

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Propuesta de cimentación para viviendas en la zona expansiva  
de la Urb. Los Pinos - Chaclacayo en base a estudios  
geotécnicos**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Daniel Alexis Ramírez Medina  
Luis Segundo Valenzuela Robles

Asesor:

Mg. Leonel Chahuares Paucar

Lima, noviembre 2020

## DECLARACION JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Mg. Leonel Chahuares Paucar, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "Propuesta de cimentación para viviendas en la zona expansiva de la Urb. Los Pinos - Chaclacayo en base a estudios geotécnicos" constituye la memoria que presenta los estudiantes Daniel Alexis Ramírez Medina y Luis Segundo Valenzuela Robles para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometes a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 4, diciembre del 2020.



Leonel Chahuares Paucar

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a....los....26.....día(s) del mes de....Noviembre....del año 2020 siendo las.....10:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): ..... Ing. Ferrer Canaza Rojas....., el (la) secretario(a): ..... Ing. Fiorella Maira Zapata Antezana..... y los demás miembros: ..... Ing. Giuliano Ricardo Moreno Patiño y el (la) asesor(a)... Mg. Leonel Chahuares Paucar..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Propuesta de cimentación para viviendas en la zona expansiva de la Urb. Los Pinos - Chaclacayo en base a estudios geotécnicos". de los (las) egresados (as):

.....a)..... **DANIEL ALEXIS RAMIREZ MEDINA**.....

.....b)..... **LUIS SEGUNDO VALENZUELA ROBLES**.....

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

.....**INGENIERÍA CIVIL**.....

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): ..... **DANIEL ALEXIS RAMIREZ MEDINA**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literar	Cualitativa	
APROBADO	14	C	ACEPTABLE	BUENO

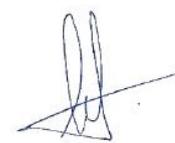
Candidato/a (b): ..... **LUIS SEGUNDO VALENZUELA ROBLES**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literar	Cualitativa	
APROBADO	14	C	ACEPTABLE	BUENO

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al.... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente  
Ing. Ferrer Canaza  
Rojas

  
\_\_\_\_\_  
Secretario  
Ing. Fiorella Maira  
Zapata Antezana

\_\_\_\_\_  
Asesor  
Mg. Leonel Chahuares  
Paucar

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Giuliano Ricardo  
Moreno Patiño

\_\_\_\_\_  
Candidato (a)  
Daniel Alexis Ramirez  
Medina

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)  
Luis Segundo  
Valenzuela Robles

# **Propuesta de cimentación para viviendas en la zona expansiva de la Urb. Los Pinos - Chaclacayo en base a estudios geotécnicos**

RAMÍREZ MEDINA DANIEL ALEXIS\* VALENZUELA ROBLES LUIS SEGUNDO\*

*EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú*

## **Resumen**

El objetivo de esta investigación es dar a conocer una propuesta de cimentación cuadrada para viviendas en la zona expansiva de la Urb. Los Pinos – Chaclacayo en base a estudios geotécnicos. Para poder determinar la cimentación más adecuada se extrajo los resultados de un estudio de suelos realizado por el Instituto Geofísico del Perú y mediante el software SAP 2000 se obtuvo el metrado de cargas de una vivienda con un sistema de pórticos y un sistema dual; tomando la carga de servicio más crítica de todas las zapatas para el diseño. Se emplearon dos métodos de diseño para poder elegir el más seguro y conservador. Los resultados de laboratorio obtenidos por el IGP clasifican a este suelo como arena limosa (SM) y de acuerdo a ello se pudo determinar que la capacidad admisible del suelo para esta zona es de 2.24 kg/cm<sup>2</sup>; teniendo en cuenta que se utilizó un factor de seguridad de 3. Se evidencia que el diseño mediante el método de Meyerhof es más seguro y conservador. Finalmente se concluye que el diseño con sistema de pórticos y la cimentación de zapata cuadrada con dimensiones de 1.20 m serán los más adecuados para esta zona. Asimismo, se determina que la profundidad mínima de cimentación es de 1.50 m conforme a la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones, de esta manera se reducen los riesgos para salvaguardar a la población de la zona en estudio.

Palabras clave: Cimentación; propuesta; capacidad de carga; zonas expansivas; zapata

## **Abstract**

The objective of this research is to present a proposal for a square foundation for houses in the expansive area of Urb. Los Pinos - Chaclacayo based on geotechnical studies. In order to determine the most adequate foundation, the results of a soil study carried out by the Geophysical Institute of Peru were extracted and, using the SAP 2000 software, the load metering of a house with a portal system and a dual system was obtained; taking the most critical service load of all shoes for the design. Two design methods were used to choose the safest and most conservative. The laboratory results obtained by the IGP classify this soil as silty sand (SM) and accordingly it was determined that the admissible capacity of the soil for this area is 2.24 kg / cm<sup>2</sup>; taking into account that a safety factor of 3 was used. It is evident that the design using the Meyerhof method is safer and more conservative. Finally, it is concluded that the design with a frame system and the square footing foundation with dimensions of 1.20 m will be the most suitable for this area. Likewise, it is determined that the minimum foundation depth is 1.50 m in accordance with the Technical Standard for Soils and Foundations, thus reducing the risks to safeguard the population of the area under study.

