

HEBER YURY CONDORI HUANCA

9727__1743133444art02.docx



My Files



My Files



Universidad Peruana Union

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::29566:446639229

Fecha de entrega

7 abr 2025, 7:00 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 abr 2025, 7:03 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

9727__1743133444art02.docx

Tamaño de archivo

7.3 MB

39 Páginas

5922 Palabras

30.692 Caracteres

14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 11%  Internet sources
- 3%  Publications
- 10%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 11% Internet sources
- 3% Publications
- 10% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	hdl.handle.net	2%
2	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2023-04-25	1%
3	Internet	repositorio.unh.edu.pe	<1%
4	Internet	es.slideshare.net	<1%
5	Internet	1library.co	<1%
6	Internet	repositorio.upecen.edu.pe	<1%
7	Internet	www.coursehero.com	<1%
8	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
9	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
10	Internet	upc.aws.openrepository.com	<1%
11	Submitted works	Palawan State University on 2024-08-05	<1%

12	Submitted works	Universidad Católica de Santa María on 2024-06-11	<1%
13	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
14	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2021-12-01	<1%
15	Submitted works	Universidad de Alicante on 2024-07-09	<1%
16	Internet	ri.agro.uba.ar	<1%
17	Submitted works	Universidad de San Martin de Porres on 2016-06-14	<1%
18	Internet	pe.micodigopostal.info	<1%
19	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
20	Internet	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
21	Internet	vsip.info	<1%
22	Submitted works	Universidad Pontificia Bolivariana on 2020-12-10	<1%
23	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2024-11-25	<1%
24	Submitted works	Universidad Privada Antenor Orrego on 2024-07-09	<1%
25	Publication	de Vicente, Juan Pablo. "Deepsoconv: Social Navigation by Imitating Human Beha...	<1%

26	Publication	Kerem Ural, Serdar Pasa, Mehmet Gultekin, Canberk Balikci. "Interpretación de lo...	<1%
27	Internet	www.bdigital.unal.edu.co	<1%
28	Submitted works	Unidad Educativa Atenas on 2025-02-13	<1%
29	Internet	livrosdeamor.com.br	<1%
30	Internet	repositorio.uniandes.edu.co	<1%
31	Internet	repository.uniminuto.edu	<1%
32	Internet	www-gmap.mecanica.ufrgs.br	<1%
33	Submitted works	Universidad Andina del Cusco on 2019-10-23	<1%
34	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2021-09-27	<1%
35	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2024-10-07	<1%
36	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2025-03-26	<1%
37	Submitted works	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-03-04	<1%
38	Internet	intellectum.unisabana.edu.co	<1%
39	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	<1%

40	Internet	vjs.ac.vn	<1%
41	Submitted works	Barcelona School of Management on 2023-05-16	<1%
42	Publication	Janet Patricia Valiente Solís, María Emperatriz Escalante López, Carolina del Carm...	<1%
43	Publication	Shivam Kansara, Sanjeev K. Gupta, Yogesh Sonvane. "Boltzmann transport prope...	<1%
44	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2022-09-25	<1%
45	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2023-11-27	<1%
46	Submitted works	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2025-03-15	<1%
47	Submitted works	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador on 2020-05-29	<1%
48	Internet	computerhoy.com	<1%
49	Submitted works	euroinova on 2025-03-17	<1%
50	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
51	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
52	Internet	tesis.unsm.edu.pe	<1%
53	Submitted works	uncedu on 2023-11-27	<1%

21

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



**Correlaciones entre los ensayos SPT – DPL – CTP en los suelos
arenosos de Mucra-I, Juliaca**

8

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Heber Yury Condori Huanca

Romario Juvenal Condori Carrizales

Asesor:

Mg. Gerardo William Pari Quispe

Juliaca, marzo del 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Gerardo William Pari Quispe, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“CORRELACIONES ENTRE LOS ENSAYOS SPT – DPL – CTP EN LOS SUELOS ARENOSOS DE MUCRA-I, JULIACA”** de los autores **Heber Yury Condori Huanca** y **Romario Juvenal Condori Carrizales** tiene un índice de similitud de 10 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 18 días del mes de marzo del año 2025.



 Mg. Gerardo William Pari Quispe
 Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 12 día(s) del mes de marzo del año 2025 siendo las 12:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del

(de la) presidente(a):

Msc. Ecker Mamoni Chombi, el (la) secretario(a): Ing. Honor Delberly

Pari Cusi y los demás miembros: Ing. Edwin

Pavillo Escorsena y el (la) asesor(a) Ing. Gerardo William

Pari Juise con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

"Correlaciones entre los ensayos SPT-DPL-CTP en los suelos arenosos de Mucra-I, Juliaca"

del(los) bachiller/es: a) Heber Yury Gondori Huanca

b) Romario Juvenal Gondori Garrizales

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil
(Denominación del Título Profesional)

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

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

Bachiller (a): Heber Yury Gondori Huanca

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Romario Juvenal Gondori Garrizales

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>Aceptable</u>	<u>Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

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

[Firma]
Presidente/a

[Firma]
Asesor/a

[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretario/a

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (c)

INDICE

16	RESUMEN	9
	ABSTRACT	10
	1. INTRODUCCIÓN	11
	2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
	2.1. Exploración Geotécnica	13
	2.1.1. Calicata.....	13
	2.1.2. Ensayo de penetración estándar (SPT).....	14
2	2.1.3. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).....	14
34	2.1.4. Auscultación dinámica mediante el Cono Tipo Peck (CTP).....	15
	2.2. Ensayo de laboratorio.....	16
6	2.3. Método de ensayo normalizado para el ensayo el corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas.....	16
	3. METODOLOGIA	17
17	3.1. Diseño metodológico	17
	3.2. Población.....	17
	3.3. Muestra y Muestreo	18
	3.4. Factores de corrección y contraste de resultados	18
25	4. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ANALISIS	20
	4.1. Resultados experimentales.....	20
	4.2. Resultados experimentales	21

4.2.1. Número de golpes corregido	21
4.3. Análisis estadístico.....	22
4.3.1. Modelo estadístico.....	23
4.3.2. Modelo estadístico Prueba de Hipótesis para el modelo de regresión.....	23
4.3.3. Regresión lineal del ensayo DPL vs SPT	23
4.3.4. Regresión lineal del ensayo CTP vs SPT	24
4.4. Análisis de resultados.....	25
4.4.1. Parámetros de resistencia	25
4.4.2. Capacidad de carga.....	27
4.5. Correlaciones obtenidas	28
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
6. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	31
7. REFERENCIAS.....	33
8. ANEXO	36
8.1. ANEXO A.....	36
8.2. ANEXO B	37
8.3. ANEXO C	39

1

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Perfil estratigráfico.....	20
Tabla 2 Recopilación de datos en suelos SM - arenas limosas.....	22
Tabla 3 Cohesión.	26
Tabla 4 Ángulo de fricción.	26
Tabla 5 Método de Meyerhof (Kg/cm^2).....	28

INDICE DE FIGURAS

14	Figura 1 Extracción de muestras.....	13
	Figura 2 Identificación del tipo de suelo	14
	Figura 3 Ensayo de cono dinámico ligero	15
	Figura 4 Ensayo del cono tipo Peck.....	16
23	Figura 5 Excavación de calicata	17
	Figura 6 Punto de exploración	18
	Figura 7 Diagrama de flujo.....	19
	Figura 8 Puntos de exploración.	21
	Figura 9 Regresión lineal de la Serie 1.	24
	Figura 10 Regresión lineal de la Serie 2.	25
	Figura 11 Correlaciones obtenidas donde el N_{DPL}	29
	Figura 12 Evidencia de sumisión.....	36

Correlaciones entre los ensayos SPT – DPL – CTP en los suelos arenosos de Mucra-I, Juliaca

RESUMEN

El problema principal de esta investigación reside en la ausencia de correlaciones específicas que se ajusten a las condiciones geotécnicas del suelo en Mucra-I, así como la aplicación inadecuada del uso de las nomenclaturas para determinar los parámetros de resistencia al corte. Esto es fundamental para mejorar la determinación de la capacidad de carga y el diseño de cimentaciones más seguras y eficientes. El objetivo principal fue establecer correlaciones entre el ensayo de penetración estándar (SPT), penetrómetro dinámico ligero (DPL) y cono tipo Peck (CTP), las correlaciones se realizaron entre las series DPL vs SPT y CTP vs SPT, así mismo determinar la capacidad de carga en cada punto de exploración. La población está conformada de los suelos de Mucra-I, con un área de 4168 m², y la muestra comprende tres puntos de exploración en suelos clasificados como SM - arena limosa, a profundidades entre 2.25 m y 5.10 m desde el nivel del terreno natural. Las correlaciones se realizaron mediante el software Minitab, los resultados fueron correlaciones positivas, con un coeficiente de determinación R² de 90.27% para la primera serie y 96.85% para la segunda serie, correspondientes a suelos arenosos. Los valores de carga admisible determinados se encuentran entre 1.10 kg/cm² y 1.80 kg/cm² a una profundidad de 3.60 m. En conclusión, los coeficientes R², calculados mediante el método de mínimos cuadrados, presentan valores aproximados a 1.00 este resultado permitió determinar la carga admisible aproximada entre los ensayos analizados de la zona de estudio.

