



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Interacción de un suelo arenoso en el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Medina Pacho, Jeremias Josue ([orcid.org/0000-0001-5691-8871](https://orcid.org/0000-0001-5691-8871))

**ASESOR:**

Mg Ing. Villegas Martinez, Carlos Alberto ([orcid.org/0000-0002-4926-8556](https://orcid.org/0000-0002-4926-8556))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2019

### Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico para mis padres mi madre y mi padre porque siempre estuvieron apoyándome de manera incondicional me daban ese empuje de energía que lo necesite a lo largo de mi vida y la universidad

### Agradecimiento

Ha mi asesor el Mg Carlos Villegas Martínez, por su apoyo en el desarrollo de mi tesis y sus sugerencias sobre mi tema de estudio , a los profesores que contribuyeron a formar un profesional competente y por ultimo a la Universidad por permitirme ser la casa de estudios la que me formo como profesional

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	II
Agradecimiento .....	III
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	IX
II. METODOLOGÍA .....	36
2.1 Tipo y diseño de la Investigación .....	37
2.2 Variables y operacionalización .....	39
2.3 Población y muestra.....	41
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	44
2.5 Procedimiento .....	45
2.6 Método de Análisis de datos .....	47
2.7 Aspectos éticos .....	49
III RESULTADOS .....	50
3.1 Desarrollo del Procedimiento .....	51
3.2 Resultados .....	70
IV.DISCUSIÓN .....	80
V.CONCLUSIONES .....	82
VI. RECOMENDACIÓN.....	84
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS .....	93
ANEXO1: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	93
ANEXO 2: PERFIL ESTADÍSTICO .....	94
ANEXO3: RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO.....	95
ANEXO 4: TRABAJO DE CAMPO .....	99
ANEXO5: FICHAS DE VALIDEZ .....	100

## ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1 DENSIDAD INSITU DEL SUELO .....	11
FIGURA 2 CLASIFICACION DE SUELO .....	12
FIGURA 3. ENSAYO DE CORTE DIRECTO .....	14
FIGURA 4. <i>ESTRUCTURAS QUE DAN COHESIÓN A LOS SUELOS (A) PARTÍCULAS CONTEXTURA ANGULAR, (B) PARTÍCULAS CON TEXTURA REDONDEADA</i> FUENTE: KAIROPE, 2014 .....	14
FIGURA 5. <i>ENSAYO DE PLATO DE CARGA</i> FUENTE: CONSTRUCCIONESUCE .....	16
FIGURA 6. PRESIONES DEL SUELO .....	20
FIGURA 7. MODELO DE INTERACCION SUELO ESTRUCTURA .....	21
FIGURA 8. MOVIMIENTOS DE LA ZAPATA 6 GDL .....	22
FIGURA 9. <i>DIAGRAMA DE MODELO ILICHEV</i> FUENTE: GENNER VILLARREAL, 2009 .....	25
FIGURA 10. MODELO MATEMATICO DE ILICHEV .....	26
FIGURA 11. <i>TIPO DE ONDAS</i> FUENTE: GEOXNET .....	29
FIGURA 12. TIPOS DE ONDAS SISMICAS .....	29
FIGURA 13. TIPOS DE SUELOS EN LIMA .....	30
FIGURA 14. <i>ASENTAMIENTOS EN LAS CIMENTACIONES</i> FUENTE: PUBLIMETRO ...	30
FIGURA 15. ASENTAMIENTOS EN LAS CIMENTACIONES .....	31
FIGURA 16. <i>DESPLAZAMIENTOS DE LAS MASAS DE ENTREPISO</i> FUENTE: FÉLIX DELGADO .....	31
FIGURA 17. MODELO DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS CENTROS DE MASA ..	32
FIGURA 18. DESPLAZAMIENTOS LATERALES .....	32
FIGURA 20. PLANO DEL PRIMER PISO .....	42
FIGURA 21. PLANO DE LA CIMENTACION .....	43
FIGURA 22. ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO .....	48
FIGURA 23. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	51
FIGURA 24. MODELO DE LA ZAPATA EN EL SAFE .....	63
FIGURA 25. GRAFICO DE PRESIONES DEL SUELO RIGIDO .....	64
FIGURA 26. PROPIEDADES DEL SUELO ARENOSO .....	65
FIGURA 27. PRESIONES DEL SUELO ARENOSO .....	67
FIGURA 28. MODELO DE LA ESTRUCTURA EN EL ETBAS .....	68
FIGURA 29. INSTALAR LOS PATRONES DE CARGA .....	69
FIGURA 30. ESPECTRO DE DISEÑO .....	70
FIGURA 31. RESTRICCIONES DE LA BASE EMPOTRADA .....	70
FIGURA 32. MODOS DE VIBRACION BASE EMPOTARDA .....	71
FIGURA 33. DERIVAS MÁXIMAS SUELO RÍGIDO .....	71
FIGURA 34. DERIVAS DE ENTREPISO SUELO RIGIDO EN Y-Y .....	72
FIGURA 35. DERIVAS BARKAN .....	73
FIGURA 36. DERIVAS BARKAN Y-Y .....	74
FIGURA 37. GRAFICA DE LOS PERIODOS FUNDAMENTALES .....	78
FIGURA 38. DESPLAZAMIENTOS LATERALES .....	79
FIGURA 39. GRAFICA DEL DESPLAZAMIENTO LATERAL .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE SUELO .....	13
TABLA 2. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.....	16
TABLA 3.COEFICIENTE DEL SUELO C0 .....	25
TABLA 4.COEFICIENTES DE RIGIDES.....	27
TABLA 5.VARIABLE INDEPENDIENTE.....	40
TABLA 6.VARIABLE DEPENDIENTE.....	41
TABLA 7.TABLA DE VALIDEZ .....	47
TABLA 8.PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO .....	53
TABLA 9.MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	54
TABLA 10.COEFICIENTES DE BARKAN.....	55
TABLA 11.PRESION ESTÁTICA DELA ESTRUCTURA.....	57
TABLA 12.COEFICIENTES ELÁSTICOS UNIFORMES .....	58
TABLA 13.COEFICIENTES DE RIGIDEZ ELÁSTICA NO UNIFORME .....	58
TABLA 14.COEFICIENTES DE ILICHEV.....	60
TABLA 15.COEFICIENTES DE RIGIDEZ ILICHEV .....	61
TABLA 16. COEFICIENTE DE RIGIDEZ DE LA NORMA RUSA .....	62
TABLA 17.TABLA DE ASENTAMIENTOS PARA UN SUELO RIGIDO .....	64
TABLA 18.RESULATDO DE ASENTAMIENTOS PARA SUELO ARENOSO .....	66
TABLA 19.MODELO DE LOS ASENTAMIENTOS EN EL SAFE .....	66
TABLA 20.DESPALAZAMIENTOS LATERALES SUELO RÍGIDO.....	71
TABLA 21DESPLAZAMIENTO LATERAL SUELO RIGIDO Y-Y .....	72
TABLA 22.PERIODOS DE VIBRACIÓN SUELO RÍGIDO .....	72
TABLA 23.DESPLAZAMIENTOS LATERALES POR BARKAN X-X .....	73
TABLA 24.DESPLAZAMIENTOS LATERALES BARKAN Y-Y .....	74
TABLA 25.DESPLAZAMIENTO LATERAL ILICHEV X-X.....	75
TABLA 26.DESPLAZAMIENTO LATERAL ILICHEV Y-Y.....	75
TABLA 27.PERIODOS DE VIBRACIÓN ILICHEV .....	76
TABLA 28.DESPLAZAMIETO LATERASL NORMA RUSA X-X.....	76
TABLA 29.DESPLAZAMIENTO LATERAL NORMA RUSA EN Y-Y .....	77
TABLA 30.PERIODO DE VIBRACIÓN NORMA RUSA.....	78
TABLA 31.COMPARACION DE LOS PERIODOS FUNDAMENTALES .....	78
TABLA 32 COMPARACION DE LOS .DESPLAZAMIENTOS LATERALES.....	79

## RESUMEN

La finalidad de estas investigaciones es comprobar la influencia de la interacción de un suelo arenoso en los comportamientos estructural de una vivienda de 3 pisos de albañilería confinada, en los asentamientos, las presiones del suelo, los desplazamientos laterales y los periodos de vibración.

Esta es una investigación experimental, del tipo aplicada con un enfoque cuantitativo.

Se realiza la investigación con el estudio de mecánica de suelos para determinar la capacidad admisible del terreno y sus propiedades , luego se define el coeficiente de balasto , y se procede a calcular los coeficientes de rigidez que simularan la cama de resortes en la cimentación por el método de Barkan, Ilichev y la Norma Rusa .

Se Concluye el suelo flexible incrementa los asentamientos en un 218% respecto a un suelo rígido, mientras que los desplazamientos laterales aumentaron en un 13% respecto a la base empotrada, Por otra parte los periodos fundamentales de vibración hay un incremento de 188% más que la base empotrada.

Se puede contrastar que la interacción suelo estructura modifica los resultados en el comportamiento de la estructura teniendo resultados más ajustados a la práctica constructiva proyectando edificaciones más seguras.

Palabras clave:

Coeficiente de balasto, interacción suelo estructura, Comportamiento estructural.

## ABSTRACT

The purpose of these investigations is to verify the influence of the interaction of a sandy soil in the structural behaviors of a 3-story house of confined masonry, in settlements, soil pressures, lateral displacements and periods of vibration.

This is an experimental investigation, of the type applied with a quantitative approach.

The investigation is carried out with the study of soil mechanics to determine the permissible capacity of the land and its properties, then the ballast coefficient is defined, and the stiffness coefficients that simulate the spring bed in the foundation are determined by the Barkan, Ilichev and the Russian Standard method.

It is concluded the flexible ground increases the settlements by 218% with respect to a rigid ground, while the lateral displacements increased by 13% with respect to the embedded base, On the other hand the fundamental periods of vibration there is an increase of 188% more than the recessed base

It can be verified that the interaction soil structure modifies the results in the behavior of the structure having results more adjusted to the construction practice projecting safer buildings.

Keywords:

Ballast coefficient, soil structure interaction, Structural behavior.

## I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Realidad Problemática

De acuerdo a Mosqueira citado en Saucedo para investigar el sismo sostiene que:

El impacto que producen los sismos a través del tiempo siempre ha sido materia de estudio y lo seguirá siendo debido a que generan pérdidas económicas y humanas, el inicio está en determinar las regiones de mayor golpe sísmico y que perjuicio provocaría en la población (Saucedo, 2016, p. 19).

Los graves daños que generan los movimientos sísmico a lo largo de la historia en diferentes países destacando que en unos tienen mayor intensidades que otros , y todos hemos sentido un sismo y lo que genera esta es como las estructuras colapsan debido a un mal diseño , mal proceso constructivo , condiciones naturales que no se han considerado en un análisis en conjunto por ejemplo la interacción suelo estructura y así proyectar edificaciones que tengan diseños más reales conociendo desde su origen su comportamiento y así evitar este tipo de situación dramática y de sufrimiento que viven las familias . Asimismo yo recuerdo el sismo de Arequipa yo estaba en la casa de mi abuela y luego empezó el movimiento , el ruido en las ventanas y como se movía el suelo yo siendo un niño la verdad que me marco un poco , luego fuimos al patio y parecía que el suelo se iba a rajarse muchas casas autoconstruidas de las zonas periféricas como era premeditado colapsaron muchas gente buscaba a sus familias la verdad que es trágico el efecto destructivo del sismo , hoy en día existen muchas tecnologías que han ido teniendo un impacto positivo y aunque el sismo no se puede evitar es algo natural pero si se puede reducir a través de dispositivos de aislamientos esta fuerza del sismo teniendo así construcciones seguras y sobre todo que las personas tengan seguridad en sus casas.

Por otro lado las pérdidas de dinero y vidas humanas sobre todo la última es irrecuperable y a veces pasa que construimos casas sin un criterio técnico las casas por mi ciudad de infancia en Camana hay muchas casa que son autoconstruidas entonces que se espera cuando llegue como diría un buen profesor de análisis

estructural el mejor calificador de cómo está construida tu casa es el terremoto , lo que trato de mostrar es que a veces es mejor tener la seguridad y tranquilidad que tenemos una casa segura con criterios técnicos proporcionados por un profesional que te den la comodidad a ti y tu familia de que están bien resguardados y que no se te va a caer una viga una columna o muro ante estos terremotos .

Según Valderrama y Meza (2014) manifiesta sobre la preocupación con el suelo lo siguiente:

“Al tema de la zona sísmica se le suma la existencia de problemas con el suelo esto hace que aumente la aceleración sísmica y el daño sea mucho mayor, en muchos lugares hay suelos de resistencia pobre, placas tectónicas cercanas (Placas de Nazca y Placa Sudamericana) incluso complejidad en la superficie del suelo. Estas zonas con alto peligro sísmico son habitadas por una enorme cantidad de personas, el cual frente a las ocurrencias de un movimiento telúrico los daños serían irreparables.” (p.18)

En nuestro país se ha categorizado en cuatro regiones en donde en cada uno de ellos se ha estudiado la recurrencia del sismo y se le ha denotado con una aceleración promedio que ocurre en ese territorio en donde la zona más vulnerable es la zona pegada a la costa debido a que sobre esta están dos extractos de roca o placas tectónicas los cuales provocan estos movimientos telúricos debido su contacto. A este se le suma otros problemas con el tipo de suelo porque esta termina recibiendo todo el peso que transmite la edificación hacia la cimentación y esta al suelo es importante reconocer si tenemos unas condiciones desfavorables del tipo de suelo lo que va a generar es que el sismo se amplifique produciendo mayores desplazamientos a lo largo de la edificación en cada nivel de piso y va a repercutir a los nudos de la estructura como en las columnas y vigas llamadas rotulas plásticas y esto puede ser lamentable .Así mismo cuando vamos a diseñar una edificación es importante conocer cuáles son las propiedades de los tipos de suelos que tiene Lima en un plano general y sobre los suelos que terminan teniendo las condiciones más adecuadas para construir por lo que debemos recordar que Lima antes era un valle sobre la cual estaba el río Rímac esta trajo consigo en las laderas piedras de conglomerados formando rocas con el tiempo por

ejemplo en la costa verte y se extiende debajo Miraflores , Barranco San Isidro , San Borja y Jesús María y es un suelo bueno para construir ya que está formado por rocas y gravas coloniales luego están las áreas donde tiene un estrato superficial de suelos granulares finos y arcillosos los cuales están catalogados como riesgo moderado Los olivos , Comas , San Martin de Porres , Puente Piedra etc. , y Por ultimo tenemos los suelos más peligrosos como son los eólicos arenosos como el de la molina y otros que tiene el nivel freático muy superficial como pantanos villa , Chorrillos y sectores del Callao .Por lo que es importantes conocer sobre qué zonas hay que tener mayores niveles de seguridad en los diseños.

Según Ordoñez citado en Saucedo indica sobre los sismos en Perú lo siguiente:

“Históricamente, el Perú ha sido un país azotado por sismos. Se tiene el terremoto de Lima, en octubre de 1746 o el sismo de Pisco-Ica-Chincha en Agosto del 2007teniendo como resultado la pérdida de muchas vidas humanas. La evaluación de daños asociados a estos eventos indica que los menores niveles de daño se producen en las edificaciones cuando no están cimentados en roca o suelo duro. En el otro extremo, los mayores niveles de daño, en general, se producen en suelo blando.  
“(2016, p .19)

Significativamente en nuestro País han sucedido sismos los cuales nos han castigado y nos han mostrado nuestras falencia en cuanto a los diseños y construcciones sobre todo hay que marcar que hay una parte de un 75 % que pertenece a las autoconstrucciones informales las cuales no manejan criterios de normativas por lo que estás serán las primeras que colapsaran lamentablemente, asimismo cabe recordar un sismo que ha sido una catástrofe como es el del año de 1746 en Lima acabo con casi todas las casas de la ciudad , iglesias y estructuras así también con la catedral de Lima y parte del Puerto del callo desapareció y hubo inundación. Un Historiador Henry Mitrani dice que se sintió hasta Arequipa Cerro de Pasco , Chachapoyas de 3 mil construcciones quedaron 25 de pie ese fue el poder destructivo de aquellos años que sirvió para iniciar medidas de investigaciones que día de hoy vemos como se implementan nuevas tecnologías para minimizar el sismo y luego está el ocurrido en la región calurosa de suelo amarillentos en donde fue un terremoto de 7.9 en Ica que tuvo un duración de dos

minutos en este terrible acontecimiento que se hizo sentir la furia de la naturaleza y la que provoco la muerte de 596 personas siendo este el más fuerte luego del de 1740 hoy en día debemos de diseñar estructuras que puedan soportar estos tipos de sismo .

Como resultado de análisis luego del sismo se llegó a conclusiones de más allá de que haya existido deficiencias en cuanto a las construcciones el tipo de suelo sobre el cual estaba pisco era un suelo pobre lo cual genera que el sismo se amplifique generando mayores desplazamientos ocasionando fallas en los elemento estructurales y generando el colapso de estas .

Po lo que debemos de emplear metodologías que nos permitan considerar un parámetro fundamental como es el suelo en un diseño en conjunto suelo cimentación y estructura logrando así tener respuestas de edificios más reales y evitar que nos sorprendan el sismo con el comportamiento sísmico de la edificación por el hecho de no considerar un análisis de interacción suelo estructura cuando sea necesario es decir que cuando se considere la flexibilidad del suelo en el análisis sísmico tendremos una exactitud de la respuesta del edificio de cómo serán sus desplazamientos , sus esfuerzos en los elementos estructurales , los periodos de movimiento etc.

Según Villarreal como se citó en Chávez, 2016 menciona sobre la escala sísmica de nuestro país indica lo siguiente:

Nuestro País es una zona de gran actividad sísmica, en la escala de Mercalli modificada estamos en el rango a nivel mundial de 9 grados. Alrededor de 18 millones de habitantes estamos advertidos a la ocurrencia cíclica de sismos. Cabe resaltar que estamos lejos de solucionar el problema sísmico que cada vez aumenta más y al que estamos puestos en riesgo. (parr1).

Debido a que nuestro País está ubicado en una zona donde mayor actividad sísmica existe en el mundo , ya que estamos ubicados en el cinturón de fuego lugar donde existen una serie de placas las cuales generan una serie de rozamientos y fricciones que liberan energía y esta energía terminan viajando hacia la superficie viajando a través de los estratos de suelos incrementándose en el caso de tener

suelos blandos por lo que es vital identificar el tipo de suelo sobre el cual se está cimentando , por otro lado el tema de la investigaciones sobre minimizar el sismo aún estamos lejos de lograrlo pero se está avanzando con el desarrollo de investigaciones las cuales tiene un crecimiento cada año tratando de avanzar vemos como han ido apareciendo tecnologías antisísmicas que científicamente reducen o absorben el movimiento del sismo representando un resultado memorable para la seguridad de las personas y las edificaciones ,

## 1.2. Trabajo previos

### 1.2.1 Antecedentes Nacionales

Villanueva, H, (2018).” Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018 “. Esta tesis tiene como objetivo general analizar cómo influye la interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, tanto; en los asentamientos totales, desplazamientos laterales y los periodos de vibración que son los indicadores del comportamiento estructural. Así también esta es una tesis experimental, explicativa. Los métodos que se utilizaron de rigideces son el de Barkan , Ilichev y la Norma Rusa y luego se comparó con la base empotrada . Como resultados finales se puede decir que los asentamientos totales se han incrementados en comparación a la base rígida en un 80% así también los desplazamientos laterales de entrepiso aumentan en un 55.6% y 88.97% en el 5 to y 1er piso respectivamente. Y por último los periodos fundamentales de han incrementado en un 32.77% respecto al suelo rígido indeformable en el eje x y un 7.85% en el eje y.

Saucedo, L. (2016). “*Efectos de la interacción suelo estructura en suelos muy rígido, medianos y blandos en el comportamiento estructural del edificio clínica los frenos, Cajamarca* “. En esta investigación se tiene por objetivo el determinar los efectos de la interacción suelo estructura para un suelo muy rígido, intermedio y blando en el comportamiento estructural del edificio de la clínica los Frenos. Asimismo el método es descriptivo porque evalúa las características generales de la fundación de la cimentación en edificaciones importantes como un hospital se interpreta y explica el comportamiento estructural de esta ante un evento sísmico.

Así también el instrumento que se empleó fue el programa etabs educacional para realizar el modelamiento del análisis. Mientras que la muestra está constituida por el edificio la clínica los frenos el cual pertenece a una muestra no probabilística de tipo intencional o por conveniencia. Por último se ha evaluado a la edificación con el método convencional de base empotrada y con la inclusión de la interacción suelo estructura frente al espectro de diseño de la norma E.030y el fema 440 obteniendo como resultado que la edificación ha disminuido su comportamiento estructural porque se obtuvo un aumento en las derivas de entrepiso en 13.85%, 102.56% y 842.11% así como también los desplazamientos en un 50%, 240 %y 1900 % para los distintos tipos de suelo muy rígido , intermedio y blando respectivamente .

Sucasaca y Mamani. (2017). *“Evaluación de los efectos de la interacción suelo-estructura en el estadio de la UNA- Puno “*.El objetivo de esta investigación es evaluar los efectos de Interacción Suelo Estructura en el estadio universitario de la UNA-Puno. Asimismo la Metodología es descriptiva porque tiene por meta describir el comportamiento del edificio con una base empotrada y considerando una base flexible con los diferentes modelos Dinámicos como: FEMA 440, DD. Barkan – Savinov , Norma Rusa SNIP 202.05-87 y Winkler . Por otro lado la técnica de muestreo es de no probabilística debido a que es por conveniencia y se está considerando el bloque 2 de la tribuna Occidente. Por último se ha evaluado al edificio con base empotrada y la inclusión de ISE frente al espectro de diseño, de la Norma E.030 y FEMA 440 /356 como resultado se obtuvo la modificación de las características dinámicas como el periodo fundamental de vibración, las derivas de entrepiso, esfuerzos internos y modos de vibración. Las derivas de entrepiso han incrementado en 252.06% en X y 470.38% en Y, para el modelo Barkan 146.46% en X y 292.93% en Y, para el modelo Winkler 34.12% en X y53.03% en Y; y en el modelo Norma Rusa de 23.27% en X y 49.94% en Y.

Garay, B. (2017). *Influencia de la interacción suelo –Estructura en el comportamiento sísmico de un edificio de 7 niveles del proyecto “Multifamiliar los Balcones del Valle “barrio Columbo Cajamarca*. Esta investigación tiene por objetivo determinar la influencia que tiene la interacción Suelo-estructura en el comportamiento sísmico de una edificación mediante la determinación de

esfuerzos, periodos de vibración y desplazamientos. La metodología que se empleo fue la no experimental transversal y se empleara el método descriptivo ya que se describió, explico y analizo sistemáticamente las variaciones de las variables. Mientras que la muestra se realizó empleando un muestro no probabilístico constituido por 18 lotes ubicado en el sector 05 del barrio Columbo contando con cada uno de los planos arquitectónicos. Por ultimo como conclusión se obtuvo que mediante la incorporación de la interacción suelo estructura en el análisis sísmico de edificaciones se logró la reducción de las fuerzas internas en los elementos estructurales hasta un 37.18% aumento de los desplazamientos laterales de entrepiso hasta un 28.49 % y un aumento de los periodos de la primera forma de vibración hasta un 23.78 % todo ello con respecto al modelo convencional de empotramiento perfecto.

#### 1.2.2 Antecedentes internacionales

QUOC ,Nguyen , BEHZAD , Fatahi y ASLAN , Hokmabadi (2016 ). En un articulo que tiene como titulo “The effects of foundation size on the seismic performance of buildings considering the soil-foundation-structure interaction “In this paper the influence that shallow foundations have on the seismic response of a mid-rise moment resisting building is investigated. For this purpose, a fifteen storey moment resisting frame sitting on shallow footings with different sizes was simulated numerically using ABAQUS software. By adopting a direct calculation method, the numerical model can perform a fully nonlinear time history dynamic analysis to realistically simulate the dynamic behaviour of soil, foundation, and structure under seismic excitations The influence of foundation size on the natural frequency of the system and structural response spectrum was also studied. The numerical results for cases of soil-foundation-structure systems with different sized foundations and fixed base conditions (excluding soil-foundation-structure interaction) in terms of lateral deformations, inter-storey drifts, rocking, and shear force distribution of the structure were then compared. It was concluded that the size of a shallow foundation influences the dynamic characteristics and the seismic response of the building due to interaction between the soil, foundation, and structure, and therefore design .

Herrera (2013).*Evaluación de la interacción dinámica Suelo –estructura de edificaciones construidas en ladera.*

Resumen: Empleando la metodología de diseño de experimentos, se evalúa la Interacción Dinámica Suelo Estructura (IDSE) de edificaciones construidas en ladera, considerando un modelo no lineal del suelo y elastoplástico para las estructuras, en un espacio bidimensional por medio del software de elementos finitos PLAXIS 2010, donde se analiza la interacción de los factores: Contenido frecuencial del sismo( $T_m$ ), velocidad de onda de corte promedio del estrato de suelo( $V_s$ ), ángulo de inclinación de la ladera( $\alpha$ ), periodo característico de la estructura ( $T_e$ ) y la posición de los edificios en el desarrollo de la ladera( $P_i$ ). Se destaca de los resultados una disminución en la cortante basal experimentada por las edificaciones al incrementarse la inclinación de las laderas y al disminuirse la rigidez del perfil geotécnico, pero obteniéndose paradójicamente en estas condiciones mayores desplazamientos en el techo de la estructuras, lo cual se atribuye a un efecto rotacional en la IDSE.

