



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO  
CONSIDERANDO LA INTERACCIÓN SUELO  
ESTRUCTURA EN LA CIUDAD  
DE MOQUEGUA, 2021**

**PRESENTADA POR**

**BACHILLER ANTONIA CONDORI MAMANI**

**ASESOR:**

**MGR. FREDY JAIME CALSÍN ADCO**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**MOQUEGUA - PERÚ**

**2023**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Pagina de jurado .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido .....	iv
CONTENIDO DE TABLAS.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS .....	ix
CONTENIDO DE APÉNDICES .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2.	Definición del Problema.....	4
1.1.1.	Problema General .....	4
1.2.2	Problemas Específicos .....	4
1.3.	Objetivos de la Investigación .....	4
1.3.1	Objetivo General.....	4
1.3.2	Objetivos Específicos .....	4
1.4	Justificación.....	4
1.4.1	En lo económico .....	5

1.4.2	En lo social.....	6
1.4.3	En lo técnico .....	6
1.4.4	En lo constructivo .....	6
1.5	Alcances y limitaciones.....	6
1.5.1	Alcances.....	6
1.5.2	Limitaciones.....	7
1.6	Variables.....	7
1.6.1	Operacionalización de la variable independiente .....	7
1.6.2	Operacionalización de la variable dependiente .....	7
1.7	Hipótesis de la Investigación.....	8
1.7.1	Hipótesis General.....	8
1.7.2	Hipótesis Específicas .....	8

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la Investigación .....	9
2.2	Marco teórico .....	10
2.2.1	Flexibilidad en la base de fundación.....	10
2.2.2	Interacción Inercial .....	11
2.2.3	Interacción cinemática .....	12
2.2.4	Interacción suelo estructura .....	12
2.2.5	Modelos de interacción suelo estructura.....	13
2.2.6	Análisis sísmico espectral según la norma E.030 .....	14
2.2.7	Cimentación en estructuras de albañilería .....	16

2.2.8	Ingeniería geotécnica en la interacción suelo estructura .....	17
-------	--	----

### CAPÍTULO III

#### METODO

3.1	Tipo de la Investigación .....	19
3.2	Diseño de la Investigación .....	19
3.3	Población y Muestra.....	19
3.4	Descripción de instrumentos para la recolección de datos .....	19
3.4.1	Técnicas .....	19
3.4.2	Instrumentos.....	19
3.4.3	Planos.....	19
3.4.4	Procesamiento de datos .....	19

### CAPÍTULO IV

#### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis estructural .....	20
4.2	Predimensionamiento .....	22
4.3	Análisis de la estabilidad .....	25
4.4	Modulo de Balasto.....	25
4.5	Modelo matematico del muro de contencion .....	25
4.7	Interaccion sísmica suelo estructura.....	29
4.8	Resultados del método clásico.....	30
4.9	Resultados del método interaccion sísmica suelo estructura.....	33
4.10	Contrastación de hipótesis.....	35

4.11	Discusión de resultados .....	37
------	-------------------------------	----

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones .....	39
-----	--------------------	----

5.2	Recomendaciones.....	40
-----	----------------------	----

	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
--	----------------------------------	----

	APÉNDICE .....	45
--	----------------	----

	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	106
--	-----------------------------	-----

	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	108
--	---	-----

## CONTENIDO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Variable independiente .....	7
Tabla 2 Variable dependiente .....	7
Tabla 3 Coeficientes de compresión y amortiguamiento .....	29
Tabla 4 Coeficientes de rigidez.....	29
Tabla 5 Amortiguamiento relativo para vibraciones verticales .....	29
Tabla 6 Amortiguamiento relativo para vibraciones horizontales y rotacionales..	29
Tabla 7 Masa de la cimentación.....	30
Tabla 8 Coeficientes de amortiguamiento.....	30
Tabla 9 Resumen de desplazamientos del Muro de Contencion.....	35
Tabla 10 Prueba de primera hipótesis especifica .....	35
Tabla 11 Prueba de segunda hipótesis especifica .....	36

## CONTENIDO DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Fallas en muros de contención.....	1
Figura 2 Falla por volcamiento .....	2
Figura 3 Falla por deslizamiento.....	3
Figura 4 Falla por asentamiento.....	3
Figura 5 Modelo matemático de la fijación de la estructura con el suelo.....	11
Figura 6 Interacción inercial suelo cimentación .....	11
Figura 7 Interacción cinemática suelo estructura.....	12
Figura 8 Sistema suelo estructura completo.....	13
Figura 9 Mapa de zonificación sísmica.....	14
Figura 10 Estabilidad del muro de contención.....	21
Figura 11 Predimensionamiento de muro cantilever .....	22
Figura 12 Vista en planta del muro de contención.....	23
Figura 13 Vista en elevacion del muro de contención .....	24
Figura 14. Estabilidad del muro de contención.....	25
Figura 15 Modelo del muro de contencion en SAP2000 .....	26
Figura 16 Empuje por sobrecarga en SAP2000 .....	27
Figura 17 Empuje activo en SAP2000.....	28
Figura 18 Desplazamiento por S/C .....	31
Figura 19 Desplazamiento por S/C en el centro de masa.....	31
Figura 20 Desplazamiento por Ea .....	32
Figura 21 Desplazamiento por Ea en el centro de masa .....	32
Figura 22 Desplazamiento por S/C .....	33

Figura 23 Desplazamiento por S/C en el centro de masa.....	33
Figura 24 Desplazamiento por Ea .....	34
Figura 25 Desplazamiento por Ea en el centro de masa .....	34



## CONTENIDO DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
APENDICE A. Estudio de mecánica de suelos .....	45

## RESUMEN

En este proyecto denominado “Diseño de muros de contención en voladizo considerando la interacción suelo estructura en la ciudad de Moquegua, 2021” se desarrolló un método para evaluar el comportamiento de estructuras de contención considerando los efectos de la interacción entre el suelo y la estructura, tomando en cuenta las características geotécnicas de la zona del proyecto. El objetivo de la investigación fue encontrar la diferencia entre la utilización de la metodología clásica con respecto al método de interacción suelo y estructura en muros de contención en voladizo. El tipo de investigación es aplicada, el diseño de la investigación es descriptivo correlacional, no experimental, la población empleada fueron los muros de contención en voladizo en el CPM de Chen Chen. La muestra analizada fue un muro de contención en voladizo de 6 m de altura en la Asociación Mirador Buena Vista del CPM de Chen Chen, las técnicas utilizadas fueron la observación directa y la consulta a expertos, los instrumentos empleados fueron un software de análisis estructural, hojas de cálculo y los resultados del estudio de mecánica de suelos. Las conclusiones fueron, al comparar el método de interacción suelo - estructura con respecto al método de análisis clásico en muros de contención, se comprobó que los resultados más conservadores se obtienen aplicando el método clásico; al aplicar el modelo de la integración sísmica suelo estructura en los muros de contención, considerando las características del suelo de fundación se obtienen mejores resultados, acordes con el comportamiento real de la estructura.

*Palabras Clave:* Muros de contención, interacción suelo estructura, análisis estructural, mecánica de suelos.

## ABSTRACT

In this project called "Design of cantilever retaining walls considering soil-structure interaction in the city of Moquegua, 2021" a method was developed to evaluate the behavior of retaining structures considering the effects of the interaction between soil and structure, taking into account the geotechnical characteristics of the project area. The objective of the research was to find the difference between the use of the classical method and the soil-structure interaction method in cantilever retaining walls. The type of research is applicative, the research design is descriptive correlational, non-experimental, the population used was the cantilever retaining walls in the Chen Chen CPM. The sample analyzed was a 6 m high cantilevered retaining wall in the Asociación Mirador Buena Vista of the CPM of Chen Chen, the techniques used were direct observation and expert consultation, the instruments used were structural analysis software, spreadsheets and the results of the soil mechanics study. The conclusions were, when comparing the soil-structure interaction method with respect to the classical analysis method in retaining walls, it was found that the most conservative results are obtained by applying the classical method; when applying the seismic soil-structure integration model in retaining walls, considering the characteristics of the foundation soil, better results are obtained, in accordance with the real behavior of the structure.

*Keywords:* Retaining walls, soil-structure interaction, structural analysis, soil mechanics.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación que lleva como título Diseño de muros de contención en voladizo considerando la interacción suelo estructura en la ciudad de Moquegua, 2021, define las consideraciones a tener en cuenta en el análisis y diseño de muros de contención en voladizo considerando la interacción suelo - estructura.

La interacción sísmica suelo estructura es un conjunto de cambios entre el suelo, cimentación y estructura, dicho fenómeno es causado generalmente por las características del suelo, donde se considera las características de la masa, la rigidez y el amortiguamiento que interfieren en el suelo sobre el análisis de una edificación (Deza y Orihuela, 2019).

La presente investigación realiza el análisis de la interacción suelo estructura a un muro de contención en voladizo de 6.00m de altura considerando sus características estructurales y geotécnicas, con los datos de un estudio de mecánica de suelos del cercado de la ciudad de Moquegua

Así mismo se presenta el sistema de cálculo, desde la ubicación de sitio, planos de la estructura de contención, estudio de geotecnia de la zona y los parámetros de rigidez, masa y amortiguamiento del modelo estructural. Para finalmente aportar con las conclusiones y recomendaciones para este tipo de estructuras y de esta manera analizar la interacción del suelo y la estructura para los muros de contención en voladizo.

El objetivo general fue evaluar el comportamiento estructural de los muros de contención en voladizo considerando la interacción suelo estructura en la ciudad de Moquegua 2021, donde se analiza la estabilidad del muro de contención

considerando la interacción suelo estructura, para luego de evaluar los resultados contrastar las hipótesis consideradas.

En el capítulo I, se realizó la planificación de la tesis, en esta parte se aborda la problemática, los objetivos a alcanzar y la justificación que se emplea en el siguiente trabajo.

En el capítulo II se desarrolló el marco teórico, donde se plasman los antecedentes, de acuerdo a las variables en estudio, marco teórico y definición de la terminología y el planteamiento de las hipótesis.