Palabras clave: Correlaciones, cohesión, ángulo de fricción, corte directo, regresión lineal simple.

Correlations between SPT, DPL, and CPT tests in the sandy soils of Mucra-I, Juliaca

ABSTRACT

The main issue of this research lies in the absence of specific correlations that align with the geotechnical conditions of the soil in Mucra-I, as well as the inadequate application of nomenclature in determining shear strength parameters. This is essential for improving the estimation of bearing capacity and designing safer and more efficient foundations. The primary objective was to establish correlations between the Standard Penetration Test (SPT), the Dynamic Light Penetrometer (DPL), and the Peck Type Cone (CTP). Correlations were conducted between the DPL vs. SPT and CTP vs. SPT series, as well as to determine the bearing capacity at each exploration point. The study population consists of the soils in the Mucra-I area, covering an area of 4,168 m², with the sample comprising three exploration points in soils classified as SM – silty sand, at depths ranging from 2.25 m to 5.10 m from the natural ground level. The correlations were performed using Minitab software, yielding positive correlations with a coefficient of determination R² of 90.27% for the first series and 96.85% for the second series, corresponding to sandy soils. The determined allowable bearing capacity values range between 1.10 kg/cm² and 1.80 kg/cm² at a depth of 3.60 m. In conclusion, the R² coefficients, calculated using the least squares method, presented values close to 1.00. This result allowed for the approximate determination of the allowable bearing capacity based on the analyzed tests in the study area.

Keywords: Correlations, cohesive, friction angle, direct shear, simple linear regression.

1. INTRODUCCIÓN

El principal problema de este estudio radica en la falta de correlaciones específicas adaptadas a las condiciones geotécnicas locales del suelo de Mucra-I, lo que limita las propiedades a la resistencia al corte del suelo. Además, se ha identificado un uso incorrecto de la nomenclatura en los suelos arenosos y cohesivos, lo que genera incertidumbre en el análisis de los resultados. Es importante señalar que el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.050, en su artículo 14.3, establece que es obligatorio correlacionar los ensayos DPL y CTP con los parámetros del ensayo SPT. Según Rojas (2020) menciona que "De 67 informes técnicos de suelos, no se ha diferenciado correctamente el uso de la nomenclatura, solo el 3% utiliza la nomenclatura adecuada, donde debe utilizarse N_{60} para los suelos cohesivos y $(N_1)_{60}$ para suelos friccionantes".

El estudio de suelos es una etapa fundamental en la determinación de la capacidad de carga, mediante la utilización de ensayos geotécnicos como el SPT, DPL y CTP. Estos ensayos requieren una evaluación adaptada a las condiciones geotécnicas locales. Los resultados se correlacionan entre los ensayos realizados en campo, con la finalidad de desarrollar una ecuación adecuada para la aplicación directa al suelo. Una correcta interpretación y aplicación de los valores obtenidos permite establecer una metodología más eficiente en el análisis del suelo, optimizando el diseño de cimentaciones.

Según lo planteado por Vaz et al., (2018) en su investigación "Se basa en la comparación de los resultados obtenidos del corte directo y el ensayo SPT para suelos arenosos y arcillosos", realizó 37 sondeos de SPT y 5 excavaciones de calicatas, donde extrajo 2 muestras alteradas por cada punto de exploración para realizar el ensayo de corte directo, donde comparó los resultados del ángulo de fricción con una variación de 5.4° y de cohesión 0.05 kg/cm^2 . A comparación de Taha, (2019) determina "La estimación del resultado del ensayo triaxial y la compresión no

confinada, con el ensayo SPT y opta la ecuación Terzaghi y Peck con la finalidad de correlacionar el parámetro de resistencia”, específicamente en suelos friccionaste y cohesivos.

La aplicación del análisis de regresión lineal y en estudio de correlaciones, se determina a partir de la interacción de dos variables donde Flores et al., (2020) “Analiza los resultados en pares ordenados de los ensayos SPT, DPL y CTP, ya que brindan valores similares, el resultado que obtuvo es un coeficiente de determinación R^2 entre el 84% y 87%”. En otra investigación, para determinar los resultados de la capacidad de carga, parte de la cohesión y ángulo de fricción, Civelekler (2023) realizo “40 sondeos de SPT con el fin de determinar la cohesión y el ángulo de fricción a una profundidad de 1.50 m, 3.00 m y 4.50 m donde menciona que los suelos más compactos brindan mayor estabilidad en la estructura”.

“El ensayo SPT es ampliamente utilizado en la evaluación de las propiedades del suelo. Este método es particularmente eficaz en suelos no cohesivos, ya que existe una correlación bien definida entre el valor SPT y el ángulo de fricción interna” (Rahman, 2020). Por otro lado, Daoud et al., (2016) menciona lo siguiente “Los parámetros de la resistencia al corte del suelo, pueden ser medidos en campo como en laboratorio. Sin embargo, la medición directa de estos parámetros es costosa, demanda tiempo y no siempre es viable”.

La consecuencia de no abordar adecuadamente las correlaciones y nomenclatura en los ensayos SPT, DPL y CTP afecta directamente a la estimación de la capacidad de carga del suelo, lo que puede derivar en diseños de cimentaciones deficientes e incrementar el riesgo de fallas estructurales. Esto compromete la seguridad de las edificaciones y eleva significativamente los costos de construcción. Las correlaciones obtenidas en este estudio tienen una aplicación relevante en la mecánica de suelos, especialmente en proyectos que requieren la caracterización de los suelos arenosos. Esta investigación establece correlaciones entre los ensayos DPL, CTP y SPT, aplicables

a suelos con estratigrafías uniformes, lo que permite integrar resultados de ensayos de penetración continua y así facilitar una estimación directa con el SPT. Así mismo, su aplicación optimiza los estudios geotécnicos, disminuyendo costos y tiempos de ejecución, mejorando la eficiencia y seguridad del diseño de cimentaciones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.Exploración Geotécnica

2.1.1. Calicata

En el marco de la investigación, se llevaron a cabo la excavación de 3 calicatas para obtener muestras representativas de cada estrato en condiciones alteradas, obteniéndose el primer estrato de CH - arcilla de alta plasticidad desde el nivel de terreno natural hasta 2.25 m de profundidad, el segundo estrato de SM - arena limosa que viene desde 2.25 m hasta 5.00 m de profundidad.

Figura 1

Extracción de muestras



Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Ensayo de penetración estándar (SPT)

Se realizaron 3 sondeos según la norma ASTM D1586, las características del equipo, la marca de la caña partida es G&L equilab y los demás accesorios son adaptadas al equipo, el martillo es de tipo dona con un peso de 63.5 kg, con una altura de caída de 76 cm y con un número de golpes por cada 0.30m. Se inició desde el nivel del terreno natural y para el análisis se consideró 6 ensayos por cada sondeo en los suelos SM - arena limosa desde 2.25 m hasta 5.10 m de profundidad.

Figura 2

Identificación del tipo de suelo



Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL)

Se realizó 3 sondeos con una punta cónica de 90°, las características del equipo es de marca G&L equilab, el peso del martillo es 10 kg con una altura de caída es 50 cm y con un número de

golpes por cada 0.10m, basado en la NTP 339.159. Se inició desde el nivel de terreno natural y para el análisis se consideró los suelos SM - arena limosa desde 2.20 m hasta 5.00 m de profundidad.

