Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Diseño de cimentaciones para viviendas en el Sector Atalaya del Distrito de Huacho- Huaura, 2024

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores

Miguel Chanel Valverde Acevedo

Jimmy Amador Maguiña Chavez

Asesor

Mg. Rony Geancarlo Pérez Retuerto

Huacho – Perú

2026

Mg. Rony Geancarlo Perez Retuerto
DOCENTE



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/
Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL

INFORMACION

DATOS DEL AUTOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Maguiña Chavez, Jimmy Amador	72374832	20-07-2026
Valverde Acevedo, Miguel Chanel	72952920	20-07-2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Pérez Retuerto, Rony Geancarlo	42212783	https://orcid.org/0009-0003-7870-2539
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Mendoza Flores, Cristian Milton	16711622	https://orcid.org/0000-0002-2298-6224
Cabello Vicente, Freddy Fredrich	41648378	https://orcid.org/0000-0002-8159-0617
Terrones Galvez, Edward Ivan	41553816	https://orcid.org/0000-0001-9814-0703

MIGUEL VALVERDE_JIMMY MAGUIÑA 2026-04747...

DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR ATALAYA DEL DISTRITO DE HUACHO - HUAURA, 2024

UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026 FIC
UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026
Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3595884805

Fecha de entrega
16 jun 2026, 12:07 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
16 jun 2026, 12:13 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
2026-047474__1_organized.pdf

Tamaño del archivo
4.5 MB

150 páginas

18.441 palabras

114.053 caracteres

19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres y a mi pequeña hija, que contribuyen la fuerza y la razón para lograr cada uno de mis objetivos trazados y nunca rendirme ante las adversidades que la vida nos presenta.

A mis padres por su amor y apoyo incondicional, y a mí tío Lucho que siempre estará en mi corazón y desde el cielo guiará mi camino.

Valverde y Maguiña

AGRADECIMIENTO

A mí compañera de vida que gracias a su amor, esfuerzo y motivación me incentivaron a lograr un peldaño más en mi vida profesional y a mi hermana que con su apoyo incondicional y sus consejos han sido parte importante para lograr este objetivo.

A mis padres y a mí tío Lucho por apoyarme en todos mis objetivos y alentarme a nunca rendirme.

Valverde y Maguiña

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **v**
AGRADECIMIENTO ..... **vi**
LISTA DE TABLAS **3**
LISTA DE FIGURAS **4**
RESUMEN **6**
ABSTRACT **7**
INTRODUCCION **8**
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **9**
1.1. Descripción de la realidad problemática **9**
1.2. Formulación del problema **10**
1.2.1. Problema general 10
1.2.2. Problemas específicos 10
1.3. Objetivos de la investigación **11**
1.3.1. Objetivo general 11
1.3.2. Objetivos específicos 11
1.4. Justificación de la investigación **11**
1.5. Delimitaciones del estudio **12**
1.6. Viabilidad del estudio **14**
Viabilidad Técnica **14**
Viabilidad Ambiental **14**
Viabilidad Económica **14**
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO **15**
2.1. Antecedentes de la investigación **15**
2.1.1. Investigaciones internacionales **15**
2.1.2. Investigaciones nacionales **17**
2.2. Bases teóricas **20**

2.3. Bases filosóficas **41**
2.4. Definición de términos básicos **41**
2.5. Hipótesis de investigación **44**
2.5.1. Hipótesis general **44**
2.5.2. Hipótesis específicas **44**
2.6. Operacionalización de las variables **45**
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA **47**
3.1 Diseño metodológico **47**
Tipo de investigación **47**
Enfoque de la investigación. **47**
Tipo de investigación **47**
3.2 Población y muestra **48**
3.2.1 Población **48**
3.2.2 Muestra **48**
3.3 Técnicas de recolección de datos **49**
3.4 Técnicas para el procedimiento de la información **51**
CAPÍTULO IV. RESULTADOS **53**
4.1. Análisis de resultados **53**
4.1.1. Análisis descriptivo del estudio de suelos **53**
4.1.2. Evaluación geotécnica para el diseño de cimentaciones **55**
4.1.3. Diseño de cimentaciones **56**
CAPÍTULO V. DISCUCIONES **62**
5.1. Discusión de resultados **62**
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **64**
6.1. CONCLUSIONES **64**
6.1. RECOMENDACIONES **65**
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS **67**
7.1. Fuentes documentales **67**
ANEXOS **71**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación SUCS – Símbolos 28

Tabla 2 Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad 30

Tabla 3 Operacionalización de las variables 45

Tabla 4 Perfil estratigráfico del suelo 53

Tabla 5 Clasificación de suelos según el sistema SUCS 53

Tabla 6 Parámetros de resistencia al corte directo 54

Tabla 7 Límites de consistencia del suelo según el estudio geotécnico 54

Tabla 8 Análisis químico del suelo 55

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1 AASHTO suelos granulares 23
Figuras 2 AASHTO suelos finos 24
Figuras 3 Clasificación según SUCS 26
Figuras 4 Carta de Plasticidad 27
Figuras 5 Prueba de corte directo 31
Figuras 6 Zapata aislada. 35
Figuras 7 Tipos de Zapatas Aisladas 35
Figuras 8 Tipos de Zapatas Combinadas 36
Figuras 9 Zapata Conectada 37
Figuras 10 Perspectiva de Zapata Conectada 38
Figuras 11 Viga Continua de cimentación 39
Figuras 12 Losa de Cimentación 40

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia 71

Anexo 2: Ficha de campo-calicatas..... 72

Anexo 3 : Diseño de zapatas 73

Anexo 4: Ficha de campo-calicatas..... 106

Anexo 5: Panel Fotográfico 133

RESUMEN

Objetivo: Describir las características físicas y mecánicas del suelo y determinar los parámetros de Diseño de las cimentaciones adecuadas para viviendas familiares en el Sector Atalaya, distrito de Huacho – Lima, 2024. En cuanto a la **metodología**: Investigación básica de laboratorio y descriptiva, orientada a analizar variables bajo condiciones controladas para contrastar hipótesis el enfoque cuantitativo, basado en datos numéricos de las propiedades geotécnicas y el diseño de cimentaciones y describe las características del suelo para sustentar una propuesta técnica segura y viable. La población Asentamientos humanos del sector Atalaya (21,77 ha), zona ZRE-6 de Huacho y la muestra de 3 unidades de observación (03 calicatas), seleccionadas mediante muestreo intencional**. Resultados:** El diseño incluyó zapatas aisladas, combinadas, conectadas y losa de cimentación, verificando capacidad portante y estados límite últimos según normativa vigente.En todos los casos, las presiones transmitidas al suelo resultaron menores que las admisibles, garantizando seguridad geotécnica y control de asentamientos.Las verificaciones por corte y punzonamiento demostraron que los esfuerzos solicitantes son inferiores a la resistencia del concreto, sin requerir incremento de espesor. El diseño a flexión determinó áreas de acero adecuadas, cumpliendo y superando el refuerzo mínimo normativo.Se comprobó el correcto anclaje del refuerzo mediante la verificación de longitudes de desarrollo. **Conclusión:** se concluye que el suelo del sector Atalaya presenta condiciones geotécnicas favorables para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas de hasta tres pisos. Su naturaleza granular, adecuada resistencia al corte y ausencia de nivel freático permiten establecer parámetros de diseño seguros, conforme a la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Palabras clave: Consistencia, plasticidad, niveles freáticos, compresibilidad, cimentacion, Zapatas, pilotes y asentamiento esperado.

ABSTRACT

Objective: To describe the physical and mechanical characteristics of the soil and determine the design parameters for suitable foundations for family homes in the Atalaya Sector, Huacho district, Lima, 2024. **Methodology**: Basic laboratory and descriptive research aimed at analyzing variables under controlled conditions to test hypotheses. The quantitative approach is based on numerical data on geotechnical properties and foundation design and describes the characteristics of the soil to support a safe and viable technical proposal. The population: Human settlements in the Atalaya sector (21.77 ha), ZRE-6 zone of Huacho, and a sample of three observation units (three test pits), selected through intentional sampling.. **Results:** The design included isolated, combined, connected footings, and foundation slabs, verifying bearing capacity and ultimate limit states in accordance with current regulations. In all cases, the pressures transmitted to the ground were lower than the permissible values, ensuring geotechnical safety and settlement control. Shear and punching verifications showed that the stresses are lower than the strength of the concrete, without requiring an increase in thickness. The flexural design determined adequate steel areas, meeting and exceeding the minimum regulatory reinforcement. The correct anchoring of the reinforcement was verified by checking the development lengths. **Conclusion**: it is concluded that the soil in the Atalaya sector presents favorable geotechnical conditions for the design of shallow foundations in houses of up to three stories. Its granular nature, adequate shear strength, and absence of groundwater allow for the establishment of safe design parameters, in accordance with Technical Standard E.050 of the National Building Regulations.

Keywords: Consistency, plasticity, water tables, compressibility, foundations, footings, piles, and expected settlement.

INTRODUCCION

El diseño de cimentaciones representa un componente esencial en cualquier proyecto de edificación, ya que de él depende la correcta transferencia de las cargas estructurales hacia el terreno de apoyo, asegurando el equilibrio, estabilidad y desempeño estructural de la construcción. En zonas con crecimiento urbano progresivo, como el sector Atalaya en el distrito de Huacho, la necesidad de edificaciones seguras demanda estudios técnicos que permitan adaptar las soluciones constructivas a las condiciones reales del suelo.

Las particularidades geotécnicas del sector Atalaya requieren una evaluación detallada de sus características físicas y mecánicas, dado que el comportamiento del terreno influye directamente en el tipo de cimentación a emplear. La falta de un diseño fundamentado en parámetros técnicos puede ocasionar problemas como asentamientos diferenciales, grietas estructurales y disminución de la vida útil de las viviendas. Por ello, resulta indispensable desarrollar un análisis que integre información del estudio de suelos con criterios estructurales adecuados.

La presente investigación tiene como finalidad proponer el diseño de cimentaciones para viviendas ubicadas en el sector Atalaya del distrito de Huacho – Huaura, tomando como base los resultados del estudio geotécnico, las cargas estructurales estimadas y las disposiciones establecidas en la normativa nacional vigente. Se analizarán distintas alternativas de cimentación superficial, evaluando su viabilidad técnica, estructural y económica, con el propósito de seleccionar la solución más eficiente para las condiciones del terreno.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se desarrolla bajo un enfoque descriptivo de carácter aplicado, sustentado en la recopilación de información técnica y en la ejecución de cálculos estructurales y geotécnicos. Se realizarán verificaciones de capacidad portante, control de asentamientos y dimensionamiento estructural en concreto armado, considerando los factores de seguridad establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En consecuencia, el trabajo busca aportar una propuesta técnica confiable que contribuya al desarrollo ordenado y seguro de viviendas en la zona de estudio. Asimismo, pretende servir como base referencial para futuros proyectos de edificación en sectores con características similares, fortaleciendo la aplicación de criterios técnicos en el diseño de cimentaciones y promoviendo construcciones más seguras y sostenibles.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática

En el distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima, se ha registrado en los últimos años un crecimiento urbano acelerado, especialmente en zonas como el sector Atalaya, donde se han incrementado significativamente las construcciones de viviendas familiares de dos y tres pisos. Este proceso de expansión urbana, muchas veces no planificado, ha generado edificaciones construidas sin estudios previos de suelos ni diseños estructurales adecuados, lo cual representa un riesgo para la seguridad y estabilidad de las edificaciones y, por ende, para la integridad de las familias que las habitan.

Diversos informes técnicos del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2022) y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2018) señalan que los suelos de la costa central —particularmente en la zona de Huacho— presentan características variables, con presencia de materiales arenosos, limosos y arcillosos de origen aluvial, así como niveles freáticos relativamente altos en determinadas épocas del año. Estas condiciones afectan la capacidad portante y la estabilidad de las cimentaciones cuando no se realiza un adecuado estudio geotécnico.

A nivel local, muchas viviendas en el sector Atalaya se edifican de manera empírica, utilizando cimientos superficiales no dimensionados técnicamente, como zapatas corridas o dados de concreto mal armados y con profundidades insuficientes. Estas deficiencias constructivas se reflejan en la aparición de fisuras, asentamientos diferenciales y fallas estructurales que comprometen la durabilidad de las edificaciones, especialmente en zonas con suelos blandos o con presencia de humedad subterránea.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), a través de la Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones, establece la obligatoriedad de realizar un estudio de mecánica de suelos para el diseño de cimentaciones seguras. Sin embargo, en la práctica, gran parte de las viviendas familiares en Huacho no cumplen con esta normativa, debido a falta de conocimiento técnico, limitaciones económicas o ausencia de fiscalización municipal, lo cual agrava la vulnerabilidad de las construcciones ante fenómenos naturales como sismos o saturación de suelos por lluvias.

La carencia de estudios de suelos no solo afecta la seguridad estructural, sino también la eficiencia económica, ya que las cimentaciones sobredimensionadas o mal diseñadas implican sobrecostos innecesarios o riesgo de fallas prematuras. Como señalan Torres &

Valverde (2020), el desconocimiento de las propiedades del suelo conduce a diseños erróneos que "no garantizan la compatibilidad entre las cargas estructurales y la capacidad de soporte del terreno" (p. 45).

Por ello, se hace necesario realizar un estudio geotécnico detallado en el sector Atalaya que permita determinar las características físicas y mecánicas del suelo y, con base en estos resultados, proponer el diseño óptimo de cimentaciones para viviendas familiares de hasta tres pisos, cumpliendo con las normas técnicas nacionales. Este estudio contribuirá a reducir riesgos estructurales, mejorar la seguridad habitacional y fortalecer la gestión técnica de la construcción urbana en la zona.

En síntesis, la problemática radica en que la mayoría de las viviendas del sector Atalaya se construyen sin estudios de suelo ni diseño técnico de cimentaciones, lo cual genera inseguridad estructural, deterioro prematuro de edificaciones y vulnerabilidad ante sismos, por lo que es imprescindible desarrollar una investigación técnica que describa, analice y proponga soluciones basadas en el conocimiento científico del suelo local.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo y cómo se describen los parámetros de Diseño de las cimentaciones para viviendas familiares en el Sector Atalaya, distrito de Huacho – Lima, 2024?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo (granulometría, humedad y límites de plasticidad) en el sector Atalaya?
2. ¿Qué características mecánicas presenta el suelo (resistencia al corte y compresibilidad) en el sector Atalaya?
3. ¿Qué tipo de suelo y nivel freático predominan en el sector Atalaya según la clasificación SUCS?
4. ¿Qué tipo de cimentación superficial resulta más adecuado de acuerdo con las características del suelo del sector?
5. ¿Cuál es la capacidad portante y qué asentamientos se estiman en el diseño de cimentaciones para viviendas de tres pisos en el sector Atalaya?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Describir las características físicas y mecánicas del suelo y determinar los parámetros de Diseño de las cimentaciones adecuadas para viviendas familiares en el Sector Atalaya, distrito de Huacho – Lima, 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar y describir las propiedades físicas del suelo (granulometría, contenido de humedad y límites de plasticidad) del sector Atalaya
2. Determinar las propiedades mecánicas del suelo (resistencia al corte y compresibilidad) mediante ensayos geotécnicos.
3. Clasificar el suelo del sector Atalaya según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y determinar el nivel freático.
4. Establecer el tipo de cimentación superficial más adecuada según las características geotécnicas del terreno,
5. Determinar la capacidad portante y qué asentamientos se estiman en el diseño de cimentaciones para viviendas de tres pisos en el sector Atalaya

1.4. Justificación de la investigación

a) Justificación Técnica

El crecimiento urbano en el distrito de Huacho, especialmente en el sector Atalaya, ha generado un incremento de construcciones de viviendas familiares de hasta tres pisos sin contar con estudios geotécnicos previos que respalden el diseño estructural.

Esta práctica empírica produce asentamientos diferenciales, fisuras y fallas estructurales, lo que pone en riesgo la seguridad y durabilidad de las edificaciones.

Por ello, el presente estudio es técnicamente justificado, ya que busca caracterizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo (granulometría, resistencia al corte, plasticidad, nivel freático) y determinar los parámetros de diseño adecuados (capacidad portante, tipo y profundidad de cimentación) de acuerdo con la Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. Ministerio de Vvienda (2018).

b) Justificación Social

La investigación tiene un impacto directo en la seguridad y calidad de vida de los pobladores del sector Atalaya, actualmente, muchas viviendas se construyen sobre suelos de baja capacidad portante o con rellenos no controlados, lo cual representa un riesgo para sus ocupantes, especialmente en zonas sísmicas como la costa central del Perú.

El estudio permitirá brindar información técnica accesible para ingenieros, maestros de obra y autoridades locales, de modo que se promueva una cultura de construcción segura y sostenible, conforme a las normas del Ministerio de Vivienda y el Colegio de Ingenieros del Perú, a largo plazo, esto contribuye a la reducción de la vulnerabilidad urbana y a la prevención de desastres estructurales.

c) Justificación científica

La presente investigación aporta conocimiento técnico-aplicado sobre el comportamiento geotécnico de los suelos del sector Atalaya, un área donde no existen estudios sistematizados publicados.

Los resultados obtenidos servirán como referencia para futuras investigaciones en ingeniería civil y contribuirán a fortalecer la base de datos geotécnica local, alineándose con los lineamientos de la ingeniería de cimentaciones propuestos por autores como Terzagui (1943), Das (2016) y Bowles, (2015).

Además, al emplear métodos normalizados (ensayos de granulometría, límites de Atterberg, corte directo y compactación Proctor), se garantiza la validez científica y replicabilidad del estudio, fortaleciendo el rigor académico y técnico del trabajo.

1.5.Delimitaciones del estudio

a) Delimitación espacial

El estudio se desarrollará en el sector Atalaya, perteneciente al distrito de Huacho, provincia de Huaura, departamento de Lima, Perú.

Este sector presenta características geográficas representativas de la costa central peruana, con suelos predominantemente granulares y de baja cohesión, expuestos a variaciones de humedad y nivel freático.

El ámbito físico del trabajo comprende las zonas urbanas destinadas a viviendas familiares de hasta tres pisos, donde se tomarán las muestras de suelo para su análisis geotécnico. (INGEMMET, 2022)

b) Delimitación Temporal

La investigación se llevará a cabo durante el periodo comprendido entre Junio y Diciembre del año 2025, tiempo en el cual se ejecutarán las etapas de trabajo de campo, ensayos de laboratorio, análisis de resultados y diseño de cimentaciones. Los datos obtenidos reflejarán las condiciones actuales del suelo en dicho periodo, por lo que eventuales cambios climáticos o modificaciones urbanas posteriores no se incluyen dentro del alcance del presente estudio.

c) Delimitación conceptual

El estudio se centra exclusivamente en el análisis de las características físicas y mecánicas del suelo (granulometría, plasticidad, capacidad portante, compresibilidad y asentamientos) y su aplicación al diseño de cimentaciones superficiales para viviendas familiares.

No se abordarán otros aspectos estructurales como diseño de columnas, vigas, o sistemas sismorresistentes, ni el comportamiento dinámico del suelo frente a eventos sísmicos.

Tampoco se evaluarán cimentaciones profundas (pilotes o micropilotes), dado que las viviendas consideradas son de baja altura (hasta 3 pisos) y con cargas moderadas. (Ministerio de Vvienda, 2018).

d) Delimitación Metodológica.

El diseño metodológico adoptado es de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental–transversal. (Hernández et al. , 2014)

Esto implica que no se manipulan variables, sino que se observan y describen las propiedades del suelo a partir de datos obtenidos empíricamente mediante ensayos de laboratorio normalizados (ASTM, AASHTO).

El análisis se limitará a la descripción e interpretación técnica de los resultados y su aplicación práctica en el dimensionamiento de la cimentación

1.6. Viabilidad del estudio

Viabilidad Técnica

La investigación es técnicamente viable porque se dispone de los recursos materiales y tecnológicos necesarios para realizar los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, tales como: granulometría, límites de Atterberg, corte directo, compactación Proctor, y determinación del contenido de humedad.

Estos ensayos pueden realizarse en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (Huacho) o en laboratorios geotécnicos certificados de la zona, siguiendo los procedimientos establecidos por la Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones (Ministerio de Vvienda, 2018).

Además, los equipos e instrumentos —balanzas, tamices, moldes Proctor, prensa de corte directo y hornos— están disponibles en el entorno académico o pueden ser alquilados a bajo costo en instituciones locales. La información obtenida será analizada con programas de ingeniería estructural y planillas de cálculo según la norma E.060 – Concreto Armado, garantizando la precisión técnica del diseño.

Viabilidad Ambiental

El trabajo es ambientalmente viable, ya que promueve el uso racional de los recursos y la construcción sostenible, evitando daños al ecosistema.

El análisis del nivel freático y la permeabilidad del suelo permitirá diseñar cimentaciones que minimicen riesgos de erosión, infiltraciones y afectación a aguas subterráneas, en concordancia con los lineamientos del Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 11 Ciudades y comunidades sostenibles. (Organización de las Naciones Unidad, 2015)

Viabilidad Económica

El estudio es económicamente viable debido a que los costos asociados a la recolección de muestras de suelo, ensayos de laboratorio y procesamiento de resultados se encuentran dentro de las posibilidades presupuestarias del investigador.

El financiamiento proviene de recursos personales y del apoyo institucional de la universidad. Según Valverde (2021), los estudios de suelos para viviendas familiares no demandan grandes inversiones, y su costo se justifica ampliamente por los beneficios que genera al evitar fallas estructurales y sobrecostos de reparación

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Moreira (2024), en su estudio titulado "Evaluación física y mecánica de la calidad del suelo para cimentación de vivienda unifamiliar en la urbanización Altos de Manta Beach Cantón Manta.", Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Civil, el objetivo del estudio es Evaluar las propiedades físicas y mecánica del suelo para cimentación de vivienda unifamiliares en la urbanización Altos de Manta Beach Cantón Manta, la metodología la investigación es un diseño experimental el cual plantea una serie de interrogantes por las cuales el investigador puede manipulares así obtener los resultados deseado de su investigación la muestra realizada en el proyecto es de tipo no probabilística estudiando 6 puntos de sondeo en base a la complejidad de terreno y profundidad en unidad de construcción, el autor concluye El estudio, basado en las normas NTE INEN 689–696, determinó que en la urbanización Altos de Manta Beach predominan tres estratos de suelo (SM, MH y ML), con humedad entre 27.36% y 31.50%, e índice de plasticidad de 6.48 a 8.37. Se identificaron suelos arenosos y limosos de media a baja plasticidad, sin nivel freático hasta 7 m de profundidad, con una capacidad al corte de 12.50 ton/m² y perfiles sísmicos tipo C y D. Se recomienda reemplazar el suelo hasta 2.26 m con material de mejoramiento y emplear zapatas aisladas de 1.40 × 1.40 × 0.30 m para viviendas de dos pisos con cubierta de hormigón.

Basto et. al (2023), en su estudio titulado *"Diseño y construcción del edificio alameda 181, implementando un sistema de contención de pantallas hincadas y una cimentación de pilotes prefabricados sistema BIM (building information modeling), en la localidad de Usaquén de la ciudad de Bogotá D.C."*, Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Especialista en Gerencia de Proyectos, el objetivo del estudio es establecer la disminución de costos en el proceso de cimentación en la construcción de edificaciones, la metodología realizada es de nivel descriptivo, el autor concluye que la

implementación de cimentaciones prefabricadas y la metodología BIM permitió reducir un 2% del costo total y un 15% en la etapa de cimentación, además de disminuir el impacto ambiental y optimizar tiempos. A pesar de un leve retraso del 8% y un sobrecosto del 1% por demoras en la excavación, se mantuvieron los estándares de calidad y una adecuada gestión de recursos, adquisiciones y riesgos. El uso de elementos prefabricados y BIM mejoró la coordinación, evitó errores constructivos y aumentó la eficiencia general del proyecto.

Cuesta (2022), en su estudio titulado *"Estudio geotécnico para un proyecto de edificación en Latores (asturias)"* publicado en la Universidad de Oviedo para obtener el grado de maestro en Recursos Geológicos e Ingeniería Ecológica. El estudio tiene como objetivo garantizar la viabilidad geológico-geotécnica del proyecto, mediante la identificación de las unidades geológicas, la detección de agua subterránea, la evaluación de la excavabilidad y estabilidad del terreno, la identificación de materiales agresivos para el hormigón, la determinación del tipo de cimentación más segura y la propuesta de medidas de estabilización de taludes con un factor de seguridad adecuado, usa una metodología a nivel descriptivo, el autor concluye que el estudio identificó cinco unidades geotécnicas (relleno antrópico, arcilla eluvial, caliza karstificada, arcillas y arenas) y determinó que el terreno no es agresivo al hormigón ni presenta riesgo de contacto con agua subterránea. Se recomienda una cimentación directa mediante losa a una cota de -1.50 m, con presión admisible de 608.6 kPa y asiento total inferior a 5 cm, considerado tolerable. Se plantea opcionalmente un sótano con zapatas aisladas a -4.50 m, requiriendo estudios adicionales. La excavación no presenta riesgos de inestabilidad, aunque para la zona sur se propone retaluzado con bermas y un muro de escollera para garantizar la estabilidad del talud.

Tipán & Villacís (2022), en su estudio titulado *"diseño de cimentaciones aisladas y losas de cimentación, en una edificación de 4 plantas para comparar los métodos: rígido y elástico, con el uso del programa informático SAFE"* publicado en la Universidad Politécnica Salesiana. El estudio tiene como objetivo Diseñar cimentaciones aisladas y losas de cimentación, utilizando: el método rígido y elástico, cálculos manuales y el programa SAFE cumpliendo la normativa

NEC 2015 y ACI 318S14, con el fin de realizar una comparación económica y técnica considerando el detallado de planos estructurales, la cuantía de acero, secciones de concreto, costos para ambos casos y conocer las ventajas o desventajas que tiene el utilizar cada uno de los métodos, usa una metodología experimental que se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado, el autor concluye que el análisis comparativo entre los métodos rígido y elástico para el diseño de cimentaciones aisladas y losas mostró diferencias significativas en comportamiento, materiales y costos. Se evidenció que el método rígido genera mayores volúmenes de hormigón (entre 3% y 9% más) y acero (hasta 34% más), lo que incrementa los costos y tiempos de ejecución en 3 a 6 días adicionales por bloque, respecto al método elástico. Este último resulta más económico y eficiente. Además, se determinó que las tracciones del suelo en el programa SAFE se deben a excentricidades elevadas, por lo que se aplicaron modelos no lineales que simulan correctamente el comportamiento del terreno. Finalmente, se concluye que el método elástico es más ventajoso en costo y tiempo, mientras que el rígido ofrece una modelación más conservadora y segura frente a cargas.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Escobar (2023), en su estudio titulado "Estudio geotécnico de suelos de cimentaciones para viviendas de los barrios Nueva San Miguel y Ciudad Nueva de la ciudad de ilave – puno", publicado por la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, tiene como objetivo determinar las condiciones geotécnicas y proponer recomendaciones de cimentación para viviendas en los barrios Nueva San Miguel y Ciudad Nueva de Ilave , usa una metodología a nivel descriptivo, debido a que considera determinar directamente las características geotécnicas de suelos para cimentaciones húmedas y saturados, seguidamente estos valores permitan de manera directa el diseño de cimentaciones que les corresponde, la muestra: Esta referida a los Barrios periféricos de expansión urbana de la ciudad de Ilave; conformado por barrio Pachacútec cuarta etapa, barrio los Olivos, barrio Virgen del Rosario,barrio Alto Ilave, barrio Ciudad Nueva, barrio Cruzani, barrio

Nueva San Miguel; que se ubican en el aérea de expansión urbana actual de Ilave cuyo resultados perfiles estratigráficos, parámetros físicos y mecánicos de los suelos, y evaluación de la aptitud para cimentación superficial. Concluye que las El estudio geotécnico en los barrios Nueva San Miguel y Ciudad Nueva determinó que los suelos de Nueva San Miguel, sin nivel freático y compuestos por arenas con arcillas inorgánicas (GC), presentan buena capacidad de carga, apta para viviendas de hasta cuatro pisos. En cambio, los suelos de Ciudad Nueva, con presencia de nivel freático y tipo SC, muestran capacidad de carga regular, por lo que se recomienda ampliar las dimensiones de las cimentaciones para garantizar la estabilidad estructural.

De La Cruz a & Fano (2022), en su estudio titulado "Microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares en el barrio de Santa Rosa - Lircay - Huancavelica", respaldado por la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvo como objetivo Elaborar la microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares en el barrio Santa Rosa, distrito de Lircay. La investigación Esta investigación se basa en realizar una descripción sobre las características físicas y mecánicas de los suelos del sector Sullac del barrio de Santa Rosa, con tal resultado se está planteando la elaboración de un mapa de microzonificación, la población y la muestra son únicas debido a que la investigación se realizara en un lugar específico que es en el sector Sullac del Barrio de Santa Rosa – Lircay - Angaraes – Huancavelica 2021 por 6.5 hectáreas. El autor concluye que de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio se conoció las características físicas, mecánicas y la capacidad admisible del suelo en el sector de Sullac con la cual se zonifico en 3 zonas. Seguidamente se determinó para la zona I una capacidad admisible de 1kg/cm2. De igual manera para la zona II se determinó una capacidad admisible de 1.2 kg/cm2. Y por último la zona III presenta una capacidad admisible de 1.57 kg/cm2.

