



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Correlación del ensayo DPL con el ensayo de compresión
inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Orneta Cauper, Pool Franco (ORCID: [0000-0002-4805-6498](https://orcid.org/0000-0002-4805-6498))

Vela Ruiz, Glendy (ORCID: [0000-0003-2171-0901](https://orcid.org/0000-0003-2171-0901))

ASESOR(A):

M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (ORCID: [0000-0003-0254-301X](https://orcid.org/0000-0003-0254-301X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a nuestros padres por su apoyo incondicional. Siendo ellos nuestro principal pilar en nuestra educación, gracias a ello podremos desempeñarnos como buenos profesionales en la sociedad.

AGRADECIMIENTO

Al Lic. Marco A. Díaz Apac por sus sugerencias y recomendaciones en el avance de la metodología de la investigación.

AL Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra por sus pautas y asesoramiento, como también a su empresa VARINCO.SAC por sus equipos para los propósitos de esta investigación.

Al Ms Ing. Sleyther A. De La Cruz Vega por su asesoramiento y paciencia en el proceso de nuestra investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	11
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	12
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS	13
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	13
3.5. PROCEDIMIENTOS	14
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	15
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	15
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. REFERENCIAS	34
IX. ANEXOS	38
ANEXO 1: Declaratoria de Autenticidad de los autores	38
ANEXO 2: Declaratoria de Autenticidad del asesor	39

ANEXO 3: Matriz de Operacionalización de Variables	40
ANEXO 4: Matriz de Consistencia	42
ANEXO 5: Validación de Instrumentos por juicio de Experto	43
ANEXO 6: Perfil Estratigráfico	46
ANEXO 7: Ensayos de Laboratorio	49
ANEXO 8: Procesamiento de Datos	61
ANEXO 9: Plano de Ubicación de Calicatas y Ensayos	74
ANEXO 10: Panel Fotográfico	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de consistencias de Arcillas	8
Tabla 2: Consistencia de Arcillas basado en la Resistencia a la Compresión Inconfinada.....	9
Tabla 3: Datos de N° Golpes DPL y CSI – Consistencia mediana	17
Tabla 4: Datos de N° Golpes DPL y CSI – Consistencia firme	18
Tabla 5: Datos de N° Golpes DPL y CSI – Consistencia muy firme	19
Tabla 6: N° de Golpes DPL - ECSI	20
Tabla 7: Correlación de Consistencias	21
Tabla 8: Prueba de Normalidad - Consistencia mediana.....	23
Tabla 9: Prueba de Normalidad – Consistencia firme.....	23
Tabla 10: Prueba de Normalidad – Consistencia muy firme.....	23
Tabla 11: Análisis estadístico Pearson - Cons. Mediana.....	24
Tabla 12: Análisis estadístico Pearson - Cons. Firme	24
Tabla 13: Análisis estadístico Pearson - Cons. Muy Firme.....	24
Tabla 14: Prueba de Normalidad – N° Golpes.....	26
Tabla 15: Análisis estadístico Pearson – N° Golpes.....	26
Tabla 16: Prueba de Normalidad - Consistencias.....	27
Tabla 17: Análisis estadístico Pearson – Consistencias.....	28
Tabla 18: Operacionalización de la variable 01	40
Tabla 19: Operacionalización de la variable 02	41
Tabla 20: Matriz de consistencia.	42
Tabla 21: Datos generales de Campo	61
Tabla 22: Tablas de consistencias usadas.	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Equipo DPL.....	7
Figura 2: Aparato de Compresión Simple Inconfinada de Suelos Cohesivos	8
Figura 3: La pendiente y ordenada al origen de las diagonales del paralelogramo se usan para hallar las incertidumbres Δm y Δb	9
Figura 4: Diseño de instigación correlacional.....	11
Figura 5: Correlación lineal q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de CSI - Consistencia Mediana	17
Figura 6: q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de Compresión Inconfinada - Consistencia Firme.....	18
Figura 7: q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de Compresión Inconfinada - Consistencia Muy Firme.....	19
Figura 8: Correlación de datos generales.....	62
Figura 9: Método del paralelogramo - Consistencia mediana.	63
Figura 10: Método del paralelogramo - Consistencia firme.	63
Figura 11: Método del paralelogramo - Consistencia muy firme.	64
Figura 12: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfinada - Consistencia mediana.	65
Figura 13: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfinada - Consistencia firme.	65
Figura 14: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfinada - Consistencia firme.	66
Figura 15: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfinada - Consistencia muy firme.	66
Figura 16: Pearson consistencia mediana – Paso 1	67
Figura 17: Pearson consistencia mediana - Paso 2	67
Figura 18: Pearson consistencia mediana - Paso 3	68
Figura 19: Pearson consistencia mediana - Paso 4	68
Figura 20: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 1	69
Figura 21: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 2	69
Figura 22: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 3	70

Figura 23: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 4	70
Figura 24: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 5	71
Figura 25: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 6	71
Figura 26: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 7	72
Figura 27: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 8	72
Figura 28: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 9	73
Figura 29: Ubicación de DPL 1,2 y 3.....	74

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el nivel de correlación entre los ensayos DPL y compresión simple confinada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali.

La metodología es tipo básica, con un planteamiento de investigación descriptiva correlacional. La población estaba conformada por 22 ensayos DPL y 4 ensayos de compresión simple confinada de suelos arcillosos de la ciudad de Pucallpa, Ucayali. La muestra de la investigación es no probabilística intencionada, que se considera de acuerdo al criterio del investigador, la muestra es del mismo tamaño de la población.

Los resultados nos muestra la tendencia lineal de los dos datos analizados ($q_u - N_{DPL}$), esta conexión se mide de acuerdo a la prueba estadística de Pearson. El Pearson para un suelo arcilloso de consistencia mediana es de 0.937 (Correlación positiva perfecta). El Pearson para un suelo arcilloso de consistencia firme es de 0.91 (Correlación positiva perfecta). El Pearson para un suelo arcilloso de consistencia muy firme es de 1.0 (Correlación positiva perfecta).

De acuerdo al análisis de los resultados en base a los métodos estadísticos empleados para determinar el nivel de correlación de la variable de Resistencia a la compresión simple (q_u) obtenida de los ensayos DPL y ECSI, se concluye que existe relación directa entre estos, por lo tanto, se desestima la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis de investigación.

Palabras clave: Penetración Dinámica ligera (DPL), Compresión Simple Inconfinada, Correlación.

ABSTRACT

The present research aims to determine the level of correlation between the DPL tests and simple unconfined compression in clay soils, Pucallpa, Ucayali.

The methodology is basic type, with a correlational descriptive research design. The population consisted of 22 DPL tests and 4 unconfined compression tests of clay soils from the city of Pucallpa, Ucayali. The research sample is intentional non-probabilistic, which is considered according to the researcher's criteria, the sample is the same size of the population.

The results show us the linear trend of the two data analyzed (q_u - NDPL), this connection is measured according to Pearson's statistical test. The Pearson for a clay soil of medium consistency is 0.937 (perfect positive correlation). The Pearson for a firm consistency clay soil is 0.91 (perfect positive correlation). The Pearson for a very firm consistency clay soil is 1.0 (perfect positive correlation).

According to the analysis of the results based on the statistical methods used to determine the level of correlation of the variable Resistance to simple compression (q_u) obtained from the DPL and ECSI tests, it is concluded that there is a direct relationship between them, for Therefore, the Null Hypothesis is rejected and we accept the research hypothesis.

Keywords: Light Dynamic Penetration (DPL), Unconfined Simple Compression, Correlation.

I. INTRODUCCIÓN

En Alemania fue ideado el ensayo DPL para estimar la capacidad admisible del suelo de manera directa, obteniendo valores más confiables. Los países más desarrollados apoyándose del avance de la tecnología realizan investigaciones al tipo de suelo según zona, obteniendo valores a la resistencia a la compresión simple, permitiendo realizar diseños óptimos en cimentaciones superficiales en mejores condiciones. De esa manera la elaboración de proyectos y ejecución de la misma se realizan de manera eficiente. La lectura especializada, fundamentalmente importada de otros países, recomienda realizar los métodos con criterios adaptados a la realidad propia del suelo. El planteamiento de la presente investigación, se basa fundamentalmente en realizar ensayos in situ y otros de laboratorio, que caracterizaran los suelos arcillosos en la ciudad de Pucallpa.

En el Perú desde el 17 de junio del 2001 hasta la actualidad se tiene como Norma Técnica Peruana NTP 339.1595 basada en la norma DIN6 4094-90 BAUGRUND (Instituto Alemán de Normalización). Esta norma establecida nos muestra un desarrollo del procedimiento original de ensayo de penetración dinámica ligera. Conforme a lo fundamentado existen causantes que influyen de primera mano en los resultados de la examinación de suelos, estos incumben a variables propias del suelo ensayado en la zona, a variables técnicas del equipo y a su operación. Teniendo en consideración lo anterior, para que ensayos como el DPL puedan considerarse repetibles y confiables debe seguir puramente la normativa técnica que determina su ejecución. Se debe utilizar el equipamiento con rastreabilidad que asegure los resultados y tener conocimiento de la estratigrafía del suelo ensayado.

En la ciudad de Pucallpa los estudios de mecánicas de suelos desarrollados son muy defectuosos referentes a los resultados de ensayos in-situ y de laboratorio, ya que el ensayo más común es el corte directo. Las técnicas actuales y las normativas disponen parámetros para el desarrollo según tipo de suelos, correspondiendo a nuestra realidad ensayos especiales como el ensayo Triaxial CU, Ensayo de compresión simple no confinada para suelos cohesivos, ensayos SPT, ensayos DPL y otros, pero por los altos costos y falta de conocimientos de algunos de estos ensayos no se realizan; en tal sentido es muy imprescindible desarrollar ensayos

que nos brinden resultados verídicos y al mismo tiempo de bajo costo. El ensayo de penetración dinámica ligera (DPL) es un ensayo in-situ que nos brinda estimaciones de la resistencia al corte no drenado (C_u) y la resistencia a la compresión simple (q_u) del suelo cohesivo con cierto grado de confiabilidad, y que se debe corroborar con un ensayo de compresión simple para obtener parámetros geomecánicos que nos sirvan como datos en el diseño de cimentaciones superficiales.

Teniendo en cuenta la realidad problemática se plantea el siguiente Problema General: ¿En qué medida el ensayo DPL se relaciona con el ensayo de compresión confinada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali?

Las justificaciones de la investigación son las siguientes: Justificación Económica: La investigación tiene justificación económica puesto que en las últimas dos décadas se ha observado un apogeo en el crecimiento económico de la ciudad de Pucallpa, a efecto de ello los proyectos de inversión pública y privada han ido en aumento, siendo muy fundamental tener en cuenta los procesos y las técnicas ingenieriles que se plantean, no siendo esto un parámetro claro para el planteamiento acertado en los diseños de las cimentaciones de las edificaciones en nuestra ciudad, en tal sentido es muy preciso desarrollar ensayos que nos brinden resultados confiables y al mismo tiempo de bajo costo. Justificación Teórica: Se justifica teóricamente porque las conclusiones de los resultados se incorporarán al nuevo conocimiento científico porque llenarán algunos vacíos existentes en el campo de la ingeniería. Justificación Metodológica: Se justifica en el ámbito metodológico porque brindará una metodología, técnicas y procedimientos además de los instrumentos válidos y confiables que son diseñados y aplicados en el proceso de recolección de datos.

Teniendo en cuenta la problemática y la justificación del proyecto de investigación se adquiere un Objetivo General: Determinar el nivel de relación entre el ensayo DPL y el ensayo de compresión simple confinada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali. Asimismo, cuatro Objetivos Específicos: Identificar el nivel de relación del

número de golpes del ensayo DPL con el ensayo de compresión simple inconfiada. Conocer el nivel de relación entre la consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL con el ensayo de compresión simple inconfiada.

