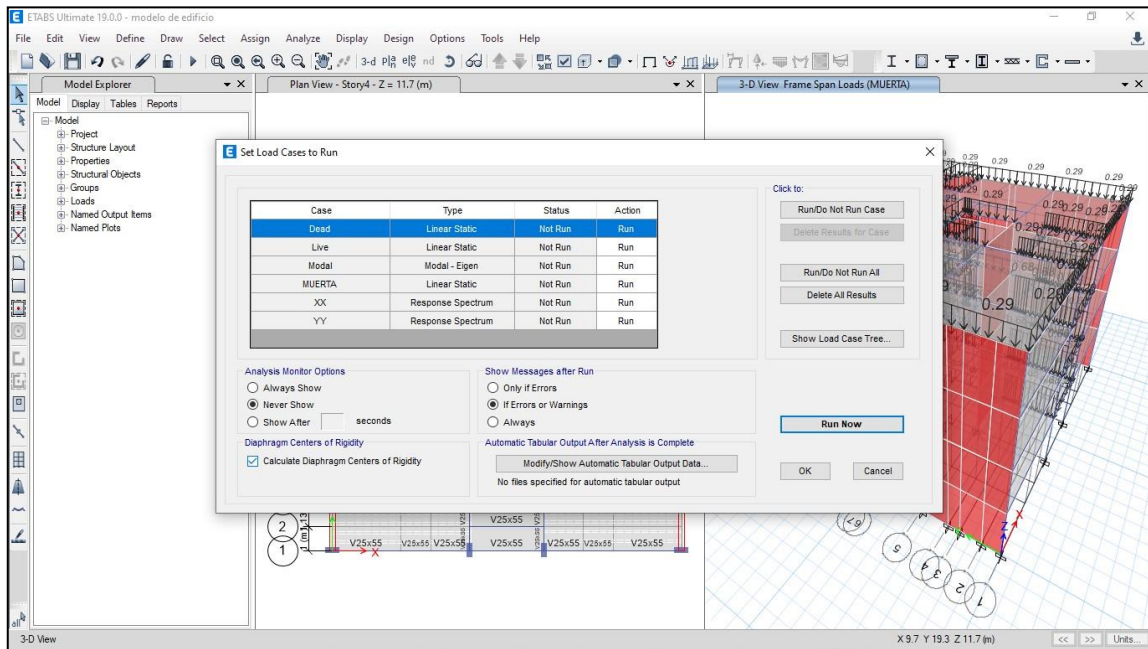


Figura N°16: Modelo corrido

Fuente: ETABS

ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN CON BASE FIJA

De los modos de vibración según el proyecto

DIRECCIÓN XX: Modo Traslacional.....correcto

DIRECCIÓN YY: Modo Traslacional.....correcto

PERIODOS DE VIBRACIÓN (DIRECCIÓN XX E YY): RESONANCIA

Dirección xx:

Periodo de vibración lateral del edificio (modo 1): $T = 0.30$ segundos

Periodo de vibración lateral del suelo $T_p =$ según Norma E.030: $T_p = 0.60$ segundos

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_p " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura N°17: Tabla de Periodos

Fuente: Norma Técnica E.030

$$T < T_p$$

0.30 < 0.60 *No hay resonancia*

Dirección yy:

Periodo de vibración lateral del edificio (modo 2): $T = 0.16$ segundos

Periodo de vibración lateral del suelo: $T_p = 0.60$ segundos

$$T < T_p$$

0.16 < 0.60 *No hay resonancia*

DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIÓN

Tabla 3: Desplazamientos y distorsión en cada piso

DIRECCION DE ANÁLISIS: XX						Factor R =	6.00
Piso	Load Case	UX	h	D	DR	DISTORSION	DISTORSION LIMITE
		m	m	m	m		
PISO4	XX Max	0.005111	2.80	0.023	0.006	0.0022	0.0070
PISO3	XX Max	0.003731	2.80	0.017	0.007	0.0024	0.0070
PISO2	XX Max	0.002238	2.80	0.010	0.006	0.0022	0.0070
PISO1	XX Max	0.000856	3.30	0.004	0.004	0.0012	0.0070

DIRECCION DE ANÁLISIS: YY						Factor R =	6.00
Piso	Load Case	UY	h	D	DR	DISTORSION	DISTORSION LIMITE
		m	m	m	m		
PISO4	YY Max	0.001372	2.80	0.006	0.001	0.0004	0.0070
PISO3	YY Max	0.001149	2.80	0.005	0.001	0.0005	0.0070
PISO2	YY Max	0.000823	2.80	0.004	0.002	0.0006	0.0070
PISO1	YY Max	0.000437	3.30	0.002	0.002	0.0006	0.0070

Fuente: Elaboración Propia

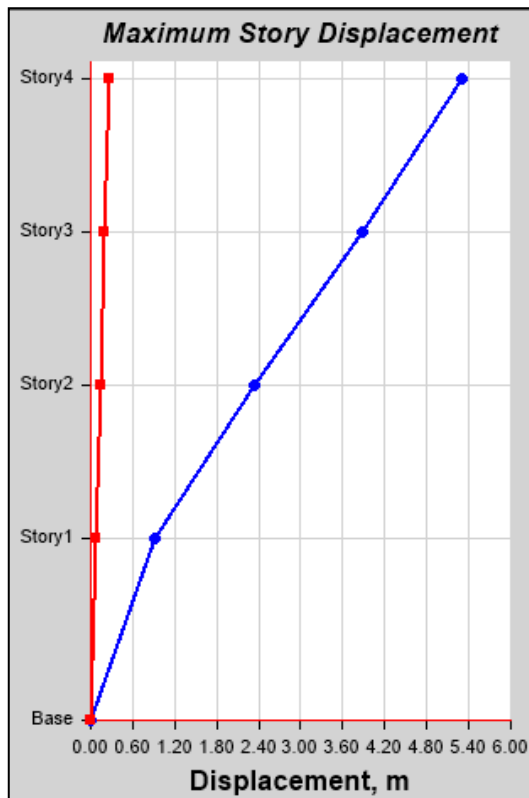


Figura N°18: Desplazamientos en xx

Fuente: ETABS

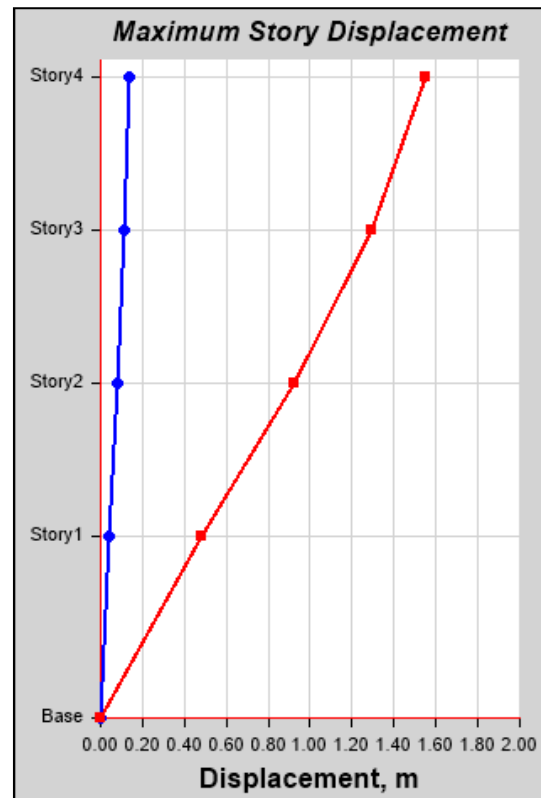


Figura N°19: Desplazamientos en yy

Fuente: ETABS

CORTANTES ENTRE PISOS

Tabla 4: Cortantes en cada nivel del modelado de base empotrada

CORTANTES POR PISO (TONF)		
NIVELES	CORTANTE XX	CORTANTE YY
PISO 4	44.53	41.13
PISO 3	81.35	82.71
PISO 2	104.8	112.21
PISO 1	116.44	129.75