Candiotte & Huaira (2024), en su estudio titulado "Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Pampas Constancia, Lircay- Angaraes, 2021", respaldado por la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvo como objetivo determinar un estudio geotécnico para proponer un diseño de cimentaciones superficiales en viviendas

unifamiliares del centro poblado Pampas Constancia, Lircay-Angarae. La investigación se basó El nivel de la investigación se definió como DESCRIPTIVO. Porque el estudio geotécnico se describió los resultados de los ensayos realizados sin manipular los datos, asimismo con datos del estudio geotécnico se realizó el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en Pampas Constancia, Lircay. Los hallazgos mostraron que se realizaron ensayos de mecánica de suelos en siete muestras del Centro Poblado de Pampa Constancia y, con base en los resultados, se diseñó una vivienda unifamiliar de tres niveles (140 m²). Las capacidades admisibles obtenidas variaron entre 0.81 y 0.92 kg/cm² según el barrio. Se propusieron cinco tipos de zapatas (céntricas, excéntricas, esquineras y combinadas) conforme a la Norma Técnica Peruana E.050, concluyéndose que el diseño de cimentaciones es aplicable al modelo propuesto y adaptable a otras edificaciones similares.

Castro & Chanamé (2021), en su estudio titulado "Estudio de zonificación de suelos para diseño de cimentaciones superficiales en el sector lagunas I y II, Distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque", respaldado por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, tuvo como Determinar la capacidad portante del suelo y sus demás características, que permitan elaborar un mapa de zonificación de capacidad portante y usos de los suelos en el sector Lagunas I y II, distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. La investigación fue de tipo descriptiva, de corte transversal, con diseño no experimental. El estudio concluye que Se cumplió con los objetivos del estudio al elaborar la zonificación de las características físicas y mecánicas del suelo, determinando capacidades portantes entre 1.13 y 1.57 kg/cm² mediante la teoría de Terzaghi. Se identificaron cinco zonas según similitud de propiedades, predominando suelos tipo SM (arenas limosas) con alta salinidad (0.35–10.04%). En la zona Lagunas I y II, la capacidad promedio fue de 1.35 kg/cm² a 1.50 m de profundidad, y los asentamientos para edificaciones de tres niveles se mantuvieron dentro de los límites normativos (<2.5 cm), considerándose el estudio completo y aplicable para fines de cimentación.

Pariachi et al. (2019), en su tesis titulada "Estudio geotécnico para la elección de un diseño de cimentación superficial económicamente óptimo de una edificación en Ventanilla-Pachacútec, Sector c3", desarrollada en la Universidad San Ignacio de Oyola , para obtener el grado de Bachiller en ingeniería Civil, tuvo como propósito determinar propiedades geotécnicas necesarias para proponer una cimentación superficial económicamente óptima para una edificación familiar tipo en Nuevo Pachacútec La investigación adoptó La investigación fue de tipo descriptiva, con diseño no experimental. Y una muestra de 72 lotes El estudio concluye que en el sector C3 del Proyecto Piloto Pachacútec–Ventanilla identificó que el 60% de los 72 lotes son terrenos libres o con casas de madera, y que el 50% de los futuros propietarios planea construir viviendas de tres niveles. Los suelos presentan un ángulo de fricción de 30.58° y cohesión nula a 1.5 m de profundidad, confirmados mediante ensayos DPL y de corte directo. Las capacidades admisibles más críticas fueron de 10.29 ton/m² (zapata cuadrada) y 9.77 ton/m² (rectangular), con asentamientos promedio de 0.8 cm y 0.9 cm, respectivamente. Se determinó que las zapatas aisladas son la opción más económica y eficiente (129.04 soles/m²), recomendándose su uso para garantizar la estabilidad y seguridad de las futuras edificaciones frente a riesgos naturales.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Propiedades geotécnicas del suelo (x)

Las propiedades geotécnicas del suelo son aquellas características físicas, químicas y mecánicas que determinan su comportamiento ante las cargas estructurales y las condiciones ambientales, siendo fundamentales para el diseño y la construcción de obras civiles. Estas propiedades permiten evaluar la capacidad portante, la compresibilidad, la permeabilidad y la estabilidad de los suelos, lo que garantiza la seguridad y durabilidad de las estructuras (Das & Sobhan, 2018).

Las propiedades geotécnicas del suelo son las características físicas, mecánicas e hidráulicas que permiten conocer y predecir el comportamiento del terreno ante distintas condiciones de carga, humedad y esfuerzos. Estas propiedades

constituyen la base del estudio del suelo en la ingeniería geotécnica y son fundamentales para el diseño y construcción de cimentaciones, estructuras de contención, vías y otras obras civiles (Jiménez et al., 2001).

Estas propiedades son determinadas mediante ensayos de laboratorio y de campo, tales como el ensayo de corte directo, el ensayo triaxial, el ensayo de consolidación, y la prueba de penetración estándar (SPT), los cuales proporcionan datos esenciales para la evaluación de la capacidad de soporte y el comportamiento deformacional del terreno (Terzaghi et al. , 1996).

2.2.2. Clasificación de los suelos

Esta clasificación constituye una etapa fundamental en los estudios de mecánica de suelos, ya que permite identificar las características que influyen directamente en la capacidad portante, asentamientos, permeabilidad y estabilidad del terreno. Según González de Vallejo & Ferrer(2011), clasificar los suelos correctamente permite seleccionar el tipo de cimentación más adecuado, ya sea superficial o profunda, garantizando la seguridad y economía de la estructura.

El proceso de clasificación se basa en resultados de ensayos de laboratorio y de campo, tales como el análisis granulométrico, los límites de Atterberg, la densidad natural y la resistencia al corte, siguiendo sistemas normalizados de reconocimiento internacional.

La clasificación del suelo permite identificar su naturaleza (arena, limo, arcilla o grava) y comportamiento ingenieril. Los sistemas SUCS y AASHTO agrupan los suelos según su granulometría y plasticidad (Coduto, 2015).

2.2.2.1.Sistema AASHTO

El sistema de Clasificación de materiales AASHTO. Los suelos se dividen con los símbolos A-1 a A-8 en este sistema. se divide en siete categorías distintas marcadas con los símbolos A-1 a A-7. A partir de ellas se pueden hacer otras doce clasificaciones. La Clasificación de suelos A-8 se da a aquellos que tienen una gran cantidad de materia orgánica. Esquema de las distintas categorías.

a) ***A.F. y A.G***: Los suelos entran en esta categoría si sólo el 35% de sus partículas finas pasan el tamiz n.º 200. Los grupos A-1, A-2 y A-3 comprenden este tipo de suelos. Los grupos A-1, A-2 y A-3 están formados por este tipo de suelos.

- ***Grupo A-1***: En esta categoría encontrará materiales como grava, arena y polvo de piedra aglomerados con un plástico bastante débil. Esta categoría también contiene combinaciones bien graduadas que no incluyen ningún tipo de aglutinante. El subgrupo A-1-a está formado por materiales bien graduados compuestos en su mayor parte. (Olarte & Ureta, 2019, pág. 27)
- ***Grupo A-2***: Materiales granulares con una finura del 35% o inferior. Los subgrupos A-2-4 y A-2-5 comprenden todos los materiales con material fino del 35%, una proporción que pasa el tamiz número 40, de forma muy similar a los suelos en grupos A-4 y A-5. Los subgrupos A-2-6 y A-2-7 incluyen materiales que son bastante similares a los encontrados en los subgrupos precedentes; sin embargo, el porcentaje del material que pasa el número de tamiz 40 tiene las mismas propiedades que los suelos de los subgrupos A- 6 y A-7 (Olarte & Ureta, 2019, pág. 22).

b) Suelos finos: En ellos hay partículas finas que pasan el tamiz de malla 200 en una proporción superior al 35%. A-4, A-5, A-6 y A-7 son los tipos de suelo que entran dentro de esas categorías.

- Grupo A-4. Los suelos en los que el 75% o más del material fino pasa el tamiz numérico se consideran limosos. Se incluyen en esta categoría las combinaciones de hasta un 64% de limo con grava y arena (Olarte, J, y Ureta, W, 2019, pág. 29).
- Grupo A-5. Los suelos de esta categoría son muy parecidos a los anteriores, pero también incluyen los que tienen mica y diatomeas. Su Límite Líquido es alto y son elásticos (Olarte &y Ureta, 2019, pág. 32).
- Grupo A-6. La arcilla plástica es la norma para esta clase. El 75% de estos suelos, incluidas las combinaciones areno-arcillosas con una proporción de arena y grava del 64%, deben pasar el tamiz

número 200 (Olarte, & Ureta, 2019, pág. 36).

- Grupo A-7. Estos suelos son elásticos y se parecen a los suelos A-6 en apariencia. Sus LL son bastante buenos. Los materiales que tienen índices de plasticidad bajos en relación con Ll pertenecen al subgrupo A-7-5. Los suelos del subgrupo A-7-6 tienen un Ip extraordinariamente alto en relación con su Ll y también experimentan fluctuaciones de volumen extremadamente grandes (Olarte, J, y Ureta, 2019, pág. 38).

Índice de grupo. Los suelos con comportamientos comparables se agrupan y reciben el mismo índice numérico. El Límite Líquido, la plasticidad y la proporción. En general, los suelos granulares tienen valores entre 0 y 4, mientras que los suelos limosos tienen índices entre 8 y 12, y los suelos arcillosos tienen índices entre 11 y 20 o superiores (Olarte & Ureta, 2019, pág. 33).

Figuras 1

AASHTO suelos granulares

Clasificacion general	Materiales Granulares (35% o menos de la muestra pasa la malla Nº 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-B		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por cribado (% que pasan las mallas)							
Nº 10	50 max						
Nº 40	30 max	50 max	51 max				
Nº 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max
Cracteristicas de la fraccion que pasa la malla Nº 40							
Límite liquido				40 max	41 min	40 max	41 min
Indice de plasticidad	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min
Tipo usual de material componentes signnificativos	Fragmentos de piedra, grava y arena		arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificacion de la capa	Excelente a bueno						

Nota sacado de Rodríguez (2022). Clasificación de suelos, sistema AASHTO

Figuras 2

AASHTO suelos finos

Clasificacion general	Materiales Limo-Arcilla (más del 35% de la muestra pasa la malla Nº 200)			
Clasificación de grupo	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5a A-7-6b
Análisis por cribado (% que pasan las mallas) Nº 10 Nº 40 Nº 200	36 min	36 min	36 min	36 min
Cracteristicas de la fraccion que pasa la malla Nº 40 Límite liquido Indice de plasticidad	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Tipo usual de material componentes signnificativos	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificacion de la capa	Regular a pobre			
a) Para A-7-5, PI ≤ LL - 30 b) Para A-7-6, PI > LL - 30				

Nota sacado de Rodríguez (2022). Clasificación de suelos, sistema AASHTO

2.2.2.2.Sistema de clasificación unificado (USCS).

El sistema de clasificación unificado USCS (Unified Soil Classification System), designación ASTM D-2487, originalmente fue desarrollado por A. Casagrande (1948) para la construcción de aeródromos durante la segunda guerra mundial. Este sistema de clasificación fue posteriormente modificado en 1952 por el mismo autor y el cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos quienes hicieron que este sistema sea más aplicable a los propósitos ingenieríles, es decir que ya no era solo aplicable al campo de la aviación. Este sistema de clasificación actualmente goza de amplia aceptación y es el preferido por la mayor parte de los ingenieros en todo el mundo.

El sistema de clasificación USCS está basado en la determinación en laboratorio de la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad. Este sistema de clasificación también se basa en la gráfica de plasticidad, que fue obtenida por medio de investigaciones realizadas en laboratorio por A. Casagrande (1932). El significado y uso de esta gráfica de plasticidad es explicada en forma

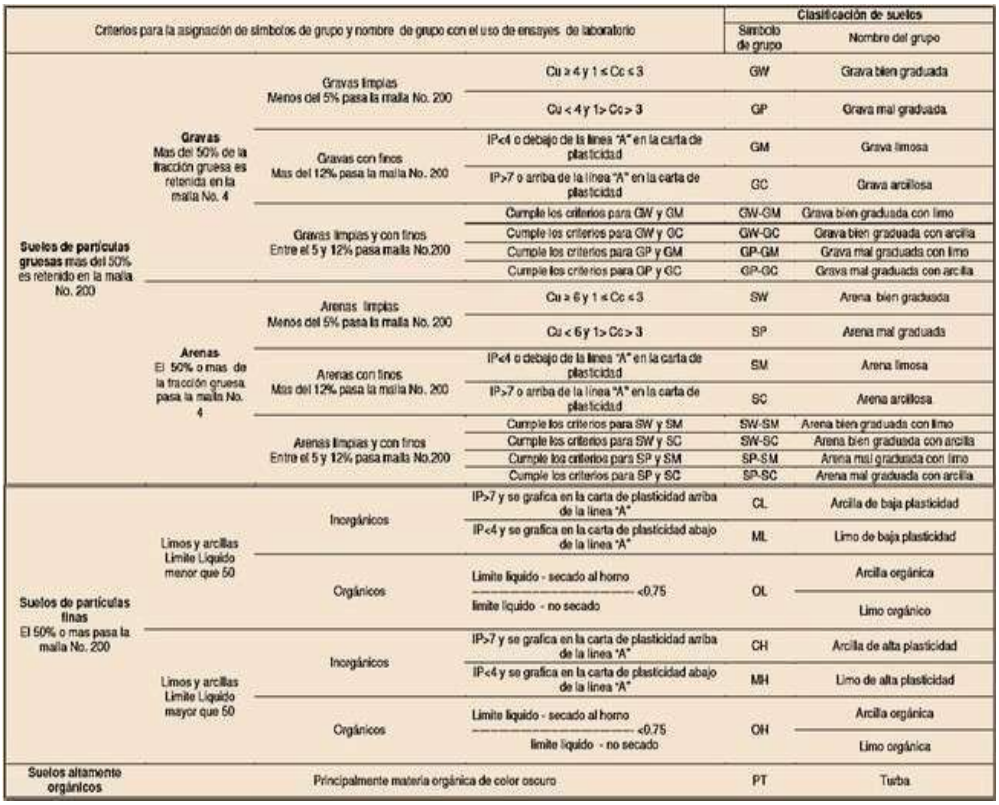
más detallada en el capítulo uno.

Este sistema de clasificación presenta las siguientes características:

a) Características del sistema de clasificación unificado (ASTM D-2487)

- **Suelos de grano grueso**. Son de naturaleza tipo grava y arena con menos del 50% pasando por el tamiz Nº 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo G para la grava o suelo gravoso del inglés ―Gravel‖ y S para la arena o suelo arenoso del inglés ―Sandl.
- **Suelos de grano fino**. Son aquellos que tienen 50% o más pasando por el tamiz Nº 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo M para limo inorgánico del sueco ―mo y mjala‖, C para arcilla inorgánica del inglés ―Clay‖.
- **Suelos orgánicos**. Son limos y arcillas que contienen materia orgánica importante, a estos se los denomina con el prefijo O del inglés ―Organic.
- **Turbas**. El símbolo Pt se usa para turbas del inglés ―peat‖, lodos y otros suelos altamente orgánicos.

Figuras 3*Clasificación según SUCS*



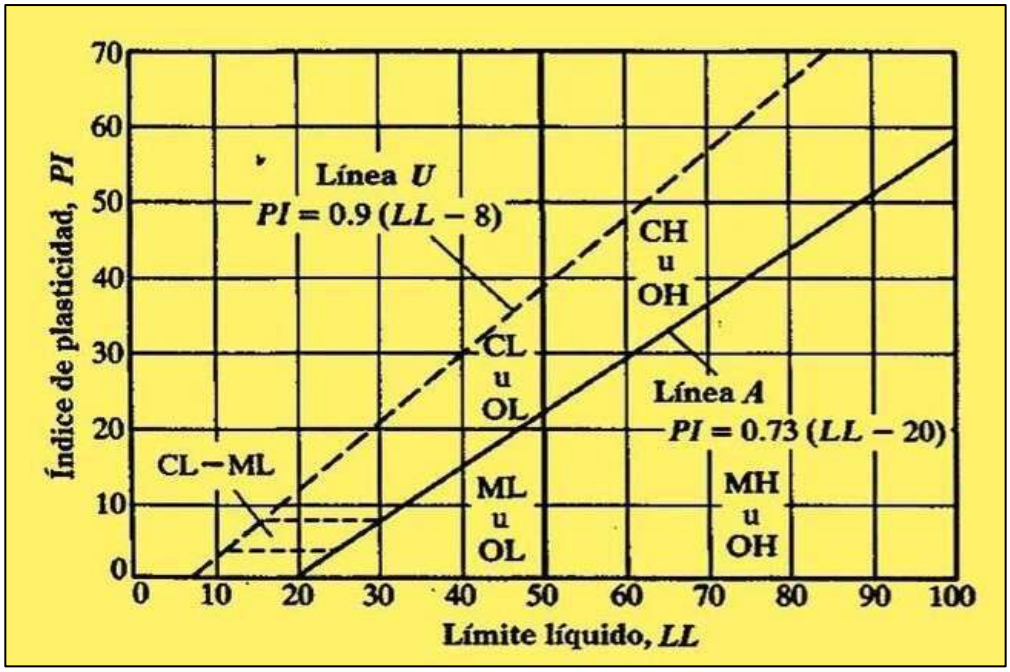
Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayes de laboratorio				Clasificación de suelos	
				Símbolo de grupo	Nombre del grupo
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW	Grava bien graduada
			Cu < 4 y 1> Cc> 3	GP	Grava mal gradvada
		Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP<4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP>7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
		Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla
	Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
			Cu < 6 y 1> Cc> 3	SP	Arena mal graduada
		Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP<4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP>7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200	Limos y arcillas Límite Líquido menor que 50	Inorgánicos	IP>7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
			IP<4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	Límite líquido - secado al horno / límite líquido - no secado <0.75	OL	Arcilla orgánica
					Limo orgánico
	Limos y arcillas Límite Líquido mayor que 50	Inorgánicos	IP>7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
			IP<4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Límite líquido - secado al horno / límite líquido - no secado <0.75	OH	Arcilla orgánica
					Limo orgánica
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro			PT	Turba

Nota *sacado de Rodríguez (2022). Clasificación de suelos, sistema AASHTO*

Como se puede ver a continuación, esta categorización también hace uso del gráfico de plasticidad creado por Casagrande (Chuquimango, 2019 , pág. 19).

Figuras 4

Carta de Plasticidad



Nota sacado de Rodríguez (2022). Clasificación de suelos, sistema AASHTO

- **Densidad (ASTM D – 1556-64)**. Los suelos que se han compactado hasta una determinada densidad o porcentaje de la densidad máxima establecida por una técnica de ensayo especificada suelen aceptarse sobre esta base. La densidad in situ de A.F. y A.G, suelos mixtos o depósitos naturales de suelo puede calcularse utilizando este enfoque. Los suelos con un tamaño de partícula inferior a 38 mm (1 12 pulgadas) y sin grandes rocas u otros materiales gruesos son adecuados para este procedimiento de ensayo (Pancca, 2018, pág. 34).

- Ensayos de Clasificación (ASTM D – 2487). La

metodología para clasificar suelos basada en la evaluación en laboratorio de las características de tamaño de grano, Límite Líquido e índice plástico (Pancca, E.; 2018, pág. 34).

Tabla 1
Clasificación SUCS – Símbolos

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
S	Arena	H	Alta plasticidad.
G	Grava	Pt	Turba y suelos altamente orgánico.
M	Limo	L	Baja plasticidad.
C	Arcilla	W	Bien graduada.
O	Limo orgánicos y arcilla	P	Mal graduada.

Nota. Norma técnica peruana 339.134 o ASTM D2487

- **Contenido de humedad (ASTM D-2216).** La masa de las partículas del suelo se calcula a partir de la cantidad de humedad todavía presente tras el secado en estufa. El peso del agua se define como la cantidad en que un objeto se encoge cuando se expone al aire. Las muestras no deben perder humedad antes de la primera pesada, y no deben recoger más humedad del aire (Pancca, E.; 2018, pág. 34).

$$W = \frac{peso\ de\ agua}{peso\ de\ suelo\ secado\ al\ horno} * 100\%$$

- **Límite Líquido (ASTM D-4318).** Proporción de humedad del suelo en la que el material empieza a pasar de líquido a plástico. Este es el nivel de humedad al que una taza que contiene pasta de suelo sin que la ranura divisoria entre los

dos lados de la pasta se cierre a lo largo del fondo a lo largo de una distancia de 13 mm (1/2 pulgada). Varios métodos de categorización de ingeniería se basan en los resultados de este ensayo para describir con precisión los tipos de suelo (Pancca, E.; 2018, pág. 34).

- **Límite Plástico (ASTM D-4318).** El **Límite Plástico** es el contenido de humedad más bajo al que una muestra de suelo puede enrollarse entre la palma de la mano y una superficie plana en bastoncillos con un diámetro aproximado de 3,2 mm sin desintegrarse (Pancca, E.; 2018, pág. 35).
- **Índice Plástico (ASTM D-4318).** El índice de plasticidad se representa como el cambio porcentual entre las fases líquida y plástica (Pancca, E.; 2018, pág. 36).

I.P. = L.L. – L.P.

L.P. = Lím. plástico

L.L. = Lím. líquido

I.P. = Índice de plasticidad

En los casos en que no sea posible establecer un **Límite Líquido** o plástico, se utilizará "NP" (No Plástico) para denotar el índice de plasticidad.

La siguiente tabla proporciona los cálculos necesarios para determinar la Clasificación de un suelo utilizando el índice de plasticidad (Pancca, E.; 2018, pág. 37).

Tabla 2
Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad

Descripción	Indicador	Características
IP>20	Alta	muy arcillosos
7<IP≤20	Media	arcillosos
IP<7	Baja	poco arcillosos
IP=0	No plást (N.P.)	s exentos de arcillas

Nota. Manual de Carreteras Suelos, MTC-2018

- **Granulometría (ASTM D-422).** La distribución del tamaño de las partículas del suelo puede calcularse cuantitativamente. Para realizar la prueba es necesario cumplir los siguientes requisitos: Existe una gran variedad de tamices de malla cuadrada, entre los que se incluyen 3, 2, 1, 1/2, 3, 1/4, 1/2, 3/8, 1/4, nº 4, nº 10, nº 20, nº 30, nº 40, nº 60, nº 100 y nº 200. El material retenido en cada tamaño de malla se pesa a continuación para completar el proceso de tamizado (Pancca, E.; 2018, pág. 38).

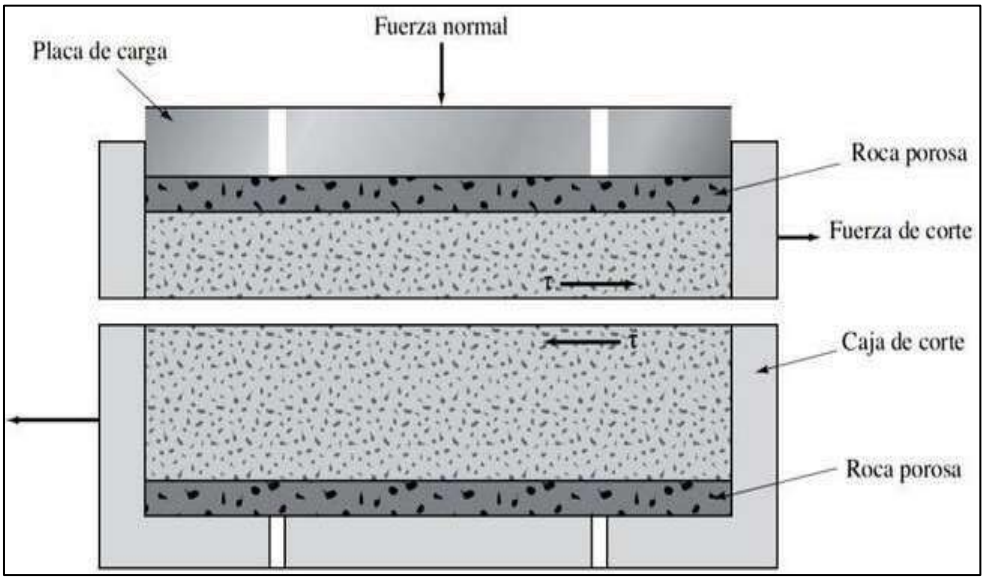
$$\%Retenido = \frac{peso\ retenido\ por\ la\ malla * 100}{peso\ de\ la\ muestra\ seca\ al\ horno}$$

Los datos se utilizan para generar una curva granulométrica y determinar la uniformidad y curvatura del suelo para la categorización USCS (Pancca, E.; 2018, pág. 40).

Corte Directo (ASTM-3080).Esta configuración del ensayo de cizallamiento es la más antigua y la más sencilla. La muestra de suelo se coloca dentro de una caja metálica de cizallamiento en el aparato de ensayo. La caja se divide por la mitad horizontalmente. La

muestra se somete a una fuerza normal, aplicada desde la parte superior de la caja de cizallamiento. Se puede aplicar a las muestras una tensión normal de hasta 1 kN/m2. Los experimentos de deformación controlada son útiles para determinar la resistencia máxima al cizallamiento (es decir, la rotura) y la resistencia mínima al cizallamiento (es decir, la resistencia justo antes de la rotura) de la arena gruesa (Cañí, G. y Gómez. 2019, pág. 21).

Figuras 5
Prueba de corte directo



Nota. Cañí, G. y Gómez. (2019).

La presión de rotura por cizallamiento del suelo, o capacidad portante última, se calcula utilizando métodos estándar de mecánica de suelos (Cañí, G. y Gómez. 2019 pág. 22).

- Los ángulos de fricción interna () deben fijarse en cero en suelos cohesivos.
- Una cohesividad (c) de cero para suelos friccionales como gravas, arenas y gravas arenosas (Cañí, G. y Gómez. 2019, pág. 22).

2.2.3. Cimentaciones (Y)

Se entiende por cimentación a la parte de la estructura que transmite las cargas al suelo. Cada edificación demanda la necesidad de resolver un problema de cimentación. En la práctica se usan cimentaciones superficiales o cimentaciones profundas, las cuales presentan importantes diferencias en cuanto a su geometría, al comportamiento del suelo, a su funcionalidad estructural y a sus sistemas constructivos. (Garza Vásquez, 2004, pág. 12).

La cimentación podría interpretarse como una ampliación de la base de la columna o muro, que tiene por objeto el transmitir las cargas al suelo, a una presión adecuada compatible con su capacidad admisible, y con un nivel de asentamiento dentro de rangos tolerables de acuerdo a las normas establecidas (Castro & Chanamé, 2021, pág. 285)

Según Juárez & Rico (2006), la cimentación constituye el sistema estructural que permite transferir las cargas de una edificación —muertos, vivos, de viento o sismo— al terreno de apoyo, de manera que las tensiones generadas sean menores a la capacidad portante del suelo, evitando fallas o asentamientos diferenciales que comprometan la estabilidad del edificio.

Según la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cimentación comprende el conjunto de elementos que transmiten las cargas de la estructura al terreno de fundación de manera segura, controlando asentamientos y asegurando la estabilidad frente a las condiciones del suelo y las acciones externas .

2.2.3.1.Clases de Cimentaciones

Para determinar qué cimentación es la más adecuada y económica, el Ingeniero debe tener en cuenta la carga de la superestructura, las condiciones del subsuelo y el asentamiento tolerable deseado.

Cuando a nivel de la zona inferior de la estructura o próxima a él, el terreno presenta características adecuadas desde los puntos de vista técnico y económico para cimentar sobre él, la cimentación se denomina superficial o directa. Las cimentaciones superficiales están constituidas

por zapatas, vigas, muros y placas o por combinaciones de estos elementos.

Si el nivel apto para cimentar está muy por debajo de la zona inferior de la estructura, la excavación necesaria para proceder a una cimentación directa sería muy costosa y se recurre a una cimentación profunda, constituida por pilotes.

2.2.3.1.1. Cimentaciones Superficiales

Según Garza (2004), una cimentacion superficial es un elemento estructural cuya seccion transversal es de dimensiones grandes con respecto a la altura y cuya funcion es trasladar las cargas de una edificacion a profundidades relativamente cortas, menores de 4 m aproximadamente con respecto al nivel de la superficie natural de un terreno 0 de un sotano.

Según la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, las cimentaciones superficiales son aquellas en las que la base de apoyo se encuentra a una profundidad inferior a 3 metros. Están destinadas a transmitir las cargas estructurales al terreno de fundación mediante zapatas, losas o plateas, siempre que el suelo superficial posea la resistencia y rigidez adecuadas para soportarlas

Según Juárez & Rico (2006), las cimentaciones superficiales son aquellas estructuras que transmiten las cargas de la edificación al terreno a una profundidad relativamente pequeña, generalmente menor a cuatro veces el ancho de la cimentación. Se utilizan cuando el suelo cercano a la superficie posee una capacidad portante adecuada para soportar las cargas estructurales.