En el capítulo III se desarrolló el método, donde se determina la clase de investigación, nivel de la misma, la población y su muestra; aquí se establecen los parámetros de sitio para analizar la problemática de investigación.

En el capítulo IV se analizaron e interpretaron los resultados en base a los objetivos e hipótesis consideradas en la investigación.

En el capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Huamán (2018), sostiene que los muros de contención uno de los inconvenientes que aún persiste en los estudios de mecánica de suelos es la presión del suelo. Uno de los factores a considerar en estos elementos estructurales es la presión dinámica del suelo debido a un fenómeno sísmico, las cuales aumentan los esfuerzos laterales y ponen en peligro la estabilidad de la estructura y el terreno.

**Figura 1**

*Fallas en muros de contención*



*Nota:* Valverde (2019)

## **Figura 2**

*Falla por volcamiento*



*Nota:* Valverde (2019)

En los últimos cinco años aún existen incógnitas sobre la interacción entre el suelo y la estructura en muros de contención, además de los esfuerzos generados por esta interacción en situaciones estáticas o dinámicas. El análisis y diseño que se realiza actualmente en estructuras de contención, no considera la interacción suelo estructura, lo cual podría poner en riesgo la seguridad y estabilidad de las estructuras de contención de tierras. Para determinar el aporte del muro de contención en la estabilidad se realiza el análisis considerando el efecto de la interacción suelo estructura para lo cual se obtiene un diagrama de presiones que varía de acuerdo al tipo de estructura propuesto (Vásquez y Merodio, 2018).

### **Figura 3**

*Falla por deslizamiento*



*Nota:* Chillagana (2013)

De acuerdo al estudio del presente trabajo no se encontraron investigaciones similares a la presente investigación, que describan o analicen el efecto de la interacción suelo estructura en los muros de contención en voladizo. Considerando los datos del estudio de mecánica de suelos además de las exigencias de diseño planteadas en la norma técnica ACI-318 y el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

### **Figura 4**

*Falla por asentamiento*



*Nota:* Chillagana (2013)



## **1.2. Definición del Problema**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cómo influye la interacción suelo y estructura en el análisis y diseño de los muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

¿Cómo influye la utilización del método de interacción suelo y estructura con respecto al método de análisis clásico en muros de contención de la ciudad de Moquegua, 2021?

¿Cómo determinar la diferencia entre el método de interacción suelo estructura con respecto al método clásico para el análisis de muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021?

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General.**

Determinar la influencia de la interacción suelo y estructura en el análisis y diseño los muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

Determinar la influencia en la utilización del método de interacción suelo y estructura con respecto al método de análisis clásico en muros de contención de la ciudad de Moquegua, 2021.

Determinar la diferencia entre el método de interacción suelo estructura con respecto al método clásico en muros de contención de la ciudad de Moquegua, 2021.

## **1.4 Justificación**

Villareal (2006), los modelos matemáticos en la actualidad consideran la cimentación como un medio exterior rígido la que se encuentra empotrada en la

base. La interacción entre el suelo y la estructura es de gran importancia en el cálculo de los elementos estructurales de concreto armado, debido a que influye en los modos de vibración libre, así como también en la distribución de los esfuerzos de la superestructura y la sub estructura, de esta forma las fuerzas internas cambian y por consiguiente varían los desplazamientos.

La presente investigación tiene como propósito, conocer el comportamiento estructural entre un muro de contención en voladizo y la influencia entre con el suelo de fundación considerando los efectos de la interacción suelo y estructura en los modelos matemáticos.

El desarrollo de la presente investigación será de ayuda para la los profesionales, estudiantes y afines a la ingeniería civil, de la zona. Con la finalidad de considerar todos los resultados realizados en un estudio de suelos, como por ejemplo el módulo de Balasto, en el análisis y diseño de muros de contención en voladizo.

#### **1.4.1 En lo económico.**

El diseño óptimo de muros de contención en voladizo evitara una mayor inversión económica por parte de la institución o propietarios en la reparación de muros de contención.

#### **1.4.2 En lo social.**

En lo social se evitara que pueda haber pérdidas materiales y económicas en la zona debido a que no se consideran todos los resultados emitidos por un estudio de suelos, como la rigidez del suelo.

### **1.4.3 En lo técnico.**

Técnicamente la presente investigación podrá servir de referencia a profesionales, estudiantes y afines a la ingeniería civil en futuros cálculos y procedimientos a considerar en el diseño de muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021.

### **1.4.4 En lo constructivo.**

En lo constructivo los profesionales encargados de realizar el estudio de suelos deberán emitir resultados con todas las consideraciones que se requieran en la presente investigación para que puedan ser considerados en el cálculo estructural de los muros de contención en voladizo.

## **1.5 Alcances y limitaciones**

### **1.5.1 Alcances.**

La presente investigación tiene por finalidad dar las recomendaciones geotécnicas y estructurales en el diseño de muros de contención en voladizo considerando los efectos de la interacción suelo estructura en la ciudad de Moquegua 2021.

### **1.5.2 Limitaciones.**

La presente investigación está destinada para las estructuras de contención en la ciudad de Moquegua 2021.

La presente investigación se limita a considerar los efectos de la interacción suelo estructura en muros de contención en voladizo.

La presente investigación se limita según el estudio geotécnico a la Asociación Mirador Buena Vista del CPM de Chen Chen de la ciudad de Moquegua.

## 1.6 Variables

### Variable independiente (VI)

Interacción suelo estructura

### Variable Dependiente (VD)

Muros de contención en voladizo

#### 1.6.1 Operacionalización de la variable independiente.

En la Tabla 1 se presenta la descomposición deductiva de las propiedades de la variable independiente, la misma que es parte de la presente investigación detallando la dimensión, indicadores y su medición.

**Tabla 1**

*Variable independiente*

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de medición
Interacción suelo estructura	Norma E.050	Tipo de suelo	Tn	Rígido
		Estudio de	m	Flexible
		mecánica de suelos		Intermedio

#### 1.6.2 Operacionalización de la variable dependiente.

De igual manera se presenta la Tabla 2 se presenta la variable dependiente muros de contención en voladizo con sus características correspondientes.

**Tabla 2**

*Variable dependiente*

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de medición
Muros de contención	Diseño	Elementos estructurales	Tn	Esfuerzos
	Concreto		m	
	Armado			

## **1.7 Hipótesis de la Investigación**

### **1.7.1 Hipótesis General.**

La influencia de la interacción suelo y estructura en el análisis y diseño de los muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021 es significativa.

### **1.7.2 Hipótesis Específicas.**

La utilización del método de interacción suelo y estructura con respecto al método de análisis clásico para el análisis de muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021 es beneficioso.

El método de la interacción suelo estructura arroja mejores resultados con respecto al método clásico para el análisis y diseño de muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

Villareal (2007), en la publicación que lo hizo merecedor al Premio Nacional ANR 2007 “Interacción Sísmica Suelo Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas” y “Interacción Suelo – Estructura en Edificios Altos”, trabajó con acelerogramas de la Provincia de Lima para edificaciones de más de 4 niveles, con el objetivo de elaborar una metodología para aplicar en los modelos matemáticos con interacción suelo y estructura considerando las características propias del suelo como flexibilidad e inercia, donde una de las conclusiones fue que las propiedades del suelo de fundación incrementan el periodo y las formas de vibración los cuales a su vez incrementan las deformaciones de los sistemas e incrementan los esfuerzos debidos a la flexión, al corte, y a fuacciones axiales con la excepción de los momentos torsores los cuales no varían.

Solano (2012), en su tesis para Maestría en Ingeniería Civil “Evaluación del daño en edificios considerando los efectos de Interacción Sísmica Suelo Estructura”. Con el objeto de conocer la ubicación del daño en edificaciones utilizando la metodología de la rigidez en el suelo, eliminando la componente del efecto horizontal en la interacción con el suelo de la estructura, donde una de las conclusiones fue que cuando se utilizaron los modelos de base rígida, la localización de los daños en la superestructura resultó ser más precisa, además utilizando el modelo de empotramiento la envergadura del daño fue sobreestimada, obteniéndose resultados con mayor margen de seguridad.

León y Galicia (2007), en su investigación titulada “Interacción Sísmica Suelo Estructura en Edificaciones de Albañilería Confinada con Plateas de Cimentación” planteo como objetivo el analizar la interacción sísmica del suelo y la estructura en edificaciones unifamiliares de albañilería confinada con losa de cimentación de cinco niveles más azotea, donde uno de los principales resultados fue que al considerar la interacción del suelo con la estructura se puede determinar en forma simultánea el comportamiento del suelo de fundación con la edificación frente a los sismos, concluyendo que ante este escenario, el suelo contribuye a mejorar la distribución de los esfuerzos en las estructuras de las viviendas analizadas.

## **2.2 Marco teórico**

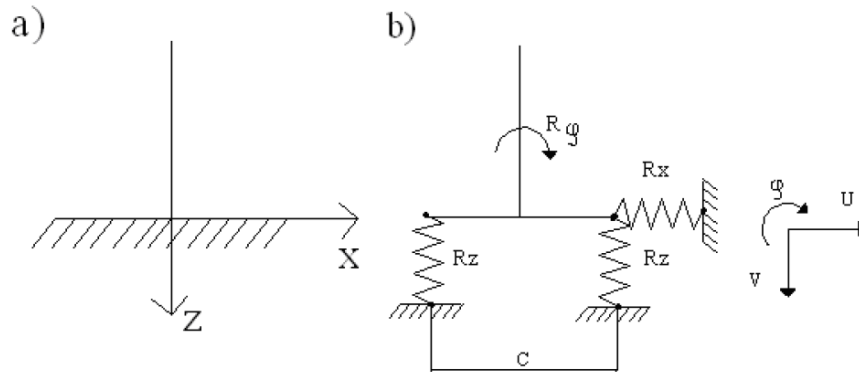
### **2.2.1 Flexibilidad en la base de fundación.**

Vizconte (2015), señala que el planteamiento acostumbrado del cálculo de estructuras se considera el empotramiento entre las columnas y la cimentación, siempre en cuando el suelo sea altamente rígido el modelo matemático se interpreta

como en la figura a). Pero en el caso de la ciudad de Moquegua donde la mayor parte del terreno tiene un suelo del tipo flexible, el modelo matemático se interpreta como en la figura 5.

