



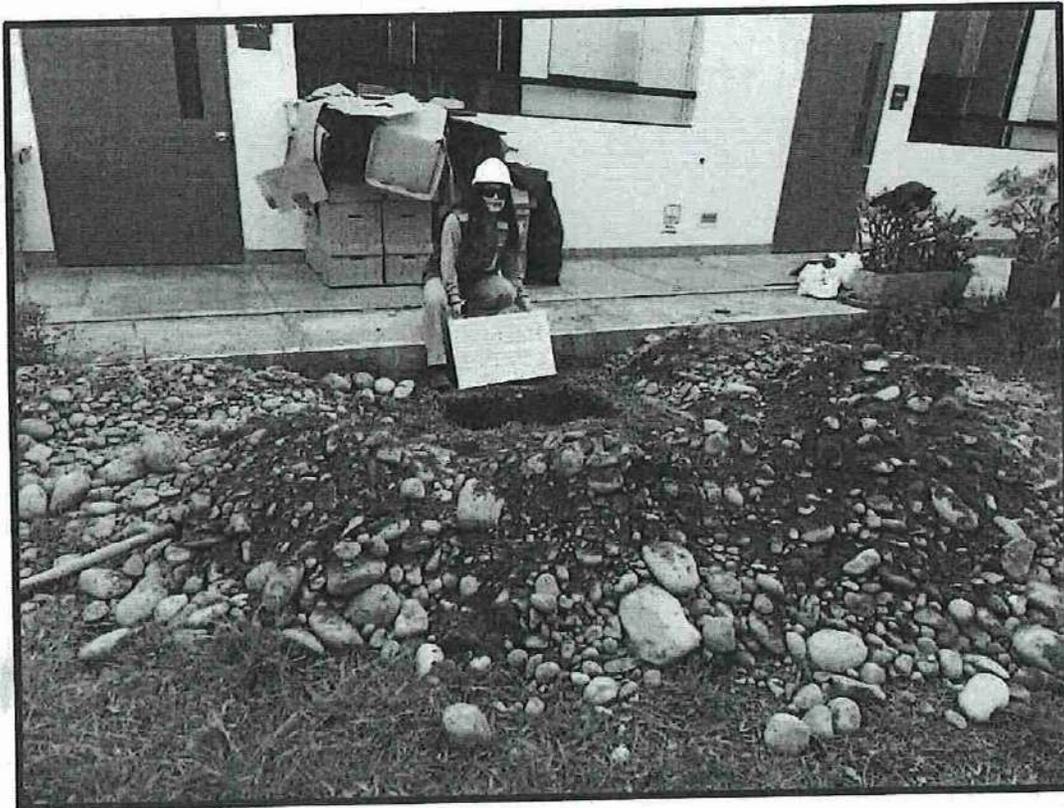
**“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA”, CON CUI 2672525**



**13. ESTUDIO DE SUELOS**

# ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y  
CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE  
DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN  
ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA  
DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2672525**



**SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO**

## **UBICACIÓN**

- ✓ LUGAR: AV. 2 DE MAYO 925 - 935
- ✓ DISTRITO : SAN ISIDRO
- ✓ PROVINCIA : LIMA
- ✓ DEPARTAMENTO : LIMA

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C  
*Rosangelan*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangelan*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

**ABRIL - 2025**



## Índice de Contenido

<b>1. Generalidades</b>	6
1.1. Introducción.	6
1.2. Objetivos	6
1.3. Normativa de aplicación	6
1.4. Ubicación del área de estudio	6
1.5. Acceso al área de estudio	8
1.6. Condiciones climáticas del área de estudio	8
<b>2. Geología y sismicidad del área de estudio</b>	9
<b>2.1. Geología</b>	9
2.1.1 Marco Geológico Regional	10
2.1.2 Litología Regional	11
2.1.3 Marco Geológico Local	12
2.1.1. Geomorfología local	12
<b>2.2. Sismicidad</b>	13
<b>3. Información Previa.</b>	18
<b>4. Procedimiento de Trabajo</b>	18
4.1. Trabajos de campo	18
<b>5. Investigación de Campo</b>	19
<b>6. Ensayos de laboratorio</b>	20
<b>7. Perfiles estratigráficos.</b>	25
7.1. Calicata C - 1	25
7.2. Calicata C - 2	26
7.3. Calicata C - 3	26
7.4. Resultados de Laboratorio	27
7.5. Perfiles Estratigráficos de los suelos	28
<b>8. Nivel de la Napa Freática</b>	29
<b>9. Análisis de Cimentación</b>	29
9.1. Tipo y profundidad de cimentación	29
9.2. Cálculo y Análisis de la Capacidad Admisible de Carga	29
9.3. Cálculo de Asentamientos.	32
<b>10. Rellenos controlados de ingeniería.</b>	37
<b>11. Problemas Especiales de Cimentación</b>	37
11.1. Ataque químico del Suelo al Concreto	37
11.2. Licuación	39

*Rosangela mt*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C

ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL



MIROVAL ASOCIADOS S.A.C

CONSULTORES Y AUDITORES DE PROYECTOS

40 años de experiencia

11.3. Colapsabilidad	40
11.4. Empuje de tierras	41
11.5. Expansión	42
12. Conclusiones	43
13. Bibliografía	46
Anexo I	47
Planos	47
Anexo II	48
Perfil Estratigráfico	48
Anexo III	49
Hoja de Cálculo de la Capacidad de Carga	49
Anexo IV	52
Hoja de Cálculo del asentamiento inmediato	52
Anexo V	55
Cálculo de Coeficiente de Empuje Activo y Pasivo	55
Anexo VI	57
Formato Obligatorio de la Hoja de Resumen de las Condiciones de Cimentación según Norma Técnica E.050	57
Anexo VII	59
Resultados de Laboratorio	59
Anexo VIII	60
Certificados de Calibración	60
Anexo IX	61
Panel Fotográfico	61

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela m*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela m*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

## Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los mapas isosistas en el Perú	13
Tabla 2: Factores de zona	15
Tabla 3: Clasificación de los perfiles del suelo	16
Tabla 4: Factor del suelo "S"	16
Tabla 5: Periodos "T <sub>P</sub> " y "T <sub>L</sub> "	16
Tabla 6: Parámetros geotécnicos	17
Tabla 7: Tipo de muestra alterada	19
Tabla 8: Ubicación de calicatas	20
Tabla 9: Resumen de Resultados de ensayos de Laboratorio	27
Tabla 10: Resumen de Resultados de Ensayo Compresión Triaxial (CU)	27
Tabla 11: Nivel Freático	29
Tabla 12: Resultados del ensayo triaxial consolidación no drenado CU	31
Tabla 13: Valores de relación de poisson	35
Tabla 14: Valores de módulo de Elasticidad	35
Tabla 15: Valores de relación de poisson	36
Tabla 16: Resultados del asentamiento probable	37
Tabla 17: Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfato	38
Tabla 18: Límites permisibles de agresividad del suelo al concreto	38
Tabla 19: Resultados de ensayos químicos	39
Tabla 20: Coeficiente de Empuje – Calicata C-2	42
Tabla 21: Clasificación de suelos expansivos	42

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela m2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

## Índice de Figuras

Figura 1: Macro localización del proyecto.	7
Figura 2: Ubicación del Área de estudio	8
Figura 3: Carta geológica de Lima	9
Figura 4: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas	15
Figura 5: Zonas sísmicas	17
Figura 6: Clasificación de Suelos AASTHO	21
Figura 7: Sistema Unificado de clasificación de Suelos	24
Figura 8: Factores de capacidad de carga $N_c$ , $N_q$ y $N_\gamma$	30
Figura 9: Grafico de capacidad portante Vs Profundidad de cimentación	32
Figura 10: Criterio de daños en estructuras	33
Figura 11: Asentamiento diferencial máximo	33
Figura 12: Asentamiento de estructuras cimentadas sobre arena	34
Figura 13: Asentamiento elástico de fundaciones flexibles y rígidas	34
Figura 14: Relación de suelos colapsables y no colapsables	40
Figura 15: Cálculo de la capacidad de carga (Vesic) (parte I)	50
Figura 16: Cálculo de la capacidad de carga (Vesic) (parte II)	51
Figura 17: Cálculo de Asentamientos Inmediatos (parte I)	53
Figura 18: Cálculo de Asentamientos Inmediatos (parte II)	54
Figura 19: Cálculo de Coeficiente de Empuje Activo y Pasivo	56
Figura 20: Formato obligatorio de la hoja de resumen	58

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

**MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.**  
*Rosángela m<sup>2</sup>*  
**ROSÁNGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL

*Rosángela m<sup>2</sup>*  
**ROSÁNGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

# ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

## 1. Generalidades

### 1.1. Introducción.

Se realizará el estudio de suelos del proyecto: **MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2672525** que han sido efectuado siguiendo los lineamientos establecidos por el reglamento nacional de edificaciones norma E – 050 suelos y cimentaciones y Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

### 1.2. Objetivos

Se realizará el estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del Proyecto: **MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2672525**, para determinar las características físico – mecánicas y estratigrafía del suelo.

### 1.3. Normativa de aplicación

- Manual de Ensayos de Materiales, aprobado con RD N°18-2016-MTC/14.
- Norma E.050 Suelos y Cimentaciones
- Norma E.030 Diseño Sismorresistente
- Norma E.060 Concreto armado

### 1.4. Ubicación del área de estudio

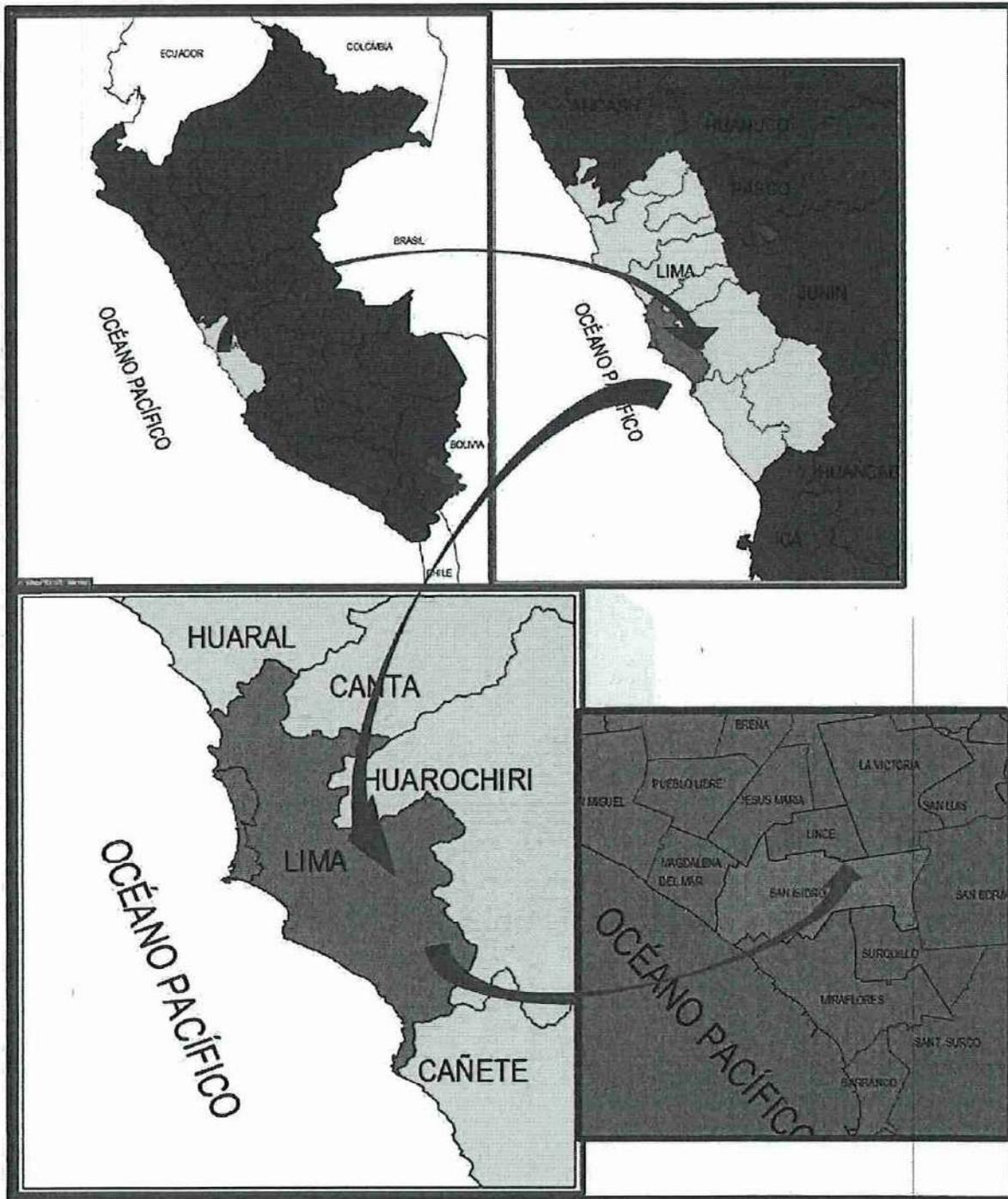
El Proyecto está ubicado en la **Av. 2 de Mayo 925 - 935.**

Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : San Isidro

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela m2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Figura 1: Macro localización del proyecto.



**MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.**  
*Rosayella*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL

Fuente: Elaboración Propia

*Rosayella in 2*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424



Verano: enero a marzo: 21° C a 29°C.

Otoño: abril a junio: 17°C a 27°C.

Invierno: julio a setiembre: 12° C a 19°C.

Primavera: octubre a diciembre: 16°C a 24° C.

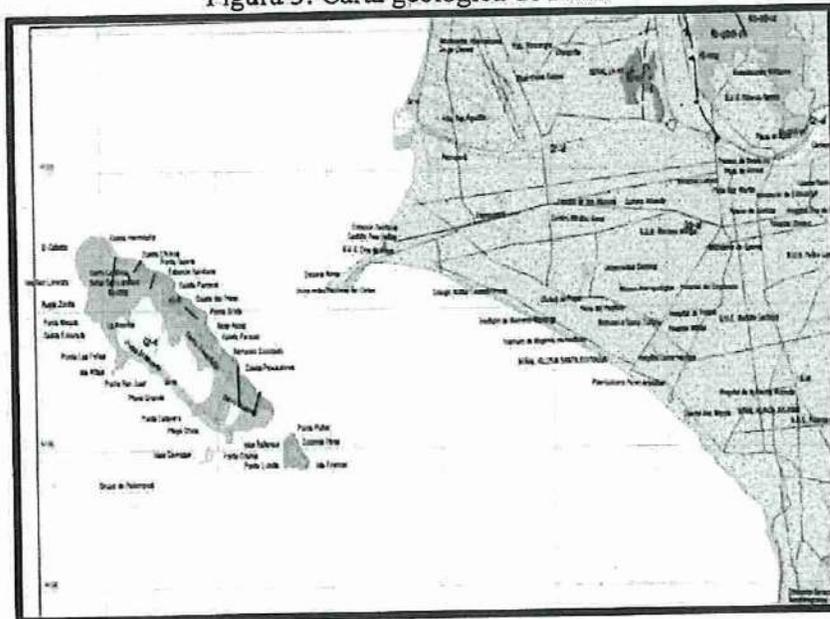
La altitud del distrito varía desde los cero (0) metros hasta los ciento cincuenta y cuatros metros sobre el nivel del mar (154 msnm). La zona central del distrito, que corresponde al Bosque El Olivar, tiene una altitud promedio de 109 msnm.