Por último, se propone una Hipótesis General: El ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión simple inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali. Cuatro Hipótesis Específicas: El número de golpes del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión simple inconfiada. La consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión simple inconfiada.

II. MARCO TEÓRICO

Mendivil y Saavedra (2016), En su informe final de grado en el programa de Ingeniería Civil: Correlación entre los métodos de compresión inconfiada y Corte Directo en suelos cohesivos, del sector el rodeo en Cartagena. Con el objetivo: Establecer el coeficiente de correlación entre los resultados obtenidos de los ensayos de compresión inconfiada y corte directo en suelos cohesivos del sector el Rodeo en la ciudad de Cartagena, precisando los datos obtenidos a partir de un análisis de dispersión. Concluyendo que no se pudo definir la correlación entre estos dos ensayos ya que se trabajaron con muestras remoldeadas, por lo tanto no se recomendaría una investigación para la correlación de los mismos. Se recomienda el equipo de perforación por rotación para este caso, pero en el lugar donde se realizó la investigación no cuenta con este equipo, siendo muy costoso, por ello esta investigación no fue económicamente viable.

Cuadros y Montenegro (2015), En su informe final: Obtención y Selección apropiada del valor de cohesión no drenada para el piedemonte de los cerros orientales de Bogotá usando ensayos In Situ. Con el objetivo: Implantar la mejor conexión que define la cohesión no drenada in situ, en los suelos del piedemonte de los cerros orientales. Existen diversos ensayos los cuales se pueden valorar diversas características geotécnicas de los suelos. La característica nombrada no siempre se consigue de forma directa en los ensayos. Estas correlaciones han sido aplicadas en distintos países, por ende, las correlaciones se deben adaptar al tipo de suelo que se está estudiando. Por lo tanto, se requiere cotejar el grado de las correlaciones que se utilizan, para diagnosticar la cohesión no drenada (C_u), a partir del número de golpes del ensayo (SPT) mencionadas por varios autores, para establecer cuál de las correlaciones mencionadas se acopla de la mejor manera a las condiciones del suelo explorado. Llegando a la deducción que no se pudo definir la relación, por los datos obtenidos de acuerdo al ensayo SPT que son limitados y no muestra una confiabilidad buena.

Poveda y Florez (2019), En su informe final: relación de la resistencia al corte en suelos cohesivos entre el viscosímetro rotacional, compresión inconfiada y corte

directo. Con el objetivo: Establecer la relación por medio de la resistencia al corte obtenido en el viscosímetro rotacional y los ensayos de compresión confinada y corte directo (cohesión y Angulo de fricción). De acuerdo a los valores encontrados por el ensayo de compresión simple confinada, se puede establecer según el esfuerzo último del suelo de acuerdo al ensayo de compresión no confinada, de acuerdo al tipo de suelo que se presenta en dicha investigación (Caolín y Blanco Mompox) son de consistencia muy blanda, y el suelo en condición natural presenta una consistencia blanda. Concluyendo que no hay correlación entre las variables obtenidas por el ensayo no estandarizado de viscosímetro rotacional con los ensayos de corte directo y compresión confinada, ya que presenta un error superior al 100% en todos los casos, la metodología empleada para encontrar los esfuerzos no es verídica y no presentan congruencia cuando se correlaciona los datos.

Flores y Chávez (2020) En sus tesis para título profesional de Ingeniería Civil: Correlación entre la Auscultación Dinámica Ligera (DPL) y el ensayo de Penetración Estándar (SPT) para suelos Arenosos de origen aluvial ubicados en el Distrito de Chilca, Provincia de Cañete – Departamento de Lima. Con el Objetivo: “Determinar la correlación entre los resultados del ensayo DPL al valor "N" del ensayo SPT, para suelos arenosos (de clasificación SUCS: SP o SP-SM) de origen aluvial ubicados en el distrito de Chilca, con la finalidad de obtener una ecuación de regresión lineal que permita la interpretación generalizada de los resultados del ensayo DPL”. Llegando a las conclusiones de que El análisis estadístico empleado permite obtener una correlación general para la zona de estudio, aplicable para arenas con contenido variable de limos (SP y/o SP-SM), las ecuaciones de correlación son las siguientes: a) Ecuación N10 - NSPT: obtenida desde N10(x) hacia NSPT(y) $y = 0.5331x + 3.0028$ y b) Ecuación N10 – Cn-NSPT: obtenida desde N10(x) hacia NSPT(y) empleando la ecuación de correlación para arenas NSPT = 0.5Cn: $y = 0.7222x + 1.0715$. Concluyeron que no es recomendable la extrapolación de registros de ensayos DPL para la determinación de valores N10 (ejemplo: 50 golpes en 5 cm = 100 golpes en 10 cm) debido a que genera un sesgo que distorsiona la aplicación de cualquier ecuación de la correlación. Por lo tanto, los

valores de N10 obtenidos con conteo parcial de la penetración de la barra o aquellos ensayos que registren rechazo deben ser omitidos. En todo caso estos registros solo deben ser considerados como indicadores cualitativos del suelo

Agustín (2019) En su informe final para obtener el grado de Ingeniería Civil: correlación del ensayo DPL y el corte directo para identificar la capacidad portante del tipo de suelo en la localidad de Chazuta-San Martín. Con el Objetivo: correlacionar los resultados del ensayo DPL y el corte directo para identificar la capacidad portante de la localidad de Chazuta. Llegando a la conclusión que la relación entre estos dos ensayos es proporcionado, por lo tanto, se podrá emplear la metodología en lugares diversos, teniendo que ser idónea tomando en cuenta las peculiaridades que presenta el sitio estudiado.

Riveros y Taipe (2019) En sus tesis para título profesional de Ingeniería Civil: Análisis semejante de parámetros geomecánicas a entre los ensayos DPL y Triaxial de suelos cohesivos de la ciudad universitaria de la universidad nacional de Huancavelica, 2018. Con el Objetivo: Comparar la variación de los indicadores geomecánicas de los ensayos DPL y Triaxial en suelos arcillosos de la ciudad universitaria de la universidad nacional de Huancavelica, 201. Teniendo como conclusión, en total, la mayoría de los indicadores se observa que pueden adaptarse a funciones de tipo Normal. Un valor elevado de ejemplos analizados, dejaría tasar el valor medio con una confianza elevada. Logrando coeficientes de relación de un 3% y 10% de variabilidad de acuerdo al ángulo de fricción y cohesión respectivamente.

De acuerdo a las bases teóricas la norma que rige el ensayo estándar in situ DPL en el ámbito nacional es la NTP 339.159 SUELOS. El cual menciona el procedimiento del ensayo para la examinación con el equipo penetrómetro dinámico ligero (DPL), la cual dispone el procedimiento y las características del equipo para la prospección indirecta o auscultación de un perfil de suelo perteneciendo a las exploraciones geotécnicas del RNE, norma E-050. Como complemento de las exploraciones que no son directas, se necesita de exploraciones directas, tales como calicatas. Esta norma cuenta con un objetivo de

prevenir estimaciones que son erradas de las condiciones en suelos de cimentación, se puede alcanzar profundidades de hasta 8 m. (NTP 339.159 SUELOS).

La especificación del equipo DPL comprende una varilla guía con mango de agarre que deja caer una longitud de 50 centímetros a una masa de 10 kilogramos, esta varilla guía recibe este acoplado a un yunque que recibe y transmite el impacto de la masa, a su vez, el yunque este acoplado en la parte inferior a una varilla de un metro cuya final es una punta es cónica de 90° grados. Se mide los números de golpes en tramos de penetración de 10 cm.

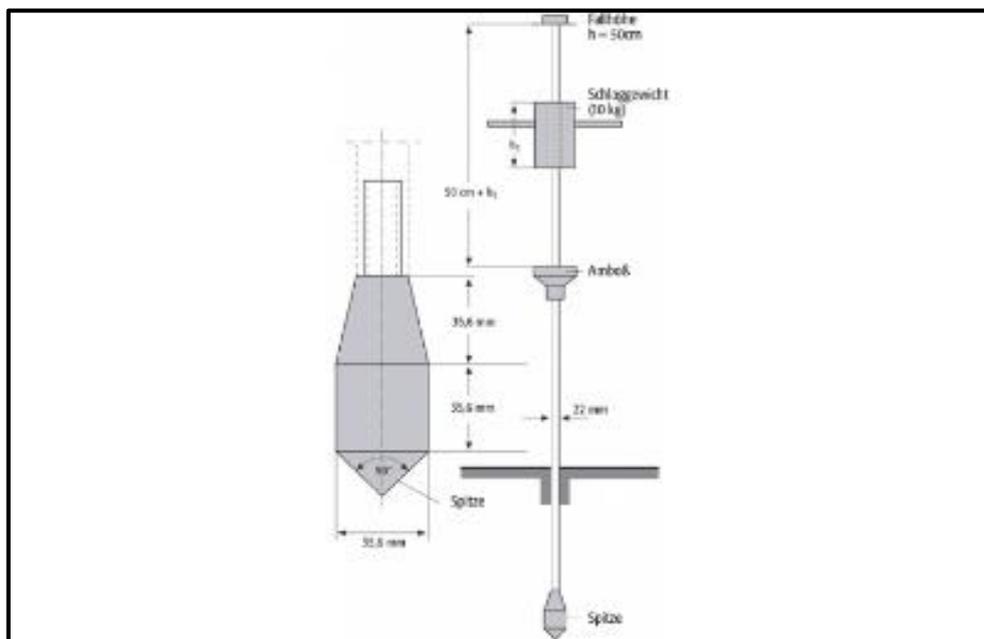


Figura 1: Equipo DPL

La otra normativa de referencia es la NTP 339.167 SUELOS. El cual menciona el procedimiento del ensayo normalizado para encontrar la resistencia a la compresión inconfiada de suelos cohesivos. Esta Norma determina la resistencia a la compresión inconfiada de suelos cohesivos en carácter intacto, remodelada o de compactación empleando adaptación de carga axial incluyendo deformación. (NTP 339.167 SUELOS).

En este ensayo se obtiene datos próximos de la resistencia a la compresión simple en suelos arcillosos.

Esta técnica de ensayo se utiliza solamente en suelos cohesivos que no arrojen agua durante el tiempo en que se aplica la carga a la muestra y que mantengan una firmeza intrínseca después de sacar los esfuerzos de confinamiento.

Las limitaciones que presenta este ensayo se da a suelos secos, que se caen, materiales fisurados, estratificados, limos, turbas y arenas.



Figura 2: Aparato de Compresión Simple Inconfinada de Suelos Cohesivos

Se muestra la clasificación de consistencia según la norma del MTC y Braja M. Das.

Tabla 1: Clasificación de consistencias de Arcillas

Consistencia del suelo	Resistencia a la Compresión no confinada	
	kg/cm ²	(kPa)
Muy blanda	< 0,25	(< 25)
Blanda	0,25-0,50	(25- 50)
Mediana	0,50-1,00	(50-100)
Firme	1,00-2,00	(100-200)
Muy firme	2,00-4,00	(200-400)
Dura	> 4,00	(> 400)

Fuente: (MTC E 121, 2016).

Tabla 2: Consistencia de Arcillas basado en la Resistencia a la Compresión Inconfinada

Número de penetración estándar, N_{60}	Consistencia	CI	Resistencia a la compresión simple, q_u (kN/m ²)
< 2	Muy blanda	< 0.5	< 25
2-8	Blanda	0.5-0.75	25-80
8-15	Media	0.75-1.0	80-150
15-30	Firme	1.0-1.5	150-400
> 30	Muy firme	> 1.5	> 400

Fuente: Braja M. Das, 2012 Septima edicion.