Keywords: Foundation; proposal; loading capacity; expansive zones; shoe

*\*Correspondencia de Daniel Alexis Ramírez Medina, Luis Segundo Valenzuela Robles*

*Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima.*

*E-mail: [danielramirez@upeu.edu.pe](mailto:danielramirez@upeu.edu.pe)  
[luisrobles@upeu.edu.pe](mailto:luisrobles@upeu.edu.pe)*

## **INTRODUCCION**

El distrito de Chaclacayo ha presentado en los últimos años un incremento poblacional considerable debido a la migración de personas provenientes de diferentes partes del Perú, quienes buscan una mejor oportunidad laboral, ocasionando de esta manera espacios densamente poblados e invasiones en zonas aledañas a la ciudad como es el caso de la Urb. Los Pinos. Estas invasiones muchas veces se dan sin un orden territorial, agregando también que muchas de estas viviendas son de material rústico e improvisado.

A partir de aquí, nuestra investigación ha visto la necesidad de aportar un diseño que ofrezca garantías, para ello utilizaremos cuatro métodos para hallar la capacidad de carga. Los métodos usados serán Terzagui y Meyerhof, métodos empleados para cualquier tipo de suelo. Estos tienen gran aplicación, sobre todo porque ofrecen conocer la resistencia que puede soportar el suelo para que este no llegue a deformarse ante una carga estructural.

Es por ello que, la presente investigación busca darle una alternativa de solución ante toda esta problemática que se ha planteado en base a estudios de mecánica de suelos que se han realizado en la zona de Chaclacayo. La incidencia de un estudio geotécnico para un proyecto como el mencionado, demostrará la importancia de los resultados que se obtendrán y los influyentes que son para la ejecución del mismo; así como también, dará a conocer las limitaciones que se generan para ejecutarlas (Aducci Barzola & Cheong Lizárraga, 2018).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se presenta en esta investigación la metodología para llevar a cabo el diseño de cimentación para la zona en expansión urbana del distrito de Chaclacayo – Urbanización los pinos. Luego que se indagó sobre los estudios geotécnicos que se realizaron en el área en estudio, se procedió a transcribir los resultados de cada uno de los ensayos que fueron realizados por el IGP, luego se procedió a clasificar el tipo de suelo que se encontró en la zona mediante el perfil estratigráfico.

Se definió el área y los pisos de la vivienda; y empleando el software SAP 2000 se registró el metrado de cargas para dos sistemas estructurales diferentes de la vivienda previamente definida, dicho programa nos brindó las cargas de servicio en cada zapata.

Se realizó el cálculo de la capacidad admisible del suelo utilizando las teorías planteadas por Terzaghi y Meyerhof, como también los datos obtenidos del IGP; luego se eligió el método de diseño más seguro el cual cumpla con los parámetros de la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones; y se procedió a verificarla para el diseño de la cimentación.

### **Principios de Diseño de Cimentación**

Los estudios geotécnicos son sumamente importantes en todas las edificaciones, debido a que en base a las características propias del terreno y su capacidad portante se podrá diseñar correctamente la cimentación de la futura estructura (Olarte Carpio, 2019).

Para llevar a cabo una cimentación buena es básico el conocimiento previo del suelo en el que se construirá la estructura (Montoya & Pinto Vega, 2010) aplicando el método de capacidad de carga de Terzaghi y Meyerhof; y basados en la Norma Técnica de Edificación E. 050.

## Metodología para realizar un Diseño de Cimentación

### I. Recopilación de los datos obtenidos del Instituto Geofísico del Perú

Este estudio geotécnico nos ha permitido conocer las características geológicas y geotécnicas del suelo; a continuación, presentaremos los resultados extraídos de la Urb. Los Pinos – Chaclacayo.

Tabla 1 Resultados de ensayo realizados por el IGP

CALICATA	Clasificación SUCS	Denominación	Ángulo de Fricción interna del Suelo (°)	Cohesión Aparente del Suelo (KN/m <sup>2</sup> )	Densidad seca promedio (KN/m <sup>3</sup> )
C - 22	(SM)	Arena limosa mal gradada	27.69	12.75	17.6

### II. Definir el tipo de suelo que existe en la Urb. Los Pinos

Los estudios geotécnicos tienen por finalidad analizar y cuantificar las características físicas de los suelos, siendo su comportamiento geotécnico relevante al momento de utilizarlo como elemento de medida para el soporte de una estructura determinada.