Figura 3

Ensayo de cono dinámico ligero



Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Auscultación dinámica mediante el Cono Tipo Peck (CTP)

Se realizaron 3 sondeos empleando una punta cónica de 60°, de fabricación peruana y sin marca específica, diseñada conforme a los parámetros del RNE E.050 Anexo III. Al igual que los demás accesorios utilizados, esta punta fue diseñada para garantizar precisión y confiabilidad en los resultados. El martillo utilizado fue del tipo dona, con un peso de 63.5 kg y una altura de caída de 76 cm, registrándose el número de golpes necesarios para penetrar cada 0.30 m. Los ensayos se iniciaron desde el nivel del terreno natural, y para el análisis se consideraron suelos clasificados como SM - arena limosa, comprendidos entre los 2.25 m y los 5.10 m de profundidad.

Figura 4

Ensayo del cono tipo Peck



Fuente: Elaboración propia

2.2.Ensayo de laboratorio

2.3.Método de ensayo normalizado para el ensayo el corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas

Se llevó a cabo un análisis detallado en cada calicata en los suelos SM - arena limosa. Los ensayos se realizaron a una profundidad de 3.60 m desde el nivel de terreno natural, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de la norma NTP 339.171.

Figura 5

Excavación de calicata



Fuente: Elaboración propia

3. METODOLOGIA

3.1.Diseño metodológico

El método de investigación es científico, de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con un nivel correlacional y diseño no experimental.

3.2.Población

La investigación se desarrolló en un área de 4168 m², situada en la localidad de Mucra-I, en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno. Este terreno se encuentra detrás del grifo PECSA, ubicado en el km 10 de la carretera Juliaca-Cusco. Las condiciones climáticas durante la ejecución de los ensayos presentaron temperaturas entre un mínimo de 10 °C y un máximo de 15 °C. Los suelos se componen de dos estratos, el primer estrato, está constituido por el suelo CH - arcilla de alta plasticidad desde el nivel de terreno natural hasta 2.25 m de

profundidad, el segundo estrato está conformado por el suelo SM - arena limosa desde 2.25 m hasta 5.10 m de profundidad.

Figura 6

Punto de exploración



Fuente: Elaboración propia

3.3.Muestra y Muestreo

La muestra está constituida por el suelo SM - arena limosa desde 2.25 m hasta 5.10 m de profundidad, con un nivel freático de 2.90 m a 3.10 m desde el nivel de terreno natural. Las coordenadas de ubicación del primer punto de exploración N 8294308, E 377019, del segundo punto de exploración N 8294335, E 377062, del tercer punto de exploración N 8294270, E 377072. El muestreo es no probabilístico por conveniencia.

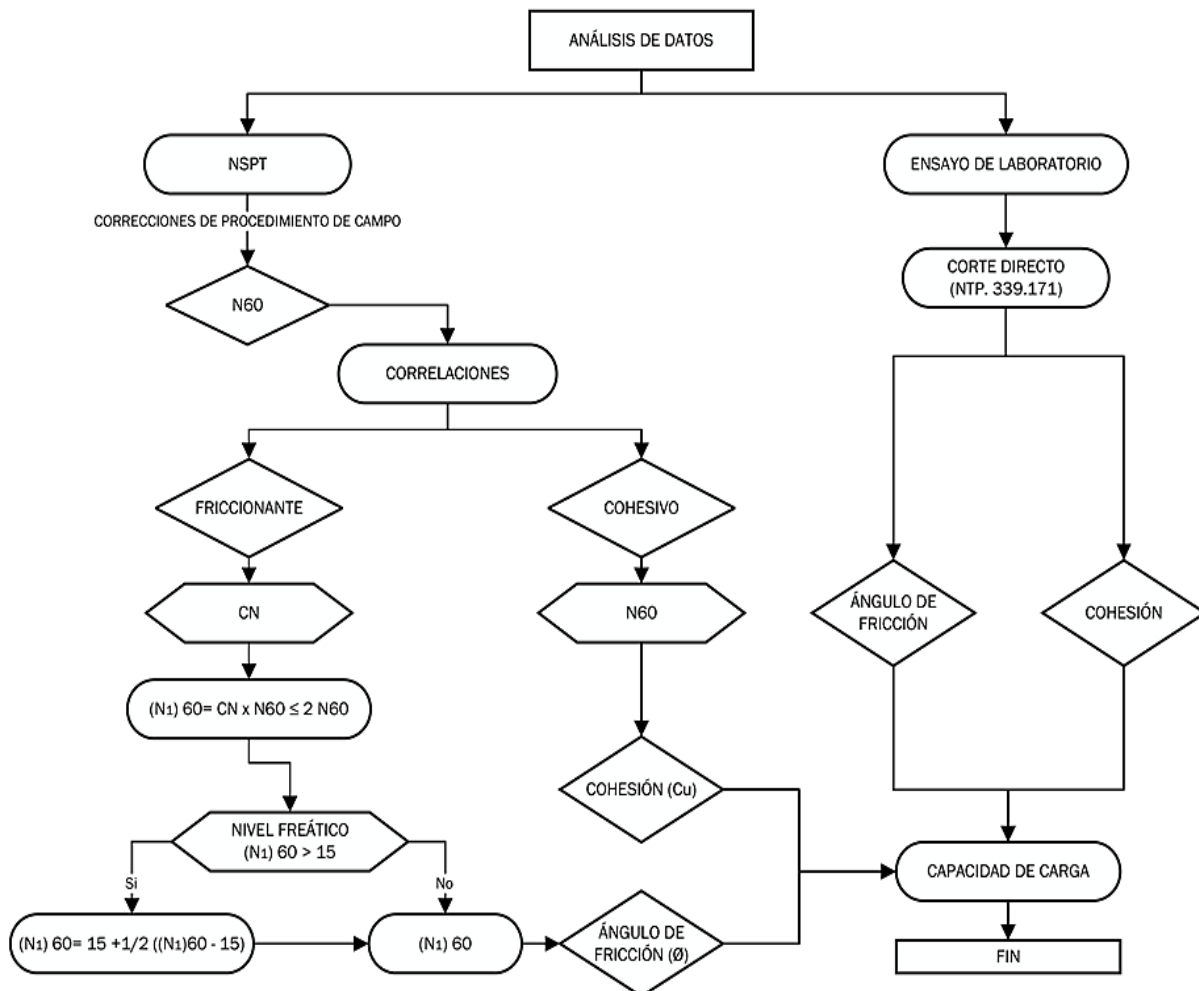
3.4.Factores de corrección y contraste de resultados

“Las muestras obtenidas durante las pruebas de campo fueron remoldeadas en el laboratorio, ajustándolas a sus valores correspondientes de densidad relativa. Se realizaron ensayos

de corte directo en estas muestras, para validar la ecuación del ángulo de fricción” (Mujtaba et al., 2017). Esta investigación resalta la importancia de validar las correlaciones empíricas con ensayos de laboratorio. Por otro lado Hatanaka et al., (2008) en su investigación “Evalúa el comportamiento de los suelos arenosos en su estado natural y compactado, mostrando que el ángulo de fricción incrementa un 40% en suelos compactados. Esta compactación mejora la estabilidad y proporciona mayor seguridad en las construcciones”.

Figura 7

Factores de corrección



Fuente: Elaboración propia

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ANALISIS

4.1.Resultados experimentales

La clasificación de suelos (SUCS) se basa en el tamaño de las partículas, dividiéndose en dos grupos principales: suelos granulares, que incluyen (gravas y arenas) y los suelos finos (limos y arcillas), esta clasificación facilita la identificación de las características del suelo. (Das, 2011, p. 20).