Para obtener el porcentaje de error de la correlacion entre los ensayos se ha establecido la metodologia definida por (Manzur, 2010), que solo son aplicables a estalalas lineales, cuya ecuación sea la de la recta, la pendiente de la recta definirá las diferencias que existen entre los datos normativos y datos de campo. A travez del metodo del paralelogramo se tomaran valores maximos y minimos para establecer la tendencia de los puntos de campo que se encuentren dentro del area aceptable.

El metodo del paralelogramo permitira establecer el grado de aceptabilidad de todas las posibles rectas que se encuentren dentro del area definidas dentro de los valores maximos y minimos (Ver figura 3)

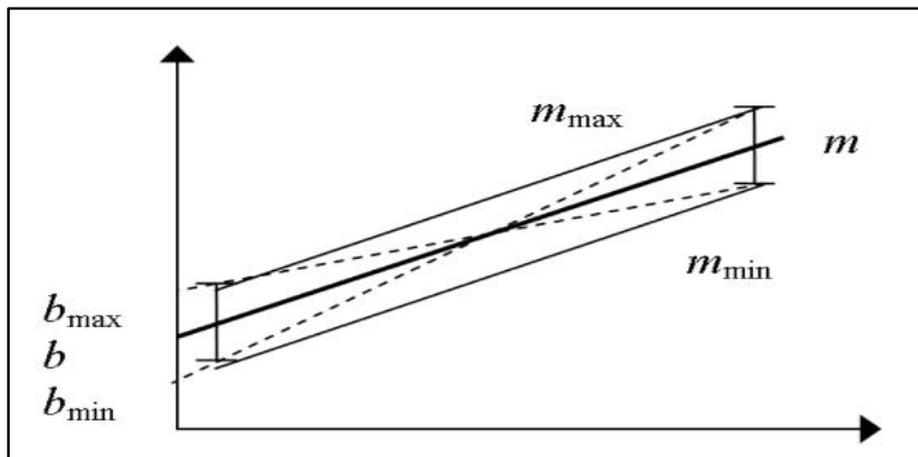


Figura 3: La pendiente y ordenada al origen de las diagonales del paralelogramo se usan para hallar las incertidumbres Δm y Δb .

De la figura 3 podemos observar el paralelogramo definido por los valores máximos y mínimos que se obtienen a partir de la desviación estándar de los puntos muestrales. El método del paralelogramo nos mostrara el porcentaje de error a partir de la diferencia de pendientes.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de Investigación:

Tipo básica, porque buscamos incrementar y ahondar el caudal del intelecto científico que existe acerca de la realidad. (Carrasco, 2005. Pág. 43).

Nivel de investigación:

Nivel descriptivo porque busca narrar un hecho o fenómeno tal como se presenta. (Carrasco, 2005. Pág. 41).

Diseño de Investigación:

De acuerdo con los objetivos que se tuvo para el presente informe de tesis, corresponde un diseño descriptivo correlacional; puesto se conduce al cálculo del grado de correlación que existe entre las dos variables. (Sánchez y Reyes, 2015).

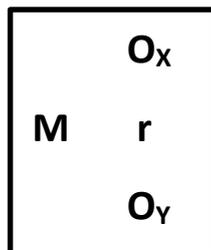


Figura 4: Diseño de investigación correlacional.

Donde:

M: Muestra, O_x , O_y : Observaciones obtenidas Y r: Posible relación.

Enfoque de la investigación:

Enfoque cuantitativo, el investigador indaga sobre un estudio específico y delimitado desde un inicio, previamente ha establecido las hipótesis antes de obtener y evaluar los datos. La evaluación de datos se basa en mediciones y cálculos estadísticos. (Hernández Sampieri, y otros, 2014).

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable cuantitativa I:

Ensayo DPL

El ensayo de Penetración Dinámica Ligera, consiste en determinar el número de golpes por cada 10cm de penetración, con un cono metálico en punta que tiene un Angulo de inclinación de 90°, este se deja caer una pesa de 10 kg que golpea a una base en una longitud de 50cm, la varillas son metalizas de 20mm de diámetro según la (NTP 339.159, 2001)

Variable cuantitativa II:

Ensayo de compresión inconfiada.

Este ensayo comprende la medición de la resistencia a la compresión inconfiada de una muestra de suelo cohesivo o cementado inalterada o remodeladas, en la cual se aplica una carga axial midiendo su deformación en un espacio de tiempo controlado. La relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación unitaria nos dará como resultado la resistencia a la compresión simple del suelo ensayado (NTP 339.167, 2002)

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS

Población:

Está constituido por 22 ensayos DPL y 4 ensayos de compresión inconfiada de suelos arcillosos de la ciudad de Pucallpa, Ucayali.

Muestra:

El tipo de muestra de la investigación es no probabilística intencionada, que se considera de acuerdo al criterio del investigador, seleccionando muestras a conveniencia y estima que son los más representativos. (Carrasco, 2005).

Teniendo en cuenta el tipo de muestra, se seleccionó 22 ensayos DPL y 4 ensayos de compresión inconfiada. Por tanto, la muestra es del mismo tamaño de la población.

Muestreo

En el muestreo se seleccionará casos o unidades por uno o varios propósitos. (Hernández Sampieri, y otros, 2014).

Unidad de Análisis

Fue de un ensayo DPL y un ensayo de compresión simple inconfiada.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas

Para los ensayos se usó el método de observación directa de los procedimientos para la recopilación de datos. Observación de campo: se realiza en el lugar donde ocurre el fenómeno observado. Para los registros

pueden utilizarse: diarios de campo, cámaras fotográficas, etc., y se debe transcribir lo observado a las fichas de campo. (Rodas, 2010).

Instrumentos

De acuerdo con la metodología de los ensayos se usó la técnica de observación directa, empleando fichas de campo de acuerdo con los ensayos que se llevarán a cabo. Ficha de Campo: Se utiliza para consignar datos que son generados como consecuencia de la relación directa entre el observador y la realidad que se observa. (Carrasco, 2005. Pág. 313).

3.5.PROCEDIMIENTOS

- Elaboración del Plan de trabajo: Cronograma de actividades y elaboración de fichas de Campo.
- Trabajos de Campo: Ubicación de puntos de exploración, ensayo In-situ DPL, excavación de calicatas, profundidad máxima 3.0m y extracción de muestras alteradas e inalteradas.
- Ensayo de Laboratorio: Ensayos estándar para caracterización de suelos (Granulometría, LL, LP, IP, W%, P.E., SUCS) y ensayo de compresión simple confinada.
- Procesamientos de Datos: Calculo de los parámetros de Resistencia a la compresión simple con los datos NDPL, cálculo de los parámetros de resistencia a la compresión simple (q_u) del ensayo de compresión simple confinada y correlación entre las variables N_{DPL} y q_u .
- Juicio de Expertos: Validación de expertos.
- Resultado: Discusión de resultados y conclusiones

Además, para el recojo de información se elaboró en tres etapas:

- Diseño y elaboración de la ficha de campo para el recojo de información, los cuales fueron calificadas a través de juicios de expertos, y confiables.
- Una vez que el instrumento es válido y confiable se procede al recojo de información.
- Procesamiento de datos para hallar los resultados.

3.6.MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Se examinó los valores tomados en campo mediante procedimientos estadísticos (tendencia central y dispersión) empleando los programa Microsoft Excel y el programa IBM SPSS STATISTICS 26.

El coeficiente Pearson

Sampieri y otros (2010 pág. 311) describen al coeficiente de Pearson como: Es una comprobación estadística para examinar la conexión entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón. Que se representa con r.

El coeficiente r de Pearson puede variar de -1.00 a $+1.00$, donde:

- o $+0.90$ = Correlación positiva muy fuerte.
- o $+1.00$ = Correlación positiva perfecta

3.7.ASPECTOS ÉTICOS

La investigación posee carácter ético, reflejado en el profesionalismo de su desarrollo. La recopilación de datos para esta investigación respeta la propiedad intelectual.

Consentimiento informado

Todo profesional, institución o empresa que aportó a esta investigación es consciente de que su testimonio estará incluido y será asentado en este trabajo. Por tanto, se cumplió con informárselos y ser absolutamente transparente. El gerente de la empresa VARINCO SAC firmó el documento del consentimiento informado, estos datos fueron exclusivos para realizar el trabajo de investigación sin fines de lucro.

Beneficencia

Este principio se basa en lograr el bien en la comunidad científica de ingeniería civil que se beneficiará con el aporte del informe de tesis.

No mal eficiencia

Durante el proceso de investigación se colocaron las respectivas señalizaciones a fin de no provocar accidentes en la zona de trabajo al momento ejecutar los ensayos in situ. Es por eso que la presente investigación trató de disminuir todo daño que pueda derivarse del proceso investigativo, cuidando los aspectos legales, ambientales y hasta los derechos fundamentales de las personas que participaron directa o indirectamente del proyecto.

IV. RESULTADOS

1. La correlación lineal de los datos analizados del q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de Compresión Inconfinada, se procesó de acuerdo a la consistencia clasificada de la tabla de Consistencia del MTC E 121, correlacionándolo con la tabla de consistencia de Braja M. Das.

Tabla 3: Datos de N° Golpes DPL y CSI – Consistencia mediana

N_{DPL}	q_u (kg/cm ²)	
4	0.50	DPL
5	0.63	
6	0.75	
8	1.00	
8	0.78	CSI

Fuente: Elaboración propia

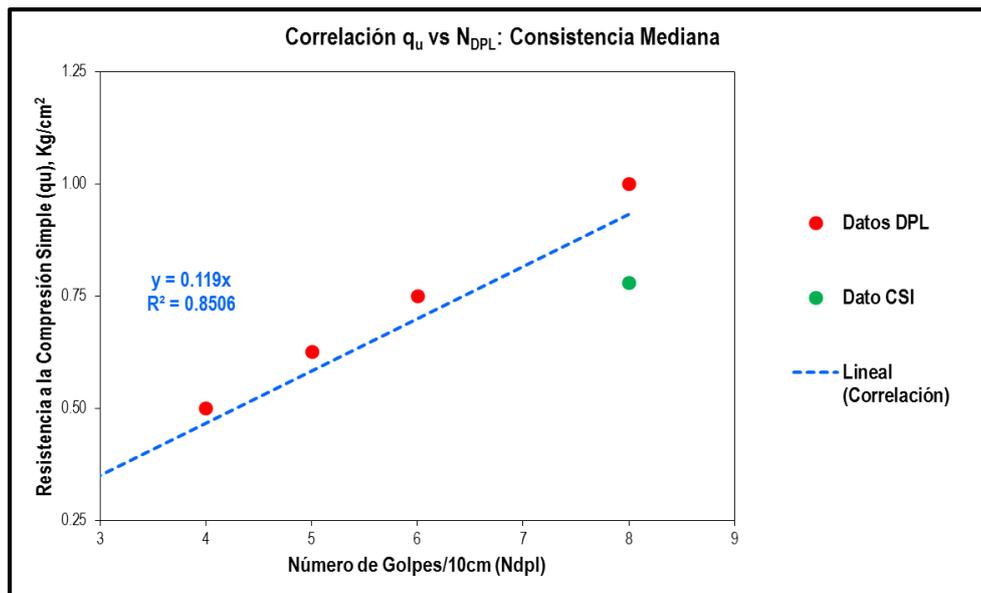


Figura 5: Correlación lineal q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de CSI - Consistencia Mediana

La figura 5, nos muestra la tendencia lineal de los dos datos analizados (q_u - N_{DPL}), esta conexión se mide de acuerdo a la prueba estadística de Pearson. El Pearson para un suelo arcilloso de consistencia mediana es de 0.937 (Correlación positiva perfecta).