Fuente: Elaboración propia

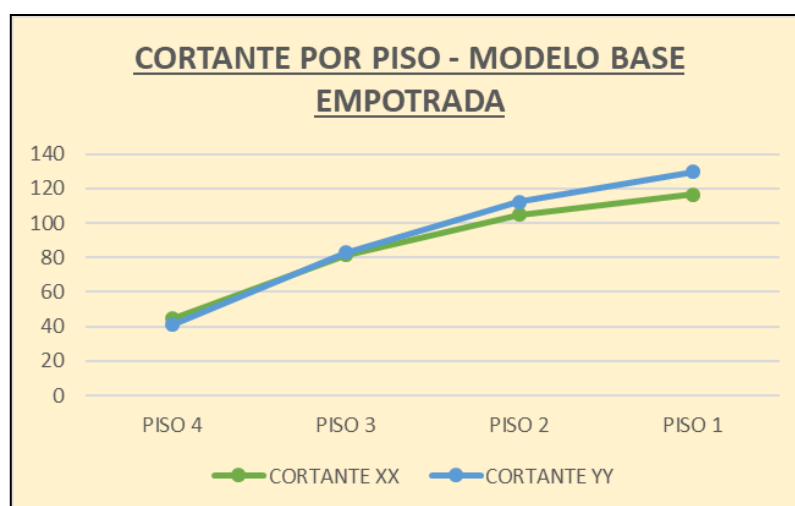


Figura N°20: Cortantes por piso del modelo base empotrada

Fuente: Elaboración propia

MOMENTOS ENTRE PISOS

Tabla 5: Momento en cada nivel del modelado de base empotrada

MOMENTOS POR PISO (TONF-M)		
NIVELES	MOMENTO XX	MOMENTO YY
PISO 4	2260.22	-1347.17
PISO 3	4928.56	-2812.24
PISO 2	7596.89	-4277.3
PISO 1	10377.41	-5819.03

Fuente: Elaboración propia

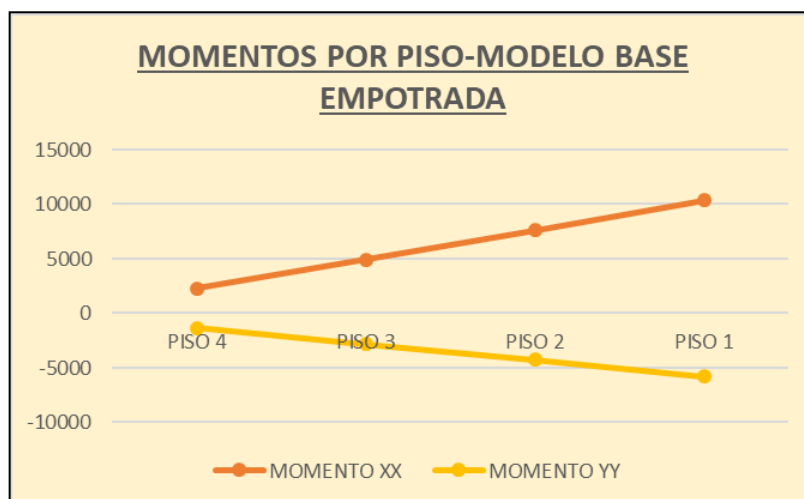


Figura N°21: Momento por piso del modelo base empotrada

Fuente: Elaboración propia

MODELADO DEL EDIFICIO CON BARKAN-SAVINOV DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

Tabla 6: Características del suelo

TIPO DE SUELO	SUELO INTERMEDIO
MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO	148 kg/cm ²
DENSIDAD DEL SUELO	1.86 gr/cm ³
COEFICIENTE DE POISSON DEL SUELO	0.28
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO	26

Fuente: Elaboración propia

Utilizando las ecuaciones de Barkan-Savinov de interacción suelo - estructura obtendremos los coeficientes de rigidez de cada zapata, para luego aplicar en el modelado del edificio.

Tabla 7: Coeficientes de rigidez para cada zapata

N°ZAPATA	K _x (T/m)	K _y (T/m)	K _z (T/m)	K _{Øx} (T/m)	K _{Øy} (T/m)
ZAPATA-1	9923.401	9923.401	11987.987	1665.601	3216.85
ZAPATA-2	15497.916	15497.916	17905.895	2745.064	13156.895

Fuente: Elaboración propia

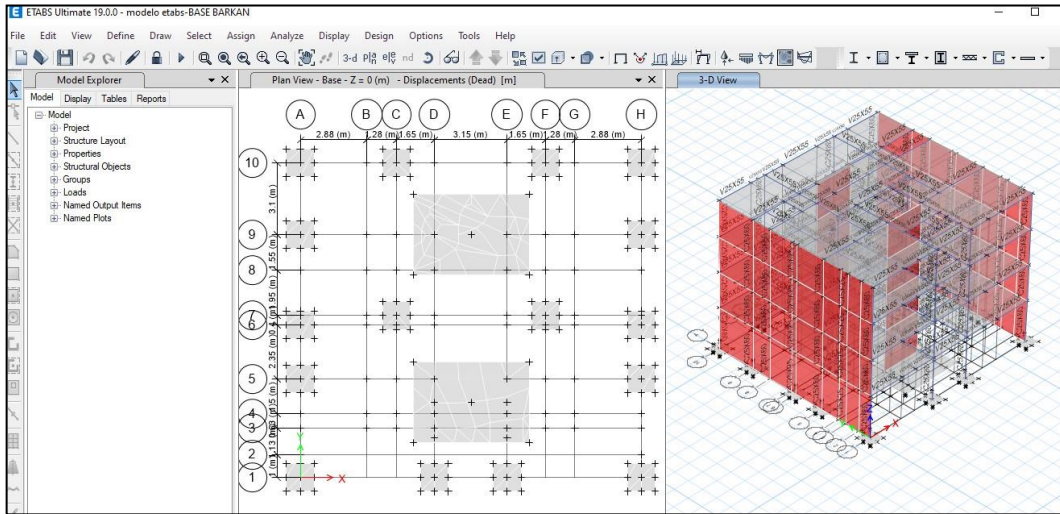


Figura N°22: Colocación de zapatas y sus coeficientes de rigidez

Fuente: ETABS

ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN CON MODELO BARKAN-SAINOV DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