Tabla 1

Perfil estratigráfico

Calicata	Nivel freático (m)	Profundidad (m)	Muestra	Símbolo		Propiedades			Gs (g/c m ³)	e -	γ _d (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)
				Gráfico	SUCS	LL (%)	IP (%)	W (%)				
C-01		0.00 – 1.10	M- 01		CH	61	38	19.67	2.57	0.51	16.74	20.03
	2.90	1.10 – 2.20	M- 02			60	40	28.15	2.40	0.68	14.05	18.00
		2.20 – 3.50	M- 03		SM	NP	NP	27.84	2.53	0.70	14.56	18.61
		3.50 – 5.00	M- 04			NP	NP	25.06	2.56	0.64	15.29	19.13
C-02		0.00 – 1.10	M- 01		CH	61	38	17.79	2.62	0.47	17.53	20.64
	3.00	1.10 – 2.20	M- 02			67	40	20.71	2.62	0.54	16.66	20.11
		2.20 – 3.50	M- 03		SM	NP	NP	29.09	2.54	0.74	14.32	18.49
		3.50 – 5.00	M- 04			NP	NP	28.26	2.63	0.74	14.80	18.98
C-03		0.00 – 1.10	M- 01		CH	50	29	14.04	2.45	0.34	17.88	20.39
	3.10	1.10 – 2.20	M- 02			69	42	18.51	2.53	0.47	16.90	20.03
		2.20 – 5.00	M- 03		SM	NP	NP	29.15	2.57	0.75	14.41	18.61

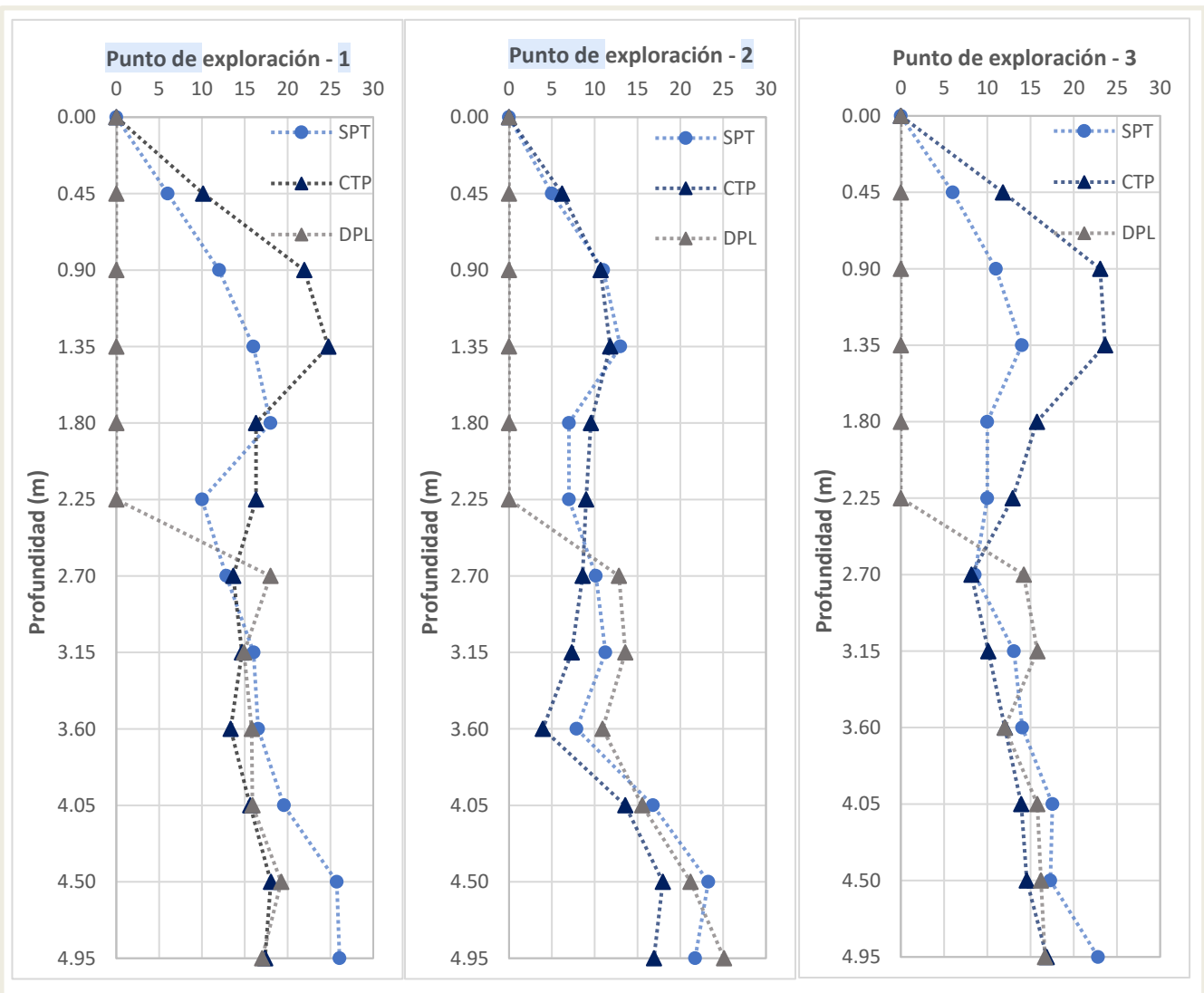
Nota: W% = Contenido de Humedad, LL = Limite Liquido, IP = Índice de Plasticidad, Gs= Gravedad específica, e = Relación de vacíos, γ_d y γ_{sat}. = Peso unitario seco y saturado.

4.2.Resultados experimentales

4.2.1. Número de golpes corregido

Figura 8

Puntos de exploración.



Nota: Representación de datos con factores de corrección, el SPT es método de ensayo de penetración estándar, CTP es ensayo auscultación dinámica mediante el Cono Tipo Peck y DPL es el método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica.

Tabla 2

Recopilación de datos en suelos SM - arenas limosas.

Punto	Profundidad (m)	SPT			DPL			CTP		
		N _{SPT}	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	n _{DPL}	(n _{DPL}) ₁	C _n	N _{SPT}	(C _n) ₆₀	(C _{n1}) ₆₀
P-1	2.25 - 2.70	16.00	9.00	12.85	20.00	17.99	34.00	17.00	9.56	13.65
	2.70 - 3.15	22.00	12.38	16.03	17.00	14.90	37.00	18.50	10.41	14.67
	3.15 - 3.60	24.00	13.50	16.56	19.67	15.81	31.00	15.50	8.72	13.35
	3.60 - 4.05	29.00	18.49	19.57	20.33	15.89	39.00	19.50	12.43	15.62
	4.05 - 4.50	45.00	28.69	25.74	29.33	19.25	52.00	26.00	15.79	18.04
	4.50 - 4.95	47.00	29.96	26.06	24.33	17.02	50.00	25.00	15.47	17.37
P-2	2.25 - 2.70	13.00	7.31	10.14	14.67	12.83	22.00	11.00	6.19	8.59
	2.70 - 3.15	10.00	5.63	11.26	14.33	13.58	13.00	6.50	3.66	7.32
	3.15 - 3.60	7.00	3.94	7.88	8.67	10.92	7.00	3.50	1.97	3.94
	3.60 - 4.05	23.00	14.66	16.80	20.00	15.55	30.00	15.00	9.56	13.57
	4.05 - 4.50	40.00	25.50	23.27	35.00	21.20	53.00	26.50	16.89	17.95
	4.50 - 4.95	37.00	23.59	21.73	46.00	25.11	49.00	24.50	15.62	16.92
P-3	2.25 - 2.70	11.00	6.19	8.55	16.33	14.22	21.00	10.50	5.91	8.16
	2.70 - 3.15	15.00	8.44	13.09	19.67	15.80	18.00	9.00	5.06	10.12
	3.15 - 3.60	18.00	10.13	14.04	11.00	12.01	25.00	12.50	7.03	12.04
	3.60 - 4.05	25.00	15.94	17.54	20.67	15.79	32.00	16.00	10.20	13.93
	4.05 - 4.50	25.00	15.94	17.30	22.33	16.21	36.00	18.00	11.48	14.56
	4.50 - 4.95	40.00	25.50	22.81	24.00	16.67	49.00	24.50	15.62	16.88

Fuente: Elaboración propia

4.3. Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó aplicando el método de la regresión lineal utilizando el software Minitab, a través del método de mínimos cuadrados. Este enfoque permitió ajustar un modelo de análisis de regresión lineal, fue aplicado y evaluado para cada una de las series de datos examinados correspondiente a suelos SM - arenas limosas. Con la finalidad de determinar correlaciones ajustadas a las condiciones locales entre los ensayos SPT, DPL y CTP.

“La relación lineal entre la variable independiente X y la variable dependiente Y es apropiada para el desarrollo de un modelo estadístico o probabilístico” (Córdova, 2008, p. 432).

(Hernández et al., 2014) “La estimación de los valores estadísticos está basada con un índice de correlación (r) de Pearson, su valor está entre -1 y +1 indicando si la relación es positiva o negativa, donde 0 indica que no existe correlación entre variables”.

4.3.1. Modelo estadístico

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x$$

Donde:

β_0 = Intercepto

β_1 = Recta de regresión (pendiente)

4.3.2. Modelo estadístico Prueba de Hipótesis para el modelo de regresión

$H_0: \beta = 0$ (No es significativa para el modelo).