Tabla 4: Datos de N° Golpes DPL y CSI – Consistencia firme

N_{DPL}	q_u (kg/cm ²)	
9	1.13	DPL
9	1.13	
10	1.25	
10	1.25	
10	1.25	
11	1.38	
11	1.38	
11	1.38	
12	1.50	
12	1.50	
12	1.50	
13	1.32	CSI
15	1.84	

Fuente: Elaboración propia

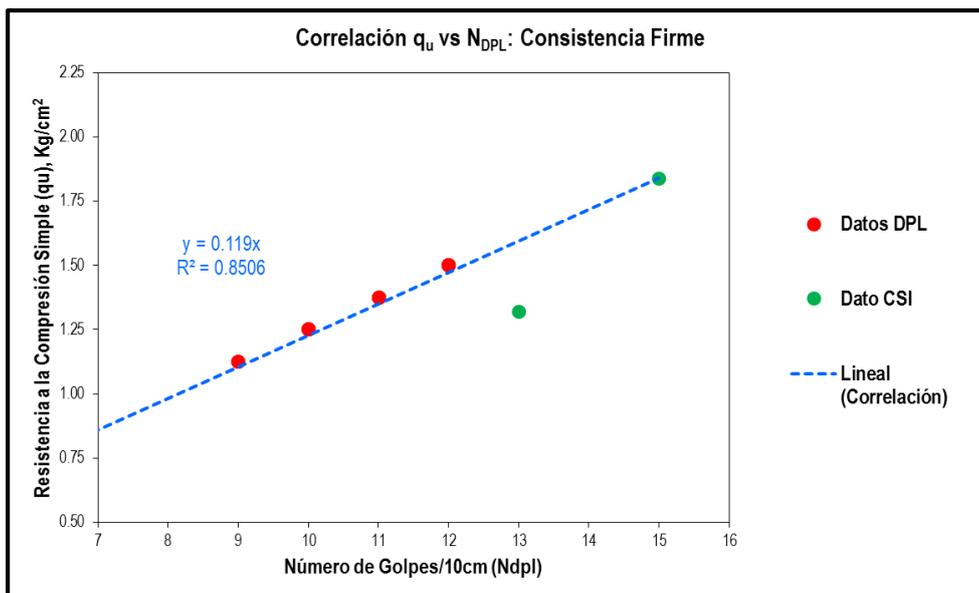


Figura 6: q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de Compresión Inconfinada - Consistencia Firme

La figura 6, nos muestra la tendencia lineal de los dos datos analizados (q_u - N_{DPL}), esta conexión se mide de acuerdo a la prueba estadística de Pearson. El Pearson para un suelo arcilloso de consistencia firme es de 0.91 (Correlación positiva perfecta).

Tabla 5: Datos de N° Golpes DPL y CSI – Consistencia muy firme

N_{DPL}	q_u (kg/cm ²)	
15	1.88	DPL
15	1.88	
15	1.88	
17	2.13	
19	2.38	
27	3.38	
30	3.77	CSI

Fuente: Elaboración propia

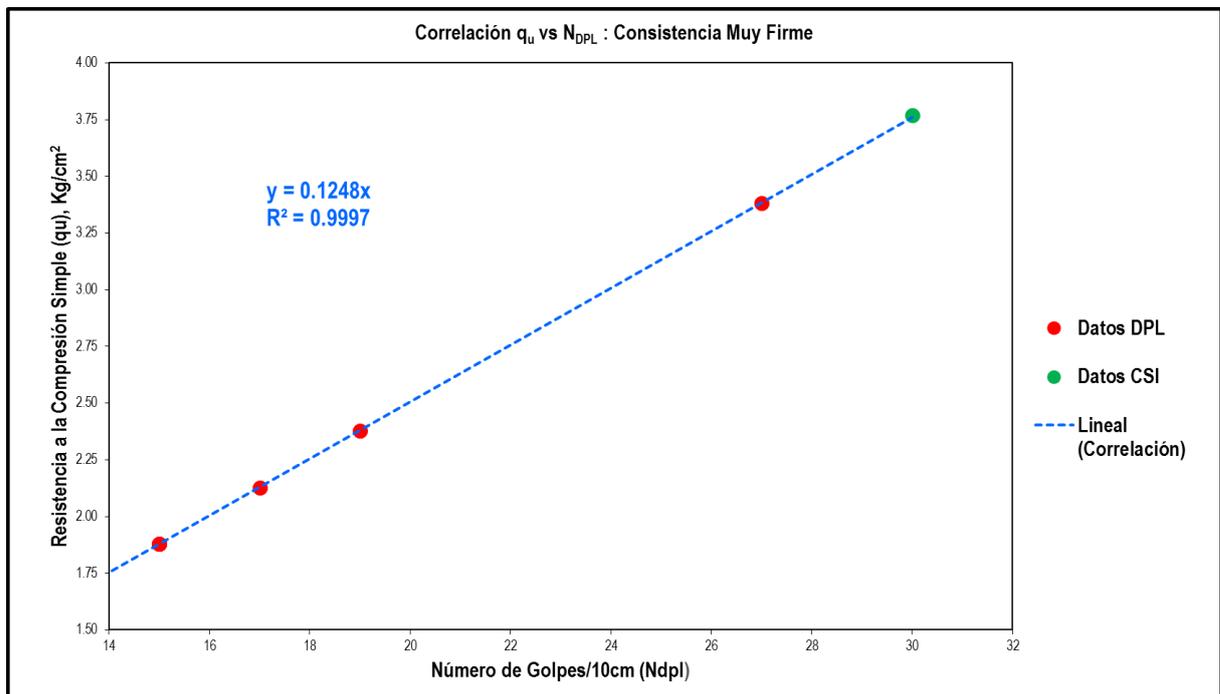


Figura 7: q_u del ensayo DPL y el q_u del Ensayo de Compresión Inconfinada - Consistencia Muy Firme

La figura 7, nos muestra la tendencia lineal de los dos datos analizados (q_u - N_{DPL}), esta conexión se mide de acuerdo a la prueba estadística de Pearson. El Pearson para un suelo arcilloso de consistencia muy firme es de 1.0 (Correlación positiva perfecta).

Las ecuaciones de correlación mostradas en la graficas 7, 8 y 9 se ajustó al origen de las coordenadas (0;0) aproximándolo de forma más real a la relación entre variables, por lo tanto, las correlaciones son limitadas a la interpretación de los autores.

Las correlaciones obtenidas son válidas para suelos arcillosos de alta plasticidad con clasificación SUCS "CH" obtenidas a una profundidad de 2.0 m que están ubicados en la ciudad de Pucallpa.

Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión simple (q_u) en la presente investigación deberán ser verificadas en la aplicación de suelos similares y que cumplan con las características geotécnicas descritas. La ecuación de correlación solo es validad para un suelo con clasificación SUCS "CH", en caso se requiera aplicar la correlación para otros tipos de suelos será necesario analizar su comportamiento frente a los ensayos DPL y compresión simple Inconfinada con el fin de realizar nuevamente el procedimiento estadístico de regresión.

2. De acuerdo al análisis de datos realizados entre los dos ensayo (DPL – ECSI) a 2.0 m de profundidad y para un suelo clasificado como arcilla inorgánica de alta plasticidad "CH", se tiene la siguiente tabla de resultados:

Tabla 6: N° de Golpes DPL - ECSI

DPL	Compresión Simple Inconfinada	
	Braja M. Das	q_u
N_{DPL}	N_{DPL}	
6	8	0.78
10	13	1.32
17	15	1.84
27	30	3.77

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se establece que los resultados del ECSI se obtendrán valores mayores al N_{DPL} .

El coeficiente de Pearson para un suelo arcilloso de consistencia firme es de 0.99 (correlación positiva perfecta.) con un coeficiente de determinación de 99%.

3. La consistencia del suelo arcilloso obtenidos mediante el ensayo DPL y el ensayo de compresión simple inconfínada, se relacionan mediante la ecuación de correlación lineal (ver grafica 7, 8 y 9); estos cálculos se establecieron mediante dos referencias, la primera la norma del MTC E-121 y la segunda del autor Braja M. Das (2011). Como resultado del análisis de datos se obtuvieron las siguientes ecuaciones de correlación:

1) Consistencia Mediana : $Y = 0.125*(X)$

2) Consistencia Firme : $Y = 0.1309*(X)$

3) Consistencia Muy Firme : $Y = 0.1333*(X)$

Los valores obtenidos de cada ensayo se observan en la tabla 5:

Tabla 7: Correlación de Consistencias

DPL		Compresión Simple Inconfínada		
		Braja M. Das		q_u
Consistencia	N_{DPL}	Consistencia	N_{DPL}	
Mediana	6	Blanda	8	0.78
Firme	10	Mediana	13	1.32
Firme	17	Firme	15	1.84
Muy Firme	27	Muy Firme	30	3.77

Fuente: Elaboración Propia

Ya que las consistencias de los ensayos de compresión simple inconfínada fueron calculados con la tabla de Braja M. Das. Se visualiza que las consistencias obtenidas no coinciden al 100%.

La relación de las variables N_{DPL} y el q_u , nos dan como resultado un coeficiente de Pearson = 0.99, lo que corresponde a una correlación positiva perfecta, con un coeficiente de determinación de 99%. El significado de estos valores nos señala que existe una tendencia lineal entre las dos variables.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

4. Redacción de la hipótesis

H_1 : El ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión simple inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali.

H_0 : El ensayo DPL no se relaciona directamente con el ensayo de compresión simple inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali.

- Seleccionar el nivel de significancia

El nivel de significancia es $\alpha=5\% = 0.05$; pero como hipótesis es de doble cola entonces el nivel de significancia es de 0.025.

- Prueba de normalidad.

Se debe constatar que la variable en ambos ensayos se distribuye normalmente, utilizando la prueba de Shapiro Wilk, teniendo en cuenta, que nuestra muestra es menor a 30. El criterio para establecer si la variable se distribuye normalmente es: usando el criterio:

a) $P_valor > \alpha$: Aceptar la H_0 = Los datos emanan de una distribución normal.

b) $P_valor \leq \alpha$: Aceptar la H_1 = Los datos no emanan de una distribución normal.

Tabla 8: Prueba de Normalidad - Consistencia mediana

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DPL	0.200	5	,200*	0.953	5	0.760
qu	0.213	5	,200*	0.977	5	0.921

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

- c) El valor sig. en consistencia mediana de la variable N_{DPL} es 0.76 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, y de la variable q_u es 0.92 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, por tanto afirmamos que los datos emanan de una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Pearson.

Tabla 9: Prueba de Normalidad – Consistencia firme

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DPL	0.172	14	,200*	0.930	14	0.301
qu	0.186	14	,200*	0.906	14	0.139

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

- d) El valor sig. en consistencia firme de la variable N_{DPL} es 0.301 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, y de la variable q_u es 0.139 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, por tanto afirmamos que los datos provienen de una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Pearson.

Tabla 10: Prueba de Normalidad – Consistencia muy firme

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DPL	0.260	7	0.167	0.786	7	0.030
qu	0.261	7	0.164	0.787	7	0.030

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

e) El valor sig. en consistencia firme de la variable NDPL es 0.03 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, y de la variable qu es 0.03 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, por tanto afirmamos que los datos provienen de una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Pearson.