## 2. Geología y sismicidad del área de estudio

### 2.1. Geología

La ciudad de Lima (San Isidro) se ubica principalmente sobre un depósito de origen fluvioaluvial de características heterogéneas, perteneciendo a la edad cuaternaria los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón. Existen colinas que rodean la ciudad, que son rocas intrusivas del Cretáceo. La mayor parte de la ciudad está en zona plana. Martínez Vargas (1986) en su obra sobre Geología de Lima, presentó un mapa simplificado. El subsuelo predominante en la ciudad es el conglomerado (mezcla de bolones, grava y arena) que se encuentra en estados sueltos a densos. Lima se ubica sobre un relleno aluvial que alcanza espesores del orden de cuatrocientos (400) metros. De acuerdo a la figura 3, el proyecto se encuentra sobre material eólico de acumulaciones de arena fina.

Figura 3: Carta geológica de Lima



Fuente: (INGEMET, 1992)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangelina m<sup>2</sup>*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
GERENTE GENERAL

*Rosangelina m<sup>2</sup>*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

## 2.1.1 Marco Geológico Regional

### Aspecto Geomorfológico

Los rasgos geomorfológicos regionales del área que involucra el estudio, evidencian que ésta se encuentra ubicada en las estribaciones andinas occidentales, caracterizada por la presencia de amplias quebradas. Las estribaciones de la Cordillera Occidental corresponden a laderas y crestas de la Cordillera Andina, formando topografías abruptas conformadas por plutones y stocks del Batolito de la Costa. En las cotas de menor altimetría se observan terrenos semi planos, constituidos por depósitos aluviales y coluviales que provienen de las estribaciones de la Cordillera Occidental. La geomorfología de estos terrenos se asigna a quebradas amplias que permanecen secas por estar afectadas por el clima costero árido. La Llanura Pre andina definida como una faja que se extiende entre la línea de Cordillera de la Costa y la Cordillera Occidental tiene anchos que varían entre 20 y 100 Km., presentando elevaciones que van de 50 a 1500 msnm. Tiene relieves moderados y clima desértico. Presenta depósitos cuaternarios eólicos y aluviales de los ríos que drenan de la Cordillera Occidental. La Planicie costanera y Cono deyectivo es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental, está constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de costa, adquiriendo mayor amplitud en los valles de los ríos Chillón y Rímac. Constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación de los ríos Rímac y Chillón, así como por arenas provenientes del acarreo eólico desde las playas, por los vientos que corren con direcciones SO a NE.

El cono aluvial del río Rímac constituye una planicie donde se asienta parte del Distrito de Cercado de Lima, lo que fue una depresión ahora rellena por cantos rodados, gravas, arenas y arcillas, formando un potente apilamiento cuyo grosor completo se desconoce. El área en estudio se ha emplazado en las Pampas costaneras, que representa una de las principales unidades geo morfo estructurales que se distribuyen en el territorio peruano. Esta unidad se extiende en la región geográfica denominada Costa, se caracteriza por cubrir una amplia planicie y están recortadas por

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangel*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangel m2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

el río Chillón y al Este está representada por el flanco occidental de la cordillera de los Andes. El área se encuentra en una zona de lento levantamiento terrestre que ha logrado configurar distintos relieves por la acción de las aguas superficiales, la acción marina, la acción eólica y la actividad antrópica. (Desastres, 2014).

### 2.1.2 Litología Regional

La evolución geológica del área de estudio está vinculada a los diferentes episodios que se produjeron durante el emplazamiento de la Cordillera de los Andes. Rocas ígneas volcánica – sedimentarias, representadas por el Grupo Casma, se emplazaron durante el Cretáceo medio y luego las rocas sedimentarias de las formaciones geológicas Pamplona y Atocongo. En la primera fase tectónica o ligeramente posterior, se emplazan los cuerpos más básicos y occidentales del batolito, habiéndose tenido como manifestaciones precursoras la ascensión de magmas, de similar composición, que llegan hasta cerca de la superficie como cuerpos sub volcánicos intrusivos. El batolito costanero continuó su emplazamiento a manera de pulsaciones, conformando un complejo de plutones individuales, cuya acidez se hace más acentuada. A fines del Terciario y comienzos de Cuaternario, se inicia un proceso erosivo intenso el mismo que se prolonga hasta la actualidad, profundizando valles, denudando y acarreado materiales hacia las llanuras costeras formando abanicos aluviales. Durante el Cuaternario antiguo parece que las lluvias fueron intensas que ocasionó un acarreo fuerte con el consiguiente relleno de los conos aluviales en las quebradas laterales. (Desastres, 2014).

#### Material de cobertura

Consiste en el material suelto que se extiende en gran parte de la faja de la costa en la parte central del Perú. Además, el material de cobertura recibe las diferentes denominaciones en atención al origen, evolución y depositación de éstos. Así, se tiene el depósito aluvial y el depósito coluvio aluvial. El depósito aluvial (Q-al) ocupan una mayor extensión en la parte baja de los valles de los ríos de la costa conformando los conos deyectivos

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosayella n.2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosayella n.2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424



y rocas, que refleja modificaciones del relieve debido a la acción de las aguas superficiales (río Rímac), la gravedad y la actividad antrópica. Dichas modificaciones han dado lugar a distintas formas de relieve, representados por una planicie aluvial, coluvio - aluvial, terraza aluvial, talveg, conos eyectivos, cerro testigo y laderas, los que se acentúan por la naturaleza del basamento rocoso y los materiales de cobertura. (Desastres, 2014).

## 2.2. Sismicidad

Se presenta la versión más reciente del mapa de distribución de máximas Intensidades sísmicas observadas en el Perú, preparado por la Universidad Nacional de Ingeniería como parte del Proyecto SISRA: Mitigación de Daños Causados por un Terremoto en la Región Andina. Este proyecto ha sido patrocinado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur, CERESIS. En este trabajo se documenta la confección de dicho mapa, indicando la utilización de treinta isosistas de sismos peruanos, datos de intensidades puntuales de sismos históricos y de sismos recientes. El mapa elaborado representa los niveles de daños producidos por los terremotos, sin distinguir si tales daños se debieron a la vibración localizada del suelo, a la licuación de suelos, a deslizamientos u otros fenómenos locales.

*Rosangela m<sup>2</sup>*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Tabla 1: Descripción de los mapas isosistas en el Perú

Nombre del sismo o localidad	Fecha	Escala intensidades	Máxima IMM utilizada	Magnitud	Profundidad (km)
Trujillo	14 Febrero 1619	Mercalli modificada	IX		
Lima	28 Octubre 1746	Mercalli modificada	X		
Arica	13 Agosto 1868	Mercalli modificada	XI		
Piura	24 Julio 1912	Mercalli - Sieberg	VIII		
Caravelí	6 Agosto 1913	Rossi - Forel	VIII	MS = 7.8	
Aimaraes	4 Noviembre 1913	Rossi - Forel	VIII		
Parinacochas	2 Diciembre 1914	Rossi - Forel	VIII		
Chachapoyas	14 Mayo 1928	Rossi - Forel	IX	MS = 7.3	
Lima	24 Mayo 1940	Mercalli modificada	VIII	MS = 8.0	60
Nazca	24 Agosto 1942	Mercalli modificada	IX	MS = 8.1	60
Moyobamba	6 Agosto 1945	Mercalli modificada	VII		



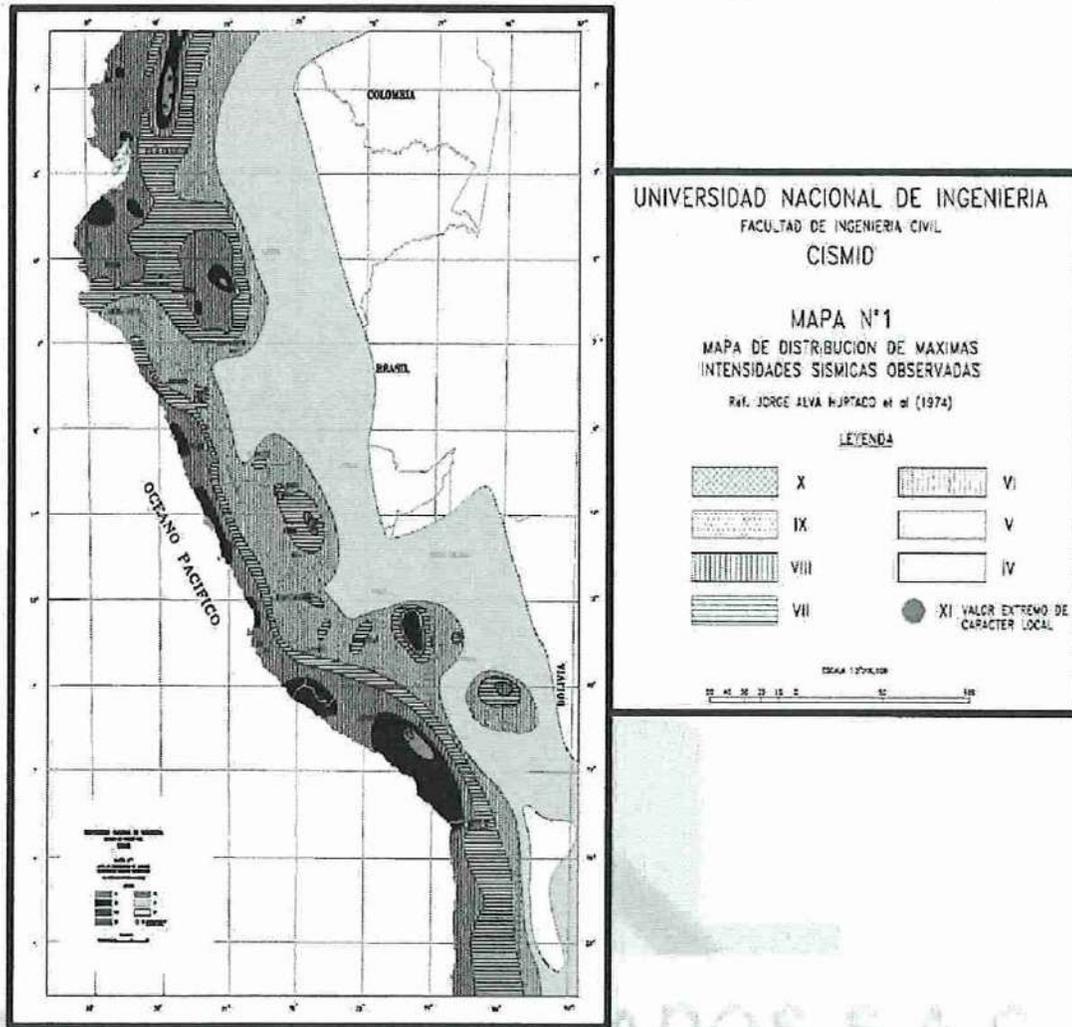
Nombre del sismo o localidad	Fecha	Escala intensidades	Máxima IMM utilizada	Magnitud	Profundidad (km)
Ancash	10 Noviembre 1946	Mercalli modificada	XI	MS = 7.3	
Satipo	1 Noviembre 1947	Mercalli modificada	X	MS = 7.3	
Cañete	28 Mayo 1948	Mercalli modificada	VII	MS = 7.0	60
Cuzco	21 Mayo 1950	Mercalli modificada	VIII	MS = 6.0	
Ica	10 Diciembre 1950	Mercalli modificada	VII	MS = 7.0	80
Tumbes	12 Diciembre 1953	Mercalli modificada	VIII	MS = 7.8	
Arequipa	15 Enero 1958	Mercalli modificada	VIII	MS = 7.0	100
Arequipa	13 Enero 1960	Mercalli modificada	VIII	MS = 7.5	200
Lima	17 Octubre 1966	Mercalli modificada	VIII	mb = 6.3	38
Moyobamba	19 Junio 1968	Mercalli modificada	X	MS = 6.9 mb = 6.4	33
Pariahuanca	1 Octubre 1969	Mercalli modificada	XI	MS = 6.2 mb = 5.9	43
Chimbote	31 Mayo 1970	Mercalli modificada	IX	MS = 7.8 mb = 6.6	48
Tumbes	10 Diciembre 1970	Mercalli modificada	IX	MS = 7.6 mb = 6.3	15
Lima	3 Octubre 1974	Mercalli modificada	VIII	MS = 7.5 mb = 6.2	9
Arequipa	16 Febrero 1979	Medvedev - Spoheuer - Kamik (MSK)	VII	MS = 6.9 mb = 6.2	
Cusco	3 Junio 1980	Medvedev - Spoheuer - Kamik (MSK)	VII	mb = 4.9	20
Ayacucho	10 Noviembre 1980	Medvedev - Spoheuer - Kamik (MSK)	VII	mb = 4.9	48
Ayacucho	18 Abril 1981	Medvedev - Spoheuer - Kamik (MSK)	VII	mb = 5.5	40

Fuente: (Alva Hurtado, Meneses Iloja, &amp; Guzmán León)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela m<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Figura 4: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas



Fuente: (Alva Hurtado, Meneses Iloja, & Guzmán León)

Tabla 2: Factores de zona

Factores de Zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m<sup>2</sup>*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

*Rosangela m<sup>2</sup>*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Tabla 3: Clasificación de los perfiles del suelo

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

Tabla 4: Factor del suelo "S"

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

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

Tabla 5: Periodos "T<sub>P</sub>" y "T<sub>L</sub>"