$H_a: \beta \neq 0$ (Es significativa para el modelo).

4.3.3. Regresión lineal del ensayo DPL vs SPT

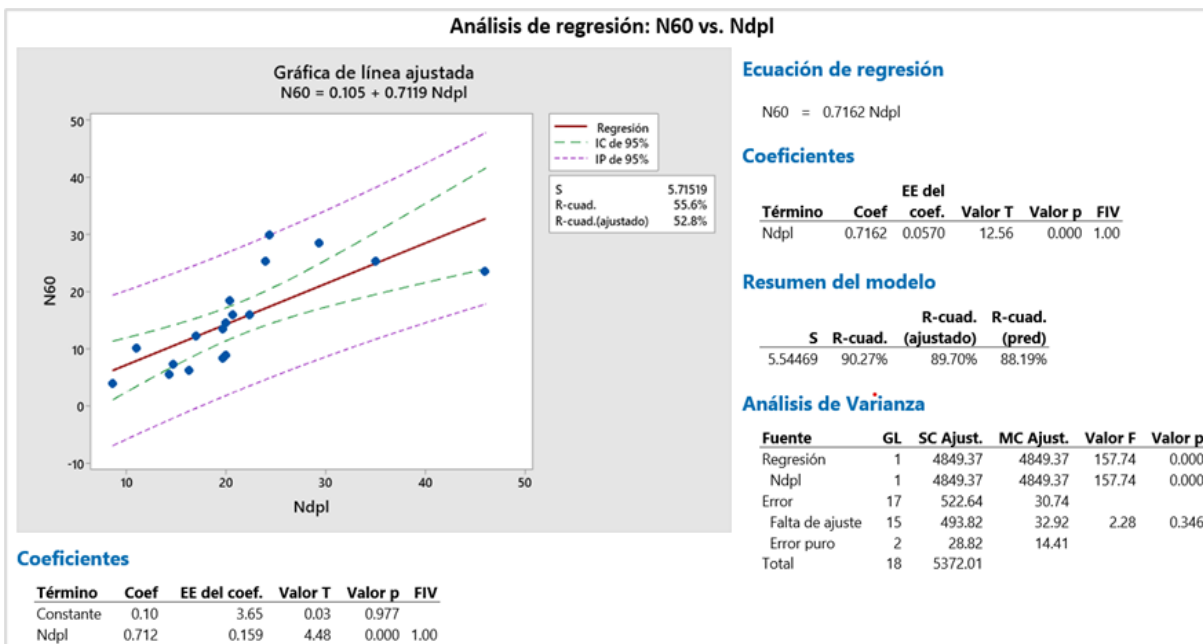
El análisis de la Serie 1, se realizó la regresión lineal de 18 pares ordenados de las variables N_{DPL} y N_{60} . El coeficiente de correlación de (r) Pearson, presenta un valor de 0.75, establece una correlación positiva considerable entre las 2 variables analizados.

Del primer modelo de regresión, el valor p de la constante es $0.977 > 0.05$ por lo tanto, se acepta la H_0 hipótesis nula y se rechaza la H_a hipótesis alterna la cual no es significativa para el modelo, por lo tanto, no forma parte de la ecuación. El valor p de N_{DPL} es $0.000 < 0.05$, se rechaza la H_0 hipótesis nula y se acepta la H_a hipótesis alterna, la cual es estadísticamente significativa y forma parte de la ecuación.

Como resultado se obtiene un nuevo modelo de regresión $N_{60} = 0.7162 N_{DPL}$, el coeficiente de determinación R^2 obtenida de la muestra es 90.27% con un intervalo de confianza del 95%.

Figura 9

Regresión lineal de la Serie 1.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Regresión lineal del ensayo CTP vs SPT

El análisis de la Serie 2, se realizó la regresión lineal de 18 pares ordenados de las variables C_n y N_{60} . El coeficiente de correlación (r) de Pearson es 0.94, que indica una correlación positiva muy fuerte.

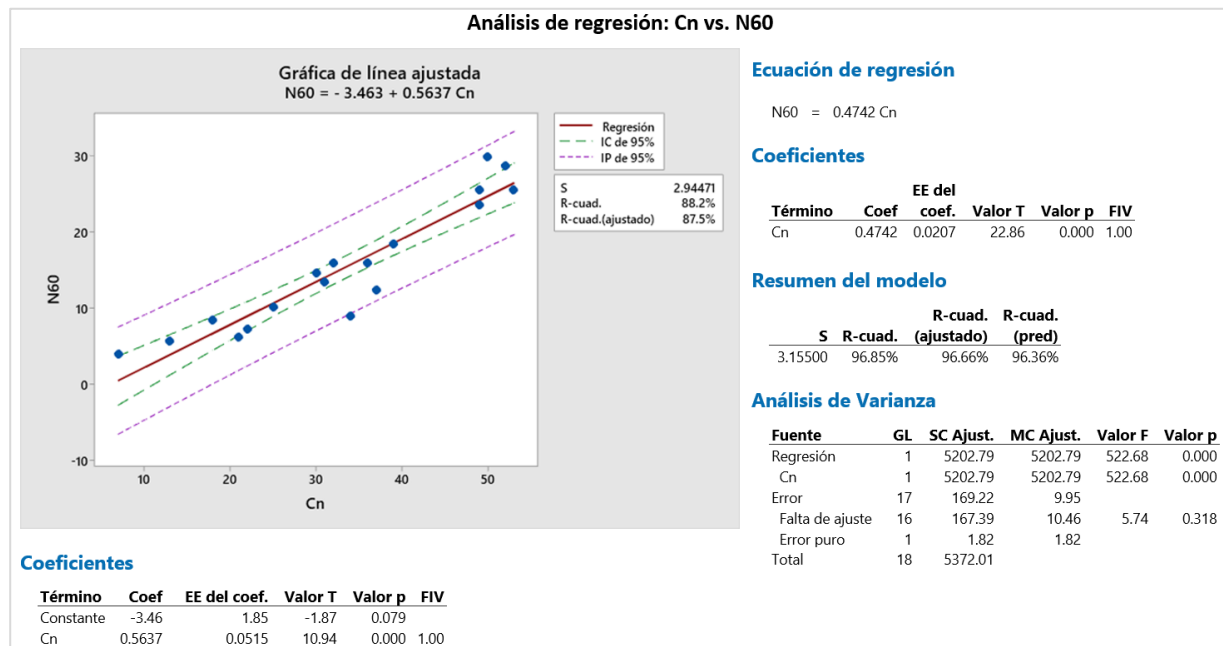
Del segundo modelo de regresión, el valor p de la constante es $0.079 > 0.05$, por lo tanto, se acepta la H_0 hipótesis nula y se rechaza la H_a hipótesis alterna la cual no es significativa para el modelo, por lo tanto, no forma parte de la ecuación. El valor p de C_n es $0.000 < 0.05$, se rechaza

la H_0 hipótesis nula y se acepta la H_a hipótesis alterna, la cual es estadísticamente significativa y forma parte de la ecuación.

Como resultado se obtiene un nuevo modelo de regresión $N_{60} = 0.4742 C_n$, el coeficiente de determinación R^2 obtenida de la muestra es 96.85% para un intervalo de confianza del 95%.

Figura 10

Regresión lineal de la Serie 2.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. Análisis de resultados

4.4.1. Parámetros de resistencia

“La resistencia al corte no drenado C_u de las arcillas puede asociarse con el valor N del ensayo SPT, mediante una relación basada en el índice de plasticidad del suelo” (Stroud, 1989, p. 37).

Das (2013) menciona que “El ángulo de fricción pico de los suelos granulares ha sido correlacionado con el valor corregido del número de golpes en el ensayo de penetración estándar, N_{60} y $(N_1)_{60}$, para establecer relaciones directas entre estos parámetros geotécnicos” (p. 299). Estos parámetros se pueden determinar con varios autores, la cohesión se determinó en kg/cm^2 , el ángulo de fricción en grados y para contrastar los resultados se realizó el ensayo de corte directo (CD).

Los resultados obtenidos en los ensayos SPT, DPL y CTP realizados en los suelos arenosos, muestran que un mayor contenido de humedad está asociado con un menor número de golpes requeridos para la penetración en cada ensayo, lo que evidencia una reducción en la resistencia del suelo debido a la disminución de la fricción interna y la cohesión entre partículas. Este comportamiento se constató tanto en suelos clasificados como CH y SM, donde los valores obtenidos de cohesión y ángulo de fricción interna afirma esta tendencia.