**Figura 5**

*Modelo matemático de la fijación de la estructura con el suelo*



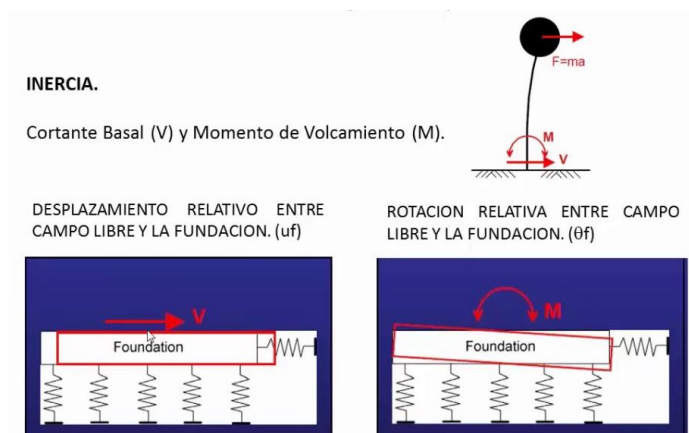
*Nota: Villareal (2007)*

### 2.2.2 Interacción Inercial.

Solano (2012), define la interacción inercial como un modelo mediante el cual las funciones propias del suelo es decir las rigideces, amortiguamiento del suelo y la cimentación dependientes según las matrices de rigidez, amortiguamiento y masa interfieren en los otros elementos.

**Figura 6**

*Interacción inercial suelo cimentación*



*Nota: Vizconte (2015)*

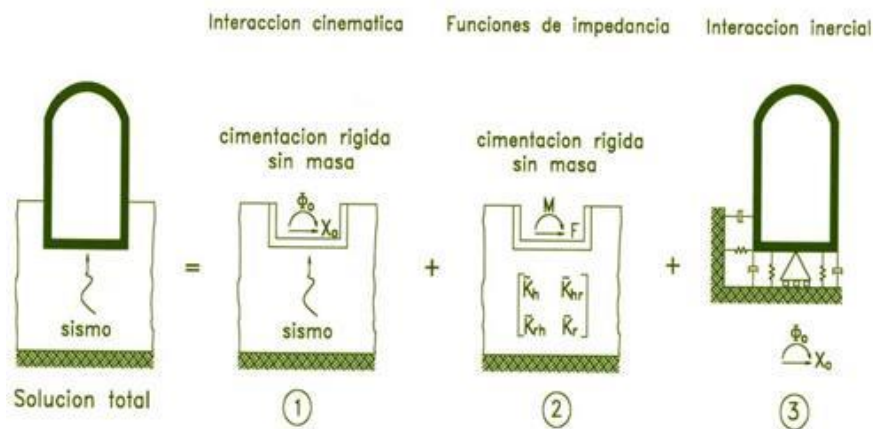


### 2.2.3 Interacción cinemática.

Solano (2012) afirma que la interacción cinemática es la diferencia que hay entre el movimiento de la estructura y la excitación de la base y eso se torna importante al analizar las cimentaciones desplantadas en el sub suelo. Estos efectos se originan porque la rigidez que aporta la cimentación no le permite acomodarse a las deformaciones del suelo causadas por el movimiento de la super estructura, originándose el fenómeno de la difracción de ondas que produce variaciones en la masa del suelo muy cerca a la cimentación. Se produce una superposición de ondas que inciden y las que se reflejan en la superficie además de las difractadas y estas son las razones del efecto de la interacción cinemática. Se aúnan los factores de la geometría de la cimentación, los estratos del suelo y la naturaleza de la excitación sísmica.

**Figura 7**

*Interacción cinemática suelo estructura*



*Nota:* Dueñas (2016)

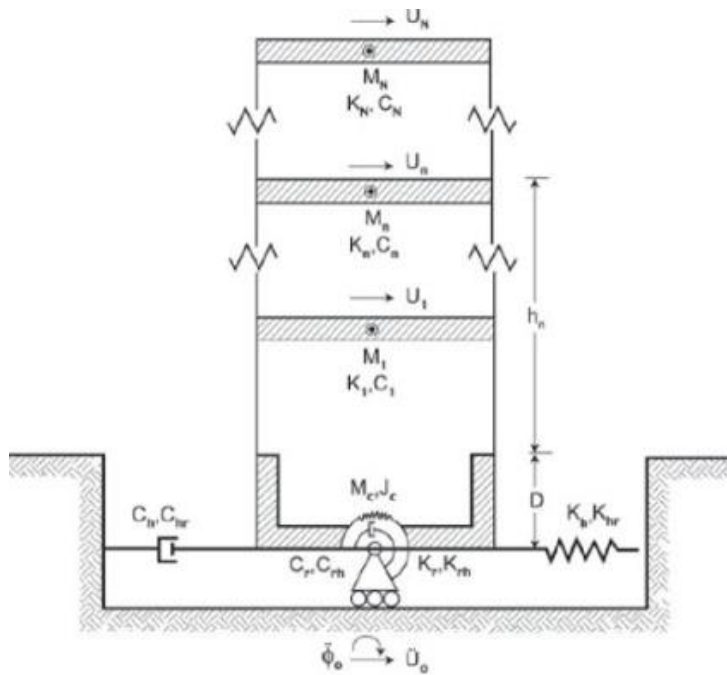
### 2.2.4 Interacción suelo estructura.

Villareal (2007), define el accionar del suelo y la estructura al considera al suelo como un espacio elástico y el fenómeno de la fuerza sísmica como un proceso

oscilatorio, con este análisis se formularon y resolvieron problemas de la difracción de ondas en la sub estructura, determinando el carácter de la acción sísmica en la super estructura.

**Figura 8**

*Sistema suelo estructura completo*



*Nota:* Dueñas (2016)

### 2.2.5 Sistemas de interacción suelo y estructura.

Modelos dinámicos de:

- D. Barkan – O. Savinov.
- Winkler – Coeficiente de Balasto.
- V. A. Illiachev.
- A. E. Sargisian.
- Norma rusa Snip.
- Toamando en cuenta la flexibilidad del suelo de fundación.

## 2.2.6 Análisis sísmico espectral según la norma E.030.

### 2.2.6.1 Zonificación Sísmica.

Según el artículo 2.1 se considerara un factor de zonificación sísmica de  $Z = 0.45$  correspondiente a la ciudad de Moquegua.

**Figura 9**

*Mapa de zonificación sísmica*



*Nota:* Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016)

### 2.2.6.2 Perfiles de suelo.

Para nuestro caso según el artículo 2.3.1 consideraremos un tipo de suelo S2.

### 2.2.6.3 Categoría de edificación.

De acuerdo al artículo 3.1 se cataloga a las viviendas con la categoría C y le corresponde un factor de uso  $U = 1.0$

#### **2.2.6.4 Factor de amplificación sísmica (C).**

El factor de amplificación sísmica C se evaluara según las expresiones descritas en el artículo 2.5.

#### **2.2.6.5 Fuerza cortante basal.**

La fuerza total de corte en la base de la estructura, se considera en cada dirección analizada, la que se calcula según el reglamento mediante la siguiente formula:

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

#### **2.2.6.6 Sistemas estructurales.**

De acuerdo a la tabla 7 se determina el Coeficiente de Reducción  $R_0$  dependiendo del tipo de estructura, los que se tipifican según los materiales empleados y la forma de estructuración anti sísmica en la dirección de análisis.

#### **2.2.6.7 Diafragma.**

De acuerdo al artículo 4.2 en las edificaciones donde los pisos y entre pisos se consideran como elementos rígidos, se puede emplear el modelo de las masas concentradas en cada entre piso con tres grados de libertad en cada diafragma (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

#### **2.2.6.8 Coeficiente de Reducción de las fuerzas sísmicas, R.**

Según el reglamento de edificaciones la reducción de las fuerzas sísmicas se determina por medio del coeficiente R, determinado por el producto de  $R_0$  y los factores  $I_a$ ,  $I_p$ .

#### **2.2.6.9 Irregularidad en altura.**

La irregularidad en altura es considerada en la tabla N° 8 y se toma el menor de los valores consignados en la misma y que se relacionan a las irregularidades presentes en altura.

#### **2.2.6.10 Irregularidad en planta.**

La irregularidad en planta se determina con  $I_p$ , y se considera al menor de los valores encontrados en la tabla N°9 que corresponden a las irregularidades que existen en planta en las direcciones de estudio.

#### **2.2.6.11 Estimación del Peso (P).**

El peso se estimara calculando el peso total de la estructura incrementando con un porcentaje de la carga viva de la siguiente forma: En construcciones comprendidas entre las categorías A y B, se considera el 50% de la carga viva. Para las construcciones de la categoría C, se considera el 25% de la carga viva.

En depósitos, se toma el 80% del peso total que puede almacenar.

En los techos y azoteas se considera el 25% de la carga viva.

En el caso de tanques, silos y otros similares se considerara el 100% de la carga contenida.

#### **2.2.6.12 Aceleración espectral.**

Según la norma se empleara un espectro de pseudoaceleraciones inelástico mediante la siguiente formula:

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

#### **2.2.7 Cimentación en estructuras de albañilería.**

Blanco (1994) afirma que las edificaciones de albañilería son frágiles y si se producen asentamientos no permisibles, puede ocurrir fisuras que afectarían a la edificación, por lo tanto es menester elegir una sub estructura que actúe como un

primer diafragma por ello debe tener la suficiente rigidez para que toda la estructura funcione como una sola unidad durante los sismos.