- Aplicación de la prueba

Tabla 11: Análisis estadístico Pearson - Cons. Mediana

		NDPL	qu
NDPL	Correlación de Pearson	1	,933 [*]
	Sig. (bilateral)		0.020
	N	5	5
qu	Correlación de Pearson	,933 [*]	1
	Sig. (bilateral)	0.020	
	N	5	5

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

Tabla 12: Análisis estadístico Pearson - Cons. Firme

		NDPL	qu
NDPL	Correlación de Pearson	1	,915 ^{**}
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	14	14
qu	Correlación de Pearson	,915 ^{**}	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	14	14

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

Tabla 13: Análisis estadístico Pearson - Cons. Muy Firme

		NDPL	qu
NDPL	Correlación de Pearson	1	1,000 ^{**}
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	7	7
qu	Correlación de Pearson	1,000 ^{**}	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	7	7

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

- Toma de decisión

En base a las tablas (11,12 y 13) se afirma que los valores P_{valor} son 0.000 que son menores que el nivel de significancia de 0.025 por tanto se toma la decisión de desestimar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, en el cual concluimos que el ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali. Por tanto, los valores de Pearson para los 3 niveles de consistencia $r=0.937$, $r=0.91$, y $r=1.0$ indicando que tiene nivel de correlación positiva perfecta.

5. Redacción de la hipótesis

H_1 : El número de golpes del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada.

H_0 : El número de golpes del ensayo DPL no se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada.

- Seleccionar el nivel de significancia

El nivel de significancia es $\alpha=5\% = 0.05$; pero como hipótesis es de doble cola entonces el nivel de significancia es de 0.025.

- Prueba de normalidad.

Se debe constatar que la variable en ambos ensayos se distribuye normalmente, utilizando la prueba de Shapiro Wilk, teniendo en cuenta, que nuestra muestra es menor a 30. Usando el criterio:

a) $P_{\text{valor}} > \alpha$: Aceptar la H_0 = Los datos emanan de una distribución normal.

b) $P_valor \leq \alpha$: Aceptar la H_1 = Los datos no emanan de una distribución normal.

Tabla 14: Prueba de Normalidad – N° Golpes

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DPL	0.271	4		0.906	4	0.462
CSI	0.313	4		0.888	4	0.372

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

c) El valor sig. de la variable N_{DPL} es 0.46 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, y de la variable q_u es 0.37 que es mayor que el $\alpha = 0.025$, por tanto afirmamos que las muestras emanan de una distribución normal, en tal sentido es aplicable la prueba de correlación de Pearson.

- Aplicación de la prueba

Tabla 15: Análisis estadístico Pearson – N° Golpes

		DPL	CSI
DPL	Correlación de Pearson	1	,996**
	Sig. (bilateral)		0.004
	N	4	4
CSI	Correlación de Pearson	,996**	1
	Sig. (bilateral)	0.004	
	N	4	4

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

- Toma de decisión

En base a la tabla 15 afirmamos que el P_valor es 0.000 siendo menor el nivel de significancia a 0.025; entonces se toma la decisión de rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se concluye que número de golpes del ensayo DPL se relaciona directamente con el ECSI. Por tanto, $r=0.996$, indicando que tiene nivel de correlación positiva perfecta.

6. Redacción de la hipótesis

H₁: La consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada.

H₀: La consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL no se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada.

- Seleccionar el nivel de significancia

El nivel de significancia es $\alpha=5\% = 0.05$; pero como hipótesis es de doble cola entonces el nivel de significancia es de 0.025.

- Prueba de normalidad para elegir la prueba estadística.

Se debe constatar que la variable en ambos ensayos se distribuye normalmente, utilizando la prueba de Shapiro Wilk, teniendo en cuenta, que nuestra muestra es menor a 30. El criterio para establecer si la variable se distribuye normalmente es: usando el criterio:

a) $P_valor > \alpha$: Aceptar la H₀= Los datos emanan de una distribución normal.

b) $P_valor \leq \alpha$: Aceptar la H₁= Los datos no emanan de una distribución normal.

Tabla 16: Prueba de Normalidad - Consistencias

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DPL	0.271	4		0.906	4	0.462
CSI	0.313	4		0.888	4	0.372

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

d) El valor sig. de la variable N_{DPL} es 0.46 que es mayor que el $\alpha= 0.025$, y de la variable q_u es 0.37 que es mayor que el $\alpha= 0.025$, por tanto

afirmamos que los datos emanan de una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Pearson.

- Aplicación de la prueba

Tabla 17: Análisis estadístico Pearson – Consistencias

		DPL	CSI
DPL	Correlación de Pearson	1	,996**
	Sig. (bilateral)		0.004
	N	4	4
CSI	Correlación de Pearson	,996**	1
	Sig. (bilateral)	0.004	
	N	4	4

Fuente: IBM SPSS STATISTICS 26

- Toma de decisión

En base a la tabla 17 afirmamos que el P_valor es 0.000 que es menor que el nivel de significancia de 0.025 por tanto se toma la decisión de rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, en el cual concluimos que la consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada. Por tanto, $r=0.996$, indicando que tiene nivel de correlación positiva perfecta.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a nuestra investigación obtenemos una ecuación de correlación lineal definida por el grado de consistencia del suelo arcilloso (CH) de la ciudad de Pucallpa, que en nuestro caso fueron de consistencia mediana, firme y muy firme.

Se ha aplicado el método estadístico de Pearson para definir el nivel de correlación tomando en cuenta que nuestras variables cuantitativas fueron el Numero de Golpes (NDPL) del ensayo DPL y la resistencia a la compresión simple (q_u) del ensayo de compresión simple inconfiada, nuestros resultados obtenidos nos demuestra que existe una correlación lineal positiva perfecta; este planteamiento difiere con lo desarrollado por los autores Mendivil y Saavedra (2016), que como resultado de su investigación no pudieron establecer el nivel de correlación entre las variables de resistencia a la compresión simple (q_u) del ensayo de compresión inconfiada y la cohesión (c) del ensayo de corte directo. Esta conclusión se atribuye a muchos aspectos en el transcurso de su investigación, debido a que las muestras remoldeadas de suelos arcillosos (CH, CL) fueron totalmente alteradas, obteniendo valores no acordes a la realidad, por lo que no es recomendable su utilización.

El cual es viable debido a que nuestro análisis estadístico de Pearson, para un suelo arcilloso (CH) de consistencias mediana, firme y muy firme, obtenemos una correlación positiva perfecta.

La metodología empleada es una correlación lineal, siendo la adecuada debido que nos permitió determinar que existe una relación directa entre la variables: Numero de Golpes (NDPL) del ensayo DPL y la resistencia a la compresión simple (q_u) del ensayo de compresión simple inconfiada en suelos arcillosos (CH), en la ciudad de Pucallpa.

De acuerdo a la tabla N°6, se establece que los resultados del Número de Golpes (N_{ECI}) obtenidos del ensayo de compresión simple inconfiada, son valores mayores con respecto al número de golpes (N_{DPL}) obtenidos del ensayo DPL; por

lo cual concluimos que estos dos valores se relacionan directamente, con una correlación lineal de acuerdo al método estadístico de Pearson, para un suelo arcilloso (CH) de consistencia firme es de 0.99 (Correlación positiva muy fuerte) con un coeficiente de determinación de 99%. Este planteamiento tiene similitud con lo planteado por los autores Flores y Chávez (2020), que en su informe de investigación obtuvieron una correlación de regresión lineal, para un suelo arenoso (SP, SP-SM) sin tomar en cuenta el parámetro de cohesión, obteniendo las siguientes ecuaciones de correlación $N_{10}(x)$ hacia $N_{SPT}(y)$ $y = 0.5331x + 3.0028$, $N_{10}(x)$ hacia $N_{SPT}(y)$ empleando la ecuación de correlación para arenas $NSPT = 0.5C_n$: $y = 0.7222x + 1.0715$.

Es viable de acuerdo al análisis estadístico de Pearson, obteniendo un coeficiente para un suelo arcilloso (CH) de consistencia firme es de 0.99 (Correlación positiva muy fuerte) con un coeficiente de determinación de 99%.

La metodología empleada es una correlación lineal siendo aceptable debido que nos permitió determinar que existe relación positiva muy fuerte del número de golpes del ensayo DPL con el ensayo de compresión simple inconfiada en suelos arcillosos (CH).

De acuerdo a la tabla N°7, se establece la correlación de consistencias del suelo arcilloso (CH), obtenidas de los ensayos de DPL y compresión simple inconfiada, mostrando como resultado un coeficiente de Pearson = 0.99, lo que corresponde a una Correlación positiva muy fuerte, con un coeficiente de determinación de 99%. El significado de estos valores nos indica que existe una correlación lineal entre las dos variables. Los resultados de la investigación difieren con lo desarrollado por los autores Poveda y Florez (2019), que en su investigación tratan de relacionar el grado de consistencia para suelos tipo caolín, blanco mompox y suelo natural, empleando tres tipos de ensayos: compresión simple inconfiada, viscosímetro rotacional y ensayo de corte directo respectivamente. Los resultados que obtuvieron determinaron que no hay correlación entre los valores obtenidos por medio de los ensayos mencionados, ya que presenta un error superior al 100% en todos los casos.

Es viable de acuerdo al análisis estadístico de Pearson, obteniendo una correlación positiva muy fuerte, con un coeficiente de determinación de 99% obteniendo una correlación lineal.

La metodología empleada fue una correlación lineal, siendo correcta; obteniendo un nivel de relación entre la consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL con el ensayo de compresión inconfiada en suelos arcillosos (CH) en la ciudad de Pucallpa Ucayali.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis de los resultados en base a los métodos estadísticos empleados para determinar el nivel de correlación de la variable de Resistencia a la compresión simple (q_u) obtenida de los ensayos DPL y ECSI, se concluye que existe relación directa entre estos, por lo tanto, se desestima la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis de investigación. Se obtuvieron un Pearson para los tres niveles de consistencia evaluadas de $r=0.937$, $r=0.91$ y $r=1.0$, que señala como positiva perfecta el grado de correlación.
2. De acuerdo al análisis de los resultados en base a los métodos estadísticos empleados para determinar el nivel de correlación de la variable de numero de golpes obtenida de los ensayos DPL y ECSI, se concluye que existe relación directa entre estos, por lo tanto, se desestima la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis de investigación. Se obtuvo un Pearson de $r=0.996$, que señala como positiva perfecta el grado de correlación.
3. De acuerdo al análisis de los resultados en base a los métodos estadísticos empleados para determinar el nivel de correlación de las consistencias obtenidas de los ensayos DPL y ECSI, se concluye que existe relación directa entre estos, por lo tanto, se desestima la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis de investigación. Se obtuvo un Pearson de $r=0.996$, que señala como positiva perfecta el grado de correlación.

VII. RECOMENDACIONES

Los ensayos DPL que se realicen en suelos arcillosos de la ciudad de Pucallpa, deberán cumplir con los estándares de calidad establecidos en la Normas Técnicas, para que de esta manera se pueda disminuir el error y aumentar el grado de confiabilidad en la obtención de los parámetros de resistencia al corte del suelo en estudio.

Para obtener un nivel de correlación válida entre el ensayo DPL y compresión simple confinada, se recomienda realizar para cada tipo de consistencia del suelo arcilloso, ya que los datos son más dispersos a medida que aumenta la consistencia.

Se recomienda emplear las ecuaciones de correlación obtenidas en la presente investigación para suelos arcillosos en la ciudad Pucallpa, ya que el nivel de correlación es positiva perfecta.

VIII. REFERENCIAS

Brunt , R.O. y Di Nardo, L.R. . 2010. Calibración del Penetrómetro Dinámico Liviano - DPL. Mendoza-Argentina : s.n., 2010.

Agustin, P. 2019. Correlación del ensayo DPL y corte directo para determinar la capacidad portante del tipo de suelo en la localidad de Chazuta-San Martín. Tarapoto : s.n., 2019.

Albuja, Jorge. 2018. Determination of the undrained shear strength of organic soils using the cone penetration test and marchetti's flat dilatometer test. Quito : s.n., 2018.

ASTM D2166. 2016. Standard test Method For Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. 2016.

Botia Diaz, Wilmar Andres. 2015. Manual de procedimientos de suelos y memoria de calculo. Bogota : s.n., 2015.