Tabla 3

Cohesión.

Profundidad (m)	SUCS	Punto de exploración - 1				Punto de exploración - 2				Punto de exploración - 3			
		SPT	DPL	CTP	CD	SPT	DPL	CTP	CD	SPT	DPL	CTP	CD
0.00 - 0.45	CH	0.26	-	0.40	-	0.23	-	0.26	-	0.28	-	0.46	-
0.45 - 0.90	CH	0.48	-	0.78	-	0.44	-	0.40	-	0.44	-	0.82	-
0.90 - 1.35	CH	0.64	-	0.86	-	0.52	-	0.43	-	0.54	-	0.83	-
1.35 - 1.80	CH	0.68	-	0.58	-	0.32	-	0.35	-	0.42	-	0.56	-
1.80 - 2.25	CH	0.40	-	0.58	0.33	0.30	-	0.33	0.33	0.40	-	0.47	0.24

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4

Ángulo de fricción.

Profundidad (m)	SUCS	Punto de exploración - 1				Punto de exploración - 2				Punto de exploración - 3			
		SPT	DPL	CTP	CD	SPT	DPL	CTP	CD	SPT	DPL	CTP	CD
2.25 - 2.70	SM	30.08	30.11	28.77	-	28.89	28.55	26.99	-	28.13	29.06	26.83	-
2.70 - 3.15	SM	31.44	29.25	29.17	-	29.25	28.45	25.40	-	30.14	30.01	26.32	-

3.15 - 3.60	SM	31.70	30.01	28.35	25.30	27.69	26.53	24.07	25.63	30.59	27.36	27.46	25.87
3.60 - 4.05	SM	32.88	30.20	30.03	-	31.75	30.11	28.70	-	32.07	30.29	29.01	-
4.05 - 4.50	SM	35.32	32.52	31.76	-	34.41	33.87	31.89	-	31.98	30.74	29.60	-
4.50 - 4.95	SM	35.48	31.27	31.51	-	33.83	36.30	31.38	-	34.27	31.18	31.38	-

Nota: Elaboración propia.

4.4.2. Capacidad de carga

El estudio se desarrolló por el método de Meyerhof, con el fin de determinar la capacidad de carga en diferentes tipos de suelos, tanto en cohesivos y friccionantes. “La capacidad de carga es la resistencia del suelo para soportar una carga aplicada sin causar fallas. Está influenciada por la resistencia al corte, la cual depende de la cohesión y el ángulo de fricción, asegurando estabilidad estructural” (Putra, 2020).

(RNE, 2018) menciona en el artículo 20.2, 20.3 “En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (ϕ) igual a cero y en suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero”.

La siguiente ecuación está basada según (Bowles, 1996).

$$q_u = c N_c S_c d_c + q N_q S_q d_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Donde:

c : Cohesión

q : Tensión efectiva

γ : Peso unitario del suelo

B' : Ancho de cimentación

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga

S_c, S_q, S_γ : Factores de forma

d_c, d_q, d_γ : Factores de profundidad

“El estudio del comportamiento de suelos arenosos en cimentaciones es esencial para resolver problemas en edificaciones. La densidad, forma y características del suelo son determinantes en las cimentaciones, que demanda optimización y análisis en profundidad” (Luo et al., 2024).

Los resultados evaluados de la capacidad de carga proporcionan información detallada, se encuentran a 2.25 m y 3.60 m de profundidad en cada punto de exploración, la zapata es cuadrada de base 1.50 m, con un factor de seguridad de 3.

Tabla 5

Método de Meyerhof (Kg/cm^2)

Punto	Profundidad (m)	SUCS	SPT	DPL	CTP	CD
P-1	2.25	CH	1.18	-	1.66	0.99
P-2	2.25	CH	0.93	-	1.01	1.01
P-3	2.25	CH	1.18	-	1.37	0.75
P-1	3.60	SM	1.80	1.73	1.61	1.15
P-2	3.60	SM	1.31	1.44	1.10	1.17
P-3	3.60	SM	1.67	1.53	1.56	1.22

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Correlaciones obtenidas

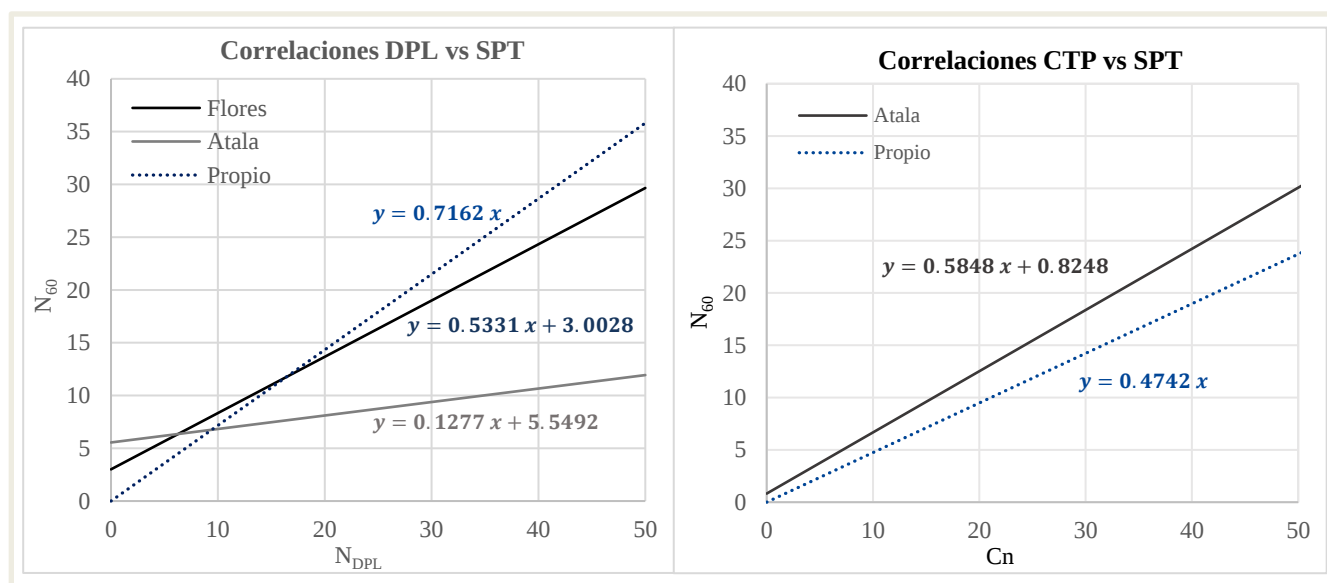
“El análisis de regresión es una estrategia eficaz para estimar con precisión la resistencia del suelo, ofreciendo predicciones fiables de los parámetros de resistencia. Esta técnica aporta importantes beneficios al campo de la geotécnica, en términos de eficiencia y precisión” (Sabab et al., 2023).

Los resultados de la investigación resaltan la relevancia de establecer correlaciones entre los ensayos SPT, DPL y CTP para optimizar la caracterización de los suelos arenosos. El SPT es ampliamente utilizado en el diseño de cimentaciones, mientras que el DPL se destaca por su

eficiencia, ya que permite obtener resultados en menor tiempo y con menos recursos humanos debido a su penetración continua. Por su parte, el CTP, además de realizar mediciones continuas, tiene la capacidad de penetrar suelos gravosos. La correlación entre estos ensayos no solo mejora la precisión en la evaluación geotécnica, sino que también contribuye a una significativa reducción en los costos asociados a los estudios de suelo. Estos modelos de regresión no son aplicables a otros tipos de suelos, es exclusivo para suelos SM y SP-SM.

Figura 11

Correlaciones obtenidas donde el N_{DPL}



Nota: Es el número de golpes promedio por cada 0.30m, Cn es el número de golpes por cada 0.30 m de penetración mediante CTP.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis comparativo de los costos de los ensayos SPT, CTP, DPL y de corte directo reflejan diferencias significativas que pueden influir en la planificación económica de los estudios geotécnicos. El ensayo SPT tiene un costo de s/. 324 por metro lineal, mientras que el CTP es de s/. 245 por metro lineal, esto representa un 24.38% más económico. Por su parte el DPL, tiene un

costo de s/. 188 el metro lineal, esta opción es más accesible, con una diferencia del 41.98% respecto al SPT. En contraste, el costo del corte directo es s/. 360 por ensayo, siendo un 11.11% más costoso respecto al SPT, posicionándose como la alternativa más costosa. Estas variaciones porcentuales presentan diferencias significativas dependiendo del uso y las condiciones del terreno, por ello, resulta esencial evaluar la relación costo beneficio al seleccionar el ensayo más adecuado.