Moreira (2017). *Estimación de desplazamientos horizontales en los cimientos del edificio de la contraloría general del estado en la ciudad de Babahoyo provincia de los ríos evaluación de parámetros del coeficiente de rigidez del suelo.*

El presente proyecto tiene como finalidad proponer la utilización de modelos aplicando la interacción Suelo-Estructura en lugar de los modelos donde se presenta la cimentación como un empotramiento perfecto. Ya que el modelo interacción suelo estructura nos permite tener más acercamiento a la realidad desde el punto de vista conceptual, mejorando así la fiabilidad de los resultados obtenidos. La metodología que se utilizó en la presente investigación se situó en la modalidad de investigación descriptiva de campo en un modelo cuali-cuantitativo, por cuanto se enmarcaron en datos numéricos que luego fueron validados y analizados por el respectivo informe, así mismo orientado hacia una investigación descriptiva. El método de Winkler representa un modelo mecánico que introduce la respuesta del suelo de soporte en la solución de problemas de interacción suelo estructura. Conocido también como "Teoría clásica de la viga sobre fundación elástica". Por último hemos llegado a los resultados que aplicando la teoría de Winkler se determinó el coeficiente de rigidez del suelo ( $k$ ) utilizando, para el cálculo una curva de correlación Fuerza-Desplazamiento de la cual se obtuvo un valor de  $k = 10481 \text{ T/m}^3$ . Realizando los modelos de empotramiento y de interacción suelo

estructura notamos que el comportamiento de la estructura es diferente así como su evaluación frente a las normas de construcción. Con la ayuda del Software SAP2000 al modelar el edificio y aplicar las cargas obtuvimos las solicitaciones horizontales y verticales a nivel de cimentación: Las reacciones encontradas van en los rangos de: (0.13 T y 10,83 T) horizontales y (17,00 T y 137.03 T) vertical. Los desplazamientos horizontales en los pilotes se encuentran en un rango entre (0.025 mm y 1.18 mm).

Morales, Chimarro y Coronel. (2018) *“Análisis del comportamiento estructural de un edificio de 9 pisos a escala en Quito, sometido a cargas sísmicas en la mesa de vibración”* La modelación a escala en acero de un edificio de 9 pisos situado en la ciudad de Quito, sometido a cargas sísmicas en la mesa de vibración XY Shake Table III de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, y a partir de la modelación matemática en ETABS de la edificación real, considerando las especificaciones establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEaC) para el diseño de los elementos estructurales y el análisis de los resultados, se permite determinar técnicas de construcción y tipo de acero a ser utilizados para la elaboración de modelos a escala que reflejen el comportamiento real de la edificación a partir de la comparación de aceleraciones de los dos análisis. Objetivos: Utilizando el proceso de investigación para el desarrollo del proyecto se identifican los elementos estructurales de la edificación existente en planos arquitectónicos, para el desarrollo del pre diseño de los mismos. Resultados Para la elaboración del modelo a escala se considera como punto de partida el método de relación de módulos de elasticidad, verificando la relación de áreas de los elementos estructurales y el escalamiento del peso, de manera que se pueda disminuir las secciones de los elementos para evitar la rigidez excesiva de los mismos y considerar la distribución adecuada del peso en la losa, para que se pueda observar el movimiento del mismo durante el ensayo y por consiguiente verificar el comportamiento del material utilizado.

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

- Interacción del suelo arenoso

Algunas razones que argumentan sobre la mecánica de suelos:

Macias et al. (2018) Mecánica de suelos es la ciencia teórica y práctica del comportamiento mecánico de los suelos, representa una rama de la mecánica aplicada que tiene que ver con la respuesta del suelo a (estados tensionales, cargas) de su entorno físico.

La mecánica de suelos es una parte de importantes primaria antes de pensar en hacer un proyecto es evaluar cómo está el contexto del terreno si es adecuado poder utilizarlo como soporte si tiene ciertas características y propiedades que se determinan en un laboratorio mediante maquinarias para conocer sus atributos y peculiaridades y estar lo suficiente seguro cuando hagamos un proyecto esta va a estar asentada sobre un suelo estable que no generen desplazamientos y la presiones en el suelo sean absorbidas por el suelo . En un proyecto de un edificio que se construyó al pie de una ladera a metros de un talud se hizo un edificio multifamiliar lujoso para muchos por su vista al horizonte, entonces el propietario asumió que el suelo era firme por que se miraba físicamente bien así como se dice a ojo de buen cubero, cosa que se construyó dicho proyecto que era si recuerdo bien un edificio con estacionamiento en done la parte de la calzada que colindaba con el talud empezó a levantarse debido a la humedad del rio que pasaba cerca ahí . Por lo que las arcillas captaron esa humedad y se expanden aumentaban su volumen y luego disminuía lo que generaban deslizamientos al pie de talud fue afectando a las casa vecinas y la calzada se fue haciendo grande el problema donde el propietario no podía decidir hacer que el proyecto no funcione era mucha la inversión que se hizo luego para solucionar esto invirtió el 80 % del costo del edificio en hacer muros de sostenimiento , luego una viga de concreto armado tipo viga H, y por ultimo luego de tres años implemento un dispositivo de drenaje del agua con el motivo que evacuara y no esté en contacto con el suelo y así la reflexión es hacer un estudio de suelos antes de construir y evitarse muchos inconvenientes con experimentos que pueda tener el suelo está también manda el ritmo del tipo de sistema constructivo que se debe realizar .

-Densidad del suelo NTP 339.131 ASTM D-854

La compactación es una de las actividades que realizamos al terreno natural para poder mejorar sus condición como sus particularidades esto consiste en comprimir el terreno haciendo así que las partículas del suelo se cohesionen para lograr capas

o extractos más sólidos evitando así vacío que puedan generar desplazamientos en el tiempo más profundos. Para esto vamos a utilizar el cono de arena como instrumento de realización en campo donde primero vamos a ir al lugar y sacar una muestra en forma de cilindro en donde dichas dimensiones dependen de acuerdo al tipo de material que exista con ayuda del cono y la arena podemos determinar el volumen y el peso húmedo del suelo una vez conocido la humedad del suelo es posible encontrar la densidad seca de la muestra.

La determinación de la densidad seca in –situ, realizada por el método de cono y arena, se lleva a cabo para verificar que las condiciones de compactación que se han fijado como optimas se estén cumpliendo en el terreno. (Botia Diaz, 2015, p. 102 ).

Ver en la figura N° 1 el trabajo de campo para determinar la densidad del tipo de suelo.



Figura 1 densidad insitu del suelo

#### -Análisis Granulométrico por Tamizado NTP 339.134

El análisis granulométrico es un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada. Obviamente para obtener un resultado significativo la muestra debe ser estadísticamente representativa de la masa de suelo. (Alvarez ,2015, p.1)

Realizamos este ensayo de granulometría con el fin de esclarecer cual es el tamaño de partículas de agregado inerte que más abunda en una muestra que analizamos debiendo seleccionar la representativa de todo el extracto por lo tanto no tiene que ser alterada para obtener resultados confiables .

“Particle size analysis was conducted in accordance with ASTM D422-63 (2010). The distribution of particle sizes larger than 75  $\mu\text{m}$  (opening size of the No. 200 sieve) was determined by sieving, and the distribution of particle sizes smaller than 75  $\mu\text{m}$  was determined by the hydrometer method.

Veamos la figura N°2 donde tenemos los instrumentos para realizar el ensayo de clasificación del suelo



*Figura 2* Clasificación de suelo

Los agregados componen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla tipo concreto. La palabra agregado engloba a las arenas, gravas naturales y la piedra triturada para utilizarla en preparar concreto y mortero. (Tafur Rojas , 2015,p. 1)

Para saber sobre el tipo de material en cuanto a la proporción de agregados que tenemos en el terreno o extracto que estamos analizando debemos de realizar ir a campo extraer una espécimen para poder pasarlo por unos tamices es decir llevarlo al laboratorio y empezar a pasarlo por unas mallas que determinan los tamaños , en mecánica de suelo que lleve en los primeros años habían tipo de recipientes de diferentes tamaños en la malla luego íbamos echando e iban atravesando cada nivel de tamaño el de los más grandes era de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y en el fondo teníamos al tamiz Nro 200 que eran para los materiales finos , esto nos sirve si más del 50% queda retenido en la malla N200 estamos hablando de que tenemos un tipo de

suelo donde mayormente predominan lo que son los agregados gruesos , caso contrario finos dependiendo al análisis determinaremos si son arcilla o limos las cuales aplicadas a la ingeniería civil son importantes debido a que trabajan como materiales que son los responsables de dar soporte a las cargas de las estructuras en el caso de una cimentación en su área de contacto .Asimismo estos agregados en el caso de los gruesos se utilizan para realizar la mezcla de concreto un material combinado que se emplea en todas las construcciones de ingeniería donde el agregado correcto de propiedades buenas mecánicas me dan la seguridad de poseer una resistencia como factor clave a la hora de aportar rigidez ante un evento sísmico como el que estamos expuestos .

Veamos la Tabla N°1 donde tenemos los diferentes tamaños del material y como se clasifican.

Tabla 1 *Clasificación de suelo*

Clasificación de Suelos - Atterberg	
Dimensión de la partícula elemental (mm)	Atterberg (Sistema Internacional)
< 0,001	Arcilla
< 0,002	
0,005	Limo
0,01	
0,02	
0,05	Arena Fina
0,1	
0,25	
0,2	
0,5	Arena Gruesa
1,0	
2,0	
3,0	Grava Fina
5,0	
10,0	Grava
20,0	Grava gruesa y Piedras
> 20,0	

- **Ensayo de corte Directo (NTP 339.171)**

“El ensayo busca identificar la relación entre el esfuerzo y la deformación considerando una carga lateral aplicada de tal forma que se genera un esfuerzo

cortante, se presenta un plano de falla horizontal paralelo a la carga aplicada.  
“(Chavez , 2016, p 4).

A nuestra muestra del suelo le vamos a suministrar las cargas primero una vertical y otra horizontal de esta manera se va a generar un plano de esfuerzos cortante donde vamos a saber cuál es la resistencia que puede soportar. Cuando aplicamos la carga vertical sobre el área de la muestra que puede ser el área del molde veamos el equipo de ensayo donde vamos a calcular los esfuerzos normales y en el caso de aplicar la fuerza lateral vamos a obtener lo que son los esfuerzos de falla, donde podemos apreciar la ecuación para calcularla para diferentes cargas. Este ensayo lo que nos permite es poder determinar la capacidad de soporte que presenta el suelo , debido a que nos va a permitir encontrar valores como el Angulo de fricción interna , la cohesión de la partículas que tan bien se complementan o se juntan.

Este método nos permite determinar la resistencia al corte del suelo cuando le aplicamos una fuerza vertical a un suelo consolidado drenado .En la figura N°3 podemos apreciar los elementos y el equipo de ensayo

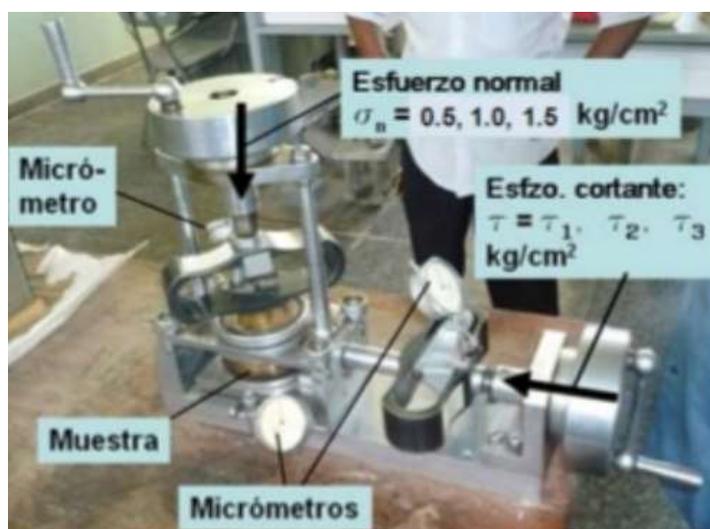


Figura 3. Ensayo de corte directo

FUENTE: Kairope, 2014

## Cohesión

Según INEM 685 “Geotecnia .Mecánica de suelo. Terminología y simbología” citado por Macedo no dice que:

La Cohesión está definida como parte de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo debido a la atracción molecular entre las partículas , definida en el cruce de la envolvente de falla con el eje vertical , en el diagrama de Mohr “.

Lo que pasa con los suelos es que al ser elementos tan finos y otros casos terminan teniendo un tamaño un poco más pronunciado de acuerdo a lo que buscamos la mejor trabajabilidad que cada una de ellas tenga, es un suelo tratamos de tener cierta compensación en donde se puedan mezclar logrando así que estas tengan un enlace mucho más cohesivo, para darle un mayor grado de resistencia al esfuerzo cortante que actuara sobre ella en caso de la transmisión por parte de la cimentación. Por otro lado el enlace de las partículas estará enfocada de acuerdo a las propiedades de los granos y al contenido de agua en poca proporción por lo que podemos decir que el suelo variara su cohesión si alteramos el contenido de humedad. Para conocer un poquito más hay que saber los suelos arenosos tiene un cohesión que es casi errada mientras que los suelos limosos tienen muy poco y los que si tiene una cohesión a una escala mayor son los suelos arcillosos de 0.25 a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>. Ver la figura N°6 donde tenemos partículas de agregados de diferentes formas influyendo en la cohesión del suelo.

- Capacidad portante del suelo

“El suelo constituye el material de ingeniería más heterogéneo y más impredecible en su comportamiento, es por ello que los coeficientes de seguridad que suelen utilizarse son al menos de 3 con relación a la resistencia. La presencia de diferentes tipos de suelos y de distintos tipo de estructuras da lugar a la existencia de distintos tipos de cimentaciones.” (Medina Terrones , y otros, 2017,p. 1).

Los elemento como las cimentaciones son los encargados de transmitir la cargas de la estructura hacia el suelo en donde todas las fuerzas van a converger hacia el suelo, es decir estas serán la que tendrán la función de tratar de resistir y tendremos que determinarlo mediante un EMS en cual nos permitirá conocer esa capacidad

de carga que es tan variable de un distrito a otro si hablamos en nuestra región. Asimismo existen distintos tipos de suelos si sacamos de un pozo un estratigrafía a diferentes profundidades vemos como los matices de suelos terminan alterándose las calidades si se podría decir de esa manera. Debido a que tenemos distintos tipos de material y así también diferentes sistemas de construcción es necesario saber identificar cual tipo de cimentación, termina siendo el más adecuado para el contexto en donde se desea construir por ejemplo una experiencia que pude conocer es por ejemplo cuanto tienes un suelo malo como el caso de Chimbote en donde aparte tenemos un nivel freático a flor de piel es muy adecuado tener un tipo de cimentación como la losa los cuales te dan ese soporte ampliando toda el área de contacto entre la cimentación y el suelo .En la tabla N° 2 tenemos una data de valores de la resistencia de cada tipo de suelo .

Fuente: ConstruccionesUCE

Tabla 2. *Capacidad portante del suelo*

Item	Tipo de Suelo	kg./cm <sup>2</sup> .
01	Roca, dura y sana (granito, basalto)	40
02	Roca, medio dura y sana (pizarras esquistos)	20
03	Roca, blanda con fisura	7
04	Conglomerado compacto bien graduado	4
05	Gravas. Mezcla de arena y grava	2*
06	Arena gruesa. Mezcla de grava y arena	2*
07	Arena fina a media. Arena media a gruesa, mezclada con limo o arcilla	1.5*
08	Arena fina. Arena media a fina mezclada con limo o arcilla	1.0*
09	Arcilla inorgánica, firme	1.5
10	Arcilla inorgánica, blanda	0.5
11	Limo orgánico con o sin arena.	0.25

\* Reducir en 50% en el caso de estar bajo el nivel freático (nivel de agua)

“A properly designed and constructed foundation should be adapted not only to the type of building placed on it or the nature of its use, but also to the geotechnical and hydrogeological conditions of the ground. While analysing each foundation, it is important to verify two basic conditions: the bearing capacity and the limit state of usage, which are included in standards.”(Przewlocki, y otros, 2016,p.364)

Al realizar el diseño de una cimentación debemos de saber que estructura se va a asentar en estos apoyos , entonces primero determinar el tipo de sistema estructural si va a ser de albañilería confinada, o un sistema aporticado en donde gobiernan las columnas y vigas por ejemplo de acuerdo a la necesidad que se desee realizar si es una casa multifamiliar en donde las consideraciones de cargas requieren mucho esfuerzo por parte de los elementos estructurales podemos utilizar un sistema dual donde las placas de concreto dan mayor rigidez a la estructura pero eso hablando en una zona como Lima , lo cual no sería quizás aplicable a zonas como la sierra donde la demanda de movimiento es mucho menor debido a la lejanía de las placas tectónicas , esto por el caso del sistema estructural luego también hay que diagnosticar el nivel de contenido de agua en el suelo habrá terrenos donde el nivel freático se encuentre en la superficie lo cual hace que la resistencia y estabilidad de la estructura decrezca y eso ya nos mandaría a modificar la cimentación por una platea con el fin de dar mayor sostenimiento al suelo y evitar los asentamientos diferenciales en los cimientos .

If the lateral structural stiffness is high, the input motion at the base would lead to horizontal accelerations that are constant over the height of the structure. Consequently, a transverse shear force and an overturning moment will develop at the base. Since the rock is very stiff, the horizontal shear force and rocking moment would hardly cause any additional deformation in the surrounding ground. (Yang Lu , 2016,p.6).

Si el edificio presenta una buena cantidad de rigidez en el sistema estructural se reparte de manera proporcional , cuando se genere un movimiento sísmico contando con un suelo de base de cimentación rígido es decir rocoso esta va a transmitir las deformaciones del suelo y en los pisos superiores serán constantes es decir de la misma cantidad debido a la rigidez

### 1.3.5 Módulo de Elasticidad

Elastic modulus is a parameter which defines the comparison between stress and strain . elastic modulus precisely is determined from test of triaxial in linear condition (as shown in Figure 1). The formulation to obtain the value of elastic modulus is expressed in Equation (1). “ (Lindung Zalbuin , 2015, p2)

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \cdot E_c \dots (1)$$

La elasticidad de los materiales es fundamental para lograr elementos que presenten ciertos comportamientos aceptables ante fenómenos como el caso de los sismos, para poder saber necesitaremos de ciertas pruebas que me permitan conocer estos valores para el concreto como hemos estudiado en concreto armado existe ya diagramas al igual que el acero mientras que el primero como el caso de concreto no tiene una resistencia a la elasticidad como si lo tiene el acero el cual experimenta un comportamiento de mucha más elongación lo cual no sirve cuando tocamos el tema de ductilidad y los tipos de fallas , había un caso que es de falla dúctil y frágil , la importancia de esta es que la falla dúctil en un edificio de permite saber cómo la edificación se va deformando a través de que está pasando el sismo es decir los elementos se agrietan y deforman como la viga y columnas pero estos no se deforman en donde primero falla el concreto y por último el acero . Por lo que en los diseños de los elemento debemos de tener en cuenta la ductilidad como hemos visto esta te termina dando más tiempo para que las personas de sus casas puedan salir ya que experimentara más deformaciones y en el otro caso está la falla frágil donde aquí primero falla el acero y ya por ultimo en concreto aquí el colapso es mucho más súbito la estructura se desploma de manera instantáneas generando pérdidas de vidas en mayor cantidad.

#### - Coeficiente de Balasto

“El modelo de Winkler es uno de los modelos de cálculo más empleados para modernizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo igualitario a un número incontable de resortes elásticos -muelles o bielas biarticuladas- cuya rigidez, llamada módulo o coeficiente de balasto ( $K_s$ ), se determina con el cociente entre la presión de contacto ( $q$ ) y el desplazamiento -en su caso asiento ( $\delta$ ). “(Freire Tellado , 2000).

Para realizar un análisis de interacción tenemos un método el cual es el que los estudiantes e investigadores emplean para generar un análisis donde se debe de considerar en el suelo que existen una cantidad infinita de resorte los cuales van a representar los desplazamientos y rotaciones que pueden generarse , en donde tenemos una rigidez que va cambiando en diferentes distritos de Lima dependiendo

la zona y esta va a estar definida por un coeficiente de balasto el que lo podemos calcular como la presión de roce con el desplazamiento que sufre las edificaciones por el peso propio el cual es el de asentamiento.

“Para el logro del coeficiente de balasto, existen dos formas de realizarlo, primero mediante el Ensayo de Plato de Carga y segundo, en Función de Otras peculiaridades del Terreno, ésta interpreta la obtención de dicho dato mediante el Módulo de Deformación, Tensión Admisible de la Cimentación, Relación de Soporte de California (CBR), Ensayo de penetración estándar (NTP) y el Ensayo de resistencia a la comprensión simple “(Portal Quicaña, 2016, pp3 ).

A este ensayo se le conoce con el nombre también de Reacción del suelo unos de los pioneros de esta investigación es el padre de la mecánica de suelos el gran Karl Van Terzgui.

- Ensayo de plato de carga

Este ensayo se hace para ver a la reacción del suelo es un método el cual consiste en colocar a la profundidad de desplante de la cimentación un plato de acero de 1 pulg en cual va a tener un pisón hidráulica conectado con una viga en la parte superior donde se va ir aplicando carga de manera un incremento gradual mediante un proporción de la aplicación de un cuarto de su carga que se desea aplicar de manera creciente hasta llegar a un asentamiento de 1 pulg entonces así logramos teniendo la presión entre el asentamiento obtenemos este parámetro .En la figura N° podemos apreciar el ensayo para determinar el coeficiente de rigidez

- Asentamiento del suelo

“A successful design of a structure and its foundation depends on the cooperation between the geotechnical and the structural engineer. In statically determine structures, the support (foundation) reactions are independent of the support deformations.” (Franzisonis , 2019 ,p.217)

Que la estructura presente una buena respuesta ante los sismos , va a depender del análisis que se realiza primero determinar el tipo de suelo y luego definir qué tipo de estructura se quiere construir va a depender que tan buena comunicación e intercambio de información puede llegar a tener entre el profesional encargado de

realizar las muestras de calicatas y hacer la estratigrafía de los perfiles de suelo y determinar su capacidad de soporte y luego el ingeniero proyectistas tendrá que definir cómo será el sistema estructura y la cimentación para esas condiciones particulares de esa zona . Si bien es cierto el asentamiento en la cimentación es generado por el esfuerzo que cae por gravedad desde las columnas hasta la parte inferior de soporte estas deformaciones como sabemos se debe al tipo des uelo pero también si es que tenemos un nivel freático superficial hay que tener cuidado y tenemos que considerar quizás un platea de cimentación o estabilizar con otros materiales. Así también a medida que las columnas de la edificación se apoyan sobre la fundación estas empiezan a asentarse ahora las cimentaciones se dan durante la etapa de construcción por lo general y luego ya concluido mientas que empieza a funcionar en el tiempo empieza a asentarse lentamente por lo general estos asentamientos deben de ser de ½ a 1 pulgada .En la figura N°8 apreciamos como se distribuye sobre el terreno las presiones

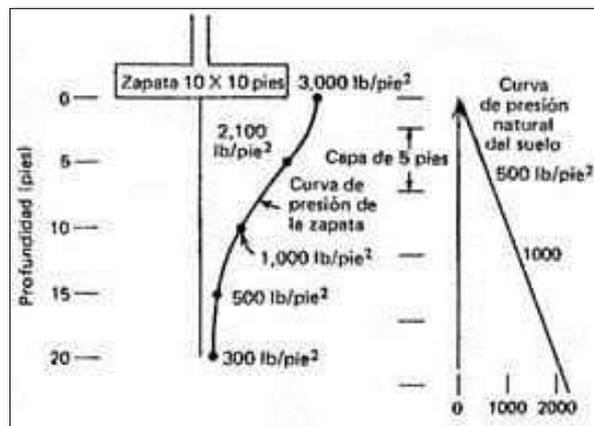


Figura 6. Presiones del suelo

FUENTE: Estructurando, 2010

- Interacción Dinámica Suelo Estructura:

Estos patrones generados por las cargas sísmicas las cuales inducen a que exista una interacción del suelo con la Estructura a través del apoyo que ejerce la cimentación el cual sirva como conexión entre ambas partes, por lo que debemos de saber que:

La estructura responde diferente si está cimentada sobre un suelo blando, es decir de base flexible. La incapacidad de la cimentación de ajustarse a las deformaciones en campo libre conduce a movimientos en la base de la estructura. La respuesta dinámica de la estructura induce deformaciones en el suelo blando de cimentación. Este proceso en el cual la respuesta del suelo influye directamente en la respuesta de la estructura y viceversa se llama Interacción dinámica suelo-estructura. (Villanueva Olivas , 2018,p.17)

Vemos en la figura N°9 un diagrama de interacción suelo estructura en la cimentación.