Terzaghi y Peck, definen una cimentación superficial como: “aquella cuyo ancho es igual o mayor que su profundidad”. Algunos investigadores consideran que una

cimentación es superficial; si su profundidad “Df” es igual a tres o cuatro veces su ancho; y considerando lo dispuesto por la Norma E-050:“es aquella en la cual la relación profundidad / ancho (Df / B), es menor o igual a 5, siendo Df la profundidad 287 de la cimentación medida desde el nivel del terreno natural, y B el ancho o diámetro de la misma (Alva, 2014)

Según Patazca, (2005), las cimentaciones superficiales se clasifican en:

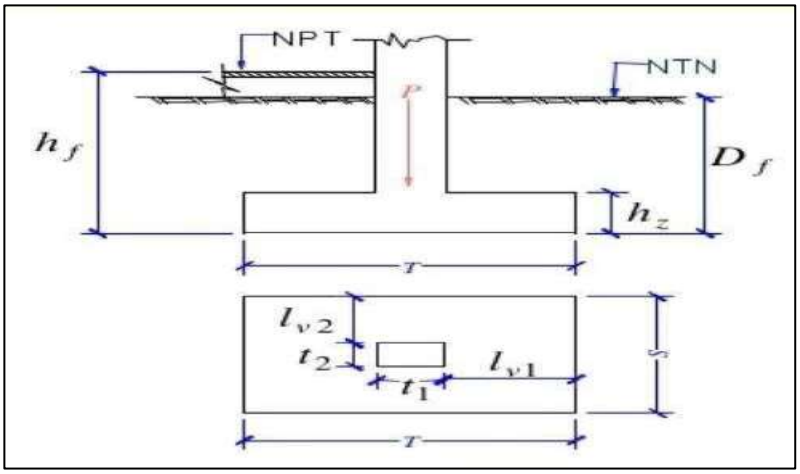
Zapata Aislada

Es el tipo de zapata más usado. Son elementos estructurales que reciben un solo sistema de carga, que transmite un muro o columna, además de su peso propio, en una determinada área de terreno. Una zapata aislada, en una estructura puede ser concéntrica, medianera o esquinera

La tensión y la capacidad portante del suelo son cruciales en la construcción de una cimentación extendida. La carga axial "P" se compone de la carga de muestra, la carga viva y la carga sísmica (Murillo, 2021)

Figuras 6

Zapata aislada.



Nota. Murillo, G., (2021).

Figuras 7

Tipos de Zapatas Aisladas



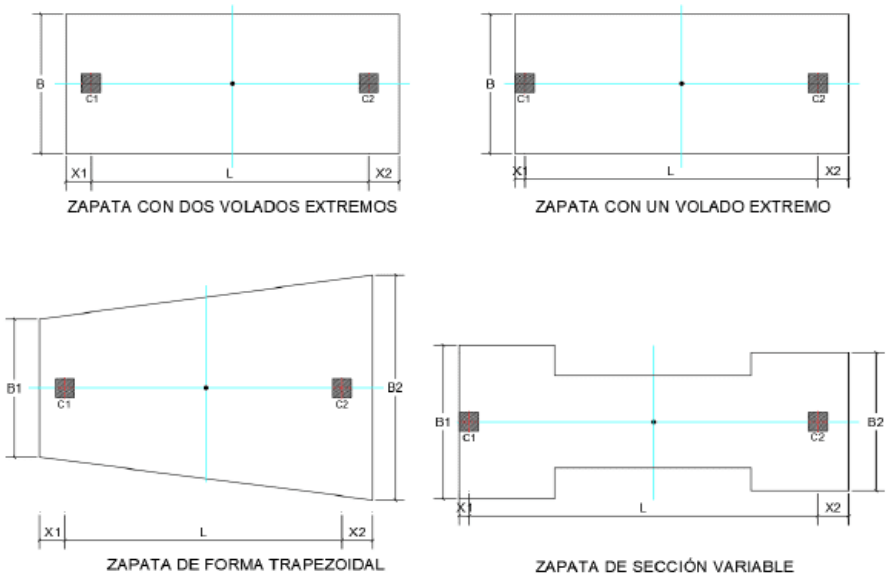
Nota. Extraido- de (Castro & Chanam, 2021)

Zapata combinadas

Según Chávez (2018), las zapatas combinadas son un tipo de cimentación superficial que sirve para soportar dos o más columnas cercanas cuando sus áreas de influencia se superponen o cuando una zapata individual no puede distribuir uniformemente las cargas sobre el terreno. Este tipo de cimentación se utiliza cuando las columnas están muy próximas o se ubican cerca de los linderos del terreno, impidiendo el uso de zapatas aisladas convencionales.

Así mismo (Jiménez et al. (2007), las zapatas combinadas consisten en una placa de concreto armado rectangular o trapezoidal que reparte las cargas de las columnas de manera uniforme al terreno, asegurando que el centro de gravedad de las cargas coincida con el centro de gravedad de la zapata, lo cual evita asentamientos diferenciales y esfuerzos excéntricos en el suelo.

Figuras 8
Tipos de Zapatas Combinadas



Nota. Extraido- de (Castro & Chanam, 2021)

Zapata conectadas

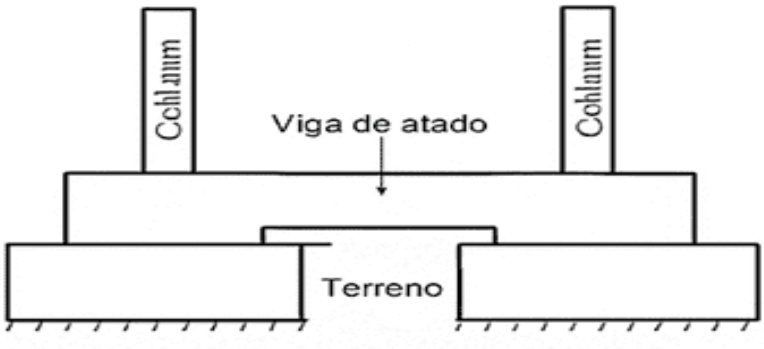
La zapata conectada es un tipo de cimentación superficial compuesta por dos zapatas aisladas unidas entre sí mediante una viga de conexión o de equilibrio, cuya función es distribuir uniformemente las cargas y contrarrestar los momentos que se generan cuando una de las zapatas se encuentra cerca de un lindero o zona donde no puede centrarse bajo la columna (Jiménez et al., 2007 p.360).

Según Bowles (1997), la zapata conectada se emplea cuando las columnas están muy próximas o una de ellas se encuentra en el límite del terreno, de modo que la unión por medio de una viga de atado permite equilibrar los momentos y lograr que las presiones del suelo bajo ambas zapatas sean aproximadamente iguales, evitando desplazamientos diferenciales y asentamientos no deseados.

Por su parte Crespo (2012), señala que este sistema actúa de manera solidaria, en donde la viga de conexión transmite esfuerzos de flexión y compresión entre ambas zapatas, manteniendo la uniformidad de presiones en el terreno de cimentación y la estabilidad de la estructura.

Asimismo Chávez(2018), indica que el diseño estructural de la zapata conectada debe considerar el análisis conjunto del sistema zapata–viga de unión, garantizando que la rigidez del conjunto sea suficiente para limitar deformaciones y resistir los esfuerzos de flexión inducidos por las cargas de la superestructura.

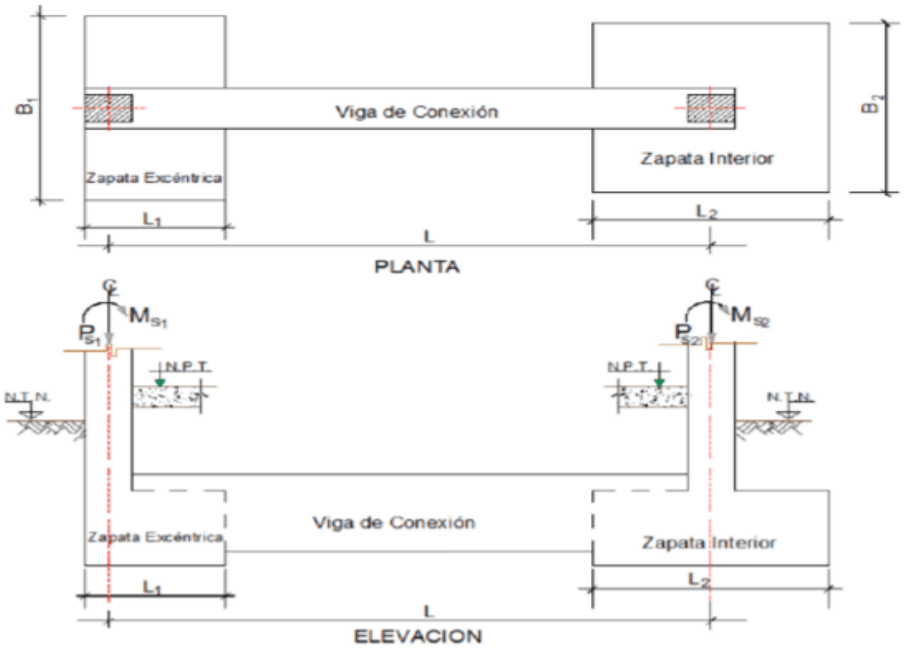
Figuras 9
Zapata Conectada



Nota. adaptada de (Jiménez et al., 2007 p.360).

Figuras 10

Perspectiva de Zapata Conectada



Nota. Extraido de (Castro et al., 2021, pág. 289)

Viga continua de cimentación

Según Crespo (2012), la viga continua de cimentación es un elemento estructural de concreto armado que se extiende de forma lineal bajo una serie de columnas alineadas, distribuyendo sus cargas de manera uniforme sobre el terreno. Este tipo de cimentación se utiliza cuando las columnas se encuentran próximas entre sí o cuando el terreno presenta una capacidad portante reducida, buscando una mejor distribución de los esfuerzos.

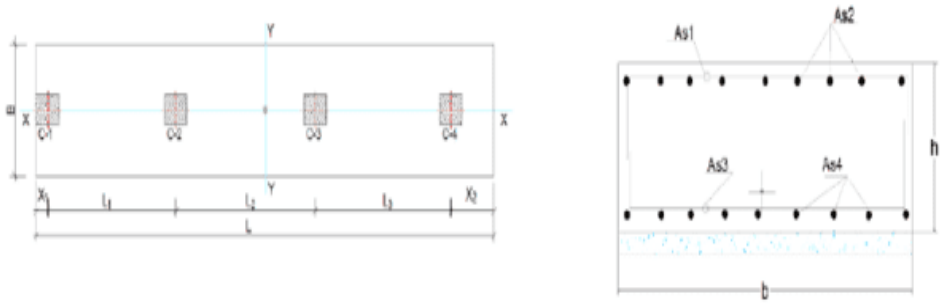
De acuerdo con Bowles (1997), la viga continua de cimentación —también conocida como zapata corrida o footing beam— funciona como una losa alargada que soporta cargas lineales o concentradas, reduciendo los asentamientos diferenciales y aumentando la estabilidad de la estructura. Su diseño depende de la capacidad portante del suelo, del

espaciamiento entre columnas y de la rigidez del conjunto suelo–estructura.

Para Chávez (2018), la viga continua de cimentación representa una solución económica y segura para edificaciones de una o más plantas, especialmente cuando se busca reducir el número de excavaciones y asegurar una distribución homogénea de las cargas. Este tipo de cimentación es recomendable en suelos medianamente competentes y permite la integración estructural entre zapatas alineadas.

Figuras 11

Viga Continua de cimentación



Nota. Extraída de (Castro et al., 2021, pág. 291)

Losa de Cimentación

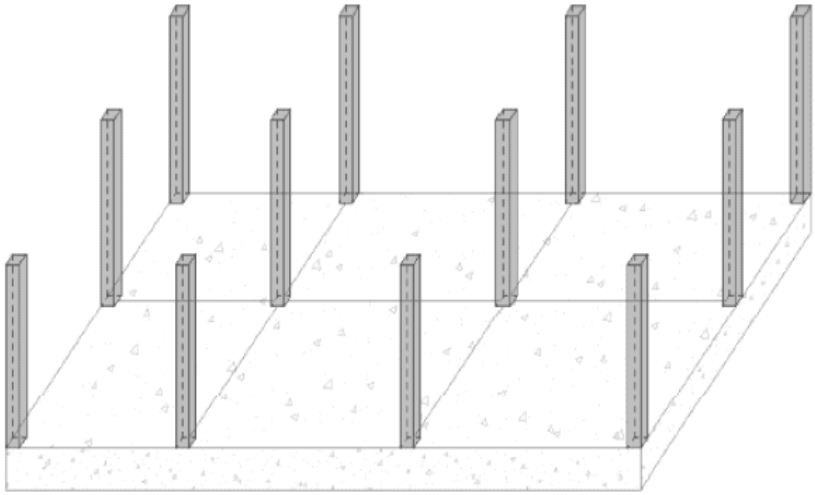
De acuerdo con Jiménez et al (2007), las losas de cimentación se utilizan en condiciones de suelos complejos, donde las interacciones entre zapatas podrían afectar la integridad estructural. La losa debe garantizar la transmisión uniforme de esfuerzos sin superar la capacidad admisible del terreno.

Según Bowles (1997), la losa de cimentación soporta varias columnas o cubre áreas amplias de estructuras, especialmente en suelos de baja capacidad portante. Actúa como una plataforma rígida que reduce los asentamientos diferenciales y mejora la estabilidad global de la estructura

Estos sistemas de cimentación son utilizados, cuando la capacidad admisible del suelo es muy baja, y el área necesaria para soportar las cargas transmitidas es igual o mayor al 75% del área disponible del terreno.

Según Alva (2014), las losas de cimentación también mal denominadas plateas, se emplean en terrenos de baja capacidad portante o muy heterogéneos, sometidos a estructuras muy pesadas y poco deformables; con ello se aumenta la superficie de contacto y se reducen los asientos diferenciales; a veces también se emplean cuando la cimentación se ubica por debajo del nivel freático.

Figuras 12
Losa de Cimentación



Nota. Extraído de (Castro et al., 2021, pág. 292)

2.3.Bases filosóficas

La investigación se sustenta en los fundamentos filosóficos del positivismo científico y el realismo empírico, enfoques coherentes con el carácter técnico, descriptivo y cuantitativo del estudio, orientado a analizar las características físicas y mecánicas del suelo para el diseño de cimentaciones seguras y eficientes.

El positivismo, según Comte (1975), postula que el conocimiento auténtico proviene de la observación y la experiencia empírica, sustentada en hechos verificables. En esa línea, la ingeniería civil, y particularmente la geotecnia, se apoya en la experimentación y en los resultados cuantificables de ensayos de laboratorio (como la granulometría, límites de Atterberg, corte directo, compactación Proctor, etc.), lo cual garantiza la objetividad y precisión científica de los resultados obtenidos.

Asimismo, el realismo científico sostiene que los fenómenos naturales, como el comportamiento del suelo, existen independientemente del observador, y que el objetivo del investigador es describir y comprender esa realidad física a través de métodos verificables y racionales (Popper, 2002)g. Esta perspectiva es esencial en el análisis geotécnico, donde las propiedades del suelo no dependen de interpretaciones subjetivas, sino de su naturaleza intrínseca, mensurable mediante procedimientos técnicos estandarizados.

El estudio adopta también principios del paradigma cuantitativo, definido por Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014) como aquel que "utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, basándose en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento o características de un fenómeno" (p. 5). Aunque este trabajo no formula hipótesis —por ser descriptivo—, sí aplica una lógica cuantitativa en la observación, medición y análisis de los resultados obtenidos del suelo.

2.4.Definición de términos básicos

- ✓ **Calicata:** Es un término genérico para designar un sondeo o excavación exploratoria, normalmente de poca profundidad. Cf. Apique y trinchera**.**
- ✓ **Calidad:** conjunto de rasgos y características de un material, producto,servicio, sistema o ambiente que tienen relación con su capacidad para satisfacer una necesidad particular**.** (Díaz & Porras, 2015).
- ✓ **Carga:** Es la fuerza total que actúa sobre el terreno o sobre una estructura.

- ✓ **Carga isotrópica:** carga aplicada de modo que los incrementos totales de esfuerzos en las tres direcciones principales son iguales. No se desarrollan esfuerzos cortantes en el suelo.
- ✓ **Carga uniaxial:** Es el incremento total de esfuerzo en una dirección.
- ✓ **Cazuela de Casagrande:** Es un instrumento, diseñado por Arturo Casagrande, para la determinación del límite líquido de los suelos. Véase aparato de Casagrande.
- ✓ **Cimentación:** Es la parte de una estructura que transmite toda la carga de una estructura directamente al suelo. Cf. Cementación.
- ✓ **Cimentación superficial:** Es aquella cimentación donde la profundidad/ancho (Df/B) es menor a 5, siendo Df la profundidad de cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.
- ✓ **Cimentación continua:** Es un tipo de cimentación que consiste en un entramado de paralelepípedos de concreto o de mampostería de concreto sobre el cual se levantan los muros de la estructura.
- ✓ **Cimentación corrida:** Es una cimentación continua.
- ✓ **Cimentación profunda:** Es aquella cimentación en la que la relación entre la profundidad y el ancho de la cimentación es mayor de 4. Normalmente el término se aplica a las cimentaciones en pilas y pilotes.
- ✓ **Cimiento:** Es la parte inferior de toda estructura que soporta todo el peso de la estructura y trasmite al suelo toda la carga**.**
- ✓ **Clasificación:** Es la distribución o división sistemática en grupos homogéneos de materiales, productos, servicios o sistemas, con base en características similares como su composición, origen, propiedades o uso.
- ✓ **Coeficiente de compresibilidad volumétrica:** Llamado también módulo endometrio; relación entre el incremento de esfuerzo compresivo y la deformación volumétrica unitaria en el ensayo de consolidación.
- ✓ **Coeficiente de fricción interna,** μ: tangente del ángulo de fricción interna (ángulo de resistencia al corte).
- ✓ **Coeficiente de uniformidad:** parámetro de la distribución granulométrica deun suelo conocido también como factor de extensión; es un indicador del intervalo en el que se encuentran los tamaños de las partículas de un suelo.
- ✓ **Cohesión:** es una característica propia de los materiales que presentan resistencia al corte bajo un esfuerzo normal nulo (un término equivalente en mecánica de rocas es

resistencia intrínseca al corte), que puede estimarse como la mitad de la resistencia a la compresión simple.

- ✓ **Compactación:** densificación de un suelo por manipulación mecánica.
- ✓ **Compresibilidad:** propiedad de suelos y rocas relacionada con su susceptibilidad de disminuir su volumen cuando son sometidas a cargas.
- ✓ **Compresión simple:** véase compresión no confinada.
- ✓ **Compresión uniaxial:** véase compresión no confinada.
- ✓ **Compresión triaxial:** la causada por la aplicación simultánea de esfuerzos normales en tres direcciones perpendiculares entre sí; normalmente los esfuerzos en dos de estas direcciones son iguales (Normas ASTM D2850 y D4767).
- ✓ **Conglomerado:** es el material conglomerado por fragmentos y polvos de una o varias sustancias que pueden ser: arena, arcilla, madera, etc. que están prensadas y endurecidas con un aglutinante, como cemento o cal, que se emplean en la construcción y en carpintería.
- ✓ **Consistencia:** la facilidad relativa con que un suelo puede ser deformado. Cf. Índice de consistencia.
- ✓ **Contenido volumétrico de agua, w (%):** sinónimo de saturación. Relación expresada como un porcentaje entre (a) el volumen de agua contenida en los poros del suelo o de la roca, y (b) el volumen de los poros del suelo o de la roca.
- ✓ **Contenido de humedad, w(%):** véase contenido de agua.
- ✓ **Mecánica de suelos. -** En ingeniería, la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre
- ✓ **Consolidación. -** Proceso de expulsión de agua cuando el suelo está saturado que provoca una disminución de volumen. La consolidación puede durar desdeun instante hasta años, dependiendo de la permeabilidad del suelo.
- ✓ **Tenacidad.** - Es la resistencia que la tierra opone a la deformación o rotura de los conglomerados de partículas. Si un terreno tiene tenacidad se ve si proporciona soporte firme a la planta y deja que sus raíces se puedan expandir.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

En el presente estudio titulado "Diseño de cimentaciones para viviendas en el Sector Atalaya del distrito de Huacho – Huara, 2024", no se formula hipótesis, debido a que la investigación corresponde a un nivel descriptivo y diseño no experimental–transversal.

De acuerdo con Sampieri, Fernández y Baptista (2014), las investigaciones descriptivas "buscan especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos o fenómenos que se someten a análisis, sin establecer relaciones causales entre variables" (p. 92).

Del mismo modo, Bernal (2010), señala que "en los estudios descriptivos no se plantea hipótesis, ya que su propósito es describir una situación o fenómeno tal como se presenta en la realidad" (p. 107).

Por tanto, el objetivo del presente trabajo no es comprobar una relación entre variables, sino describir las características físicas y mecánicas del suelo del sector Atalaya y determinar los parámetros técnicos de diseño de cimentaciones adecuadas para viviendas familiares, aplicando criterios establecidos en la Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2018).

2.5.2. Hipótesis específicas

No aplica

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 3

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
Diseño de cimentaciones	X.1 Propiedades geotécnicas del suelo	X.1.1- Clasificación del suelo	Observación directa y ensayos de granulometría
		X.1.2.- Granulometría	Ensayo de granulometría
		X.1.3.-Consistencia/plasticidad	Ensayo de límites de Atterberg (ASTM D4318)
		X.1.4.- Humedad y densidad	Ensayo de humedad y densidad in situ (ASTM D2216 / D2937)
		X1.5.- Resistencia mecánica	Ensayo SPT, corte directo o triaxial
		X.1.6.- Nivel freático	Observación en calicata o piezómetro
		X.1.7- Compresibilidad	Ensayo edométrico o correlaciones empíricas

Diseño de cimentaciones	X.2- Tipo de cimentación	X.2.1.- zapatas, losa, pilotes	Análisis técnico y correlaciones geotécnicas
	X.3.-Capacidad portante de diseño	X.3.1.-Presión admisible (q_adm)	Fórmulas de Terzaghi / Meyerhof / correlaciones con SPT
	X4-Dimensiones de la cimentación	X.4.1Ancho, largo, espesor, profundidad	Diseño estructural y geotécnico
	X.5.-Asentamientos esperados	X.5.1 Asentamiento inmediato y por consolidación	Ecuaciones de consolidación / correlaciones empíricas
	X.6.- Seguridad y estabilidad	X.6.1 Factor de seguridad frente a falla	Cálculo por fórmulas empíricas y teóricas
	X.7 Recomendaciones constructivas	X.7.1-Profundidad de excavación, drenaje y rellenos	Análisis técnico e interpretación de resultados

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Tipo de investigación.

El tipo de tesis será de básico-de laboratorio, ya que se maneja una variable que no depende de otras para evaluar su influencia en variables dependientes, con el propósito de probar la hipótesis y establecer relaciones de causa y efecto. A pesar de la posibilidad de influencias externas no controladas y resultados aleatorios, la investigación de laboratorio se distingue por su capacidad de reproducibilidad, lo que permite a otros investigadores repetir el estudio y obtener resultados similares, lo que fortalece la confiabilidad de los hallazgos. (Arias et al., 2012).

Enfoque de la investigación.

El enfoque del estudio se centrará en la recopilación de datos cuantitativos, ya que es adecuado para medir magnitudes. Esto significa que se recogerán datos numéricos, especialmente para las variables propiedades geotécnicas del suelo y diseño de Cimentaciones (Hernandez & Mendoza, 2018).

Tipo de investigación

La investigación descriptiva en el estudio "Diseño de cimentaciones para viviendas en el Sector Atalaya del Distrito de Huacho–Huaura, 2024" se orienta a analizar y detallar las características geotécnicas, físicas y mecánicas del suelo del área de estudio, así como las condiciones estructurales y constructivas que influyen en el diseño de cimentaciones adecuadas para viviendas familiares. Este tipo de investigación no busca explicar las causas de los fenómenos, sino describir con precisión sus propiedades, comportamientos y distribución, permitiendo establecer una base técnica para el diseño estructural y la toma de decisiones ingenieriles.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación descriptiva tiene como propósito "especificar las propiedades, características y

perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos u objetos que se someten a un análisis". En este caso, el análisis descriptivo se aplica al suelo, su capacidad portante, tipo de cimentación requerida y condiciones del terreno, con el fin de reflejar objetivamente la realidad del sector Atalaya y proponer un diseño de cimentación técnicamente viable, seguro y sostenible.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Córdoba (2009) señalo que: "La población es el conjunto bien definido de unidades de observación con características comunes y perceptibles. Es denotado por la letra N".

El área correspondiente al conjunto de los asentamientos humanos ubicados en la zona denominada Atalaya del distrito de Huacho, provincia de Huaura, departamento de Lima (Perú), ha sido definida por el instrumento de planificación urbana local como parte de la Zona de Reglamentación Especial 6 (ZRE-6) del Plan de Desarrollo Urbano de Huacho 2013-2022, con una extensión aproximada de 21,77 hectáreas (Municipalidad Provincial de Huaura [MPH], 2013). Esta condición exige que cualquier habilitación urbana o edificación en dicho polígono sea condicionada a una evaluación geológica.

3.2.2 Muestra

En la presente investigación se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, dado que los lotes fueron seleccionados en función de criterios previamente establecidos por el investigador. Esta decisión metodológica se justifica porque el objetivo no fue la generalización estadística, sino la obtención de información específica de unidades que poseen características particulares relacionadas directamente con las variables de estudio. Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), este tipo de muestreo se utiliza cuando "las unidades son seleccionados deliberadamente por el

investigador, debido a que poseen características que permiten obtener información relevante para el estudio" (p. 176).

Entonces la muestra estará conformada por 0.06 hectáreas o 3 unidades de observación, que de acuerdo que vale decir los 03 calicatas uno por cada unidad de lote.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizarán en el presente trabajo de investigación se muestran a continuación:

a) Técnicas de campo:

- ✓ **Reconocimiento visual del terreno** Observación directa del área para identificar tipo de suelo superficial, topografía, presencia de agua y características físicas generales
- ✓ **Instrumentos:** Fichas de campo, cámara, brújula, GPS, cinta métrica
- ✓ Calicatas o pozos de exploración Excavación manual de 1.0 × 1.0 m hasta 3–5 m de profundidad para observar estratificación, textura y color del suelo

  Instrumentos: Pala, pico, wincha, cinta, libreta de campo, cámara
- ✓ Muestreo de suelos (perturbadas y no perturbadas) **Extracción de muestras representativas para ensayos de laboratorio**
- ✓ Instrumentos: Cucharillas, tubos Shelby, bolsas etiquetadas, etiquetas, registro
- ✓ **Medición del nivel freático** Determinación de la profundidad del agua subterránea en calicatas o piezómetros
- ✓ **Instrumentos:** Cinta métrica o plomada, piezómetro, regla graduada
- ✓ **Ensayos in situ complementarios** Densidad in situ, penetrómetro dinámico, o cono de arena (según condiciones del suelo).
- ✓ **Instrumentos:** Cinta métrica o plomada, piezómetro, regla graduada."

b) Técnicas de laboratorio

- ✓ **Granulometría (tamices e hidrómetro)** Determinar distribución de tamaños de partículas
  - **Instrumentos:** ASTM D422 / NTP 339.128
- ✓ Límites de Atterberg (LL, LP, IP) Determinar plasticidad y tipo de suelo fino.
  - **Instrumentos: ASTM D4318 / NTP 339.129**
- ✓ Contenido de humedad natural **Medir porcentaje de agua en el suelo**
  - **Instrumentos: ASTM D2216**
- ✓ Peso unitario y densidad seca (Proctor estándar) **Determinar grado de compactación óptimo**
  - **Instrumentos: ASTM D698**

- ✓ Corte directo / Triaxial / Compresión simple **Obtener cohesión (c) y ángulo de fricción (φ) del suelo**
  - **Instrumento: ASTM D3080 / D2850 / D2166**
- ✓ Ensayo de consolidación (edométrico) Evaluar asentamientos y compresibilidad.
  - **Instrumento: ASTM D2435**

c) Técnicas de gabinete y documentales

- ✓ Análisis documental Revisión de normas técnicas (RNE E.050, E.030), manuales y estudios previos en la zona.
  - **Instrumento:** Normas peruanas, tesis, informes geotécnicos, artículos técnicos
- ✓ Procesamiento y correlación de datos **Análisis de resultados de laboratorio y correlaciones (SPT–q_adm, φ–N).**
  - **Instrumento:** Hojas de cálculo (Excel, GeoStudio, Plaxis, etc.)
- ✓ Diseño de cimentaciones **Aplicación de los resultados geotécnicos al cálculo de zapatas, losas o pilotes según capacidad portante**
  - **Instrumento:** Métodos de Terzaghi, Meyerhof, Vesic; software de diseño estructural

3.4 Técnicas para el procedimiento de la información

El procesamiento de la información consiste en organizar, analizar e interpretar los datos obtenidos durante la etapa de campo y laboratorio, con el fin de determinar los parámetros geotécnicos necesarios para el diseño de cimentaciones seguras y adecuadas.

a) Organización y tabulación de datos

- Descripción: Consiste en registrar sistemáticamente los resultados de los ensayos de campo y laboratorio en tablas y hojas de cálculo.
- Propósito: Facilitar la comparación y análisis de resultados obtenidos en diferentes puntos del terreno.
- Herramientas:
  - Hojas de cálculo (Microsoft Excel).
  - Fichas de campo y laboratorio normalizadas.
  - Tablas de registro de valores SPT, humedad, densidad, granulometría, etc.

b) Análisis estadístico descriptivo

- Descripción: Aplicación de medidas estadísticas básicas (promedios, desviaciones estándar, valores mínimos y máximos) a los resultados de ensayos geotécnicos.
- Propósito: Determinar la representatividad y confiabilidad de los datos obtenidos.
- Herramientas:
  - Excel o software estadístico (SPSS, Minitab).
  - Cálculo de promedios de N-SPT, densidades y resistencias.

c) Interpretación geotécnica

Descripción: Conversión de los datos de campo y laboratorio en parámetros de diseño (φ, c, q_adm, asentamientos).