Los resultados obtenidos en esta investigación destacan la importancia de establecer correlaciones específicas adaptadas a las condiciones locales. Mientras que Flores et al., (2020) determinó una correlación de $N_{60} = 0.5331 N_{DPL} + 3.0028$ y (Atala, 2011) presentó $N_{60} = 0.1277 N_{DPL} + 5.5492$, en este estudio se obtuvo $N_{60} = 0.7162 N_{DPL}$, lo que pone en evidencia los diversos factores que inciden directamente en las correlaciones, tales como la geología local, las características específicas del suelo y el procesamiento de los datos recolectados. Estas diferencias subrayan la importancia de desarrollar correlaciones que consideren las particularidades del entorno geotécnico, ya que las correlaciones generales pueden no reflejar con precisión las propiedades del suelo en contextos específicos.

Los resultados obtenidos en la segunda serie de ensayos CTP vs SPT muestran una correlación similar a la propuesta por (Atala, 2011), quien determinó $N_{60} = 0.5848 C_n + 0.8248$, mientras que en esta investigación se obtuvo $N_{60} = 0.4742 C_n$. Sin embargo, la ausencia de una normativa específica para el ensayo CTP limita su aplicabilidad práctica y genera incertidumbre respecto a las condiciones óptimas de uso o las restricciones según el tipo de suelo. Establecer lineamientos normativos claros consolidaría su uso en la práctica geotécnica, mejorando la fiabilidad de las correlaciones en los estudios de suelos, particularmente en contextos donde se busca optimizar recursos y garantizar precisión en la caracterización geotécnica.

6. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Las conclusiones de esta investigación sintetizan los resultados alcanzados y su aplicación en el ámbito de la geotecnia a través de los ensayos SPT, DPL y CTP. Estas correlaciones sirven como base para futuras investigaciones, con lo que se recomienda realizar más puntos de exploración para que los valores obtenidos no solo mejoren la eficiencia, sino que también ofrecen una mayor confianza en el diseño de cimentaciones, con la finalidad de tener mayor seguridad y eficacia en proyectos de construcción.

De la carga de admisible se determinó los resultados del suelo SM arena limosa, sus valores se encuentran entre 1.10 a 1.80 kg/cm² según la tabla 5, evaluados a una profundidad de 3.60 m en cada punto de exploración por el método de Meyerhof. Esta información resulta el diseño de cimentaciones adecuadas a las características específicas de la zona de estudio, permitiendo una evaluación más precisa del suelo. No solo optimiza la estabilidad de las estructuras, sino que también contribuye a una reducción significativa en los costos de futuros proyectos de construcción.

De la primera serie de los ensayos DPL vs SPT, se determinó la ecuación $N_{60} = 0.7162 N_{DPL}$ con un coeficiente de determinación R^2 del 90.27% la cual indica una correlación estadísticamente significativa en este análisis, que proporciona valores confiables para correlacionar los resultados del N_{DPL} en valores N_{60} . Esta ecuación es fundamental para el ensayo DPL, el análisis está enfocado a los suelos arenosos. El ensayo tiene la posibilidad correlacionar con el SPT, así reducimos tiempo, factor económico y a su vez poder ejecutarse en áreas de difícil acceso. No obstante, este ensayo requiere la excavación de calicatas, lo que genera un costo adicional. Sin embargo, los parámetros de resistencia obtenidos dependen de la calidad de las correlaciones empleadas, ya que los valores del ensayo SPT ofrecen una referencia más

estandarizada para diseño de cimentaciones. Por lo tanto, la correlación obtenida en esta investigación se presenta como una herramienta valiosa para determinar los parámetros de resistencia al corte, las limitaciones de los resultados de esta correlación deben analizarse con precaución y complementarse con otros ensayos geotécnicos para obtener una caracterización confiable del suelo, ya que su precisión puede verse afectada por la ejecución del operador. Además, las correlaciones obtenidas a partir de este ensayo son exclusivas para suelos de tipo SP, SW y SM, por lo que su aplicación en otros tipos de suelos puede generar interpretaciones inexactas.

De la segunda serie de los ensayos CTP vs SPT, se determinó la ecuación $N_{60} = 0.4742 C_n$ con un coeficiente de determinación R^2 del 96.85% la cual indica una correlación estadísticamente significativa en este análisis, que proporciona valores confiables para correlacionar los resultados del C_n en valores N_{60} . Esta ecuación es fundamental en el ensayo CTP para el análisis geotécnico enfocado a los suelos arenosos. El ensayo SPT no es adecuado para suelos gravosos, las muestras extraídas suelen estar alteradas, lo que compromete la confiabilidad de los resultados obtenidos. Además, el desprendimiento de arenas dificultó la obtención de muestras inalteradas, afectando la precisión de los datos. Por otro lado, el ensayo CTP tiene la capacidad de perforar las gravas, pero no permite la extracción de muestras, lo que limita la posibilidad de determinar el perfil estratigráfico del suelo.

7. REFERENCIAS

- Atala, C. (2011). *Estudio Experimental sobre Correlaciones en Suelos Granulares Finos (Arenas Compactados, Usando Equipos de Penetración, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Bowles. (1996). *Foundation Analysis and Design (Bowles_5ed)* (Vol. 5).
- Civelekler, E. (2023). Using GIS for the allowable soil bearing capacity estimation according to the Terzaghi (1943) equation in Eskişehir city center, Türkiye. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 8(3), 310–317. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1212584>
- Córdova, M. (2008). *Estadística Aplicada* (Vol. 1).
- Daoud, W., Kasama, K., Saleh, N., & Negm, A. (2016). Ranking and transformation error assessment of shear strength parameters correlations. *International Journal of Geo-Engineering*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40703-016-0028-5>
- Das, B. M. (2011). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (Séptima edición)*. <http://latinoamerica.cengage.com>
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (Cuarta edición)*. <http://latinoamerica.cengage.com>
- Flores, W., Chávez, J., Durán, G., & Maggie, M. (2020). Correlation of dynamic probing light (DPL) and standard penetration test (SPT) for sandy soil of alluvial origin. *2020 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias En Ingeniería (CONIITI)*, Bogota, Colombia, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CONIITI51147.2020.9240457>
- Hatanaka, M., Feng, L., Naoki, M., & Hiroki, Y. (2008). A study on the engineering properties of sand improved by the sand compaction pile method. *Japanese Geotechnical Society*, 48, 73–85. <https://doi.org/10.3208/sandf.48.73>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed). McGraw Hill.

Luo, Z., Ding, X., Zhang, X., Ou, Q., Yang, F., Zhang, T., & Cao, G. (2024). Experimental and numerical investigation of the bearing capacity and deformation behavior of coral sand foundations under shallow footing loads. *Ocean Engineering*, 310. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.118601>

Mujtaba, H., Farooq, K., Sivakugan, N., & Das, B. M. (2017). Evaluation of relative density and friction angle based on SPT-N values. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(2), 572–581. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-1899-5>

Rahman, M. (2020). *Foundation Design using Standard Penetration Test (SPT) N-value*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23159.73123>

Rahmat, R. (2020). Relationship between obtained ultimate bearing capacity results based on N-SPT results and static load tests. *International Journal of GEOMATE*, 19(74), 153–160. <https://doi.org/10.21660/2020.74.60639>

RNE. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones*.

Rojas, J. (2020). *Informes Técnicos de SPT*.

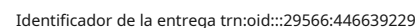
Sabab, S. R., Shahin, H. M., Muhim Bondhon, M. M., & Kabir, M. E. (2023). Regression Analysis for Predicting Soil Strength in Bangladesh. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 17(3), 537–554. <https://doi.org/10.14525/JJCE.v17i3.14>

Stroud. (1989). *The Standard Penetration Test - Its Application and Interpretation*. 2.