Bumham, tom y Johnson, Dave. 1993. In situ Foundation Characterization using The Dynamic cone Penetrometer. Minnesota : s.n., 1993.

Carrasco. 2005. Metodologia de la investigacion cientifica. Pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigacion. Lima : San Marcos, 2005.

Dalvi dos santos, mirella y Vanessa Bicalho, Katia. 2017. Proposals of SPT-CPT and DPL-CPT Correlations for sandy soils in brazil. Brasil : s.n., 2017.

Das Braja. 2012. Fundamaentos de ingenieria de cimentaciones Septima Edicion. mexico,D.F. : Cengage Learning, 2012.

Das Braja, M. 2015. Fundamentos de Ingenieria geotecnica, cuarta edicion. Mexico D.F. : s.n., 2015.

Das Braja, M. y Sobhan, Khaled. 2014. Principles of Geotechnical Engineering. 2014.

Desai, Chandrakant S. y Zaman, Musharraf. 2014. Advanced Geotechnical Engineering. 2014.

Fernandez S., Pita y Pertega Diaz, Sonia. 2002. Investigación Cuantitativa y Cualitativa. España : s.n., 2002.

Fernando Sanchez, Pablo, y otros. 2010. Estudo da Viabilidade do uso do Penetrometro Dinamico Leve (DPL) para projetos de Fundacoes de Linhas de Transmissao em Solos do Estado do Parana. Curitiba : s.n., 2010.

Flores , W y Chávez, J. 2020. Correlación entre la auscultacion dinámica ligera (DPL) y el ensayo de penetracion estandar (SPT) para suelos arenosos de origen aluvial ubicados en el distrito de Chilca, provinvia de Cañete - Departamento de Lima. Lima : s.n., 2020.

Flores Perez, Waldo y Chávez Cerdeña, Jorge Augusto. 2020. Correlación entre la Auscultación Dinámica Ligera (dpl) y el Ensayo de Penetración Estándar (spt) para suelos arenosos de origen aluvial ubicados en el distrito de Chilca, Provincia de Cañete – Departamento de Lima. Chilca : s.n., 2020.

Juarez. 2005. Mecanica de suelos: Fundamentos de la Mecanica de suelos. Mexico : s.n., 2005.

M. Khodaparast, A.M. Rajabi y M. Mohammadi. 2015. The new empirical formula based on dynamic probing test results in fine cohesive soils. 2015.

M. Măntulescu. 2017. Considerations on the determination of stratification by dynamic penetration in soils. Transilvania : s.n., 2017.

Manzur. 2010. Analisis Grafico parte II. Calculo de incertidumbres. 2010.

Martinez Giron, ANGEL A., y otros. 2014. Los ensayos in situ de pentracion dinamica continua y su utilizacion en mexico. Mexico : s.n., 2014.

Mendivil, P y Saavedra, M. 2016. Correlación entre los métodos de Compresión Incofinada y Corte Directo en suelos cohesivos, del sector el Rodeo en Cartagena. Cartagena de Indias D. T. y C. : s.n., 2016.

Ministerio de transportes, y comunicaciones. Mayo 2016. Manual de Ensayo de Materiales.MTC E 121. Lima : s.n., Mayo 2016.

Mohammad Shahadat, Hossain. 2009. Determination of Relative Density of Sand Using Dynamic Cone Resistance Data. 2009.

Montenegro y Cuadros. 2015. Obtencion y Seleccion apropiada del valor de cohesion no drenada para el piedemonte de los cerros orientales de Bogota usando ensayos in situ. Bogota D.C. : s.n., 2015.

Norma Tecnica Peruana (NTP) 339.129. 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 2014.

Norma Tecnica Peruana (NTP) 339.134. 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 2014.

Norma Tecnica peruana (NTP). 339.127. 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 2014.

NORMA TECNICA, PERUANA (NTP). 2002. N.T.P. 339.167. Suelos. Metodo de ensayo estandar para la resistencia a la compresion simple no confinada de suelos cohesivos. Lima : s.n., 2002.

Norma Tecnica, Peruana (NTP. 3339.159). 2001. Suelos. Metodo de ensayo normalizado para la auscultacion con penetrometro dinamico ligero de punta conica(DPL). Lima : s.n., 2001.

Poveda y Florez. 2019. Correlacion eentre la resistencia al corte en suelos cohesivos por medio del viscosimtero rotacional, compresion incofinada y corte directo. Bogota D.C. : s.n., 2019.

Ramos Carbajal, Ernesto, Martinez Rodriguez, Arturo y Garcia de la figa costales, Amando. 2014. Modelo para el calculo de la resistencia del suelo a la penetracion de sondas. Cuba : s.n., 2014.

Reglamento Nacional de Edificaciones(RNE), E-050. 2018. Norma Tecnica-Suelos y Cimentaciones. 2018.

Riveros , P y Taibe, O. 2019. Analisis Comparativo de Parametros Geomecanicos a partir de ensayos dpl y triaxial en suelos cohesivos de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. Huancavelica : s.n., 2019.

Rodas Marca, Agustin. 2010. Tecnicas e Instrumentos de recoleccion . Lambayeque : Fachse , 2010.

Rojas Parco, Frank Gabriel y Zamora Ortiz, Jhow Mckevin. 2015. Correlacion de los valores N_{spt} con N_{dpl} en los suelos arenosos de la asociacion agropecuaria Sumac Pacha-Lurin. Lima : s.n., 2015.

Sampieri. 2014. Metodologia de la Investigacion Sexta Edicion. Mexico : s.n., 2014.

Sanchez y Reyes. 2015. Metodologia y diseños en la investigacion cientifica. Lima : s.n., 2015.

Sanchez, N. 2011. El modelo de gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de tena. Ambato,ecuador : s.n., 2011.

Spagnoli, Giovanni. 2014. An Empirical Correlation Between Different Dynamic Pentrometers. Alemania : s.n., 2014.

ANEXO 3: Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 18: Operacionalización de la variable 01

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Penetración Dinámica Ligera (DPL)	Este método conocido como Ensayo de Penetración Dinámica Ligera, consiste en introducir al suelo una varilla de acero en tramos de 10 cm, en una punta se encuentra un cono metálico de penetración con 90° de punta, Mediante la aplicación de golpes de un martillo de 10 kg que se deja caer desde una altura de 50 cm y así tomar como dato el número de golpes. (NTP 339.159, 2001)	Ensayo que mide parámetros de resistencia a la penetración, registrando el número de golpes que son relacionados con algunas propiedades relativas al suelo, particularmente con sus parámetros de resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa. (NTP 339.159, 2001)	Factor Humano	Procedimiento de Prueba	Parametros de la Norma
				Operación del Equipo	
			Propiedades Mecánicas del Suelo	Resistencia al corte no Drenado	Esfuerzo (Kg/cm ²)
				Consistencia	Valores NDPL
			Carácter Mecánico del DPL	Geometría del Equipo DPL	peso (Kg), longitud (m)
				Angulo de punta Cónica	Grados Sexagecimales (°)

Tabla 19: Operacionalización de la variable 02

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Compresión Simple Inconfinada	Rápida obtención de un valor aproximado de resistencia a la compresión simple (q_u) de suelos que poseen suficiente cohesión para poder ser ensayados en el estado no confinado (RNE, 2018)	Rápida obtención de un valor aproximado de resistencia a la compresión de suelos que poseen suficiente cohesión para poder ser ensayados en el estado no confinado (MTC, 2016)	Resistencia al Corte no Drenado	Deformación en la falla	Porcentaje, (%)
				Resistencia a la compresión simple (q_u)	$q_u/2$, (Kg/cm ²)
			Consistencia	Muy Blanda	Parametros de la Norma
				Blanda	
				Mediana	
				Firme	
Muy Firme					
Dura					

ANEXO 4: Matriz de Consistencia

Tabla 20: Matriz de consistencia.

TITULO: CORRELACIÓN DEL ENSAYO DPL CON EL ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS ARCILLOSOS, PUCALLPA, UCAYALI.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN
¿En qué medida el ensayo DPL se relaciona con el ensayo de compresión inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali?	Determinar el nivel de relación entre el ensayo DPL y el ensayo de compresión simple inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa	El ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali		Factor Humano	Procedimiento de Prueba	TIPO: Basica DISEÑO: Descriptivo Correlacional NIVEL: Descriptivo ENFOQUE: Cuantitativo O_x M r O_y
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICO	Penetración Dinámica Ligera (DPL)	Propiedades Mecanicas del Suelo	Resistencia al corte no Drenado	
¿En qué medida el número de golpes por cada 10 cm se relaciona con el Ensayo de Compresión Inconfiada?	Identificar el nivel de relación del número de golpes del ensayo DPL con el ensayo de compresión inconfiada	El número de golpes del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada		Carácter Mecánico del DPL	Consistencia	
¿De qué manera la Consistencia del suelo arcilloso se relaciona con el Ensayo de Compresión Inconfiada?	Conocer el nivel de relación entre la consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL con el ensayo de compresión inconfiada	La consistencia del suelo arcilloso del ensayo DPL se relaciona directamente con el ensayo de compresión inconfiada.		Compresión Simple Inconfiada	Resistencia al Corte no Drenado	Deformación en la falla
					Resistencia a la compresion simple (q_u)	Muestra: Se seleccionó 22 ensayos DPL y 4 ensayos de compresión inconfiada. Por tanto la muestra es del mismo tamaño de la población.
					Muy Blanda Blanda Mediana Firme Muy Firme Dura	Muestreo En el muestreo se seleccionara casos o unidades por uno o varios propósitos. (Hernández Sampieri, y otros, 2014).

ANEXO 5: Validación de Instrumentos por juicio de Experto



CARTA DE PRESENTACION

Señor: PABLO ERNESTO VALDERRAMA SAAVEDRA

Presente:

Asunto: VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil** de la prestigiosa **Universidad Cesar Vallejo**, en la sede de Callao; requiero validar los instrumentos con los cuales se recogerá la información necesaria para poder desarrollar mi investigación para obtener el **Título de Ingeniero Civil es: Correlación del ensayo DPL con el ensayo de compresión confinada en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali**; y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a su persona, ante su connotada experiencia en relación a la carrera de Ingeniería Civil.

El expediente de validación, que le estoy haciendo llegar contiene lo siguiente:

- **Carta de presentación**
- **Definiciones conceptuales de las variables y unión de las dimensiones con los instrumentos**
- **Certificado de validez de contenido de los instrumentos**

Sin más que añadir con mucho respeto, me despide de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atte:


Firma
Orneta Cauper Pool Franco

DNI: 76231382

INSTRUMENTO DE VALIDACION
Análisis de validez Y Confiabilidad

PROYECTO: "Correlación del ensayo DPL con el ensayo de compresión inconfina da en suelos arcillosos, Pucallpa, Ucayali"

Autores: Vela Ruiz, Glendy; Ormeta Cauper, Pool Franco

Validación De los Instrumentos de medición.		Instrumento	VALIDEZ - RANGO					Validez Perfecta: 1
			Validez nula: 0,53 a menos	Validez Baja: 054 a 059	Valida: 0,60 a 0,65	Muy Valida: 0,66 a 0,71	Excelente Validez: a 0,72 a 0,99	
V01: Penetración Dinámica Ligera (DPL)								
01	Propiedades Mecánicas de suelos						0.90	
	- Resistencia al corte no Drenado	Equipo DPL						
	-Consistencia	Equipo DPL						
02	Carácter Mecánico del DPL						0.90	
	- Geometría del Equipo DPL - Angulo de punta Cónica	Equipo DPL						
03	Factor Humano						0.80	
	- Procedimiento de prueba - Operación del equipo	Guía de observación (Ficha de campo)						
V02: Compresión Simple Inconfina da								
01	Resistencia al Corte no Drenado						0.90	
	- Deformación en la falla - Resistencia a la compresión simple (qu)	Equipo de Ensayo de Compresión Simple Inconfina da						
02	Consistencia						0.80	
	- Muy Blanda - Blanda - Mediana - Firme - Muy Firme - Dura	Tablas						
TOTAL							0.86	


 Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Observaciones (Precisar si hay suficiencia):

Al tratarse de una investigación tipo experimental, la confiabilidad de los datos procesados se basara en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición, así mismo el factor humano juega un papel importante en el procedimiento de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficiente datos para obtener resultados válidos para la correlación entre el ensayo DPL y el ensayo de compresión simple confinada..