DE LOS MODOS DE VIBRACIÓN SEGÚN EL PROYECTO

DIRECCIÓN XX: Modo Traslacional.....correcto

DIRECCIÓN YY: Modo Traslacional.....correcto

PERIODOS DE VIBRACIÓN (DIRECCIÓN XX e YY): RESONANCIA

Dirección xx:

Periodo de vibración lateral del edificio (modo 1): **T** = 0.42 segundos

Periodo de vibración lateral del suelo **T_p** = según Norma E.030: **T_p** = 0.60 segundos

$$T < T_p$$

0.57 < 0.60 *No hay resonancia*

Dirección yy:

Periodo de vibración lateral del edificio (modo 2): **T** = 0.21 segundos

Periodo de vibración lateral del suelo: **T_p** = 0.60 segundos

$T < T_p$
 $0.38 < 0.60$ No hay resonancia

DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIÓN

Tabla 8: Desplazamientos y distorsión en cada piso del modelo Barkan-Savinov

DIRECCION DE ANÁLISIS: XX						Factor R =	6.00
Piso	Load Case	UX	h	D	DR	DISTORSION	DISTORSION LIMITE
		m	m	m	m		
PISO4	XX Max	0.006031	2.80	0.027	0.009	0.0030	0.0070
PISO3	XX Max	0.004142	2.80	0.019	0.005	0.0019	0.0070
PISO2	XX Max	0.002965	2.80	0.013	0.009	0.0033	0.0070
PISO1	XX Max	0.000923	3.30	0.004	0.004	0.0013	0.0070

DIRECCION DE ANÁLISIS: YY						Factor R =	6.00
Piso	Load Case	UY	h	D	DR	DISTORSION	DISTORSION LIMITE
		m	m	m	m		
PISO3	YY Max	0.001405	2.80	0.006	0.001	0.0002	0.0070
PISO3	YY Max	0.001284	2.80	0.006	0.002	0.0006	0.0070
PISO2	YY Max	0.000889	2.80	0.004	0.002	0.0006	0.0070
PISO1	YY Max	0.000498	3.30	0.002	0.002	0.0007	0.0070

Fuente: Elaboración Propia

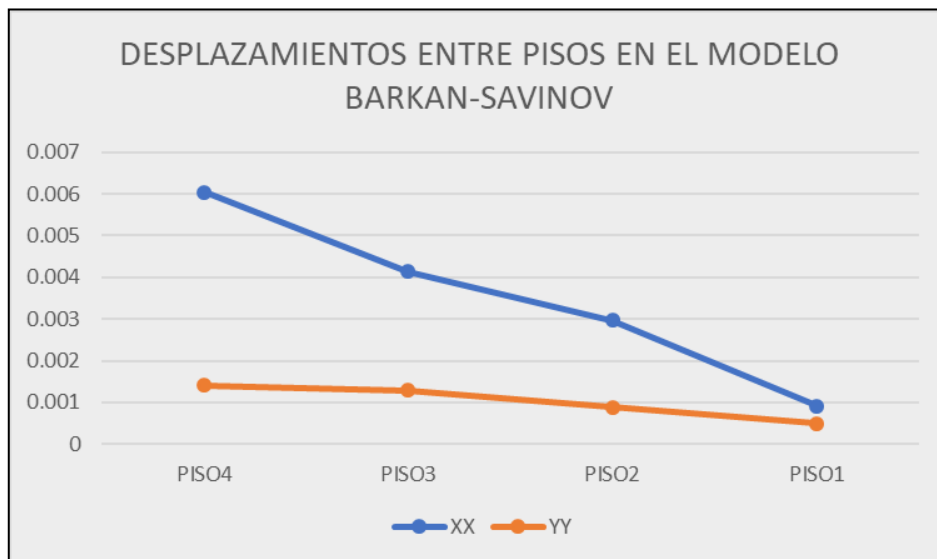


Figura N°23: Desplazamientos en xx e yy del modelo Barkan-Savinov

Fuente: Elaboración propia

CORTANTES ENTRE PISOS

Tabla 9: Cortantes en cada nivel del modelo Barkan-Savinov

CORTANTES POR PISO (TONF)		
NIVELES	CORTANTE XX	CORTANTE YY
PISO 4	48.03	43.56
PISO 3	89.05	86.38
PISO 2	105.34	115.21
PISO 1	122.02	133.01

Fuente: Elaboración propia

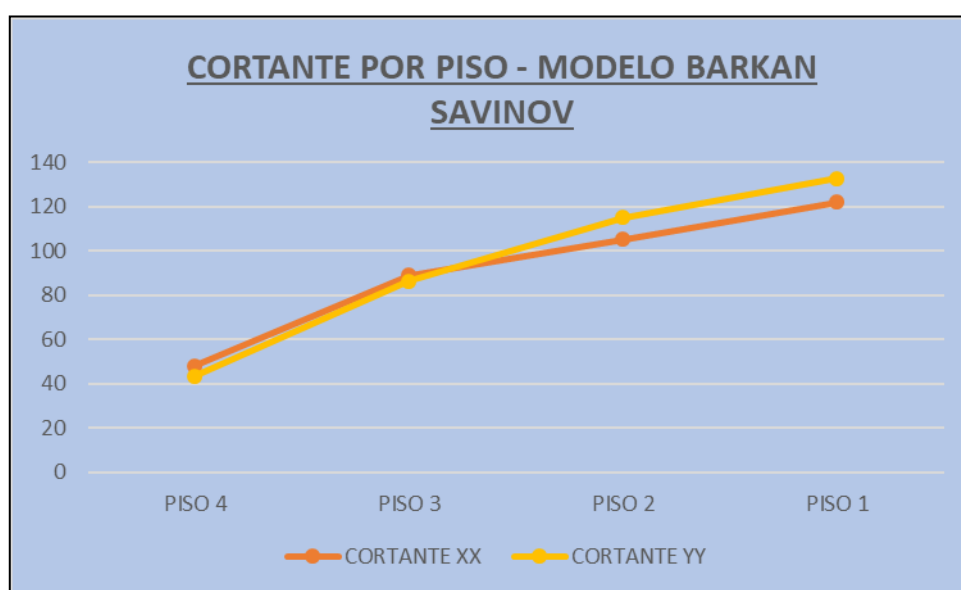


Figura N°24: Cortantes por piso del modelo Barkan-Savinov

Fuente: Elaboración propia

MOMENTO ENTRE PISOS

Tabla 10: Momentos en cada nivel del modelo Barkan-Savinov

MOMENTOS POR PISO (TONF-M)		
NIVELES	MOMENTO XX	MOMENTO YY
PISO 4	2354.84	-1421.15
PISO 3	5036.54	-2912.24
PISO 2	7652.52	-4367.32
PISO 1	11012.38	-5952.03