Taha, O. M. E. (2019). Variation of bearing capacity prediction for shallow foundations by SPT and laboratory tests. *International Journal of GEOMATE*, 17(64), 108–114. <https://doi.org/10.21660/2019.64.61042>

Vaz, A. P. D. M. e S., FIORI, A. P., & Silveira, C. T. da. (2018). Métodos De Obtenção De Valores De Ângulo De Atrito E Coesão: Comparação Entre O Ensaio De Cisalhamento Direto E Cálculo Baseado No Spt. *Boletim Paranaense de Geociências*, 74(1), 1–10. <https://doi.org/10.5380/geo.v74i1.38906>

Evidencia de sumisión



8.2. ANEXO B

COPIA DE INSCRIPCION DEL PERFIL DEL PROYECTO



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0555-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 26 de setiembre de 2023

VISTO:

El expediente de **Heber Yury Condori Huanca**, identificado(a) con Código Universitario N° 201712321 y **Romario Juvenal Condori Carrizales**, identificado(a) con Código Universitario N° 201712294, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Heber Yury Condori Huanca** y **Romario Juvenal Condori Carrizales**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Correlaciones entre SPT – DPL – CTP de la capacidad de carga del suelo de Mucra-I, 2023" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 26 de setiembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Correlaciones entre SPT – DPL – CTP de la capacidad de carga del suelo de Mucra-I, 2023**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Gerardo William Pari Quispe** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona** y **Mtro. Leonel Chahuarez Paucar**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Erika Inés Acuña Salinas
Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA



Ketty Magaly Arellano Lino
Mg. Ketty Magaly Arellano Lino
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

RESOLUCIÓN N° 1269-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 17 de diciembre de 2024

VISTO:

El expediente de **Heber Yury Condori Huanca**, identificado(a) con código universitario N° **201712321** y **Romario Juvenal Condori Carrizales** identificado(a) con código universitario N° **201712294** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **Heber Yury Condori Huanca** y **Romario Juvenal Condori Carrizales**, han solicitado la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado “Correlaciones entre SPT – DPL – CTP de la capacidad de carga del suelo de Mucra-I, Juliaca”;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 17 de diciembre de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado “Correlaciones entre SPT – DPL – CTP de la capacidad de carga del suelo de Mucra-I, Juliaca”, por el de: “Correlaciones entre los ensayos SPT – DPL – CTP en los suelos arenosos de Mucra-I, Juliaca”, en el registro respectivo y disponer que con la orientación de su asesor el (la) **Mg. Gerardo William Pari Quispe**, sea desarrollado y ejecutado el proyecto de tesis por **Heber Yury Condori Huanca** y **Romario Juvenal Condori Carrizales**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución, a partir de la inscripción inicial.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA



Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
- Interesado
- Asesor
- DGI
- Archivo

8.3. ANEXO C

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITANTE :
 FECHA INGRESO :

Sondeo / Calicata :
 Margen de Sondeo :
 N° de Muestras :
 Progresiva :

REGISTRO DE SONDAJES							
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR
				N ₆₀ SPT	F (T) suelo friccionando	c (Kg/cm²) suelo cohesivo	N _{60T} Nº de golpes 15 cm
0.20	---	Losa de concreto simple	C	0		-	0.00
0.40	---	Relleno con material de préstamo, con TM 2 1/2", de gravas angulosas.	Re	0		-	0.20
0.60	---	Losa de concreto simple	C	0		-	0.40
0.80	---	Relleno con material de préstamo.	Re	0		-	0.60
1.00	---	Arcilla de alta plasticidad, de consistencia blanda, con 0.0 % de grava, 14.2 % de arena y 85.8 % de finos, Límite líquido de 65, Límite plástico 31 e índice de consistencia 34, humedad de 28 % y peso específico de 1.902 g/cm³.	CH	3	-	0.32	1.00
1.20		Arena limosa, de compacidad suelta, con 0.0 % de grava, 78.2 % de arena y 21.8 % de finos, no presenta límites de consistencia, humedad de 13 % y peso específico de 1.998 g/cm³.	SM	5	-	0.84	1.20
1.40				5	-	-	1.40
1.60		Limo de alta plasticidad, de consistencia blanda, con 0.0 % de grava, 13.1 % de arena y 86.9 % de finos, Límite líquido de 62 Límite plástico 33 e índice de consistencia 29, humedad de 32 % y peso específico de 1.833 g/cm.	MH	5	29.7	-	1.60
1.80				5	29.7	-	1.80
2.00				4	-	0.29	2.00
2.20				4	-	0.28	2.20
2.40		Arena limosa, de compacidad suelta, con 0.0 % de grava, 61.4 % de arena y 38.6 % de finos, Límite líquido de 22, no presenta índice de consistencia, humedad de 26 % y peso específico de 2.045 g/cm³, Módulo de elasticidad de 91.8 kg/cm².	SM	3	-	0.23	2.40
2.60				5	-	0.34	2.60
2.80		Limo de alta plasticidad, de consistencia blanda, con 0.0 % de grava, 40.5 % de arena y 59.5 % de finos, Límite líquido de 62 Límite plástico 33 e índice de consistencia 29, humedad de 25 % y peso específico de 1.845 g/cm³.	MH	4	-	0.14	2.80
3.00				7	-	0.25	3.00
3.20		Arena mal gradada con limo, de compacidad suelta, con 0.0 % de grava, 88.2 % de arena y 11.8 % de finos, no presenta límites de consistencia, humedad de 24 % y peso específico de 2.614 g/cm³.	SP SM	14	-	1.01	3.20
3.40				5	-	0.38	3.40
3.60				8	32.2	-	3.60
3.80				8	31.0	-	3.80
4.00		Arcilla de media plasticidad, de consistencia blanda, con 0.0 % de grava, 13.4 % de arena y 86.6 % de finos, Límite líquido de 43, Límite plástico 23 e índice de consistencia 20, humedad de 36 % y peso específico de 1.974 g/cm³.	CL	6	29.5	-	4.00
4.20				3	27.7	-	4.20
4.40		Fin del sondeo		4	-	0.14	4.40
4.60				3	-	0.11	4.60
4.80		Fin del sondeo		0	-	-	4.80
5.00				0	-	-	5.00
5.20		Fin del sondeo		0	-	-	5.20
5.40				0	-	-	5.40
5.60		Fin del sondeo		0	-	-	5.60
5.80				0	-	-	5.80
6.00		Fin del sondeo		0	-	-	6.00
6.20				0	-	-	6.20
6.40		Fin del sondeo		0	-	-	6.40
6.60				0	-	-	6.60
6.80		Fin del sondeo		0	-	-	6.80
7.00				0	-	-	7.00

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) ASTM D1586/D1586M-18

Proyecto
Solicitante
Ubicación de proyecto
Material

Informe N°:
Muestreado por :
Fecha de Ensayo:
Turno:

Código de muestra
Procedencia
Sondaje / Calicata
N° de muestra
Progresiva

Profundidad Total:
Norte:
Este:
Cota:

REGISTRO DE SONDAJES									
PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR		
				N _{arr} CORREGIDO	φ (°) ángulo friccionante	c (kg/cm²) suelo cohesivo	N _{arr}	N° de golpes 15 cm	
0.20		El estrato actual presenta un contenido de material de relleno inadecuado para el suelo de fundación, según la exploración realizada. Se compone principalmente de arena limocilicosa con presencia de gravas.	RELENO	11	30.1	0.48			
0.40									
0.60									
0.80									
1.00									
1.20		Estrato conformado de material arcillo arenoso de baja plasticidad, TM < 4.75 mm	CL	6	28.2	0.28			
1.40									
1.60		Estrato conformado de material limo arenoso de baja plasticidad, TM < 4.75 mm	ML						
1.80									
2.00									
2.20									
2.40		Estrato conformado de material arcillo de baja plasticidad con arena, TM < 4.75 mm	CL	6	28.2	0.28			
2.60									
2.80		Nivel Freático = 2.80 m.							
3.00									
3.20		Estrato conformado de material arena limosa, TM < 9.50 mm	SM						
3.40									
3.60		Estrato conformado de material limo arenoso, TM < 18.00 mm	ML	8	28.2	0.37			
3.80									
4.00									
4.20									
4.40									
4.60		Estrato conformado de material arena limosa, TM < 9.50 mm	SM	6	27.7	0.25			
4.80									
5.00									
5.20		Fin de perforación							
5.40									
5.60									
5.80									
6.00									
6.20									
6.40									
6.60									
6.80									
7.00									
7.20									
7.40									
7.60									
7.80									
8.00									
8.20									
8.40									
8.60									
8.80									
9.00									

OBSERVACIONES:

Se encontro filtracion de agua a 2.10 m de profundidad.