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION (SUCS)
0.20		Arena fina con gravas de 1" - 2".		
0.40		Arena gruesa a muy gruesa con gravas de 3" - 5".		
0.60		Suelo arcilloso con gravas < 1".		
0.80		Suelo arcilloso con gravas < 1".		
1.00		Suelo arcilloso con gravas < 1".		
1.20		Suelo arcilloso con gravas < 1".		
1.40		suelo arcilloso en poca proporción y con presencia de arena fina		
1.60		suelo arcilloso en poca proporción y con presencia de arena fina		
1.80		suelo arcilloso en poca proporción y con presencia de arena fina		
2.00		suelo arcilloso en poca proporción y con presencia de arena fina		
2.20		Arena con presencia de limos y gravas gruesa de 1".	M-22	SM
2.40		Arena con presencia de limos y gravas gruesa de 1".		
2.60		Arena con presencia de limos y gravas gruesa de 1".		
2.80		Arena con presencia de limos y gravas gruesa de 1".		
3.00		Arena con presencia de limos y gravas gruesa de 1".		

Figura 1 Perfil estratigráfico de la calicata C-22 (arenas medias a finas pobremente gradadas con gravas sub-angulosas y redondeadas)

### III. Definir el tipo de vivienda y su metrado de cargas empleando el software SAP 2000

Se optó por elegir una vivienda de 3 pisos con un área de 96 m<sup>2</sup> en base a los Parámetros Urbanísticos realizados por la Municipalidad de Chaclacayo (Municipalidad de Chaclacayo, 2016), ya que esta se ubica en una zona RDM (Residencial de Densidad Media) según el Plano de Zonificación de Lima Metropolitana – Chaclacayo (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2007). El análisis se basa en obtener todos los esfuerzos internos y externos de la estructura, tanto para un sistema de pórticos como para un sistema dual; calculando así los momentos torsores, momentos flectores, esfuerzos axiales, esfuerzos cortantes y deformaciones de rotación y traslación partiendo de un diseño de arquitectura. Para facilitar el proceso de cálculo de la vivienda se utilizó el programa informático SAP 2000, el cual nos permite modelar nuestro diseño para el estado de cargas verticales y determinar el peso propio de los elementos de forma automática basándonos en la Norma Técnica de Edificaciones E 0.20 (Suárez Chilan, 2016).

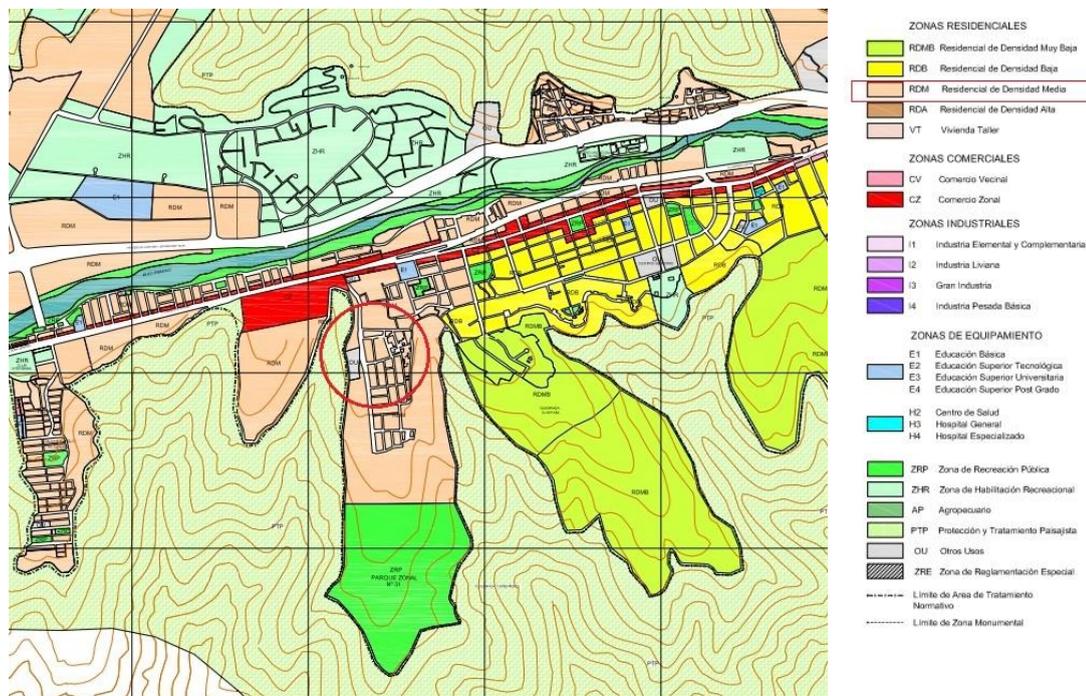


Figura 2 Plano de Zonificación de Lima Metropolitana - Chaclacayo para ubicar la zona en estudio (Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima)