Fuente: Elaboración propia

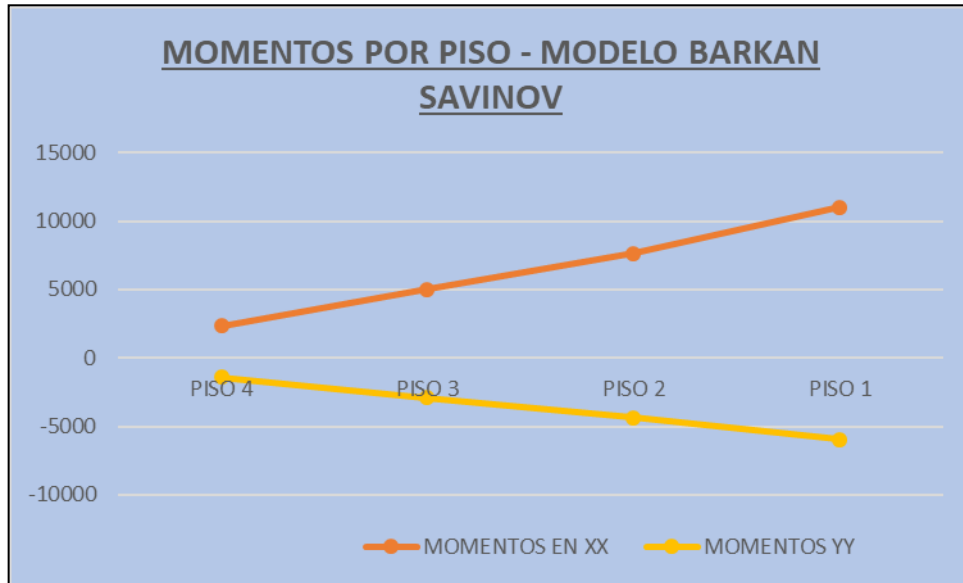


Figura N°25: Momento por piso del modelo Barkan-Savinov

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DE RESULTADOS

Periodos de vibración

Tabla 11: Cuadro resumen de los periodos de vibración

PERIODOS DE VIBRACIÓN (seg)		
MODELO	EJE XX	EJE YY
Base Fija	0.3	0.16
Barkan-Savinov	0.42	0.21

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos entre pisos en los ejes “XX” “YY”

Tabla 12: Cuadro resumen de los desplazamientos en cada nivel

DESPLAZAMIENTOS ENTRE PISOS (m)			
MODELO	PISOS	EJE XX	EJE YY
Base Fija	4	0.005111	0.001372
	3	0.003731	0.001149
	2	0.002238	0.000823
	1	0.000856	0.000437
Barkan-Savinov	4	0.006031	0.001405
	3	0.004142	0.001284
	2	0.002965	0.000889
	1	0.000923	0.000498

Fuente: Elaboración propia

Cortantes entre pisos en los ejes “XX” “YY”

Tabla 13: Cuadro resumen de las Fuerzas Cortantes en cada nivel

CORTANTES ENTRE PISOS (tonf)			
MODELO	PISOS	EJE XX	EJE YY
Base Fija	4	44.53	41.13
	3	81.35	82.71
	2	104.8	112.21
	1	116.44	129.75
Barkan-Savinov	4	48.03	43.56
	3	89.05	86.38
	2	105.34	115.21
	1	122.02	133.01

Fuente: Elaboración propia

Momentos entre pisos en los ejes “XX” “YY”

Tabla 14: Cuadro resumen de los Momentos en cada nivel

MOMENTOS ENTRE PISOS (tonf-m)			
MODELO	PISOS	EJE XX	EJE YY
Base Fija	4	2260.22	-1347.17
	3	4928.56	-2812.24
	2	7596.89	-4277.3
	1	10377.41	-5819.03
Barkan-Savinov	4	2354.84	-1421.15
	3	5036.54	-2912.24
	2	7652.52	-4367.32
	1	11012.38	-5952.03

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIONES

Objetivo 1: Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los periodos de vibración de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.

Antecedente: Escobar, J. (2019), en su investigación realizó el análisis dinámico con interacción suelo-estructura de una vivienda multifamiliar, mediante el cual obtuvo como resultado el incremento en un 27% en los periodos de vibración, esto en comparación con el modelo convencional que es asumiendo un encajado perfecto de su base.

Resultado: En la presente investigación, al realizar el análisis dinámico de la edificación, se obtuvo como resultado el incremento de los periodos de vibración utilizando el método de Barkan-Savinov; teniendo mediante el modelado de base empotrada 0.3 y 0.16 segundos en las direcciones "x" e "y", mientras que por Barkan-Savinov 0.42 y 0.21 segundos en las direcciones "x" e "y" respectivamente.

Comparación: Teniendo en cuenta los antecedentes, que utilizando la interacción suelo estructura aumenta los periodos de vibración en el análisis dinámico; esto se refleja en la presente investigación, siendo similar al antecedente.

Objetivo 2: Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los desplazamientos de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.

Antecedente: Jines, R. (2017), para su investigación aplicó la interacción suelo-estructura para realizar el análisis dinámico de una edificación, obteniendo como resultado el aumento de los desplazamientos tanto en la dirección "x", como en la dirección "y", en un 38% y 18% respectivamente.

Resultado: Al realizarse el análisis dinámico del edificio con base empotrada y otro con el método de Barkan-Savinov, se tuvo como resultado el incremento de los desplazamientos; es así que el análisis dinámico con el modelo de base fija arrojó desplazamientos en el eje "x" cuarto, tercer, segundo y primer piso 0.005111, 0.003731, 0.002238 y 0.000856 (m) respectivamente; y en el eje "y" cuarto, tercer, segundo y primer piso 0.001372, 0.001149, 0.000823 y 0.000437 (m) respectivamente. El análisis con el modelo Barkan-Savinov arrojó resultados en el eje "x" cuarto, tercer, segundo y primer piso 0.006031, 0.004142, 0.002965 y

0.000923 (m) respectivamente; y en el eje “y” cuarto, tercer, segundo y primer piso 0.001405, 0.001284, 0.000889 y 0.000498 (m).

Comparación: Al haberse realizado el análisis dinámico del edificio con Interacción suelo estructura se obtuvo incremento en los desplazamientos por pisos en comparación con el análisis de base empotrada; por lo que se obtuvieron resultados similares a los del antecedente.

Objetivo 3: Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en las fuerzas cortantes de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.

Antecedente: Araca, F. Gomez, L. Cahui, A. Marín G. (2020), su investigación basada en la influencia causada por la interacción suelo-estructura en el análisis de una edificación, tuvo como resultado el incremento no más del 1% en las fuerzas cortantes de la edificación, en comparación a un modelo usual de base fija.

Resultado: los datos arrojados por el análisis dinámico en ambos casos son los siguientes; el modelo de base fija dio fuerzas cortantes en el eje “x” cuarto, tercer, segundo y primer piso 44.53, 81.35, 104.8 y 116.44 (tonf); en el eje “y” cuarto, tercer, segundo y primer piso 41.13, 82.71, 112.21 y 129.75 (tonf). El análisis con el modelo Barkan-Savinov arrojó resultados en el eje “x” cuarto, tercer, segundo y primer piso 48.03, 89.05, 105.34 y 122.02 (tonf); en el eje “y” cuarto, tercer, segundo y primer piso 43.56, 86.38, 115.21 y 133.01 (tonf).