### **2.2.8 Ingeniería geotécnica en la interacción suelo estructura.**

León y Galicia (2007) La interacción suelo estructura es un campo que une la ingeniería geotécnica con la ingeniería estructural. Al momento de diseñar estructuras no se puede dejar de lado la interacción con el suelo. La consideración de interacción suelo y estructura es relevante. Las deformaciones que se producen en la sub estructura como son las diferenciales, interfieren notablemente en la distribución de los esfuerzos a través de las partes de la estructura y si estos factores no se toman en cuenta es posible que la seguridad del edificio se ponga en riesgo.

## **CAPÍTULO III**

### **METODO**

#### **3.1 Tipo de la Investigación**

La presente tesis desarrolla una investigación del tipo aplicativa, de corte transversal.

#### **3.2 Diseño de la Investigación**

El diseño de la presente investigación es descriptivo correlacional, no experimental

#### **3.3 Población y Muestra**

##### **3.3.1 Población.**

La población está conformada los muros de contención en voladizo en el Centro Poblado Menor de Chen Chen de la ciudad de Moquegua.

### **3.3.2 Muestra.**

La muestra a analizar será del tipo no estadístico selectivo al no haber gran cantidad de muros de la misma naturaleza, tomando como unidad muestral un muro de contención en voladizo de 6.00 m. de altura en la Asociación Mirador Buena Vista del Centro Poblado Menor de Chen Chen, de acuerdo a los objetivos de la presente investigación.

## **3.4 Descripción de instrumentos para la recolección de datos**

### **3.4.1 Técnicas.**

- Observación directa de resultados.
- Consultas

### **3.4.2 Instrumentos.**

- Cuadros de recolección de datos.
- Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos.
- Resultados del análisis Interacción Suelo y Estructura.

### **3.4.3 Planos.**

- Planos en planta de la estructura de contención en voladizo.
- Planos de perfil de la estructura de contención en voladizo.
- Planos frontales de la estructura de contención en voladizo.

### **3.4.4 Procesamiento de datos.**

Para procesar los datos se utilizaron las dimensiones de la estructura que conforma el muro de contención, según el análisis realizado, seguidamente se consideran las características geotécnicas de la zona de estudio según el modelo matemático adoptado y finalmente obtuvieron los resultados de los esfuerzos producidos por la interacción suelo estructura.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis estructural

##### 4.1.1 Descripción general.

La presente investigación realizará el análisis de un muro de contención en voladizo de 6 m aplicando el método de los elementos finitos en un software de análisis estructural. Un primer modelo con empotramiento en la base y un segundo modelo considerando la interacción suelo y estructura.

##### *4.1.1.1 Ubicación.*

- Centro Poblado Menor de Chen Chen.
- Distrito de Moquegua.
- Provincia de Mariscal Nieto.
- Departamento de Moquegua.

##### *4.1.1.2 Propiedades de los materiales.*

*- Propiedades del concreto.*

$f^c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c = 198431.35 \text{ Kg/cm}^2$

- *Propiedades del acero.*

$$E_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 4.1.1.3 Características geotécnicas.

Las características geotécnicas del suelo se obtuvieron del estudio de mecánica de suelos realizado en la zona del proyecto.

**Figura 10**

*Estabilidad del muro de contención*

I+775 al I+790	Df Profundidad (mts)	B ancho cimentación (mts)	Peso unitario kN/m <sup>3</sup>	Ang fricción	Cohesion KN/m <sup>2</sup>	Factores Nc	Nq	Ny	Q kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad Portante adm Qt kg/cm <sup>2</sup>	factor de seguridad	Capacidad admisible recomendada control asentamiento kg/cm <sup>2</sup>
zapata B (m)	1.00	2.00	19.47	32.10	0	44.04	28.52	36.89	10.35	3.45	3	1.82
	1.50	2.00	19.47	32.10	0	44.04	28.52	36.89	13.18	4.39	3	1.82
	2.00	2.00	19.47	32.10	0	44.04	28.52	36.89	16.01	5.34	3	1.82
	2.50	2.00	19.47	32.10	0	44.04	28.52	36.89	18.84	6.28	3	1.82
	3.00	2.00	19.47	32.10	0	44.04	28.52	36.89	21.67	7.22	3	1.82
a nivel de fondo de zapata						a nivel de relleno lateral						
ángulo de fricción 32.1° cohesión 0.17 kg/cm <sup>2</sup>						ángulo de fricción 32.3° 0.15 kg/cm <sup>2</sup> cohesión						
peso unitario =1.985 gr/cc						peso unitario =1.934 gr/cc						
clasificación GP-GM						clasificación GP-GM						
SUELO GRANULAR CERCA A CONTACTO CON ROCAr semicomacto						SUELO GRANULAR CERCA A CONTACTO CON ROCAr semicomacto						
baja plasticidad humedad media						baja plasticidad humedad media						
CAPACIDAD PORTANTE 1.82 kg/cm <sup>2</sup>												

$$\gamma_r = 1.985 \text{ T/m}^3$$

$$\phi_r = 32.3^\circ$$

$$C_r = 0.17 \text{ T/m}^2$$

$$D_f = 2.0 \text{ m}$$

$$\sigma_t = 18.2 \text{ Tn/m}^2$$

$$\gamma_c = 1.985 \text{ T/m}^3$$

$$\phi_c = 32.1^\circ$$

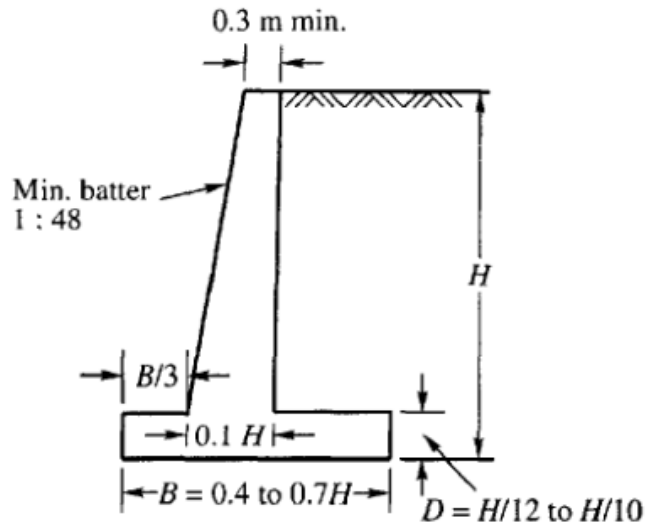
$$C_c = 0.15 \text{ T/m}^2$$

## 4.2 Predimensionamiento

La metodología empleada para realizar el predimensionamiento de los componentes estructurales del muro de contención se resumen en la siguiente imagen:

**Figura 11**

*Predimensionamiento de muro cantilever*



*Nota:* Fonseca (2020)