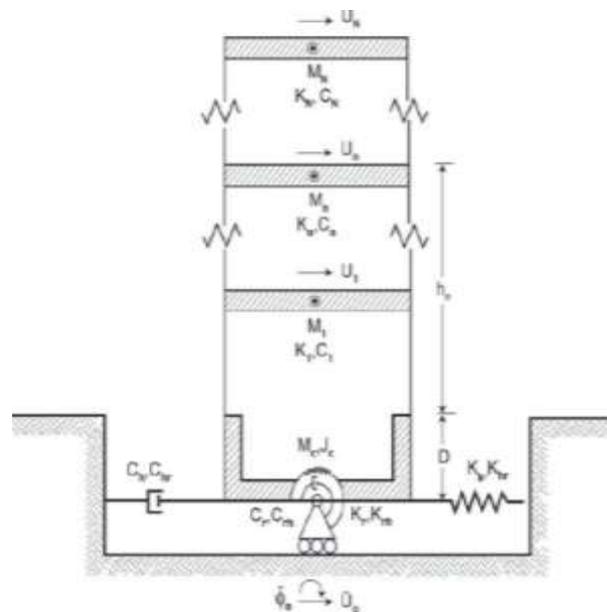


Figura 7. Modelo de interacción suelo estructura

Fuente: Fernanda v Aviles

Lind , Mahir , Andersson (2017 ), “The flexibility of foundations may alter the dynamic properties of bridges and similar structures. This is well-known, but strategies for including the dynamic SSI in design calculations are lacking” (p.2)

Coeficientes de rigidez

Los coeficientes de rigideces que vamos a emplear tenemos el  $K_{xy}$   $K_y$  que son los desplazamientos uniformes elásticos y  $K_z$  es compresión elástica no uniforme Así también tenemos el  $K_{\phi x}$  y  $K_{\phi y}$  compresión elástica no uniforme y por ultimo  $K_{\psi z}$

que es el desplazamiento elástico no uniforme así se trabaja en otras normas internacionales. Ver la figura N°10

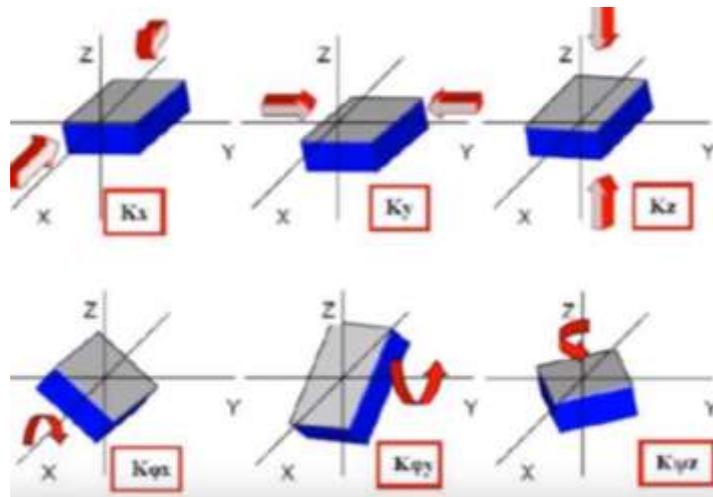


Figura 8. Movimientos de la zapata 6 GDL

Fuente: Genner Villarreal, 2009

Según jines nos menciona lo siguiente:

Es la transformación del movimiento del suelo en el fondo de la estructura generado por la estancia de la estructura. Hay una mayor interacción en el fondo de la estructura mientras la base de la estructura sea modificada por la presencia de la misma. (Jines , 2017,p. 9)

Cuando existe una modificación de la vibración del movimiento en la base de la edificación el cual es inducido por la presencia de la estructura misma decimos por lo tanto que existe una mayor interacción debido a que la base del suelo se va cambiando cada vez más debido a un mayor peso de la edificación.

Lo que toma en cuenta la interacción en conjunto es al momento de hacer nuestro análisis completo consideremos la propiedades elásticas que tiene el suelo en cada lugar en específico existe una gran variedad de suelos en Lima, el terreno no es infinitamente rígido, como se suelo considerar cuando hacemos un análisis estructura los calculistas se saltan este paso de análisis y lo consideran como una base empotrada y luego se enfocan en la estructura pero lo que sucede es que el

suelo tiene ciertas tonalidades de amortiguamiento lo que va a producir es que absorba parte de la energía liberada por el choque de placas y lleguen los esfuerzos internos de un manera más reducida a los elementos estructurales logrando así tener menores esfuerzos que cuando se consideran una base empotrada aquí un diferencia de las tantas que se puede comparar.

- Modelo Dinámico Barkan –O.A.Savinov

Aquí los científicos que más investigaron sobre este tema son los Rusos los cuales presentan muchos modelos sobre la interacción suelo –estructura el profesor Barkan quien dedico mucho tiempo es esta línea de investigación quien falleció y luego un alumno que despertó mucho interés en esto pudo concluir ese trabajo de los cuales dichos modelos llevan su nombre Barkan y Savinov (1974).

$$K_z = C_z A$$

$$K_x = C_x A$$

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

Donde:

$C_z, C_\phi$  = coeficientes de compresión elástica uniforme y no uniforme;

$C_x$  = 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.

En los que respecta a los coeficientes  $C_z, C_x, C_\phi$  tienen una dependencia de los parámetros elásticos del suelo y otros factores que requieren evaluar algunas propiedades generales del sistema de cimentación (Villareal, 2009, p. 29).

Estos coeficientes se determinan mediante el modelo de D.D. Barkan-O.A. Savinov con las siguientes ecuaciones:

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

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

Donde:

$C_0, D_0$  = coeficientes determinados a través de experimentos realizados para  $\rho = \rho_0$ ;

$a, b$  = dimensiones de la cimentación en el plano;

$\Delta$  = coeficiente empírico, asumido para cálculos prácticos igual a  $\Delta = 1m-1$ .

Para el coeficiente  $D_0$ , como se mostraron en los experimentos, se puede utilizar la dependencia empírica:

$$D_0 = \frac{1 - \nu}{1 - 0.5\nu} * C_0$$

Para cálculos prácticos se recomienda utilizar las siguientes fórmulas:

$$C_0 = 1.7 \frac{E_0}{1 - \nu^2} * 10^{-3} \left( \frac{kg}{cm^3} \right);$$

$$D_0 = 1.7 \frac{E_0}{(1 - \nu)(1 - 0.5\nu)} * 10^{-3} \left( \frac{kg}{cm^3} \right)$$

Donde:

$E_0$  = módulo de elasticidad, calculado experimentalmente para presión estática del suelo de 0,1-0,2kg/cm<sup>2</sup>.

Además, en la tabla 2 se proponen valores del coeficiente  $C_0$  cuando se considera  $\rho_0=0.20$  kg/cm<sup>2</sup>. Todo ello en base al tipo de suelo que se presenta en la base de fundación que ha de ser determinado mediante un análisis granulométrico por

tamizado y el ensayo para determinar los Límites de Atterberg (límite líquido y plástico de una muestra de suelo) en un estudio de mecánica de suelos.

Tabla 3. Coeficiente del suelo  $C_0$

Tipo de perfil	Característica de la base de fundación	Suelo	$C_0$ ( $kg/cm^3$ )
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ( $I_L < 0$ )	3,0
		Arena compacta ( $I_L < 0$ )	2,2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ( $0,25 < I_L \leq 0,5$ )	2,0
		Arena plástica ( $0 < I_L \leq 0,5$ )	1,6
		Arena polvorosa medio densa y densa ( $e \leq 0,80$ )	1,4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1,8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ( $0,5 < I_L \leq 0,75$ )	0,8
		Arena plástica ( $0,5 < I_L \leq 1$ )	1,0
		Arenas polvorosa, saturada, porosa ( $e > 0,80$ )	1,2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda ( $I_L > 0,75$ )	0,6
		Arena movediza ( $I_L > 1$ )	0,6

Fuente: Genner Villarreal, 2009

- Modelo de Ilichev

Este método de Ilichev tomo el medio inercial inelástico aniso trópico en donde las velocidades de las ondas de corte se daban en do sentidos y direcciones para hallar la rigidez del suelo. Ver la figura N°11 el esquema del modelo de cálculo

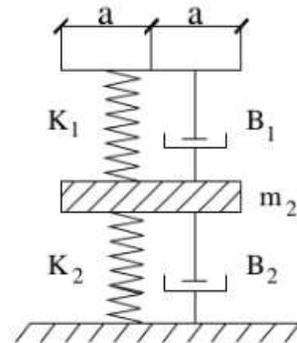


Figura 10. Modelo matemático de Ilichev.

Fuente: Genner Villarreal, 2009

En este método los resortes del suelo trabajan a compresión el cual experimentara deformaciones elastoplasticas, en cuanto a los tipos de movimientos posibles esta trabaja con 1.5 grados de Libertad

Fórmula empleada por Gener Villarreal

$$C_1^2 = \frac{(1-\mu)E}{(1+\mu)(1-2\mu)\rho}$$

$$C_2^2 = \frac{E}{2(1+\mu)\rho}$$

Utilizaremos la tabla 3 del libro de Genner Villareal Castro:

Formula 2.11 y 2.12 que relaciona el módulo de elasticidad del suelo, coeficiente de poisson del suelo y la densidad para obtener las velocidades de ondas longitudinales y transversales. (Villareal G. p 32

Tabla 4. Coeficientes de rigides

$\mu$	$b_{0z1}$	$K_{0z1}$	$m_{0z}$	$b_{0z2}$	$K_{0z2}$
0,25	5,34	21,80	2,80	6,21	7,50
0,35	6,44	26,30	3,12	6,90	8,40
0,45	10,53	43,00	3,29	7,50	9,20
$\mu$	$b_{0\varphi1}$	$K_{0\varphi1}$	$m_{0\varphi}$	$b_{0\varphi2}$	$K_{0\varphi2}$
0,25	1,36	5,60	1,00	1,60	7,50
0,35	1,63	6,70	1,03	1,70	7,90
0,45	2,50	10,70	0,84	1,60	7,30
$\mu$	$b_{0x1}$	$K_{0x1}$	$m_{0x}$	$b_{0x2}$	$K_{0x2}$
0,25	3,10	12,40	1,80	5,20	7,60
0,35	3,10	12,40	1,90	5,70	8,30
0,45	3,10	12,40	2,10	6,40	9,20

Fuente: Genner Villarreal, 2009

Los parámetros adimensionales se adquieren dimensionalmente con las siguientes leyes (Villareal, 2009, p. 36):

Para las vibraciones rotacionales:

$$K_{\varphi} = (C_2)^2 \cdot \rho \cdot k_{\varphi} \cdot a^3$$

$$B_{\varphi} = (C_2) \cdot \rho \cdot b_{\varphi} \cdot a^4$$

$$M_{\varphi} = \rho \cdot a^5 \cdot m_{\varphi}$$

Para las vibraciones horizontales (verticales):

$$K_{x(z)} = (C_2)^2 \cdot \rho \cdot k_{x(z)} \cdot a$$

$$B_{x(z)} = (C_2) \cdot \rho \cdot b_{x(z)} \cdot a^2$$

$$M_{x(z)} = \rho \cdot a^3 \cdot m_{x(z)}$$

Donde:

$C_2$  = velocidad de propagación de la onda transversal;

$\rho$  = densidad del suelo de la base de fundación.

Por último, al considerar que en el modelo estudiado las conexiones con rigideces  $K_1$  y  $K_2$  están juntas consecutivamente, en el cálculo se deriva a ingresar la rigidez semejante determinada por la ecuación (Villareal, 2009, p. 35).

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

- La Norma Rusa SNIP II-7-81

Los coeficientes de rigidez de comprensión elásticas uniforme  $K$  . Kn/m , desplazamientos elásticos uniforme  $k, kN/m$  se calculan por las formulas :

$$\begin{array}{ll} K_z = C_z A & C_x = 0,7 C_z \\ K_x = C_x A & C_\varphi = 2 C_z \\ K_\varphi = C_\varphi I_\varphi & C_\psi = C_z \\ K_\psi = C_\psi I_\psi & \end{array}$$

Aquí tenemos los coeficientes pero siendo la incógnita fundamental el  $C_z$  debido a que le  $c_x$  y  $c_y$  dependen del  $C_z$

Fórmula 2.17. (Villareal G. p 32)

$$C_z = b_0 E \left( 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$$

$b_0$ : que depende de tipo de suelo para suelo arenosos igual 1.0 y arcillosos igual a 1.5, además el  $A_0$  está predeterminada para un área de 10m<sup>2</sup>.

Comportamiento estructural

Para Aguilar , Hinostroza y Zambrano (2016) . El comportamiento estructural de una edificación depende de la interacción de tres aspectos fundamentales, el sismo, el suelo donde se asienta y la configuración estructural (p.2).

El tener un comportamiento adecuado y seguro de la edificación primero la intensidad del sismo tomar registros de los más fuertes así también el suelo donde

está apoyada es vital si tenemos un suelo con poca capacidad portante van a generarse asentamientos y deformación que van a repercutir en el comportamiento el edificio.

.El Dr. En geotecnia Kramer citado por Villanueva manifiesta lo siguiente:

La propagación de onda depende de la rigidez, la densidad, la amortiguación y características de los materiales (Propias del suelo). Las amplitudes de onda aumentaran al viajar de materiales más rígidos a materiales más blandos, así como, la distancia de viaje debido a amortiguación de materiales y dispersión geométrica. (Villanueva Olivas , 2018, p.29 ).

El sismo se inicia como ya sabemos a través del movimiento o la fricción que experimenta las placas tectónicas estas sueltan una gran energía liberada las cuales se van a transmitir o expandir a través de distintas formas de ondas como el tipo de materiales a distintas profundidades en sentido común mientras más profundo encontramos extractos más rígido por ende más adecuados para poder cimentar , entonces podemos deducir que desde el foco del sismo va a viajar un tipo de onda con su magnitud normal y a medida que va subiendo y va intercambiando los materiales esta se va desarrollándose . Ver Figura N°12 como se desarrollan las ondas

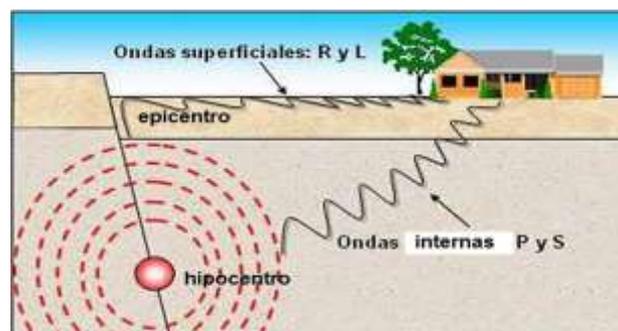


Figura 12. Tipos de ondas sísmicas

Fuente: Geoxnet



- Por flujo lateral: desplazamiento de las partículas del suelo desde las zonas más cargadas hacia las menos cargadas (suelos no cohesivos)



*Figura 15. Asentamientos en las cimentaciones*

Fuente: Félix Delgado

- **Presiones del suelo**

Si las presiones en el suelo exceden de la capacidad resistente de alguna de las capas que se encuentran debajo de la zapata, se producirán deformaciones excesivas del suelo o algún tipo de falla.

- **Desplazamientos laterales**

El desplazamiento de la edificación es originado por la fuerza sísmica lateral en la base. Los desplazamientos son proporcionales a esta fuerza en el caso de tener un piso del edificio más flexible esta será la que absorba más porción del sismo y por lo tanto tendrá mayor deriva. (Espejo Gonzales , 2017,p1 ).

El desplazamiento o también llamado deformación se refiere a la estabilidad que tiene la estructura para no deformarse cuando vienen las ondas sísmicas como ya hemos visto anteriormente , en donde hay varios factores a tener en cuenta la hora de que tanto puede deformarse la edificación por ejemplo una es la ductilidad que es una propiedad en donde los elementos puedan alongarse sin de alguna manera colapsar en un tipo de falla y la otra es la rigidez mientras más rígido menos desplazamientos la edificación tendrá ya que un ejemplo comparativo es por ejemplo tener a dos chico primero uno e contextura delgada si le damos un empujo

este puede caer , en cambio a un gordito este será un poco más resistente y se mantendrá más fijo seguramente . Ver la figura N°17.

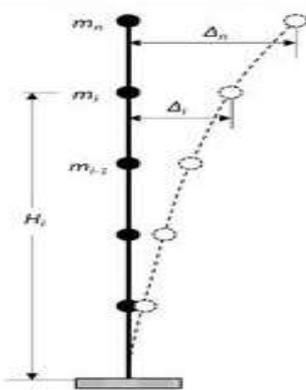


Figura 17. Modelo de los desplazamientos de los centros de masa

Fuente: Raquel Espejo

Y el desplazamiento lateral máximo de entrepiso de halla según la Norma Técnica de Edificaciones en Diseño Sismorresistente E-030, multiplicando 0.75 para edificaciones regulares y 0.85 para edificaciones irregulares. También se verá afectada por el factor de reducción las cuales se clasifican según el sistema estructural para el caso de edificación de albañilería confinada es de 3 y para edificación a porticada es de 8 ingresando al rango de desplazamientos inelásticos. Ver la Figura N°18.

Figura 18.Desplazamientos laterales

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

Fuente: RNE E.030

- Periodo de vibración

Obsérvese que los períodos de vibración en edificaciones dependen de su rigidez y masa. Mientras más masa, mayor periodo, y mientras más rigidez, menor periodo. Usualmente unos pocos modos de vibrar controlan el comportamiento estructural,

siendo el más importante el de periodo más largo, denominado fundamental. (Ceballos, y otros, 2018, p1).

Algo importante a saber es que los periodos o modos de cómo se mueve las edificaciones tiene que ver mucho con su peso y su rigidez mientras más robusta sean los elementos estructurales mayor rigidez estas tendrán pero tampoco nos vayamos al otro extremo donde seria antiestético y demasiado caro para eso debemos de hacer diseños óptimos , ya volviendo a la primera idea mientras más masa exista mayor periodo mientras más rigidez menos amplitud de movimiento , dentro de estos modos de vibrar existe unos pocos que son los que más impacto o importancia el cual es el caso del periodo fundamental .

#### 1.4 Formulación del problema

##### Problema general

¿De qué manera la interacción del suelo Arenoso repercute en el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019?

##### Problemas específicos

¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en los asentamientos de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019?

¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en la presiones de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019?

2019?

¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en los desplazamientos de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019?

¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en los periodos de vibración de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019?

#### 1.5 Justificación del estudio

- Las cimentaciones de las edificaciones todas se encuentran apoyadas sobre el terreno es por ello que debemos de realizar un análisis dinámico en conjunto de Interacción suelo estructura para poder conocer un comportamiento más ajustado

a la realidad en la práctica constructiva de la edificación y que pueda mantener un buen comportamiento luego del fenómeno natural del sismo al cual estamos expuestos, hemos tenido fuertes sismo en Lima el del año 1940 de 8.2 grados en Epicentro en Callao el 38 % de las construcciones quedaron dañadas. La realidad es que tenemos una diversidad de suelos y debemos de reflejar esa característica en el diseño del edificio logrando así minimizar los efectos de sismo. Esta investigación servirá de manual y motivación para alumnos, profesionales que se interesen por esta línea de investigación pudiendo mejorar la metodología y pueda implementarse en nuestra norma sobre este tema tan esencial en nuestro País.

### 1.6 Hipótesis

La interacción del suelo arenoso repercute de manera significativa en el comportamiento estructural en la Vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019

#### Hipótesis específica

La interacción del suelo arenoso incrementa los asentamientos de la vivienda de 3 pisos en la molina

La interacción del suelo arenoso aumenta en las presiones de la cimentación de la vivienda de 3 pisos en la molina

La interacción del suelo arenoso amplifica los desplazamientos de la vivienda de 3 pisos en la molina

La interacción del suelo arenoso incrementa los periodos de vibración de la vivienda de 3 pisos en la molina

### 1.7 Objetivos

#### Objetivo general

Determinar la interacción del suelo arenoso repercute en el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina

#### Objetivo específico

Demostrar que la interacción del suelo arenoso repercute en asentamiento de la vivienda de 3 pisos en la molina.

Exponer que el suelo arenoso repercute en las presiones de la cimentación de la vivienda de 3 pisos en la molina.

Identificar que la interacción del suelo arenoso repercute en los desplazamientos laterales de la vivienda de 3 pisos en la molina.

Establecer que la interacción del suelo arenoso repercute en los periodos de vibración de la vivienda de 3 pisos en la molina.

## II. METODOLOGÍA

Luego que hemos planteados el problemas de la investigación así como lo que deseamos lograr debemos de establecer cuáles serán los procedimientos para llevar a cabo la investigación.

## 2.1 Tipo y diseño de la Investigación

### - Tipo de Investigación

“La investigación aplicada, por su parte, junta su atención en las probabilidad concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a solucionar las necesidades que se proponen la sociedad y los hombres.” (Baena Paz , 2014,p. 11).

Esta investigación tiene un impacto positivo en el mundo real por que sirve de ayuda para resolver problemas que estén asociados con nuestra realidad , entonces para aplicar esta debemos de analizar y observar una problema que nos permita trabajar en esta sobre el bienestar de la población que es lo mejor que podemos hacer de apoyar desde nuestra condición de estudiantes tomando leyes , teorías que hemos aprendido y nos han mostrado en las clases cada uno de nuestro profesores con el fin de poderlos aplicarlos . Por lo que yo estoy tomando lo que son teorías recibidas a lo largo de mi vida universitaria resaltando el curso de sismorresistente que fue una curso de inspiración para tomar el camino de investigar sobre la interacción en conjunto de la edificación es una tema que me permitio descubrir nuevos conceptos en el análisis sísmico sabiendo que hoy en día el sismo es el peor evento que tendrá que resistir nuestras estructuras .

### - Niveles de investigación

Para Bernal (2015), la investigación correlacional tiene como objetivo analizar la correspondencia entre las variables [...] la correlación determina las asociaciones en como un factor influye de manera directa en el cambio del otro. (p.113)

Esta investigación al tener dos variables como es el suelo arenoso como una variable independiente esta tiene una influencia sobre el comportamiento del edificio , si se termina alterando el tipo de suelo las asociaciones que menciona bernal serán distintas en diferentes casos teniendo un vínculo constante con la otra variable .La asociación que tendrá una variable con la otra será de acuerdo a sus

indicadores como en este caso los desplazamientos que sufrirá la estructura debido a la poca capacidad portante del suelo .

Esta investigación tienen una veracidad infundada debido a que se sustenta los resultados en función a lo que se mide una vez alguien me dijo lo que se mide existe , y aquí es donde aplico los indicadores a mis variables para conocer como se comportan y como irán cambiando en función de como yo las vaya alterando , para esto se tendrá que recoger información características para este caso observar y analizar el tipo de suelo que existe en Santiago de Surco por lo que me comentó el ingeniero en la obra en donde yo estoy es un suelo arenoso esta es una propiedad importante e influyente en el comportamiento del edificio Para hacer o verificar estas propiedades del suelo tendré que sacar calicatas .

- Diseño experimental

Según Mousalli manifiesta sobre el diseño lo siguiente :

[...] buscan probar las relaciones causa –efecto entre las variables ligadas a un fenómeno , evento o situación . Las pruebas de estas relaciones se realizan a través de diseños experimentales donde se manipulan la variable independiente para medir su efecto sobre la dependiente , apoyado en el control de variables intervinientes . ( 2015, p.33) .

Esta es una investigación experimental por que se está tocando la variable independiente el cual es la interacción suelo arenoso debido a que estoy considerando 3 métodos en donde luego de hacer mi análisis en el Etabs voy a poder recibir diferentes resultados para mi segunda variable el cual es el comportamiento estructural donde podrá tener información sobre los desplazamientos , los modos de vibración , esfuerzos en los elementos etc , entonces esta va a tener una causa y su efecto de manera general en este caso vamos a ver como una influye una sobre la otra. . Esta investigación es una investigación experimental con modelamiento algunos quizás tienen una idea errónea de que experimental es solo cuando se ensaya o rompe probetas luego esta la que es con un programa la

que es una herramienta que ayudara a tener resultados y mejorar sobre el problema que hemos planteado en un inicio .

Según Hedrick citado en Bono define al cuasiexperimento de la siguiente manera :

Los diseños cuasi experimentales tiene el mismo proposito que los estudios experimentales : demostrar la existencia de una relacion causal entre dos o mas variables . Cuando la asignacion aleatoria es imposible , los cuasi-experimentos (semejantes a los experimentos ) permiten valorar los impactos del tratamiento o programa apropiada. ( 2012, p. 4)

Para la asignacion de la muestra debemos de tener presente que no la podemos realizar de manera aleatoria por temas de quizas facilidad , cercania en la que nosotros tenemos la particularidad de asignar el tipo de muestra que vamos a analizar , en mi caso es el edificio Lanatta y voy a analizar cual es el efecto que genera mis dimensiones de reacciones del suelo respecto a la edificacion , termina siendo casi experimental donde hare un pre y pos test del resultado que obtenga luego del modelamiento que haga en el Etabs y me modifica el comportamiento cuando le introduzca las caracteristicas reales del suelo teniendo o logrando movimientos del edificio veraces y asi diseñar estructuras mas reales .