Comparación: el análisis dinámico con Barkan-Savinov realizado en el presente proyecto, arrojó cortantes entre pisos mayores a las del modelado habitual de base fija, por lo que se sustenta los resultados con el antecedente.

Objetivo 4: Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los momentos flectores de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.

Antecedente: Eche. L. (2018), en su investigación del comportamiento sísmico del edificio con muros estructurales, usando la interacción suelo-estructura del método de Barkan-Savinov, obtuvo como resultado que, con respecto a los momentos flectores, se produjo una reducción del 42% y 5% en las direcciones “x” e “y” respectivamente.

Resultado: los momentos flectores resultantes del análisis dinámico del presente proyecto fueron; en el modelo de base fija en el eje “x” cuarto, tercer, segundo y

primer piso 2260.22, 4928.56, 7596.89 y 10377.41 (tonf-m), en el eje “y” cuarto, tercer, segundo y primer piso -1347.17, -2812.24, -4277.3 y -5819.03 (tonf-m); mientras que en el modelo Barkan-Savinov los resultados en el eje “x” cuarto, tercer, segundo y primer piso 2354.84, 5036.54, 7652.52 y 11012.38 (tonf-m); eje “y” cuarto, tercer, segundo y primer piso -1421.15, -2912.24, -4367.32 y -5952.03 (tonf-m).

Comparación: que los momentos flectores obtenidos del análisis dinámico del edificio con modelamiento considerando Barkan-Savinov son mayores a los de base fija, por lo que los resultados son distintos a los del antecedente.

VI. CONCLUSIONES

Análisis Estructural dinámico entre una Edificación con base empotrada y otra con el modelo Barkan-Savinov, Urb. La tomilla, Arequipa 2022.

Objetivo General, Se analizó que la interacción suelo-estructura influye en los periodos de vibración, desplazamientos máximos, las fuerzas cortantes y momentos flectores en los ejes “x” e “y” de la edificación de la presente investigación, ya que el suelo presenta cierta flexibilidad que puede influir con los modelos dinámicos aplicados y obtener una diferenciación con el método convencional o modelo de base empotrada.

Objetivo Específico 1, se determinó la influencia del método Barkan-Savinov en los periodos de vibración de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022; entonces la influencia de la interacción suelo-estructura con el método Barkan-Savinov en el análisis dinámico influye aumentado los periodos de vibración en los ejes “x” e “y” de 0.42 seg y 0.21 seg, en comparación a un modelo convencional de base empotrada con periodos de vibración en los ejes “x” e “y” de 0.3 seg y 0.16 seg respectivamente; en base a nuestra hipótesis viene a ser un resultado negativo que afecta a la estructura.

Objetivo Específico 2, Se determinó la influencia del método Barkan-Savinov en los desplazamientos de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022; entonces la influencia de la interacción suelo-estructura con el método Barkan-Savinov en el análisis dinámico influye aumentado los desplazamientos en los ejes “x” e “y” en cada piso de la edificación siendo el desplazamiento máximo en el cuarto piso con 0.006031 (m) en el eje “x” y 0.001405 (m) en el eje “y”; por lo que viene a ser un resultado negativo que afecta a la estructura.

Objetivo Específico 3, Se determinó la influencia del método Barkan-Savinov en las fuerzas cortantes de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022; entonces la influencia de la interacción suelo-estructura con el método Barkan-Savinov en el análisis dinámico influye aumentado las fuerzas cortantes en los ejes “x” e “y” de cada piso de la edificación siendo las fuerzas máximas en el primer piso con 122.02 (tonf) en el eje “x” y 133.01 (tonf) en el eje “y”, por lo que viene a ser un resultado negativo que afecta a la estructura.

Objetivo Específico 4, se determinó la influencia del método Barkan-Savinov en los momentos flectores de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022; entonces la influencia de la interacción suelo-estructura con el método Barkan-Savinov en el análisis dinámico influye aumentando los momentos flectores en los ejes “x” e “y” de cada piso de la edificación siendo los momentos máximos en el primer piso con 11012.38 (tonf-m) en el eje “x” y -5952.03 (tonf-m) en el eje “y”, por lo que viene a ser un resultado negativo que afecta a la estructura.

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación, al realizarse el análisis estructural dinámico con el método de Barkan-Savinov; se obtuvo periodos de vibración mayores al de base fija, por lo que se recomienda aumentar la rigidez de la edificación, la cual se lograra colocando muros de corte, aumentando las dimensiones de los elementos columnas estructurales.

En la presente investigación, al realizarse el análisis estructural dinámico con el método de Barkan-Savinov; se obtuvo desplazamientos mayores al de base fija, por lo que se recomienda agrandar la rigidez del edificio, esto se lograra colocando muros de corte y aumentando las dimensiones de los elementos estructurales.

En la presente investigación, al realizarse el análisis estructural dinámico con el método de Barkan-Savinov; se obtuvo fuerzas cortantes entre piso mayores al de base fija, por lo que se recomienda aumentar el área de acero, disminuir el espaciamiento entre estribos y/o aumentar las dimensiones de los elementos estructurales.

En la presente investigación, al realizarse el análisis estructural dinámico con el método de Barkan-Savinov; se obtuvo momentos flectores mayores al de base fija, por lo que se recomienda aumentar el área de acero, aumentar las dimensiones de los elementos estructurales.

En base a los resultados del análisis estructural dinámico realizado al edificio multifamiliar de 04 pisos con zapatas aisladas, se recomienda realizar reforzamiento en la estructura.

REFERENCIAS

1. **MONTESINOS, ESCOBAR.** "Análisis y Diseño estructural con Interacción Suelo-Estructura de una vivienda multifamiliar de 7 niveles". 2019.
2. **JINES CABEZA, Ruth Mercedes.** "Interacción sísmica Suelo-Estructura en edificaciones de sistema Dual en la ciudad de Moquegua",. 2017.
3. **GARCÉS GIRALDO, Luis Fernando.** "Análisis Estructural de Interacción Suelo estructura y el sismoresistente aplicado en una edificación de concreto armado, Pativilca 2019". Perú, 2019
4. **GRADÓN GODDARD, Iris Olga.** "Estudio de la variación de la demanda sísmica debido a la Interacción Suelo-Estructura en edificios regulares de mediana altura de hormigón armado". 2015.
5. **MEJÍA BAHAMÓN, Nicolas Andres.** "Análisis de Interacción Suelo Estructura en conjunto con un Análisis Push Over en una edificación de 10 pisos en pórticos de concreto, en zonas lacustes de la microzonificación sísmica de Bogotá. 2018.
6. **JURADO CABAÑES, Carlos.** Problemas de Interacción Suelo Estructura en cimentaciones y muros de contención. Influencia de los fenómenos de despegue y deslizamiento. 2012.
7. **FERREIRA RRAMOS, Ana Paula.** Análise da interação estaca-solo-superestrutura com o acoplamento MEC-MEF. 2013.
8. **BUITRAGO GOYEZ, Luis Gerardo.** Soil-Structure Interaction Effects on the Seismic Response of Low-Rise Eccentrically Braced Frames. 2017.
9. **TILEYLIOGLU, Salih.** Evaluation of Soil-Structure Interaction Effects from Field Performance Data. 2008.
10. **FERNANDEZ SOLA, Luciano, AVILÉS LÓPEZ, Javier.** Efectos de interacción suelo-estructura en edificios con planta baja blanda. 2008.
11. **Villareal Castro, Genner.** Interaccion Sísmica Suelo - Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas. Lima : s.n., 2009.
12. **ARACA LLANOS, F., GÓMEZ CATAFORA, L., CAHUI GALARZA, A., MARÍN MAMANI, G.** Influence of soil-structure interaction on the behaviour of houses framed with isolated footings in the city of Juliaca. 2020.
13. **ILLAREAL CASTRO, Genner.** ANALISIS ESTRUCTURAL. LIMA : s.n., 2009. pág. 2.
14. ANALISIS ESTRUCTURAL. 2009. pág. 295.
15. **TASILLA VILLANUEVA, Juan Carlos.** EFECTO DE LA INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL, DEL SECTOR "E" DEL HOSPITAL REGIONAL DE CAJAMARCA CONSIDERANDO DIFERENTE TIPOS DE SUELOS, CAJAMARCA - 2017. 2018.