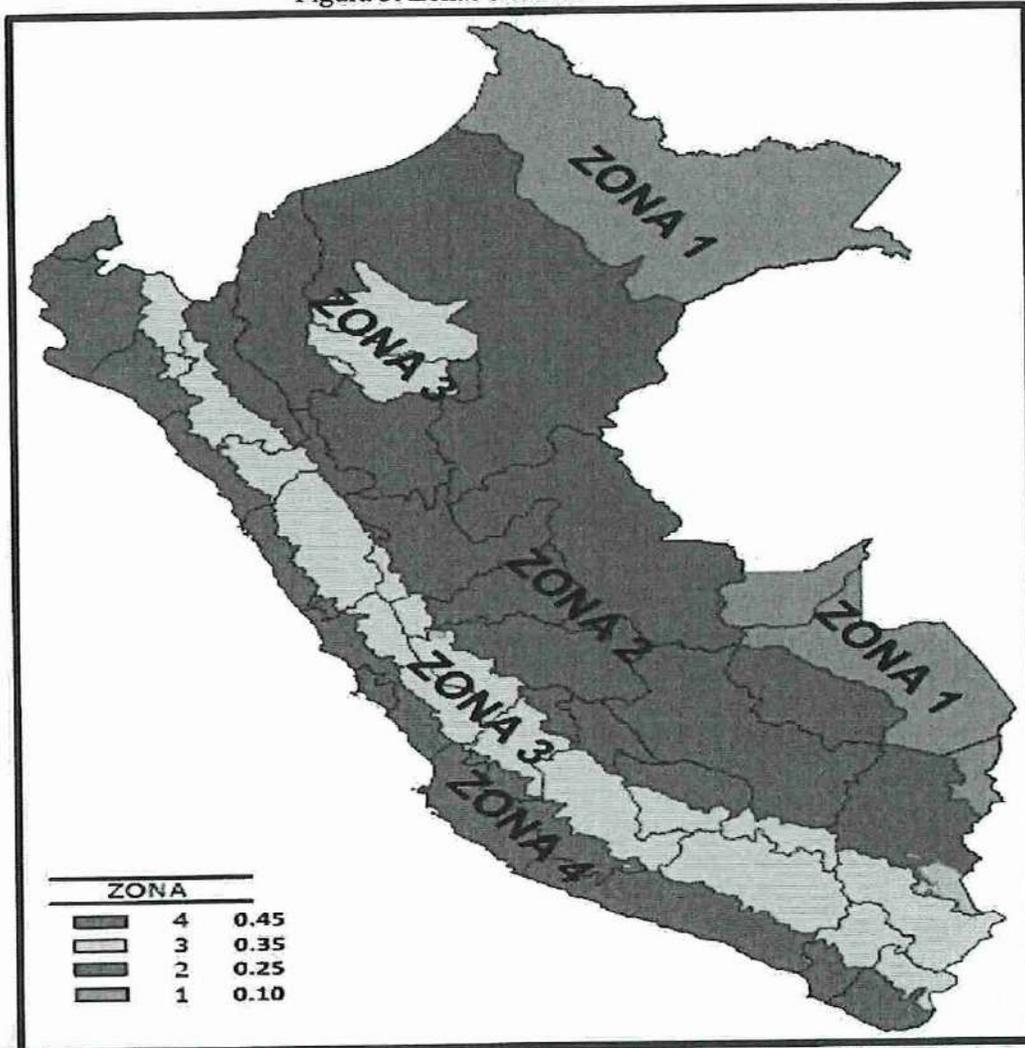
Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL

*Rosangela m*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Figura 5: Zonas sísmicas

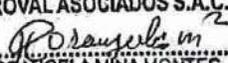


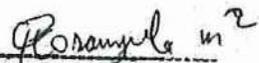
Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

Tabla 6: Parámetros geotécnicos

Calicata C - 3	
Parámetros	Valor
Tipo de Suelo	S <sub>2</sub>
Tipo de Zona	4
Factor de Zona (Z)	0.45
Factor de Suelo (S)	1.05
Periodo predominante de Vibración (T <sub>p</sub> )	0.60
Periodo predominante de Vibración (T <sub>L</sub> )	2.00
Suelos de Cimentación	GP

Fuente: Elaboración propia.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

De acuerdo a la tabla 6, se muestran los parámetros geotécnicos según el tipo de suelo del Proyecto que está ubicada en la Zona 4. La fuerza sísmica cortante en la base debe calcularse de acuerdo a la Norma Técnica de edificación E.030 – 2018 Diseño Sismorresistente según la siguiente expresión:

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

Ecuación 1

Donde:

Z: Factor de zona

U: Factor de uso

C: Amplificación sísmica

S: Factor de suelo

P: Peso de la estructura

R: Factor de reducción

V: Fuerza cortante basal

### 3. Información Previa.

Se realizó las coordinaciones con la entidad tales como la entrega de los planos de ubicación de lugar de estudio, así como también las coordinaciones para determinar la cantidad y la profundidad de calicatas a explorar a la vez la entrega del TDR para realizar el presente estudio.

### 4. Procedimiento de Trabajo

#### 4.1. Trabajos de campo

La metodología seguida para la realización del estudio comprendió básicamente una investigación de campo de la zona de estudio, mediante prospecciones exploratorias o calicatas a cielo abierto dentro del área de construcción proyectada con la finalidad de determinar la variación estratigráfica de los suelos.

Para ello se toman muestras alteradas y disturbadas de cada calicata que serán analizadas en laboratorio. De acuerdo a la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones indica el transporte, estado y característica para el tipo de muestra alterada:

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela m<sup>2</sup>*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela m<sup>2</sup>*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Tabla 7: Tipo de muestra alterada

Tipo de Muestra	Norma aplicable	Formas de obtener y transportar	Estado de la muestra	Característica
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo

Fuente: Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

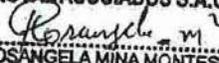
Los resultados de laboratorio servirán para el desarrollo del perfil estratigráfico a través de los resultados de los ensayos de granulometría, límites de consistencia, humedad natural y ensayos químicos.

Se desarrollaron las siguientes actividades durante la ejecución del estudio de suelos:

- Muestreo de los diferentes estratos de suelos
- Registro de excavación, donde se indican las características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, consistencia, etc.
- Registro de perfil estratigráfico del suelo de fundación, clasificación visual táctil, mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO.

### 5. Investigación de Campo

Se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de Tres (03) calicatas 01 (uno) de 6.00m de profundidad y 02 (dos) de 3.00m de profundidad de los cuales sus materiales encontrados en la calicata se tomaron muestras representativas que fueron descritas e identificadas mediante etiquetado con la ubicación, número de muestra y profundidad que fueron colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
 ROSANGELA MINA MONTÉS  
 GERENTE GENERAL

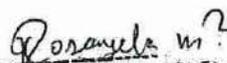
  
 ROSANGELA MINA MONTÉS  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Tabla 8: Ubicación de calicatas

Calicata	Ubicación	Profundidad (m)		Nivel freático
		De	a	
C-1	Av. 2 de mayo 925 - 935	0.00	6.00	No presenta
C-2		0.00	3.00	No presenta
C-3		0.00	3.00	No presenta

Fuente: Elaboración propia

## 6. Ensayos de laboratorio

Los ensayos ejecutados corresponden a los establecidos en las normas técnicas, su propósito es constituir una base sólida de análisis en el terreno natural. De igual forma los ensayos de laboratorio han sido llevados a cabo siguiendo los procedimientos recomendados del Manual de Ensayos de Materiales EM 2016 del MTC y las versiones actualizadas de los métodos de ensayo de la AASHTO y ASTM. Los suelos fueron identificados siguiendo las recomendaciones y procedimientos de la Norma ASTM D-2448 "Práctica Recomendada para la descripción de Suelos".

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D - 422
Límite Líquido	ASTM D - 423
Límite Plástico	ASTM D - 424
Contenido de Humedad	ASTM D - 2216
Clasificación SUCS	ASTM D - 2487
Contenido Sulfatos	NTP 339.178
Contenido Cloruros	NTP 339.177
Contenido Sales solubles totales	NTP 339.152
Compresión Triaxial consolidado no Drenado (CU)	ASTM D - 4767

*Rosangela n.2*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

### a) Clasificación de suelos

Los principales sistemas de clasificación de suelos AASHTO (American Association of State Highways Transportation Officials) y SUCS (Unified Soil Classification System), adoptado por la ASTM (American Society Testing Materials) son de amplio uso en el país e internacionalmente reconocidos. La

**MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.**  
*Rosangela n.2*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL

primera de estas clasificaciones divide los suelos en 7 grupos generales, mientras que la segunda en 15.

La clasificación definida en la norma ASTM, está orientada a cualquier tipo de obra y es mayormente usada para reportar la estratigrafía de pozos de reconocimiento. La norma AASHTO está orientada en mayor medida para obras viales y se utiliza para informar la clasificación efectuada a partir de los ensayos de laboratorio.

Figura 6: Clasificación de Suelos AASTHO

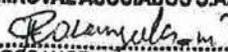
General classification	Granular materials (35% or less of total sample passing No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Group classification	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Sieve analysis (percentage passing)							
No. 10	50 max.		51 min.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
No. 40	30 max.	50 max.	10 max.				
No. 200	15 max.	25 max.					
Characteristics of fraction passing No. 40							
Liquid limit				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Plasticity index	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Usual types of significant constituent materials	Stone fragments, gravel, and sand		Fine sand	Silty or clayey gravel and sand			
General subgrade rating	Excellent to good						
General classification	Silt-clay materials (more than 35% of total sample passing No. 200)						
Group classification	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5 <sup>a</sup> A-7-6 <sup>b</sup>		
Sieve analysis (percentage passing)							
No. 10							
No. 40							
No. 200		36 min.	36 min.	36 min.	36 min.		
Characteristics of fraction passing No. 40							
Liquid limit	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	41 min.		
Plasticity index	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	11 min.		
Usual types of significant constituent materials	Silty soils		Fair to poor		Clayey soils		
General subgrade rating	Fair to poor						
<sup>a</sup> For A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
<sup>b</sup> For A-7-6, $PI > LL - 30$							

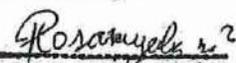
Fuente: (Das, 2014)

b) Granulometría

El caso más común de ensayo granulométrico, es aquel en que se determina la gradación del suelo a través de la distribución por tamaños de las partículas mayores que 0.075 mm mediante tamizado.

El procedimiento que se usa en este caso está descrito en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras, EM 2016.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
 ROSÁNGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

  
 ROSÁNGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

En casos en que se necesita conocer la distribución o tamaño de las partículas que pasan el tamiz referido, existen procedimientos específicos de tamizado incluyendo análisis hidrométricos.

Lo normal es realizar el ensayo granulométrico a la fracción de suelos que pasa el tamiz de 80 mm, usando una muestra de masa no inferior a la mínima que exige la norma, la que depende del tamaño máximo del material.

Para cada una de las prospecciones realizadas como parte del estudio y estratos de suelos encontrados que conforman el terreno natural hasta la profundidad establecida, se realizaron clasificaciones granulométricas de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras, EM 2016.

c) Límites de consistencia

Existen una serie de relaciones empíricas que permiten medir la capacidad de un suelo para absorber humedad sin cambiar su estado de consistencia. Estos indicadores son básicamente mediciones indirectas de la característica básica de superficie específica. De masivo uso son el límite plástico y el límite líquido desarrollados por Atterberg. Estos índices se determinan en suelos remoldeados o suelos que han perdido su estructura por amasado. Son ampliamente usados en la clasificación de la fracción fina del suelo (pasante de tamiz N° 200).

**Límite Líquido:** El límite líquido LL. Es el contenido de humedad requerido para que la muestra, en el aparato de Casagrande, cierre una ranura de 1/8" de amplitud, a los 25 golpes generados a la cápsula de bronce, con un ritmo de dos golpes por minuto. Los valores corrientes para arcillas 40% a 60%, para limos 25% a 50%; en arenas no se obtienen resultados. En términos simples se resume como el contenido de humedad por encima del cual el suelo se comporta como un fluido.

**Límite Plástico:** Es el menor contenido de humedad para el cual el suelo se deja moldear. Esto se dice cuándo, tomando bolas de suelo húmedo, se pueden formar rollitos de 1/8", sobre una superficie plana, lisa y no absorbente. Sin agrietarse el suelo, no hay LP, y con muchas tampoco se tiene el LP. Los valores típicos entre arenas y arcillas se encuentran entre 5% y 30%. En arenas la prueba no es posible.

*Rosangelina M.*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

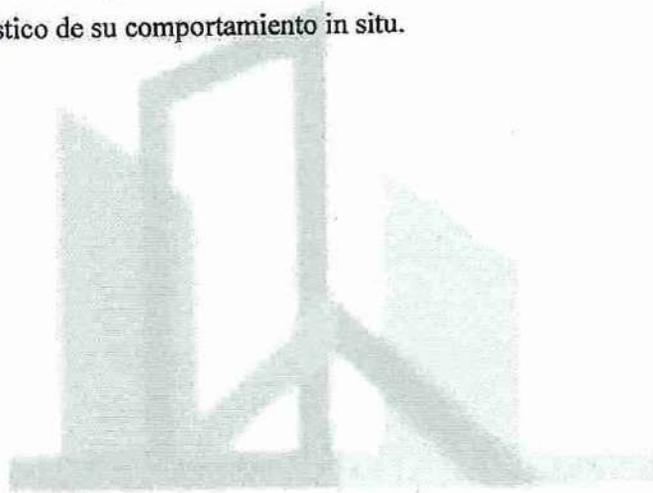
**MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.**  
*Rosangelina M.*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
GERENTE GENERAL

En términos simples, se define este índice como el contenido de humedad para el cual es suelo se comporta plásticamente (deformaciones no recuperables o permanentes).

Índice de Plasticidad: Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

d) Contenido de humedad

Corresponde a la humedad in situ, determinada como la relación entre la diferencia del peso del suelo húmedo, suelo seco y peso inicial de la muestra. Permite la comparación con parámetros propios del suelo posibilitando un diagnóstico de su comportamiento in situ.



MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela m<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Figura 7: Sistema Unificado de clasificación de Suelos

Criteria for assigning group symbols		Group symbol
Gravels More than 50% of coarse fraction retained on No. 4 sieve	Clean Gravels Less than 5% fines <sup>d</sup>	GW
Coarse-grained soils More than 50% of retained on No. 200 sieve	Gravels with Fines More than 12% fines <sup>d,d</sup>	GP <sup>e</sup>
Sands 50% or more of coarse fraction passes No. 4 sieve	Clean Sands Less than 5% fines <sup>b</sup>	GM
	Sands with Fines More than 12% fines <sup>b,d</sup>	GC
		SW
		SP
		SM
		SC
Silts and clays Liquid limit less than 50	Inorganic	CL
		ML
Fine-grained soils 50% or more passes No. 200 sieve	Organic	OL
		CIH
		MHI
		OH
Highly organic soils	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor	Pt

<sup>a</sup>Gravels with 5 to 12% line require dual symbols: GW-GM, GP-GC, GP-GC.

<sup>b</sup>Sands with 5 to 12% fines require dual symbols: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

<sup>c</sup> $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ ;  $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$

<sup>d</sup>If  $4 \leq PI \leq 7$  and plots in the hatched area in Figure 5.3, use dual symbol GC-GM or SC-SM.

<sup>e</sup>If  $4 \leq PI \leq 7$  and plots in the hatched area in Figure 5.3, use dual symbol CL-ML.

Fuente: (Das, 2014)

MIRÓVAL ASOCIADOS S.A.C.

ROSAÑGLE MONTES  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 27942

Fuente: (Das, 2014)

MIRÓVAL ASOCIADOS S.A.C.