$$t_s = 0.30 \text{ m}$$

$$t_i = 0.60 \text{ m}$$

$$h_m = 5.30 \text{ m}$$

$$l_p = 1.00 \text{ m}$$

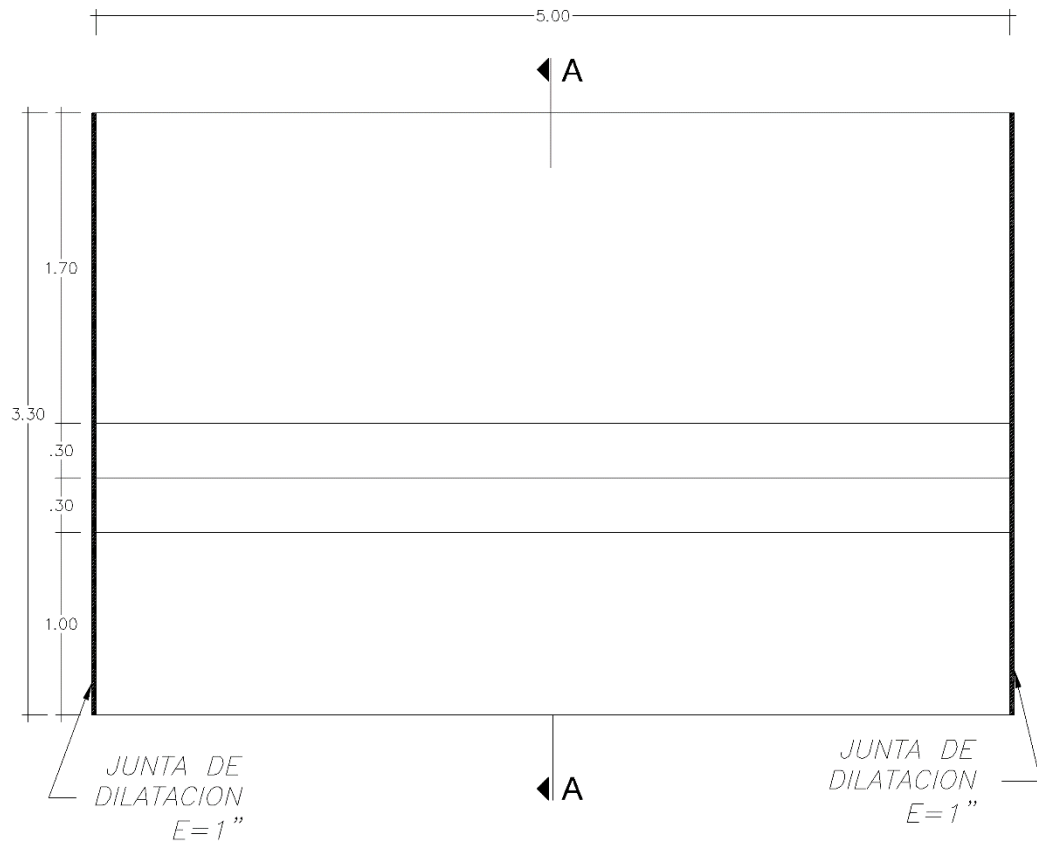
$$l_t = 1.70 \text{ m}$$

$$h_z = 0.70 \text{ m}$$

### 4.2.1 Geometría estructural.

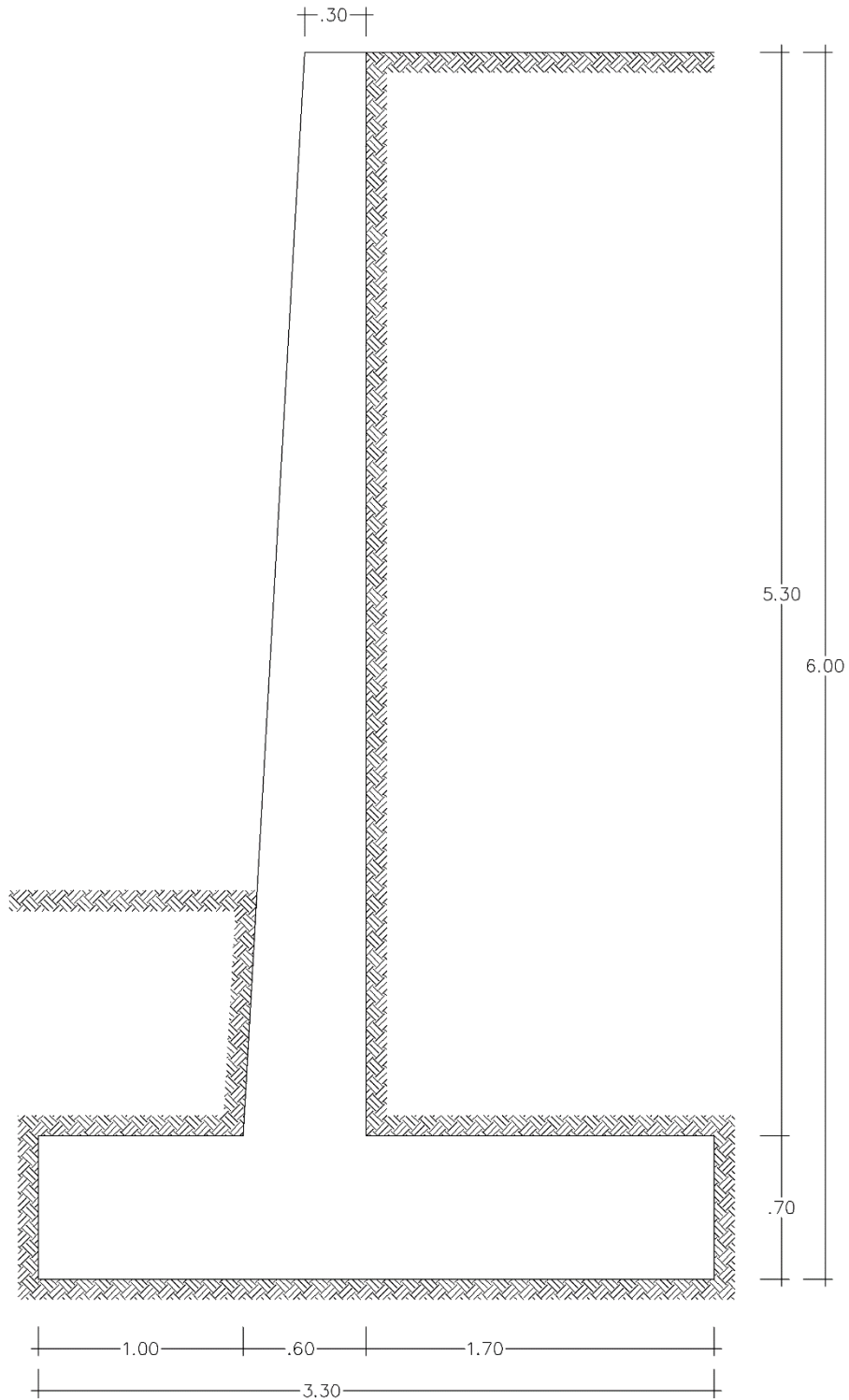
Figura 12

Vista en planta del muro de contención



**Figura 13**

*Vista en elevación del muro de contención*



### 4.3 Análisis de la estabilidad

Figura 14

*Estabilidad del muro de contención*

PROYECTO : "DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO CONSIDERANDO LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA, 2021"			
TIPO : MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO 6.00m			
UNIDAD : Tn-m			
DATOS GENERALES:			
SUELO	CONCRETO	DIMENSIONES	
$\gamma_r = 1.985$ T/m <sup>3</sup>	$f'_c = 175$ Kg/cm <sup>2</sup>	$t_s = 0.3$ m	
$\phi_r = 32.3$ °	$f_y = 4200$ Kg/cm <sup>2</sup>	$t_i = 0.6$ m	
$C_r = 0.17$ T/m <sup>2</sup>	$\gamma_c = 2.4$ T/m <sup>3</sup>	$h_m = 5.3$ m	
$D_f = 2$ m		$l_p = 1$ m	
$\sigma_t = 18.2$ Tn/m <sup>2</sup>	CARGAS	$l_t = 1.7$ m	
$\gamma_c = 1.985$ T/m <sup>3</sup>	$S/C = 1$ T/m <sup>2</sup>	$h_z = 0.7$ m	
$\phi_c = 32.1$ °			
$C_c = 0.15$ T/m <sup>2</sup>			
CONTROL DE ESTABILIDAD			
$K_a = 0.30$	VOLTEO	DESPLAZAMIENTO	ASENTAMIENTO
$E_a = 8.46$ Tn	$E_a = 10.84$	$K_p = 3.30$	$e_q = 0.42$
$E_s/c = 1.61$ Tn	$E_s/c = 1.82$	$E_p = 13.08$	$e_g = 0.55$
$E_{a_u} = 14.38$ Tn	$FSV = 2.39$	$\mu = 0.63$	$\sigma_1 = 16.57$ Tn/m <sup>2</sup>
$E_s/c_u = 2.73$ Tn		$FSD = 2.56$	$\sigma_2 = 2.13$ Tn/m <sup>2</sup>
	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

### 4.4 Modulo de Balasto

El módulo de Winkler se obtuvo con las características geotécnicas del Estudio de Mecánica de Suelos.

$$\sigma_t = 1.82 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_z = 3.68 \text{ Kg/cm}^3$$

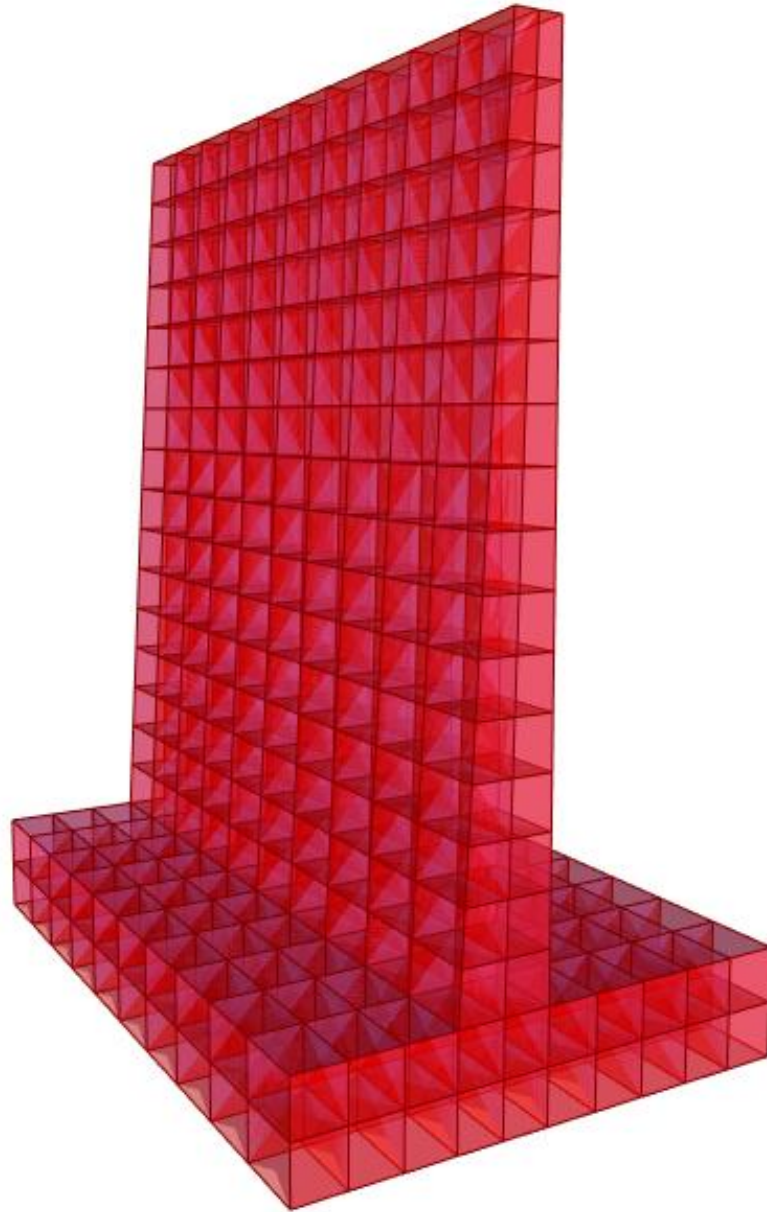
$$K_h = 2.94 \text{ Kg/cm}^3$$

### 4.5 Modelo matemático del muro de contención

El modelo matemático del muro de contención, se realizó con el software SAP2000, el cual realiza los análisis aplicando el método de los elementos finitos.