16. **RIOS CARRANZA, Deitin Adahilson.** ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA EN UN EDIFICIO CON SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES SOMETIDOS A DIFERENTES PERFILES DE SUELO, TRUJILLO 2020. TRUJILLO : s.n., 2020.
17. **ILLAREAL CASTRO, Genner.** INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON PLATEAS DE CIMENTACIÓN. LIMA : s.n., 2017.
18. **CONSTRUCCIÓN, DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y.**
<https://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia+a+la+compresi%C3%B3n>.
<https://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia+a+la+compresi%C3%B3n>. [En línea] 19 de DICIEMBRE de 2021.
19. **CONCRETO, 360.** <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>. [En línea] 2020.
20. **HERMIS,CUBIDES.**https://www.academia.edu/17492208/Que_es_Fluencia_de_Acero. https://www.academia.edu/17492208/Que_es_Fluencia_de_Acero. [En línea] 2021.
21. **NORMA E020.** Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2009.
22. **NORMA E020.** Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2009.
23. **NORMA E060.** Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2009.
24. **NORMA E030.** Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.
25. **NORMA E030.** Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.
26. **González, Oscar.** Análisis Estructural. Mexico D.F. : Limusa, 2008.
27. **Meli, Roberto y Bazan, E.** Diseño Sismico de Edificios. México D.F. : Limusa, 2010.
28. **GERENA,Laura.**<https://sites.google.com/site/fiorellavinvestigacionaplicada/definicion-de-autores>.
<https://sites.google.com/site/fiorellavinvestigacionaplicada/definicion-de-autores>. [En línea]2021.
29. **BONO CABRÉ, Roser.** <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/30783>.
<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/30783>. [En línea] 14 de setiembre de 2012.
30. **FEMA 440.** Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. Washington, D.C. : Applied Technology Council, 2005.
31. **VALDERRAMA Y MEZA.** 2014.

32. **ILLAREAL CASTRO, Genner.** ANALISIS ESTRUCTURAL. LIMA : s.n., 2009. pág. 2.
33. **ROJAS, Alejandro.** INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN METODOLÓGICA. <http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html>. [En línea] 4 de SETIEMBRE de 2017.
34. **ROJAS, Alejandro.** INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN METODOLÓGICA. <http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html>. [En línea] 4 de SETIEMBRE de 2017.
35. **TÉCNICAS DE MUESTREO Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA EN INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA. CANTONI RABOLINI, Nélica Mónica.** 2, s.l. : Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales, 2009, Vol. 7.
36. **TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.** https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/tecnicas_recoleccion_datos.html. https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/tecnicas_recoleccion_datos.html. [En línea]
37. **CASTROMÁRQUEZ, Fernando.** <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>. <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>. [En línea] 2016.
38. **BRIONIS, GUILLERMO.** Metodología de investigación, pautas para hacer Tesis. <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/que-es-la-confiabilidad-en-una.html>. [En línea] 19 de junio de 2017.
39. **VALIDEZ DE LA INVESTIGACIÓN.** <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-validez-y-confiabilidad-en-la-investigacion/>. <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-validez-y-confiabilidad-en-la-investigacion/>. [En línea]2021.
40. **TECNICAS DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA, G38.** Análisis de Datos. <https://sites.google.com/site/tecnicasdeinvestigaciond38/metodos-estadisticos/1-1-analisis-de-datos>. [En línea]2021.
41. **ESCOBAR, J.** "Análisis dinámico con interacción suelo-estructura de una vivienda multifamiliar" 2019.
42. **Jines, R.** "Análisis dinámico de una edificación, con Interacción Suelo Estructura" 2017.
43. **Araca, F. Gomez, L. Cahui, A. Marín G.** "Influencia causada por la interacción suelo-estructura en el análisis de una edificación" 2020.
44. **Eche. L.** "Comportamiento sísmico de un edificio con muros estructurales, usando la interacción suelo-estructura del método de Barkan-Savinov" 2018.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO								
Análisis Estructural dinámico entre una Edificación con base empotrada y otra con el modelo Barkan-Savinov, Urb. La tomilla, Arequipa 2022								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE					
¿De qué manera influye el modelo Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura en la respuesta sísmica de una Edificación en el distrito de Cayma-Arequipa- 2022?	Evaluar la influencia del método Barkan-Savinov en el Análisis Estructural Dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022	El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye en los resultados del Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.	Modelo con base empotrada	coeficientes dinámicos	Resistencia a la Compresión del concreto	Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B		
					Modulo de Elasticidad del concreto	Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B		
					esfuerzo de fluencia del acero	Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B		
					esfuerzo de tensión del acero	Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B		
			coeficiente de poisson		Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B			
			tipo de suelo		Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B			
			capacidad admisible		Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B			
			densidad del suelo		Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B			
coeficiente de poisson	Ficha Recolección de Datos Anexo 1-B							
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE					
¿Cuánto influye el modelo Barkan-Savinov en los periodos de vibración de una Edificación en el distrito de Cayma-Arequipa- 2022?	Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los periodos de vibración de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022	El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo los periodos de vibración en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022	Análisis estructural	factores sísmicos	Desplazamiento (cm)	Ficha Resultado según NTE E030		
¿Cuánto influye el modelo Barkan-Savinov en los desplazamientos sísmicos de una Edificación en el distrito de Cayma-Arequipa- 2022?	Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los desplazamientos de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022	El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo los desplazamientos en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.						
¿Cuánto influye el modelo Barkan-Savinov en las fuerzas cortantes de una Edificación en el distrito de Cayma-Arequipa- 2022?	Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en las fuerzas cortantes de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.	El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo las fuerzas cortantes en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022					Fuerzas cortantes (tnf)	Ficha Resultado según NTE E030
¿Cuánto influye el modelo Barkan-Savinov en los momentos flectores de una Edificación en el distrito de Cayma-Arequipa- 2022?	Determinar la influencia del método Barkan-Savinov en los momentos flectores de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022.	El modelo con Barkan-Savinov de Interacción Suelo Estructura influye disminuyendo los momentos flectores en el Análisis Estructural dinámico de una edificación en la Urb. La Tomilla, Cayma, Arequipa 2022					Momentos flectores tn.m	Ficha Resultado según NTE E030
					periodos de vibración (Seg)	Ficha Resultado según NTE E030		