ZONA	USOS	LOTE NORMATIVO (m <sup>2</sup> )	FRENTE MÍNIMO (ml)	ALTURA DE EDIFICACIÓN MÁXIMA (Pisos)	ÁREA LIBRE	ESTACIONAMIENTO MÍNIMO (*)
RESIDENCIAL DE DENSIDAD BAJA (RDB)	UNIFAMILIAR	200	10	3	30%	Según los ámbitos de aplicación
	MULTIFAMILIAR	200	10	4 5 (1)	35%	
	UNIFAMILIAR	120	6	3	30%	Según los ámbitos de aplicación
RESIDENCIAL DE DENSIDAD MEDIA (RDM)	MULTIFAMILIAR	120	6	3	30%	
	MULTIFAMILIAR	150	8	4 5 (1)	35%	Según los ámbitos de aplicación
	MULTIFAMILIAR	200	10	5 6 (1)	35%	Según los ámbitos de aplicación
	MULTIFAMILIAR	300	10	6 7(1) 8(5)	35%	Según los ámbitos de aplicación
	CONJUNTO RESIDENCIAL	1600	20	8	40%	Según los ámbitos de aplicación
VIVIENDA TALLER (VT)	UNIFAMILIAR Y MULTIFAMILIAR	180	8	3 (2)	35%	Según los ámbitos de aplicación
RESIDENCIAL DE DENSIDAD ALTA (RDA)	MULTIFAMILIAR	200 (4)	10(4)	10(4)	30%(4)	Según los ámbitos de aplicación
	MULTIFAMILIAR	300	10	8	35%	Según los ámbitos de aplicación
	MULTIFAMILIAR	350(4)	10	15(4)	30%(4)	Según los ámbitos de aplicación
	MULTIFAMILIAR	450	10	1.5 (a+r)(3) 20(4)	30%(4) 35%	Según los ámbitos de aplicación
	CONJUNTO RESIDENCIAL	2500	25	1.5 (a + r)	50%	Según los ámbitos de aplicación

Figura 3 Resumen de Zonificación Residencial del distrito de Chaclacayo para determinar los pisos y área de la vivienda (Fuente: El Peruano)

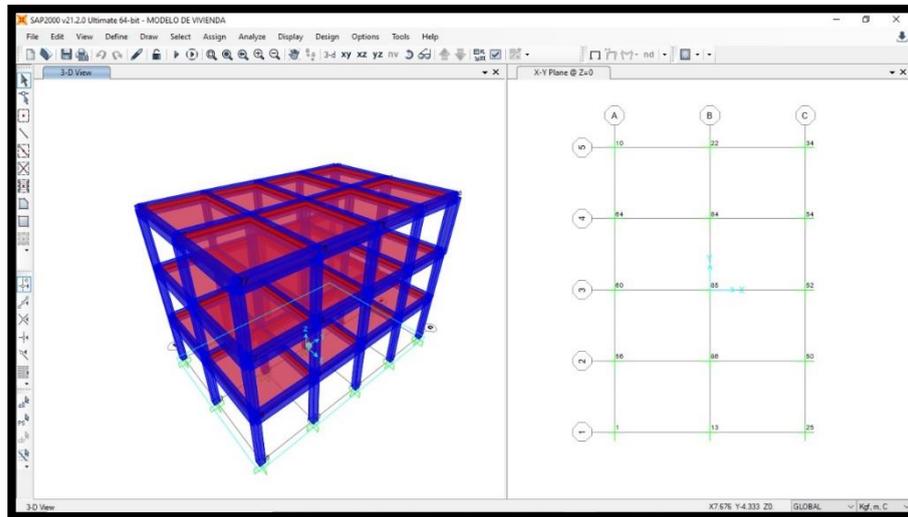


Figura 4 Programación del metrado de cargas mediante SAP 2000 para un sistema de pórticos. (Fuente: Elaboración propia)

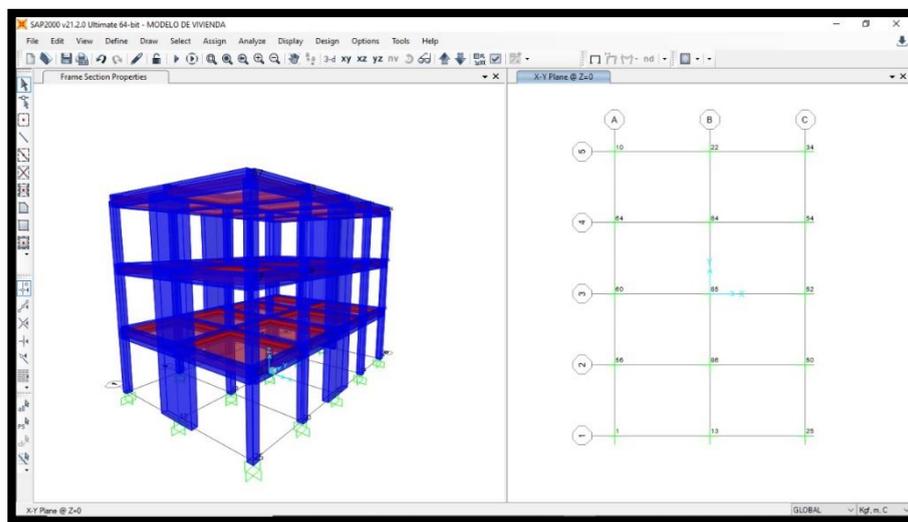


Figura 5 Programación del metrado de cargas mediante SAP 2000 para un sistema dual. (Fuente: Elaboración propia)

### DEFINIR LA CARGA DE SERVICIO

Esta carga de servicio se obtiene aplicando la combinación de diseño estipulado en la Norma Técnica E.060 la cual se define de esta manera  $P=1.25(CM+CV)*CS$ , considerando también la carga de sismo basada en la Norma Técnica E. 030; con esta carga de servicio y la capacidad admisible del suelo procedemos a obtener las dimensiones de la cimentación.