**Figura 15**

*Modelo del muro de contención en SAP2000*

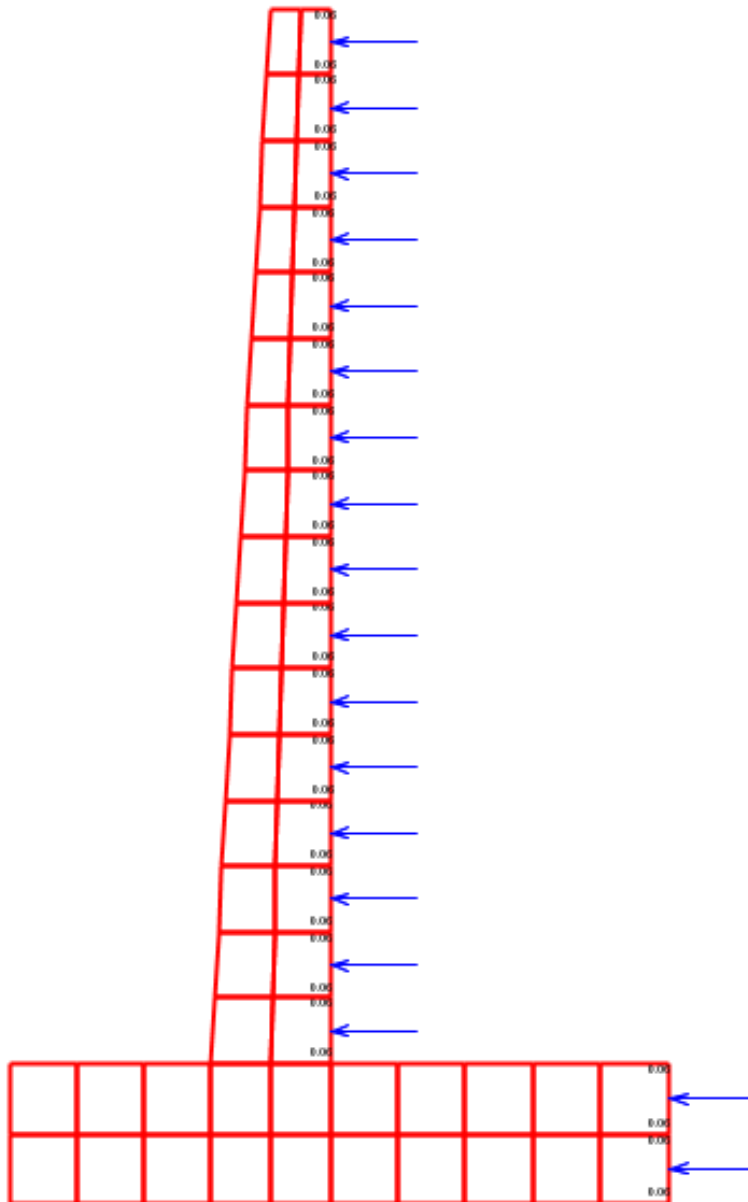


Empuje por sobrecarga (Es/c)

$$Es/c = 0.06 \text{ Tn/m}^2$$

**Figura 16**

*Empuje por sobrecarga en SAP2000*



Empuje activo (Ea)

$$D = 3.57$$

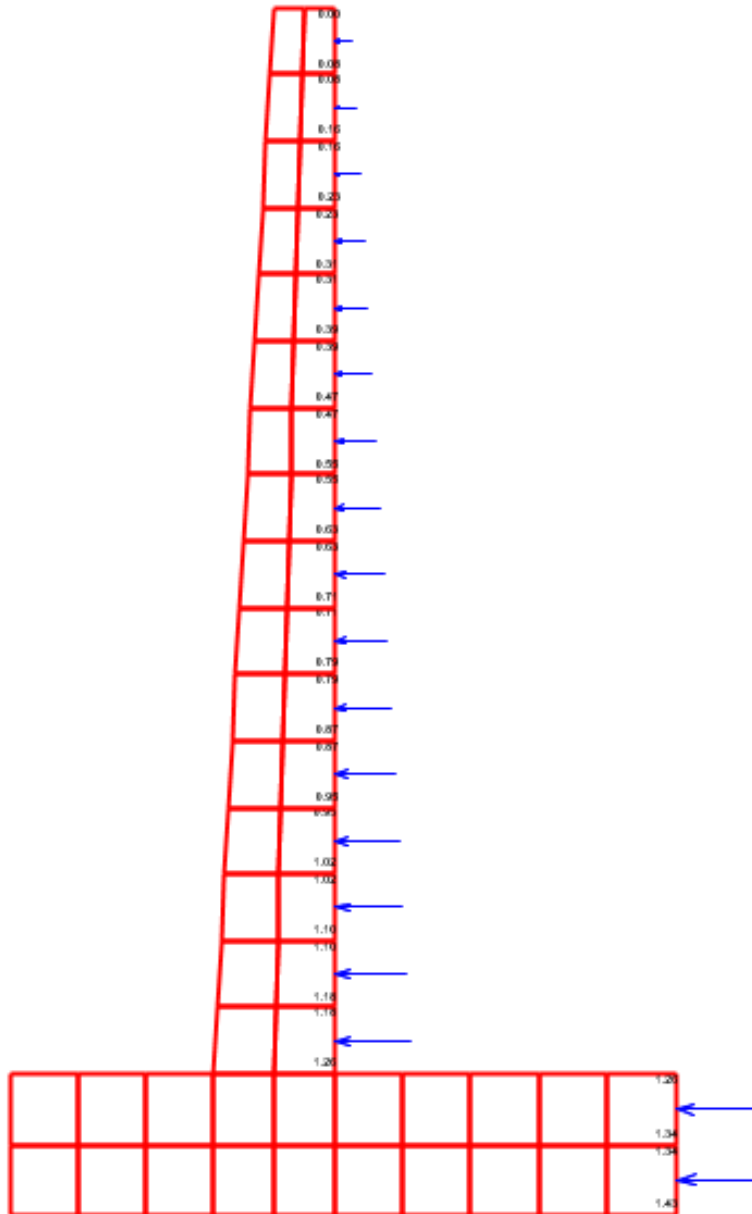
$$C = 0.596$$

$$\text{Pattern value} = Ax + By + Cz + D$$



**Figura 17**

*Empuje activo en SAP2000*



#### **4.7 Interacción sísmica suelo estructura**

Para encontrar los coeficientes de rigidez y amortiguamiento se utilizó el modelo dinámico de la norma Rusa SNIP 2.02.05-87.

**Tabla 3***Coefficientes de compresión y amortiguamiento*

<b>Coefficiente de compresión y amortiguamiento</b>
$C_z = 3809.54 \text{ T/m}^3$
$C_x = 2666.68 \text{ T/m}^3$
$C_{\phi x} \ C_{\phi y} = 7619.09 \text{ T/m}^3$
$C_{\psi z} = 3809.54 \text{ T/m}^3$

**Tabla 4***Coefficientes de rigidez*

<b>Coefficiente de rigidez</b>
$K_x = 44000.24 \text{ T/m}$
$K_y = 44000.24 \text{ T/m}$
$K_z = 62857.49 \text{ T/m}$
$K_{\phi x} = 114086.34 \text{ T.m}$
$K_{\phi y} = 261906.20 \text{ T.m}$
$K_{\psi z} = 187996.27 \text{ T.m}$

**Tabla 5***Amortiguamiento relativo para vibraciones verticales*

<b>Amortiguamiento para vibraciones verticales</b>
$Y_{ts} = 1$
$p_m = 18.2 \text{ T/m}^2$
$\beta_z = 0.321$

**Tabla 6***Amortiguamiento relativo para vibraciones horizontales y rotacionales*

<b>Amortiguamiento relativo para vibraciones horizontales y rotacionales</b>
$\beta_x = 0.193$
$\beta_{\phi x} = 0.160$
$\beta_{\phi y} = 0.160$
$\beta_{\psi z} = 0.096$

**Tabla 7**

*Masa de la cimentación*

---

<b>Masa de la cimentación</b>
Mt Mx My Mz = 2.83 T.s <sup>2</sup> /m
Mφx = 2.91 T.s <sup>2</sup> /m
Mφy = 6.23 T.s <sup>2</sup> /m
<b>Mψz = 8.45 T.s<sup>2</sup>/m</b>

---

**Tabla 8**

*Coefficientes de amortiguamiento*

---

<b>Coefficiente de amortiguamiento</b>
Bx = 135.78 T.s/m
Bz = 270.49 T.s/m
Bφx = 184.92 T.s/m
Bφy = 410.01 T.s/m
Bψz = 242.70 T.s/m