ROSAÑGLE MONTES  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 27942

ROSAÑGLE MONTES  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 27942

e) Comprensión Triaxial consolidado no Drenado (CU).

En este método de ensayo las características de recorte son medidas bajo las condiciones de no drenado y son aplicables a condiciones de campo donde los suelos han sido consolidados totalmente bajo un juego de esfuerzos sujetos a cambios de esfuerzo en el tiempo para que tenga lugar la consolidación (condición no drenado) y las condiciones de esfuerzos de campo son similares a aquellos en el método de prueba.

Usando la presión de agua de poros medida durante la prueba, la fuerza de corte determinada en este método de ensayo puede expresar en términos de esfuerzo efectivo. Esta fuerza de corte puede aplicarse a condiciones de campo donde el drenaje total puede ocurrir (condición drenado) ó donde las presiones de poros inducidas por las cargas pueden ser estimada y las condiciones de fuerza de campo son similares al método de ensayo.

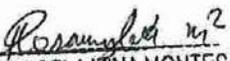
La fuerza de corte determinado en el ensayo puede ser expresada en términos de esfuerzos totales (condición no drenado) ó esfuerzo efectivo (condición drenado) y es usado comúnmente en el análisis de estabilidad de terraplenes, cálculo de presión de suelos y diseño de suelos de fundación.

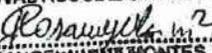
7. Perfiles estratigráficos.

En base de la información obtenida durante los trabajos de campo se realizó el perfil estratigráfico mediante los resultados de laboratorio que son la granulometría, límites de consistencia, humedad, corte directo y químicos.

7.1. Calicata C - 1

La Calicata C - 1, se ubicó en la Av. Dos de Mayo 925 - 935 en el distrito de San Isidro (ver plano de ubicación de calicatas), se excavó manualmente hasta una profundidad de 6.00m. En la profundidad de 0.00m a 0.50m; se encontró; material orgánico con gravas mal graduada de 1" y arenas de compacidad media, plasticidad media y humedad media. En la profundidad de 0.50m a 0.90m; se encontró material limo arenosos con humedad media, cimentación débil, con plasticidad media, compacidad baja color marrón y que pertenece en la clasificación SUCS = ML y AASHTO = A-4(1), finalmente en la profundidad de 0.90m a 6.00m; se encontró grava

  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

pobremente graduada, canto rodado de fragmentación dura con humedad baja de cimentación débil, no plástico, compacidad media de estructura homogénea color marrón TM 2" que presenta bolonorias hasta 9" de forma puntual, que pertenecen a la clasificación SUCS = GP y AASHTO=A-1-a (0)

### 7.2. Calicata C-2

La Calicata C-2, se ubicó en la Av. Dos de Mayo 925 - 935 en el distrito de San Isidro (ver plano de ubicación de calicatas), se excavó manualmente hasta una profundidad de 3.00m. En la profundidad de 0.00m a 1.00m; se encontró 10cm de losa y de la profundidad de 0.10m a 1.00m se encontró material canto rodado; En la profundidad de 1.00m a 1.40m; se encontró material limo arenosos con humedad media, cimentación débil, con plasticidad media, compacidad baja color marrón y que pertenece en la clasificación SUCS = ML y AASHTO = A-4(1), finalmente en la profundidad de 1.40m a 3.00m; se encontró grava pobrementemente graduada, canto rodado de fragmentación dura con humedad baja de cimentación débil, no plástico, compacidad media de estructura homogénea color marrón TM 2" que presenta bolonorias hasta 9" de forma puntual, que pertenecen a la clasificación SUCS = GP y AASHTO=A-1-a (0).

### 7.3. Calicata C-3

La Calicata C-3, se ubicó en la Av. Dos de Mayo 925 - 935 en el distrito de San Isidro (ver plano de ubicación de calicatas), se excavó manualmente hasta una profundidad de 3.00m. En la profundidad de 0.00m a 0.50m; se encontró materia orgánica con gravas mal gradadas de 1" compacidad media, plasticidad media y humedad media; En la profundidad de 0.50m a 1.30m; se encontró material arena limosa con humedad media, cimentación débil, no plástico, compacidad baja, color marrón de estructura homogénea y que pertenece en la clasificación SUCS = SM y AASHTO = A-4(0), finalmente en la profundidad de 1.30m a 3.00m; se encontró grava pobrementemente graduada, canto rodado de fragmentación dura con humedad baja de cimentación débil, no plástico, compacidad media de estructura homogénea

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela m. 2*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela m. 2*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

color marrón TM 2<sup>o</sup> que presenta bolonorias hasta 10<sup>o</sup> de forma puntual, que pertenecen a la clasificación SUCS = GP y AASHTO=A-1-a (0)

#### 7.4. Resultados de Laboratorio

De acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 9: Resumen de Resultados de ensayos de Laboratorio

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio											
Calicata	Prof. (m)		L.L. %	L.P. %	L.P. %	H.N. %	Clasificación		Granulometría (%)		
	De	a					SUCS	AASHTO	Gravas	Arenas	Finos
C-1	0.50	0.90	16	15	1	14.10	ML	A-4(1)	0.00	46.10	53.80
	0.90	6.00	N.P.	N.P.	N.P.	2.10	GP	A-1-a(0)	73.00	24.70	1.80
C-2	1.00	1.40	19	16	3	5.90	ML	A-4(2)	0.00	46.70	53.30
	1.40	3.00	N.P.	N.P.	N.P.	1.00	GP	A-1-a(0)	76.40	20.90	2.70
C-2	0.50	1.30	N.P.	N.P.	N.P.	10.70	SM	A-4(0)	0.00	50.70	49.30
	1.30	3.00	N.P.	N.P.	N.P.	1.40	GP	A-1-a(0)	77.70	19.90	2.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Resumen de Resultados de Ensayo Comprensión Triaxial (CU)

Resumen de resultados de ensayos de laboratorio						
Calicata	Prof. (m)		Clasificación		Triaxial (CU)	
	De	a	SUCS	AASHTO	c (kPa)	$\phi^\circ$
C-1, M-2	0.00	6.00	GP	A-1-a(0)	6.30	37.80
C-2, M-2	0.00	3.00	GP	A-1-a(0)	3.80	37.20
C-3, M-2	0.00	3.00	GP	A-1-a(0)	11.30	36.90

Fuente: Elaboración propia.

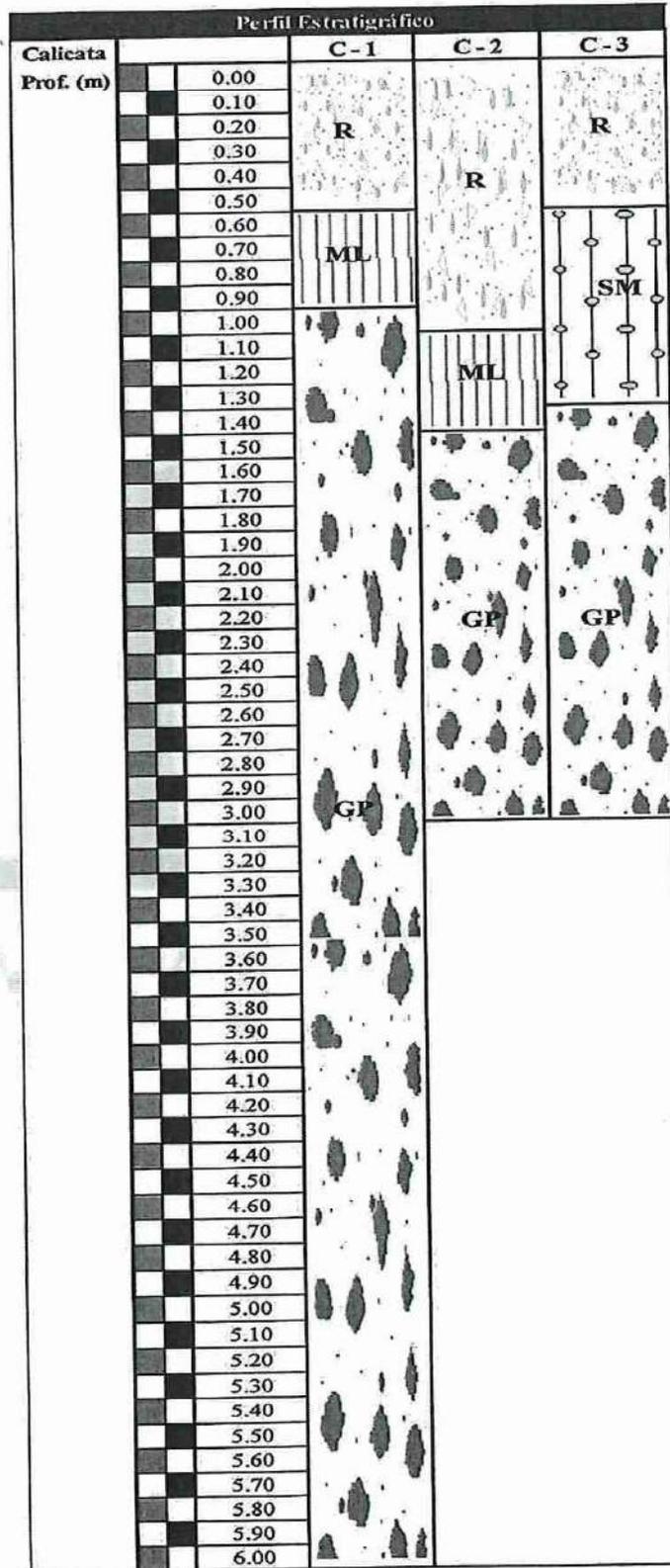
**Nota:** para el cálculo de la capacidad portante del suelo se tomará el valor de cero para la cohesión de acuerdo a norma así mismo se tomará el valor más bajo para el calculo de la capacidad portante del suelo.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela M<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela M<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

**7.5. Perfiles Estratigráficos de los suelos**

Según los ensayos de laboratorio se presenta lo siguientes resultados:



MIROVAL ASOCIADOS S.A.C  
*Rosayula m<sup>2</sup>*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

*Rosayula m<sup>2</sup>*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

## 8. Nivel de la Napa Freática

En la profundidad de estudio respecto al nivel de subrasante del proyecto, según lo indicado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección: Suelos y pavimentos, donde los esfuerzos verticales se disipan a dicha profundidad, no se encontró la presencia de Napa freática ni filtraciones en las paredes de las calicatas.

Tabla 11: Nivel Freático

Calicata	Ubicación	Profundidad (m)		Nivel freático
		De	a	
C-1	Av. Dos de Mayo	0.00	6.00	No presenta
C-2		0.00	3.00	No presenta
C-3		0.00	3.00	No presenta

Fuente: Elaboración propia

## 9. Análisis de Cimentación

### 9.1. Tipo y profundidad de cimentación

El tipo de suelo en el cual se apoyará la cimentación son gravas pobremente graduada, color marrón, no plástico que pertenece a la clasificación SUCS = (GP). De acuerdo al nivel de cimentación se adoptará una profundidad de **1.20 hasta los 4.00m** en caso del sótano, con respecto al nivel de terreno natural.

### 9.2. Cálculo y Análisis de la Capacidad Admisible de Carga

La capacidad portante del terreno para cargas estáticas ha sido evaluada considerando los resultados obtenidos en campo a través del ensayo de comprensión triaxial consolidado no drenado, el suelo de cimentación son gravas pobremente graduadas, color marrón, no plástico, que pertenece a la clasificación SUCS = (GP).

Con la aplicación de la teoría de mecánica de suelos por los métodos de Karl Von Terzagui (1943), Brinck Hansen (1961), Aleksandar Sedmak Vesic (1973) y Meyerhof (1982) se obtienen los criterios para el análisis de cimentaciones superficiales.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela m. 2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela m. 2*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

$$q_{ult} = S_c c N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q q N_q$$

Ecuación 2

Dónde:

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ : Factores de capacidad de carga

$S_c$ ,  $S_q$  y  $S_\gamma$ : Factores de forma

$c$ : Cohesión

$\phi$ : Angulo de fricción

$B$ : Ancho de cimiento

$\gamma$ : Peso volumétrico del suelo

$q_{ult}$ : Capacidad de carga última del suelo por falla general de corte

$FS$ : Factor de seguridad

$D_f$ : Profundidad de desplante

Figura 8: Factores de capacidad de carga  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$

$\phi'$ (deg)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi'$ (deg)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Fuente: Principios de Ingeniería Geotécnica – Novena edición

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela M. Montes*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela M. Montes*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Datos:

**Calicata C - 3**

Nc: 23.25, Nq: 12.65 y Ny: 13.68

Factor de forma rectangular

Sc: 1.73, Sq: 2.00 y Sy: 0.47

Factor de forma circular o cuadrada

Sc: 1.54, Sq: 1.75 y Sy: 0.60

c: 0.00 ton/m<sup>2</sup>

φ: 36.90°

B: 2.00 m

γ: 2.64 ton/m<sup>3</sup>

FS: 3.00

Df: 1.20 m

Tabla 12: Resultados del ensayo triaxial consolidad no drenado CU

Calicata	Ángulo de fricción (φ°)	Cohesión (c) (kg/cm <sup>2</sup> )
C - 3 (M - 2)	36.90	0.00

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata C - 2**

$q_{ult} = 97.03 \text{ Ton/m}^2$

Cimentación rectangular

$q_{ult} = 91.81 \text{ Ton/m}^2$

Cimentación cuadrada

Considerando un factor de seguridad  $F_s = 3.00$ , para aplicarlo en la determinación de la capacidad de carga admisible del suelo la cual estará conformada por cimientos corridos y zapatas, que se proyectarán sobre gravas pobremente graduadas, color marrón, no plástico (GP) con profundidad de cimentación de 1.20m.

$q_d = q_{ult} / 3$

$q_d = 3.23 \text{ kg/cm}^2$

Cimentación rectangular

$q_d = 3.06 \text{ kg/cm}^2$

Cimentación cuadrada

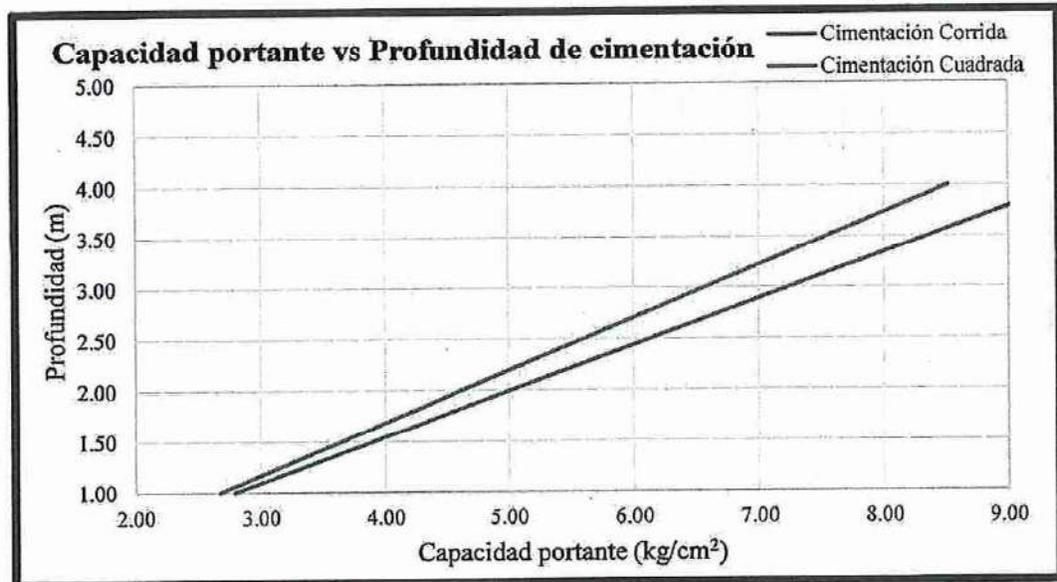
MIROVAL ASOCIADOS:

*Rosangela Mina Montes*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

*Rosangela Mina Montes*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 278424

A continuación, se presenta un gráfico el cual contiene para diferentes profundidades comprendidos entre la cimentación mínima y máxima, valor de capacidad portante.