Propósito: Obtener las propiedades geotécnicas necesarias para el dimensionamiento de las cimentaciones.

Métodos / herramientas:

a) Correlaciones empíricas entre SPT y capacidad portante (Terzaghi, Meyerhof, Peck).

b) Gráficas de clasificación (USCS y AASHTO).

c) Diagramas de consolidación y curvas esfuerzo–deformación.

d) Software geotécnico (GeoStudio, Plaxis, RocData, etc.).

d) Cálculo de capacidad portante y asentamientos

Descripción: Aplicación de fórmulas teóricas y correlaciones empíricas para estimar la presión admisible y el asentamiento bajo carga.

Propósito: Establecer la capacidad de carga del terreno y su comportamiento ante la edificación proyectada.

Métodos utilizados:

Fórmulas de **Terzaghi, Meyerhof, Hansen o Vesic**.

Cálculos de **asentamiento elástico y por consolidación**.

Comparación con límites admisibles según **RNE E.050 – Suelos y Cimentaciones**

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Análisis descriptivo del estudio de suelos

Tabla 4
Perfil estratigráfico del suelo

Calicata	Profundidad (m)	Descripción del suelo	Clasificación SUCS
C-01	0.00 – 0.40	Arena fina con limo	SM
C-01	0.40 – 1.20	Arena mal graduada con limo	SM
C-01	1.20 – 2.00	Grava arenosa con finos	GP-GM

Nota. Elaboración propia a partir del estudio de suelos del laboratorio Geocontrol Perú

El perfil estratigráfico del terreno evidencia la presencia predominante de suelos granulares. En los primeros estratos se identificaron arenas finas con presencia de limo, seguidas por capas de arenas mal graduadas y gravas arenosas con finos a mayor profundidad. Este tipo de estratigrafía es característica de suelos con buen comportamiento mecánico, adecuados para la transmisión de cargas hacia el terreno de fundación.

Tabla 5
Clasificación de suelos según el sistema SUCS

Muestra	% Grava	% Arena	% Finos	Índice plástico	Clasificación SUCS
M-01	22	63	15	NP	SM
M-02	35	55	10	NP	GP-GM
M-03	18	70	12	NP	SM

Nota. SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

La clasificación de los suelos se realizó empleando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Los resultados indican que los materiales

corresponden principalmente a suelos tipo SM (arena limosa) y GP-GM (grava mal graduada con finos), lo cual confirma el predominio de materiales granulares con bajo contenido de finos.

Tabla 6

Parámetros de resistencia al corte directo

Muestra	Cohesión c (kg/cm²)	Ángulo de fricción φ (°)	Tipo de suelo
M-01	0.00	32	Arena limosa
M-02	0.00	34	Arena con grava
M-03	0.00	36	Grava arenosa

Nota. Ensayo de corte directo consolidado drenado

Mediante el ensayo de corte directo consolidado drenado se determinaron los parámetros de resistencia al corte del suelo. Se obtuvieron valores de cohesión prácticamente nulos y ángulos de fricción interna comprendidos entre 32° y 36°, propios de suelos granulares, los cuales resultan adecuados para el diseño de cimentaciones superficiales.

Tabla 7

Límites de consistencia del suelo según el estudio geotécnico

Muestra	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice Plástico (IP)
M-01	NP	NP	NP
M-02	NP	NP	NP
M-03	NP	NP	NP

Nota. NP: No plástico. Resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos realizado en el sector Atalaya del distrito de Huacho – Huaura, 2024

Los ensayos de límites de consistencia muestran que las muestras analizadas son no plásticas (NP), lo que evidencia la ausencia de arcillas activas. Este comportamiento reduce significativamente el riesgo de deformaciones

volumétricas, como hinchamiento o retracción, contribuyendo a la seguridad estructural de la edificación.

Tabla 8
Análisis químico del suelo

Parámetro	Resultado	Evaluación
Sulfatos	0.05 %	No agresivo
Cloruros	0.17 %	Bajo
pH	6.9	Neutro

Nota. El suelo no presenta condiciones de agresividad química hacia el concreto

El análisis químico del suelo indica bajos contenidos de sulfatos y cloruros, así como un pH cercano a la neutralidad. Estos resultados permiten concluir que el suelo no presenta agresividad química hacia el concreto, por lo que no se requiere la adopción de medidas especiales de protección en los elementos de cimentación.

4.1.2. Evaluación geotécnica para el diseño de cimentaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en los trabajos de campo y laboratorio, el terreno ubicado en el sector Atalaya del distrito de Huacho presenta condiciones geotécnicas favorables para el diseño de cimentaciones superficiales. La caracterización estratigráfica evidencia el predominio de suelos granulares, conformados principalmente por arenas y gravas con bajo contenido de finos, los cuales presentan un comportamiento mecánico adecuado para la transmisión de cargas estructurales hacia el terreno de fundación. Asimismo, los ensayos de límites de consistencia indican que los materiales son no plásticos, lo que descarta la presencia de arcillas activas y reduce significativamente el riesgo de deformaciones volumétricas como hinchamiento o contracción.

Por otro lado, la ausencia de nivel freático dentro de la profundidad explorada constituye un factor favorable, ya que evita la disminución de la capacidad portante del suelo y reduce la probabilidad de problemas asociados a la saturación, tales como asentamientos excesivos o pérdida de resistencia al corte. Los parámetros de resistencia obtenidos a partir del ensayo de corte directo, caracterizados por cohesión prácticamente nula y ángulos de fricción interna representativos de suelos granulares, confirman la capacidad del terreno para soportar las cargas previstas en las edificaciones proyectadas. En función de estas condiciones, se concluye que el terreno es apto para el uso de cimentaciones superficiales, recomendándose el empleo de zapatas aisladas y zapatas corridas, las cuales deberán ser dimensionadas de acuerdo con las cargas estructurales y los criterios establecidos en la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.1.3. Diseño de cimentaciones

4.1.3.1. Diseño de zapatas Aisladas

El dimensionamiento en planta de la zapata aislada, con dimensiones de 3.50 m × 3.70 m y un área efectiva de 12.96 m², fue definido en función de la carga axial transmitida por la columna y de la capacidad portante admisible del suelo (qa = 2.50 kg/cm²). Bajo condiciones de servicio, la presión de contacto obtenida (q = 2.16 kg/cm²) resulta inferior al valor admisible, lo que garantiza que el suelo de fundación no alcanzará el estado de falla por corte general ni presentará asentamientos inadmisibles. Este resultado confirma la compatibilidad del diseño con las condiciones geotécnicas del terreno del sector en estudio y valida el empleo de cimentaciones superficiales.

Para el análisis estructural en estados límite últimos, se consideraron cargas mayoradas, obteniéndose una presión última del suelo q_{mu} = 3.26 kg/cm², valor empleado en las verificaciones de resistencia conforme a los criterios del diseño en concreto armado. Este enfoque permite evaluar el comportamiento de la zapata frente a las solicitaciones más desfavorables,

asegurando que los elementos estructurales mantengan un adecuado margen de seguridad ante acciones extremas.

La verificación por corte unidireccional demuestra que la fuerza cortante solicitante es inferior a la resistencia última del concreto, aun considerando el factor de reducción de resistencia. El peralte efectivo d = 60.6 cm, derivado de un espesor total de zapata hc = 70 cm, proporciona una capacidad resistente suficiente para controlar este modo de falla, sin requerir incremento de espesor ni refuerzo adicional por corte. De igual manera, la verificación por punzonamiento evidencia que la resistencia última del concreto supera ampliamente a la demanda inducida por la carga axial de la columna, descartándose la posibilidad de falla frágil por perforación alrededor del fuste.

Finalmente, el diseño a flexión en ambas direcciones permitió determinar áreas de acero que son adecuadamente cubiertas mediante barras de 3/4" dispuestas en parrillas ortogonales, superando tanto el acero mínimo normativo como el acero requerido por los momentos últimos actuantes. Asimismo, la longitud de desarrollo verificada garantiza un anclaje adecuado del refuerzo, mientras que la evaluación de aplastamiento en la interfaz columna–zapata confirma que la resistencia del concreto es mayor que la carga axial última transmitida. En conjunto, estos resultados evidencian que la zapata aislada diseñada cumple satisfactoriamente con los criterios de seguridad geotécnica y estructural exigidos por la normativa vigente, recomendándose su aplicación para viviendas del sector Atalaya del distrito de Huacho–Huaura.

4.1.3.2.Diseño de zapatas Combinadas

El diseño de la zapata combinada se desarrolló considerando una capacidad portante admisible del suelo qa = 2.00 kg/cm², así como las cargas axiales transmitidas por las dos columnas que conforman el sistema estructural. El dimensionamiento en planta de la zapata permitió obtener un área efectiva suficiente para que la presión de contacto promedio

generada en el suelo se mantenga dentro del rango admisible, garantizando una distribución uniforme de esfuerzos y evitando concentraciones excesivas de presión. Esta condición confirma que el suelo de fundación no alcanzará el estado de falla por corte general ni presentará asentamientos diferenciales significativos, validando el uso de una zapata combinada como solución adecuada para columnas próximas o con excentricidades.

Para el análisis estructural en estados límite últimos, se consideraron las combinaciones de carga mayoradas, a partir de las cuales se determinó la presión última del suelo utilizada en las verificaciones de resistencia. Este procedimiento es consistente con los criterios normativos del diseño en concreto armado, permitiendo evaluar el comportamiento de la zapata frente a las solicitaciones más desfavorables. El análisis confirma que la zapata combinada mantiene un margen de seguridad adecuado frente a las acciones últimas transmitidas por la superestructura.

Las verificaciones por corte unidireccional y punzonamiento muestran que los esfuerzos solicitantes son inferiores a la resistencia última del concreto, aun considerando los factores de reducción de resistencia. El espesor adoptado para la zapata proporciona un peralte efectivo suficiente para controlar estos modos de falla, descartándose la necesidad de incrementar el espesor o incorporar refuerzo adicional por corte. En particular, el cumplimiento del punzonamiento resulta relevante, ya que este modo de falla suele ser crítico en zapatas combinadas debido a la interacción simultánea de dos columnas.

Finalmente, el diseño a flexión longitudinal y transversal permitió determinar las áreas de acero requeridas, las cuales son adecuadamente cubiertas mediante barras de acero de Ø 3/4", dispuestas con un espaciamiento del orden de 25 cm, superando el acero mínimo exigido por normativa. La verificación de la longitud de desarrollo asegura un anclaje adecuado del refuerzo, mientras que la evaluación de la transmisión de cargas en la interfaz columna–zapata confirma que la resistencia del concreto es superior a las cargas axiales últimas actuantes. En conjunto,

los resultados evidencian que la zapata combinada diseñada cumple con los criterios de seguridad geotécnica y estructural establecidos en la normativa vigente, recomendándose su aplicación para las condiciones estructurales analizadas.

4.1.3.3.Diseño de zapatas Conectadas

El diseño de las zapatas conectadas se realizó considerando una capacidad portante admisible del suelo qa = 2.00 kg/cm², conforme se consigna en la hoja de cálculo, y las cargas axiales transmitidas por las columnas P_1 = 50 tn y P_2 = 40 tn. A partir del cálculo de la presión neta del suelo, el Excel determina una presión de trabajo q_n = 1.63 kg/cm², valor que resulta menor que la presión admisible del terreno. Esta condición verifica que, bajo cargas de servicio, el suelo de fundación no alcanzará el estado de falla por capacidad portante ni presentará asentamientos excesivos, garantizando una interacción suelo–estructura adecuada.

El dimensionamiento geométrico del sistema permitió definir una zapata conectada con un ancho efectivo b ≈ 1.65 m y una longitud total t ≈ 3.30 m, valores obtenidos a partir del equilibrio de cargas y del control de excentricidades, tal como se evidencia en el cálculo del área requerida A ≈ 54,980 cm². Asimismo, el espesor de la zapata fue determinado como hc = 59 cm, valor que responde tanto a criterios geotécnicos como estructurales, asegurando una adecuada rigidez del elemento y un comportamiento conjunto entre las zapatas y la viga de conexión.

Desde el punto de vista estructural, las verificaciones por corte unidireccional y punzonamiento, desarrolladas en el Excel empleando el peralte efectivo y la resistencia del concreto (f'c = 175 kg/cm² para la zapata), muestran que los esfuerzos solicitantes Vu son menores que las resistencias últimas del concreto ϕVc, cumpliéndose las condiciones de seguridad sin necesidad de incrementar el espesor adoptado. Este resultado confirma que el espesor hc = 59 cm proporciona un peralte efectivo

suficiente para controlar los modos de falla más críticos del sistema de cimentación.

Finalmente, el diseño del refuerzo evidencia que las áreas de acero determinadas a partir de los momentos últimos (Mu) son adecuadamente cubiertas mediante barras Ø 3/4", cumpliendo y superando el acero mínimo normativo. La verificación de la longitud de desarrollo, con valores calculados en el Excel de Ld ≈ 49 cm y Ld ≈ 32 cm, confirma que el refuerzo cuenta con anclaje suficiente dentro de la zapata y la viga de conexión. En conjunto, los resultados numéricos obtenidos en el archivo Excel demuestran que el sistema de zapatas conectadas diseñado cumple con los criterios de seguridad geotécnica y estructural establecidos en la normativa vigente, constituyendo una solución eficiente para controlar excentricidades y asentamientos diferenciales en edificaciones de vivienda.

4.1.3.4.Diseño de Losa Cimentada

La losa de cimentación se dimensionó con B = 11.6 m y L = 9.8 m, obteniéndose un área A = 113.68 m². La carga vertical total considerada en el reparto al suelo es Pu = 1,286,500 kg, con lo cual el Excel calcula una presión promedio Pu/A = 1.1317 kg/cm² (≈ 1.132 kg/cm²). Al evaluar la distribución de presiones incluyendo excentricidades (ex = −1 cm y ey = 4 cm) se determinan presiones perimetrales en los puntos extremos del orden de q ≈ 1.1255 a 1.1672 kg/cm², verificándose además la condición global q ≤ qn, donde la presión neta de diseño se reporta como qn = 1.167 kg/cm²; por lo tanto, la losa cumple en servicio frente a la capacidad neta del terreno (y adicionalmente se consigna qa = 1.4 kg/cm² como referencia de capacidad admisible).

Respecto al espesor, el Excel inicia con un espesor asumido t = 50 cm y verifica la condición de rigidez del sistema mediante el parámetro l ≈ 0.00324 m^{-1} y la relación 1.75/l ≈ 5.40, contrastada con Lc = 4.5, concluyendo "MÉTODO RÍGIDO". Posteriormente, el control determinante se obtiene a partir del punzonamiento, donde se iguala la demanda Vu con la resistencia del concreto ϕVc, resultando un peralte

efectivo d = 55 cm y un espesor total adoptado ht = 65 cm, lo cual evidencia que el espesor final de la losa se gobierna por el corte bidireccional alrededor de columnas (criterio crítico en losas de cimentación).

En la verificación de corte (unidireccional) y control resistente asociado, el Excel muestra explícitamente la comparación Vu < ØVc, donde para el tramo evaluado se obtiene Vu = 113,040 (según la expresión $*Vu = 151{,}800 - 510(20 + 56)$**) y una resistencia reducida del concreto ØVc = 164,515, concluyendo OK. Este resultado, utilizando f'c = 210 kg/cm² y el peralte efectivo calculado, confirma que la losa presenta capacidad suficiente frente al corte sin requerir incremento adicional de espesor ni refuerzo especial por corte, manteniendo un margen resistente adecuado.

Finalmente, el diseño a flexión queda evidenciado con los momentos últimos y áreas de acero calculadas en el Excel. Para refuerzo superior, se reporta Mu = 22,489,412 kg·cm y se obtiene As ≈ 111.21–112.06 cm², adoptándose como arreglo constructivo (23 Ø 1" @ 20 cm), verificando además que el acero mínimo es Asmin = 52.65 cm² (por 0.0018·b·h), por lo que el refuerzo superior cumple holgadamente. Para refuerzo inferior, el Excel indica Mu = 7,512,000 kg·cm con As requerido ≈ 36.11–37.43 cm², pero controla el mínimo Asmin = 52.65 cm², adoptándose (19 Ø 3/4" @ 25 cm). Con ello, la losa queda diseñada con cuantías que satisfacen resistencia y control de fisuración, coherentes con el espesor final ht = 65 cm y las verificaciones de corte/punzonamiento ya aprobadas.

CAPÍTULO V. DISCUCIONES

5.1. Discusión de resultados.

- ✓ Los resultados obtenidos evidencian que el suelo del sector Atalaya presenta una naturaleza predominantemente granular, clasificada como SM y GP-GM, con comportamiento no plástico, ausencia de nivel freático en la profundidad explorada y parámetros de resistencia al corte favorables. Estas condiciones permitieron proponer el uso de cimentaciones superficiales, principalmente zapatas aisladas y zapatas corridas. Estos resultados guardan una clara concordancia con el estudio de Moreira (2024), quien identificó suelos arenosos y limosos de baja plasticidad, sin presencia de nivel freático hasta profundidades mayores, recomendando zapatas aisladas como solución adecuada para viviendas de baja altura. De manera similar, el estudio de Escobar (2023) concluye que suelos granulares sin nivel freático presentan condiciones óptimas para viviendas de hasta cuatro pisos, lo que refuerza la validez del diseño propuesto para el sector Atalaya.

- ✓ Los ensayos de granulometría y límites de consistencia demostraron que los suelos del sector Atalaya son arenosos con presencia de finos no plásticos, lo cual reduce el riesgo de deformaciones volumétricas. Estos resultados son coherentes con los antecedentes de Castro y Chanamé (2021), quienes identificaron suelos tipo SM en Chiclayo, concluyendo que este tipo de suelo presenta un comportamiento favorable para cimentaciones superficiales. Asimismo, Pariachi et al. (2019) reportan que suelos arenosos no plásticos presentan buena estabilidad y eficiencia económica en el diseño de zapatas aisladas.
- ✓ Los parámetros obtenidos del ensayo de corte directo evidencian **cohesión prácticamente nula** y **ángulos de fricción interna elevados**, característicos de suelos granulares.Estos resultados coinciden con los hallazgos de **Pariachi et al. (2019)**, quienes reportaron ángulos de fricción similares en suelos arenosos de Ventanilla, concluyendo que estos valores garantizan una adecuada capacidad portante y control de asentamientos. Asimismo, **Escobar (2023)** señala que suelos con estas características presentan un comportamiento mecánico adecuado para viviendas de baja y mediana altura.
- ✓ La clasificación SUCS permitió identificar suelos granulares predominantes y la exploración de campo confirmó la **ausencia de nivel freático** en la profundidad investigada. Este resultado concuerda con **Moreira (2024)** y **Cuesta (2022)**, quienes destacan que la inexistencia de nivel freático reduce riesgos de pérdida de resistencia del suelo y problemas

de asentamientos, favoreciendo el uso de cimentaciones directas. En ese sentido, el comportamiento del suelo del sector Atalaya resulta comparable al de otras zonas costeras y urbanas estudiadas en los antecedentes

- ✓ A partir de la evaluación geotécnica, se determinó que las zapatas aisladas y zapatas corridas son las más adecuadas para las viviendas proyectadas. Este resultado es consistente con Candiotte y Huaira (2024), quienes propusieron zapatas superficiales para viviendas de tres niveles en suelos granulares con capacidades admisibles similares. De igual forma, Castro y Chanamé (2021) concluyen que las zapatas superficiales son eficientes y seguras en suelos tipo SM, reforzando la pertinencia de la solución adoptada en el presente estudio.
- ✓ Los cálculos realizados muestran que la capacidad portante es suficiente **y** que los asentamientos estimados se encuentran dentro de los límites admisibles, garantizando la estabilidad estructural de viviendas de hasta tres pisos. Estos resultados coinciden con Castro y Chanamé (2021) **y** De la Cruz y Fano (2022)**,** quienes reportaron asentamientos menores a los límites normativos en suelos granulares, concluyendo que dichos terrenos son aptos para edificaciones de baja altura sin necesidad de cimentaciones profundas.

En conjunto, los resultados del presente estudio se alinean de manera consistente con los antecedentes revisados, tanto nacionales como internacionales, demostrando que los suelos del sector Atalaya presentan **condiciones geotécnicas similares a otras zonas urbanas del país**, donde el uso de cimentaciones superficiales ha sido técnica y económicamente viable.

Asimismo, la investigación reafirma que los problemas estructurales observados en viviendas del sector no se deben a deficiencias inherentes del suelo, sino a la **ausencia de estudios geotécnicos y diseño técnico**, tal como lo señalan diversos antecedentes analizados. En consecuencia, el estudio aporta evidencia científica y aplicada que respalda la necesidad de incorporar estudios de suelos como requisito indispensable para la construcción segura de viviendas en el sector Atalaya.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

En relación con el objetivo general, se concluye que el suelo del sector Atalaya del distrito de Huacho presenta características físicas y mecánicas favorables para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas familiares de hasta tres pisos. La naturaleza predominantemente granular del suelo, la ausencia de plasticidad, los adecuados parámetros de resistencia al corte y la inexistencia de nivel freático dentro de la profundidad explorada permiten determinar parámetros de diseño confiables, garantizando la seguridad, estabilidad y durabilidad de las edificaciones, en concordancia con la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Respecto al primer objetivo específico, se concluye que las propiedades físicas del suelo del sector Atalaya corresponden principalmente a arenas con presencia de finos no plásticos, según los resultados de los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg. Este comportamiento físico evidencia un suelo con baja susceptibilidad a cambios volumétricos, lo cual resulta favorable para el desempeño de las cimentaciones superficiales.

En relación con el segundo objetivo específico, se concluye que las propiedades mecánicas del suelo, determinadas mediante el ensayo de corte directo, muestran cohesión prácticamente nula y ángulos de fricción interna elevados, característicos de suelos granulares. Estos parámetros evidencian una adecuada resistencia al esfuerzo cortante, condición esencial para el cálculo confiable de la capacidad portante del terreno.

Respecto al tercer objetivo específico, se concluye que el suelo del sector Atalaya se clasifica mayoritariamente como **SM (arena limosa) y GP-GM (grava mal graduada con finos)** según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Asimismo, no se evidenció la presencia de nivel freático en la profundidad investigada, lo cual favorece la estabilidad del terreno y reduce riesgos asociados a pérdida de resistencia o asentamientos excesivos.

En relación con el cuarto objetivo específico, se concluye que las cimentaciones superficiales, específicamente las zapatas aisladas y zapatas corridas, resultan técnicamente adecuadas para las condiciones geotécnicas del sector Atalaya. Estas tipologías permiten una correcta transmisión de cargas al terreno, manteniendo las presiones de contacto dentro de los límites admisibles establecidos por la normativa vigente.

Respecto al quinto objetivo específico, se concluye que la capacidad portante del suelo es suficiente para soportar las cargas generadas por viviendas de hasta tres pisos, y que los asentamientos estimados se encuentran dentro de los rangos permisibles, garantizando el correcto comportamiento estructural y evitando asentamientos diferenciales que puedan comprometer la seguridad de las edificaciones.

6.1. RECOMENDACIONES.

En relación con el objetivo general, se recomienda que toda construcción de viviendas familiares en el sector Atalaya del distrito de Huacho sea precedida obligatoriamente por un estudio de mecánica de suelos, que permita identificar las características físicas y mecánicas del terreno y determinar los parámetros de diseño de las cimentaciones, garantizando la seguridad estructural, la durabilidad de las edificaciones y el cumplimiento de la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1. Respecto al primer objetivo específico, se recomienda que, previo al diseño y ejecución de viviendas en el sector Atalaya, se realicen ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg, a fin de identificar correctamente las propiedades físicas del suelo y evitar diseños empíricos que puedan generar asentamientos diferenciales o fallas prematuras en las cimentaciones.
2. En relación con el segundo objetivo específico, se recomienda ejecutar ensayos geotécnicos que permitan determinar con precisión las propiedades mecánicas del suelo, tales como el ensayo de corte directo o triaxial, para obtener parámetros confiables de cohesión y ángulo de fricción interna, indispensables para el cálculo adecuado de la capacidad portante del terreno.
3. Respecto al tercer objetivo específico, se recomienda clasificar los suelos del sector Atalaya mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y verificar la presencia o ausencia de nivel freático en cada proyecto, considerando que variaciones estacionales podrían modificar las condiciones hidráulicas del terreno y afectar el comportamiento de las cimentaciones.
4. En relación con el cuarto objetivo específico, se recomienda emplear cimentaciones superficiales, principalmente zapatas aisladas y zapatas corridas, siempre que las cargas estructurales y las condiciones del suelo sean similares a las evaluadas en el presente estudio;

en casos de mayores cargas o cambios en la estratigrafía, se deberá realizar un nuevo análisis geotécnico que evalúe alternativas de cimentación más adecuadas.

5. Respecto al quinto objetivo específico, se recomienda que el diseño de las cimentaciones considere no solo la capacidad portante, sino también la evaluación de asentamientos totales y diferenciales, verificando que estos se mantengan dentro de los límites admisibles establecidos por la normativa, a fin de asegurar el correcto desempeño estructural de las viviendas a lo largo de su vida útii.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1.Fuentes documentales

Escobar Escobar , C. G. (2023). *Estudio geotécnico de suelos de cimentacionespara viviendas de los barrios Nueva San Miguel y Ciudad Nueva de la ciudad de ilave – puno.* Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Garza Vásquez, L. (2004). *Diseño de Estructuras de Cimentacion.* Medellin: Universidad Nacional de Colombia.

Alva Hurtado, J. E. (2014). *Diseño de cimentaciones.* Lima: Fondo Editorial ICG.

Arias , J., Holgado, J., Tafur, T., & Vasquez, M. (2012). *Metodología de la investigación. Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Peru SAC.* Lima.

Basto Marín, J. A., Figueredo Mateus, A. C., & Torres Bermúdez, J. D. (2023). *Diseño y construcción del edificio alameda 181, implementando un sistema de contención de pantallas hincadas y una cimentación de pilotes prefabricados sistema BIM (building information modeling), en la localidad de Usaquén de la ciudad de Bogotá D.C.* Bogota - Colombia: Universidad Piloto De Colombia.

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3.ª ed ed.). Pearson Educación.

Bowles, J. E. (1997). *Foundation analysis and design* (5th ed ed.). McGraw-Hill.

Bowles, J. E. (2015)). *Foundation Analysis and Design.* McGraw-Hill Education.

Candiotte Quispe, J. A., & Huaira Choccelahua, R. (2024). *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Pampas Constancia, Lircay- Angaraes, 2021.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

Castro Casas, A. A., & Chanamé Gómez, J. P. (2021). *Estudio de zonificación de suelos para diseño de cimentaciones superficiales en el sector lagunas I y II, Distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.* Lambayeque: Universidad Nacional Pdro Ruiz Gallo.

Chávez, L. (2018). *Ingeniería de cimentaciones: Fundamentos y aplicaciones.* . Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Chuquimango, J. (2019). *Optimización: cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para reducir costos en el edificio Mi Vivienda de Surquillo* . Lima .

Coduto, D. P. (2015). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices* (2ª ed ed.).

Comte, A. (1975). *Curso de filosofía positiva.* Aguilar.

Crespo Villalaz, G. (2012). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (2.ª ed ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Cuesta Collada, C. (2022). *Estudio geotécnico para un proyecto de edificación en Latores (asturias).* Asturias: Universidad de Oviedo.

Das , B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of geotechnical engineering* (9th ed ed.). Cengage Learning.

Das, B. M. (2016). *Principios de ingeniería de cimentaciones* (8.ª ed. ed.). Cengage Learning.

De La Cruz Sullca, D. A., & Fano Cuicapusa, J. A. (2022). *Microzonificacion de suelos para la cimentacon estable de viviendas unifamiliares en el barrio de Santa Rosa - Lircay - Huancavelica.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

González de Vallejo, L., & Ferrer, M. (2011). *Geotecnia y cimentaciones* (2ª ed. ed.). Pearson Educación.

Hernandez Sampieri, ,., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México.* McGraw-HILL Interamericana Editores.

Hernández Sampieri , R., Fernadez Collado, C., & Baptista Lucio , P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed ed.). McGraw-Hill Educación.

Instituto Geológico, M. y. (2022). *Mapa Geotecnico dela Provincia de Huaura, Departamento de Lima.* Lima: INGEMMET.

Jiménez Montoya, P., García Meseguer, A., & Morán Cabré, J. (2007). *Jiménez Montoya, P., García Meseguer, A., & Morán Cabré, J. Hormigón armado. Cálculo y construcción* (14.ª ed ed.). Gustavo Gili.

Jiménez Salas , J. A., Justo, J. L., & Serrano, A. (2001). *Geotecnia y cimientos. Propiedades de los suelos y de las rocas* (Vol. Volumen I). Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2006). *Mecánica de suelos.* (Vol. Tomo II). Limusa.

Ministerio de Vvienda, l. C. (2018). *Norma Tecnica E.050 Suelos y Cimientos.* Lima .

Moreira Carrillo, K. A. (2024). *Evaluación física y mecánica de la calidad del suelo para cimentación de vivienda unifamiliar en la urbanización Altos de Manta Beach Cantón Manta.* Jipijapa – Manabí – Ecuador: Universidad Estatal Del Sur De Manabi.

Murillo, G. (2021). *En las viviendas de los sectores 1 y 4 de Solanda, en Quito, provincia de Pichincha, se detectaron problemas estructurales y no estructurales cuando bajó el nivel freático* . Quito: Universidad Internacional Sek Quito – Ecuador.