## 2.2 Variables y operacionalizacion

Valderrama manifiesta que:

“Son características que visualizamos que tiene cada persona, objeto o institución y que varían cuando son medidas y pueden ser cualitativas y cuantitativas. “  
(Valderrama , 2019).

En nuestro caso estamos analizando un edificio el cual constituye nuestra muestra de análisis ya que es el conjunto y dentro de esta hay que considerar ciertos parámetros importantes para obtener estructuras seguras ante un sismo el cual es el suelo sobre el cual esta cimentado la edificación .

Las variables que estamos analizando son las siguientes:

Variable 1: Interacción de un suelo arenoso = Variable Cuantitativa

Variable 2: Comportamiento Estructural = Variable Cuantitativa

Tabla 5. Variable independiente

Variable Independiente	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidad	Instrumento
Interacción del suelo arenoso	Propiedades mecánicas	Macías (2018), La mecánica de suelos es una ciencia que estudia las propiedades mecánicas, para analizar sus respuestas ante las tensiones y esfuerzos.	Realizamos un estudio de Mecánica de suelos para conocer el columna estratigráfica y sus propiedades mecánicas	Coficiente de Balasto	Kg/cm <sup>3</sup>	EMS
				Módulo de elasticidad	Kg/cm <sup>2</sup>	
				Clasificación sucs	s/u	Ensayo de clasificación SUCS
				Densidad	Kg/cm <sup>3</sup>	Ensayo de cono de Arena
				Angulo de fricción Interna	Grado (°)	Ensayo de Corte Directo
				Capacidad Admisible	Kg/cm <sup>2</sup>	Registro técnico
				Comportamiento Dinámico	Es un hecho experimental que el mismo sismo produce resultados diferentes en estructuras asentadas en suelos distintos.	Se conseguirá los coeficientes de rigidez del suelos mediante los modelos propuestos por el Ing Gener Villarreal
	Método de Barkan	Ton/m <sup>2</sup>				
	Método de Ilichev	Ton/m <sup>2</sup>				
	Modelo de la Norma Rusa	Ton/m <sup>2</sup>				

Tabla 6. Variable dependiente

Variable dependiente	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidad	Instrumento	
Comportamiento Estructural	Infraestructura	(Echeverry Patiño , 2017, p.19) , La cimentación es la parte inferior de la estructura que está en contacto con el suelo es encargada de transmitir las cargas generadas al mismo	Se empleara el software Safe donde ingresaremos los datos propios del suelo	Asentamiento totales	Cm	Software SAFE	
				Presión del suelo	Kg/cm2		
	Superestructura	Hay una mayor interacción en el fondo de la estructura mientras la base de la estructura sea modificada por la presencia dela misma. (Jines , 2017,p. 9)	Utilizaremos el software de Etabs para calcular nuestros datos de estudio.	Desplazamientos laterales	s/u		Software ETABS
				Periodos de vibración	S		

### 2.3 Población y muestra

#### Población

“La población, llamada también universo, está conformado por todos los objetos, personas que forma parte del fenómeno que fue determinado en el problemas de estudio “(Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 174).

Por lo que el presente trabajo de investigación se considera como población a las viviendas unifamiliares en el distrito de la molina.

- Muestra

Hernández et al. (2014) afirman que, esencialmente, la muestra es un subgrupo de componentes que forman parte del grupo determinado con sus características llamado población (p. 175). Por lo que la muestra para esta investigación está conformada por la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la avenida Lurín de la Molina.

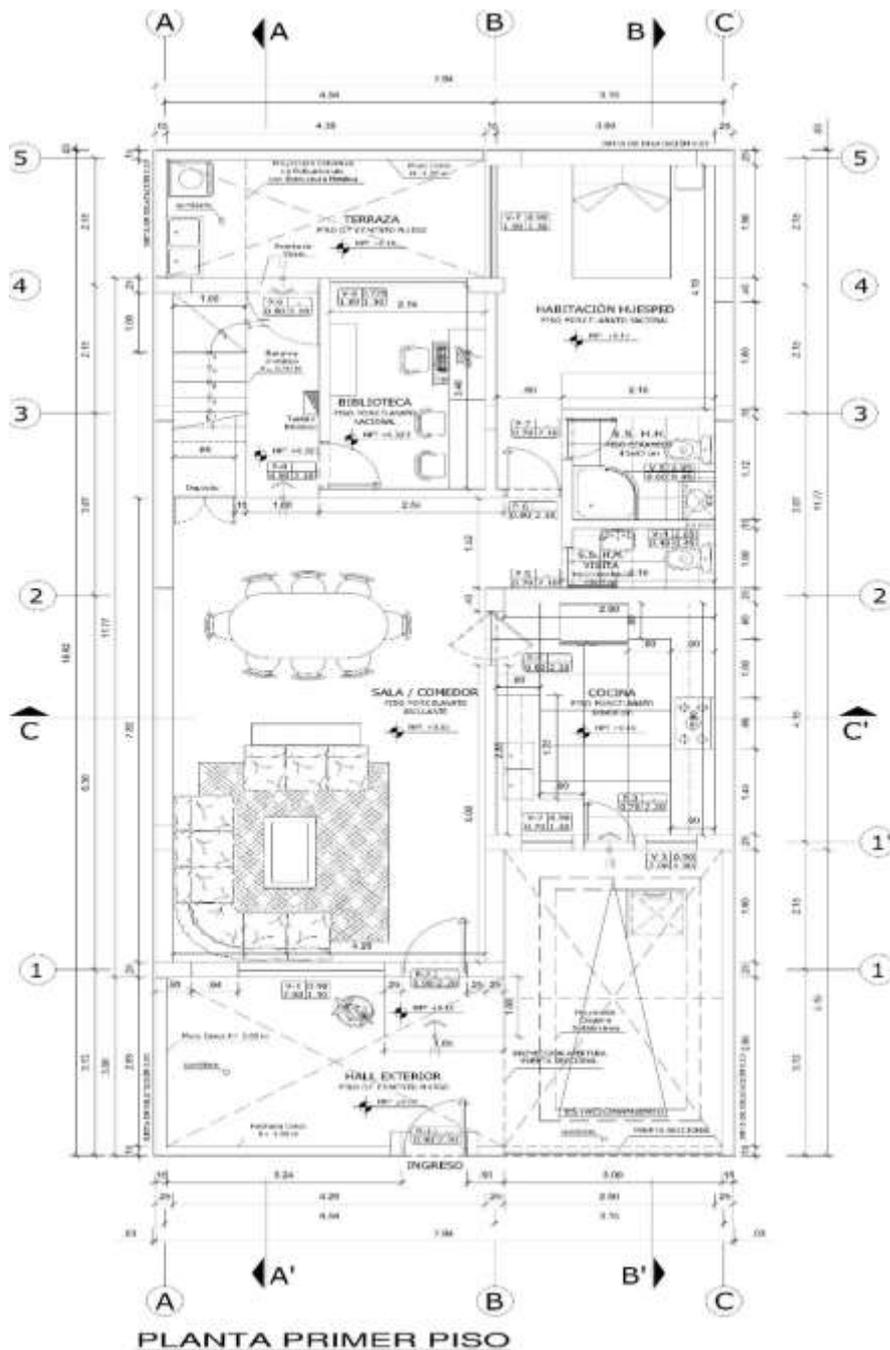
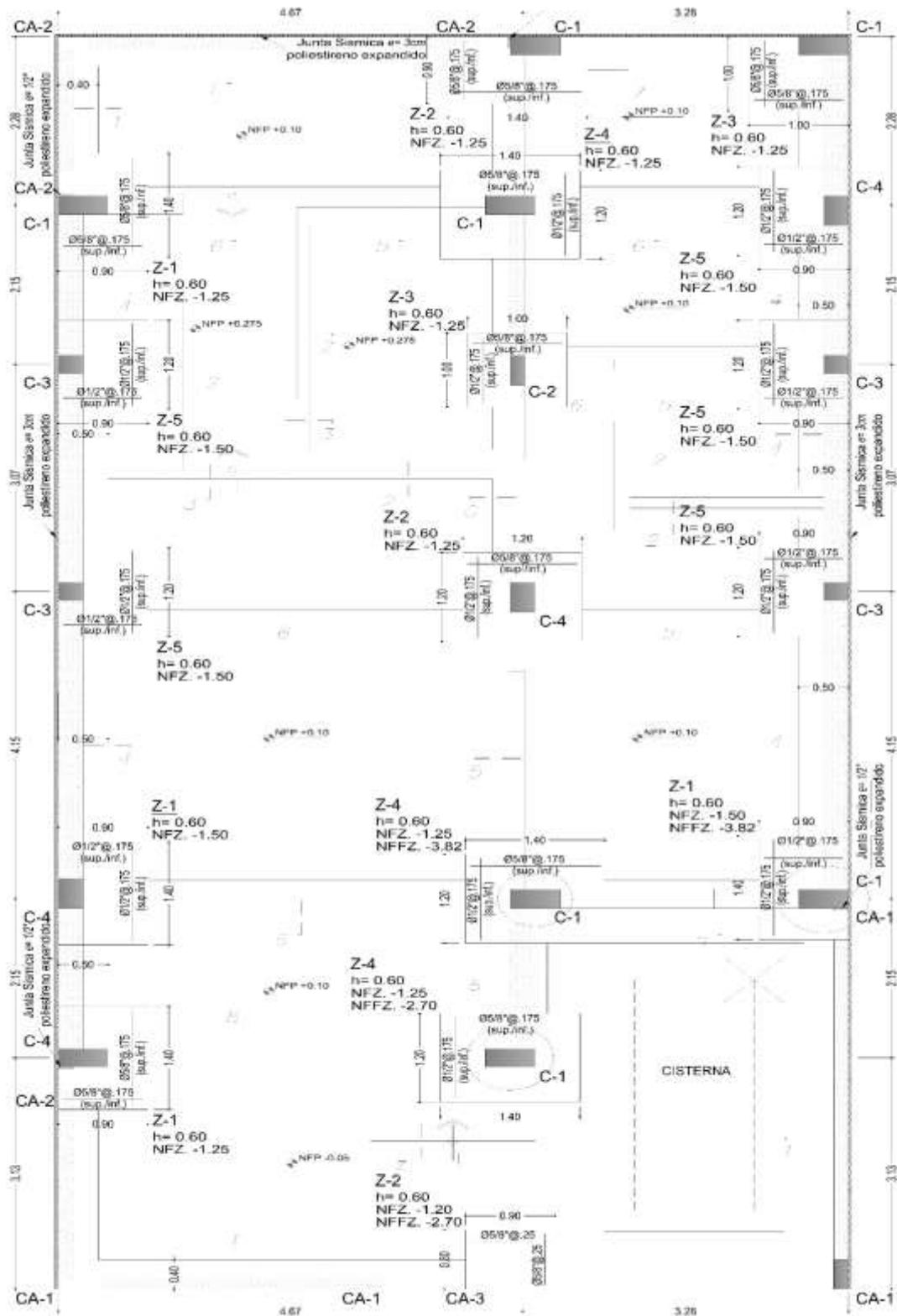


Figura 19. Plano del primer piso



**PLANTA - Cimentación**  
 S/C = 200 kg/m<sup>2</sup> (Vivienda)  
 Esc: 1/50

Figura 20. Plano de la cimentación

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El terreno visitado se encuentra en la Calle JR. Lurin MZ A-1 lote 8 URB el sol de la molina 4ta distrito de la molina. La edificación es de uso unifamiliar. Cuya área es de 134 m<sup>2</sup>, cuenta con 5 pisos con un semisótano e incluso garaje y azotea. El primer piso está constituido por la sala comedor cocina. En el segundo piso dormitorios 3. En el tercer piso la azotea para tendedero lavandería y terraza

### Muestreo

#### Muestreo no probabilístico

Para Grande y Abascal ( 2014) , Las unidades muestrales son elegidas por las personas y no se realiza una selección al azar (p. 256)

Nuestro edificio de análisis de 5 pisos ha sido elegido de manera intencional es decir de acuerdo a las facilidades de accesibilidad, conocimiento de los sistemas constructivos debido a que he estado haciendo mis prácticas en esa edificación y las condiciones del lugar son adecuadas para poder mostrar de manera más resaltante la influencia del tipo de suelo arenoso en la estructura.

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

##### Técnica

Existen muchas técnicas para poder obtener la recolección de datos que podemos emplear por el investigador para desarrollar un proceso en la obtención de la información los cuales tenemos la entrevista, la observación el cuestionario, el diccionario de datos etc. Yurani Calvo, y otros, 2016, pp1).

##### Observacion estructurada

Campos y Lule (2014) ,” Esta alude a realizar una observacion metodica donde identificamos los instrumentos de recoleccion de informacion teniendola como una guia de observacion y una libreta de campo para asi lograr recopilar la informacion estructurada que hemos definido teniendo asi un control de la informacion “ (p.10).

La observacion es una tecnica que nos ayuadara en la acumulacion de informacion de manera sistematica en donde se relacionan dos variables y cada una de ellas

presenta dimensiones de estudio , entonces con esta tecnica la emplearemos para recopilar esta informacion como los desplazamientos , las presiones en el suelo , el tipo de suelo , la granulometria etc y asi , ya definimos mis subtemas de analisis ahora registrare en mi libreta los resultados de estas variables .

## 2.5 Procedimiento

"Es el procedimiento por medio del cual hacemos o seguimos ciertos pasos de manera estructuradas ya establecidas , entonces es esa manera como debemos de seguir ciertos acciones " (Goyanes , 2015,p.3).

En esta investigacion tenemos un analisis en conjunto tanto de la estructura como el suelo donde para este ultimo la recomendación a seguir para hacer un trabajo fructifero de mi tesis es realizar los ensayos al elemento de analisis como el suelo , realizare los ensayos de granulometria , corte directo , densidad de arena etc entonces utilizare normativas como la E.050 de suelos y cimentacion donde menciona los pasos como realizar estos ensayos.

Cuando vamos a hacer la tesis tenemos que recopilar la informacion necesaria sobre los planos , el tipo de suelo , la ubicación etc , para poder realizar analisis mas verdaderos esta es el primer paso que debe realizar el investigador para poder empezar es tener una problema de estudio y como conseguir los datos necesarios para realizar la investigacion , existe por ejemplo el cuestionario para la recopilacion , la observacion o el diccionario de datos que es una informacion registrada que puede ser entregada con bases confiables .

### Instrumentos de Recoleccion de datos

Planos arquitectónicos y estructurales: Con la obtención de los planos se podrá determinar la estructuración, pre dimensionamiento, los metrados y la modelación sísmica de la estructura. La validez la obtendré mediante la firma del ingeniero estructural que diseño los planos.

Etbas: es un programa estructural que me permite modelar un análisis sísmico teniendo como respuesta el comportamiento de la edificación, un software a nivel mundial utilizado y validado para llevar a cabo estudios de proyectos.

### c) Ensayos de mecánica de suelos

Realizaremos el estudio de mecánica de suelos como el ensayo de corte directo necesario para determinar la cohesión del suelo y ángulo de fricción del suelo necesarios como parámetros para determinar la capacidad portante del suelo, asimismo para la clasificación del suelo, y la densidad este es el primer paso pasar realizar su pre dimensionamiento de las cimentaciones conectadas las cuales pertenecen a una cimentación superficial y luego realizar su modelamiento como un trabajo en conjunto. La validez la obtendré con la ficha de calibración del instrumento que medirá los resultados en el laboratorio.

Análisis de documentos:

Utilizaremos como guía las tesis nacionales que vayan con mi tema de investigación aplicado a otro contexto o lugar asimismo emplearemos la normativa vigente del reglamento de edificaciones y normativas extranjera que sirvan de apoyo en los cálculos necesarios para lograr realizar la interacción suelo –estructura.

Excel:

Herramienta que permite crear plantillas de cálculo, realizar metrados de manera más ágil útil para los diseños de edificaciones.

Fichas de Recopilaciones de resultados

Los formatos que realizamos para poder recopilar la información y registrar los resultados los cuales han sido firmados por ingenieros quienes me han orientados sobre que valores necesitare y como realizar el estudio de la problemática.

Confiabilidad

La confiabilidad se refiere a la obtención de resultados por parte del instrumento de medición sean los mismos o parecidos en distintas pruebas teniendo así un grado de aceptación (Hernández et al., 2014, p. 200). Siendo así que, la confiabilidad se traduce en la muestra de resultados sólidos y coherentes que aporten a la investigación de manera certera.

Por lo que los instrumentos de recolección de datos así como las hojas de cálculo para sistematizar los resultados como el empleo del programa Etabs son medios confiables ya que los resultados terminan siendo los mismos y son utilizados en

muchos proyectos de nuestro País. Así mismo debemos de emplear los ensayos para ver las propiedades del suelo en donde debemos de verificar la calibración del instrumento.

### Validez

En términos generales, Hernández et al. (2014) afirma Entonces, los instrumentos mencionados anteriormente revelan la validez de acuerdo a su efectividad en medir lo estipulado en la investigación. (p. 200). Entonces, los equipos de medición mencionados anteriormente confirman la validez de acuerdo a su veracidad en medir lo planteado en la investigación.

Emplearemos la técnica de la observación en la recopilación de datos y para darle validez nos apoyaremos de 3 especialistas que no ayuden en la obtención de los resultados que deseamos para la investigación , en los ensayos el laboratorista nos dará una mayor información del estudio y si es correcto lo que estamos analizando para el problema , así también para el comportamiento estructural ingenieros especialistas nos ayudaran con las tablas para la recopilación de los resultados en el software Etabs.

Veamos la tabla N°7

*Tabla 7. Tabla de validez*

Puntaje	Aceptación
0.81-100	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Moderada
0.21-0.40	Baja
0.01-0.20	Muy Baja

Fuente: propia

### 2.6 Método de Análisis de datos

Realizaron estudio de mecánica de suelos para definir con exactitud la capacidad y clasificación del suelo utilizando la normativa del reglamento de edificaciones la E.0.50

Determinar las rigideces de los modelos matemáticos planteados anteriormente para cada tipo de autor.

Realizar el modelados de la cimentación en el Safe para el cálculo de los asentamientos y el Etabs para determinar el comportamiento estructural del edificio de análisis

Realizar un a comparación de los resultados obtenidos en todas mis dimensiones estudiadas para los métodos de interacción suelo estructura

Realizar la conclusión de cómo repercute el suelo en el comportamiento del edificio en Surco.

Realizar una recomendación sobre el método y como llevarlo a cabo de manera más correcta.

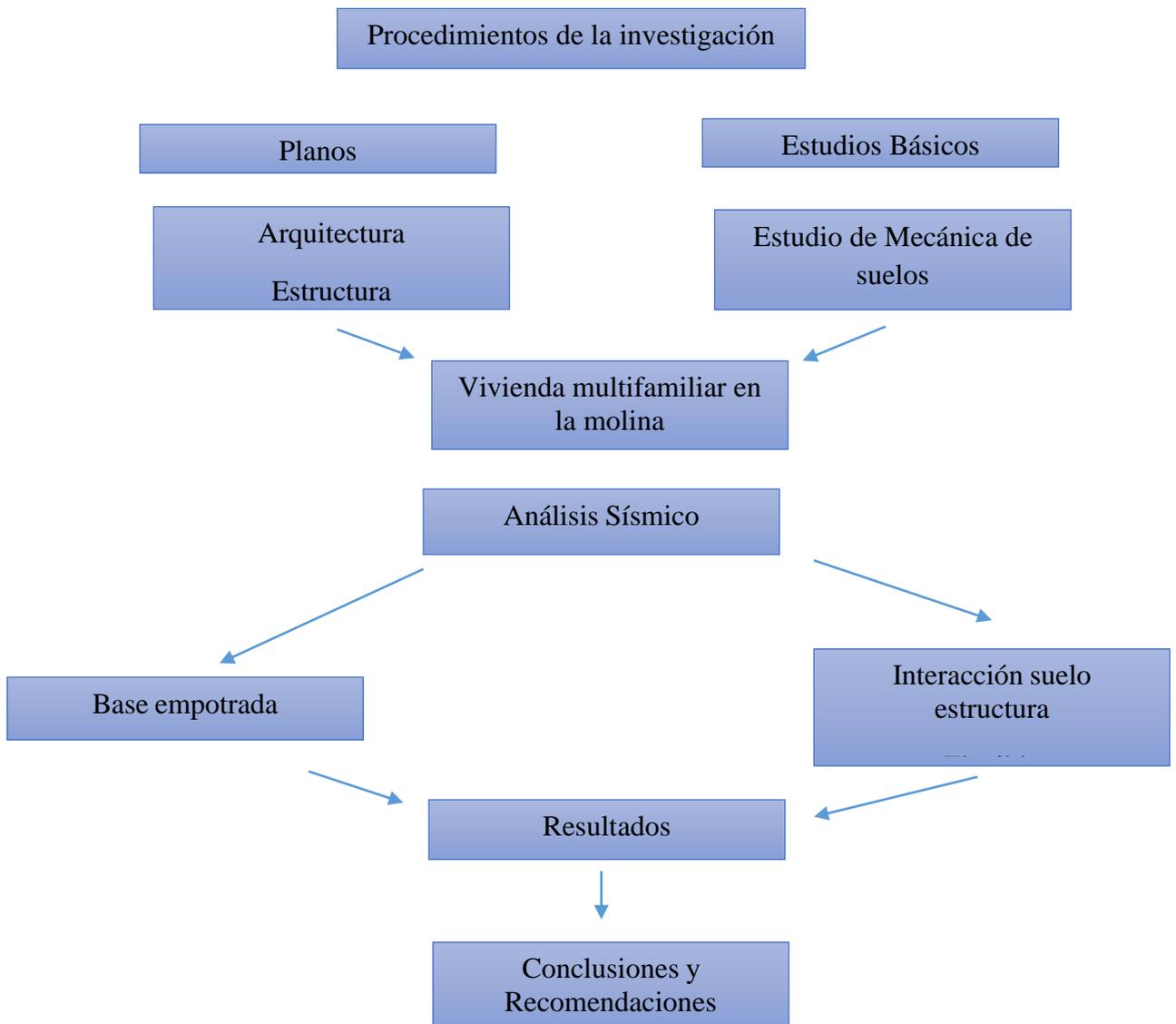


Figura 21. Esquema del procedimiento

Fuente: propia

## 2.7 Aspectos éticos

La presente investigación fue realizada bajo el sustento de libro informes, artículos científicos que le dan consistencia a esta investigación siendo útil para la utilización de otros investigadores.

### III RESULTADOS

### 3.1 Desarrollo del Procedimiento

#### 3.1.1 Ubicación del proyecto

El distrito de la molina es uno de los distritos de lima que limita por el norte con Ate, y por el este con Pachacutec y por el sur con villa Maria del Triunfo y por el este con Surco.

Este proyecto se encuentra en Jr Lurín Mz A-1 Lote 8 Urb El sol de la Molina 4ta Etapa , distrito de la molina .

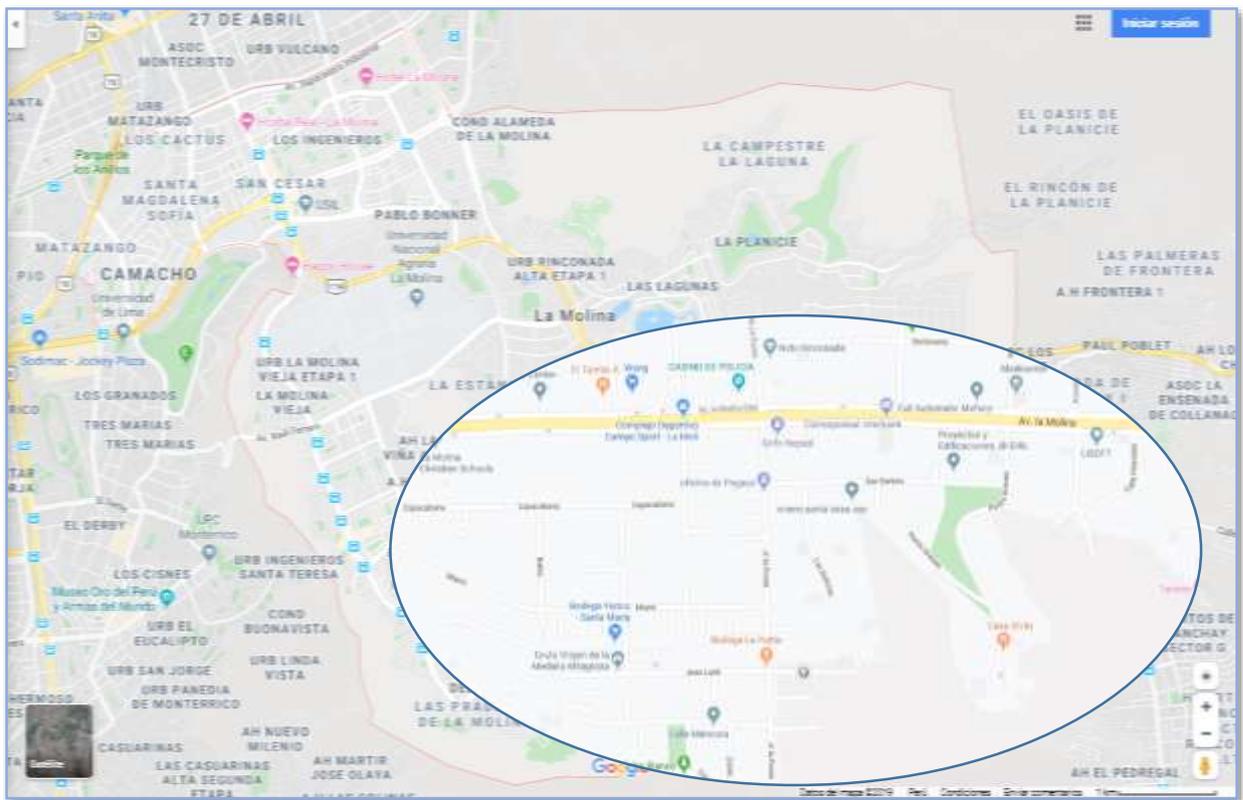


Figura 22. Ubicación del proyecto

#### 3.1.2 Descripción de los modelos para

Se planteó realizar el análisis de una vivienda unifamiliar con un tipo de suelo desfavorable como lo es el de la Molina.