Figura 9: Grafico de capacidad portante Vs Profundidad de cimentación



Fuente: Elaboración Propia.

### 9.3. Cálculo de Asentamientos.

El asentamiento puede tener importancia por tres razones, incluso aunque la falla no sea inminente: aspecto, condiciones de servicio y daños de la estructura. El asentamiento diferencial puede producirse por presiones uniformes que actúan sobre un suelo homogéneo, presiones diferentes sobre el terreno o condiciones del terreno heterogéneas. El asentamiento diferencial también se caracteriza por la distorsión angular  $\delta/l$  que es asentamiento diferencial entre dos puntos dividido por la distancia horizontal entre ellos. El asentamiento que una estructura puede tolerar el asentamiento admisible, depende de muchos factores incluyendo el tipo, forma, situación y finalidad de la estructura, así como la forma, velocidad, causa y origen del asentamiento.

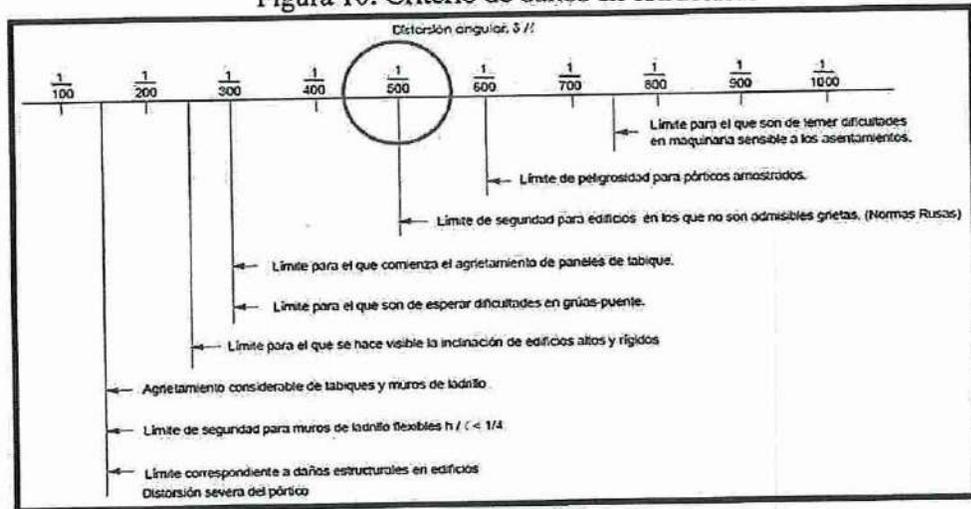
Relación entre el asentamiento total y el diferencial (o no uniforme)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela m.*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela m.*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

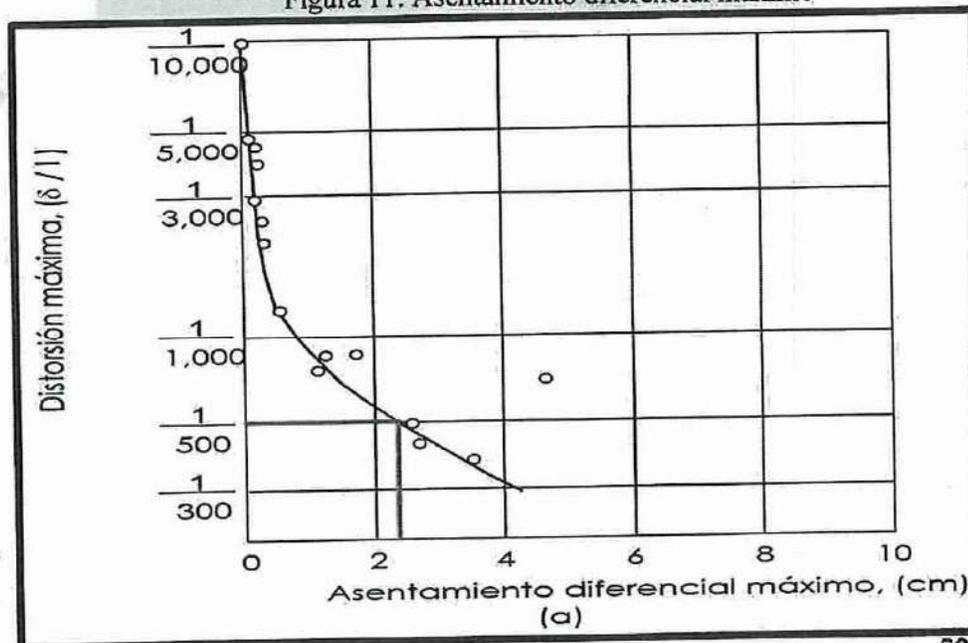
En el proyecto de una cimentación tiene más importancia el asentamiento diferencial que el total. Por otro lado, es mucho más difícil estimar el asentamiento diferencial que el asentamiento máximo. Esto se debe a que la magnitud del asentamiento diferencial viene afectada por la heterogeneidad del terreno natural y también por la capacidad de las estructuras para salvar las zonas blandas de la cimentación.

Figura 10: Criterio de daños en estructuras



Fuente: (Alva Hurtado J. E., 2007)

Figura 11: Asentamiento diferencial máximo

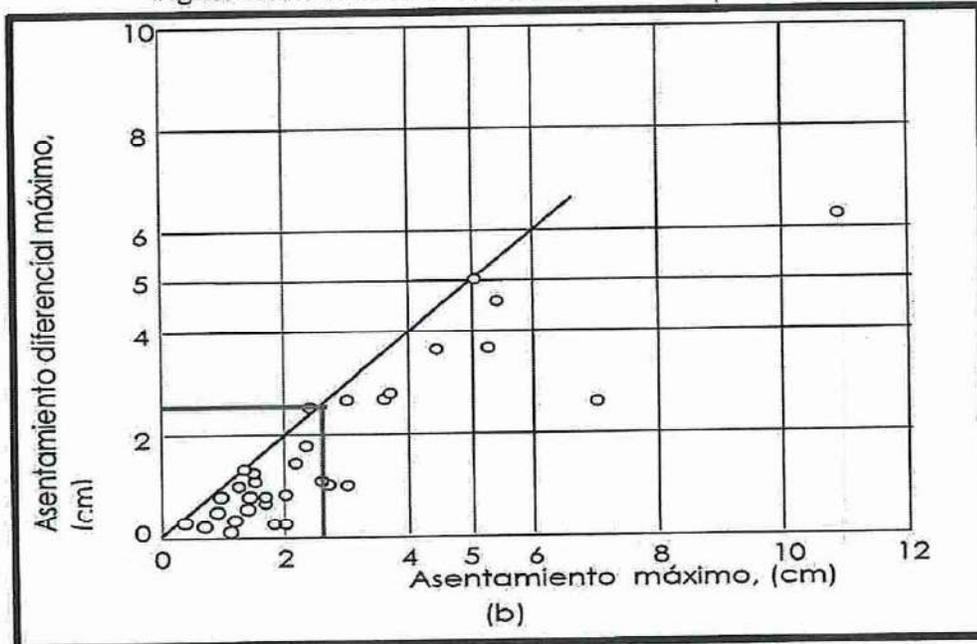


Fuente: (Alva Hurtado J. E., 2007)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangel*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

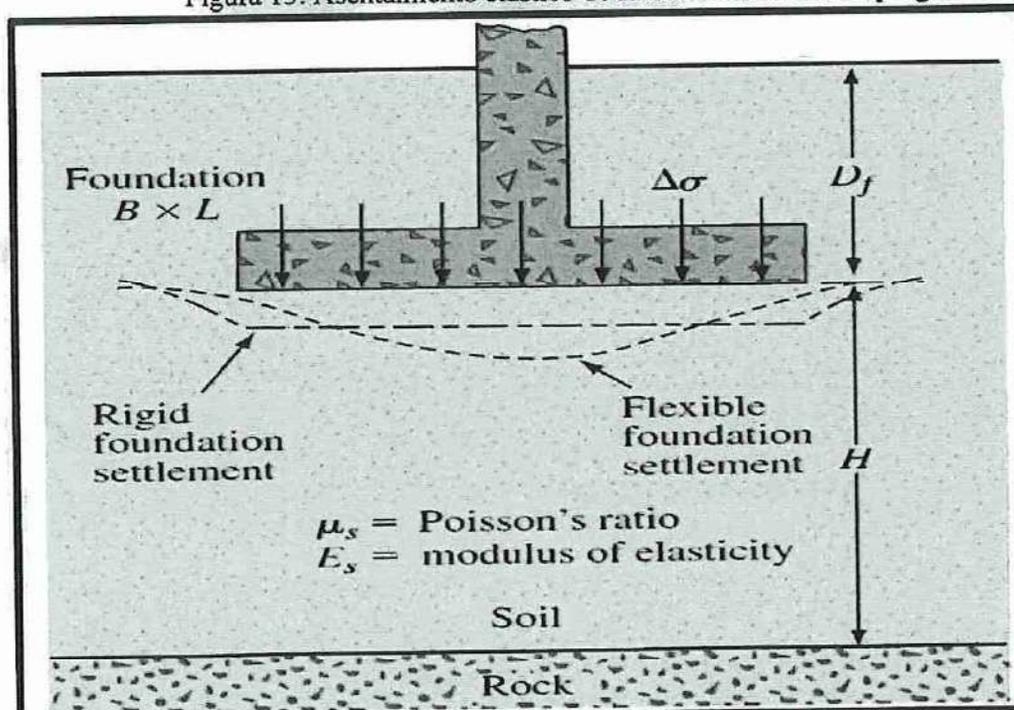
*Rosangel*  
 ROSANGELA MINA MO  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Figura 12: Asentamiento de estructuras cimentadas sobre arena



Fuente: (Alva Hurtado J. E., 2007)

Figura 13: Asentamiento elástico de fundaciones flexibles y rígidas



MIROVAL ASOCIADOS S.A.  
*Rosaylla n.2*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL

Fuente: Principios de Ingeniería Geotécnica – Novena edición.

*Rosaylla n.2*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279471

Tabla 13: Valores de relación de poisson

Tipo de suelo	$\mu$		$\mu$ promedio
Arcilla saturada	0.40	0.50	0.45
Arcilla no saturada	0.10	0.30	0.20
Arcilla arenosa	0.20	0.30	0.25
Limo	0.30	0.35	0.33
Arena densa	0.20	0.40	0.30
Arena de grano grueso	0.15		0.15
Arena de grano fino	0.25		0.25
Roca	0.10	0.40	0.25
Loess	0.10	0.30	0.20
Hielo	0.36		0.36
Concreto	0.15		0.15

Fuente: (Alva Hurtado J. E., 2007)

Tabla 14: Valores de módulo de Elasticidad

Tipo de suelo	Es (ton/m <sup>2</sup> )		Es promedio (ton/m <sup>2</sup> )
Arcilla muy blanda	30	300	165
Arcilla blanda	200	400	300
Arcilla media	450	900	675
Arcilla dura	700	2,000	1,350
Arcilla arenosa	3,000	4,250	3,625
Suelos glaciares	1,000	16,000	8,500
Loess	1,500	6,000	3,750
Arena Limosa	500	2,000	1,250
Arena suelta	1,000	2,500	1,750
Arena densa	5,000	10,000	7,500
Grava arenosa densa	8,000	20,000	14,000
Grava arenosa suelta	5,000	14,000	9,500
Arcilla esquistosa	14,000	140,000	77,000
Limos	200	2,000	1,100

Fuente: (Alva Hurtado J. E., 2007)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

*Rosangel*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

*Rosangel*  
 ROSANGELA MINA MONTE  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Tabla 15: Valores de relación de poisson

Forma de la Zapata	Valores de If (cm/m)				
	Cimentación flexible			Cimentación rígida	
Ubicación	Centro	Esquina	Medio	-	
Rectangular L/B = 2	153	77	130	120	
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
Cuadrada	112	56	95	82	
Circular	100	64	85	88	

Fuente: (Alva Hurtado J. E., 2007)

Según el criterio de daños en estructuras, se elige la distorsión angular  $\delta/L = 1/500$ , donde no se admiten grietas en estructuras. Con ese dato se encuentra en la figura 11 el asentamiento diferencial máximo, que tiene valor de 2.50 cm (1 pulgada). Finalmente, con el asentamiento diferencial máximo en la figura 12, se encuentra el asentamiento máximo con valor de 2.60 cm.

$$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Ecuación 3

Dónde:

$S_i$ : Asentamiento probable

$\mu$ : Relación de poisson

$E_s$ : Módulo de elasticidad

$I_f$ : Factor de forma

$q$ : Presión de trabajo

$B$ : Ancho de cimentación

Datos:

**Calicata C-3**

$\mu$ : 0.15

$E_s$ : 9,500 ton/m<sup>2</sup>

If en cimentación flexible (centro): 153 cm/m

If en cimentación rígida: 120 cm/m

$q$ : 32.34 ton/m<sup>2</sup>

$B$ : 2.00 m

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosayela m<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosayela m<sup>2</sup>*  
ROSANGELA MINA MONTE  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279474

$$S_i < \delta_{\text{máx}}$$

Tabla 16: Resultados del asentamiento probable

Calicata C - 2, M-1			
Asentamiento probable (Si)	Si (cm)	Asentamiento diferencial máximo ( $\delta_{\max}$ ) (cm)	Verificación
Cimentación flexible	1.02	2.50	Cumple
Cimentación rígida	0.80		Cumple

Fuente: Elaboración Propia

## 10. Rellenos controlados de ingeniería.

Para los rellenos las partículas gruesas no excederán a las tres pulgadas (3") y el índice de plasticidad será menor a 10%, y su grado de compactación será como mínimo al 90% con respecto a la densidad máxima seca del proctor

Además, el tipo de material en cada caso debe cumplir con la siguiente clasificación según aashto: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3.