Tabla 2 Resultados de las cargas de servicio mediante el software SAP 2000 para un sistema de pórticos. (Fuente: Elaboración propia)

TABLE: Joint Reactions							
Joint	OutputCase	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
22	CSX	-4041.96	4.019E-10	-1.068E-09	-6.242E-10	-6160.33	41.9
22	CSY	295.08	-3276.74	8657.33	5088.99	449.51	-27.93
22	1.4D+1.7L	-3.239E-13	-62.56	44378.26	61.66	-2.435E-13	4.702E-15
22	MUERTA	-2.274E-13	-32.58	27942.4	32.11	-1.67E-13	3.187E-15
22	VIVA	-3.276E-15	-9.97	3093.47	9.83	-5.692E-15	1.417E-16
22	1.25D+1.25L+CSX	-4041.96	-53.19	38794.84	52.42	-6160.33	41.9
22	1.25D+1.25L+CSY	295.08	-3329.93	47452.17	5141.41	449.51	-27.93

Tabla 3 Resultados de las cargas de servicio mediante el software SAP 2000 para un sistema dual. (Fuente: Elaboración propia)

TABLE: Joint Reactions							
Joint	OutputCase	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
22	CSX	-24943.2	5.474E-11	-2.132E-10	-1.146E-10	-106501.36	61.71
22	CSY	1175.69	-1874.5	6911.1	3766.23	5269.25	-41.14
22	1.4D+1.7L	9.353E-13	-495.27	70395.3	488.13	2.074E-11	-7.99E-15
22	MUERTA	6.581E-13	-286.82	45378.81	282.69	1.464E-11	-5.491E-15
22	VIVA	8.178E-15	-55.13	4038.22	54.33	1.425E-13	-1.778E-16
22	1.25D+1.25L+CSX	-24943.2	-427.44	61771.28	421.28	-106501.36	61.71
22	1.25D+1.25L+CSY	1175.69	-2301.93	68682.38	4187.51	5269.25	-41.14

#### IV. Cálculo de dimensión de la base de zapata y capacidad admisible del suelo

Luego de que se identificó la reacción vertical de servicio más crítica en la vivienda; se procedió a determinar la capacidad admisible del suelo usando el dato ya antes mencionado. Como ya hemos especificado en el artículo utilizaremos las teorías de la capacidad de carga por Terzaghi y Meyerhof para el diseño de una zapata cuadrada con su respectiva modificación de capacidad última según la geometría de la cimentación; y a la vez utilizaremos Terzagui para el diseño de una zapata corrida. Luego se eligió el diseño más óptimo para esta propuesta.

$$q_u = 1.3C' * N_c + q * N_q + 0.4\gamma * B * N_\gamma \quad \text{Método Terzagui}$$

$$q_u = C' * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + 0.5\gamma * B * N_\gamma * F_{ys} * F_{yd} * F_{yi} \quad \text{Método Meyerhof}$$

$q_u$  = Capacidad de carga última

$C'$  = Cohesión del suelo

$\gamma$  = Peso unitario del suelo

$B$  = Ancho característico de la cimentación

$$q = \gamma * D_f$$

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga

$F_{cs}, F_{qs}, F_{ys}$  = Factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{yd}$  = Factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{yi}$  = Factores de inclinación de carga

#### V. Verificación de la profundidad de la cimentación

La profundidad de la cimentación se determinará teniendo en cuenta los parámetros de diseño basados en la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones E 050.

$$5 \geq \frac{D_f}{B}$$

Según la (E050) para verificar si la profundidad de la cimentación es correcta la relación Profundidad / ancho ( $D_f/B$ ) tiene que ser menor o igual a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.

## VI. Comprobación del diseño de zapata

$$q_{ap} \leq q_{ad}$$

Para poder asegurarnos de que el diseño cumpla con los parámetros de seguridad; se tiene que realizar una comparación entre la carga admisible con la carga aplicada; siendo que, esta última tiene que ser menor o igual a la carga admisible.

### RESULTADOS

Tabla 4 Resultados de las dimensiones de zapata cuadrada y capacidad admisible para un sistema de pórticos.