Subestructura : se realizara el modelo de la zapatas conectadas	Subestructura : el modelo de la base de las zapatas se les asignará
---	---

con el módulo de balasto de condición rígida	el módulo de balasto de flexibilidad para un suelo arenoso
Superestructura : en el modelamiento de la vivienda se realizara con una base fija	Superestructura : en el modelamiento de la vivienda se realizara con la base flexible por los métodos de Barkan , Ilichev y la Norma Rusa Snip

### 3.3 Propiedades mecánicas del suelo

Se efectuó dos calicatas con una profundidad de 2 m ubicadas de manera estratégica en el terreno de 136 m<sup>2</sup>.

Se examinó en el perfil estratigráfico que los puntos de perforación tienen las mismas propiedades físico – mecánicas, por lo cual se trabajara con la calicata N°1.

Se extrajo 16 kg para ejecutar los siguientes ensayos:

- Clasificación SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487)
- Ensayo de cono de arena In situ : NTP 339.143 (ASTM D1556)
- Ensayo de Corte directo en laboratorio: NTP 339.171 (ASTM D3080)

Los resultados logrados son:

- ✓ Tipo de suelo :SP con gravas
- ✓ Contenido de humedad: 1.38 %
- ✓ La densidad por unidad: 2.024gr/cm<sup>3</sup>
- ✓ Angulo de fricción interna :35.19
- ✓ Cohesión :0.03

Recopilando los valores se sigue con el cálculo de la capacidad portante en el terreno de desplante.

#### 3.1.3 Calculo de la capacidad portante

En la realización de la extracción de la calicata como método de exploración se verifico que no se encontró napa freática en la fundición. Ver Anexos.

En la perforación de la calicata se notó que a la profundidad de 2 metros la estratigrafía del terreno era una arena mal gradada con grava de baja capacidad.

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno asentándose en las características del subsuelo. Para ello se empleó los métodos de Terzagui Y Peck (1967) con los parámetros de vesic (1973).

$$q_u = C N_c S_c + q N_q S_q + 0.5 B N_\gamma S_\gamma$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Tabla 8. Propiedades mecánicas del suelo

(SP con gravas = Arena pobremente gradada con gravas – La Molina-Lima)		
Variable		
	Símbolo	
Muestra		
Angulo de Fricción (falla general)	$\phi$	35,19°
Angulo de Fricción Corregida (falla local)	$\phi$	25,28°
Cohesión (falla general)	$c$	0,03
Cohesión Corregida (falla local)	$c$	0,02
Factores de Capacidad de Carga	$N_c$	21,13
	$N_q$	11,98
	$N_\gamma$	11,32
Peso Volumétrico del Suelo	$\gamma_1, \gamma_2$	2000 kg/m <sup>3</sup>
Profundidad	$D_f$	1,25 y 1,50 m
Ancho de Cimiento	Variable	1,20 m
Factor de forma del Cimiento Corrido	$S_c, S_q, S_\gamma$	1
Factor de Seguridad por Corte	$F_s$	3

Cimentación Rectangular  $D_f=1,25$  m:

$$q_{ult} = 200 \times 21,13 \times 1,69 + 2000 \times 1,25 \times 10,98 \times 1,63 + 0,5 \times 2000 \times 1,2 \times 11,32 \times 0,47$$

$$q_u = 58218 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{ad} = 58218/3 = 1,94 \text{ kg/cm}^2$$

### 3.1.4 Modulo de Elasticidad del suelo

El módulo de elasticidad se determinara mediante la relación del tipo de suelo, la cual obtuvimos de la clasificación Sucs. La cual tomaremos el valor para una arena suelta el que sería de 2000 tn/m<sup>2</sup>. Asimismo el valor del poisson que es de 0.35 para este mismo tipo de suelo

Tabla 9. *Módulo de elasticidad*

TIPO DE SUELO	Es (ton/m <sup>2</sup> )
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300
BLANDA	200 - 400
MEDIA	450 - 900
DURA	700 - 2000
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250
SUELOS GRACIARES	1000 - 16000
LOESS	1500 - 6000
ARENA LIMOSA	500 - 2000
ARENA : SUELTA	1000 - 2500
DENSA	5000 - 10000
GRAVA ARENOSA : DENSA	8000 - 20000
SUELTA	5000 - 14 000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000
LIMOS	200 - 2000

FUENTE:

Módulo de balasto

En un parámetro asociado a la rigidez que presenta el suelo, la cual se asume a la cimentación como un colchón de resorte infinitos elásticos llamado este mismo.

$$K = \frac{E}{B(1 - u^2)} = \frac{2000}{0.6 (1 - 0.35 * 0.35)}$$

K = Modulo de Balasto (Tn/m<sup>2</sup>)

B = Espesor del estrato (m)

E = módulo de Elasticidad (Tn/m<sup>2</sup>)

$\nu$  = relación de Poisson

3.4. Coeficiente de rigidez en la base de la cimentación para el análisis de interacción suelo estructura.

Para los tres modelos de interacción se fijó en la base de las zapatas aisladas los coeficientes de rigidez.

### 3.4.3 Método de Barkan

En método de interacción entre la cimentación y el suelo de fundación en mediante las vibraciones forzadas. Gener Villarreal lo planteó en su libro de interacción sísmica.

El valor del  $C_0 = 1.4 \text{ kg/cm}^2$  se determinó mediante la tabla siguiente:

Tabla 10. *Coeficientes de Barkan*

Tipo de perfil	Característica de la base de fundación	Suelo	$C_0 \text{ (kg/cm}^3\text{)}$
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ( $I_L < 0$ )	3,0
		Arena compacta ( $I_L < 0$ )	2,2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ( $0,25 < I_L \leq 0,5$ )	2,0
		Arena plástica ( $0 < I_L \leq 0,5$ )	1,6
		Arena polvorosa medio densa y densa ( $e \leq 0,80$ )	1,4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1,8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ( $0,5 < I_L \leq 0,75$ )	0,8
		Arena plástica ( $0,5 < I_L \leq 1$ )	1,0
		Arenas polvorosa, saturada, porosa ( $e > 0,80$ )	1,2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda ( $I_L > 0,75$ )	0,6
		Arena movediza ( $I_L > 1$ )	0,6

Fuente: interacción suelo estructura con zapata aislada, Gener Villarreal.

Para el cálculo de la presión estática se determinó el peso total de la estructura mediante el programa ETABS V16 el cual la vivienda tiene un peso de 201.92 tn/m2

$$\rho_0 = \frac{259.43}{7.97 \times 16.92} \times 4.65 = 13.09 + 1.81 = 14.90 = 11.83 = 1.18 \text{ kg/cm}^2$$

Se utiliza la formulas 2.7 (Villarreal G.p.29)

$$D_0 = \frac{1-\mu}{1-0.5\mu} \cdot C_0$$

$$D_0 = \frac{1-0.35}{1-0.5(0.35)} \times 1.4 = 1.15 \text{ kg/cm}^2$$

Ecuación 2.6 (Villareal G.p.30)

$$\begin{aligned} C_x &= D_0 \left[ 1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\ C_z &= C_0 \left[ 1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\ C_{\phi x} &= C_0 \left[ 1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\ C_{\phi y} &= C_0 \left[ 1 + \frac{2(b+3a)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \end{aligned}$$

$$C_z = 1.4 \left[ 1 + \frac{2(1.4 + 0.9)}{1 \times 1.26} \right] \times \sqrt{\frac{1.183}{0.2}} = 15.83 \text{ Kg/cm}^3$$

$$C_x = C_y = 1.153 \left[ 1 + \frac{2(1.4 + 0.9)}{1 \times 1.26} \right] \times \sqrt{\frac{1.183}{0.2}} = 13.04 \text{ Kg/cm}^3$$

$$C_{\phi x} = 1.153 \left[ 1 + \frac{2(1.4 + 3 \times 0.9)}{1 \times 1.26} \right] \times \sqrt{\frac{1.183}{0.2}} = 25.6 \text{ Kg/cm}^3$$

$$C_{\phi y} = 1.153 \left[ 1 + \frac{2(0.9 + 3 \times 1.4)}{1 \times 1.26} \right] \times \sqrt{\frac{1.183}{0.2}} = 31 \text{ Kg/cm}^3$$

Definimos los coeficientes de rigidez

Ecuación 2.4 (Villarreal Gp.30)

$$K_x = K_y = C_x A$$

$$K_z = C_z A$$

$$K_{\phi x} = C_{\phi x} I_x$$

$$K_{\phi y} = C_{\phi y} I_y$$

$$K\phi X = 25.6 \times 1000 \times \frac{1.4 \times 0.9^3}{12} = 2174.1 \text{ tn/m}^3$$

$$K\phi y = 25.6 \times 1000 \times \frac{0.90 \times 1.4^3}{12} = 2633.8 \text{ tn/m}^3$$

Tabla 11. Presion estática dela estructura

P sismico (T)	A edif (m2)	Psis (t/m2)	A trib (m2)	P trib edif (T)	P zapata	Ptrib + P zap	P (T/m2)	P (kg/cm)
201.92	92.06	2.19	1.87	4.10	1.44	5.54	5.54	0.55
			4.65	10.19	1.81	12.00	9.53	0.95
			5.41	11.86	1.81	13.67	10.85	1.09
			3.64	7.99	1.56	9.54	8.83	0.88
			6.37	13.97	1.81	15.78	12.53	1.25
			4.29	9.41	1.56	10.96	10.15	1.02
			8.80	19.31	1.56	20.86	19.32	1.93
			5.93	13.00	1.56	14.56	13.48	1.35
			7.70	16.88	1.81	18.69	14.84	1.48
			5.18	11.37	1.81	13.18	10.46	1.05
			2.63	5.77	1.81	7.58	6.02	0.60
			9.05	19.84	2.42	22.26	13.25	1.33
			10.66	23.37	1.44	24.81	24.81	2.48
			14.73	32.31	2.07	34.38	23.88	2.39
			12.88	28.24	2.42	30.66	18.25	1.83
4.40	9.65	2.42	12.07	7.19	0.72			

Fuente: propia

Después se calculó los coeficientes elásticos uniformes y no uniformes para x, y e z .Ver tabla 12

Tabla 12. *Coefficientes elásticos uniformes*

ZAPATA	AREA ZAPAT	Cx=Cy (kg/cm)	Cz (kg/cm2)	Kx=Ky (tn/m3)	Kz (Tn/m3)
EXQUI. Z1	1.0	9.6	11.6	9593.9	11649.8
MEDIA1	1.3	11.7	14.2	14745.0	17904.6
MEDIAN. 2	1.3	12.5	15.2	15736.9	19109.1
MEDIAN.3	1.1	11.8	14.4	12794.4	15536.0
MEDIAN.4	1.3	13.4	16.3	16907.7	20530.8
MEDIAN.5	1.1	12.7	15.4	13714.3	16653.0
MEDIAN.6	1.1	17.5	21.3	18919.5	22973.7
MEDIAN.7	1.1	14.6	17.8	15804.9	19191.7
MEDIAN .8	1.3	14.6	17.7	18400.9	22344.0
MEDIAN.9	1.3	12.3	14.9	15451.5	18762.6
MEDIAN 10	1.3	9.3	11.3	11720.0	14231.4
CENTRAL 1	1.7	12.2	14.8	20418.2	24793.5
CENTRAL 2	1.0	20.3	24.7	20304.9	24655.9
CENTRAL 3	1.4	17.3	21.0	24858.6	30185.5
CENTRAL 4	1.7	14.3	17.3	23962.8	29097.7
CENTRAL 5	1.7	8.9	10.9	15035.6	18257.6

Asimismo los coeficientes de rigidez para momentos en la 2 direcciones x e y , para z se restringe el movimiento . Por lo tanto ya tenemos los coeficientes de rigidez para cada zapata de la cimentación listo para hacer el análisis en el ETABS V16.

Tabla 13. *Coefficientes de rigidez elástica no uniforme*

	ZAPATA		Cø X (kg/cm2)	Cø y (kg/cm2 )	Ix	Iy	Køx T.m/rar	KøY T.m/rar
	a (m)	b (m)						
EXQUINERA. Z1	1	1.00	20.97	20.97	0.0833	0.0833	1747.46	1747.46
MEDIANERA1	1.4	0.90	22.94	27.79	0.0851	0.0851	1951.03	2363.50
MEDIAN. 2	0.9	1.40	29.66	24.48	0.2058	0.2058	6103.82	5038.58
MEDIAN.3	0.9	1.20	27.46	24.19	0.1296	0.1296	3559.17	3135.46
MEDIAN.4	0.9	1.40	31.87	26.30	0.2058	0.2058	6557.95	5413.45
MEDIAN.5	0.9	1.20	29.44	25.93	0.1296	0.1296	3815.06	3360.89
MEDIAN.6	0.9	1.20	40.61	35.78	0.1296	0.1296	5263.06	4636.51
MEDIAN.7	0.9	1.20	33.92	29.89	0.1296	0.1296	4396.65	3873.24
MEDIAN .8	0.9	1.40	34.68	28.63	0.2058	0.2058	7137.11	5891.54
MEDIAN.9	0.9	1.40	29.12	24.04	0.2058	0.2058	5993.14	4947.22
MEDIAN 10	0.9	1.40	22.09	18.23	0.2058	0.2058	4545.79	3752.45
CENTRAL 1	1.4	1.20	25.05	26.77	0.2016	0.2016	5050.95	5396.91
CENTRAL 2	1	1.00	44.38	44.38	0.0833	0.0833	3698.39	3698.39
CENTRAL 3	1.2	1.20	37.09	37.09	0.1728	0.1728	6408.61	6408.61
CENTRAL 4	1.4	1.20	29.40	31.42	0.2016	0.2016	5927.81	6333.82
CENTRAL 5	1.4	1.20	18.45	19.71	0.2016	0.2016	3719.45	3974.20

### 3.4.2 METODO DE ILICHEV

Se definió las velocidades de ondas de cortes transversales y longitudinales , desde la teoría del semiespacio elástico .Para el tipo de suelo con un módulo de elasticidad de 2000tn/m<sup>2</sup> y la densidad de 1.83 kg/cm<sup>2</sup> , la Formula 2.15 (Villarreal

$$C_1^2 = \frac{(1-\mu).E}{(1+\mu).(1-2\mu).\rho}$$

$$C_2^2 = \frac{E}{2.(1+\mu).\rho}$$

G. p.32)

$$C_1^2 = \frac{2000}{2(1+0.30)1.83} = 430.34$$

$$C_2^2 = \frac{(1-0.30)x2000}{2(1+0.30)x1.83} = 1.346$$

$$K = \frac{27.64x10.65}{27.64 + 10.65} = 7.69$$

$$Kz = (7.69^2) + 1.83x7.69x0.677 = 1550287 \text{ ton. m}$$

Se empleo la tabla 2.2 y 2.2 para los valores de rigidez ,amortiguamiento de acuerdo al poisson

$\mu$	$b_{0z1}$	$K_{0z1}$	$m_{0z}$	$b_{0z2}$	$K_{0z2}$
0,25	5,34	21,80	2,80	6,21	7,50
0,35	6,44	26,30	3,12	6,90	8,40
0,45	10,53	43,00	3,29	7,50	9,20
$\mu$	$b_{0\phi1}$	$K_{0\phi1}$	$m_{0\phi}$	$b_{0\phi2}$	$K_{0\phi2}$
0,25	1,36	5,60	1,00	1,60	7,50
0,35	1,63	6,70	1,03	1,70	7,90
0,45	2,50	10,70	0,84	1,60	7,30
$\mu$	$b_{0x1}$	$K_{0x1}$	$m_{0x}$	$b_{0x2}$	$K_{0x2}$
0,25	3,10	12,40	1,80	5,20	7,60
0,35	3,10	12,40	1,90	5,70	8,30
0,45	3,10	12,40	2,10	6,40	9,20

Se defino los coeficiente de Kz1 y Kz2 con los valores de  $\phi=35.19$  determinado en el EMS y el valor de  $\alpha=1m$  para este modelo

$$KZ1= 724.05 + 3.95 X \text{TAN}(35.19) X \sqrt{\frac{1.44}{1}} = 27.64$$

$$KZ2= 7.95 + 3.19 X \text{TAN}(35.19) X \sqrt{\frac{1.44}{1}} = 10.65$$

Tabla 14. Coeficientes de Ilichev

$\mu$	$b_{1z1}$	$K_{1z1}$	$m_{1z}$	$b_{1z2}$	$K_{1z2}$
0,25	0,87	3,56	0,56	0,62	2,88
0,35	1,06	4,34	0,62	0,78	3,50
0,45	1,81	7,41	0,69	0,78	3,72
$\mu$	$b_{1\phi1}$	$K_{1\phi1}$	$m_{1\phi}$	$b_{1\phi2}$	$K_{1\phi2}$
0,25	0,22	1,16	0,12	0,12	1,34
0,35	0,28	1,41	0,16	0,12	1,81
0,45	0,50	1,97	0,16	0,12	1,81
$\mu$	$b_{1x1}$	$K_{1x1}$	$m_{1x}$	$b_{1x2}$	$K_{1x2}$
0,25	0,53	2,09	0,28	0,75	1,53
0,35	0,53	2,09	0,31	0,84	1,87
0,45	0,53	2,09	0,37	0,84	1,91

Coeficiente equivalente Kz , con la ecuación 2.13 (Villarreal G.p31)

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

$$K = \frac{27.64 \times 10.65}{27.64 + 10.65} = 7.69$$

$$Kz = (7.69^2) + 1.83 \times 7.69 \times 0.677 = 1550287 \text{ ton. m}$$

Aquí tenemos como resultado los coeficientes de rigidez tanto de desplazamiento y momentos en las distintas direcciones restringiendo el momento en z.

Tabla 15. *Coefficientes de rigidez Ilichev*

	AREA DE LA ZAPATA	KX	KY	KZ	Kφx	KφY
EXQUI. Z1	1	4199913.85	4199913.85	1348221.85	710796.07	710796.07
MEDIA1	1.26	4795474.30	4795474.30	4795474.30	812308.80	812308.80
MEDIAN. 2	1.26	4795474.30	4795474.30	4795474.30	812308.80	812308.80
MEDIAN. 3	1.08	4388138.43	4388138.43	4795474.30	742861.57	742861.57
MEDIAN. 4	1.26	4795474.30	4795474.30	4795474.30	812308.80	812308.80
MEDIAN. 5	1.08	4388138.43	4388138.43	4795474.30	742861.57	742861.57
MEDIAN. 6	1.08	4388138.43	4388138.43	4795474.30	742861.57	742861.57
MEDIAN. 7	1.08	4388138.43	4388138.43	4795474.30	742861.57	742861.57
MEDIAN . 8	1.26	4795474.30	4795474.30	4795474.30	812308.80	812308.80
MEDIAN. 9	1.26	4795474.30	4795474.30	4795474.30	812308.80	812308.80
MEDIAN 10	1.26	4795474.30	4795474.30	4795474.30	812308.80	812308.80
CENTRAL 1	1.68	5684020.39	5684020.39	4795474.3	964030.366	964030.366
CENTRAL 2	1	4199913.85	4199913.85	1348221.85	710796.07	710796.07
CENTRAL 3	1.44	5185018.64	5185018.64	4795474.3	878788.395	878788.395
CENTRAL 4	1.68	5684020.39	5684020.39	4795474.3	964030.366	964030.366
CENTRAL 5	1.68	5684020.39	5684020.39	4795474.3	964030.366	964030.366

FUENTE: Propia

### 3.4.3 Modelo dinámico de interacción suelo estructura la norma rusa

Resolvimos las ecuaciones para este método

$$C_z = b_0 E \left( 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$$

$$C_z = 1.5 \times 2000 \left( 1 + \frac{10}{1.4 \times 0.90} \right) = 1145154.3 \text{ tn/m}^3$$

Se calculó los desplazamientos elásticos uniforme:

$$C_x = c_y = 0.7 \times 1145152.3 = 801607.98 \text{ ton/m}^3$$

$$C_\emptyset = 2 \times 1145152.3 = 2290308.5 \text{ ton/m}^3$$

$$C\Psi = 1145152.3 = 1145154.3 \text{ ton/m}^3$$

Como resultado obtuvimos los coeficientes de rigidez tanto de desplazamiento como de rotación concluyendo la parte de gabinete y ahora a ver los resultados en el ETABS V16.

Tabla 16. *Coefficiente de Rigidez de la norma Rusa*

	AREA DE LA ZAPATA		KX (tn.m)	(tn.m)	(tn.m)	(tn.m)	(tn.m)	(tn.m)
	1	1.00	874078.31	874078.31	1248683.30	208113.88	208113.88	208113.88
EXQUI. Z1	1	1.00	874078.31	874078.31	1248683.30	208113.88	208113.88	208113.88
MEDIA1	1.4	0.90	1010026.05	1010026.05	1442894.36	194790.74	471345.49	333068.11
MEDIAN. 2	0.9	1.40	1010026.05	1010026.05	1442894.36	471345.49	194790.74	333068.11
MEDIAN.3	0.9	1.20	916930.42	916930.42	1309900.60	314376.14	176836.58	245606.36
MEDIAN.4	0.9	1.40	1010026.05	1010026.05	1442894.36	471345.49	194790.74	333068.11
MEDIAN.5	0.9	1.20	916930.42	916930.42	1309900.60	314376.14	176836.58	245606.36
MEDIAN.6	0.9	1.20	916930.42	916930.42	1309900.60	314376.14	176836.58	245606.36
MEDIAN.7	0.9	1.20	916930.42	916930.42	1309900.60	314376.14	176836.58	245606.36
MEDIAN.8	0.9	1.40	1010026.05	1010026.05	1442894.36	471345.49	194790.74	333068.11
MEDIAN.9	0.9	1.40	1010026.05	1010026.05	1442894.36	471345.49	194790.74	333068.11
MEDIAN 10	0.9	1.40	1010026.05	1010026.05	1442894.36	471345.49	194790.74	333068.11
CENTRAL 1	1.4	1.20	1213543.86	1213543.86	1733634.09	416072.18	566320.47	491196.33
CENTRAL 2	1	1.00	874078.31	874078.31	1248683.30	208113.88	208113.88	208113.88
CENTRAL 3	1.2	1.20	1099293.97	1099293.97	1570419.96	376900.79	376900.79	376900.79
CENTRAL 4	1.4	1.20	1213543.86	1213543.86	1733634.09	416072.18	566320.47	491196.33
CENTRAL 5	1.4	1.20	1213543.86	1213543.86	1733634.09	416072.18	566320.47	491196.33

FUENTE: Propia

➤ Modelamiento de la estructura de la edificación

Se realizó el trabajo de análisis en el Programa Safe v.16

Zapata:

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Area= Variable  
 Espesor= 0.60 m  
 Df= 1.25 m

Cimiento Corrido

F'c = 175 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ancho 0.5 m  
 Espesor= 0.6m

Vigas de Cimentación:

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Seccion1 =  $0.35 \times 0.50 \text{ m}$   
Seccion2 =  $0.25 \times 0.50$

Se dibujara de acuerdo al plano buscando rigidizar la cimentación y evitar el volteo.