La altura máxima de compactación por capas no deberá ser mayor a los 30 cm, entre una capa y otra, además se tendrá como punto de control las densidades en los rellenos compactados como un mínimo de seis puntos determinados durante el día de trabajo, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de cada 250 m<sup>2</sup> de plataforma terminada y compactada.

## MIROVAL ASOCIADOS

### 11. Problemas Especiales de Cimentación

#### 11.1. Ataque químico del Suelo al Concreto

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual la estructura, está sujeta de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causando efectos nocivos y destructivos sobre las estructuras. La acción química del suelo sobre el concreto ocurre a través del agua subterránea que reacciona el concreto, el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar, presencia de agua infiltrada como roturas de tuberías, lluvias, inundaciones entre otros. Los principales elementos químicos a ser evaluados son los sulfatos, sales y cloruros por su acción química del concreto y acero.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela Mina Montes*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela Mina Montes*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424



En la siguiente tabla se indica los límites permisibles para concreto expuesto a soluciones con sulfatos:

Tabla 17: Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfato

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en el agua, ppm	Tipo de cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (Mpa) para concretos de peso normal y ligero <sup>2</sup>
Insignificante	$0.0 \leq SO_4 < 0.1$	$0 \leq SO_4 < 150$	-	-	-
Moderada	$0.1 \leq SO_4 < 0.2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severa	$0.2 \leq SO_4 < 2.0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$2.0 \geq SO_4$	$10000 \geq SO_4$	tipo V más puzolana***	0.45	31

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Norma E 060 - Concreto Armado, 2009)

\*\* Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada

\*\*\* Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experiencia, que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V.

Tabla 18: Límites permisibles de agresividad del suelo al concreto

Partículas en la masa de suelo	Partes por Millón (p.p.m.)	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0 - 1000 1000 - 2000 2000 - 20 000 > 20 000	Despreciable Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de las cimentaciones
**Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
** Sales Solubles Totales	> 15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2015

Fuente: \* Comité 318-83 ACI

\*\* Experiencia existente

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Norma E 060 - Concreto Armado, 2009)

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangela Mina Montes*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangela Mina Montes*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Tabla 19: Resultados de ensayos químicos

Calicata	Profundidad (m)		Contenido de Sulfatos (P.P.M)	Contenido de Cloruros (P.P.M)	Sales Solubles Totales (P.P.M)	PH
C-1	0.00	6.00	325.00	205.00	595.00	6.82
C-2	0.00	3.00	251.00	193.00	621.00	6.85
C-3	0.00	3.00	210.00	175.00	561.00	6.79

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 19, se concluye de los estratos de suelos que forman parte del contorno donde irá desplantado la cimentación, se clasifica como exposición despreciable, por lo tanto, se recomienda el uso de **CEMENTO PÓRTLAND TIPO I**. Según los resultados de los cloruros no ocasionará problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos, para sales solubles totales no ocasionará problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

De acuerdo al PH el concreto simple o armado de las estructuras soterradas no requieren ser protegidas de los ataques por ácidos ya que su valor es superior a 4.0

### 11.2. Licuación

En suelos granulares y en algunos suelos granulares con finos cohesivos ubicados bajo la napa freática, las vibraciones de los sismos pueden generar el fenómeno denominado licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia del incremento de presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de falla por asentamiento en las obras apoyadas en estos tipos de suelo y por el desplazamiento lateral de taludes y terraplenes (Ministerio de Vivienda, Norma Técnica E.050 - Suelos y Cimentaciones, 2018). Para que un suelo sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar las siguientes características:

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangel M*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosangel M*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

- Estar constituido por arena, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en un matriz constituida por alguno de los materiales anteriores
- Encontrarse sumergido

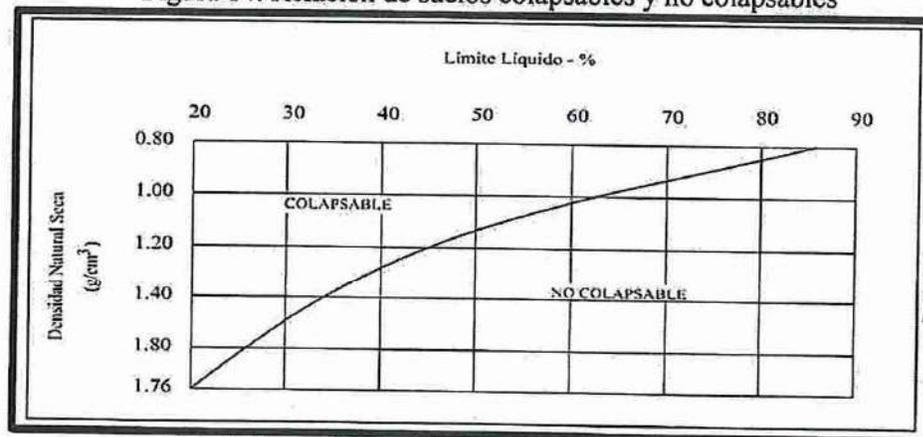
Los suelos no presentan un riesgo de licuación debido a la inexistencia de napa freática.

### 11.3. Colapsabilidad

Los suelos colapsables están formados por materiales sueltos, secos y de baja densidad, (digamos, menos de  $16 \text{ kN/m}^3$ ) que disminuyen en volumen (colapso y compacto) bajo la adición de agua. Estos suelos son a menudo encontrados en regiones áridas, específicamente en áreas de viento sedimentos limosos (loess), abanicos aluviales jóvenes y flujo de escombros sedimentos. El colapso del suelo puede ocurrir en estos suelos cuando están por encima del nivel del agua subterránea. El proceso de saturación debilita o elimina los enlaces de arcilla que sostienen los granos del suelo juntos a través de la tensión del agua. (Briaud, 2013, pág. 424). Aquí hay algunos indicadores para ayudar a reconocer si un suelo es colapsable (USACE 1990):

- Límite líquido por debajo de 45
- Índice de plasticidad por debajo de 25
- Peso unitario seco entre 10 y 17  $\text{kN/m}^3$
- Porosidad entre 40 y 60%.

Figura 14: Relación de suelos colapsables y no colapsables



Fuente: Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosayella m?*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

*Rosayella*  
 ROSANGELA MINA M.  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 27942

Los suelos para el presente proyecto según la figura 14, se clasifican como suelos no colapsables.

#### 11.4. Empuje de tierras

La profundidad en la cual debe apoyarse la cimentación debe ser el estrato natural de gravas ligeramente limosas, mal graduada, color gris claro, no plástico. En obra deberán de tomarse las precauciones debidas para proteger las paredes de las excavaciones con la finalidad de proteger y evitar daños a terceros conforme lo indica la **Norma E.050**. Los valores recomendados para evaluar el empuje contra los muros enterrados que se proyecten son los siguientes:

$$ka = \cos\alpha \frac{\cos\alpha - \sqrt{\cos\alpha^2 - \cos\phi'^2}}{\cos\alpha + \sqrt{\cos\alpha^2 - \cos\phi'^2}} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$kp = \cos\alpha \frac{\cos\alpha + \sqrt{\cos\alpha^2 - \cos\phi'^2}}{\cos\alpha - \sqrt{\cos\alpha^2 - \cos\phi'^2}} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$ko = 1 - \text{sen}\phi' \quad \text{Ecuación 6}$$

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

Donde:

$\phi'$ : Ángulo de fricción

$\alpha$ : Ángulo del talud

$ka$ : Coeficiente de empuje activo

$kp$ : Coeficiente de empuje pasivo

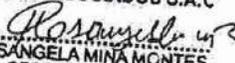
$ko$ : Coeficiente de tierra en reposo

Datos:

**Calicata C - 3, M-3**

$\phi'$ : 36.90°

$\alpha$ : 0°

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C  
  
 ROSÁNGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

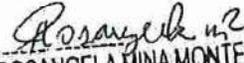
  
 ROSÁNGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Tabla 20: Coeficiente de Empuje – Calicata C – 3

Coeficiente de empuje – Calicata C – 3, M-2	
Coeficiente de empuje activo ( $k_a$ )	0.25
Coeficiente de empuje pasivo ( $k_p$ )	4.01
Coeficiente de empuje en reposo ( $k_0$ )	0.40

Fuente: Elaboración Propia.

### 11.5. Expansión

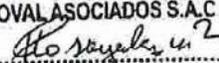
Los suelos que son expansivos, deben cumplir lo siguiente:

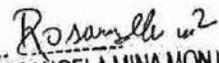
Tabla 21: Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm <sup>2</sup> )	Índice de plasticidad	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 – 30	23 – 45	18 – 37
Medio	10 – 20	12 – 34	12 – 27
Bajo	< 10	< 20	< 17

Fuente: Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones

Los suelos presentan un potencial de expansión baja.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C  
  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

## 12. Conclusiones

- Para las condiciones sísmicas del proyecto, presenta lo siguiente:

Calicata C-3	
Parámetros	Valor
Tipo de Suelo	S <sub>2</sub>
Tipo de Zona	4
Factor de Zona (Z)	0.45
Factor de Suelo (S)	1.05
Periodo predominante de Vibración (T <sub>p</sub> )	0.60
Periodo predominante de Vibración (T <sub>L</sub> )	2.00
Suelos de Cimentación	GP

Fuente: Elaboración propia.

- Para las condiciones de cimentación, según los ensayos realizados en laboratorio se recomienda lo siguiente:

Considerando un factor de seguridad  $F_s=3.00$ , para aplicarlo en la determinación de la capacidad de carga admisible del suelo la cual estará conformada por cimientos corridos y zapatas, que se proyectarán sobre grava pobremente graduada, no plástico (GP) con profundidad de cimentación de **1.20m** y en el caso más profundidad como es el sótano será hasta **4.00m**. para lo cual se adjunta el grafico.

### Calicata C-3

$$q_{ult}=97.03 \text{ Ton/m}^2$$

Cimentación rectangular

$$q_{ult}=91.81 \text{ Ton/m}^2$$

Cimentación cuadrada

$$q_d = q_{ult} / 3$$

$$q_d=3.23 \text{ kg/cm}^2$$

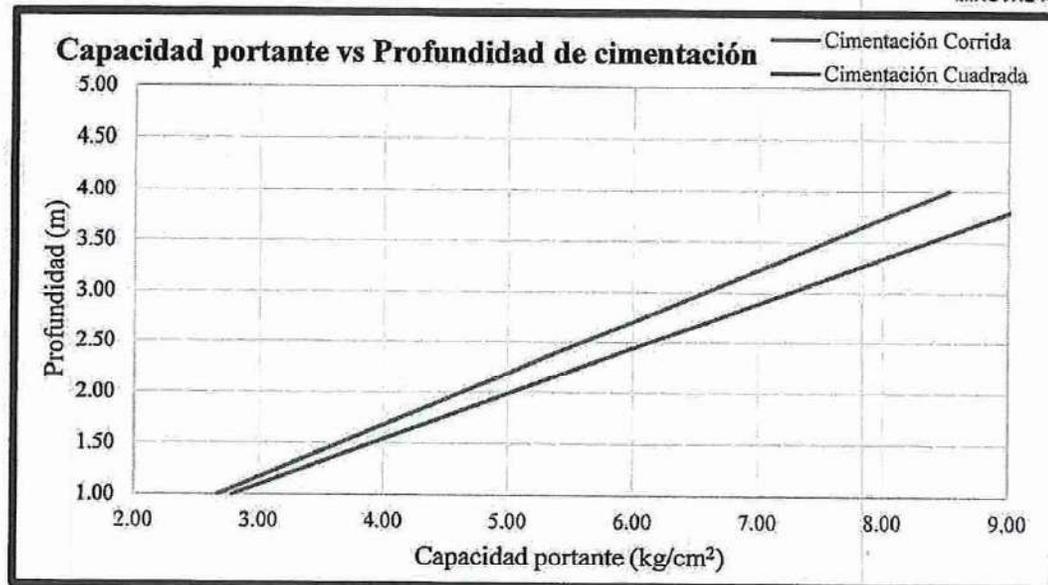
Cimentación rectangular

$$q_d=3.06 \text{ kg/cm}^2$$

Cimentación cuadrada

*Rosangelu m*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

**MIROVAL ASOCIADOS S.A.**  
*Rosangelu m*  
**ROSANGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL



- La profundidad en la cual debe apoyarse la cimentación debe ser el estrato natural de grava pobremente graduada, no plástico. Los valores recomendados para evaluar el empuje contra los muros enterrados que se proyecten son los siguientes:

Coeficiente de empuje – Calicata C – 3	
Coeficiente de empuje activo ( $k_a$ )	0.25
Coeficiente de empuje pasivo ( $k_p$ )	4.01
Coeficiente de empuje en reposo ( $k_0$ )	0.40

Fuente: Elaboración Propia

- Según el criterio de daños en estructuras, se elige la distorsión angular  $\delta/L = 1/500$ , donde no se admiten grietas en estructuras. El asentamiento diferencial máximo que tiene valor de 2.50 cm (1 pulgada) y el asentamiento diferencial máximo con valor de 2.60 cm. A continuación, se presenta el asentamiento inmediato según los tipos de cimentaciones proyectadas:

Calicata C – 3			
Asentamiento probable ( $S_i$ )	$S_i$ (cm)	Asentamiento diferencial máximo ( $\delta_{m\acute{a}x}$ ) (cm)	Verificación
Cimentación flexible	1.02	2.50	Cumple
Cimentación rígida	0.80		Cumple

Fuente: Elaboración Propia

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

- En los análisis químicos, se tiene los siguientes resultados:

Calicata	Profundidad (m)		Contenido de Sulfatos (P.P.M)	Contenido de Cloruros (P.P.M)	Sales Solubles Totales (P.P.M)	PH
	0.00	6.00				
C-1	0.00	6.00	325.00	205.00	595.00	6.82
C-2	0.00	3.00	251.00	193.00	621.00	6.85
C-3	0.00	3.00	210.00	175.00	561.00	6.79

se concluye de los estratos de suelos que forman parte del contorno donde irá desplantado la cimentación, se clasifica como exposición despreciable, por lo tanto, se recomienda el uso de **CEMENTO PÓRTLAND TIPO I**. Según los resultados de los cloruros no ocasionará problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos, para sales solubles totales no ocasionará problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

De acuerdo al PH el concreto simple o armado de las estructuras soterradas no requieren ser protegidas de los ataques por ácidos ya que su valor es superior a 4.0

- En la profundidad de estudio respecto al nivel de subrasante del proyecto, según lo indicado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección: Suelos y pavimentos, donde los esfuerzos verticales se disipan a dicha profundidad, no se encontró la presencia de Napa freática ni filtraciones en las paredes de las calicatas.
- Es importante indicar que toda conclusión expuesta en relación a la cimentación es complementaria con criterios estructurales que puedan definirse después de realizar el correspondiente análisis estructural del comportamiento de la estructura a proyectar, por lo que en esta etapa puede definirse otros conceptos que pudieran ser adoptados como válidos para cimentar.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas solo son válidos para la zona investigada y no garantiza a otros proyectos que lo tomen como referencia.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela Mina Montes*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

*Rosángela Mina Montes*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Abril del 2025

### 13. Bibliografía

- Alva Hurtado, J. E. (2007). *Diseño de cimentaciones*. Lima: ICG.
- Alva Hurtado, J., Meneses Iloja, J., & Guzmán León, V. (s.f.). *Distribuciones de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú*. Lima.
- Comunicaciones, M. d. (2013). *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013*. Lima.
- Comunicaciones, M. d. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección: Suelos y Pavimentos*. Lima.
- INGEMET. (1992). *Geología de los cuadrangulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica*. Lima.
- Institute, A. (1991). *Thickness Design Asphalt Pavements for Highways and Streets*.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2009). *Norma E 060 - Concreto Armado*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2010). *Norma CE.010 - Pavimentos Urbanos*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2018). *Norma Técnica E.050 - Suelos y Cimentaciones*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma E.030 - Diseño Sismorresistente*. Lima.
- Officials, A. A. (1993). *AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures*. Washington.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangel*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

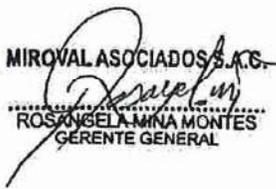
*Rosangel*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424



# Anexo I

## Planos

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.



MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL



ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Jr. JOSÉ

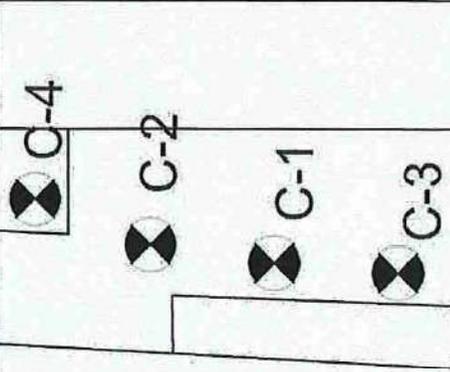
Jr. C



# AV. 2 DE MAYO

C. LOS CIPRESSES

C. LOS NARANJOS



## LEYENDA



CALICATA

### CUADRO DE COORDENADAS

CALICATA	ESTE	NORTE
C1	277874.000	8662436.000
C2	277872.000	8662446.000
C3	277875.000	8662428.000

UBICACIÓN: AV. 2 DE MAYO 925-935

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPEP DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2672525

DESIGNACIÓN:

FECHA:

UBICACIÓN DE CALICATAS

26/04/25



## Anexo II

### Perfil Estratigráfico

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.



MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL



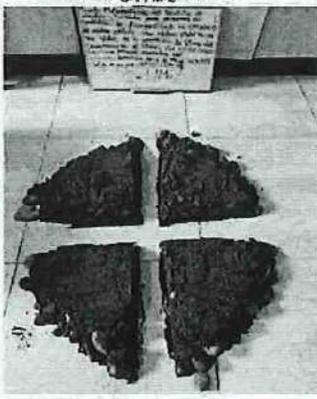
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Informe N°: AT25-LEM-048

SOLICITANTE:	MIROVAL ASOCIADOS SAC		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2672625		
CALICATA:	C-1	NIVEL DE AGUA (m):	No Presenta
PROGRESIVA (KM.):	---	COORDENADA UTM	8662436 N 277874 E
	---	ING. RESP.:	J.L.L.J.
	---	TEC. RESP.:	N.V.S
		FECHA:	Abril-2025



REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE AGUA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA N°
		SUCS	AASHTO			
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50	[Diagrama de perfil]				<p style="text-align: center;">Prof. (m): 0.00 - 0.50</p> <p>Jardín con césped natural, terreno de color marrón, conformado por gravas mal gradadas de 1" y arenas de compactación media, fracción fina de mediana plasticidad y mediana humedad.</p>	C-1_E-1
0.50 0.70 0.80 0.90	[Diagrama de perfil]	ML	A-4 (1)		<p style="text-align: center;">Prof. (m): 0.50 - 0.90</p> <p>ML, Limo Arenoso, y que se clasifica en el sistema unificado de AASHTO como en A-4(1); con las siguientes características: Grava fina subangulosa, no tiene chalias ni largas gravas, de fragmentación débil y representan el 0.0% del suelo; arena mediana, con humedad mediana con cementación débil que representa el 46.10% del suelo; finos que representan el 53.80% del suelo. La fracción que pasa la malla N° 40 es plástico. El estrato es de estructura homogénea, Compactación baja de color marrón. TM igual a N°10.</p>	C-1_E-2
1.00 1.10 1.25 1.30 1.40 1.55 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.15 2.30 2.45 2.70 3.00 3.50 4.00 4.50 5.00 5.50 6.00	[Diagrama de perfil]				<p style="text-align: center;">Prof. (m): 0.90 - 6.00</p> <p>GP, Grava pobremente gradada con arena, y que se clasifica en el sistema unificado de AASHTO como en A-1-a (0); con las siguientes características: Grava fina de canchales rodados, de fragmentación dura y representa el 73.5% del suelo; arena mediana, con humedad baja con cementación débil que representa el 24.70% del suelo; finos que representan el 1.80% del suelo. La fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico. Compactación mediana y el estrato de estructura homogénea de color marrón. TM igual a 2". Presenta bolonería de hasta 9"</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>**** C-1 - Perfil ****</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>**** C-1/M-2 ****</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">**** Fin de excavación ****</p>	C-1_E-3

**OBSERVACIONES:**

- Sondaje efectuado a cielo abierto, tipo calicata
- Sondaje efectuado de forma manual.
- Muestra (s) alterada (s), protegidas dentro de bolsas de polietileno.
- Muestreo efectuado por personal técnico de laboratorio.
- No se evidencia la presencia de agua subterránea.

**NOTA:**

- NP = No Plástico
- S/M = Sin Muestra
- TM = Tamaño Máximo del Material
- NF = Nivel de Agua Subterránea
- Bolonería (Tamaño entre 3"-12")
- Bloques (Tamaño mayor a 12")



Informe N°: AT25-LEM-048

**SOLICITANTE:** MIROVAL ASOCIADOS SAC  
**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN CHAMPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2072025



<b>CALICATA:</b>	C-2	<b>NIVEL DE AGUA (m):</b>	No Presenta
<b>PROGRESIVA (KM):</b>	—	<b>COORDENADA UTM:</b>	8662448 N 277872 E
<b>COTA DE TERRENO:</b>	—	<b>ING. RESP.:</b>	J.L.L.J.
<b>COTA DE LA SUBRASANTI:</b>	—	<b>TEC. RESP.:</b>	N.V.S
		<b>FECHA:</b>	Abril-2025

**REGISTRO DE SONDAJES**

PROF. (m)	SÍMBOLO	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE AGUA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA N°
		SUCS	AASHTO			
0.00						
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.64						
0.74						
0.84						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.40						
1.50						
1.60						
1.65						
1.70						
1.90						
2.10						
2.30						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
3.10						
3.20						
3.30						
3.40						
3.50						
3.60						
3.80						
4.00						

Prof. (m): 0.00 - 1.00  
 Piso pulido de concreto de 10 cm. Cimentación de 1 metro por el lado derecho. Concreto con canto rodado. C-2\_E-1

Prof. (m): 1.00 - 1.40  
 ML, Limo Arenoso, y que se clasifica en el sistema unificado de AASHTO como en A-4(1); con las siguientes características: Grava fina subangulosa, no tiene chabas ni largas gravas, de fragmentación débil y representan el 0.0% del suelo; arena media, con humedad media con cementación débil que representa el 46.70% del suelo; finos que representan el 53.30% del suelo. La fracción que pasa la malla N° 40 es plástico. El estrato es de estructura homogénea, Compacidad baja de color marrón. TM igual a N°10. C-2\_E-2

Prof. (m): 1.40 - 3.00  
 GP, Grava pobremente gradada con arena, y que se clasifica en el sistema unificado de AASHTO como en A-1-a (0); con las siguientes características: Grava fina de canto rodado, de fragmentación dura y representa el 76.4% del suelo; arena media, con humedad baja con cementación débil que representa el 20.9% del suelo; finos que representan el 2.70% del suelo. La fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico. Compacidad media y el estrato de estructura homogénea de color marrón claro. TM igual a 2". Presenta bolonería de hasta 9". C-2\_E-3

==== Fin de excavación ====



**OBSERVACIONES:**  
 - Sondaje efectuado a cielo abierto, tipo calicata  
 - Sondaje efectuado de forma manual.  
 - Muestra (s) alterada (s), protegidas dentro de bolsas de polietileno.  
 - Muestreo efectuado por personal técnico de laboratorio.  
 - No se evidencia la presencia de agua subterránea.

**NOTA:**  
 NP = No Plástico  
 SMA = Sin Muestra  
 TM = Tamaño Máximo del Material  
 NF = Nivel de Agua Subterránea  
 Bolonería (Tamaño entre 3"-12")  
 Bloques (Tamaño mayor a 12")

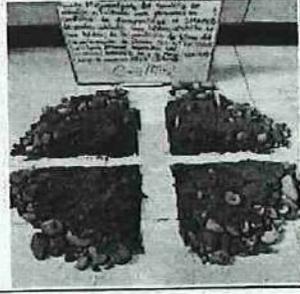
	INFORME DE LABORATORIO	Código	AT-FO-61
	REGISTRO DE EXCAVACIÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2023
		Página	1 de 1

Informe N°: AT25-LEM-048

SOLICITANTE:	MIROVAL ASOCIADOS SAC		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2872525		
CALICATA:	C-3		
PROGRESIVA (KM.):	---		
COTA DE TERRENO:	---	NIVEL DE AGUA (m):	No Presenta
COTA DE LA SUBRASANTI:	---	COORDENADA UTM	8662428 N 277875 E
		ING. RESP.:	J.L.L.J.
		TEC. RESP.:	N.V.S
		FECHA:	Abril-2025

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE AGUA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA N°
		SUCS	AASHTO			
0.00					Prof. (m): 0.00 - 0.50 Jardín con césped natural, terreno de color marrón, conformado por gravas mal gradadas de 1" y arenas de compactación media, fracción fina de media plasticidad y media humedad.	C-3_E-1
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50					Prof. (m): 0.50 - 1.30 SM, Arena Limosa, y que se clasifica en el sistema unificado de AASHTO como en A-4(0); con las siguientes características: Grava fina subangulosa, de fragmentación débil y representan el 0.0% del suelo; arena media, con humedad media con cementación débil que representa el 50.7% del suelo; finos que representan el 49.3% del suelo. La fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico. Compactación suelta y el estrato de estructura homogénea, Compactación baja de color marrón. TM igual a N°10.	C-3_E-2
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00					Prof. (m): 1.30 - 3.00 GP, Grava pobremente gradada con arena, y que se clasifica en el sistema unificado de AASHTO como en A-1-a (0); con las siguientes características: Grava fina de canto rodado, de fragmentación dura y representa el 77.7% del suelo; arena media, con humedad baja con cementación débil que representa el 19.9% del suelo; finos que representan el 2.5% del suelo. La fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico. Compactación media y el estrato de estructura homogénea de color marrón claro, TM igual a 2". Presenta bolonería de hasta 10"	C-3_E-3
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
3.10						
3.20						
3.30						
3.40						
3.50						
3.60						
3.70						
3.80						
3.90						
4.00						



- OBSERVACIONES:**
- Sondaje efectuado a cielo abierto, tipo calicata
  - Sondaje efectuado de forma manual.
  - Muestra (s) alterada (s), protegidas dentro de bolsas de polietileno.
  - Muestreo efectuado por personal técnico de laboratorio.
  - No se evidencia la presencia de agua subterránea.

**NOTA:**

- NP = No Plástico
- SM = Sin Muestra
- TM = Tamaño Máximo del Material
- NF = Nivel de Agua Subterránea
- Bolonería (Tamaño entre 3"-12")
- Bloques (Tamaño mayor a 12")

## Anexo III

# Hoja de Cálculo de la Capacidad de Carga

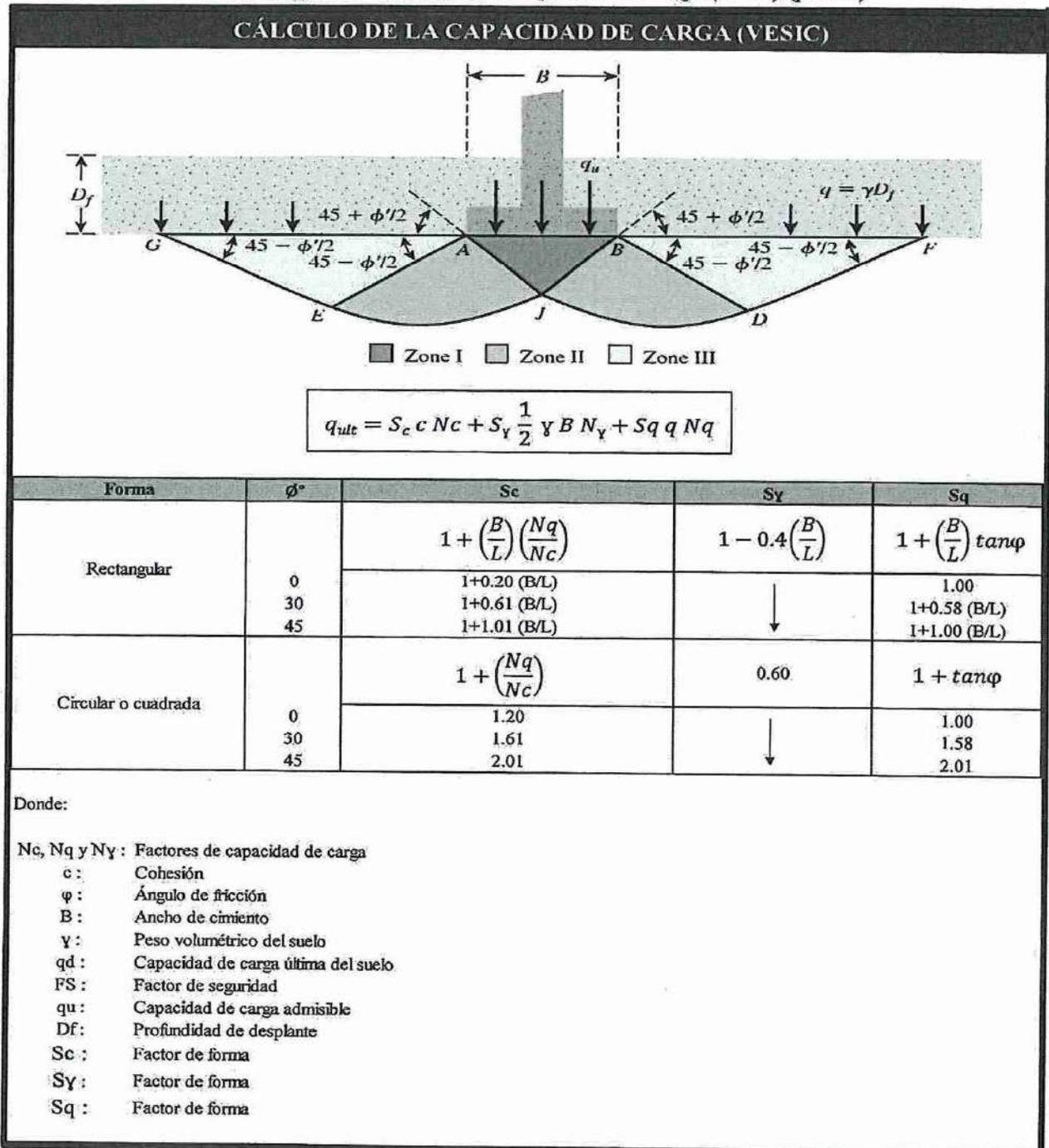
MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424