<b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE PÓRTICOS</b>		
	<b>Terzagui</b>	<b>Meyerhof</b>
Ángulo de Fricción ( $\phi$ )	27.69	27.69
Carga Vertical (KN)	465.35	465.35
Profundidad de cimentación (m)	1.5	1.5
B (m)	1.3	1.2
L (m)	1.3	1.2
Capacidad Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	1.85	2.24

Tabla 5 Resultados de las dimensiones de zapata cuadrada y capacidad admisible para un sistema dual.

<b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DUAL</b>		
	<b>Terzagui</b>	<b>Meyerhof</b>
Ángulo de Fricción ( $\phi$ )	27.69	27.69
Carga Vertical (KN)	673.54	673.54
Profundidad de cimentación (m)	1.5	1.5
B (m)	1.4	1.3
L (m)	1.4	1.3
Capacidad Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	1.99	2.05

Tabla 6 Resultados de las dimensiones de zapata corrida y capacidad admisible para un sistema de pórticos.

<b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE PÓRTICOS</b>	
	<b>Terzagui</b>
Ángulo de Fricción ( $\phi$ )	27.69
Carga Vertical (KN)	465.35
Profundidad de cimentación (m)	0.8
B (m)	1.2
L (m)	1

Tabla 7 Resultados de las dimensiones de zapata corrida y capacidad admisible para un sistema dual.

<b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DUAL</b>	
	<b>Terzagui</b>
Ángulo de Fricción ( $\phi$ )	27.69
Carga Vertical (KN)	673.54
Profundidad de cimentación (m)	0.8
B (m)	1.4
L (m)	1

## ELECCIÓN Y DISEÑO DEL TIPO DE CIMENTACIÓN

Un diseño de cimentación es el proceso previo a realizar una edificación o estructura y que es parte fundamental de esta, ya que en muchos casos busca dar una solución ante diferentes problemáticas que puedan surgir por diversos factores. La cimentación, forma parte de estructura encargada soportar y trasladar la carga al terreno. (Montoya & Pinto Vega, 2010).