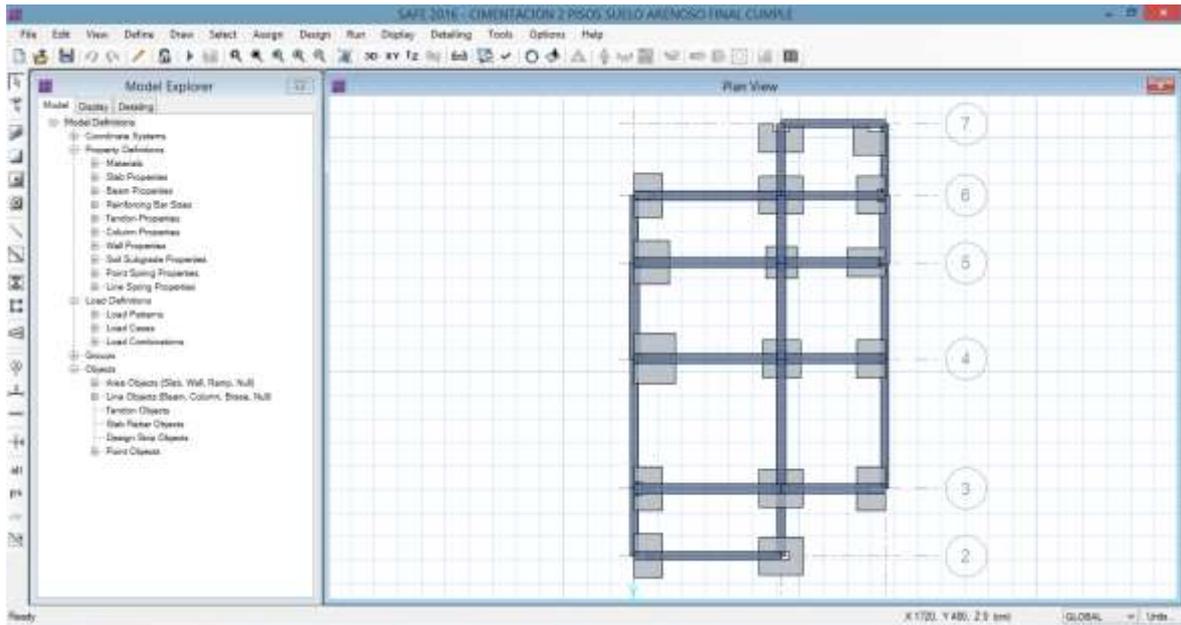


Figura 23. Modelo de la zapata en el safe

FUENTE: Propia

Modeló para suelo Rígido

En el programa se asignó las condiciones de un suelo Rígido de un capacidad portante de  $4 \text{ kg/cm}^2$  con su módulo de balasto correspondiente simulando un base más sólida en las zapatas.

Tabla 17. Tabla de asentamientos para un suelo Rígido

TABLE : Resultados de asentamientos por cargas de servicio para un Suelo Rígido			
Caso de carga	Uz (cm)	Ux (cm)	Uy (cm)
1	-0.131	0.000	0.000
2	-0.227	0.000	-0.001
3	-0.141	0.000	0.000
4	-0.089	-0.002	-0.002
5	-0.104	-0.002	-0.004
6	-0.083	-0.001	-0.004
7	-0.068	-0.001	-0.002
8	-0.060	0.000	-0.003
9	-0.086	-0.001	-0.003
10	-0.124	-0.004	-0.003

FUENTE: Propia

Los asentamientos en las zapatas para las distintas combinaciones oscilan dentro del rango de -0.11 cm lo cual es un asentamiento total muy estable, siendo este el caso de un suelo rígido de una gran capacidad portante , a la cual se le coloco las condiciones de balasto el módulo de elasticidad y el coeficiente de poisson.

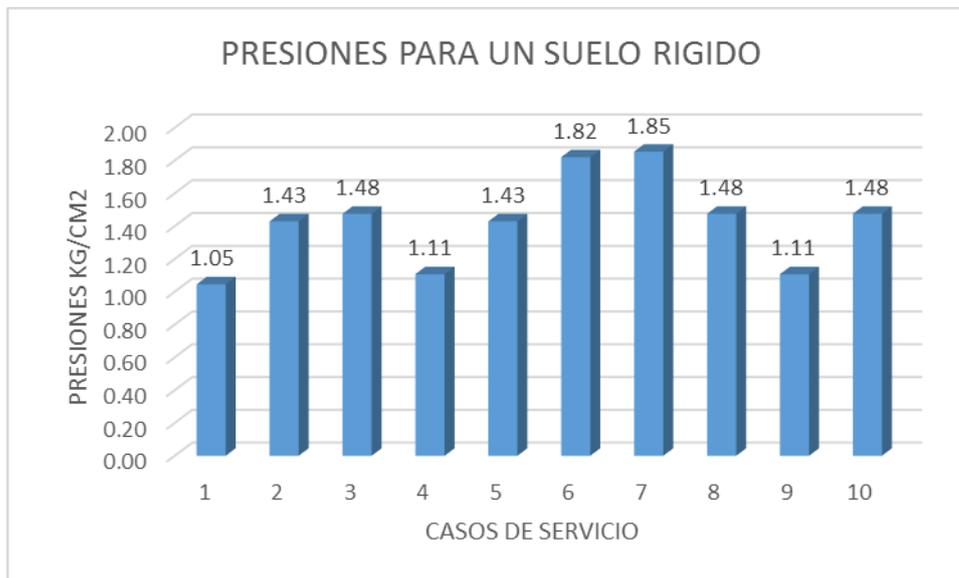


Figura 24. Gráfico de presiones del suelo rígido

Las presiones para un suelo rígido de una capacidad admisible de 4 kg/cm<sup>2</sup> con un balasto de 8 kg/cm<sup>3</sup> las presiones en las zapatas están el valor de 1.42 kg/cm<sup>2</sup> en

promedio teniendo el pico más alto de 1.85 kg/cm<sup>2</sup> para lo cual está muy por debajo de la capacidad admisible como conclusión podríamos decir que se puede reducir las dimensiones de las zapatas considerablemente.

➤ Modelo de suelo Arenoso

Se marcó toda la cimentación y se le agrego las propiedades del módulo de balasto de 3799 Tn/m<sup>3</sup> como se calculó con las condiciones del estudio de mecánica de suelos.

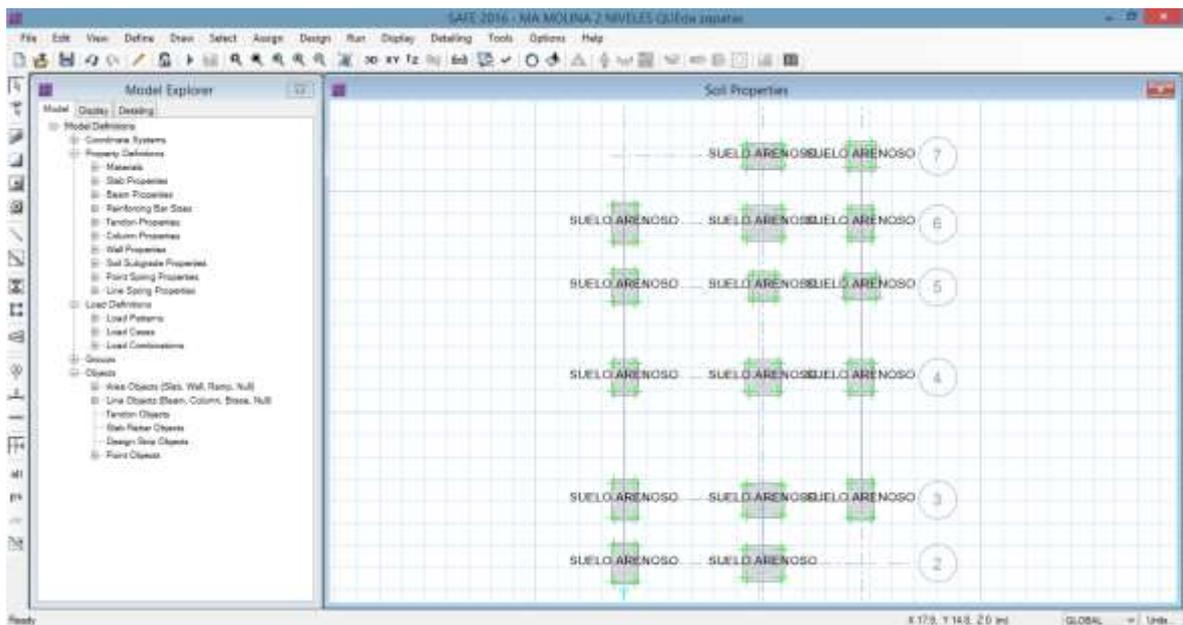


Figura 25. Propiedades del suelo arenoso

FUENTE: Propia

Resultados de asentamientos y presiones para el suelo arenoso

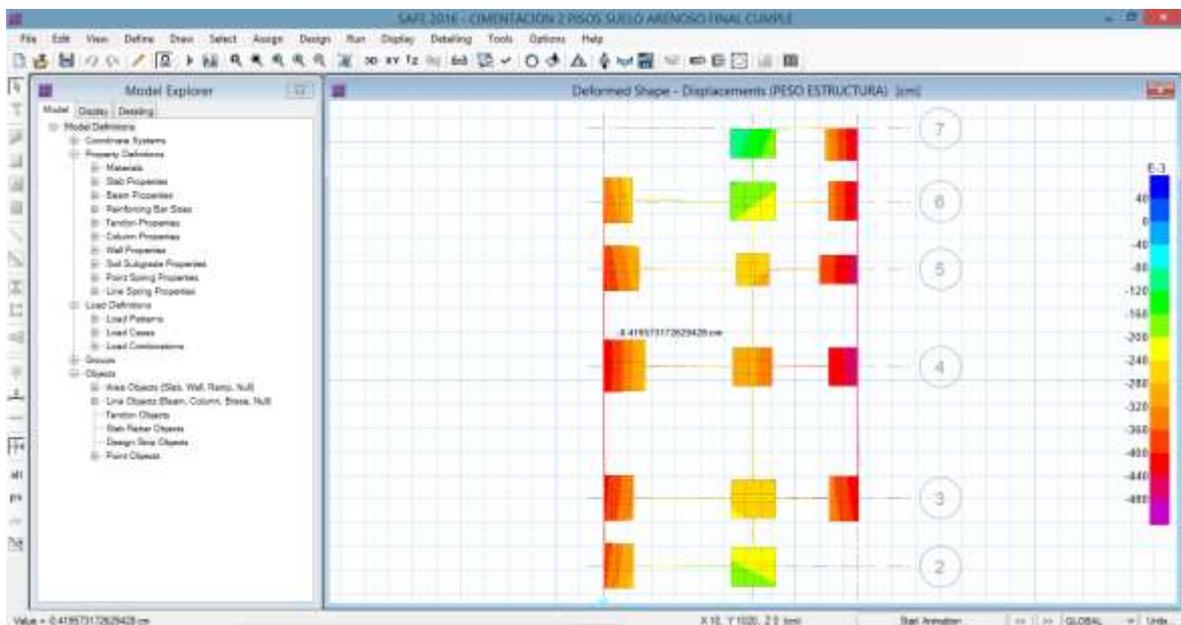
Se examinó que al terminar con la construcción debido a las condiciones del suelo estas generaron asentamientos totales.

Tabla 18. *Resulatdo de asentamientos para suelo arenoso*

TABLE : Resultados de asentamientos por cargas de servicio para el suelo Arenoso			
Caso de carga	Uz (cm)	Ux (cm)	Uy (cm)
1	-0.304	0.000	-0.304
2	-0.453	0.000	-0.453
3	-0.313	0.000	-0.313
4	-0.198	-0.002	-0.198
5	-0.235	-0.002	-0.235
6	-0.191	-0.001	-0.191
7	-0.154	-0.001	-0.154
8	-0.124	0.000	-0.124
9	-0.195	-0.001	-0.195
10	-0.268	-0.004	-0.268

FUENTE: Propia

Tabla 19. *Modelo de los asentamientos en el safe*



FUENTE: Propia

Se puede determinar que el orden de los asentamientos están en el orden de 0.48 cm lo cual evidencia que la vivienda unifamiliar de 3 pisos de albañilería confinada y pórticos cumple con el límite permisible de 2.54 cm que se decreta por varios investigadores de la mecánica de suelos.

Asimismo se verifico que las presiones del suelo cumplan con la capacidad admisible del suelo en la molina Urb Sol de 1.94 kg/cm<sup>2</sup>.

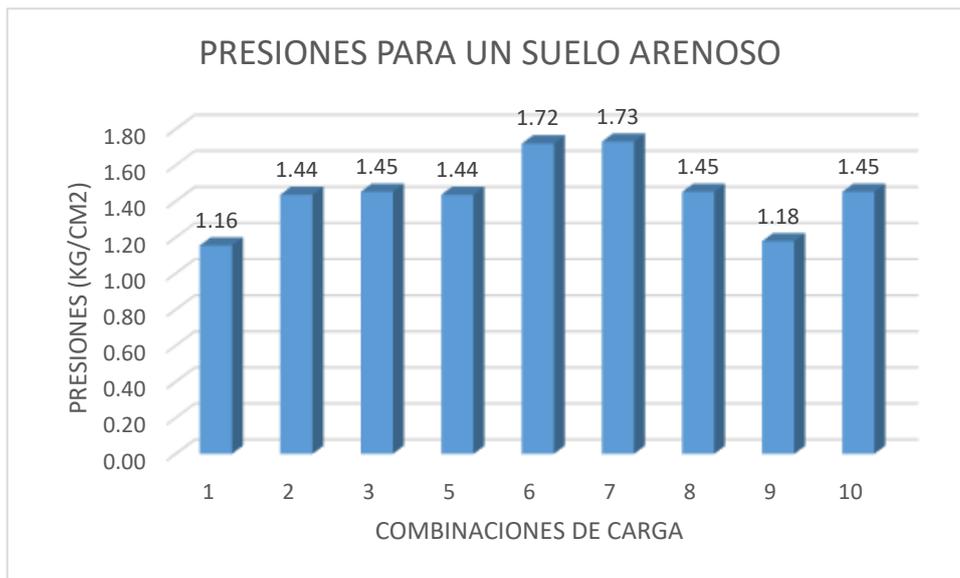


Figura 26. Presiones del suelo arenoso

FUENTE: Propia

Se tiene como resultados presiones que fluctúan el de mayor rango de 1.73 kg/cm<sup>2</sup> el de menor rango de 1.16 kg/cm<sup>2</sup> lo cual nos indica que el suelo está trabajando de manera adecuada manteniendo un equilibrio bajos las solicitaciones de la cimentación y la estructura debido a que la capacidad admisible es de 1.94 kg/cm<sup>2</sup> lo cual está muy cerca y las características de las secciones son las más óptimas ya que no hay exceso de sobredimensionamiento.

### 3.8 Modelamiento de la superestructura

#### Paso 1. Características de la arquitectura

Primero se realizó el modelamiento de la vivienda con los planos de esta misma ver anexo, tenemos en el primer piso una cochera y un jardín en la parte delantera , luego tenemos la sala amplia , el comedor , una biblioteca , baño y cuarto de

huésped , mientras que el segundo nivel tenemos tres habitaciones con baño independientes .

Número de pisos  $n=3$

Altura de entrepiso 1er=2.60m luego 2 doy 3ero =2.60 m

Espesor de la losa aligerada= 0.20m

Muro de albañilería  $e=0.23m$

Paso2. Tipo de materiales de la vivienda

Ladrillo King Kong de 18 huecos.

- Módulo de Elasticidad  $E=325000 \text{ kg/cm}^2$ 
  - Módulo de corte  $Gm=500*65$

Paso 3. Sistema de concreto armado

- $F'c =210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero corrugado  $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo de elasticidad  $E_c= 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
- 

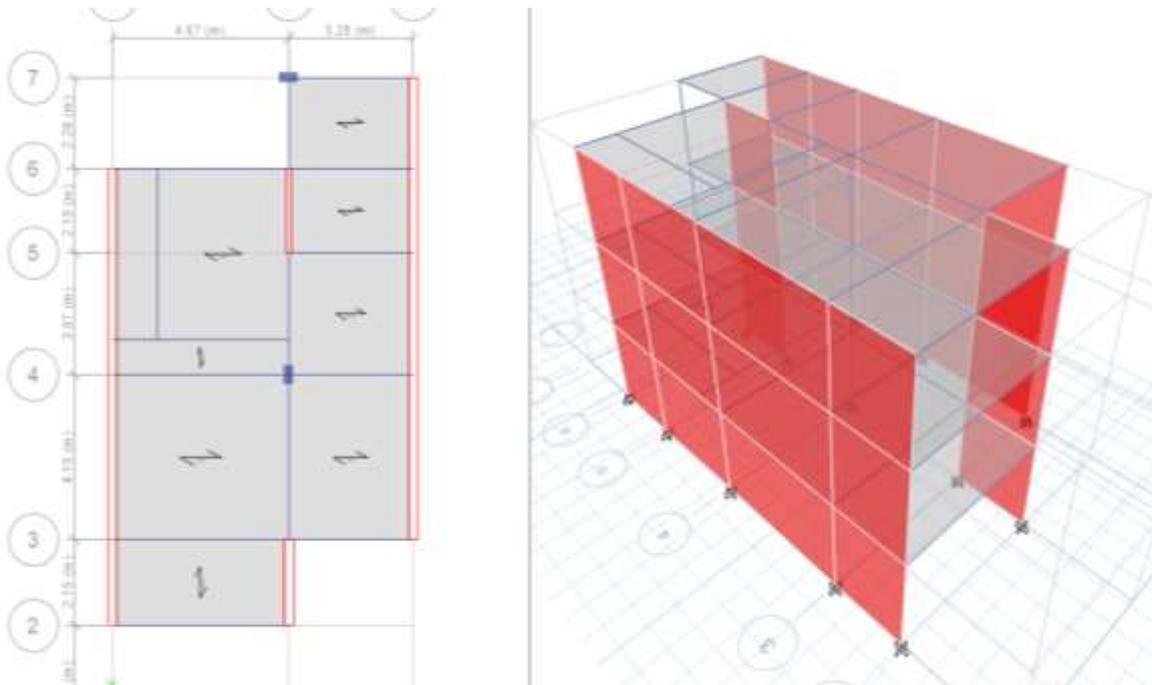


Figura 27. Modelo de la estructura en el Eibas

FUENTE: Propia

PASO 4. Instalar los patrones de carga en la vivienda

- peso propio : calculo por efecto del etbas
- Carga muerta por tabiquería =100 kg/cm<sup>2</sup>
- Carga viva es de 200 kg/cm<sup>2</sup>
- Crear el sismo en x y el sismo en y .

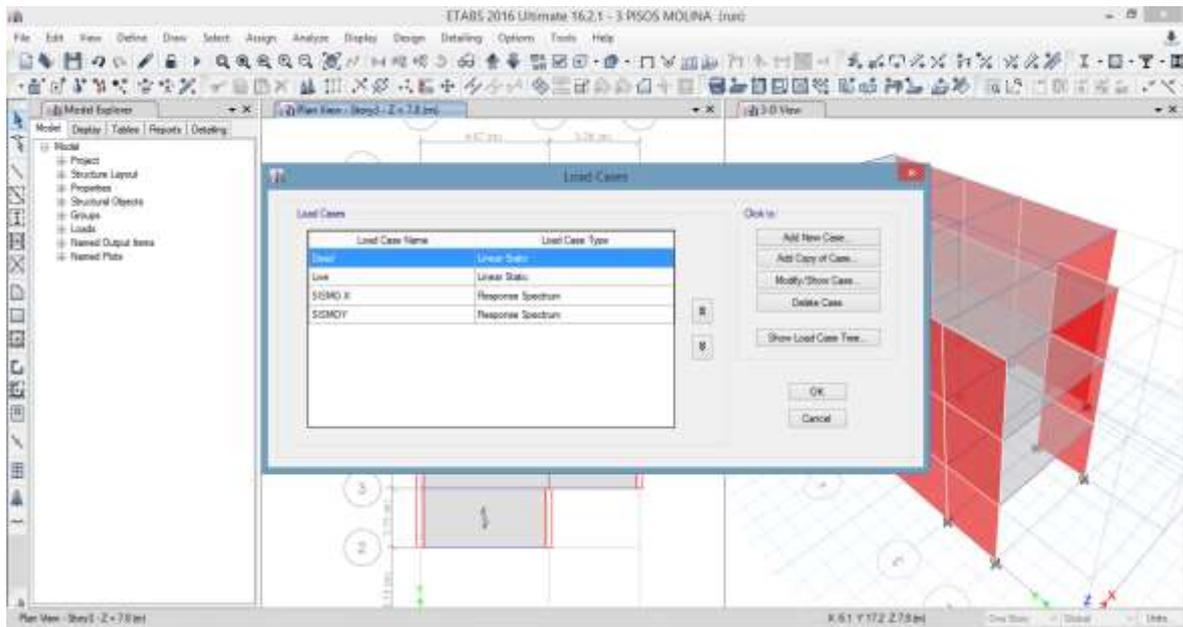


Figura 28. Instalar los patrones de carga

Paso 6. Determinación del espectro de respuesta de la edificación por la NTP – 0.30:

Factor de zona	Z=0.45
Factor de amplificación del suelo	S3=1.10
Factor de uso	U= 1
Periodos del sitio	Tp =1s Tl=1.6s
Factor de reducción	Rx= 7 porticos y Ry =3 Albañilería confinada

Pasamos los datos al programa ETABS para crear nuestro modelo.

Vamos Construyendo el modelo de acuerdo a los planos de la vivienda que nos proporcionaron, así también a continuación vemos el espectro de respuesta de diseño las cuales son los posibles movimientos que la estructura experimentara de acuerdo al tipo de suelo.

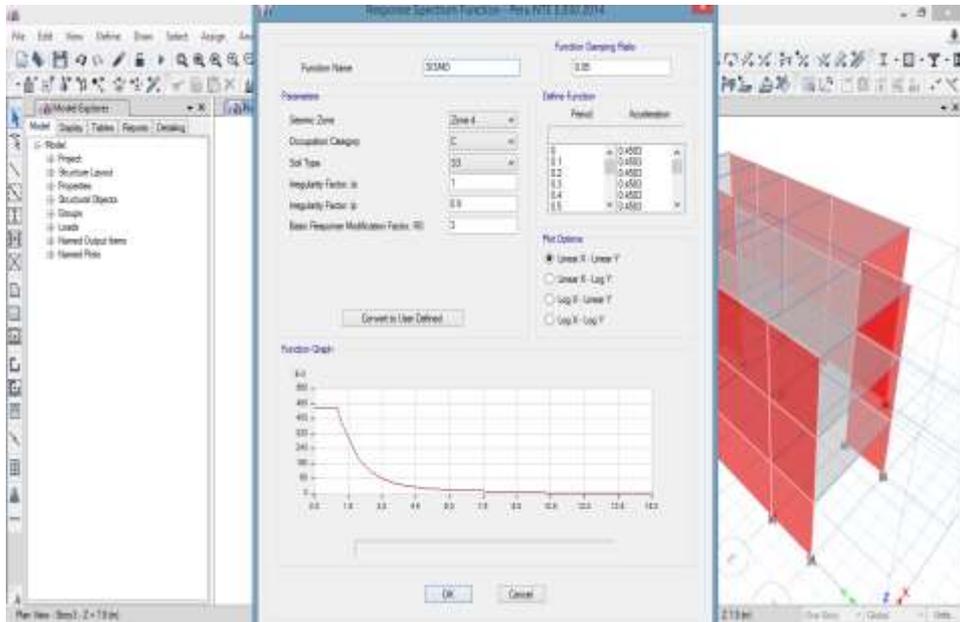


Figura 29. Espectro de Diseño

### 3.2 Resultados

#### 3.2.1 El modelo de la base rígida empotrada

Realizamos las restricciones en la base de la edificación para tener una base rigida.

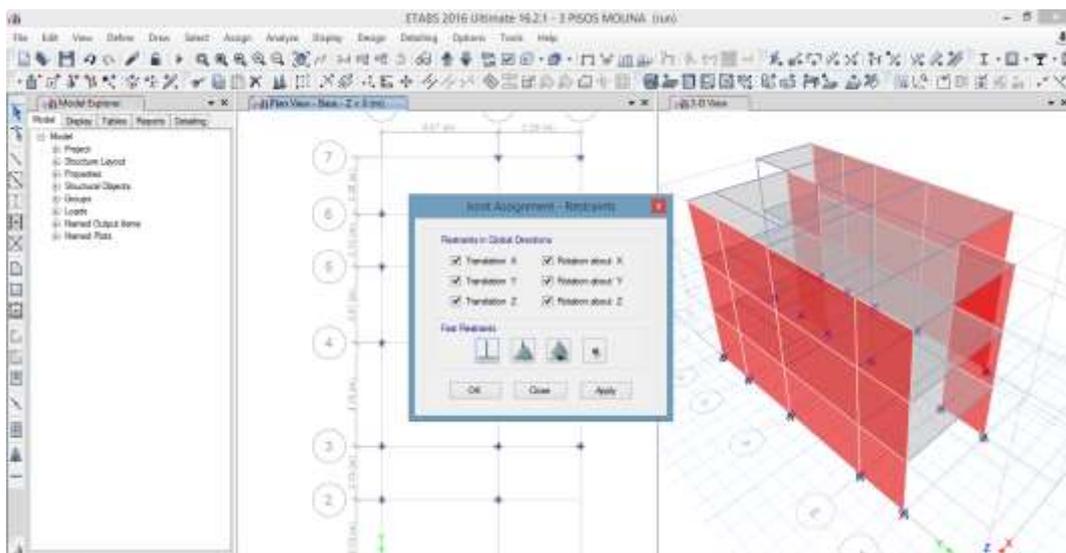


Figura 30. Restricciones de la base empotrada

## Periodos fundamentales de vibración de la estructura

Como podemos notar el mayor periodo se da en el primer modo de vibración siendo este el de mayor tiempo en el que vibra la estructura.