Olarte Romero, J. E., & Ureta Poma, W. A. (2019). *Respuesta de cimentaciones superficiales bajo condiciones de suelos parcialmente saturado en Quintanilla Pampa, Ascensión - Huancavelica Pampa, Ascensión - Huancavelica.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

Organización de las Naciones Unidad. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agenda 2030.* Ginebra: ONU.

Pancca, E. (2018). *Evaluación problemática del comportamiento de la cimentación de viviendas de la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca* . Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Repositorio virtual institucional.

Pariachi Alvarado, J. L., Quispe Ñahui, J., Quispe Quispealaya, J., & Ramirez Gil, K. (2019). *Estudio geotécnico para la elección de un diseño de cimentación superficial económicamente óptimo de una edificación en Ventanilla-Pachacútec, Sector c3.* Lima: Univerdidad San Ignacio de Loyola.

Patazca Osnayo, H. L. (2005). *Patazca, H. L. (Estudio de suelos granulares con fines de cimentacion. Caso practico: Rehabilitación de vivienda unifamiliar.* Lima: Mac Gril.

Popper, K. (2002). *La lógica de la investigación científica.* Editorial Tecnos.

Terzaghi , K., Mesri, G., & Peck, R. B. (1996). *Peck, R. B., & Mesri, G. Soil mechanics in engineering practice* . (3rd ed. ed.). John Wiley & Sons.

Terzagui, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics.* Jhon Wiley & Son.

Tipán Erazo, C. A., & Villacís Núñez, E. D. (2022). *diseño de cimentaciones aisladas y losas de cimentación, en una edificación de 4 plantas para comparar los métodos:*

rígido y elástico, con el uso del programa informático SAFE. Quito - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Torres, J., & Valverde , R. (2020). *Evaluación de la capacidad portante del suelo para diseño de cimentaciones en la costa central del Perú.* Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.

Valverde, J. (2021). *Diseño de cimentaciones para viviendas en suelos arenosos de Pisco. .* Universidad Alas Peruanas.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO Y TÉCNICAS
Problema General ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo y cómo se describen los parámetros de Diseño de las cimentaciones para viviendas familiares en el Sector Atalaya, distrito de Huacho – Lima, 2024?	**Objetivo General** Describir las características físicas y mecánicas del suelo y determinar los parámetros de Diseño de las cimentaciones adecuadas para viviendas familiares en el Sector Atalaya, distrito de Huacho – Lima, 2024	(X) **Propiedades geotécnicas del suelo**	X.1.- Clasificación del suelo X.2.- Granulometría X.3.- Consistencia / plasticidad X.4.- Humedad y densidad X.5.- Resistencia mecánica X.6.- Nivel freático X.7- Compresibilidad	X.1.1 Arena, limo, arcilla, grava X.2.1.- % de grava, arena y finos X.3.1.- Límites de Atterberg (LL, LP, IP) X.4.1.- Humedad natural (w) y peso unitario (γ) X.5.1.- Valor SPT (N), cohesión (c), ángulo de fricción (φ) X.6.1.- Profundidad del nivel de agua X.7.1.- Módulo de compresión /asentamiento esperado	**Población** = 21.7 hectáreas **Muestra** = 0.6 hectáreas **Nivel**: Descriptivo Didseño:No Experimental. **Técnicas:** **Observación directa y ensayos de granulometría** **Ensayo de granulometría, en calicata o piezómetro** **Ensayo edométrico o correlaciones empíricas , límites de Atterberg (ASTM D4318), humedad y densidad in situ (ASTM D2216 / D2937),SPT, corte directo o triaxial** **Análisis técnico y correlaciones geotécnicas** **Fórmulas de Terzaghi / Meyerhof / correlaciones con SPT** **Diseño estructural y geotécnico** **Ecuaciones de consolidación / correlaciones empíricas** **Cálculo por fórmulas empíricas y teóricas** **Análisis técnico e interpretación de resultados**
1¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo (granulometría, humedad y límites de plasticidad) en el sector Atalaya? 2-¿Qué características mecánicas presenta el suelo (resistencia al corte y compresibilidad) en el sector Atalaya? 3-¿Qué tipo de suelo y nivel freático predominan en el sector Atalaya según la clasificación SUCS? 4¿Qué tipo de cimentación superficial resulta más adecuado de acuerdo con las características del suelo del sector? 5¿Cuál es la capacidad portante y qué asentamientos se estiman en el diseño de cimentaciones para viviendas de tres pisos en el sector Atalaya?	1.-Identificar y describir las propiedades físicas del suelo (granulometría, contenido de humedad y límites de plasticidad) del sector Atalaya 2.-Determinar las propiedades mecánicas del suelo (resistencia al corte y compresibilidad) mediante ensayos geotécnicos. 3.-Clasificar el suelo del sector Atalaya según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y determinar el nivel freático. 4.-Establecer el tipo de cimentación superficial más adecuada según las características geotécnicas del terreno 5.-Determinar la capacidad portante y qué asentamientos se estiman en el diseño de cimentaciones para viviendas de tres pisos en el sector Atalaya	(Y) **Diseño de cimentaciones**	Y.1.- Tipo de cimentación Y.2.- Capacidad portante de diseño Y.3.- Dimensiones de la cimentación Y.4.- Asentamientos esperados Y.5.- Seguridad y estabilidad Y.6.- Recomendaciones constructivas	Y.1.1.- zapatas, losa, pilotes Y.2.1.-Presión admisible (q_adm) Y.3.1-Ancho, largo, espesor, profundidad Y.4.1.-Asentamiento inmediato y por consolidación Y.5.1.-Factor de seguridad frente a falla Y.6.1.-Profundidad de excavación, drenaje y rellenos	

Anexo 2: Ficha de campo-calicatas

FICHA DE CAMPO PARA ANÁLISIS DE SUELOS - CALICATAS

Proyecto: Diseño de cimentaciones para viviendas en el Sector Atalaya del Distrito de Huacho - Huaura, 2024

1. DATOS GENERALES

CALICATA N°		FECHA		PROFUNDIDAD (m)	
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM (E)		COORDENADAS UTM (N)	
NIVEL FREÁTICO (m)		TIPO DE SUELO		CLASIFICACIÓN (AASHTO/USCS)	

2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL PERFIL

Profundidad (m)	Color	Textura	Humedad	Compactación	Consistencia	Tipo de suelo	Observaciones

3. CROQUIS Y OBSERVACIONES

Croquis de ubicación:

(espacio para croquis de ubicación)

Perfil estratigráfico (esquema):

(espacio para perfil estratigráfico)

Observaciones generales

Anexo 3 : Diseño de zapatas

DISEÑO DE UNA ZAPATA AISLADA

Diseñar la zapata mostrada en la fig: Si la Columna de 70 x 50 lleva 10 fierros de 1" y transmite las cargas PD = 180 tn y PL = 100 tn . La capacidad portante admisible del suelo es qa = 2.5 kg/cm2 ; ademas fy = 4200kg/cm2 , fy = 280 kg/cm2 en la columna y fc = 210 kg/cm2 en la zapata

DATOS:

Zapata		Otros		Suelo	
f'c =	210 kg/cm²	S/C =	500 kg/m²	Df =	1.4 m
Columna		PD =	180 Tn	γ2 =	1700 kg/m³
f'c =	280 kg/cm²	PL =	100 Tn	qa =	2.50 kg/cm²
b =	50 cm			db =	2.54 cm
t =	70 cm	Acero		Lv =	150 cm
		fy =	4200 kg/cm²		

1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$Ld = \frac{0.08\, d_b\, F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos

Ld = 58.89 cm

Tomar Ld = 58.89 cm

(Del problema se emplean varillas de Ø1") db (1") = 2.5 cm

r.e. = 7.50 cm (recubrimiento)

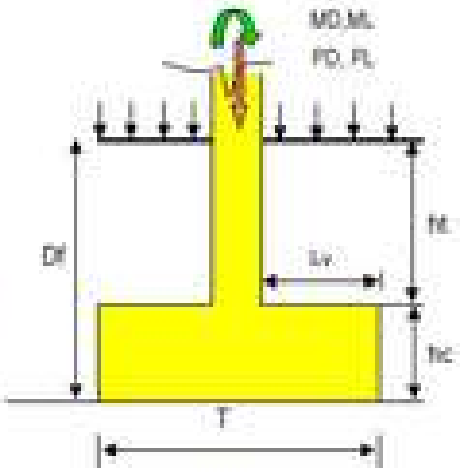
hc = 68.93 cm

Tomar hc = 70.00 cm

hc = Ld + r.e + Øb

ht = Df - hc

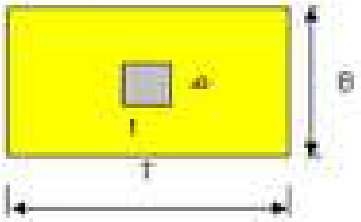
ht = 70.00 cm



Cálculo de la presión neta del suelo (qm)

$$qm = qa - \gamma ht - \gamma c\, hc - S/C$$

⇒ qm = 2.16 kg/cm²



Cálculo del área de la zapata (Az)

$$Azap = \frac{P}{qm}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t1-t2)}{2}$$

$$S = \sqrt{Az} - \frac{(t1-t2)}{2}$$

⇒ Azap = 129,629.63 cm²

⇒ T = 370.00 cm

B = 350.00 cm

Donde:
P = Carga de servicio
Lv = Volados iguales sin excentricidad

2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qmu)

$$Wnu = \frac{Pu}{Azap} = \frac{1.4 \times 180000 + 1.7 \times 100000}{350 \times 370} = 3.26 \text{ kg/cm2}$$

Donde:
Pu = Carga Ultima

3.- VERIFICACION POR CORTE (Ø = 0.85)

Por Flexión:

$$Lv = \frac{T - t}{2}$$

$$Vdu = (Wnu \times B)(Lv - d)$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\,bd$$

$$\emptyset Vc \geq Vdu$$

Lv = 150.00 cm

r.e. = 7.62 cm

Øb (3/4") = 1.91 cm (Suponiendo varillas Ø3/4")

d = 60.59 cm (d = hc - Øb - r.e.)

Vdu = 101,915.73 kg

Ø = 0.85 (Coef. De reduccion por corte)

Vc = 162,875.03 kg

ØVc = 138,443.78 kg

ØVc > Vdu OK!

Por Punzonamiento:

$$Vu = Pu - Wnu \times mn$$

Vu = 374,938.24 kg

bo = 2 x (t + d) + 2 x (b + d) = 2m + 2n

bo = 482.36 cm perimetro de los planos de

$$Vc = 0.27 \left(2 + \frac{4}{\beta c}\right) \sqrt{f'c} \cdot 5 \cdot bo \cdot d = 1.06 \sqrt{f'c} \cdot 5 \cdot bo \cdot d$$

$$Vc = 0.27 \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) \sqrt{f'c}\, b_o d$$

$$\beta_c = \frac{Dmayor}{Dmenor} \quad \beta_c \leq 2 \rightarrow Vc = 1.06 \sqrt{f'c}\, b_o d$$

Vu≤ØVc; Ø=0.85

Vc = 555,425.41 kg Vc= 448,939.43 Kg

ØVc = 472,112.45 kg ØVc= 381,598.52 Kg

ØVc > Vdu OK!

βc = lado mayor columna (L) / lado menor columna (b) βc = 1.4

m = t + d

n = t + b

bo = 2*m + 2*n

Vu ≤ ØVc OK!

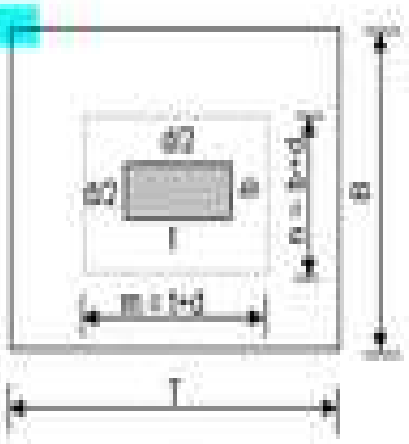
m = 130.59

n = 110.59

Vu = 1.1 x ØF'c bo x d

Vu = 448,939.43 kg

Øvc = 381,598.52 kg



4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL (Ø = 0.90)

Direccion Mayor:

$$Mu = \frac{(Wnu \times B)L_v^2}{2}$$

$$As = \frac{Mu}{\emptyset Fy(d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As\ Fy}{0.85 f'c\ b}$$

As min = 0.0018 * B * d
As > As min OK !!

Asb
# Varilla (n) = As / Asb
Espaciam = (B - 2*r.e - Øb) / (n - 1)

Lv = 150.00 cm ree = 7.59
Mu = 12,831,081.08 kg-cm Øb (3/4") = 1.91

B = 350.00 cm
d = 60.59 cm2
a = 3.89 cm (Valor Asumido)
As = 57.88 cm²
a = 3.89 cm

Asb (3/4") = 2.85
# Varilla (n) = 20
Espaciam = 17.53

As = 57.88 cm2 → 20 Ø 3/4" @ 17.53 cm

Asb (3/4") = 2.85
# Varilla (n) = 15
Espaciam = 23.79

As min = 44.1 cm2 → 15 Ø 3/4" @ 23.79 cm

As > As min Ok !!

Direccion Menor:

As tranv = As * T / B
As min = 0.0018 * B * d
As > As min OK !!

Asb
Varilla (n) = As / Asb

Espaciam = (B - 2*r.e - Øb) / (n - 1)

T = 370
B = 350 cm
d = 60.59 cm2
a = 5.01 cm (Valor Asumido)

ree = 7.59 cm
Øb (3/4") = 1.91 cm

Asb (3/4") = 2.85 cm2
# Varilla (n) = 21
Espaciam = 17.65

As tranv = 51.19 cm2 → 21 Ø 3/4" @ 17.65 cm

Asb (3/4") = 2.85
# Varilla (n) = 16
Espaciam = 23.54

Asmin = 46.62 cm2 → 16 Ø 3/4" @ 23.54 cm

As tranv > As min Ok !!

Longitud de desarrollo en Traccion (Ld)

$$ld = \frac{\emptyset b * fy * \alpha * \beta * \gamma * \lambda}{3.54 * f'c^{.5} * \left(\frac{C + Ktr}{\emptyset b}\right)} < Lv1$$

Lv1 = Lv - r.e.e

La Zapata es rectangular se debe comparte el Refuerzo adecuadamente de la siguiente manera:

Asc = 2 * Astry / (β + 1)

β = Lado mayor Zapata / Lado menor Zapata

Asb

Varilla (n) = As / Asb

Espaciam = B - 2*r.e.e - Øb / n -1

β = 1.00 Øb (3/8") = 1.91 C = 8.50

γ = 0.80 r.e.e = 7.50 ktr = 0

λ = 1.00 fy = 4200

α = 1.00 f'c = 210 2.5 q = (C+kt r)/Øb

Longitud de desarrollo en tracción q= 10.41

Lvt = 142.50 cm q = 2.5 PONER 2.5 !!

Ld = 50.04 cm q < 2.5 PONER q !!

⇨ Ld < Lvt OK !!

Asc = 61.19 cm2

Espaciamiento del Refuerzo

45 cm

3 x h 210 cm

> 17.65 OK !!

⇨

5.- VERIFICACION DE LA CONEXIÓN COLUMNA - ZAPATA (Ø = 0.70)

Para la seccion A colum = 70*50 = 3500 cm² (COLUMNA)

Ø * 0.85 * f'c * As1

A colum = b * t

Pu < (Ø * 0.85 * f'c * A1)

Asb

As min = 0.005 * A1

Varilla = As1 / Asb

As col. > As min OK !!

Pu = 422000 kg # Varilla (n) = 6

A1 = 3500 cm2

Ø * 0.85 * f'c * A1 = 583100 kg

Pu < Ø * 0.85 * f'c * A1 ⇦ OK !!

As min = 17.50 cm2

Asb (3/4") = 2.85 cm2

USAR As1 = 17.50 cm2

As col > As min OK !!

Para la seccion A zapata = 150*210 = 126000 cm² (ZAPATA)

Pu < Ø x 0.85 x f'c x $\sqrt{A2/A1}$ x A1

Pu = 422000 kg

A1 = 3500 cm2 $\sqrt{A2/A1}$ = 2

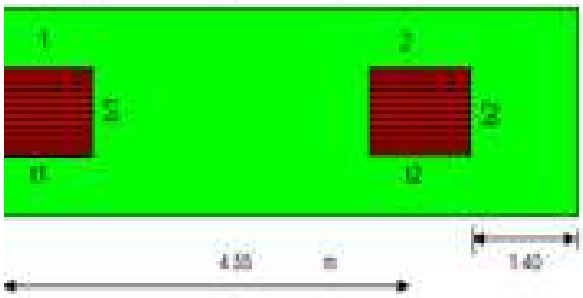
A2 = 129500 cm2

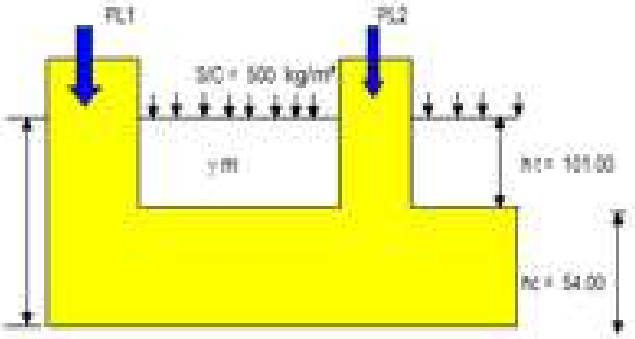
Ø x 0.85 x f'c x $\sqrt{A2/A1}$ x A1 = 874650 kg ⇦ OK !!

DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA

Diseñar la zapata combinada que soportara las columnas mostradas en la figura. La capacidad portante del suelo es qa = 2 kg/cm2Considere fy = 4200 kg/cm2 y f'c = 210 kg/cm2 para la cimentacion . F'c = 280 kg/cm2 en las columnas

COL:	SECCION	REF.	PD	PL
C1	50 X 50	9 Ø 3/4"	20	15
C2	40 X 50	9 Ø 3/4"	40	24
	b x t	Acero	tn	tn





Df = 1.60	m	Otros	Columna	Zapata	
γm = 1800	kg/m3	S/C = 500 kg/m²	f'c = ### kg/cm²	f'c = 175 kg/cm²	
qa = 2.00	kg/cm2	d(eje-eje)= 4.3 m		fy = 4200 kg/cm²	

1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA (Az = S*T)

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$ld = 0.08 * \frac{Øb * Fy}{raiz(f'c)}$$

$$ld >= 0.004 * øb * fy$$

Ø b (3/4") =	1.91	cm	
0.08 x Øb x fy / √f'c =	45	cm	
0.004*ø*fy =	32	cm	OK !!

Toma ld = 45 cm — Longitud de desarrollo en compresión

hc = ld + r + Øb

hn = Df - hc

r = 7.50 cm

Toma hn = 101.00 cm

Página 1

Cálculo de la presión neta del suelo (qm)

$$qm = qa - \gamma m * hm - \gamma c * hc - s/c$$

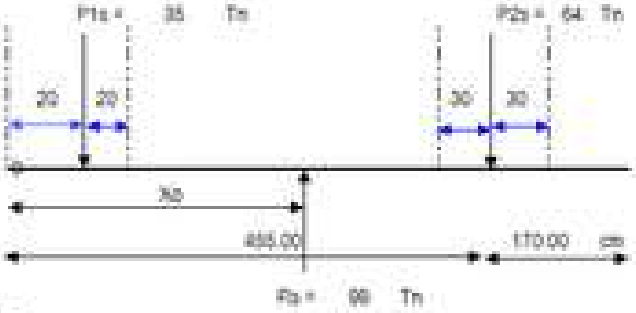
qm = 1.63 kg/cm²

Cálculo del área de la zapata (Az)

Ps1 = P1D + P1L
Ps2 = P2D + P2L
Rs = P1s + P2s

+ ↺ Mo = 0

Rs * Xo = P1s* t1/2 + P2s * 455
Xo = ??



Lz / 2
e = Lz / 2 - Xo
Lz / 6
e < Lz/6

$q1,2 = \frac{Rs}{Lz} * \left(1 \pm \frac{6 * e}{Lz}\right)$

P1s =	35 Tn
P2s =	64 Tn
Rs =	99 Tn
Xo =	301.21 cm
Lz =	625.00 cm
Lz / 2 =	312.50 cm
e =	11.29 cm
Lz / 6=	104 cm

L = 2 x Xo

$B = \frac{(P1s + P2s)}{qn \times L}$

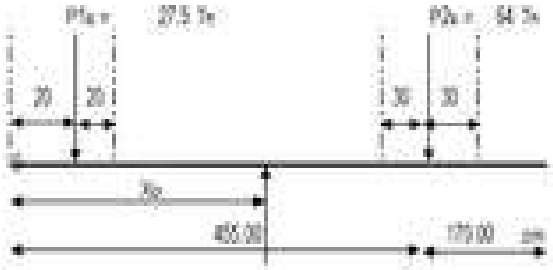
L = 602 cm
B = 121 cm
tomamos B = 85 cm

Como S/C = 500 kg/cm², Verificamos las presiones del suelo - ADICIONAL (q 1,2)

Ps1 = P1D + 50%P1L
Ps2 = P2D + P2L
R1s = P1s + P2s

+ ↺ Mo = 0

R1s * Xo = P1s* t1/2 + P2s * 455
Xp = ??



e = 301 - Xo

$q = \frac{Ps}{Az} + \frac{Mc}{I} = \frac{Ps}{Az} + \frac{Ps \times e}{I}$

P1s =	27.5 Tn	R1s =	91.5 Tn
P2s =	64 Tn		
R1s =	91.5 Tn		
Xp =	324.29 cm	e =	23.05 cm

I = (B x L^3)/12
I = 1464767.92 cm4

q = 44.56 kg/cm2 AUMENTAMOS EL ANCHO B

q < qn cumple " OK"
q > qn no cumple "AUMENTAMOS EL ANCHO B"

Aumentamos el Ancho tic = 150 cm

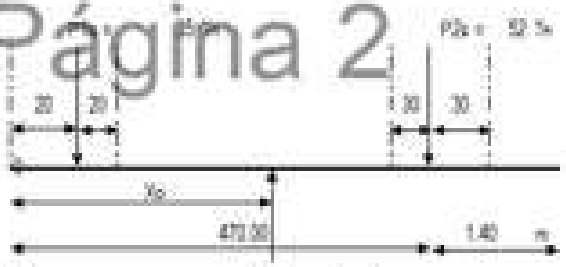
Un nuevo cálculo

Ps = 91500 kg q = 1.41 kg/cm2 ← OK !!
e = 23.05 cm
B = 265 cm
I = 7453125.0 cm4

Ps1 = P1D + P1L
Ps2 = P2D + 50%P2L
R2s = P1s + P2s

$\sum$ Mo = 0

R2s * Xo = P1s * 11/2 + P2s * 455
Xo = ??



L2 / 2
a2 = L2/2 - Xo ⟹
L2 / 6
e2 = L2/6

$q1,2 = \left(\frac{R2s}{B}\right) * \left(1 \pm \frac{6 * e2}{B}\right)$

P1s = 35 Tn
P2s = 52 Tn
R2s = 87 Tn
Xo = 288.97 cm

e = 12.24 cm

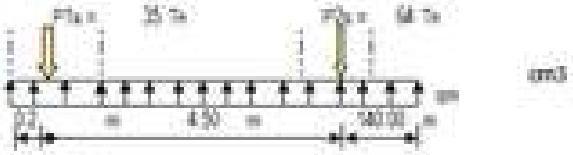
I = (B x L^3) / 12
I = 74531250 cm4

q > qm no cumple "AUMENTAMOS EL ANCHO B"
q < qm cumple "OK."

q = 1.62 kg/cm2 OK !!

2.- DISEÑO EN SENTIDO LONGITUDINAL

Cálculo de la presión neta por unidad de longitud (qm)

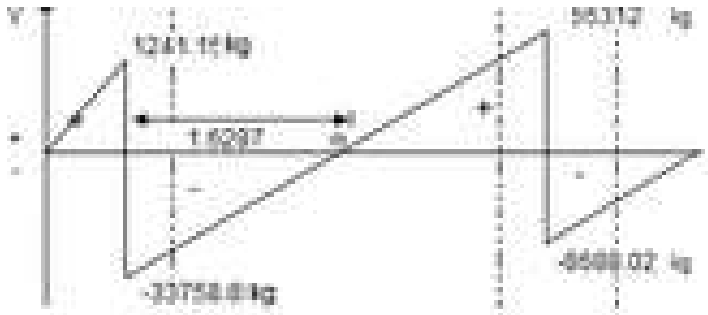


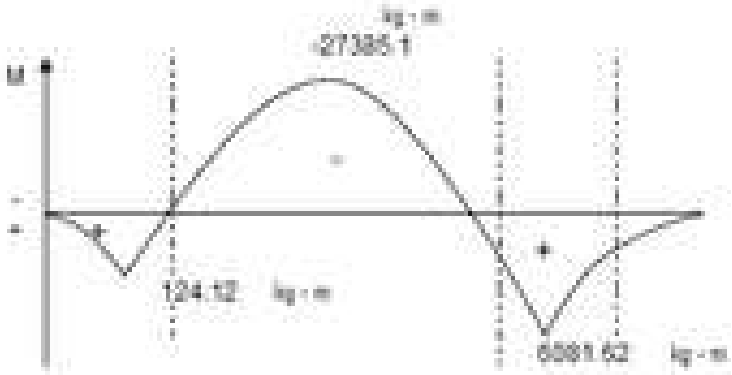
$qn = \left(\frac{P1s + P2s}{As}\right)$

qn = 5205.73 kg/m2 (No amplificada)

Por unidad de Longitud
qm = qm1*B

⟹ Por Unidad de LONGITUD qm = 5205.73 kg/m





Encontramos el diagrama de fuerzas cortantes verificamos el corte por Flexion:

d = r+e+ fyc 1.50 x Vu = 67350.27 kg ya que: F = (1.4 x D + 1.7 x L)/(D + L)

d = 141.00 cm

Vu = Vmax - qn x (b/2 + d) = 44700.2 kg F = 2

Aporte del Concreto: Vc = 0.53 x √f'c x b x d = 261975 kg Vu = Ø x Vc Cumple !!

0.85 x Vc = 222579 kg OK !!

Aumentamos el Peralte a h = 150 cm. d = h- rec

d = ## cm

Vu = Vmax - qn x (b/2 + d) = 44700.2 kg

Aporte del Concreto: Vc = 0.53 x √f'c x b x d = [illegible] kg = Vu = Ø x Vc Cumple !!

0.85 x Vc = 222579 kg [illegible] CUMPLE !!

Pagina 3

VERIFICACION POR CORTE (Ø = 0.85)

COLUMNA EXTERIOR :

Vu = 1.50 x (Pu - qnu x m x n) = 31075.81 kg

Vu = 31075.8055 kg

El aporte del Concreto : βc = 1

bo = (b + .5*d) + 2x(t + d) = 422 cm

$$Vc = 0.27 \times \left(2 + \frac{4}{\beta c} \right) \times \sqrt{f'c} \times bo \times d$$

Vc = 1396870.76 kg

ØVc = 1187340.14 kg

$$Vc = 1.10 \times f'c \times bo \times d =$$ 948492.5 kg

Vc = 948492.49 kg

ØVc = 806218.62 kg

Vu < ØVc CUMPLE !!

COLUMNA INTERIOR :

Vu = 1.50 x (Pu - qnu x m x n) = 75697.49 kg

Vu = 75697.49 kg

El aporte del Concreto : βc = 1.3

bo = (b + 0.5*d) + 2x(t + d) = 493 cm

$$Vc = 0.27 \times \left(2 + \frac{4}{\beta c} \right) \times \sqrt{f'c} \times bo \times d$$

Vc = 1412870 kg

ØVc = 1200939 kg

$$Vc = 1.10 \times f'c \times bo \times d =$$ 1E+06 kg

Vc = 1106949 kg

ØVc = 940906.0 kg

Vu < ØVc CUMPLE !!

4.- CALCULO DEL REFUERZO EN EL TRAMO CENTRAL

X x qn - P1 = 0

$X = \frac{P1}{qn}$ X = 5.64 m

$Mu = \frac{qn \times X^2}{2} - P1 \times X$ Mu = -91699.11 kg - m

Calculo de As : Mu = 91699.11 kg - m

As = Mu / (Ø * fy * (d - a/2))
a = As * fy / (0.85 * f'c * B)

B = 265 cm2 r e e = cm db = 1.91
d = 141 cm2
a = 2.77 cm (Valor Asumido) c
As = 26.06 cm2 Aab (3/4") = 2.85 cm2
a = 2.78 cm # Varilla (n) = 9
Espaciam 31 cm
As = 26.06 cm2 9 Ø 3/4" @ 31 cm

As min = 0.0018 * B * d
As > As min OK !!
Aab
# Varilla (n) = As / Aab
Espaciam = (B - 2*r.e - Øb) / (n - 1)

Aab (3/4") = 2.85 cm2
Varilla (n) = 24
Espaciam 11 cm
As min = 67.26 cm2 24 Ø 3/4" @ 11 cm

As > As min ¡NO! As min !!