Figura 15: Cálculo de la capacidad de carga (Vesic) (parte I)



Fuente: Elaboración Propia

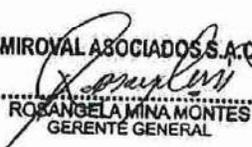
MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosangelam*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

*Rosangelam*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

Figura 16: Cálculo de la capacidad de carga (Vesic) (parte II)

Datos de entrada		
Df/B :	0.60	
$\phi$ : Ángulo de fricción	36.90	t/m <sup>2</sup>
c : Cohesión	0.00	
FS : Factor de seguridad	3.00	
Nc : Factor de capacidad de carga	23.25	
Nq : Factor de capacidad de carga	12.65	ton/m <sup>3</sup>
N $\gamma$ : Factor de capacidad de carga	13.68	
$\gamma$ : Peso volumétrico del suelo	2.640	
L : Longitud	1.50	
Df : Profundidad de desplante	1.20	m
B : Ancho de cimiento	2.00	m
Factor de forma rectangular ( $\phi^{\circ}$ )		
Sc	1.73	
S $\gamma$	0.47	
Sq	2.00	
Factor de forma circular o cuadrada ( $\phi^{\circ}$ )		
Sc	1.54	
S $\gamma$	0.60	
Sq	1.75	
Cálculos y resultados		
Cimentación rectangular		
q <sub>ult</sub> : Capacidad de carga última del suelo por falla local por corte	97.03	t/m <sup>2</sup>
q <sub>d</sub> : Capacidad de carga admisible local por corte	32.34	t/m <sup>2</sup>
q <sub>d</sub> : Capacidad de carga admisible local por corte	3.23	kg/cm <sup>2</sup>
Cimentación cuadrada		
q <sub>ult</sub> : Capacidad de carga última del suelo por falla local por corte	91.81	t/m <sup>2</sup>
q <sub>d</sub> : Capacidad de carga admisible local por corte	30.60	t/m <sup>2</sup>
q <sub>d</sub> : Capacidad de carga admisible local por corte	3.06	kg/cm <sup>2</sup>
Cimentación circular		
q <sub>ult</sub> : Capacidad de carga última del suelo por falla local por corte	91.81	t/m <sup>2</sup>
q <sub>d</sub> : Capacidad de carga admisible local por corte	30.60	t/m <sup>2</sup>
q <sub>d</sub> : Capacidad de carga admisible local por corte	3.06	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

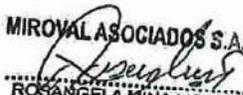
MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
 ROSÁNGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

  
 ROSÁNGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

## Anexo IV

### Hoja de Cálculo del asentamiento inmediato

MIROYAL ASOCIADOS S.A.C.

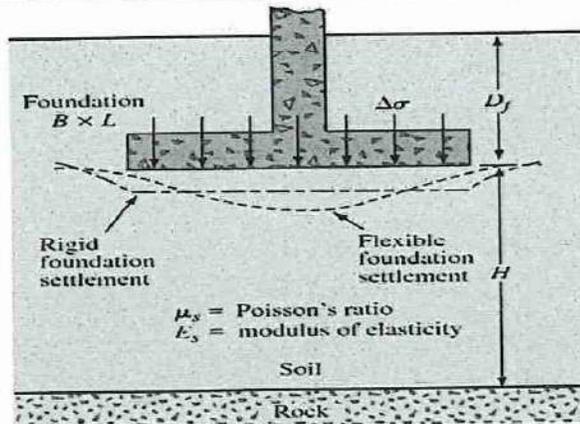
MIROYAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Figura 17: Cálculo de Asentamientos Inmediatos (parte I)

**MÉTODO ELÁSTICO PARA EL CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

$$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$



Donde:  
 Si : Asentamiento probable (cm)  
 μ : Relación de poisson (adimensional)

Tipo de suelo	μ		μ promedio
Arcilla saturada	0.40	0.50	0.45
Arcilla no saturada	0.10	0.30	0.20
Arcilla arenosa	0.20	0.30	0.25
Limo	0.30	0.35	0.33
Arena densa	0.20	0.40	0.30
Arena de grano grueso		0.15	0.15
Arena de grano fino		0.25	0.25
Roca	0.10	0.40	0.25
Loess	0.10	0.30	0.20
Hielo		0.36	0.36
Concreto		0.15	0.15

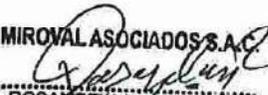
Fuente: Diseño de cimentaciones - Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado

Es : Módulo de elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

Tipo de suelo	Es (ton/m <sup>2</sup> )		Es promedio (ton/m <sup>2</sup> )
Arcilla muy blanda	30	300	165
Arcilla blanda	200	400	300
Arcilla media	450	900	675
Arcilla dura	700	2,000	1,350
Arcilla arenosa	3,000	4,250	3,625
Suelos glaciares	1,000	16,000	8,500
Loess	1,500	6,000	3,750
Arena Limosa	500	2,000	1,250
Arena suelta	1,000	2,500	1,750
Arena densa	5,000	10,000	7,500
Grava arenosa densa	8,000	20,000	14,000
Grava arenosa suelta	5,000	14,000	9,500
Arcilla esquistosa	14,000	140,000	77,000
Limos	200	2,000	1,100

Fuente: Diseño de cimentaciones - Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado

Fuente: Elaboración Propia

  
**MIROVAL ASOCIADOS S.A.C**  
**ROSÁNGELA MINA MONTES**  
 GERENTE GENERAL

  
**ROSÁNGELA MINA MONTES**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 278424

Figura 18: Cálculo de Asentamientos Inmediatos (parte II)

If: Factor de forma

Forma de la Zapata		Valores de If (cm/m)			
		Cimentación flexible			Cimentación rígida
Ubicación		Centro	Esquina	Medio	-
Rectangular	L/B = 2	153	77	130	120
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
Cuadrada		112	56	95	82
Circular		100	64	85	88

Fuente: Diseño de cimentaciones - Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado

q : Presión de trabajo (ton/m<sup>2</sup>)

B : Ancho de la cimentación (m)

#### Datos de entrada

q : Presión de trabajo	32.34	ton / m <sup>2</sup>
B : Ancho de cimentación	2.00	m
L : Largo de cimentación	1.50	m
μ : Relación de poisson	0.15	
L/B	0.75	
If : Factor de forma en cimentación flexible (centro)	153	cm / m.
If : Factor de forma en cimentación rígida	120	cm / m
Es : Módulo de Elasticidad	9,500	ton / m <sup>2</sup>

#### Cálculos y resultados

Si : Asentamiento probable en cimentación flexible	1.02	cm
Si : Asentamiento probable en cimentación rígida	0.80	cm

#### Comprobación

Distorsión angular, δ / L	1/500	
Asentamiento diferencial máximo (δ <sub>máx</sub> )	2.50	cm
Asentamiento máximo	2.60	cm

Si	<	δ <sub>máx</sub>		
1.02	<	2.50	Cumple	Cimentación flexible
0.80	<	2.50	Cumple	Cimentación rígida

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
*Rosángela Mina Montes*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

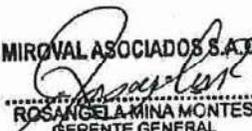
Fuente: Elaboración Propia

*Rosángela Mina Montes*  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

## Anexo V

# Cálculo de Coeficiente de Empuje Activo y Pasivo

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

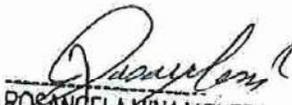
  
ROSÁNGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

Figura 19: Cálculo de Coeficiente de Empuje Activo y Pasivo

### CÁLCULO DE COEFICIENTE EMPUJE ACTIVO Y PASIVO

**Figure 13.13** Frictionless vertical retaining wall with sloping backfill

$$k_a = \cos\alpha \frac{\cos\alpha - \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi'}}{\cos\alpha + \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi'}}$$

$$k_p = \cos\alpha \frac{\cos\alpha + \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi'}}{\cos\alpha - \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi'}}$$

$k_0 = 1 - \sin\phi'$

Donde:

- $\phi'$  : Ángulo de fricción
- $\alpha$  : Ángulo del talud
- $k_a$  : Coeficiente de empuje activo
- $k_p$  : Coeficiente de empuje pasivo
- $k_0$  : Coeficiente de empuje en reposo

Datos de entrada		
$\phi$ : Ángulo de fricción	36.90	$t/m^2$
$c$ : Cohesión	0.00	
$\alpha$ : Ángulo del talud	0.00	
Cálculos y resultados		
$K_a$ : Coeficiente de empuje activo	0.25	
$K_p$ : Coeficiente de empuje pasivo	4.01	
$K_0$ : Coeficiente de suelo en reposo	0.40	

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C  
*Rosángela Mina Montes*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 GERENTE GENERAL

Fuente: Elaboración Propia

*Rosángela Mina Montes*  
 ROSANGELA MINA MONTES  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 279424

## Anexo VI

# Formato Obligatorio de la Hoja de Resumen de las Condiciones de Cimentación según Norma Técnica E.050

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

*Rosangel*  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

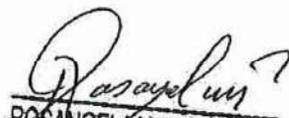
*Rosangel*  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424



# Anexo VII

## Resultados de Laboratorio

MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.

  
ROSANGELA MINA MONTES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 279424

  
MIROVAL ASOCIADOS S.A.C.  
ROSANGELA MINA MONTES  
GERENTE GENERAL

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCIÓN Y CUIDADO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD EN OMAPED DE CENTRO POBLADO SAN ISIDRO DISTRITO DE SAN ISIDRO DE LA PROVINCIA DE LIMA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI N° 2672525

**SOLICITANTE :** MIROVAL ASOCIADOS S.A.C

**UBICACIÓN :** AV. 2 DE MAYO 925-935

**N° De Informe :** AT25-LEM-48-1  
**Código de Proyecto :** -

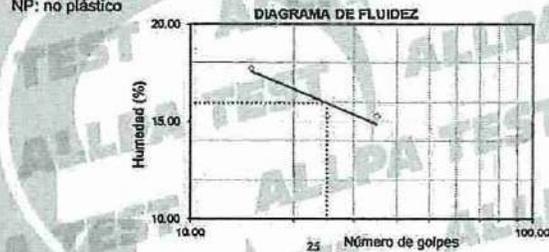
**Fecha de Emisión :** Abril-2025  
**Ensayado por :** A.H.V.

**Descripción :** - **Nivel Freático :** - **Profundidad. (m) :** 0.50-0.90 m  
**Sondeo / Calicata :** C-1 **Coordenadas : Este** 277874.00  
**Estrato / Muestra :** E-2\_M-1 **Norte** 8662436.00  
**Calzada :** - **Progresiva (km) :** -

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107)		
Nro. Malla	Abertura (mm)	% Acum. que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.100	100.0
3/8"	9.520	100.0
N° 4	4.760	100.0
N° 10	2.000	98.6
N° 20	0.840	97.5
N° 40	0.425	90.8
N° 60	0.250	82.7
N° 100	0.150	70.7
N° 140	0.106	60.2
N° 200	0.075	53.8

Contenido de humedad (MTC E108)		Método utilizado
Humedad	14.1 %	Secado al horno

Límites de consistencia (MTC E 110 / MTC E 111)		Equipo de ensayo utilizado	
Límite líquido (LL)	16	Límite plástico	Manual
Límite plástico (LP)	15	Límite líquido	Mecánico
Índice plástico (IP)	1	Espátula Casagrande	Plástica

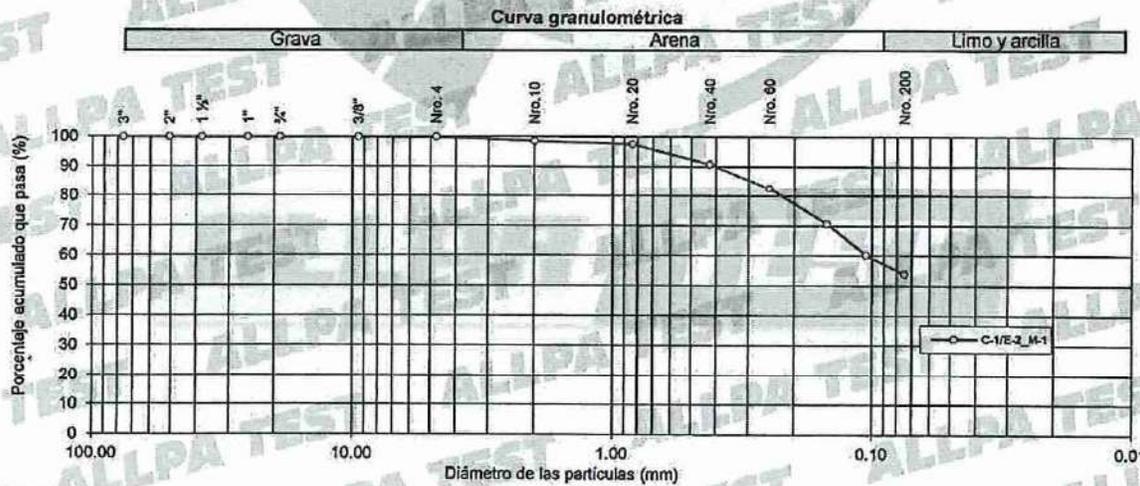


Grava %	0.0
Arena %	46.1
Finos %	53.8

D10 mm	-
D30 mm	-
D60 mm	0.105
Cu	-
Cc	-

Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	
Grupo de clasificación	A-4
Índice de grupo	1

Clasificación SUCS (ASTM D2487)	
Símbolo de grupo	ML
Nombre de grupo	Limo arenoso



**Observaciones:**

- El muestreo fue realizado por el personal Allpa Test.
- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la norma

Elaborado por :



Aprobado por :

*Juan Ruben Llamoca Juarez*  
**JUAN RUBEN LLAMOCA JUAREZ**  
INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 058623  
ALLPA TEST S.A.C.