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
TITULO	Análisis Estructural dinámico entre una Edificación con base empotrada y otra con el modelo Barkan-Savinov, Urb. La to					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE						
Modelo con base empotrada	Es un modelamiento estructural puesto sobre una base rígida estimulada por el movimiento de campo libre. Este movimiento teórico de un punto en la superficie de la Tierra, asumiendo que no hay estructuras cercanas. Suponga que el modelo de base fija no es adecuado para muchas estructuras	Se realizará el modelamiento de edificio con una base empotrada, en el que se tendrá en consideración el esfuerzo de diseño de los materiales de la Norma E.060 Concreto Armado, las cargas de servicio establecidas por la E.020 Norma de Cargas, con el objetivo de realizar el análisis estructural dinámico del mismo.	coeficientes dinámicos	Resistencia a la Compresión del concreto	INTERVALO	Diseño de Investigación: cuasi experimental
				Modulo de Elasticidad del concreto		
				esfuerzo de fluencia del acero		
				esfuerzo de tensión del acero		
				coeficiente de poisson		
				tipo de suelo		
				capacidad admisible		
				densidad del suelo		
Modelo con Barkan-Savinov	Se trata de un prototipo experimental y teórico, que fundamentalmente trata de cómo la cimentación interactúa con el suelo de fundación en forma de un proceso implantado por vibraciones sísmicas. El científico D.D Barkan formuló el coeficiente de rigidez que sería función del coeficiente de compresión y desplazamiento elástico, dañando tanto la inercia como la superficie. En este prototipo, la rotación que se produce en el tercer eje (Z) es limitada, por lo que solo se evalúan cinco de los seis grados de libertad.	Se realizará el modelado del edificio con el modelo Barkan-Savinov de interacción suelo estructura, en el que se tendrá en consideración el esfuerzo de diseño de los materiales de la Norma E.060 Concreto Armado, las cargas de servicio establecidas por la E.020 Norma de Cargas y los parámetros de mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Norma E.050, con el objeto de realizar el análisis estructural dinámico		coeficiente de poisson		Tipo de Investigación: Tipo Aplicada: Tipo Aplicada
DEPENDIENTE						
Análisis estructural	Es una ciencia que estudia la rigidez, resistencia, durabilidad, desplazamientos en los elementos estructurales	En el programa tecnológico Etabs, se realizar el análisis estructural dinámico, el cual nos arrojará resultados como: los períodos de vibración, desplazamientos, fuerzas cortantes y momentos flectores de la edificación en las direcciones XX e YY; en los que se confrontarán los resultados de ambos modelos realizados	factores sísmicos	Desplazamiento (cm)	RAZON	Muestra: edificio multifamiliar de 04 pisos de concreto armado y de albañilería confinada ubicado en la calle José Gálvez, lote 100 Urb. Ampliación la Tomilla, distrito de Cayma, Provincia y Región Arequipa
				Fuerzas cortantes (tnf)		Muestreo: No Probabilístico
				Momentos flectores tn.m		Técnica: Observación
				períodos de vibración (Seg)		Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Análisis Estructural

TÍTULO: "Análisis Estructural dinámico entre una Edificación con base empotrada y otra con el modelo ~~BORGAR~~ ~~SOVINO~~, Urb. La tomilla, Arequipa 2022".

Parte A: Datos generales

Tecnicista 01: ~~Guadalupe~~ ~~Zuñiga~~ Mary Carmen

Fecha: Lima, 2022

VARIABLE INDEPENDIENTE 1 y 2: Modelo con base empotrada y Modelo con ~~BORGAR~~ ~~SOVINO~~

OK	Resistencia a la Compresión
OK	Modulo de Elasticidad del concreto
OK	Esfuerzo de fluencia del concreto
OK	Esfuerzo de Tensión del acero
OK	Coefficiente de Poisson
OK	Tipo de Suelo
OK	Capacidad Admisible

Normas Peruanas: E.050, E.030, E.060 y datos del proyecto de vivienda.

VARIABLE DEPENDIENTE: Análisis Estructural ~~Estructural~~

OK	Periodos de Vibración
OK	Desplazamientos
OK	Fuerzas Cortantes
OK	Momentos Factores

Norma Peruana: E.030.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**Apellidos:** CCAMA CA SA S**Nombres:** JHO SEMAR**Título:** Ingeniero Civil**Grado:** Bachiller**N° Reg. CIP:**202390**Observaciones:**
.....**Firma / CIP****Apellidos:** MATTO S PINO**Nombres:** DUILIO ABEL**Título:** Ingeniero Civil**Grado:** Bachiller**N° Reg. CIP:**120104**Observaciones:**
.....**Firma / CIP****Apellidos:** COPA PINEDA**Nombres:** FIDEL DANIEL**Título:** Ingeniero Civil**Grado:** BACHILLER**N° Reg. CIP:**37240**Observaciones:**
.....**Firma / CIP**

ANEXO 5: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FIRMADOS POR UN INGENIERO ESTRUCTURISTA

RESUMEN DE RESULTADOS

Periodos de vibración

Tabla 11: Cuadro resumen de los periodos de vibración

PERIODOS DE VIBRACIÓN (seg)		
MODELO	EJE XX	EJE YY
Base Fija	0.3	0.16
Balkan-Savinov	0.42	0.21

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos entre pisos en los ejes "XX" "YY"

Tabla 12: Cuadro resumen de los desplazamientos en cada nivel

DESPLAZAMIENTOS ENTRE PISOS (m)			
MODELO	PISOS	EJE XX	EJE YY
Base Fija	4	0.005111	0.001372
	3	0.003731	0.001149
	2	0.002238	0.000823
	1	0.000856	0.000437
Balkan-Savinov	4	0.006031	0.001405
	3	0.004142	0.001284
	2	0.002965	0.000889
	1	0.000923	0.000418

Fuente: Elaboración propia

Cortantes entre pisos en los ejes "XX" "YY"

Tabla 13: Cuadro resumen de las Fuerzas Cortantes en cada nivel

CORTANTES ENTRE PISOS (tonf)			
MODELO	PISOS	EJE XX	EJE YY
Base Fija	4	44.53	41.13
	3	81.35	82.71
	2	104.8	112.21
	1	116.44	129.75
Balkan-Savinov	4	48.08	43.96
	3	89.05	86.38
	2	105.34	115.21
	1	122.02	133.01

Fuente: Elaboración propia



Momentos entre pisos en los ejes "XX" "YY"

Tabla 14: Cuadro resumen de los Momentos en cada nivel

MOMENTOS ENTRE PISOS (tonf-m)			
MODELO	PISOS	EJE XX	EJE YY
Base Fija	4	2260.22	1347.17
	3	4928.56	2812.24
	2	7596.89	4277.3
	1	10877.41	5819.03
Barkan-Savinov	4	2354.84	1421.15
	3	5036.54	2912.24
	2	7652.52	4367.32
	1	11012.38	5952.03