5.- CALCULO DEL REFUERZO POR DEBAJO DE LA COLUMNA INTERIOR

$Mu = \frac{qn \times (L)^2}{2}$ Mu = 6081.61 kg - m

L = 1.91 m 1.4 14 Ø 5/8"@ 22cm

Calculo de As : Mu = 6081.61 kg - m

As = Mu / (Ø * fy * (d - a/2))
a = As * fy / (0.85 * f'c * B)

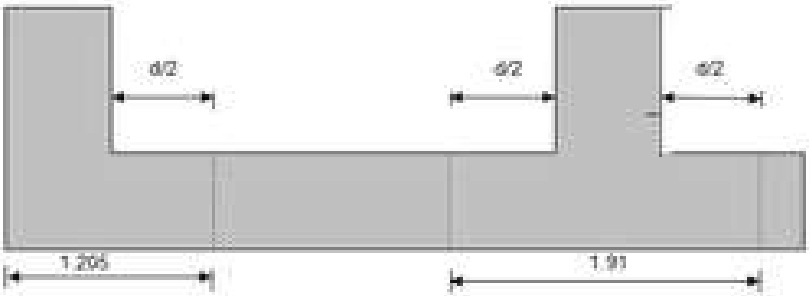
B = 265 cm2 r e e = cm db = 1.91
d = 141 cm2
a = 0.[illegible] cm2 (Valor Asumido) c
As = 1.7[illegible] cm2 Aab (3/4") = 2.85 cm2
a = 0.[illegible] cm # Varilla (n) = [illegible]
Espaciam [illegible] cm
As = 1.71 cm2 1 Ø 3/4" @ [illegible] cm

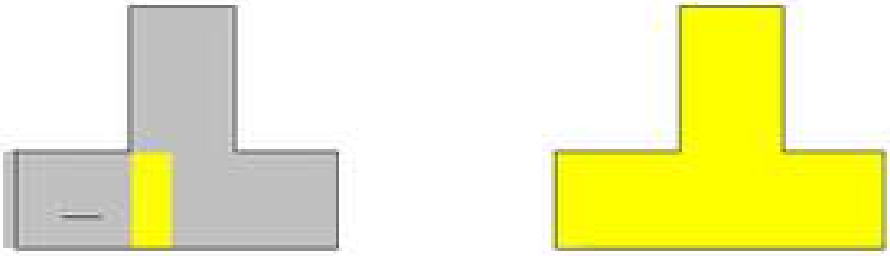
As min = 0.0018 * B * d
As > As min OK !!
Aab
# Varilla (n) = As / Aab
Espaciam = (B - 2*r.e - Øb) / (n - 1)

Aab (3/4") = 2.85 cm2
Varilla (n) = 25
Espaciam 10 cm
As min = 71.55 cm2 25 Ø 3/4" @ 10 cm

As > As min ASUMIR As min !!

Diseñar en sentido transversal a cada columna le corresponde una porcion de Zapata





ZAPATA EXTERIOR

$q_n = \frac{Pu}{Az}$ $q_n =$ 1.68 kg/cm2

$Mu = \frac{qnu \times B \times (L^{*}2)}{2}$ Mu = 1169724

B = 120.5 cm r.e.s = 8 cm db = 1.6 cm2
ø = ## cms
a = 0.52 cm (Valor Asumido)
As = 2.20 cm2
a = 0.52 cm

As = 2.2 cm2

Asb (3/4") = 2.85 cm2
# Varilla (n) = 11
Espacim = 10.00 cm
11 Ø 3/4" @ 10 cm

As min = 32.54 cm2

ZAPATA INTERIOR

$q_n = \frac{Pu}{Az}$ $q_n =$ 1.91 kg/cm2

$Mu = \frac{qnu \times B \times (L^{*}2)}{2}$ Mu = 2E+06

B = 191 cm r.e.s = 8 cm db = 1.59 cm2
ø = 141 cm2
a = 0.64 cm (Valor Asumido)
As = 4.34 cm2
a = 0.64 cm

As = 4.34 cm2

Asb (3/4") = 2.85 cm2
# Varilla (n) = 16
Espacim = 10.00 cm
# Ø 3/4" @ 10 cm

As min = 51.67 cm2

6.- VERIFICACION DE LA CONEXIÓN ZAPATA - COLUMNA(Ø = 0.70)

Para la sección A columna = 50*50 = 2500 cm² (COLUMNA)

Ø * 0.85 * f'c * As1
A colum = b * f
Pu = (Ø * 0.85 * f'c * A1)
As min = 0.005 * A1
Varilla = As1 / Asb
As col. > As min OK !!

Pu = 53500 kg
A1 = 2500 cm2
Ø * 0.85 * f'c * A1 = 312375 kg

As min = 12.5 cm2

Pu < Ø * 0.85 * f'c * A1 ⇐ CUMPLE !! As col = As min OK !!

Para la sección B columna = 40*50 = 2000 cm² (COLUMNA)

Ø * 0.85 * f'c * As1
A colum = b *t
Pu = [Ø * 0.85 * f'c * A1]
As min = 0.005 * A1
Varilla = As1 / Ab
As col. > As min OK.!!

Pu = 96800 kg
A1 = ### cm2
Ø * 0.85 * f'c * A1 = 24090 kg
As min = ### cm2

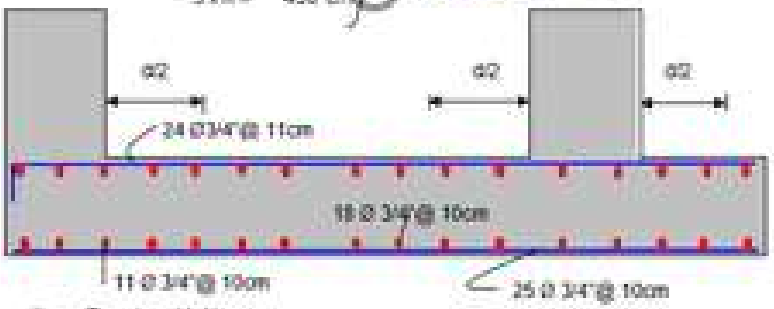
Pu = Ø * 0.85 * f'c * A1 CUMPLE!! As col > As min Ok!!

Detalle de refuerzos en la Zapata Combinada verificamos primero el espaciamiento maximo

Espaciamiento del Refuerzo

Pagina 5

3 x 0 = 450 cm



Longitud de desarrollo en Traccion (Ld)

Ld = Øb * fy * α * β * γ * < Lv
3.54 * f'c^0.5 * (C + Kr / Øb)
Lv1 = Lv - r.e.e

Ld = 71 cm Ld1 = 45 cm

La Zapata es rectangular se debe compartir el Refuerzo adecuadamente de la siguiente manera

Asc = 2 * Asbv / (β + 1)
β = Lado mayor Zapata / Lado menor Zapata
# Varilla (n) = As / Asb
Espaciam = (B - 2*r.e.e - Øb) / n-1

α = 1.00 Øb (3/4") = 1.91
β = 1.00 Øb (5/8") = 1.59
γ = 0.80 r.e.e = 7.50
λ = 1.00 fy = 4200
α = 1.30 f'c = ##
αλ = 1.00

C = 6.50 2.5 q = (C+kr) / Øb
Kr = 0 q= 8.41

q > = 2.5 PONER 2.5!!
q < 2.5 PONER q!!

Longitud de desarrollo en traccion

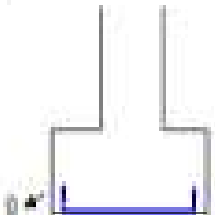
Lv1 = ##### Ld < Lv1 Ok!!
Ld = 71.25 cm

Calculo del refuerzo minimo:
Ø As min = 71.55 cm2

Refuerzo montaje en forma de Garrido

Ø 3/8" para refuerzo principal Ø >= 3/4"
Ø 1/2" para refuerzo principal Ø = 3/4"
con espaciamiento maximo de 45 cm

Asb (3/4") = 2.85 cm2
# Varilla (n) = 25
Espaciam = 10.00 cm
25 Ø 3/4" @ 10 cm



DISEÑO DE ZAPATA CONECTADA

Diseñar la zapata conectada que soportara las columnas mostradas en la figura . La capacidad portante admisible del suelo es qa = 2.0 kg/cm2 . Considere fy = 4200 kg/cm2 , f'c = 175 kg/cm2 para la cimentacion

DATOS:

Zapata		Acero			
f'c =	175 kg/cm²	fy =	4200 kg/cm²	S/C =	500 kg/m²
Columna		Suelo			
f'c =	210 kg/cm²	Df =	1.80 m	Lc =	550 cm
b1 =	50 cm	γ m =	1800 kg/m³	db =	1.91 cm
t1 =	50 cm	γ c =	2400 kg/m³		
b2 =	40 cm	qa =	2.00 kg/cm²		
t2 =	50 cm	db =	1.91 cm		

COL	SECCION	REFUERZO	PD (tn)	PL (tn)
1	50 x 50	8 Ø 3/4"	50	30
2	40 x 50	9 Ø 3/4"	40	24

1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA Y VIGA DE CIMENTACION

ZAPATA EXTERIOR

$$Ld = \frac{0.06 \cdot db \cdot fy}{\sqrt{f'c}}$$

Ld = 0.06x1.91x4200/(175^(1/2)) = 40.51 cm

Ld = 40 cm

hc = Ld + r.se = 55

hm = Df - hc

ld >= 0.004 * db * fy

Ld >= 0.004x1.91x4200 = 32.09 cm

Ld = 32 cm

Página 1

Cálculo del peralte de la zapata (hc):

hc = Ld + 15 = hc = 55 cm

ht = Df - hc = ht = 101 cm

Cálculo de la presión neta del suelo (qn)

qn = qa - γm*hm - γc*hc - s/c

qn = 2.4-(1800x10^-06)x(101)-(2400x10^06)x(59)-(500x10^04) =

qn = 1.03 kg/cm2

CALCULO DE P'2 : Tanteo e = 57 cm

$$P'2 = \frac{P1 \cdot e}{L} = \frac{(PD + PL) \times e}{Lc - e} = \frac{(50 + 30) \times 1000 \times 57}{550 - 57} = 9249.49$$

P'2 = 9249.4 kg

$$Az = \frac{Ps}{qn} \qquad Az = \frac{P1 + P'2}{qn} = 54868.437 \text{ cm2}$$

A = 2 x(b)'2 = 54868.44 b = 165 cm

nuevo e = $\frac{b}{2} - \frac{t}{2}$ e = 58

P1 = 9431

P'2 = 54980

A = 2 x(b)'2 = 54980 b = 165

b= 165 tomamos

h=2b

h= 330

Tomamos b = 165 cm ——> A = 165 x 330 e = 57 cm

ZAPATA EXTERIOR:

$Ld = \frac{0.08 \times db \times fy}{\sqrt{f'c}}$ Ld = 0.08x1.91x4200/(175^(1/2)) = 49 cm

Ld = 49 cm

hc = Ld + r.ee + Øb

hm = Df - hc

$Ld = 0.004 * ab * fy$ Ld = 0.004x1.91x4200 = 32 cm

Ld = 32 cm

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

hc = Ld + 10 = hc = 60 cm

ht = Df - hc = ht = 100 cm

Cálculo de la presión neta del suelo (qm)

qn = qa - γm*hm - gc*hc - s/c ⇒ qn = 2.4-(1700x(E^-06)x(120)-(2400x(E-06)x(60)-(500x(E-04)

qn = 2.00 kg/cm2

CALCULO DE P'2 : Tanteo e = 71 cm

$P'2 = \frac{P1 \times e}{L} = \frac{(PD + PL) \times e'}{Lc - e} = \frac{(40 + 24) \times 1000 \times 50}{550 - 50} = 9408$

P'2 = 9408.0 kg

$Az = \frac{Ps}{qn}$ $Az = \frac{P2 + P'2}{qn}$ = 36743 cm2

A = (b)^2 = 36743.00 b = 192 ➡ usamos b = 155 cm

nuevo e = $\frac{b}{2} - \frac{t}{2}$ 71 ➡ P'1 = 9408

44743

b = 150

Página 2

b = 150 A2 = (150 x 150)

VIGAS DE CIMENTACION

$h = \frac{Lc}{7} = \frac{550}{7}$ h = 71 cm

$b = \frac{P1}{2t \times Cc}$ b = 40 cm

SECCION:
50 x 80

DISEÑO DE LA VIGA DE CONEXION

Wv = b x h x γc = 960 kg/m Mu = P'2 x L + Wv x (L^2)/2 = 7250000

Mu = 7250000 kg-cm

Øb (3/4") = 1.91 rec = 7.50

B = 50 cm

d = 79.00 cm2

a = 5.00 cm (Valor Asumido)

As = Mu / (Ø * fy * (d - a/2))

a = As x fy / (0.85 x f'c x b)

As mín = 0.8 x (f'c^0.5) x B * d / fy

As > As mín OK !!

Varilla (n) = As / Asb

Espaciam = (B - 2*r.e - Øs) / (n - 1)

As = 25.07 cm2

a = 14.15 cm

Asb (1") = 2.54 cm2

Varilla (n) = 11

Espaciam = 3 cm

As = 28.81 cm2 ➡ 11 Ø 1" @ 3 cm

As min = 9.95 cm2 | 11 Ø 1" @ 3 cm

As = As min | Ok!!

VERIFICACION POR CORTE

Vu = P.2 - Wv x L / L | Vu = 21982 KG | Vu = Ø Vc

APORTE DEL CONCRETO

Vc = 0.53 x Ø' c *0.5) x b x d = 23340 | Ok!!

DISEÑO DE LA ZAPATA EXTERIOR

ZAPATA EXTERIOR

qn = Pu / Ac | qn = #¡DIV/0! kg/cm2

Mu = qnu x B x (L*2) / 2 | Mu = #¡DIV/0!

B = 150 cm2
d = 41 cm2
a = 5.00 cm2
As = #¡DIV/0! cm2
a = #¡DIV/0! cm

As = #¡DIV/ cm2

As min = 13.5 cm2

#¡### Ø 5/8" @ | #¡J cm !!

r.e.e = 7.5 cm
db = 1.59 cm2 (Valor Asumido)

Asb (5/8") = 1.98 cm2
# Varilla (n) = #¡DIV/0!
Espaciam. = #¡D cm

ZAPATA INTERIOR

qn = Pu / Ac | #¡DIV/0!

Mu = qnu x B x (L*2) / 2

L = 100 cm | r.e.e =
B = 250 cm2
d = 51
a = 5 cm (Valor Asumido)
As = #¡DIV cm2
a = #¡Di cm

As = #¡DiV cm2

#Varilla n = 14
Espaciam. = 17.86

As min = 37 cm2

14 Ø 5/8" @

6.- VERIFICACION DE LA CONEXIÓN ZAPATA - COLUMNA(Ø = 0.70)

Columna Exterior

Para la sección A columna = 50 x 50 = 2500 cm2

Página 4

Ø * 0.85 * f'c * As1
A colum = b *t
Pu = (Ø * 0.85 * f'c * A1)
As min = 0.005 * A1
Varilla = As1 / Asb
As col. > As min OK !!

Pu = 121500 kg
A1 = 2500 cm2
Ø * 0.85 * f'c * A1 = 312375 kg

Pu = Ø * 0.85 * f'c * A1 | Ok!!

Varilla (n) = 4

As min = 12.50 cm2
Asb (3/4") = 2.85 cm2
USAR: As1 = 12.50 cm2
As col > As min Ok!!

Columna Interior

Para la sección B columna = 50 x 50 = 2500 cm² (COLUMNA)

Ø * 0.85 * f'c * As1
A colum = b *t
Pu = (Ø * 0.85 * f'c * A1)
As min = 0.005 * A1
Varilla = As1 / Asb
As col. > As min OK !!

Pu = 96800 kg
A1 = 2000 cm2
Ø * 0.85 * f'c * A1 = 249900 kg

Pu = Ø * 0.85 * f'c * A1

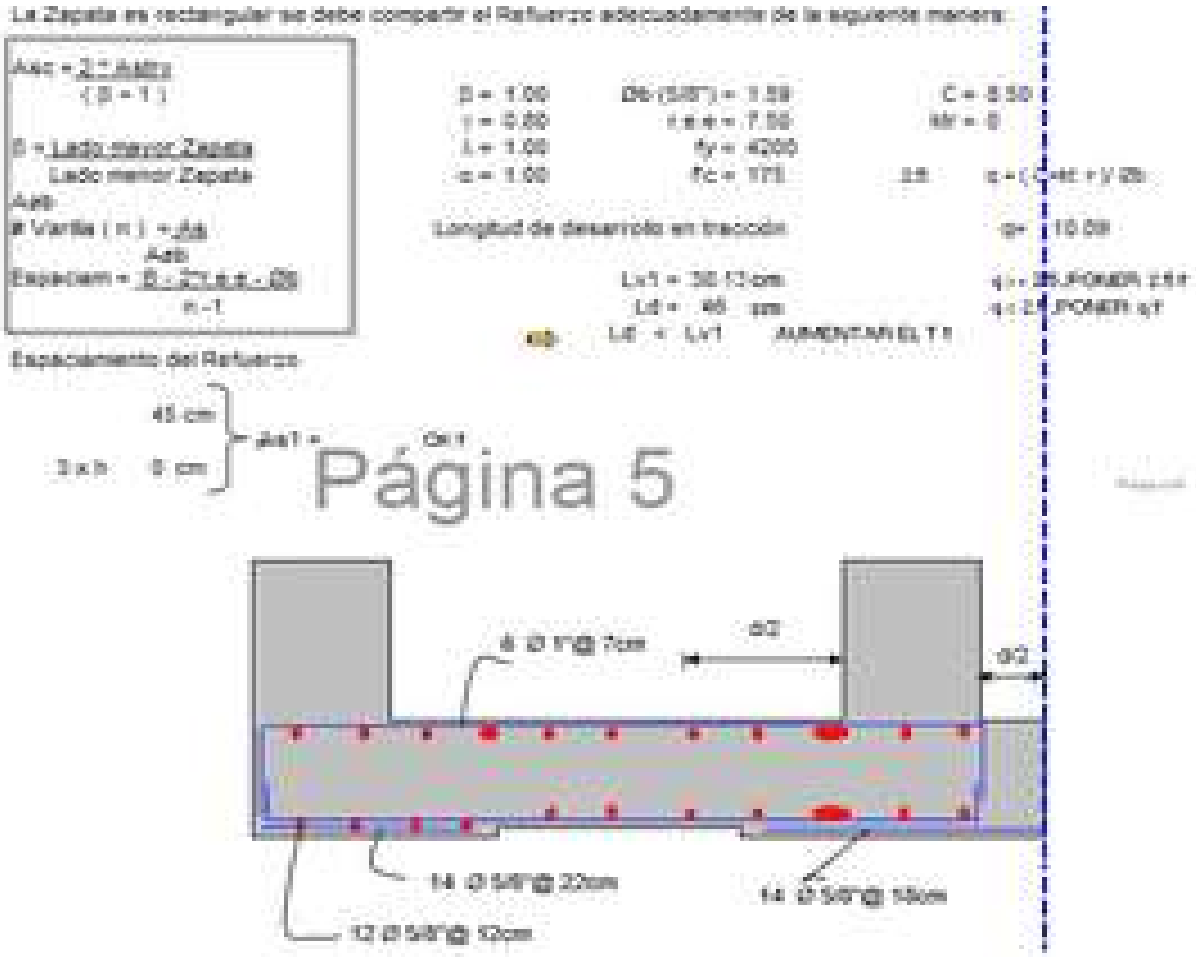
Varilla (n) = 4
Asb (3/4") = 2.85 cm2
USAR: As1 = 10.00 cm
Ok!!

As min = 10.00 cm2
As col > As min Ok!!

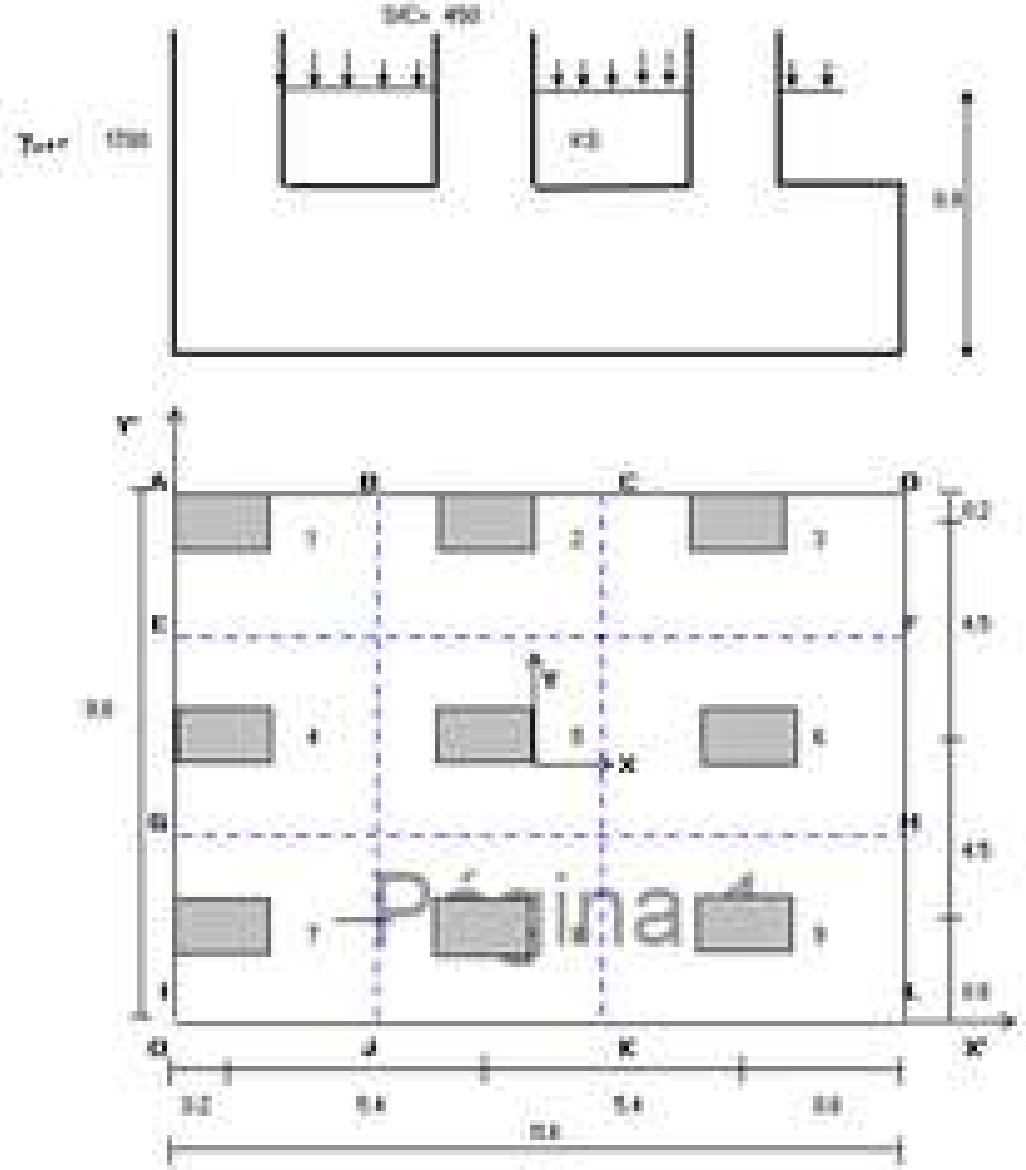
Longitud de desarrollo en Traccion (Ld)

ld = Øc * fy * αe * β * γ * λ / (3.54 * f'c^0.5 * (C + Ktr / db)) < Lv1

Lv1 = Lv - r.e.e


La Zapata es rectangular se debe comparar el Refuerzo adecuadamente de la siguiente manera:
Página 5

DISEÑO DE LOSA DE CIMENTACION



Página

DATOS

COLUMNA	P_D (ton)	P_L (ton)	P_U
1	45	25	70
2	60	30	90
3	60	30	90
4	60	30	90
5	100	40	140
6	70	30	100
7	60	30	90
8	70	30	100
9	60	30	50
	585	275	860

$F'c$ =	210	kg/cm²
F_y =	4200	kg/cm²
γc=	2400	kg/m³
q_a =	1.4	kg/cm²
K_s =	1	kg/cm³
S/C=	400	Kg/m²
γ_{prom}=	1700	kg/m³

1.- CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA

METODO DE DISEÑO ASUMIENDO t= 50 cm.

$$l = \sqrt[4]{\frac{3K_s}{Et^3}} \qquad E = 15000\sqrt{F'c}$$

l= 0.003242 m⁻¹ ⟶ l= 0.003240 m⁻¹

$\frac{1.75}{\lambda}$ = 5.401 Lc= 5.4

Lc= 4.5

Se debe cumplir la siguiente condición:

1.75/λ ≤ Lc METODO RIGIDO

AREA DE LOSA

A_r= B * L = 113.400 m²

B= 15.6 m.

L= 9.8 m.

PRESIONES DEL SUELO

$q_u = q_a - \gamma_c * h_c - \gamma_s * h_s - S/C$

q_u= 1.167 kg/cm²

Ct= 90 cm.

rec= 40 cm.

2.-PRESION POR DEBAJO DE PUNTOS PERIMETRALES

$X = \frac{\Sigma P_i X_i}{P_r}$ $ex = X - L/2$

X= 578.84 cm. X = 579 cm.

$Y = \frac{\Sigma P_i Y_i}{P_r}$ ex = -1 cm.

Y= 494.30 cm. Y = 494 cm.

ey= Y - L/2 ey = 4 cm.

Entonces:

q = (Pu/a) + - (MyX / Iy) + - (MxY / Ix)

Donde:

Pu= 1208.000 kg

Ix= BL³/12 = 905.818.800 cm⁴ Ix= 905.818.800 cm⁴

Iy= LB³/12 = 1274.731.53 Iy= 1274.731.5 m⁴

Página 2

ENTONCES:

$$q = \frac{120000}{(960)(1160)} + \frac{120000x}{1.275*10^{7}} + \frac{5148000y}{9.696*10^{10}}$$

$$q = 1.132 + -0.00001x + -0.00005y$$

PuiA = 1.1317 PuiA = 1.132

3.-PROCESAMOS LA TABLA

PUNTO	PuiA	X(cm.)	0.00001X	Y(cm.)	0.00005y	q(kg/cm²)
A	1.132	-580	0.006	490	0.029	1.167
B	1.132	-290	0.003	490	0.029	1.164
C	1.132	290	-0.003	490	0.029	1.159
D	1.132	580	-0.006	490	0.029	1.156
E	1.132	-580	0.006	245	0.015	1.153
F	1.132	580	-0.006	245	0.015	1.141
G	1.132	-580	0.006	-205	-0.012	1.126
H	1.132	580	-0.006	-205	-0.012	1.114
I	1.132	-580	0.006	-490	-0.029	1.108
J	1.132	-290	0.003	-490	-0.029	1.106
K	1.132	290	-0.003	-490	-0.029	1.109
L	1.132	580	-0.006	-490	-0.029	1.097

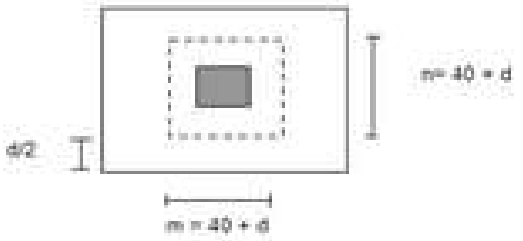
4.-COMPARAMOS LAS PRESIONES CALCULADAS CON LA PRESION NETA DEL SUELO

$q_i < q_n$ ⟷ SI CUMPLE

5.-CALCULAMOS EL PERALTE DE LA LOSA A PARTIR DEL CORTE POR PUNZONAMIENTO

COLUMNA 5

$Vu = Pu - (q_{nu} * m * n)$

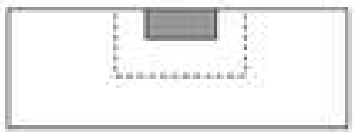


Vu= 1.4*100000 +1.7*40000 -1.167*(40+d)*(40+d)
Vu=

$Vc = 1.1\sqrt{F'c} * b_o * d$

Vc=1.1√210*4(40+d)
ØVc=

Igualamos Vu = ØVc



COLUMNA 2

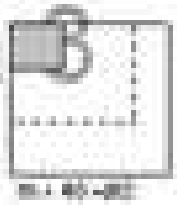
$Vu = Pu - (q_{nu} * m * n)$

Vu= 1.4*60000 +1.7*30000 -1.167*(40+d)*(40+d/2)

Página

COLUMNA 1

$$Vu = Pu \cdot (q_{ult} - m \cdot \sigma)$$



$$Vu = 1.5 \cdot f'c \cdot b_o \cdot d$$

$$Vu = 1.5 \cdot 280 \cdot 200 \cdot 0.85$$

$$\phi Vn$$

Igualamos Para Vu

$$Vu = 1.5 \cdot f'c \cdot b_o \cdot d$$

$$Vu = 1.5 \cdot 280 \cdot 240 \cdot 0.85$$

$$\phi Vn = 856.80 \cdot 0.85\phi$$

Igualamos Para Vu

$$0.85\phi^2 + 856.80 \cdot 0.85\phi = 0$$

Si $\phi = 55$ ⟶

$$M = 65$$

VERIFICAMOS LA CONDICION DE DISEÑO

$$L = \sqrt{\phi \cdot \frac{2K}{E\delta^2}} \qquad E = 15000\sqrt{f'c}$$

$$L = 0.002063\ m^3 \longrightarrow L = 000000\ m^3$$

$$\frac{1.5\%}{k} = 0.579\ m \qquad L = 5.4 \qquad L = 4.5$$

Se debe cumplir la siguiente condición:

1.5%·L< L<

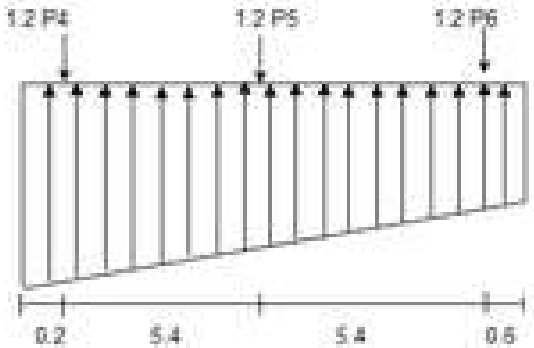
METODO RIGIDO

5. CALCULAMOS LAS FUERZAS DE AMPLIFICACIÓN DE CARGA Y PARA CADA FRANJA.

FRANJA	q	q prom.	b	L	P	ΣP	ΣP	F
A B C D E F	1167 1164 1163 1158 1157 1141	1164	245	960	P1 P2 P3	375000.0	352000	0.934 1
E F H G	1157 1141 1138 1125	1132	450	960	P4 P5 P6	480000.00	541795	1.101
G H I J K L	1125 1138 1150 1154 1150 1137	1094	295	960	P7 P8 P9	419000.00	382153	0.937 1
A B J I G E	1167 1164 1156 1150 1125 1157	1172	290	960	P1 P4 P7	378500.00	344351	0.936 1
B C J K	1164 1163 1156 1150	1152	540	960	P2 P5 P8	480000.00	541589	1.109
C D F H K L	1163 1158 1141 1138 1150 1137	1127	330	960	P3 P6 P9	419000.00	399841	0.926

Página 4

Elevamos el diseño de la losa considerando por cuestiones académicas una sola franja central EF'GH, en primer lugar determinamos el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores a partir del modelo estructural.