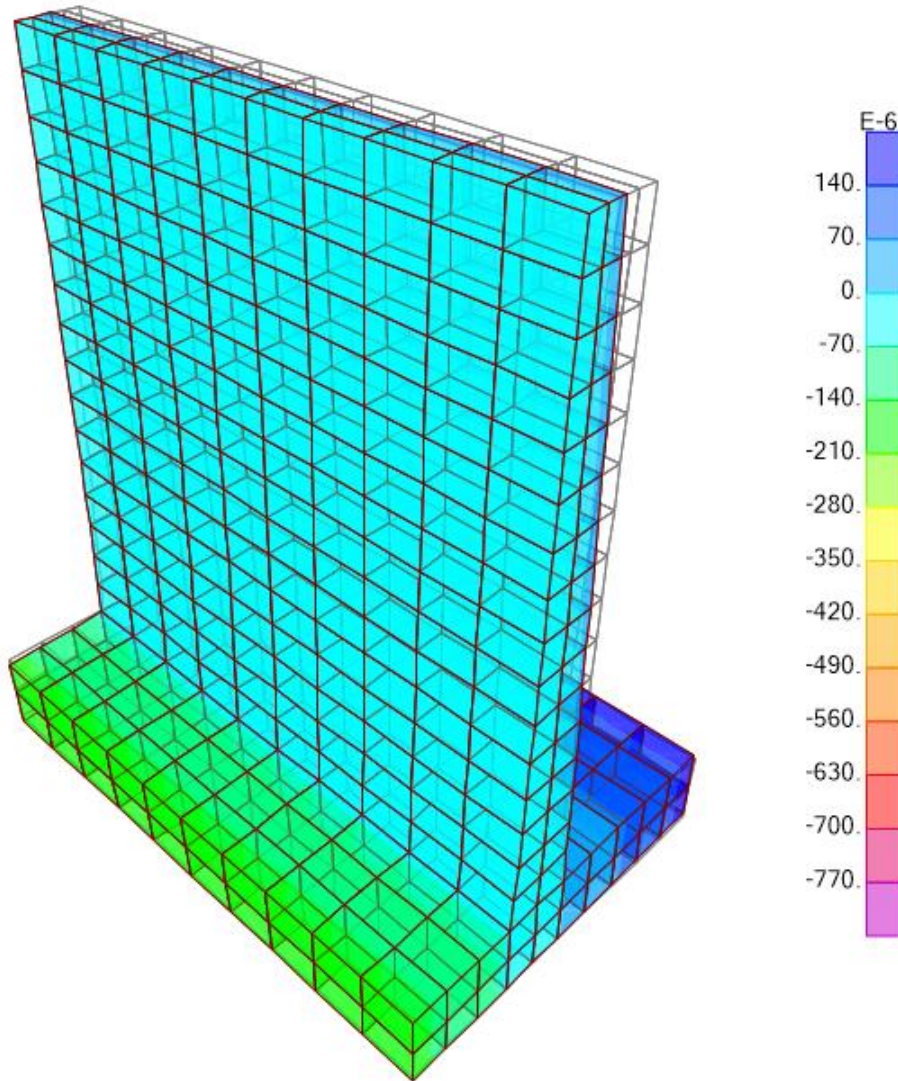
---

#### **4.8 Resultados del método clásico**

Se analizaron los desplazamientos para el empuje por sobrecarga y el empuje activo utilizando el modelo clásico, sin considerar los efectos de la interacción sísmica entre el suelo y la estructura.

**Figura 18**

*Desplazamiento por S/C*



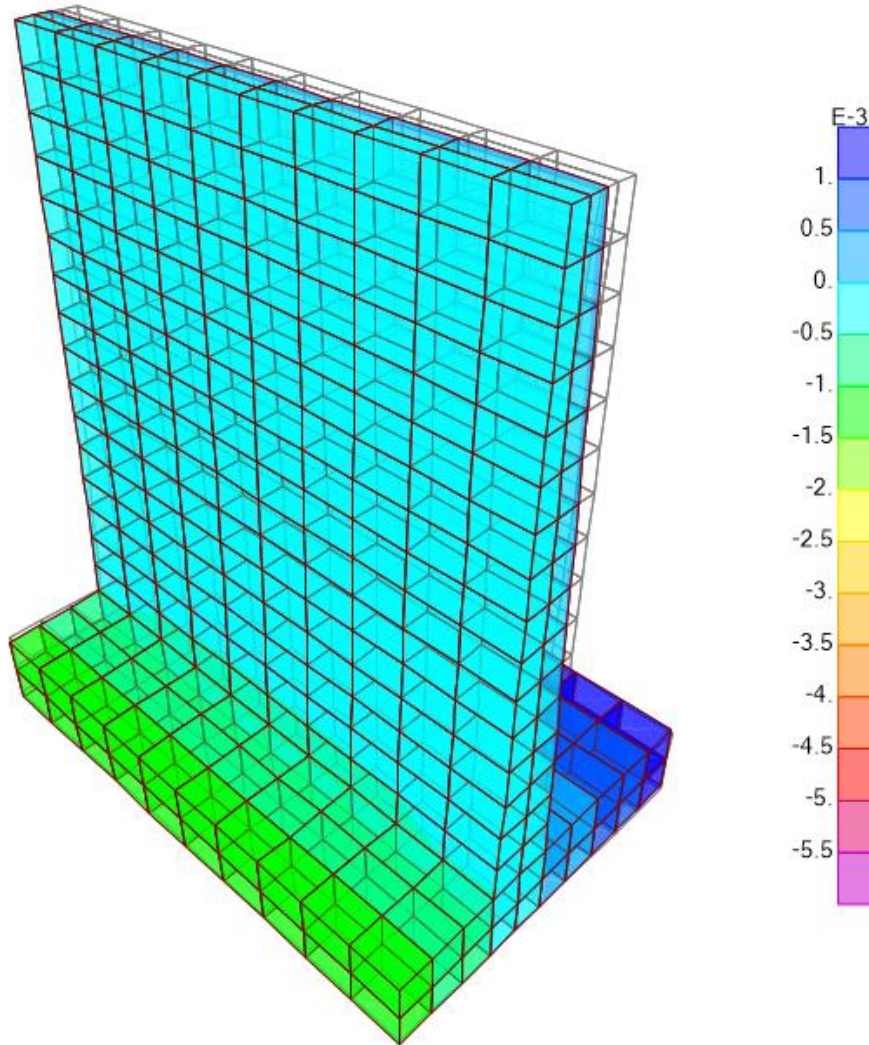
**Figura 19**

*Desplazamiento por S/C en el centro de masa*

Joint Displacements					
Joint Object	310	Joint Element			310
	1	2	3		
Trans	0.	0.	-4.054E-06		
Rotn	0.	0.	0.		

**Figura 20**

*Desplazamiento por Ea*



**Figura 21**

*Desplazamiento por Ea en el centro de masa*

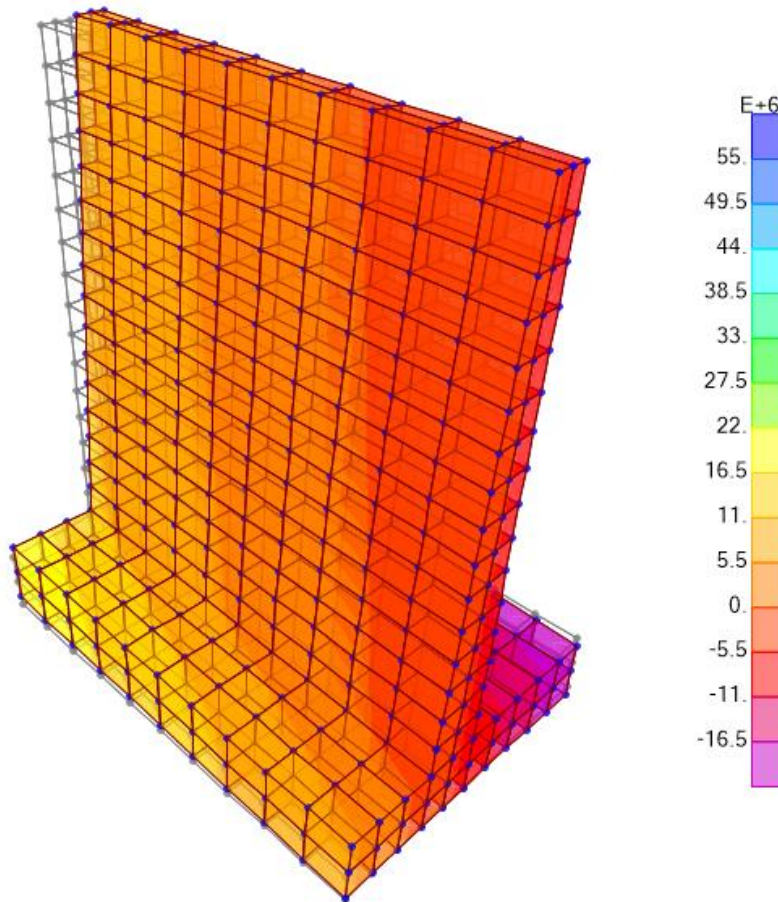
Joint Displacements				
Joint Object	310	Joint Element 310		
	1	2	3	
Trans	0.	0.	-3.266E-05	
Rotn	0.	0.	0.	

#### 4.9 Resultados del método interacción sísmica suelo estructura

Se analizaron los desplazamientos para el empuje por sobrecarga y el empuje activo en el modelo considerando la interacción sísmica suelo-estructura.

**Figura 22**

*Desplazamiento por S/C*



**Figura 23**

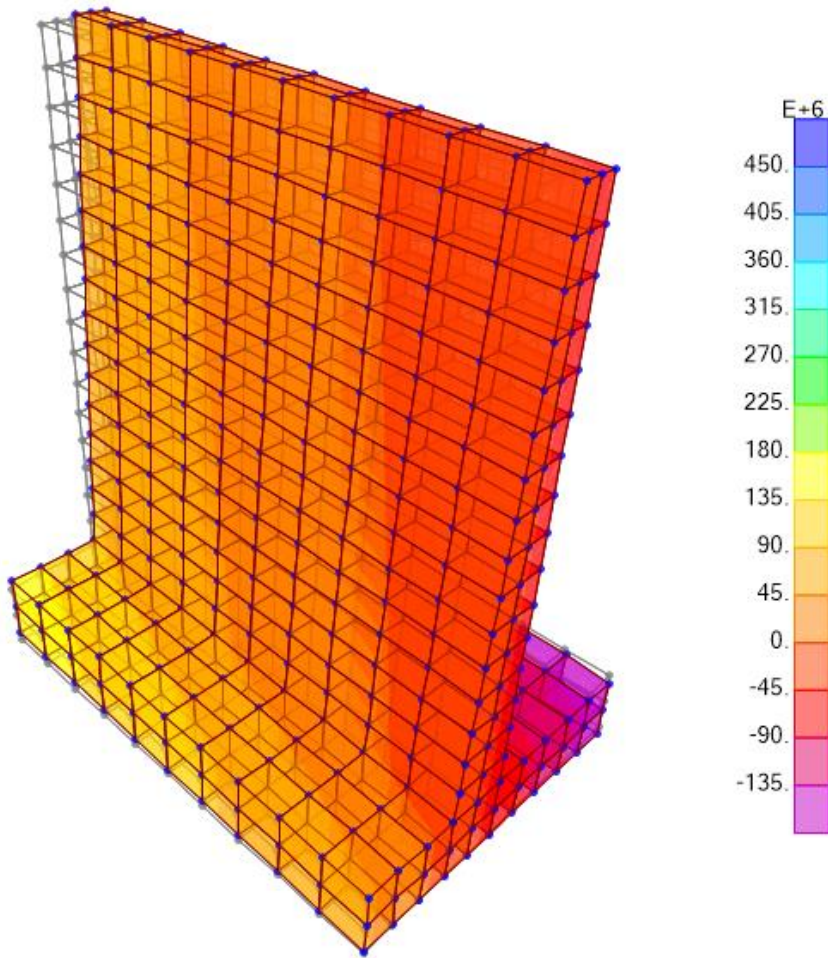
*Desplazamiento por S/C en el centro de masa*

Joint Displacements				
Joint Object	310	Joint Element		310
	1	2	3	
Trans	0.	0.	0.00203	
Rotn	0.	0.	0.	