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.184	5.438	34.1677	1167.4342
Modal	2	0.06	16.701	104.9336	11011.0686
Modal	3	0.05	20.134	126.9052	16003.566
Modal	4	0.037	27.269	171.3325	29355.1712
Modal	5	0.019	51.39	322.89	104257.5736
Modal	6	0.015	68.335	429.3605	184350.4802

Figura 31. Modos de Vibración base empotrada

## Desplazamiento Lateral

Los máximos desplazamientos en cada piso para la dirección x, podemos notar que en el primer nivel se experimenta las mayores distorsiones mientras que en el último piso es el de menor movimiento

Tabla 20. Desplazamientos laterales suelo rígido

	Desplazamientos en la dirección x						
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencia piso	Altura de piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	1.0962	2.52	0.55	260.00	0.0021	0.005	Cumple
PISO 2	0.8576	1.97	1.02	260.00	0.0039	0.005	Cumple
PISO 1	0.413	0.95	0.95	260.00	0.0036	0.005	Cumple

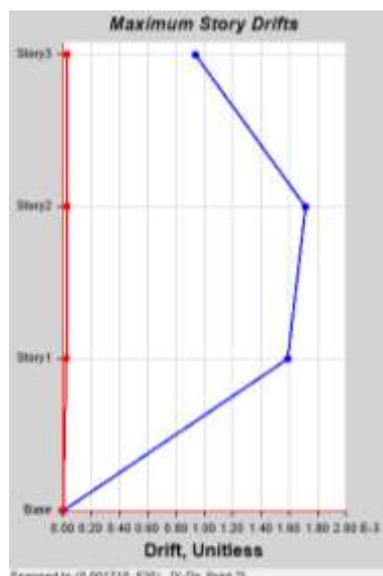


Figura 32. Derivas máximas suelo rígido

Se puede apreciar que las distorsiones de mayor desplazamiento se dan en el segundo nivel, en el caso que se superen lo establecido por la norma están deberán proporcionadas de mayor rigidez.

Tabla 21 Desplazamiento lateral suelo rígido y-y.

	Desplazamientos en la dirección y						
	$\Delta$ Elástico	$\Delta$ Inelástica	Diferencias Piso	Altura de piso	Inelásticas	Limite	
PISO 3	0.0354	0.08	0.02	260.00	0.00009	0.005	Cumple
PISO 2	0.0254	0.06	0.03	260.00	0.00012	0.005	Cumple
PISO 1	0.0119	0.03	0.03	260.00	0.00011	0.005	Cumple

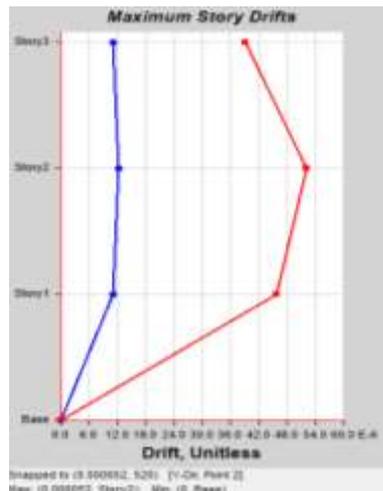


Figura 33. Derivas de entrepiso suelo rígido en y-y

Las derivas para el sentido de la dirección y son menos intensas debido a que la albañilería en ese sentido aporta gran rigidez.

### Periodos y modos de vibración

Tabla 22. Periodos de vibración suelo rígido

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.33	3.029	19.0325	362.2351
Modal	2	0.111	9.003	56.566	3199.7149
Modal	3	0.075	13.368	83.9905	7054.4115
Modal	4	0.072	13.972	87.7917	7707.3832
Modal	5	0.058	17.226	108.2336	11714.5164
Modal	6	0.025	39.22	246.4234	60724.5003
Modal	7	0.02	51.166	321.4858	103353.142
Modal	8	0.016	61.749	387.9774	150526.4242
Modal	9	0.012	80.943	508.5793	258652.8884

### 3.2.2 Método de Barkan Savinov

#### Desplazamientos laterales

Para la dirección en x

Tabla 23. Desplazamientos laterales por Barkan x-x

	Desplazamientos en la dirección x						
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencias piso	H piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	1.1591	2.6601345	0.55	260.00	0.0021	0.005	Cumple
PISO 2	0.921	2.113695	1.04	260.00	0.0040	0.005	Cumple
PISO 1	0.4692	1.076814	1.08	260.00	0.0041	0.005	Cumple

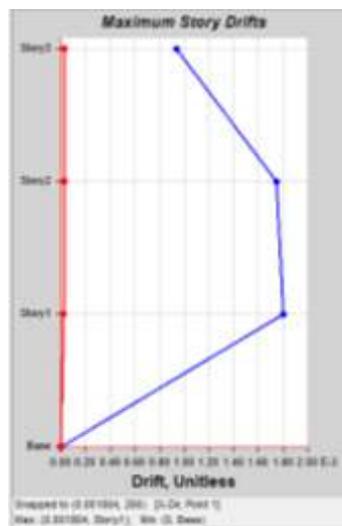


Figura 34. Derivas Barkan

El mayor desplazamiento se da en el primer piso y con este modelo en comparación hay un crecimiento de los desplazamientos considerables casi llega al límite teniendo en caso contrario darle mayor rigidez.

Para la dirección Y

Tabla 24. Desplazamientos laterales Barkan y-y

	Desplazamientos en la dirección y						
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencias piso	H piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	0.036	0.082161	0.02	260.00	0.00009	0.0050	Cumple
PISO 2	0.026	0.059211	0.03	260.00	0.00012	0.0050	Cumple
PISO 1	0.012	0.028458	0.03	260.00	0.00011	0.0050	Cumple

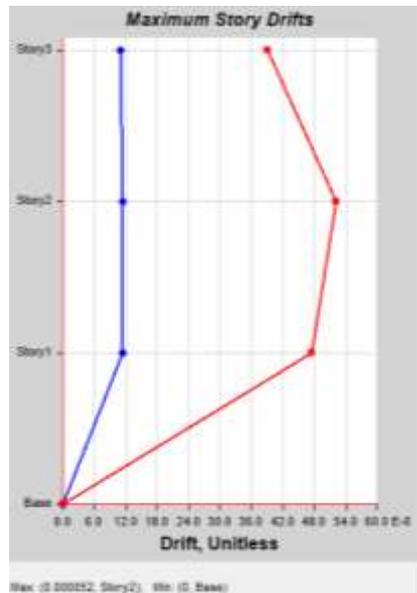


Figura 35. Derivas Barkan y-y

En esta dirección podemos notar que el mayor desplazamiento se da en el 2 piso donde se concentra la mayor fuerza de los niveles.

Periodos y modos de vibración

El periodo fundamental para el análisis de la base empotrada es de 0.341 s el cual es el tiempo que demora en vibrar la estructura.

Modal Periods and Frequencies					
Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad/sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.341	2.934	18.4346	339.8244
Modal	2	0.114	8.799	55.284	3056.3216
Modal	3	0.076	13.156	82.6603	6832.7261
Modal	4	0.072	13.847	87.0058	7570.0144
Modal	5	0.059	17.086	107.3514	11524.3311
Modal	6	0.026	38.48	241.778	58456.6096
Modal	7	0.02	50.672	318.3818	101366.9505
Modal	8	0.016	60.679	381.2559	145356.0491
Modal	9	0.012	80.618	506.5382	256582.0108

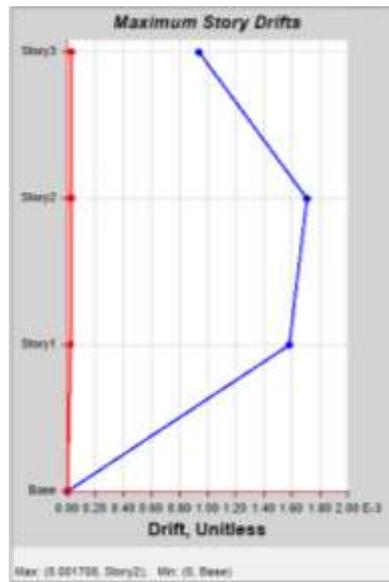
### 3.2.3 Modelo Dinámico Ilichev

#### Desplazamientos laterales

Para la dirección x

Tabla 25. Desplazamiento lateral Ilichev x-x

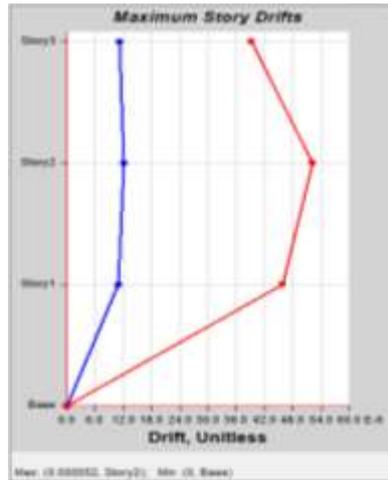
	Desplazamientos en la dirección x						
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencias piso	H piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	1.092	2.50614	0.55	260.00	0.0021	0.0050	Cumple
PISO 2	0.8537	1.9592415	1.01	260.00	0.0039	0.0050	Cumple
PISO 1	0.4118	0.945081	0.95	260.00	0.0036	0.0050	Cumple



Para la dirección y

Tabla 26. Desplazamiento lateral Ilichev y-y

	Desplazamientos en la dirección y						
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencias piso	H piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	0.0354	0.081243	0.02	260.00	0.00009	0.0050	Cumple
PISO 2	0.0254	0.058293	0.03	260.00	0.00012	0.0050	Cumple
PISO 1	0.0119	0.0273105	0.03	260.00	0.00011	0.0050	Cumple



Periodo y modos de vibración

Tabla 27. Periodos de vibración ilichev

Case	Mode	Period sec	Frequency cps/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad/sec <sup>2</sup>
Model	1	0.329	3.035	19.0725	363.7617
Model	2	0.111	8.998	56.5349	3196.1901
Model	3	0.075	13.338	83.8268	7023.5766
Model	4	0.072	13.87	87.7749	7704.4263
Model	5	0.058	17.211	108.1418	11694.658
Model	6	0.026	39.108	245.7202	60378.4175
Model	7	0.02	51.116	321.1719	103181.3875

### 3.2.4 Método Dinámico de la Norma Rusa Snip

Desplazamiento en la dirección x

El desplazamiento inelásticos mayores son el segundo piso donde se concentra la mayor fuerza del centro de masa mientras que el el último piso este es mucho

Tabla 28. Desplazamiento laterals Norma Rusa x-x

	Desplazamientos en la dirección x						
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencias piso	H piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	1.0978	2.519451	0.55	260.00	0.0021	0.0050	Cumple
PISO 2	0.8592	1.971864	1.02	260.00	0.0039	0.0050	Cumple
PISO 1	0.4145	0.9512775	0.95	260.00	0.0037	0.0050	Cumple

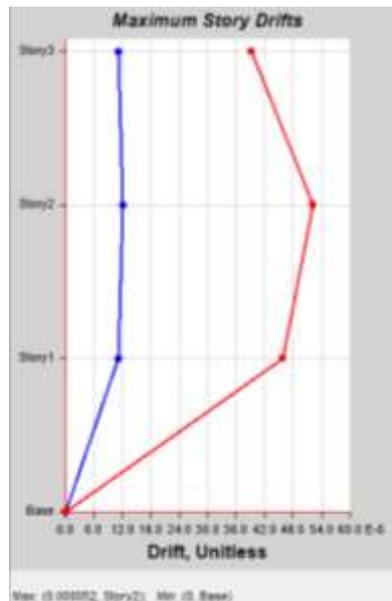
menor.



Desplazamiento en la dirección y

Tabla 29. desplazamiento lateral norma rusa en y-y

Desplazamientos en la dirección y							
	$\Delta$ Elastico	$\Delta$ Inelastica	Diferencias piso	H piso	Inelasticas	Limite	
PISO 3	0.0355	0.0814725	0.02	260.00	0.00009	0.0050	Cumple
PISO 2	0.0254	0.058293	0.03	260.00	0.00012	0.0050	Cumple
PISO 1	0.0119	0.0273105	0.03	260.00	0.00011	0.0050	Cumple



## Periodos y modos de vibración

Tabla 30. *Periodo de vibración Norma Rusa*

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad/sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.33	3.027	19.0174	361.6612
Modal	2	0.111	8.997	56.53	3191.6439
Modal	3	0.075	13.353	83.9021	7029.5603
Modal	4	0.072	13.968	87.7653	7702.7428
Modal	5	0.058	17.212	108.1468	11696.7213
Modal	6	0.026	38.171	240.1132	60573.69
Modal	7	0.02	51.117	321.1806	103156.90
Modal	8	0.016	61.689	387.6023	150235.5792
Modal	9	0.012	80.912	506.3838	258454.0451

### 3.2.5 Cuadro comparativo

- Periodo de vibración fundamental

El tiempo de vibración por los modelos dinámicos es mucho mayor que el de la base empotrada, sobretodo la influencia que tiene el método de barkan que supera en un 85% al del método de base rígida.

Tabla 31. *Comparacion de los Periodos fundamentales*

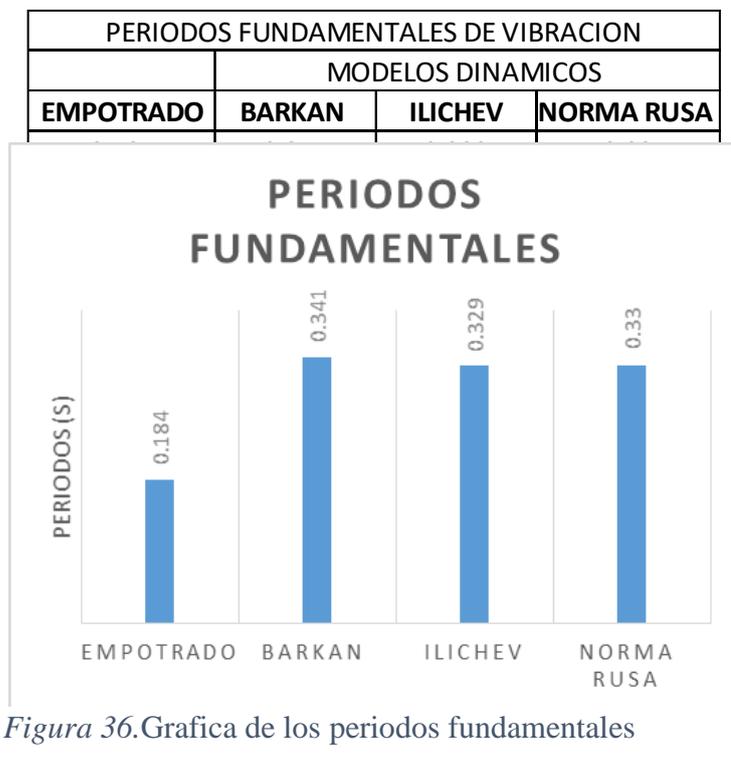


Figura 36. Grafica de los periodos fundamentales

- **DESPLAZAMIENTO LATERALES**

SE aprecio un aumento de desplazamientos en el primer nivel, sobre todo con el método de Ilichev resaltando más su influencia sobre la base empotrada aumentando hasta en un 67 % en los desplazamientos laterales.

Tabla 32 Comparacion de los Desplazamientos Laterales

	EMPOTRADO	BARKAN	ILICHEV	NORMA RUSA
PISO 1	0.0028	0.0040	0.0047	0.0044
PISO 2	0.0029	0.0033	0.0034	0.0026
PISO 3	0.0019	0.0020	0.0023	0.0022

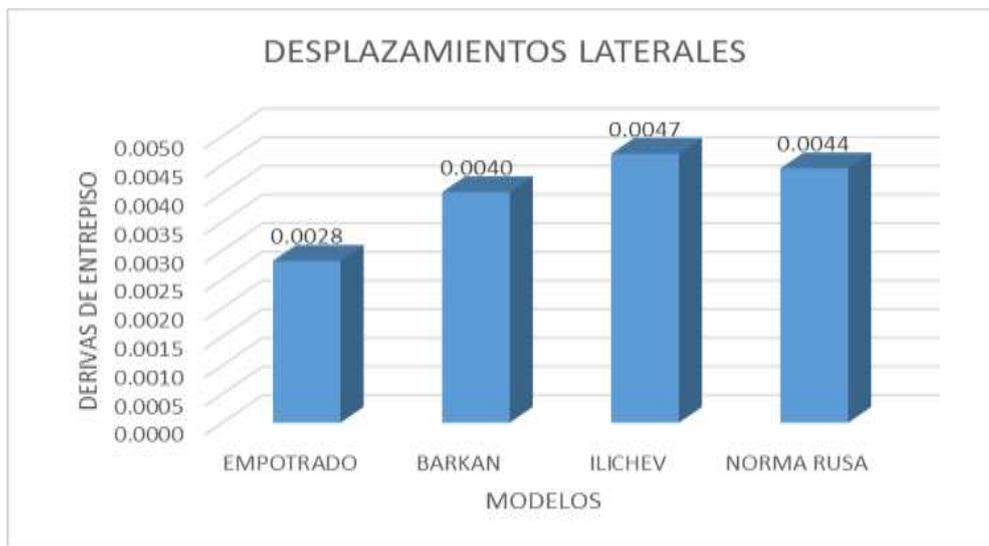


Figura 37.Desplazamientos laterales

### CONFRONTACION DE LA HIPOTESIS

H0=La interacción del suelo arenoso repercute de manera significativa en el comportamiento estructural en la Vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019

H1 = La interacción del suelo arenoso no repercute de manera significativa en el comportamiento estructural en la Vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina 2019

En general se ha visto significativamente afectada en ciertos parámetros, tenemos Los periodos han crecido de manera significativa así mismo los desplazamientos laterales de entrepiso han tenido un mayor desarrollo.

#### IV. DISCUSSION

- En revisión con VILLANUEVA HILBERT 2018. Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en ventanilla. Los asentamientos en dicha investigación están en el rango de  $\sigma=1.5$  kg/cm<sup>2</sup> teniendo un  $\sigma_{adm}=1.04$  teniendo una sobre capacidad de la cimentación de 142 % y para esta investigación tenemos un valor de  $\sigma=1.42$  kg/cm<sup>2</sup> para un suelo arenoso de  $\sigma_{adm}=1.95$  kg/cm<sup>2</sup> estando en equilibrio, mientras que los asentamientos para Villanueva están en un rango de 0.8 cm y en la presente investigación de 0.24 cm una diferencias de 333.33%. En la presente investigación los desplazamientos laterales van en el rango de un 51.11 % con respecto a la base empotrada mientras lo de esta investigación van en un rango de hasta un 67 %. Por otro lado los periodos de vibración aumento en el de Villanueva en una 7.85 % y en esta investigación se tuvo un aumento de hasta un 85%.
- En Comparación con SAUCEDO 2016, el efecto del comportamiento dinámico para la clínica los frenos. En dicha investigación las derivas para un suelo intermedió han tenidos un aumento del 202 % con respecto a la base empotrada y en dicha investigación en un 67 % debido al uso de la vivienda y la importancia.
- En comparación con SUCASACA Y MAMANI 2017. Evaluación para el estadio de la Una de Puno . Se puede notar que sus periodos de vibración han aumentado de un 0.876 s a 0.899 para los modelos dinámicos. en un 2 % y por otro lado los desplazamientos han aumentado en Barkan 146.46% y para winkler un 34.12 % y el de la norma rusa 23% mientras en la presente investigación el método de Ilichev aumento un 67% y los otros levemente en un 14% se difiere debido a la importancia y obras distintas pero manteniendo esa influencia.
- GARAY 2017, Influencia para una vivienda multifamiliar de 7 pisos, viendo los periodos en dicha tesis los periodos han aumentado en un 23.78 % para Ilichev el más considerable, mientras que en esta tesis el más considerable ha sido por el método de Barkan con un 58 % siendo el sistema más rígidos para esa vivienda multifamiliar y la aceleración del factor de zona es menor.

## V.CONCLUSIONES

Se verifico en esta tesis que el suelo arenoso ha influido en el comportamiento estructural de la vivienda en la molina de 3 pisos, lo cual es muy importante realizar un estudio de mecánica de suelos in situ de la obra para a partir de allí definir los coeficientes de rigidez que se asignara en la cimentación y lograr comportamientos más reales en la práctica constructiva.

- Se verifico que los asentamientos de la base empotrada son de 0.11cm y los de suelo arenoso de 0.24 cm .Por lo que se afirma que hay una influencia de la interacción suelo estructura en los asentamientos de la vivienda unifamiliar de la molina.
- Se verifico que las presiones para la base empotrada son de 1.42 kg/cm<sup>2</sup> mientras que para el suelo arenoso es de 1.55 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se afirma que el suelo arenoso influye en las presiones del suelo.
- Se observó que los desplazamientos de la base empotrada es del orden 2.8 cm mientras que el del modelo dinámico Ilichev de un 4.7 cm , Barkan 4 cm y la norma rusa 4.4 cm, teniendo un aumento de un 67 % sobre la base empotrada. Por lo que se afirma la influencia del suelo arenoso en los desplazamientos laterales de la vivienda unifamiliar de 3 pisos en la molina.
- Se observó que el periodo fundamental es de 0.18s a 0.34 s para el modelo de la base empotrada y el modelo dinámico más significativo. Afirmando que el suelo arenoso si influye y amplifica los periodos de vibración.

## VI. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda para para mejorar el coeficiente de balasto de los resorte en la cimentación realizar el ensayo de plato de carga para tener un valor más aproximado, para luego analizar las presiones que sufrirá la base de la cimentación y otro control son los desplazamientos estipulado en nuestra norma.
- Identificar los elementos estructurales de la edificación en ambas direcciones y no considerar las tabiquerías ya que estas alteraran los resultados de los desplazamientos y periodos de vibración.
- Se recomienda hacer viviendas o edificios de mayor altura para construcciones más importantes para características de suelos blando y ver su impacto en los desplazamientos, periodos y asentamientos.
- Se recomienda realizar un análisis dinámico incentivando a proponer nuevos títulos de investigación, para el caso de hospitales que son de carácter prioritario y para edificios altos.

## REFERENCIAS

ALVARES , Angelo, GAYTAN , Elias y GONZALES Huanilo . Informe de enayo granulometrico [en linea]. 1ª ed chimbote , Inc , 2015.

Disponible en: <https://es.slideshare.net/AngeloAlvarezSifuentes/anlisis-granulomtrico-de-una-muestra-de-terreno-de-chimbote>.

BAENA , Guillermina. . Metodologia de la linvestigacion [en linea] . 1ª ed . Mexico : Grupo editorial Patria , Inc , 2014.

Disponible en :  
<https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+la+investigacion+Baena+Paz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjWwanx1ozjAhVD1IkKHU6FDPEQ6AEIKDAA#v=onepage&q=metodologia%20de%20la%20investigacion%20Baena%20Paz&f=false>.

ISBN: 9786077440031

BERNAL , Cesar . Metodologia de la investigacion para economia , administracion, humanidades y ciencias sociales [en linea] . 2ª ed. Mexico : Pearson Education, Inc , 2015 [fecha de consulta : 14 de junio del 2019 ].

Disponible en :

[https://books.google.com.pe/books?id=h4X\\_eFai59oC&printsec=frontcover&dq=Metodologia+de+la+investigacion+para+economia+,+administracion,+humanidades+y+ciencias+sociales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9kqCn2YzjAhWF1IkKHQXkCx4Q6AEIKDAA#v=onepage&q=Metodologia%20de%20la%20investigacion%20para%20economia%20%2C%20administracion%2C%20humanidades%20y%20ciencias%20sociales&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=h4X_eFai59oC&printsec=frontcover&dq=Metodologia+de+la+investigacion+para+economia+,+administracion,+humanidades+y+ciencias+sociales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9kqCn2YzjAhWF1IkKHQXkCx4Q6AEIKDAA#v=onepage&q=Metodologia%20de%20la%20investigacion%20para%20economia%20%2C%20administracion%2C%20humanidades%20y%20ciencias%20sociales&f=false)

ISBN: 970-26-0645-4.

BONO , Roser. 2012. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales [en linea] . Barcelona ,Inc 2012. [fecha de consulta : 14 de junio del 2019 ].

Disponible en :

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

BOTIA , Wilmar . Manual de procedimientos en ensayos de suelos y memoria de calculo. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Bogota : Universidad Militar Nueva Granada ,2015 , 156 pp.

Revista Vulnerabilidad de estructura en base de los periodos de vibracion [ en linea ]Guayaquil - Ecuador , 2018 [fecha de consulta : 11 de junio del 2019].

Disponible en:

<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/777>

ISSN: 13904663

CHAVEZ , Yoner . 2016. Revista Informe de corte directo[en linea] . Chiclayo , 2016 [fecha de consulta : 6 de junio del 2019].Capitulo 1 . Ensayos de la resistencia cortante .

Disponible en: <https://es.slideshare.net/yonerchavezburgos/informe-de-corte-directo-ntp-339171>.

AGUILAR , Roberto, HINOSTROZA, Marcos y ZAMBRANO, Luis. 2016. La CT+I y nuestra parte . Revista COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE UNO DE EDIFICIO DE POST GRADO DURANTE EL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016[ en linea ] Abril –Mayo 2016 N°4. [fecha de consulta : 11 de junio del 2019].