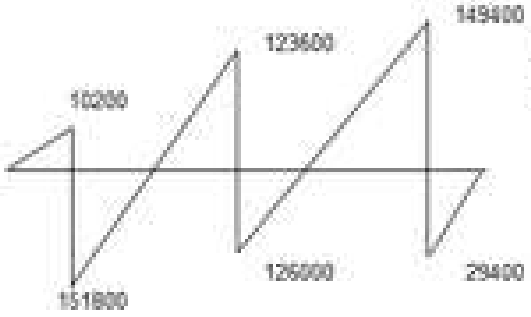
$$q1 = b \times \frac{(qe + qg)}{2}$$

$$q1 = 450 \times \frac{(1.153 + 1.126)}{2} = 513$$

$$q2 = b \times \frac{(qf + qh)}{2}$$

$$q2 = 450 \times \frac{(1.141 + 1.114)}{2} = 507$$

$$q = 550$$



1.2 x P4 =	1.2 x(1.4x60000+1.7x30000) =	162000
1.2 x P5 =	1.2 x(1.4x100000+1.7x80000) =	245600
1.2 x P6 =	1.2 x(1.4x70000+1.7x30000) =	178800

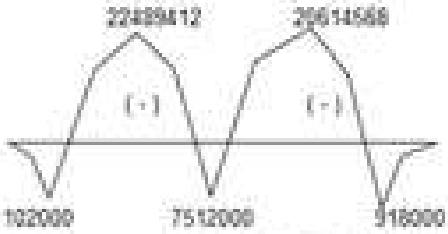
Verificacion por Flexion

Vu = 151800 - 5107(20 + 56) = 113040

Vc = 0.53 x(210 ^.5) x b x d =

ØVc =164515

Vu < ØVc OK



Refuerzo superior

Mu =	22489412	kg -cm
a =	5	cm
AS =	111.21	cm2
a =	5.81	cm
AS =	112.06	cm2

(23 Ø 1" @ 20 cm)

Asmin = 0.0018 x b x h = 52.65 cm2

Página 5

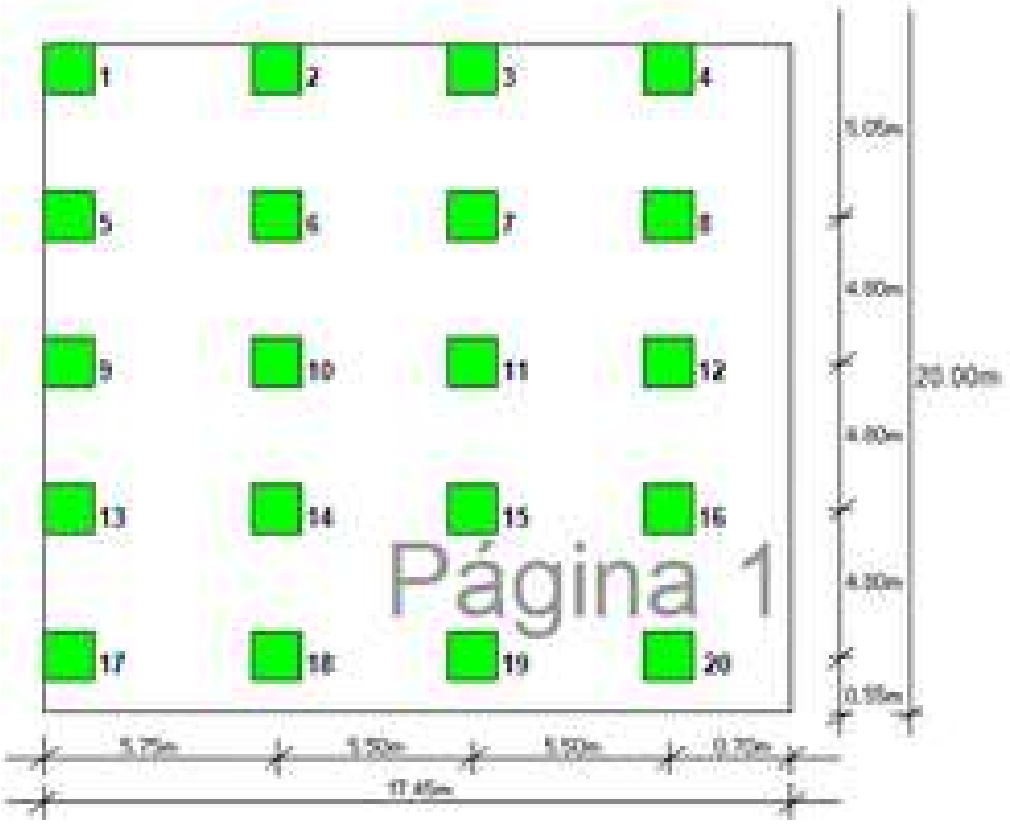
Refuerzo Inferior

Mu =	7512000	kg -cm
a =	1.94	cm
AS =	36.11	cm2
a =	5.81	cm
AS =	37.43	cm2

Asmin = 0.0018 x b x h = 52.65 cm2

(19 Ø 3/4" @ 25 cm)

Diseñar la losa de cimentación mostrada considerando un suelo de capacidad portante admisible qa = 1.2 kg/cm². Todas las columnas son cuadradas de 50 cm x 50 cm. La profundidad de cimentación es de 1.10 m., el peso especifico del suelo es g = 1650 kg/m³ y la sobrecarga s/c = 500 kg/m² , fy = 4200 kg/cm² , f'c = 210 kg/cm² y ks = 8 kg/cm³.



Página 1

CUADRO DE CARGAS		
COLUMNA	Toneladas	
	PD	PL
1	40	15
2 - 3	60	30
4	50	25
5 - 9 - 13	70	30
6 - 7	140	70
10 - 11	160	75
14 - 15	160	85
8 - 12 - 16	90	40
17	80	35
18 - 19	85	40
20	100	45

SOLUCION

qa =	1.2 kg/cm²	γs =	0.00185 kg/cm³
b_{col} =	50 cm	s/c =	0.96 kg/cm²
t_{col} =	50 cm	fy =	4200 kg/cm²
Df =	110 cm	f'c =	210 kg/cm²
Ks =	8 kg/cm³	μ =	0.25
E =	217371 kg/cm²	γc =	0.0024 kg/cm³

CALCULO DEL AREA DE LA LOSA Y EL ESPESOR

A= 20.00*17.45 m2

A = 349.00 m2

Método a usar

$$L = \sqrt{\frac{3 \times Ks}{E \times t^3}}$$

Lc = { 550 cm
480 cm

Si $Lc < \frac{1.75}{\lambda} \Rightarrow$ METODO RIGIDO

$Lc > \frac{1.75}{\lambda} \Rightarrow$ METODO FLEXIBLE

Tabulando :

Página 1

t	λ	1.75/λ			
10	0.018228569	96	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
20	0.010938772	161	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
30	0.007956715	219	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
40	0.006444772	272	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
50	0.005451614	321	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
60	0.004754875	368	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
70	0.004235738	413	→	METODO FLEXIBLE	FALSO
					FALSO

CALCULO DE LA PRESION NETA

Asumiendo

t = 50.00 cm

qn = qa - ϒ x ht - γc x hc - s/c

qn = 1.2 - 1650E-6 (110 - 50) - 2400E-6 (50) - 500E-4

qn = 0.931 kg/cm²

Verificación por punzonamiento

$Vu = Pu - qn \times m \times n$

$Vc = 1,1 \sqrt{f'c} \times b_o \times d$

COLUMNA 1



$Vu = 1,4 \times 40000 = 1,7 \times 15000 - 0,931 \times (50 + d/2) \times (50 + d/2)$

$Vu = 81500 - 0,931 \times (2500 + 50\ d + 0,25\ d^2)$ **(α)**

$Vc = 1,10 \sqrt{210} \times 2\ (50 + d/2)\ d$

$Vc = 31,881 \times (50\ d + 0,50\ d^2)$

$\phi\ Vc = 27,099 \times (50\ d + 0,50\ d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

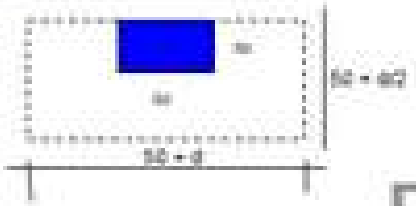
$27,099 \times (50\ d + 0,50\ d^2) = 81500 - 0,931 \times (2500 + 50\ d + 0,25\ d^2)$

$1354,94\ d + 13,55\ d^2 = 81500 - 2327,50 - 46,55\ d - 0,23\ d^2$

$d^2 + 101,70\ d - 5745,46 = 0$

$\Rightarrow \quad d = 40,43\ cm$ NO OK !

COLUMNA 2 - 3



Página 2

$Vu = 1,4 \times 60000 + 1,7 \times 30000 - 0,931 \times (50 + d/2) \times (50 + d/2)$

$Vu = 135000 - 0,931 \times (2500 + 75\ d + 0,5\ d^2)$ **(α)**

$Vc = 1,10 \sqrt{210} \times ((50 + d) + (50 + d/2) \times 2) \times d$

$Vc = 15,941 \times (150\ d + 2\ d^2)$

$\phi\ Vc = 13,549 \times (150\ d + 2\ d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

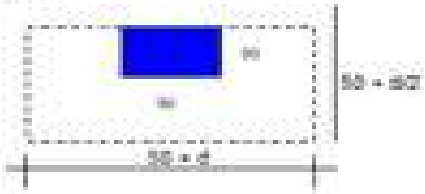
13.549 x (150 d + 2 d²) = 135000 - 0,931 x (2500 + 75 d + 0,5 d²)

2032,35 d + 27,098 d² = 135000 - 2327,50 - 69,825 d - 0,466 d²

d² + 76,27 d - 4813,25 = 0

→ d = 41,63 cm NO OK !

COLUMNA 4



Vu = 1,4 x 50000 + 1,7 x 25000 - 0,931 x (50 + d) x (50 + d/2)

Vu = 112500 - 0,931 x (2500 + 75 d + 0,5 d²) *(α)*

Vc = 1,10 √ 210 x ((50 + d) + (50 + d/2) x 2) x d

Vc = 15,941 x (150 d + 2 d²)

ø Vc = 13.549 x (150 d + 2 d²) *(β)*

Igualando (α) y (β), tenemos:

13.549 x (150 d + 2 d²) = 112500 - 0,931 x (2500 + 75 d + 0,5 d²)

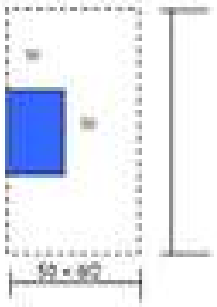
2032,35 d + 27,098 d² = 112500 - 2327,50 - 69,825 d - 0,466 d²

d² + 76,27 d - 3996,97 = 0

→ d = 36,7 cm OK !

Página 3

COLUMNA 5 - 9 - 13



$V_u = 1{,}4 \times 70000 + 1{,}7 \times 30000 - 0{,}931 \times (50 + d) \times (50 + d/2)$

$V_u = 149000 - 0{,}931 \times (2500 + 75\,d + 0{,}5\,d^2)$ **(α)**

$V_c = 1{,}59 \sqrt{210} \times ((50 + d) + (50 + d/2) \times 2) \times d$

$V_c = 15.941 \times (150\,d + 2\,d^2)$

$\phi V_c = 13.549 \times (150\,d + 2\,d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

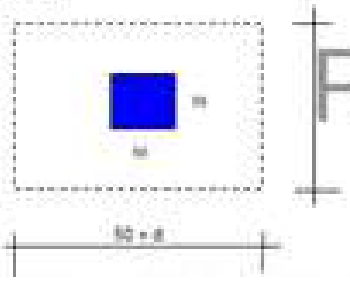
$13.549 \times (150\,d + 2\,d^2) = 149000 - 0{,}931 \times (2500 + 75\,d + 0{,}5\,d^2)$

$2032{,}35\,d + 27.098\,d^2 = 149000 - 2327{,}50 - 69{,}825\,d - 0{,}466\,d^2$

$d^2 + 76{,}27\,d - 5321{,}16 = 0$

$\rightarrow \quad d = 44{,}18$ cm NO OK !

COLUMNA 8 - 7



Página 4

$V_u = 1{,}4 \times 140000 + 1{,}7 \times 70000 - 0{,}931 \times (50 + d) \times (50 + d)$

$V_u = 315000 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$ **(α)**

$V_c = 1{,}10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$

$V_c = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$

$\phi V_c = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

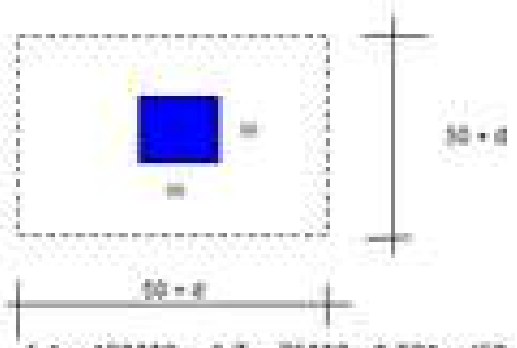
$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 315000 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$

$2709{,}80\,d + 54.196\,d^2 = 315000 - 2327{,}50 - 93{,}10\,d - 0{,}931\,d^2$

$d^2 + 50{,}84\,d - 5571{,}85 = 0$

$\rightarrow \quad d = 54{,}87$ cm NO OK !

COLUMNA 10 - 11



$$Vu = 1.4 \times 160000 + 1.7 \times 75000 - 0.931 \times (50 + d) \times (50 + d)$$

$$Vu = 351500 - 0.931 \times (2500 + 100\,d + d^2) \quad (\alpha)$$

$$Vc = 1.10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$$

$$Vc = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$$

$$\phi Vc = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) \quad (\beta)$$

Igualando (α) y (β), tenemos:

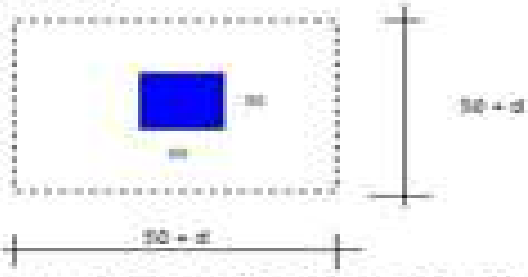
$$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 351500 - 0.931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$$

$$2709.80\,d + 54.196\,d^2 = 351500 - 2327.50 - 93.10\,d - 0.931\,d^2$$

$$d^2 + 50.84\,d - 6333.97 = 0$$

Página 5

COLUMNA 14 - 15



$$Vu = 1.4 \times 160000 + 1.7 \times 85000 - 0.931 \times (50 + d) \times (50 + d)$$

$$Vu = 368500 - 0.931 \times (2500 + 100\,d + d^2) \quad (\alpha)$$

$$Vc = 1.10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$$

$$Vc = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$$

$$\phi Vc = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) \quad (\beta)$$

Igualando (α) y (β), tenemos:

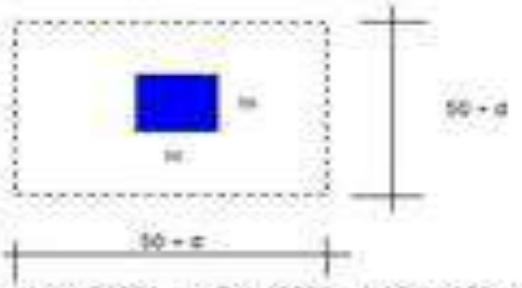
$$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 368500 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$$

$$2709{,}80\,d + 54{,}196\,d^2 = 369500 - 2327{,}50 - 93{,}10\,d - 0{,}931\,d^2$$

$$d^2 + 50{,}84\,d - 6642{,}34 = 0$$

→ d = 59,95 cm NO OK !

COLUMNA E - 12 - 16



$$Vu = 1{,}4 \times 90000 + 1{,}7 \times 40000 - 0{,}931 \times (50 + d) \times (50 + d)$$

$$Vu = 194000 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2) \quad (\alpha)$$

$$Vc = 1{,}10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$$

$$Vc = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$$

$$\phi\,Vc = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) \quad (\beta)$$

Página 6

Igualando (α) y (β), tenemos:

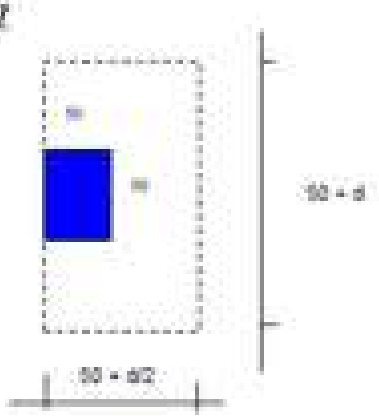
$$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 194000 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$$

$$2709{,}80\,d + 54{,}196\,d^2 = 194000 - 2327{,}50 - 93{,}10\,d - 0{,}931\,d^2$$

$$d^2 + 50{,}84\,d - 3476{,}93 = 0$$

→ d = 38,79 cm OK !

COLUMNA 17



$V_u = 1{,}4 \times 80000 + 1{,}7 \times 35000 - 0{,}931 \times (50 + d) \times (50 + d/2)$

$V_u = 171500 - 0{,}931 \times (2500 + 75\,d + 0{,}5\,d^2)$ **(α)**

$V_c = 1{,}10 \sqrt{210} \times ((50 + d) + (50 + d/2) \times 2) \times d$

$V_c = 15.941 \times (150\,d + 2\,d^2)$

$\phi V_c = 13.549 \times (150\,d + 2\,d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

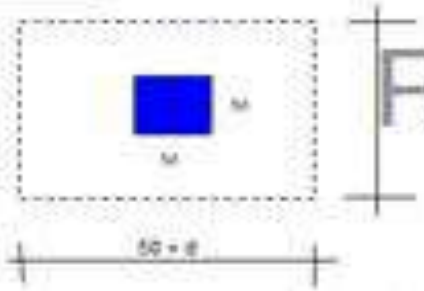
$13.549 \times (150\,d + 2\,d^2) = 171500 - 0{,}931 \times (2500 + 75\,d + 0{,}5\,d^2)$

$2032{,}35\,d + 27.098\,d^2 = 171500 - 2327{,}50 - 69{,}825\,d - 0{,}466\,d^2$

$d^2 + 76{,}27\,d - 6137{,}44 = 0$

→ $d = 49{,}00$ cm NO OK !

COLUMNA 18 - 19



Página 7

$V_u = 1{,}4 \times 85000 + 1{,}7 \times 40000 - 0{,}931 \times (50 + d) \times (50 + d)$

$V_u = 187000 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$ **(α)**

$V_c = 1{,}10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$

$V_c = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$

$\phi V_c = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

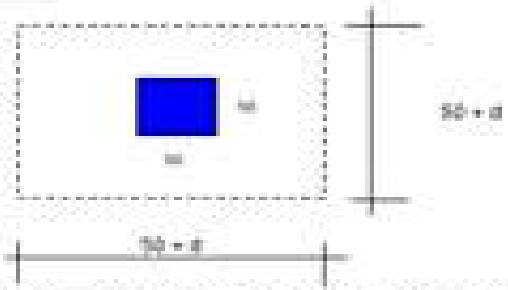
$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 187000 - 0{,}931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$

$2709{,}80\,d + 54.196\,d^2 = 187000 - 2327{,}50 - 93{,}10\,d - 0{,}931\,d^2$

$d^2 + 50{,}84\,d - 3349{,}95 = 0$

→ $d = 37{,}79$ cm OK !

COLUMNA 20



$$Vu = 1.4 \times 100000 + 1.7 \times 45000 - 0.931 \times (50 + d) \times (50 + d)$$

$$Vu = 216500 - 0.931 \times (2500 + 100\,d + d^2) \qquad (\alpha)$$

$$Vc = 1.10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$$

$$Vc = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$$

$$\phi\,Vc = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) \qquad (\beta)$$

Igualando (α) y (β), tenemos:

$$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 216500 - 0.931 \times (2500 + 100\,d + d^2)$$

$$2709.80\,d + 54.196\,d^2 = 216500 - 2327.50 - 93.10\,d - 0.931\,d^2$$

$$d^2 + 50.84\,d - 3985.07 = 0$$

Página 8

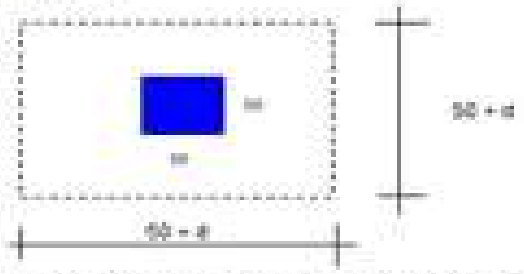
$$\rightarrow \quad d = 41.89 \text{ cm} \qquad \text{NO OK !}$$

$$\Rightarrow \quad t = 70 \text{ cm}$$

$$qn = 1.2 - 1650E\text{-}6\,(110 - 70) - 2400E\text{-}6\,(70) - 500E\text{-}4$$

$$qn = 0.916 \text{ kg/cm}^2$$

COLUMNA 14 - 15



$$Vu = 1.4 \times 160000 + 1.7 \times 85000 - 0.916 \times (50 + d) \times (50 + d)$$

$$Vu = 368500 - 0.916 \times (2500 + 100\,d + d^2) \qquad (\alpha)$$

$$Vc = 1.10 \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times d$$

$$Vc = 15.941 \times (200\,d + 4\,d^2)$$

$\phi Vc = 13.549 \times (200\,d + 4\,d^2)$ **(β)**

Igualando (α) y (β), tenemos:

$13.549 \times (200\,d + 4\,d^2) = 368500 - 0.915 \times (2500 + 100\,d + d^2)$

$2709.80\,d + 54.196\,d^2 = 368500 - 2290 - 91.60\,d - 0.916\,d^2$

$d^2 + 50.83\,d - 6644.83 = 0$

→ $d =$ 69.97 cm OK !

→ $t =$ 70.00 cm

3.-PROCESAMOS LA TABLA

PUNTO	Pu/A	X(cm.)	0.0001t	Y(cm.)	0.0006y	q(kg/cm²)
A	1.132	-580	0.006	490	0.029	1.167
B	1.132	-290	0.003	490	0.029	1.164
C	1.132	290	-0.003	490	0.029	1.159
D	1.132	580	-0.006	490	0.029	1.156
E	1.132	-580	0.006	245	0.015	1.153
F	1.132	580	-0.006	245	0.015	1.141
G	1.132	-580	0.006	-205	-0.012	1.126
H	1.132	580	-0.006	-205	-0.012	1.114
I	1.132	-580	0.006	-490	-0.029	1.108
J	1.132	-290	0.003	-490	-0.029	1.106
K	1.132	290	-0.003	-490	-0.029	1.100
L	1.132	580	-0.006	-490	-0.029	1.097

Página 9

4.-CALCULAMOS EL FACTOR DE AMPLIFICACION DE CARGA F PARA CADA FRANJA

FRANJA	R	0.9*DH	N	L	F	TP	CP	F
A	1.167	1.1569	240	1160	P1	628450000.0	313369348	0.500
B	1.164				P2			1
C	1.159				P3			
D	1.156							
E	1.153							
F	1.147							
E	1.153	1.1332	410	1160	P4	628450000.00	313520788	0.500
F	1.141				P5			1
H	1.134				P6			
G	1.126							
G	1.126	1.1084	280	1160	P7	628450000.00	313408213	0.500
H	1.134				P8			1
I	1.108				P9			
J	1.105							
K	1.100							
L	1.097							
A	1.167	1.1372	290	980	P1	0.00	161600.857	0.500
B	1.164				P4			1
J	1.108				P7			
I	1.105							
G	1.126							
E	1.153							
B	1.164	1.1322	340	980	P2	628450000.00	313524580	0.500
C	1.159				P5			
J	1.105				P8			
K	1.100							
C	1.159	1.1277	330	980	P3	628450000.00	313407349	0.500
D	1.156				P6			
F	1.141							
H	1.134							
K	1.100							
L	1.097							

Página 10

Anexo 4: Ficha de campo-calicatas

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	2
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha de emisión	15/11/2025

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D420

REFERENCIA	: *Resultados de campo y laboratorio*
SOLICITANTE	: *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maurla Chávez*
TESIS	: *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
UBICACIÓN	: *Huacho - Huaura*
CALICATA	: *C-1* — *Fecha de ensayo:* *10/11/2025*
PROFUNDIDAD	: *1.50 m*

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0.10		Relleno	-	-	-
0.20					
0.30					
0.40		Arena bien graduada con limo y grava, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 1" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-1	SW-SM	A-1-a (1)
0.50					
0.60		Grava pobremente graduada, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 1 1/2" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-2	GP	A-1-a (1)
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10		Grava pobremente graduada con limo y arena, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 1" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-3	GP-GM	A-1-a (1)
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

No se encontró la presencia de napa freática a

OBSERVACIONES:

* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de GEOCONTROL PERU SAC.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 209741	Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	2
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha de emisión	15/11/2025

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D420

REFERENCIA	*Resultados de campo y laboratorio*
SOLICITANTE	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulla Chávez*
TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
CALICATA	*C-2* — ***Fecha de ensayo:*** *11/11/2025*
PROFUNDIDAD	*1.50 m*

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30		**Relleno**	-	-	-
0.40 0.50		**Arena bien graduada con limo y grava, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 1" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.**	**M-1**	**SW-SM**	**A-1-a (1)**
0.60 0.70 0.80 0.90 1.00		**Grava pobremente graduada, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 1 1/2" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.**	**M-2**	**GP**	**A-1-a (1)**
1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		**Grava pobremente graduada con limo y arena, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 1" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.**	**M-3**	**GP-GM**	**A-1-a (1)**

No se encontró la presencia de napa freática a

OBSERVACIONES:

* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de GEOCONTROL PERU SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine E. Jurado Rodríguez JEFE DE LABORATORIO	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha de emisión	15/11/2025

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D420

REFERENCIA	*Resultados de campo y laboratorio*
SOLICITANTE	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulfa Chávez*
TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
CALICATA	*C-3* — ***Fecha de ensayo:*** *11/11/2025*
PROFUNDIDAD	*1.50 m*

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0.10 – 0.30 – 0.30		Relleno	-	-	-
0.40 – 0.50 – 0.60 – 0.70 – 0.80 – 0.90		Arena limosa con grava, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 3/4" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-1	SM	A-1-b (0)
1.00 – 1.10 – 1.20 – 1.30 – 1.40 – 1.50		Grava pobremente graduada, en condición húmeda, con gravas de tamaño máximo de 2" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-2	GP	A-1-a (1)

No se encontró la presencia de napa freática a

OBSERVACIONES:

* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de GEOCONTROL PERU SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Ramírez Rodríguez TEC. DE LABORATORIO	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	2
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha de emisión	15/11/2025

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D420

REFERENCIA	*Resultados de campo y laboratorio*		
SOLICITANTE	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez*		
TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*		
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*		
CALICATA	*C-4*	***Fecha de ensayo:***	*11/11/2025*
PROFUNDIDAD	*1.50 m*		

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0.10		Relleno	-	-	-
0.20					
0.30					
0.40		Arena limosa con grava, en condición húmeda, con graves de tamaño máximo de 3/8" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-1	SM	A-1-b (0)
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00		Grava pobremente graduada, en condición húmeda, con graves de tamaño máximo de 2" y angulosas. La fracción fina no presenta plasticidad.	M-2	GP	A-1-a (1)
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

→ No se encontró la presencia de napa freática a

OBSERVACIONES:

* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de GEOCONTROL PERU SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Ing. Jhonny R. Tarazo Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-009.01
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO	Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	15/11/2025

TESIS	: Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
SOLICITANTE	: Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez
UBICACIÓN	: Huacho - Huaura
Sondaje/Calicata	: C-1
Muestra	: M-3
Profundidad	: 1.00 - 1.50 m

Fecha de ensayo: 14/11/2025

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080/ NTP 339.171

Características de la muestra:

Estado de la muestra	Remoldeado	
Velocidad de corte	0.5	mm/min

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	23.8	mm
Diámetro:	61.0	mm
Área inicial:	29.2	cm²
Densidad Seca:	1.790	g/cm³
Humedad Inic.:	3.4	%
Esf. Normal:	0.46	kg/cm²
Esf. Corte:	0.32	kg/cm²

Deformacion Horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (v/n)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.10	0.02	0.04
0.20	0.04	0.08
0.30	0.04	0.09
0.40	0.07	0.15
0.50	0.09	0.18
1.00	0.09	0.19
1.50	0.14	0.28
2.00	0.17	0.36
2.50	0.22	0.46
3.00	0.24	0.50
4.00	0.27	0.56
6.00	0.32	0.66
8.00	0.31	0.65
10.00	0.28	0.57

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	23.8	mm
Diámetro:	61.0	mm
Área inicial:	29.2	cm²
Densidad Seca:	1.790	g/cm³
Humedad Inic.:	3.4	%
Esf. Normal:	0.87	kg/cm²
Esf. Corte:	0.59	kg/cm²

Deformacion Horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (v/n)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.10	0.16	0.18
0.20	0.19	0.20
0.30	0.21	0.22
0.40	0.24	0.25
0.50	0.27	0.28
1.00	0.32	0.33
1.50	0.38	0.39
2.00	0.42	0.44
2.50	0.45	0.47
3.00	0.49	0.51
4.00	0.55	0.57
6.00	0.58	0.61
8.00	0.58	0.60
10.00	0.58	0.60

ESPECIMEN 3

Altura inicial:	23.8	mm
Diámetro:	61.0	mm
Área inicial:	29.2	cm²
Densidad Seca:	1.790	g/cm³
Humedad Inic.:	3.4	%
Esf. Normal:	1.93	kg/cm²
Esf. Corte:	1.19	kg/cm²

Deformacion Horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (v/n)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.10	0.11	0.06
0.20	0.19	0.10
0.30	0.24	0.13
0.40	0.32	0.17
0.50	0.37	0.19
1.00	0.58	0.30
1.50	0.74	0.38
2.00	0.86	0.45
2.50	0.96	0.50
3.00	1.04	0.54
4.00	1.13	0.59
6.00	1.19	0.61
8.00	1.15	0.59
10.00	1.11	0.57

OBSERVACIONES:

Los tres especimenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N°4.