Fuente: Elaboración propia



ANEXO 6: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



Calle Tupac Amaru 207
Mariano Melgar-Arequipa

INFORME DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Del : MARCOR LABORATORIO
A : Mary Carmen Guardia Zúñiga
Obra : EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, CAYMA
Ubicación : Cayma, Urb. La tomilla, calle José Gálvez lote 100
Asunto : Ensayo de Esclerometría
Fecha de emisión : 31/03/2022

- DE LOS ELEMENTOS: Se realizó el ensayo de esclerometría (Martillo de Schmidt), la superficie de vigas, columnas, placas y losas aligeradas, a fin de estimar la resistencia del concreto.
- DEL EQUIPO : Esclerómetro ELE 1J0317
Certificado de calibración LD-0543-2016
- MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.181.2013.
- RESULTADOS :

COLUMNAS		VIGAS		PLACAS		LOSAS	
Lectura	Valor de rebote	Lectura	Valor de rebote	Lectura	Valor de rebote	Lectura	Valor de rebote
1	26	1	24.3	1	25.3	1	24.3
2	24.3	2	26	2	23	2	26
3	26	3	26.8	3	25.8	3	25.8
4	25	4	24.5	4	24.9	4	23
5	24.8	5	24	5	26.5	5	23.3
6	24.3	6	25.1	6	25	6	25
7	25.7	7	26	7	26.4	7	25.8
8	23	8	25	8	24.2	8	25.9
9	25.8	9	23.2	9	23	9	25
10	25.1	10	25.2	10	26.2	10	26.3
Promedio	25	Promedio	25.01	Promedio	25.03	Promedio	25.04
Desviación Estándar	1.1	Desviación Estándar	1.1	Desviación Estándar	1.1	Desviación Estándar	1.1
f'c kg/cm ²	210	f'c kg/cm ²	210	f'c kg/cm ²	210	f'c kg/cm ²	210

OBSERVACIONES:

- Prioridad: URGENTE.
- Todos los antecedentes indicados en el encabezado, han sido proporcionados por el cliente, según solicitud.


Edwin Enrique Chavez Rodriguez
Ego. Esclerometría
CIP 20474


JORGE ESCOBEDO FLOR
INGENIERO CIVIL
CIP 15154

ANEXO 7: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Calle Tupac Amaru 207
Mariano Melgar-Arequipa

INFORME ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

Del : MARCOR LABORATORIO
A : Mary Carmen Guardia Zúñiga
Obra : EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS, CAYMA
Ubicación : Cayma, Urb. La tomilla, calle José Gálvez lote 100
Asunto : Estudio de mecánica de suelos
Fecha de emisión : 31/03/2022

1. SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO:

Según la norma NTE.030 aprobada el 22 de enero del 2016 con Decreto Supremo N°003-2016-VIVIENDA en su artículo 2.1 considera el siguiente cuadro de zonificación sísmica:



Zona	Z
4	0.40
3	0.50
2	0.70
1	0.90

2. PARÁMETROS DE SITIO:

La sismicidad del área en estudio nos indica que el factor del suelo es 1.15 ya que es un suelo intermedio S2 y pertenece a la Zona 3 lugar donde se encuentra el área de estudio ubicado en la provincia de Arequipa.

Asimismo, el período que define la plataforma del factor C " $T_{0.6}$ " y el período que define el inicio de la zona del factor C con el desplazamiento constante " T_1 " según el tipo del suelo fueron determinados según la Tabla N°4 de la norma técnica E030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T ₀ (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T ₁ (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Cecilia Estrella Ojeda Rodríguez
E-00000018
GP 20474

JORGE ESCOBEDO FLOR
INGENIERO CIVIL
CP 44724

3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO:

Calicatas o Pozos de Exploración

Se realizó (01) calicatas o pozo de exploración "a cielo abierto", designado como C-1.

Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en estado natural.

La excavación alcanza la siguiente profundidad

POZO	Profundidad (m) a cielo abierto
C-1	1.8

Muestreo y Registro de Exploración:

Se tomó muestra disturbada representativa del estrato atravesado en la calicata y en cantidades suficientes como para realizar los ensayos de identificación y clasificación.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO:

Los ensayos de laboratorio Estándar, fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de suelos de MARCOR LABORATORIO; bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M.).

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			
N°	OT	TIPO DE MUESTRA	TAMAÑO	LU GARDE EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA IDENTIFICACIÓN / PROCEDENCIA	IRM
M-1	36701 A-1	SUBLO	50 mm	Calicata C-1	IRM 16701 A

5. RESULTADOS OBTENIDOS:

Tipo y profundidad de cimentación:

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, descripción del perfil estático, se concluye que la cimentación será a la profundidad de 1,60 m.

Cálculo de la Capacidad Portante Admisibles:

Calicata N°01

Con los datos obtenidos del ensayo de Corte Directo Remoldeado - Saturado ($\phi=26.00^\circ$ y $c=0.00$ kg/cm²) en la condición mas desfavorable y aplicando la Teoría de KARL Terzaghi y corroborando por Marchoff para cimentaciones superficiales:



JORGE ESCOBEDO FLORIO
INGENIERO CIVIL
CIP 35541



Carlos Enrique Chavez Rodriguez
Eng. Geomecánica
CIP 20474

ϕ	: Ángulo de fricción interna	=26.00°
C	: Cohesión (gr/cm ³)	=0.00
γ	: Densidad Natural (gr/cm ³)	=1.86
D_f	: Profundidad de cimentación (m)	=1.60
B	: Ancho de cimentación (m)	=1.20
N_q y N_x	: Factores de capacidad de carga respectivamente para una falla local.	
F_s	: Factor de <u>seguridad</u>	=3
q_{ad}	: Capacidad portante admisible (kg/cm ²)	=1.85

En el Análisis de asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compacidad del suelo mas desfavorable recomendados por J. Bowles; y estos son:

μ	: Relación de Poisson	=0.28
E_s	: Módulo de elasticidad	=148 (kg/cm ²)


6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de Laboratorio y cálculos efectuados se concluye lo siguiente:

- El terreno de estudio se encuentra ubicado en Cayma, Urb. La tomilla, Calle José Gálvez, Lote 100.
- Presenta regular accesibilidad ya que, en el lugar hay construcción existente por lo que se debe buscar lugares que no perjudiquen ninguna de estas zonas.
- Capacidad portante del terreno es de 1.85 kg/cm².
- Profundidad mínima de cimentación será a la profundidad de 1.60 m.
- Material predominante: El material predominante es un suelo GP-GM (Material tipo conglomerado heterogéneo con matriz gravo limoso pobremente graduado)
- Los parámetros para el análisis sísmo resistente se recomienda considerar la NTE.030.
- El factor de zona es $Z_3=0.35$
- El factor de suelo $S=1.15$

OBSERVACIONES:

- Prioridad: URGENTE.
- Todos los antecedentes indicados en el encabezado, han sido proporcionados por el cliente, según solicitud.



JORGE ESCOBEDO FLOR
INGENIERO CIVIL
CIP 55704



Ing. Carlos Enrique Chavez Rodriguez
Ego. Geomecánica
CIP 20474