**Figura 24**

*Desplazamiento por Ea*



**Figura 25**

*Desplazamiento por Ea en el centro de masa*

Joint Displacements				
Joint	Object	310	Joint Element	310
	1	2	3	
Trans	0.	0.	0.01603	
Rotn	0.	0.	0.	

**Tabla 9***Resumen de desplazamientos del Muro de Contención*

	<b>Método clásico (m)</b>	<b>Método interacción suelo – estructura (m)</b>
S/C	0.00000405	0.00203000
Ea	0.00003266	0.1603000

**4.10 Contratación de hipótesis**

- Nivel de significancia: En este trabajo de investigación la significancia se asume en 0.05, 5%.

- Prueba Unilateral: Es el sector crítico o de rechazo el que está conformado por los extremos de la prueba t-student.

a. *La primera hipótesis planteada es la siguiente:*

La utilización del método de interacción suelo y estructura con respecto al método clásico para el análisis de muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021 es beneficioso.

Las medias muestrales presentan lo siguiente:

Ho: Hipótesis nula  $\mu \geq x$ , el método clásico no es más beneficioso.

Ha: Hipótesis alternativa  $\mu < x$  el método interacción suelo-estructura es más beneficioso.

**Tabla 10***Prueba de primera hipótesis específica*

<b>Descripción</b>	<b>I. Suelo - estructura</b>
S/C	2.03000
Ea	16.03000
Media aritmética (X)	9.030
Varianza ( $\acute{a}2$ )	98.000
Desviación estándar ( $\acute{a}$ )	9.899
Coefficiente de variación (Vt)	1.096



Z (Nivel de confianza, t-Student AL 95 %)	0.950
Muestra (m)	2.000
n	1.000
Nivel de significancia ( $\alpha$ )	0.050
t teórico (Tt)	6.314
Media poblacional ( $\mu$ )	0.018
t calculado (Tc)	1.287

### Análisis conservador de estructura de contención en voladizo

Regla de decisión:

- Si se cumple que  $Tc \geq Tt$ , se acepta la hipótesis nula, rechazando la hipótesis alterna.
- Si se cumple que  $Tc < Tt$ , se acepta la hipótesis alterna, rechazando la hipótesis nula.

Según la Tabla 10, se acepta la hipótesis alterna y rechaza la hipótesis nula.

*b. La segunda hipótesis específica indica lo siguiente:*

El método de la interacción suelo estructura arroja mejores resultados con respecto al método clásico para el análisis y diseño de muros de contención en voladizo en la ciudad de Moquegua, 2021.

Según el análisis de las muestras se tiene:

$H_0$ : Hipótesis nula  $\mu \geq x$ , con el sistema de la interacción suelo y estructura no se obtienen mejores resultados.

$H_a$ : Hipótesis alternativa  $\mu < x$ , con el sistema del método clásico se obtienen mejores resultados.

**Tabla 11**

*Prueba de segunda hipótesis específica*

Descripción	I.	Suelo -
-------------	----	---------

	<b>estructura</b>
S/C	2.03000
Ea	16.03000
Media aritmética (X)	9.030
Varianza ( $\sigma^2$ )	98.000
Desviación estándar ( $\sigma$ )	9.899
Coefficiente de variación (Vt)	1.096
Z (Nivel de confianza, t-Student AL 95 %)	0.950
Muestra (m)	2.000
n	1.000
Nivel de significancia ( $\alpha$ )	0.050
t teórico (Tt)	6.314
Media poblacional (u)	0.018
t calculado (Tc)	1.287

Análisis de resultados para muros de contención en voladizo

Regla de decisión:

- Si se cumple que  $T_c \geq T_t$ , se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula
- Si se cumple que  $T_c < T_t$ , se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Según la Tabla 11, se acepta la hipótesis alterna y rechaza la hipótesis nula.

#### **4.11 Discusión de resultados**

Al realizar el análisis del muro de contención en voladizo, se logró determinar que los resultados son más conservadores aplicando el método clásico, esto debido a que al analizar el muro de contención aplicando el modelo con interacción sísmica suelo y estructura, los desplazamientos fueron mayores.

Al evaluar el comportamiento del muro de contención aplicando la interacción suelo y estructura, los resultados se magnifican, esto debido a que al

aplicar los coeficientes de rigidez reales del estudio geotécnico en el modelo matemático, se obtienen mejores resultados, más acordes con el comportamiento real del muro de contención.

Se coincide con los resultados de Villarreal (2007) quien utilizó las características del suelo como flexibilidad e inercia, para interactuar con las propiedades del suelo, incrementando el periodo y los modos de vibración aumentando las deformaciones de las estructuras e incrementando los esfuerzos, lo que se asemeja más a la realidad.

Asimismo las conclusiones de León y Galicia (2007), en su trabajo de tesis reafirman los resultados obtenidos en la presente investigación al afirmar que con el método de la interacción suelo y estructura se obtiene una distribución de esfuerzos más representativa y más real en edificaciones unifamiliares de albañilería confinada

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

**Primera.** Considerando el efecto de la interacción suelo estructura en el análisis y diseño de los muros de contención de la ciudad de Moquegua, 2021, se obtienen resultados más acordes con el comportamiento de estas estructuras, debido que se toman en cuenta los parámetros de rigideces de acuerdo al estudio geotécnico.

**Segunda.** Al comparar el método de interacción suelo - estructura con respecto al método de análisis clásico en muros de contención de la ciudad de Moquegua, 2021, se comprueba que los resultados más conservadores se obtienen aplicando el método clásico.

**Tercera.** Al aplicar el modelo de la integración sísmica suelo estructura en los muros de contención de la ciudad de Moquegua 2021, considerando las características del suelo de fundación se obtienen mejores resultados, acordes con el comportamiento real de la estructura.

## **5.2 Recomendaciones**

**Primera.** Se recomienda considerar los efectos de la interacción sísmica suelo estructura, de acuerdo a los parámetros obtenidos del estudio de mecánica de suelos en el análisis y diseño de muros de contención en voladizo.

**Segunda.** Se recomienda extraer los coeficientes de rigidez de un estudio geotécnico para considerarlos como parte interactuante con la superestructura de los muros de contención en su análisis y diseño debido a que este modelo se aproxima a la realidad.

**Tercera.** Se recomienda que el estudio de la influencia de las características del suelo con respecto a la super estructura sea ampliado a otros tipos de estructuras para poder considerar modelos más realistas, sobre todo en suelos de baja capacidad portante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, A. (1994). *Estructuración y Diseño de edificaciones de concreto Armado*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/esmaton/estructuracion-y-diseo-de-edificaciones-de-concreto-armado-antonio-blanco-blasco>
- Chillagana, J. (2013). *Sistemas Constructivos de Muros de Ductilidad Limitada Aplicados en viviendas de Quito Bajo el Reglamento del ACI 318S-08 y la Norma Ecuatoriana de la Construcción* (Tesis de pregrado). Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2206>
- Deza, J. y Orihuela, D. (2019). *Parámetros Comparativos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada del Edificio Multifamiliar de 5 Niveles, Residencial Araya en el Distrito de Santiago de Surco-2019*. (Tesis pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima Perú.
- Dueñas, H. (2016). *Análisis comparativo de dos edificios considerado los efectos de interacción dinámica suelo estructura según el código reglamentario para el municipio de Puebla*. (Tesis Posgrado). Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Recuperado de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/195>
- Fonseca, E. (2020). *Análisis de estructuración en planta a partir de planos de Arquitectura e ingeniería para edificios con muros de hormigón*

- Armado en Chile*. (Tesis pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/175779?show=full>
- Huamán, M. (2018). *Análisis Estructural de los Sistemas de Albañilería Confinada y Muro de Ductilidad Limitada en la Construcción de un Condominio*. (Tesis pregrado) Universidad Peruana los Andes. Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/528>
- León, J. y Galicia, W. (2007). *Interacción sísmica suelo – estructura en edificaciones de albañilería confinada con plateas de cimentación*. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/07/William-Galicia.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Norma Técnica Peruana E 030 Diseño sismorresistente*. Recuperado de <https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>
- San Bartolomé, A., Quiun, D. y Silva, W. (2011). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Recuperado de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>
- Solano, J. (2012). *Evaluación de daño en edificios considerando los efectos de interacción suelo – estructura*. (Tesis Posgrado). Instituto Politecnico Nacional. México. Recuperado de

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11228/196.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valverde, E. (2019). *Evaluación de patologías para determinación del nivel de daños en muros de contención del By-Pass, Av. 28 de Julio, 2019.* (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú. Recuperado de

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61278/B\\_Valverde\\_TEP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61278/B_Valverde_TEP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vasquez, F. y Merodio, J. (2018). *Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura.* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Villareal, G. (2006). *Interacción suelo – estructura en edificios altos.* Recuperado de [https://www.academia.edu/5328319/INTERACCION\\_SUELO\\_ESTRUCTURA\\_EN\\_EDIFICIOS\\_ALTOS](https://www.academia.edu/5328319/INTERACCION_SUELO_ESTRUCTURA_EN_EDIFICIOS_ALTOS)

Villareal, G. (2007). *Interacción sísmica suelo – estructura en edificaciones con zapatas aisladas.* Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/07/Interaccion-suelo-zapata.pdf>

Vizconte, A. (2015). *Estudio de la calidad en la construcción de viviendas con el sistema constructivo muros de ductilidad limitada en la ciudad*



*de guayaquil y propuesta para su correcto funcionamiento.* (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.  
Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36604>