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Jefferson E. Tarrillo Rodriguez TÉC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 239741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-009.01
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO	Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	15/11/2025

TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
SOLICITANTE	*Miguel Chaniel Valverde Acevedo & Jimmy Arnedor Mauña Chávez*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
Sondaje/Calicata	*C-1*
Muestra	*M-3*
Profundidad	*1.00 - 1.50 m*

Fecha de ensayo: 14/11/2025

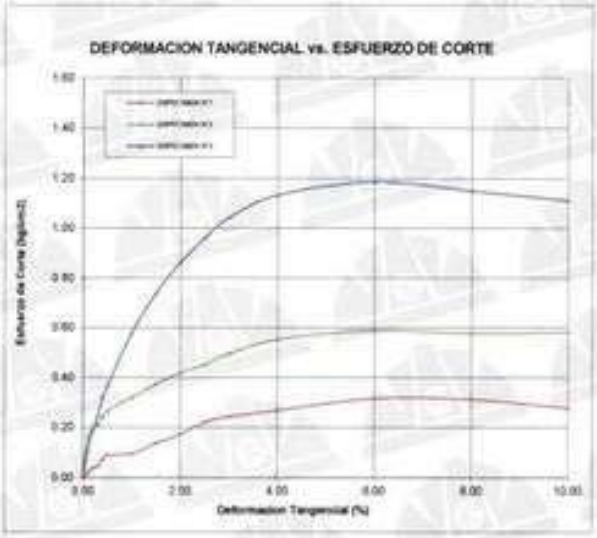
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080/ NTP 339.171

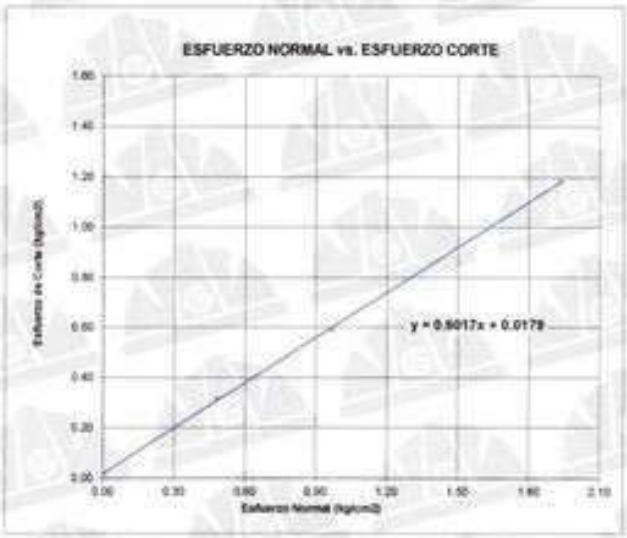
Velocidad de corte: 0.5 mm/min

PARÁMETROS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo Normal (σ3)	kg/cm²	0.48	0.97	1.93
Esfuerzo cortante	kg/cm²	0.317	0.589	1.186

GRÁFICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS RESISTENTES





PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE

Cohesión	0.02	kg/cm2
Ángulo de fricción	31.0	°

OBSERVACIONES:

Los tres especimenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N°4.

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Ing. Jaime R. Tarifeño Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES, SULFATOS, CLORUROS y pH EN SUELOS	Código	FOR-LSR-QU-50
		Revisión	1
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha	4/02/2024

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

NTP 339.152/ NTP 339.177/ NTP 339.178/ NTP 339.176/ AASHTO T290/ AASHTO T291

REFERENCIA	*Datos de Laboratorio*
SOLICITANTE	*Miguel Chariel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maurla Chávez*
TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Ataleya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
CALICATA	*C-1*
MUESTRA	*M-3*
PROFUNDIDAD	*1.00 - 1.50 m*

Fecha de ensayo: *14/11/2025*

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	**28790**	**2.879**	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	**5050**	**0.505**	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	**18750**	**1.875**	NTP 339.177/ AASHTO T291
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	--		NTP 339.176

INDICACIONES:

* Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (60°C).

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERÚ Y SERVICIO S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS : *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*

SOLICITANTES : *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauricio Chávez*

UBICACIÓN : *Huacho - Huaura*

Calicata : *C-1*

Muestra : *M-1 (Patrón)*

Profundidad : *0.30 - 0.50 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	98.63	
3/4"	19.050	90.94	
1/2"	12.700	84.30	
3/8"	9.530	71.84	
N° 4	4.750	56.53	
N° 10	2.000	38.73	
N° 20	0.850	28.56	
N° 40	0.430	21.29	
N° 60	0.250	17.07	
N° 100	0.150	13.62	
N° 200	0.075	9.57	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		10.7
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
43.5	47.0	9.6
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		SW - SM
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Arena bien gradada con limo y grava		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — SW - SM Arena bien gradada con limo y grava

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES Ing. Jhonatan R. Tordoya Rodriguez JEFE DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauiña Chávez
TESIS	: Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN	: Huacho - Huaura
Calicata	: C-1
Muestra	: M-1 (Patrón)
Profundidad	: 0.30 - 0.50 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Edwards A. Ipañán Rodriguez JEFE DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Ataleya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
SOLICITANTES	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauña Chávez*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
Calicata	*C-1*
Muestra	*M-2 (Patrón)*
Profundidad	*0.50 - 1.00 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	83.69	
1"	25.400	59.53	
3/4"	19.050	48.86	
1/2"	12.700	32.60	
3/8"	9.530	22.82	
N° 4	4.750	13.78	
N° 10	2.000	8.01	
N° 20	0.850	5.89	
N° 40	0.430	4.42	
N° 60	0.250	3.49	
N° 100	0.150	3.00	
N° 200	0.075	2.21	

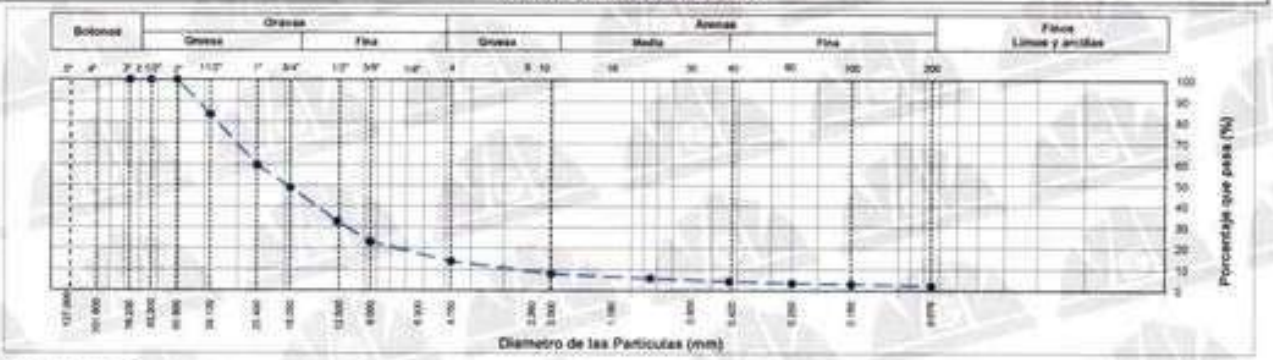
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		5.2
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
86.2	11.6	2.2
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		GP
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Grava pobremente gradada		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — GP — Grava pobremente gradada

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Ibañez Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA : Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE : Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Macuña Chávez
TESIS : Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN : Huacho - Huaura
Calicata : C-1
Muestra : M-2 (Patrón)
Profundidad : 0.50 - 1.00 m
Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Portillo Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 289741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
SOLICITANTES	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauiña Chávez*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
Calicata	*C-1*
Muestra	*M-3 (Patrón)*
Profundidad	*1.00 - 1.50 m*
Fecha de ensayo:	10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	90.69	
1 1/2"	38.100	87.93	
1"	25.400	77.52	
3/4"	19.050	69.00	
1/2"	12.700	60.94	
3/8"	9.530	52.39	
N° 4	4.750	36.90	
N° 10	2.000	20.57	
N° 20	0.850	14.18	
N° 40	0.430	10.74	
N° 60	0.250	8.71	
N° 100	0.150	7.59	
N° 200	0.075	5.94	

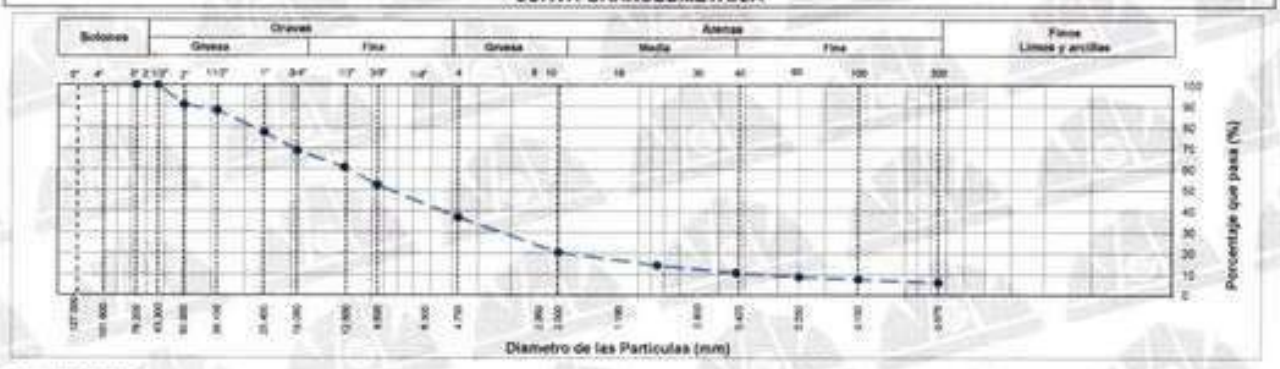
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		7.3
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	**Arena (%)**	**Finos (%)**
63.1	31.0	5.9
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		GP - GM
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Grava pobremente gradada con limo y arena		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — GP - GM — Grava pobremente gradada con limo y arena

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Tarbio Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataullucc SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez
TESIS	: Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN	: Huacho - Huaura
Calicata	: C-1
Muestra	: M-3 (Patrón)
Profundidad	: 1.00 - 1.50 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

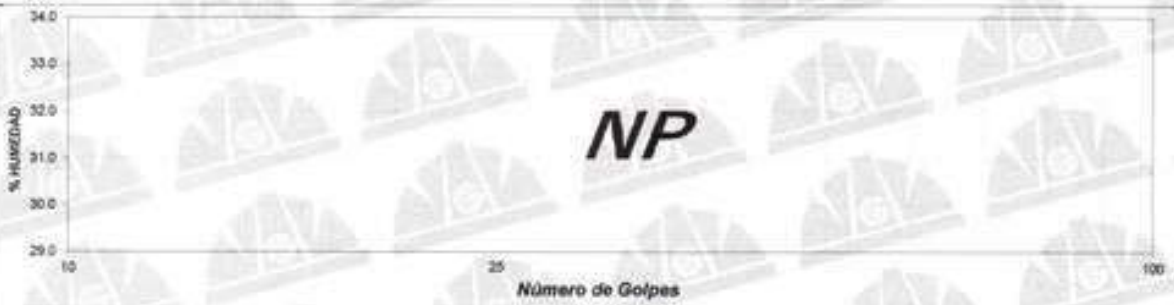
DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES Katherine R. Portilla Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 239741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS : *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*

SOLICITANTES : *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Masiña Chavez*

UBICACIÓN : *Huacho - Huaura*

Calicata : *C-2*

Muestra : *M-1 (Patrón)*

Profundidad : *0.30 ; 0.50 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	98.62	
3/4"	19.050	90.80	
1/2"	12.700	84.06	
3/8"	9.530	71.42	
N° 4	4.750	55.88	
N° 10	2.000	37.81	
N° 20	0.850	27.49	
N° 40	0.430	20.79	
N° 60	0.250	15.83	
N° 100	0.150	12.33	
N° 200	0.075	8.21	

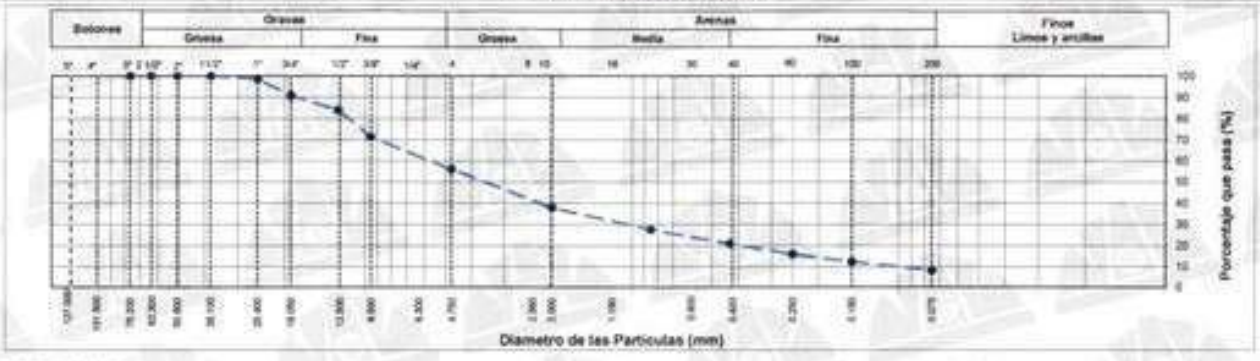
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		11.4
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Indice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
44.1	47.7	8.2
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		SW - SM
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Arena bien gradeda con limo y grava		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA ASTM 2488: SW - SM Arena bien gradeda con limo y grava

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de cotención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Alexander R. Zambia Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez
TESIS	: Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN	: Huacho - Huaura
Calicata	: C-2
Muestra	: M-1 (Patrón)
Profundidad	: 0.30 - 0.50 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS
Jefe de Laboratorio	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS : *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*

SOLICITANTES : *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chavez*

UBICACIÓN : *Huacho - Huaura*

Calicata : C-2

Muestra : M-2 (Patrón)

Profundidad : *0.50 - 1.00 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	84.45	
1"	25.400	60.12	
3/4"	19.050	49.38	
1/2"	12.700	33.00	
3/8"	9.530	23.16	
N° 4	4.750	14.06	
N° 10	2.000	8.24	
N° 20	0.850	6.11	
N° 40	0.430	4.62	
N° 60	0.250	3.69	
N° 100	0.150	3.19	
N° 200	0.075	2.41	

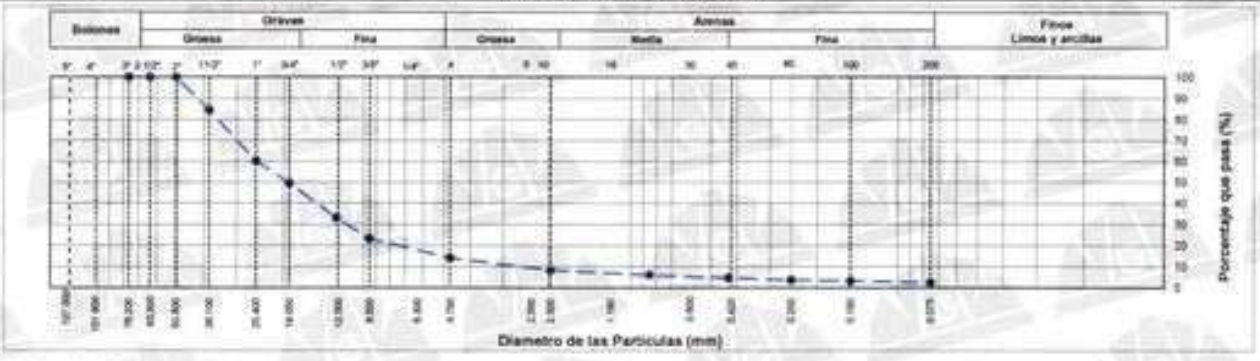
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		4.4
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
85.9	11.7	2.4
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		GP
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Grava pobremente gradada		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — GP — Grava pobremente gradada

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Sotelo Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: *Resultados de Laboratorio*
SOLICITANTE	: *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulla Chávez*
TESIS	: *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
UBICACIÓN	: *Huacho - Huaura*
Calicata	: *C-2*
Muestra	: *M-2 (Patrón)*
Profundidad	: *0.50 - 1.00 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

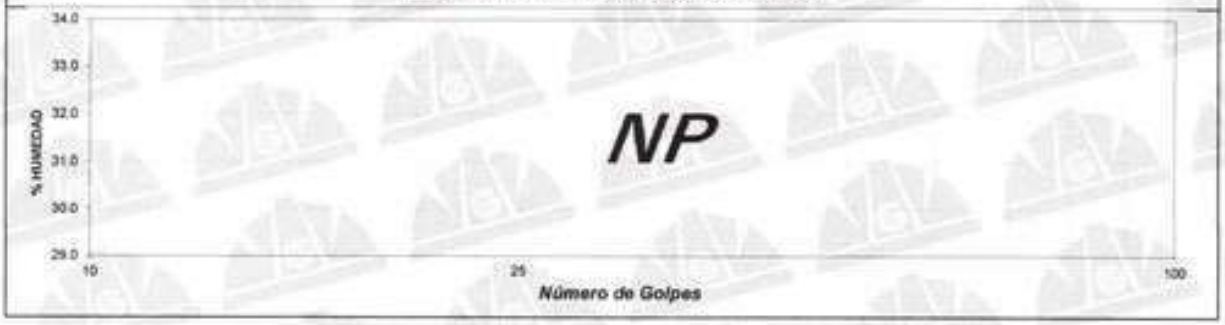
DESCRIPCION	*UNIDAD*
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
*Contenido Humedad [W%=(A-B)/(B-C)*100*	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			*LIMITE PLASTICO*	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		*INDICE PLASTICO*
	LIQUIDO	*PLASTICO*	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Toribio Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 228741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS : *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*

SOLICITANTES : *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maciña Chávez*

UBICACIÓN : *Huacho - Huaura*

Calicata : C-2

Muestra : M-3 (Patrón)

Profundidad : 1.00 - 1.50 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	90.66	
1 1/2"	38.100	87.90	
1"	25.400	77.47	
3/4"	19.050	68.92	
1/2"	12.700	60.84	
3/8"	9.530	52.27	
N° 4	4.750	36.74	
N° 10	2.000	20.36	
N° 20	0.850	13.96	
N° 40	0.430	10.51	
N° 60	0.250	8.22	
N° 100	0.150	6.84	
N° 200	0.075	5.18	

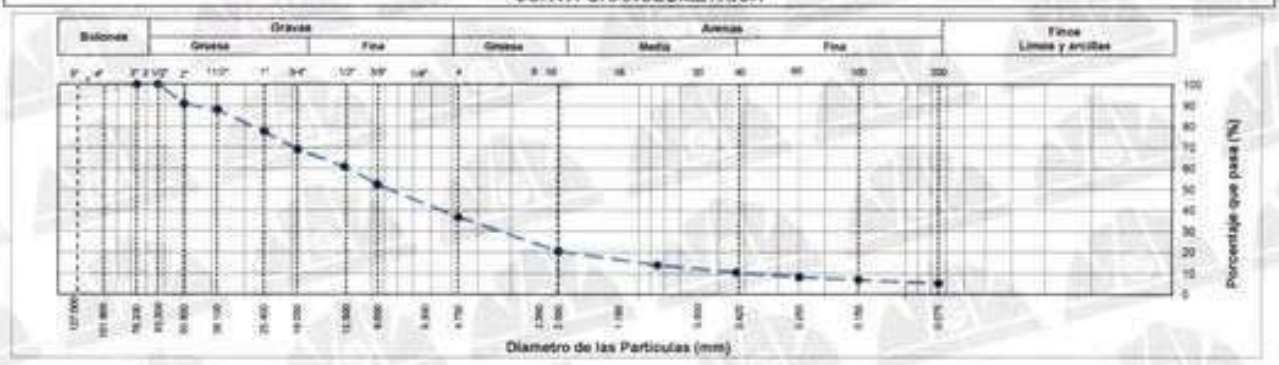
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		4.7
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Indice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
63.3	31.6	5.2
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		GP - GM
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Grava pobremente gradada con limo y arena		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — GP - GM — Grava pobremente gradada con limo y arena

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ±5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Bartholomew R. Jordán Rodríguez JEFE DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez
TESIS	: Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN	: Huacho - Huaura
Calicata	: C-2
Muestra	: M-3 (Patrón)
Profundidad	: 1.00 - 1.50 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Toribio Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Area de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS : *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Alalaya del Distrito de Huacho / Huaura, 2024*

SOLICITANTES : *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauiña Chávez*

UBICACIÓN : *Huacho - Huaura*

Calicata : *C-3*

Muestra : *M-1 (Patrón)*

Profundidad : *0.30 - 0.90 m*

Fecha de ensayo: *10/11/2025*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	95.96	
1/2"	12.700	92.76	
3/8"	9.530	89.69	
N° 4	4.750	78.93	
N° 10	2.000	62.55	
N° 20	0.850	52.93	
N° 40	0.430	45.63	
N° 60	0.250	37.92	
N° 100	0.150	27.79	
N° 200	0.075	17.19	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		6.1
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
21.1	61.7	17.2
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		SM
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-b (0)
Nombre del Grupo		
Arena limosa con grava		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 : SM Arena limosa con grava

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Macual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS
	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA : Resultados de Laboratorio

SOLICITANTE : Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauiña Chávez

TESIS : Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024

UBICACIÓN : Huacho - Huaura

Calicata : C-3
Muestra : M-1 (Patrón)
Profundidad : 0.30 - 0.90 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Ederson R. Tordoya Rodriguez JEFE DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS : *Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*

SOLICITANTES : *Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulfa Chávez*

UBICACIÓN : *Huacho - Huaura*

Calicata : *C-3*

Muestra : *M-2 (Patrón)*

Profundidad : *0.90 - 1.50 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	94.90	
1 1/2"	38.100	88.48	
1"	25.400	64.76	
3/4"	19.050	44.58	
1/2"	12.700	24.46	
3/8"	9.530	11.23	
N° 4	4.750	5.46	
N° 10	2.000	3.11	
N° 20	0.850	2.58	
N° 40	0.430	2.28	
N° 60	0.250	2.14	
N° 100	0.150	2.00	
N° 200	0.075	1.75	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		4.5
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
94.5	3.7	1.7
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		GP
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a. (1)
Nombre del Grupo		
Grava pobremente gradada		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — GP — Grava pobremente gradada

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Karherine R. Carbajo Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA : Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE : Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez
TESIS : Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN : Huacho - Huaura

Calicata : C-3
Muestra : M-2 (Patrón)
Profundidad : 0.90 - 1.50 m
Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
SOLICITANTES	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Mauiña Chávez*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
Calicata	*C-4*
Muestra	*M-1 (Patrón)*
Profundidad	*0.30 - 0.90 m*

Fecha de ensayo: 10/11/2025

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	95.85	
1/2"	12.700	92.57	
3/8"	9.530	89.41	
N° 4	4.750	78.37	
N° 10	2.000	61.14	
N° 20	0.850	51.26	
N° 40	0.430	43.76	
N° 60	0.250	35.85	
N° 100	0.150	25.46	
N° 200	0.075	14.57	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		4.8
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	**Arena (%)**	**Finos (%)**
21.6	63.8	14.6
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		SM
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-b (0)
Nombre del Grupo		
Arena limosa con grava		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — SM — Arena limosa con grava

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES Katherine R. Torres Rodriguez TEC. DE LABORATORIO	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU S.A.C.
Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA : Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE : Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maulña Chávez
TESIS : Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN : Huacho - Huaura
Calicata : C-4
Muestra : M-1 (Patrón)
Profundidad : 0.30 - 0.90 m
Fecha de ensayo: 10/11/2025

DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)\(B-C)*100	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Atauilluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-G
		Fecha	3/01/2022

TESIS	*Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024*
SOLICITANTES	*Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maurtua Chávez*
UBICACIÓN	*Huacho - Huaura*
Calicata	*C-4*
Muestra	*M-2 (Patrón)*
Profundidad	*0.90 - 1.50 m*
Fecha de ensayo:	*10/11/2025*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	94.97	
1 1/2"	38.100	88.64	
1"	25.400	65.26	
3/4"	19.050	45.36	
1/2"	12.700	25.53	
3/8"	9.530	12.49	
N° 4	4.750	6.80	
N° 10	2.000	4.48	
N° 20	0.850	3.96	
N° 40	0.430	3.66	
N° 60	0.250	3.53	
N° 100	0.150	3.39	
N° 200	0.075	3.14	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)		3.5
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)		N.P
Límite Plástico (LP)		N.P
Índice Plástico (IP)		N.P
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
93.2	3.7	3.1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)		GP
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)		A-1-a (1)
Nombre del Grupo		
Grava pobremente gradada		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 — GP — Grava pobremente gradada

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C.Se realizo un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
3) El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el seco a 110+/-5°C, además el método de secado es a horno a 110+/-5°C.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	GEOCONTROL PERU S.A.C. Y SERVICIOS Bach. Jans P. Villavicencio Ataulluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS

RUC. 20609900327
Cel.: +51 963 583 788 // +51 928 188 964
Av. Caudivilla Mz. N Lt. 20 Urb. Apavic, Carabayllo
Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe
Gerencia@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	4
		Aprobado	CC
		F. de emisión	13/11/2025

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: Miguel Chanel Valverde Acevedo & Jimmy Amador Maurla Chávez
TESIS	: Diseño de cimentaciones para viviendas en el sector Atalaya del Distrito de Huacho-Huaura, 2024
UBICACIÓN	: Huacho - Huaura
Calicata	: C-4
Muestra	: M-2 (Patrón)
Profundidad	: 0.90 - 1.50 m

Fecha de ensayo: 10/11/2025

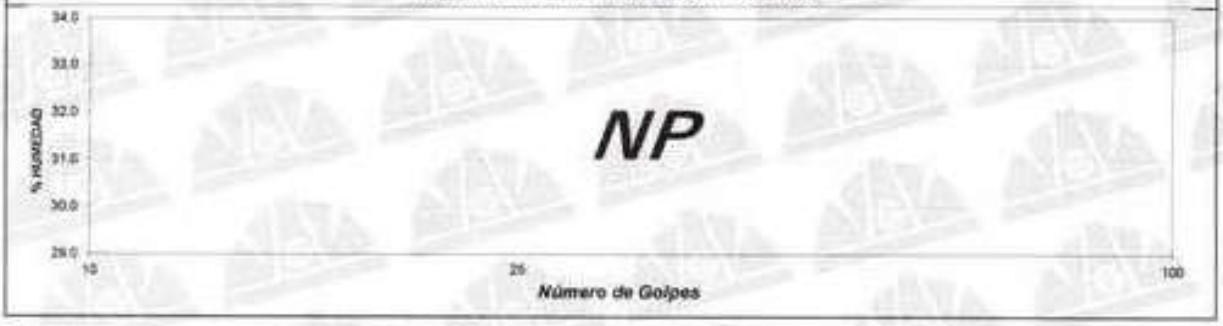
DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%
N° De Golpes	

Material Pasante Tamiz N° 40

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
1	2	3	1	2

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS	GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS
	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Bach. Jans P. Villavicencio Atauluco SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Área de Calidad GEOCONTROL PERU SAC

Anexo 4: Panel Fotográfico










C-2


C-3