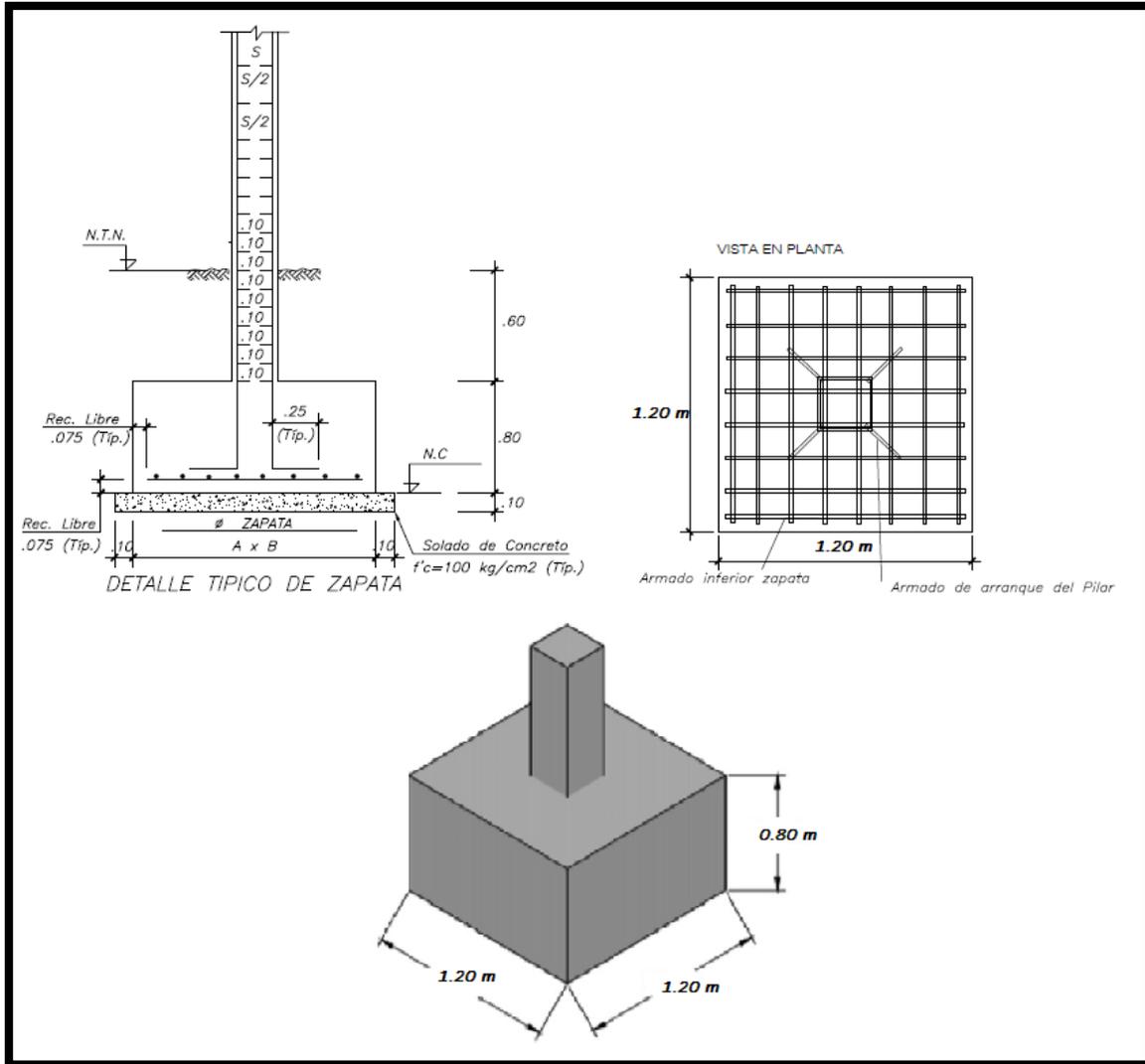


Figura 6 Dimensiones de la zapata cuadrada elegida para el diseño de cimentación para un sistema de pórticos en vista planta, corte y 3D.

## DISCUSIONES

En primer lugar, nos resultó de interés conocer el tipo de suelo de la Urbanización Los Pinos donde los nuevos habitantes pasan los límites urbanísticos, y a partir de ahí adoptar una propuesta de cimentación para prevenir patologías que se puedan presentar en una futura construcción de viviendas. En su tesis, Pomaquiza Castro y Solórzano Ramírez (2014) realizaron un estudio geotécnico en donde se ejecutaron análisis de laboratorio de suelos, de dichos análisis realizados se pudo determinar que el suelo en la altura de cimentación es arcilla de baja plasticidad (CL), lo que representa capacidad admisible.

En la presente investigación se extrajo los resultados de un estudio geotécnico realizado por el Instituto Geofísico del Perú en las zonas de expansión urbana del distrito de Chaclacayo – Urbanización Los Pinos, encontrándose material arenoso de un tamaño mediano a fino pobremente gradadas con gravas sub-angulosas y redondeadas. Con esta evaluación geotécnica del área de estudio; y referenciándonos también del Mapa de Zonificación de Suelos elaborado por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) (Tavera, 2012) el cual detalla que el distrito de Chaclacayo es Zona I, es decir es una zona apta para construir hacen que el terreno no sea vulnerable al riesgo sísmico.

A partir de este dato se optó por un tipo de cimentación superficial ya que el suelo en estudio no presentó complicaciones al ser medianamente bueno para su cimentación, en la investigación de Pomaquiza Castro y Solórzano Ramírez, elaboraron ensayos de laboratorio, así como también la clasificación de suelos al nivel de cimentación, encontrando el estrato adecuado a una profundidad de 7m. Del análisis realizado a los suelos de su área de estudio se determinó que el estrato a nivel del cimiento se trata de una arcilla de baja plasticidad (CL), indicando una baja capacidad admisible la cual es inferior a la exigida por el diseño de la estructura. A diferencia de estos investigadores en la presente investigación se extrajo resultados de un estudio geotécnico en el cual no se realizó el Ensayo de Penetración Estándar (SPT), no obstante, se desarrolló, los ensayos para obtener el contenido de humedad, ensayos de corte directo, ensayos de granulometría y ensayos de límite de consistencia; pudiéndose determinar la profundidad mínima de cimentación evaluada de  $D_f=1.50$  m. a partir del nivel del terreno. Considerándose una cimentación de zapatas cuadradas de acuerdo a la demanda estructural del proyecto ya que terminó siendo la opción más económica y cumplió con todos los parámetros establecidos en la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones. Se decidió comparar a la vez, el diseño para dos sistemas estructurales: sistema de pórticos y sistema dual, cada uno analizado independientemente, definiendo sus cargas de servicio como también el cálculo de dimensión de la base de zapata por dos diferentes métodos, eligiendo al método de Meyerhof como el más seguro y conservador, y a partir de ahí se procedió a diseñar la zapata.

Se eligió el tipo de cimentación con zapata cuadrada porque se consideró que las viviendas a construir en esta zona son viviendas típicas de 1 a 3 pisos tal y como se menciona en los Parámetros Urbanísticos de la Ordenanza Municipal 363 del distrito de Chaclacayo; además se comparó que con los valores de este suelo la carga admisible para una zapata rectangular terminó siendo menor que la carga aplicada por lo que no cumplía con los parámetros de diseño y se tenía que aumentar las dimensiones de la zapata, lo que provocaría un mayor gasto económico e innecesario; de la misma manera ocurrió al compararla con un diseño de zapatas corridas, las cuales cumplían con los parámetros de diseño pero son innecesarias ya que este tipo de cimentaciones se utilizan cuando el suelo no tiene mucha resistencia al corte. Por ello, podemos decir entonces que para este tipo de viviendas es recomendable usar una cimentación cuadrada. Se optó por este tipo de zapatas debido a la facilidad y rapidez del diseño sabiendo a la vez que no se presentarán problemas en la edificación ya que se consideraron las cargas vivas y muertas; para este diseño no se han considerado algunos factores como son los factores de excentricidad ni de inclinación; y las condiciones con las cuales se realizó el diseño fueron estáticas, sin embargo, el diseño cumple con los parámetros suscritos en la Norma Técnica de Edificaciones E 0.50.