Disponible en : <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/296> ISSN: 381392 .

DAZA, Diego. 2017. Que es el cinturon de fuego del pacifico y porque produce grandes terremotos [en linea]. Perú 21.PE. 21 de octubre del 2017. [Fecha de consulta: 14 de junio del2019].

Disponible en : <https://peru21.pe/ciencia/cinturon-fuego-pacifico-produce-fuertes-terremotos-376813>

Echeverry , Cristian . Diseño estructura sismo resistente de edificio para oficinas de Docentes de la facultad de Ciencias Tecnicas de la UNESUM. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Manabi- Ecuador : Universidad Estatal del sur de Manabi, 2017, 155 pp.

ESPEJO , Raquel. 2017. Diseño basado en desplazamiento . Lima 2017.

FRANZISCONIS , George y BREYSEE, Dennis . 2019. DIFFERENTIAL SETTLEMENTS OF STRUCTURES FOUNDED ON HETEROGENEOUS SOILS [en linea ]Verano del 2019 ,n.0 45. [fecha de consulta : 15 de junio del 2019].Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266352X02000629?via%3Dihub>.

FREIRE , Manuel. 2000. La CT+I y nuestra parte . Precisiones para el empleo del modulo de balasto [en linea] septiembre –octubre 2000 , N°51 . [fecha de consulta : 15 de junio del 2019] España .

Disponble en : <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/863/947>.

GARAY , Bach. 2017. Influencia de la interaccion suelo -estructura en el comportamiento sisimico de un edificio de 7 niveles del proyecto "Multifamiliar los Balcones del Valle " Barrio Colubo- Cajamarca .Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Cajamarca :Universidad Nacional de Cajamarca , 2017 .176 pp.

GOYANES , Manuel . La CT+I y nuestra parte. Revista ¿Hacia una investigación estandarizada? [en linea]. 2015 Lisboa , N°9. [fecha de consulta : 15 de junio del 2019]

Disponble en : [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S164659542015000300006&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S164659542015000300006&script=sci_arttext&tlng=en)

ISSN: 16465945.

GRANDE, Ildefonso y ABASCAL , Elena . Fundamentos y tecnicas de investigacion comercial . Madrid [en linea] . 13<sup>a</sup> ed. España : ESIC EDITORAL, Inc., 2014. [fecha de consulta : 15 de junio del 2019].

Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=ZbpoBAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Fundamentos+y+tecnicas+de+investigacion+comercial+.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwifxpTL05TjAhUow1kKHSOxBF4Q6AEIJzAA#v=onepage&q=Fundamentos%20y%20tecnicas%20de%20investigacion%20comercial%20.&f=false>

ISSN: 788473565912

HERNANDEZ , FERNANDEZ y BAPTISTA . Tipos de investigacion cientifica [en linea]. 6<sup>a</sup>ed. Mexico :Graw Hill ,Inc, 2014 [fecha de consulta : 15 de junio del 2019].

Disponible en: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000054705>.

JINES , Ruth. 2017. Interaccion sismica suelo -Estructura en edificaciones de sistema dual en la ciudad de moquegua. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Moquegua : Universidad nacional de la Universidad de Tacna , 2017, 134 pp.

CAMPOS , Guillermo y LULE , Nallely . La CT +I .La observacion un metodo para el estudio de la realidad. Revista EIA, (13):45- 60, 2014 .

ISSN: 18706703.

LIND , Johan, Ulker , Mahir y Andersson , Andreas. 2017. Considering dynamic soil-structure interaction in design of high-speed railway bridges. Stocgkholm-Sweden : Eurodyn .Invstigaciones de la interaccion suelo estructura , (199) :2384-2389, agosto 2017.

ISSN:23842389

LINDUNG , Mase. La CT +I . AN APPLICATION OF SOIL BEHAVIOR METHOD IN DETERMINING THE VALUE [en linea]. 2015N°16 . [fecha de consulta : 15 de junio del 2019].

Disponible en :  
file:///C:/Users/HP14/Downloads/Jurnal12016Teknosia2016AnApplicationLindung  
Mase%20(1).pdf

ISSN: 1978-8819.

MACEDO , Jesus . 2018. Analisis de productividad de la lineade refraccion sismica para la optimizacion de estudio de mecanica de suelos en Villa El Salvador , Lima 2018 ". Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018, 147 pp.

Medina Terrones , Bryan Mauricio y Rojas Galvez , Ramiro . Capacidad portante de suelos (Cimentaciones) . ". Lima :Universidad Privada del Norte , 2017, 12 pp. .

Mousalli , Gloria . La CT +I . Metodos y Diseños de Investigacion Cuantitativa [en linea].Junio 2017 [fecha de consulta : 15 de junio del 2019].

Disponible:

file:///C:/Users/HP14/Downloads/Mtodosydiseosdelainvestigacincuantitativa%20(1).pdf

PORTAL Quicaña, Victor. 2016. Mecanicas de suelos Aplicada a la Cimnetacion y vias de transporte .Investigacion de Suelos Ayacucho : UAP, 2019 ,19 pp.

PRZEWLOCKI, Jaroslaw y ZIELINSKA , Monika . La CT +I Analysis of the Behavior of Foundations of Historical Buildings[en linea]. 2016, [fecha de consulta : 15 de junio del 2019].

Disponible en :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816327849>

QUOC ,Nguyen , BEHZAD , Fatahi y ASLAN , Hokmabadi . La CT +I The effects of foundation size on the seismic performance of buildings considering the soil-foundation-structure interaction [en linea]. 2016, [fecha de consulta : 15 de julio del 2019].

Disponible

en:

<https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/44026/1/sem5806006.pdf>

ISSN: 12254586

ROSALES , Erick . Determinacion de la deformacion elasticas y el modulo de elasticidad en suelos expansivos mediante enayos de expansion libre y consolidacion . Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Lima : Universidad Agraria la Molina , 2014, 66 pp.

SAUCEDO, Luis . Efectos de la interaccion suelo estructura en el comportamiento estructural de la clinica los Frenos en Cajamarca. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Cajamarca : Universidad Privada del Norte , 2016, 205 pp.

SILVA , Daniel y IPAÑAQUE , Gustavo. 2009. Interaccion sismica suelo -estructura en edificios aporticados . Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Piura :Universidad Nacional de Piura , 2009, 89 pp..

SUCASACA, Hesmeregildo y MAMANI , Jhon . 2017. Evaluacion de los efectos de interaccion suelo -estructur en el estadio universitario Una -Puno. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Puno : Universidad Nacional del Altiplano de Puno , 2017, 174 pp.

TAFUR , Gester . 2015. Estudio de Granulometria y resistencia del agregado grueso . Tecnologia del concreto , Tarapoto :Universiad Cientifica del Sur , 2015, 24 pp.

VALDERRAMA , Santiago . Pasos para elaborar proyectos de investigacion cientifica. 10 ed Lima : San Marcos , 2019. 479 pp.

VILLANUEVA , Hilder . 2018. Influencia del suelo arenoso en el comoportamineto estructural de una edificacion de albañileria confinada de 5 pisos en ventanilla. Lima . Tesis (Titulo de Ingeniero Civil ) Lima:Universidad Cesar Vallejo 2018, 142 pp.

ViLLARREAL , Genner. Interaccion sismica suelo -Estructura en edificaciones con zapatas aisladas. Lima : s.n., 2009.

YANG , Beng . 2016. Seismic Soil-Structure Interaction in Performance -Baed Design . United Kingdom : s.n., 2016.

YURANI Calvo, Ruiz, BETH, Eliza y GRACIA , Juan S 2016. Trabajo y tecnicas de recoleccion de datos . Santiago de Cali : 2016 , 106 pp.

ZAFRA , Diego . 2018. Ondas Sismicas su importancia para la geofisica y la humanidadd. Bogota : Printed the book, 2018, 263 pp.

# ANEXOS

## ANEXO1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO : INTERACCION DE UN SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE 3 PISOS EN LA MOLINA 2019							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en el comportamiento estructural de la vivienda de 3 pisos en la molina 2019?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar la interacción del suelo arenoso repercute en el comportamiento estructural de la vivienda de 3 pisos en la molina 2019.</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>La interacción del suelo arenoso repercute en el comportamiento estructural de la vivienda de 3 pisos en la molina 2019</p>	<p>Interacción del suelo arenoso</p>	<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Tipo de suelo : Clasificación Sucs (NTP339.127)                      Densidad : cono de arena (NTP 339.143)                      Coeficiente de balasto (E.50)                      Modulo de poisson (NTP-330.154)                      Capacidad portante</p>	<p>EMS</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION :</b> Aplicada Según (Baena Paz, 2014,p. 11). nos manifiesta que investigación aplicada busca conocer, actuar y modificar una realidad problemática</p>
<p><b>ESPECIFICO</b></p> <p>¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en los asentamientos de la vivienda en la molina 2019?</p> <p>¿De qué manera la interacción del suelo arenoso repercute en las presiones de la cimentación de la vivienda en la molina 2019?</p>	<p><b>ESPECIFICO</b></p> <p>- Demostrar que la interacción del suelo arenoso repercute en asentamiento de la vivienda unifamiliar en la molina 2019.</p> <p>- Deducir que el suelo arenoso repercute en las presiones de la cimentación de la vivienda en la molina 2019.</p> <p>- Identificar que la interacción del suelo arenoso repercute en los desplazamientos laterales de la vivienda en la molina 2019.</p> <p>- Establecer que la interacción del suelo arenoso repercute en los periodos de vibración de la vivienda en la molina 2019.</p>	<p><b>ESPECIFICO</b></p> <p>La interacción del suelo arenoso repercute en los asentamientos de la vivienda de 3 pisos en la molina 2019</p> <p>- La interacción del suelo arenoso repercute en las presiones de la cimentación de la vivienda de 3 pisos en la molina 2019</p> <p>- La interacción del suelo arenoso repercute en los desplazamientos de la vivienda de 3 pisos en la molina 2019</p> <p>- La interacción del suelo arenoso repercute en los periodos de vibración de la vivienda de 3pisos en la molina 2019</p>	<p>Comportamiento Estructural</p>	<p>Movimiento Dinamico</p> <p>Infraestructura</p> <p>Superestructura</p>	<p>Base empotrada                      Modelo Barkan                      Modelo ilichev                      Modelo de la norma rusa</p> <p>Asentamientos del suelo (cm)                      Presiones del suelo (kg/cm2)</p> <p>Desplazamientos (s/u)                      Periodos de vibración(s)</p>	<p>Modelo Dinamico de Interacción suelo estructura</p> <p>Software SAFE</p> <p>Software ETABS V.16</p>	<p><b>Nivel de investigación :</b>                      Correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación:</b>                      Experimental</p> <p><b>Muestra :</b> La vivienda unifamiliar de 3 pisos la molina</p> <p><b>Muestreo :</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica de recolección de datos :</b>                      La observación, ensayos estandarizados.</p>

## ANEXO 2: PERFIL ESTATIGRAFICO

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO				PERFORACION
PROYECTO :	Interacción de un suelo arenoso en el comportamiento estructural de una vivienda			C-01
ESTUDIO :	Estudio de mecánica de suelos			
UBICACIÓN:	Jiron Lurin en el distrito del Sol de la molina			
SOLICITANTE :	Medina Pachó Jeremías	PROVINCIA:	La Molina	
TECNICA :	Calicata	ELABORADO :	Laboratorio UCV	
FECHA :	sep-19	PROFUNDIDAD FINAL	2.5 M	NIVEL FREÁTICO:
				No se encontro
PROFUNDIDAD METROS	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	CLASIFIC. SUCS	DESCRIPCION DEL SUELO
0.5m	1 (- 0.60 m)			Relleno heterogeneo con pedazos de ladrillos y raices
1m	2 (-2.40 m)		SP- SM	Se encuentra la arena limosa (SP-SM), en estado humedo , cuya compacidad varia de medianamente denso a denso
2m				
2.5m	3 (Subyacente)		GP-GM	Subyacente a este estrato se encuentra la grava mal gradada con presencia de limos
3 m				

Tec. Julio ernesto Dias Gutierrez

Ing Margarita Boza Olechea  
  
 Margarita Boza Olechea  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500

### ANEXO3: RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LIMA NORTE - 2019

(SP con gravas = Arena pobremente gradada con gravas - La Molina-Lima)		
Variable		
	Símbolo	
<b>Muestra</b>		
Angulo de Fricción (falla general)	$\phi$	35,19°
Angulo de Fricción Corregida (falla local)	$\phi$	25,28°
Cohesión (falla general)	c	0,03
Cohesión Corregida (falla local)	c	0,02
Factores de Capacidad de Carga	Nc	21,13
	Ng	11,98
	Ny	11,32
Peso Volumétrico del Suelo	$\gamma_1, \gamma_2$	2000 kg/m <sup>3</sup>
Profundidad	Df	1,25 y 1,50 m
Ancho de Cimiento	Variable	1,20 m
Factor de forma del Cimiento Corrido	Sc, Sq, Sy	1
Factor de Seguridad por Corte	FS	3

Cimentación Rectangular Df=1,25 m:

$$q_{ult} = 200 \times 21,13 \times 1,69 + 2000 \times 1,25 \times 10,98 \times 1,63 + 0,5 \times 2000 \times 1,2 \times 11,32 \times 0,47$$

$$q_u = 58218 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{ad} = 58218/3 = 1,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ult} = 200 \times 21,13 \times 1,52 + 2000 \times 1,25 \times 10,98 \times 1,47 + 0,5 \times 2000 \times 1,2 \times 11,32 \times 0,60$$

$$q_u = 54979 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{ad} = 54979/3 = 1,83 \text{ kg/cm}^2$$

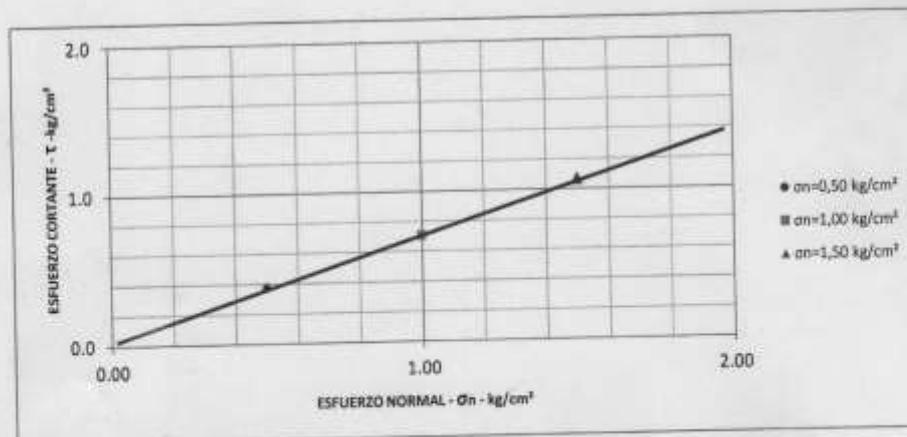
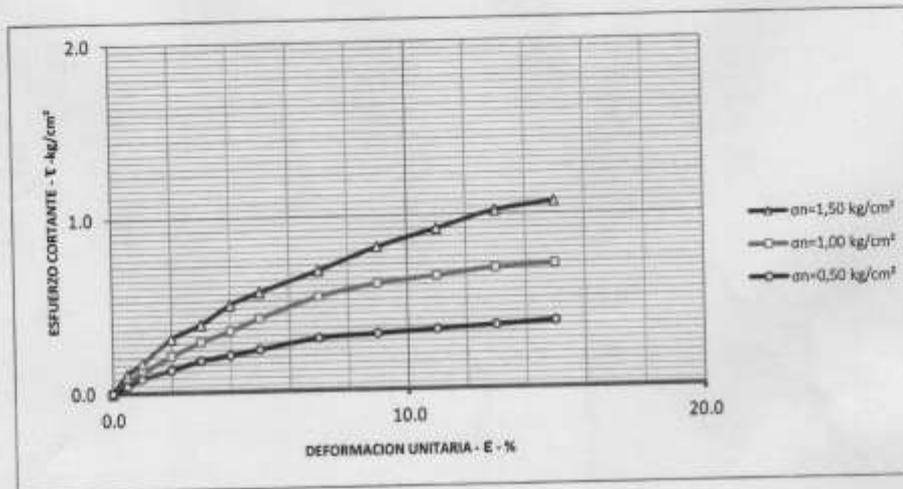
*Cors*



Proyecto	INTERACCIÓN DE UN SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 PISOS	Técnico	J.E.D.G.
Ubicación	LA MOLINA - LIMA	Fecha	vie 27-09-19

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

Angulo de Friccion Interna del Suelo	35.19 (°)
Cohesion Aparente del Suelo	0.030 (kg/cm <sup>2</sup> )
Densidad Seca	1.83 (g/cm <sup>3</sup> )
Humedad Natural	1.38 (%)



Formato 05-04-18

*Cez*  
Julio Ernesto Diaz gutierrez

Ing Margarita Boza Olechea  
  
Margarita Boza Olechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP 80500

# Ensayo de granulometría

		ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 PISOS		Técnico	J.E.D.G.
Ubicación	LA MOLINA - LIMA - LIMA			Fecha	vie 27-09-19
Calicata	C - 1				
Muestra	M - 1				
Profundidad (m)	2.00				
<b>Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D 422</b>					
Tamiz	(mm)	% Que Pasa			
3"	75.00	100			
2"	50.00	98			
1 1/2"	38.10	95			
1"	25.00	92			
3/4"	19.00	89			
1/2"	12.50	84			
3/8"	9.50	81			
1/4"	6.30	74			
N° 4	4.75	70			
N° 10	2.00	48			
N° 20	0.85	25			
N° 40	0.425	12			
N° 60	0.25	7			
N° 100	0.15	3			
N° 200	0.075	2			
<b>Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad - ASTM D 4318 (95)</b>					
Limite Líquido	N.T.				
Limite Plástico	N.P.				
Índice de Plasticidad	N.T.				
<b>Clasificación de Suelos SUCS - ASTM D 2487 (93)</b>					
Clasificación	SP con grava				

Gráfico de granulometría que muestra el porcentaje acumulado que pasa (%) en función del diámetro de partícula (mm). El eje horizontal (Diámetro de partícula) es logarítmico, con marcas en 100.00, 10.00, 1.00, 0.10 y 0.01 mm. El eje vertical (Porcentaje acumulado que pasa) es lineal, con marcas de 0 a 100 en incrementos de 10. La curva muestra una distribución de partículas que se clasifica como SP con grava.

Formato S04-01/18

*Julio Ernesto Diaz gutierrez*  
 Julio Ernesto Diaz gutierrez

*Margarita Poza Olaechea*  
 Margarita Poza Olaechea  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP: 80500

### Parámetros para el Diseño Sismo-resistente

Según la norma E 030 Diseño sismorresistente, al Perú se considera cuatro zonas sísmicas y a cada una se le asigna un factor Z que interpreta la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedido en 50 años.

En el presente caso para determinar la sismicidad del lugar se han analizados las aceleraciones procedentes de los mapas de aceleraciones máximas para periodos de recurrencia sísmicas de 30, 50 y 100 años propuesta por Casaverde y Martinez V. (1980) los que indican que el terreno estudiado está en una **zona 4 de alta sismicidad**, corresponde un valor igual a 0,45.

El factor de amplificación sísmica de suelo se determina a partir del perfil estratigráfico, propiedades mecánicas de suelos, periodo fundamental del suelo para vibración de baja amplitud, espesor del estrato y velocidad de propagación de las ondas de corte.

Según los mapas de Zonificación Sísmicas y Mapas de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo con las Normas Sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones E – 030, del año 2019, el distrito de La Molina se encuentra comprendida en la **zona 4** correspondiéndole una sismicidad alta con un suelo de cimentación como arena pobremente gradada con gravas, **Tipo I**, correspondiéndole un **factor de suelo de  $S_s = 1,00$** , y un **periodo predominante de vibración del suelo igual a 0,40 segundos**.



Tec. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



  
Margarita Boza Olechea  
INGENIERA CIVIL  
C. 11224

## ANEXO 4: TRABAJO DE CAMPO



Extrayendo la calicata en la vivienda



Realizando la granulometría en el laboratorio con los tamices

## ANEXO5: FICHAS DE VALIDEZ

### REGISTRO TECNICO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO:

UBICACIÓN

Elaboración de **calicata** a 1.5 m de profundidad

Ensayo de **Clasificación** de suelos SUCS

Ensayo de la densidad del cono de arena , saber la **densidad seca**

Ensayo de corte directo : saber el **Angulo de fricción** interna y la cohesión

Tamaño de la cimentación : ancho

Factor de seguridad

Formula

La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Elemento de soporte	Unidad	Zapata conectada
Peso especifico del suelo	g/cm3	
Ancho del cimientto (B)	m	
Profundidad del cimientto	m	
Factores de carga (Nc , Nt , Nq)	s/u	
(Nx :(referencia Verruij Pag.241,Hansen1961)	s/u	
Cohesion	Kg/cm2	
Factor de Seguridad	s/u	
Capacidad portante =(qu/F.S)	Kg/cm2	

FICHA DE ASENTAMIENTO TOTALES			
<b>INFLUENCIA DEL SUELO EN LA SUBESTRUCTURA</b>  <b>INSTRUMENTO:</b> <b><u>SOFTWARE DE ANALISIS DE CIMENTACIONES SAFE 2018</u></b>	Asignación de propiedades mecánicas del suelo	Capacidad portante Rígido	Capacidad portante flexible
		Balasto rígido	Balasto flexible
	Asignación de cargas superficiales de la estructura	Soportar una Edificación de 5 pisos de sistema dual	
		Carga viva	Carga viva
		Carga muerta	Carga muerta
<b>Presiones en el suelo</b>			
<b>Piso</b>	<b>Caso de carga</b>	<b>Presión Rígida</b>	<b>Presión Flexible</b>
Texto		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	Servicio		
2	Servicio		
3	Servicio		
4	Servicio		
5	Servicio		
<b>Asentamientos totales de la edificación</b>			
<b>Piso</b>	<b>Caso de carga</b>	<b>Asen. Rígido</b>	<b>Asen. Flexible</b>
		cm	cm
1	Servicio		
2	Servicio		
3	Servicio		
4	Servicio		

FICHA DE PERIODO Y DESPLAZAMIENTO LATERALES								
INFLUENCIA DEL SUELO EN LA SUPERESTRUCTURA <b>INTRUMENTO DE SOFTWARE ETABS</b>					MODELO EMPOTRADO	MODELO FLEXIBLES		
						BARKAN	ILICHEV	NORMA RUSA
	CREACION DE MODELOS							
	SISTEMA ESTRUCTURAL							
	DIBUJO DEL PROYECTO							
	CARGAS DAÑINAS							
	DETERMINAR EL ESPECTRO DE DISEÑO							
ANALISIS DE ISE								
<b>Registro de derivas en centro de masa y rigidez</b>								
N° piso	Sismo Dinámico	UX	altura de piso	distorsión relativa	Distorsión. Elástica	Distorsión Inelástica	límite del sistema	norma E-030
piso 5	SDX Max							
piso 4	SDX Max							
piso 3	SDX Max							
piso 2	SDX Max							
piso 1	SDX Max							
<b>Registro de Derivas en centro de masa y rigidez</b>								
N° piso	Sismo Dinámico	UY	altura de piso	distorsión n relativa	distors. Elástica	Distorsión. Inelástica	límite de sistema de dual	norma E-030
piso 5	SDY Max							
piso 4	SDY Max							
piso 3	SDY Max							
piso 2	SDY Max							
piso 1	SDY Max							

COMPARACION DE DERIVAS EN CENTRO DE MASAS DE RIGIDEZ POR LOS MODELOS							
Sismo Dinámico	PISO	Empotrado	Modelo Dinámicos			limite de concreto armado	norma E-030
			Barkan	Hchev	N. Rusa		
	piso 5						
	piso 4						
	piso 3						
	piso 2						
	piso 1						
COMPARACION DE PERIODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA							
Sismo Dinámico	CASO MODAL	Empotrado	Modelo Dinámicos			norma E-030	
			Barkan	Hchev	Rusa		
	piso 5						
	piso 4						
	piso 3						
	piso 2						
	piso 1						

Validado por 3 expertos:

  
 MARCO ANTONIO  
 ZEÑA ARMAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 154203

  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

  
 CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 00187

Experto 1

Experto 2

Experto 3

Tabla de calificaciones respectivas:

Puntaje	Aceptacion
0.81-1.00	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Moderada
0.21-0.40	Baja
0.01-0.20	Muy Baja

Puntaje	Aceptacion
0.81-1.00	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Moderada
0.21-0.40	Baja
0.01-0.20	Muy Baja

Puntaje	Aceptacion
0.81-1.00	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Moderada
0.21-0.40	Baja
0.01-0.20	Muy Baja



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INTERACCION DE UN SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 PISOS EN LA MOLINA 2019", cuyo autor es MEDINA PACHO JEREMIAS JOSUE , constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 07 de Octubre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor</b>	<b>Firma</b>
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 08584295 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4926-8556	Firmado digitalmente por :CVILLEGASM el 07-10-2021 09:10:49