Finalmente, este proyecto nos permitirá brindar a estas familias que han migrado, una ayuda si en algún momento deciden construir una edificación, ya que tendrán un modelo para la cimentación de sus viviendas, diseñado bajo los parámetros de la Norma Técnica E.050; asegurando de esta manera el bienestar de esta población vulnerable ante cualquier fenómeno natural que pueda afectar su edificación.

## CONCLUSIONES

Se logró establecer el tipo de cimentación para la zona de expansión urbana del distrito de Chaclacayo – Urbanización Los Pinos, considerándose una cimentación de zapatas cuadradas de acuerdo a la demanda estructural del proyecto. Asimismo, se determinó que la profundidad mínima de cimentación evaluada será de  $D_f = 1.50$  m. a partir del nivel de terreno.

Se determinó mediante el método de Meyerhof, que resultó ser el más conservador, y modificando la ecuación de capacidad última según la geometría de la cimentación, que la dimensión de la zapata cuadrada utilizando un sistema de pórticos será de 1.20 m. Por lo que llegamos a la conclusión que para esta zona no es necesario el sistema dual, ya que con el sistema de pórticos se cumple con los parámetros de seguridad y a la vez se economiza.

Se logró determinar la capacidad admisible del suelo en la zona de expansión urbana del distrito de Chaclacayo – Urbanización Los Pinos, obteniendo un valor de  $q_{ad} = 2.24$  kg/cm<sup>2</sup> para el sistema estructural de pórticos utilizando cimentaciones de zapatas cuadradas.

Esta propuesta ofrece un diseño de cimentación superficial de zapata cuadrada, la cual se realizó considerando los parámetros registrados en la Norma Técnica de Edificaciones E 0.50 y cuya finalidad es asegurar una estabilidad para las futuras viviendas de la población que viene migrando a esta zona de expansión ubicada en el distrito de Chaclacayo - Urbanización Los Pinos.

## REFERENCIAS

- Adauto Barzola, M. C., & Cheong Lizárraga, J. C. L. (2018). Estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20.000 m<sup>3</sup> en el sector 330 Villa María del Triunfo - Lima.
- Ministerio de Vivienda, C. y S. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones E.050: Suelos y Cimentaciones.
- Montoya, J., & Pinto Vega, F. (2010). Cimentaciones. 34.  
<https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/cimentaciones-y-fundaciones.pdf>
- Municipalidad de Chaclacayo. (2016). Ordenanza Municipal 363. 601250–601251.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2007). Plano de Zonificación de Lima Metropolitana - Chaclacayo.
- Olarte Carpio, L. (2019). Mecánica de suelos aplicada a la verificación de capacidad de carga para cimentaciones a emplearse en los talleres productivos del E.P. Cusco - Varones.
- Pomaquiza Castro, L. A., & Solórzano Ramírez, L. M. (2014). Estudio geotécnico y análisis de las posibles soluciones de la cimentación del puente Norcay. Artículo Ecuador, 1(5), 1–127.
- Suárez Chilán, R. F. (2016). Evaluación del diseño estructural de la cimentación del edificio: Torre C condominios bosques de la costa. Tesis, Proyecto de factibilidad técnica, económica y financiera del cultivo de ostra del pacífico en la parroquia manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, 1–36.
- Tavera, H. (2012). Zonificación Sísmica-Geotécnica del área urbana de Chaclacayo. 46–100. <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/1194>
- Adauto Barzola, M. C., & Cheong Lizárraga, J. C. L. (2018). Estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20.000 m<sup>3</sup> en el sector 330 Villa María del Triunfo - Lima.
- Ministerio de Vivienda, C. y S. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones E.050: Suelos y Cimentaciones.
- Montoya, J., & Pinto Vega, F. (2010). Cimentaciones. 34.  
<https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/cimentaciones-y-fundaciones.pdf>
- Municipalidad de Chaclacayo. (2016). Ordenanza Municipal 363. 601250–601251.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2007). Plano de Zonificación de Lima Metropolitana - Chaclacayo.
- Olarte Carpio, L. (2019). Mecánica de suelos aplicada a la verificación de capacidad de carga para cimentaciones a emplearse en los talleres productivos del E.P. Cusco - Varones.
- Pomaquiza Castro, L. A., & Solórzano Ramírez, L. M. (2014). Estudio geotécnico y análisis de las posibles soluciones de la cimentación del puente Norcay. Artículo Ecuador, 1(5), 1–127.
- Suárez Chilán, R. F. (2016). Evaluación del diseño estructural de la cimentación del edificio: Torre C condominios bosques de la costa. Tesis, Proyecto de factibilidad técnica, económica y financiera del cultivo de ostra del pacífico en la parroquia manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, 1–36.
- Tavera, H. (2012). Zonificación Sísmica-Geotécnica del área urbana de Chaclacayo. 46–100. <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/1194>