<p>Nombre del Experto: Pablo Ernesto Valderrama Saavedra.</p> <p>DNI: 00130270</p>	 <p>Pablo E. Valderrama Saavedra INGENIERO CIVIL CIPN° 124923</p>
<p>Especialidad del Experto:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ingeniero Civil- Mg(c) en Ingeniería Geotécnica- Mg(c) en Ingeniería Hidráulica y Ambiental	

ANEXO 6: Perfil Estratigráfico

Ejemplo

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER" EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN: CALLERIA/CALLERIA/UCAYALI
SOLICITA: DERTEANO & STUCKER
LOCACION: AV. CENTENARIO 755
PROFUNDIDAD: 3.00 m **FECHA:** jun-18 **CALICATA:** C-01

Prof. (m)	Estrato	Descripción de la estratigrafía	SIMBOLO SUCS	Gráfico
0.20 mts.	E-01	Suelo Organico	PI	
2.80 mts.	E-02	Arcillas de Alta Plasticidad, Mezcla de Arcilla y arena fina	CH	

OBSERVACIONES:
 - No se encontro nivel freatico a la profundidad de 3.00 mts.

VARINCO S.A.C.
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

 ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER" EN LA AV. CENTENARIO Nº 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN: CALLERIA/CALLERIA/UCAYALI
SOLICITA: DERTEANO & STUCKER
PROFUNDIDAD: 3.00 m
FECHA: Jun-18
LOCACION: AV. CENTENARIO 755
CALICATA: C-02

Prof. (m)	Estrato	Descripción de la estratigrafía	SÍMBOLO SUCS	Gráfico
0.20 mts.	E-01	Suelo Organico	Pt	
2.80 mts.	E-02	Arcillas de Alta Plasticidad, Mezcla de Arcilla y arena fina	CH	

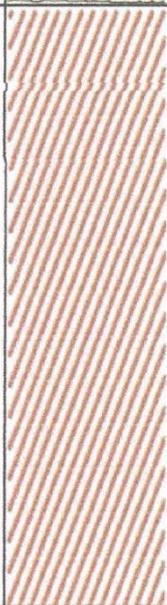
OBSERVACIONES:
 - No se encontro nivel freatico a la profundidad de 3.00 mts.

VARINCO S.A.C.
 LABORATORIO GEOTECNICO

ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER" EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN: CALLERIA/CALLERIA/UCAYALI
SOLICITA: DERTEANO & STUCKER
PROFUNDIDAD: 3.00 m
FECHA: jun-18
LOCACION: AV. CENTENARIO 755
CALICATA: C-03

Prof. (m)	Estrato	Descripción de la estratigrafía	SÍMBOLO SUCS	Gráfico
0.20 mts.	E-01	Suelo Organico	PI	
2.80 mts.	E-02	 Arcillas de Alta Plasticidad, Mezcla de Arcilla y arena fina	CH	

OBSERVACIONES:
 - No se encontro nivel freatico a la profundidad de 3.00 mts.

VARINCO S.A.S.
 LABORATORIO GEOTECNICO

ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO

ANEXO 7: Ensayos de Laboratorio

VARINCO S.A.C.
Ingeniería Especializada en Mecánica de Suelos y Cimentaciones
Laboratorio de Suelos

RUC:20393792877

LIMITES DE PLASTICIDAD (ASTM - 423 /ASTM-424)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER" EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN: CALLERIA/CALLERIA/UCAYALI CALICATA : C-01 PROFUND. : 3.00 mts
SOLICITA: DERTEANO & STUCKER LOCALION : AV. CENTENARIO 755 ESTRATO : E-02 FECHA : jun-18

LIMITE LIQUIDO ASTM-423

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	12	51.80	47.70	40.40	4.10	7.30	58.16
2	19	42.70	39.70	33.90	3.00	5.80	51.72
3	25	52.40	50.10	45.80	2.30	4.30	53.46
4	35	38.90	37.20	33.30	1.70	3.90	43.95

LIMITES PLASTICO ASTM-424

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	47.10	46.80	46.10	0.20	0.80	25.00
2	36.30	36.12	35.40	0.18	0.72	25.00
3	36.20	36.01	35.30	0.19	0.71	26.76
4	42.50	42.35	41.30	0.25	1.05	23.81

CONTENIDO DE AGUA ASTM - 2216

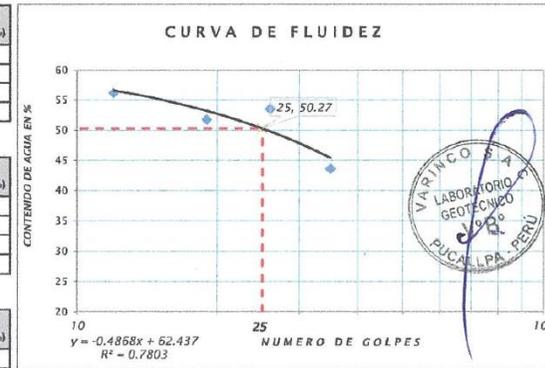
N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	70.15	65.00	45.00	5.15	20.00	25.75

PESO VOLUMETRICO ASTM - BS 1377

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm ³)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm ³)
2	63.80	84.36	23.46	500.00	530.50	1.75

LIMITE LIQUIDO (LL) = 50.27 CONTENIDO NATURAL DE AGUA (W) = 25.75%
LIMITE PLÁSTICO (LP) = 25.14 PESO VOLUMETRICO HUMEDO (γ_m) = 1.75 gr/cm³
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) = 25.13

OBSERVACIONES :
- Las muestras fueron extraídas por el personal del Laboratorio.



IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

S.U.C.S. : CH
ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

LIMITES DE PLASTICIDAD (ASTM - 423 /ASTM-424)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER" EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN: CALLERIA/CALLERIA/UCAYALI
SOLICITA: DERTEANO & STUCKER

CALICATA : C-02 PROFUND.: 3.00 mts
ESTRATO : E-02 FECHA : jun-18

LOCACION : AV. CENTENARIO 755

LIMITE LIQUIDO ASTM-423

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	13	51.75	47.60	40.40	4.15	7.20	57.64
2	16	42.60	39.50	33.90	3.10	5.60	55.36
3	27	52.10	50.05	45.80	2.05	4.25	48.24
4	36	38.95	37.12	33.30	1.83	3.62	47.81

LIMITES PLASTICO ASTM-424

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	47.12	46.91	46.10	0.21	0.81	25.93
2	36.32	36.13	35.40	0.19	0.73	26.03
3	36.22	36.01	35.30	0.21	0.71	29.56
4	42.52	42.33	41.30	0.29	1.03	26.16

CONTENIDO DE AGUA ASTM - 2216

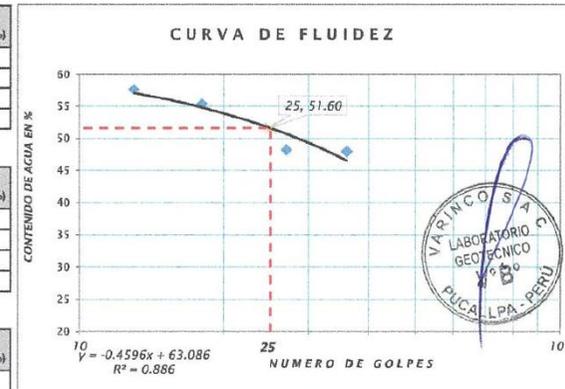
N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	58.33	54.00	45.00	4.33	19.00	22.79

PESO VOLUMETRICO ASTM - BS 1377

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm3)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm3)
2	53.90	54.36	23.46	500.00	536.50	1.75

LIMITE LIQUIDO (LL) = 51.60 **CONTENIDO NATURAL DE AGUA (W) = 22.79%**
LIMITE PLÁSTICO (LP) = 27.42 **PESO VOLUMETRICO HUMEDO (γ_m) = 1.75 gr/cm3**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) = 24.18

OBSERVACIONES :
- Las muestras fueron extraídas por el personal del Laboratorio.



VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

S.U.C.S. : CH
ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD

LIMITES DE PLASTICIDAD (ASTM - 423 /ASTM-424)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER" EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN: CALLERIA/CALLERIA/UCAYALI CALICATA : C-03 PROFUND.: 3.00 mls
SOLICITA: DERTEANO & STUCKER LOCACION : AV. CENTENARIO 755 ESTRATO : E-02 FECHA : jun-18

LIMITE LIQUIDO ASTM-423

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	10	48.40	45.60	40.40	2.80	5.20	53.85
2	15	41.90	38.15	33.90	2.75	5.25	52.38
3	24	53.80	51.10	45.80	2.70	5.30	50.94
4	30	41.30	38.65	33.30	2.65	5.35	49.53

LIMITES PLASTICO ASTM-424

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	58.10	56.00	46.10	2.10	9.90	21.21
2	47.40	45.00	35.40	2.40	9.60	25.00
3	47.30	45.00	35.30	2.30	9.70	23.71
4	53.30	51.20	41.30	2.10	9.90	21.21

CONTENIDO DE AGUA ASTM - 2216

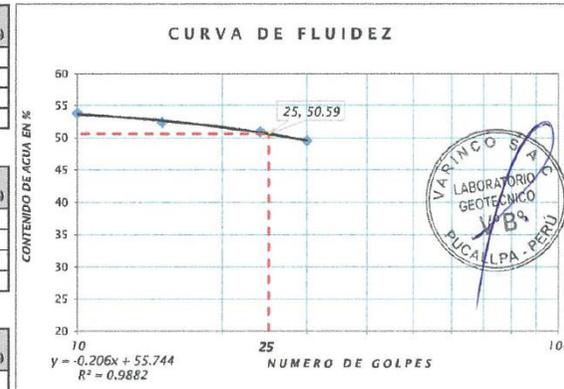
N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	60.20	57.00	45.00	3.20	12.00	26.67

PESO VOLUMETRICO ASTM - BS 1377

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm ³)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm ³)
2	63.90	64.38	23.46	509.00	536.50	1.75

LIMITE LIQUIDO (LL) = 50.59 **CONTENIDO NATURAL DE AGUA (W) = 26.67%**
LIMITE PLASTICO (LP) = 22.78 **PESO VOLUMETRICO HUMEDO (γ_m) = 1.75 gr/cm³**
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) = 27.81

OBSERVACIONES :
- Las muestras fueron extraídas por el personal del Laboratorio.



VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

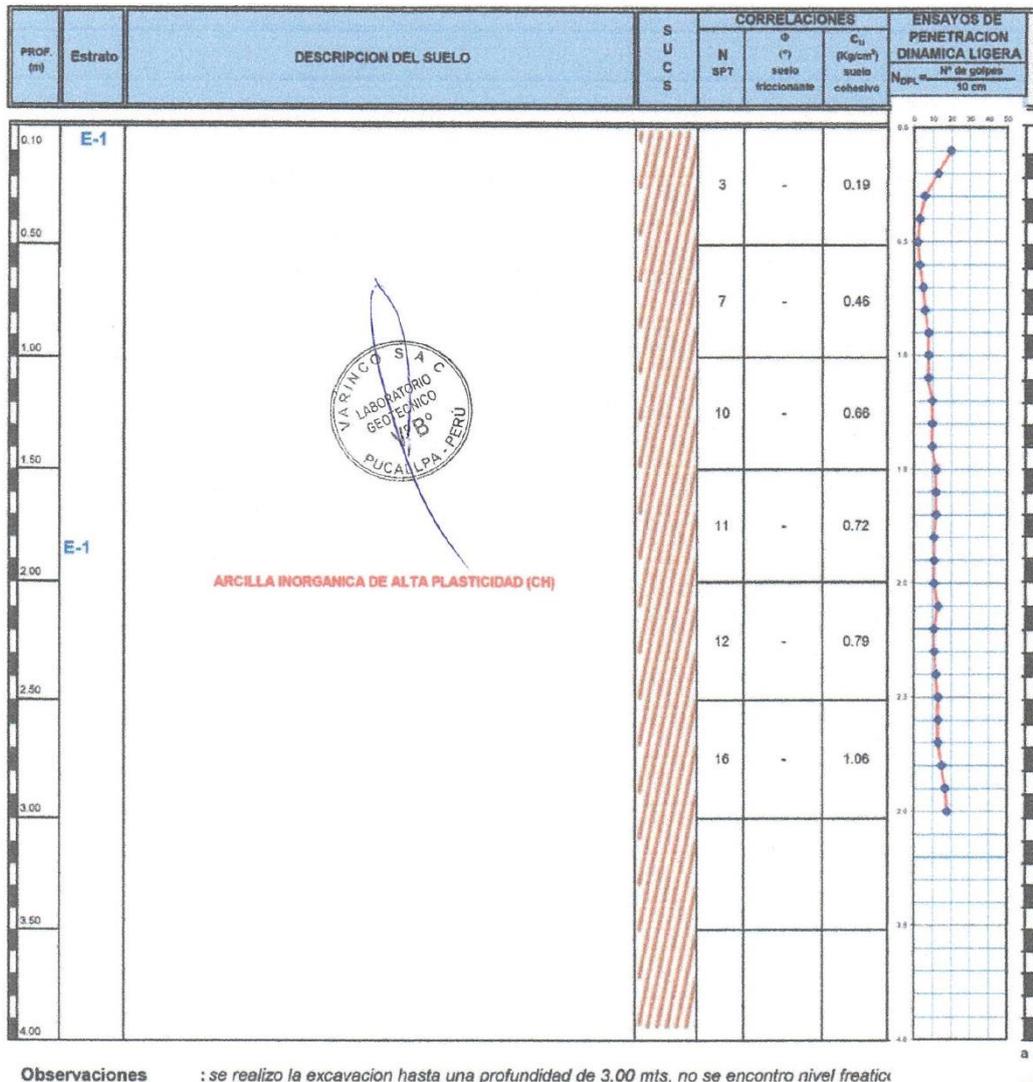
S.U.C.S. : CH
ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERO
(DPL - NTP 339.159 DIN 4094)

ENSAYO : **DPL-01**

CORDENADAS : **549940.00 E 9073153.00 N**
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER"
EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN : Pucallpa/Ucayali
FECHA : 29/05/18

Tec. Campo : Bach. Ing. Jeinz Lopez
REVISADO : Ing. Pablo Valderrama Saavedra
FECHA DE EXCAVACION : 29/05/18
PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3.00
PROF. NIVEL FREATICO (m) : No presenta



VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

VARINCO S.A.C
LABORATORIO GEOTECNICO

Jr. Carmen Cabrejos # 398 - Pucallpa/Peru RUC: 20393792877

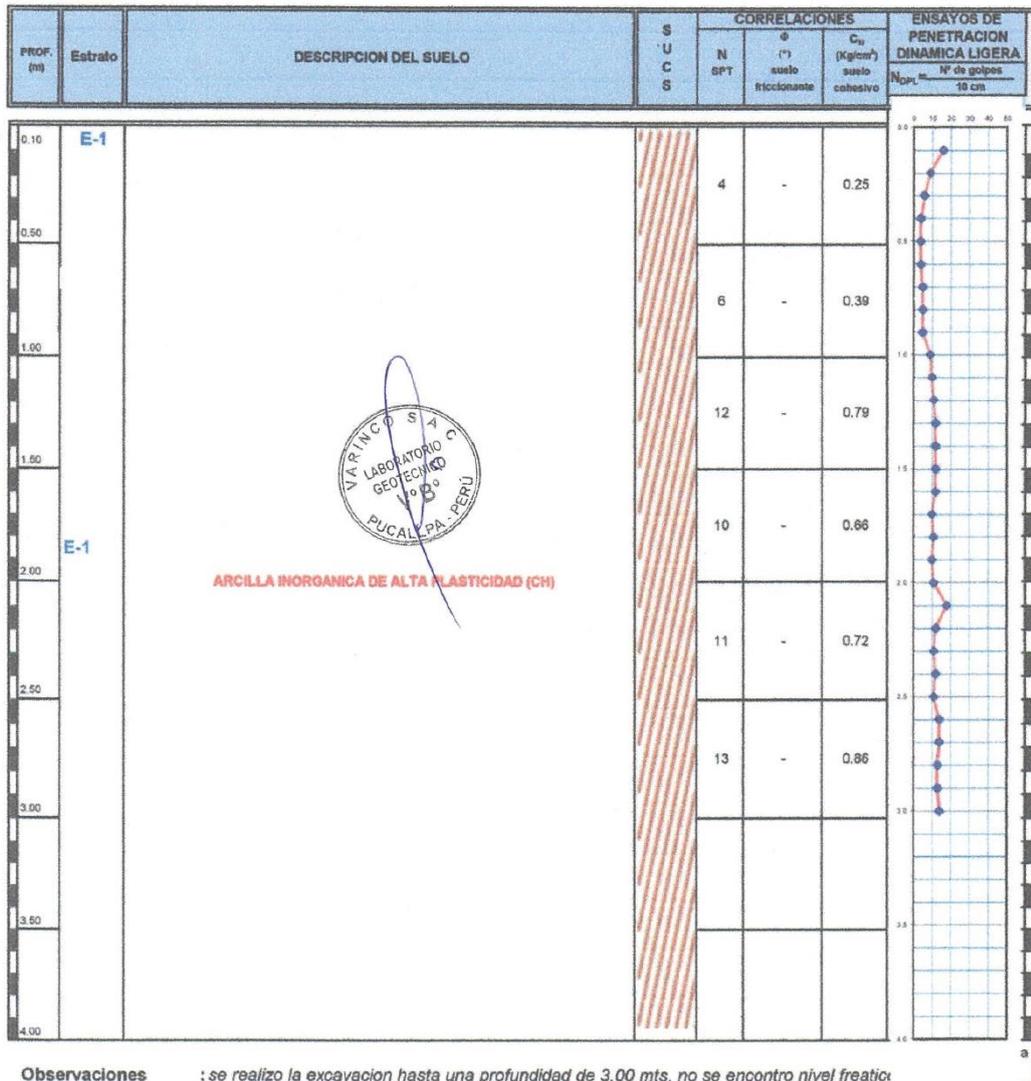
email: varincoac@hotmail.com

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERO
(DPL - NTP 339.159 DIN 4094)

ENSAYO : **DPL-02**

CORDENADAS : **549949.00 E 9073146.00 N**
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER"
EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN : Pucallpa/Ucayali
FECHA : 29/05/18

Tec. Campo : Bach. Ing. Jeinz Lopez
REVISADO : Ing. Pablo Valderrama Saavedra
FECHA DE EXCAVACION : 29/05/18
PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3.00
PROF. NIVEL FREATICO (m) : No presenta



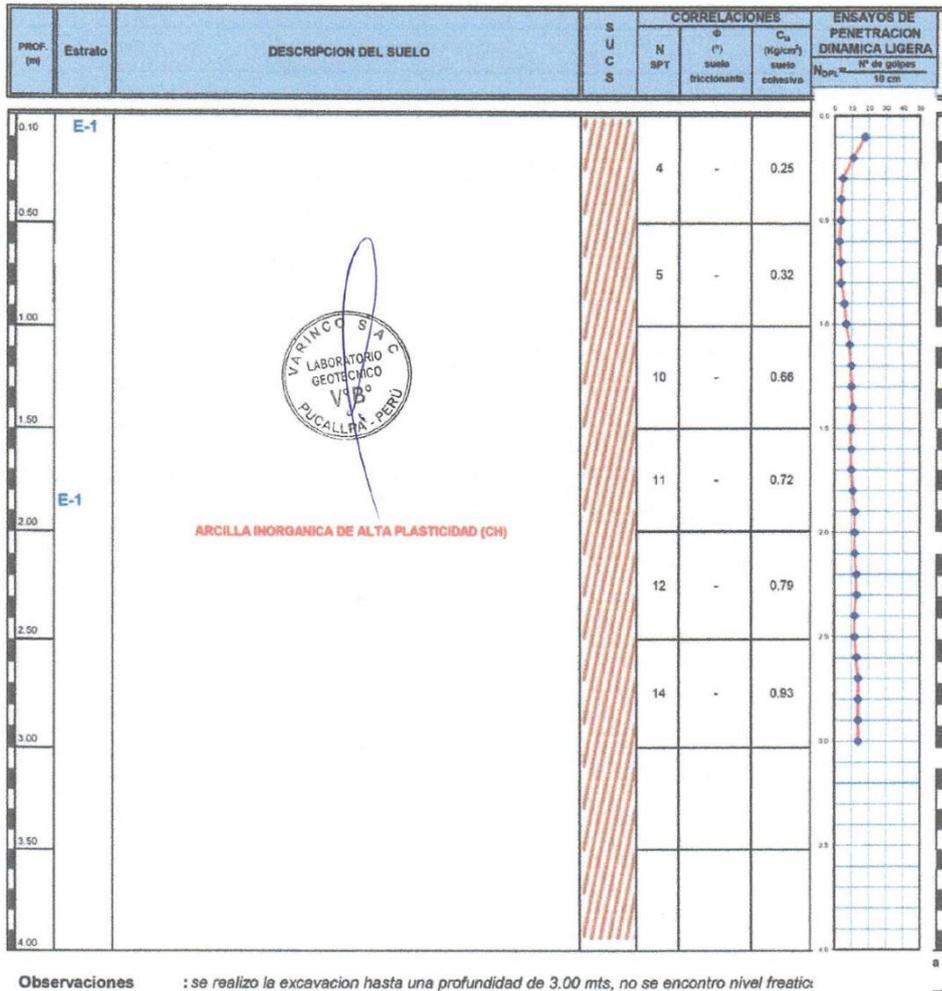
VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO B. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERO
(DPL - NTP 339.159 DIN 4094)

ENSAYO : **DPL-03**

CORDEADAS : **549948.00 E 9073130.00 N**
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL LOCAL "DERTEANO & STUCKER"
EN LA AV. CENTENARIO N° 355 - PUCALLPA - UCAYALI
UBICACIÓN : Pucallpa/Ucayali
FECHA : 29/05/18

Tec. Campo : Bach. Ing. Jeinz Lopez
REVISADO : Ing. Pablo Valderrama Saavedra
FECHA DE EXCAVACION : 29/05/18
PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3.00
PROF. NIVEL FREATICO (m) : No presenta



VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERO

(DPL - NTP 339.159 DIN 4094)

ENSAYO : **DPL-01**

CORDENADAS : **0549485-E 9071726-N**

PROYECTO : CREACION DEL SERVICIO DEL CAMPO FERIAL EN EL AA.HH VIRGEN DE LAS NIEVES, DISTRITO DE MANANTAY.

UBICACIÓN : Manantay / Ucayali
FECHA : Noviembre - 2019

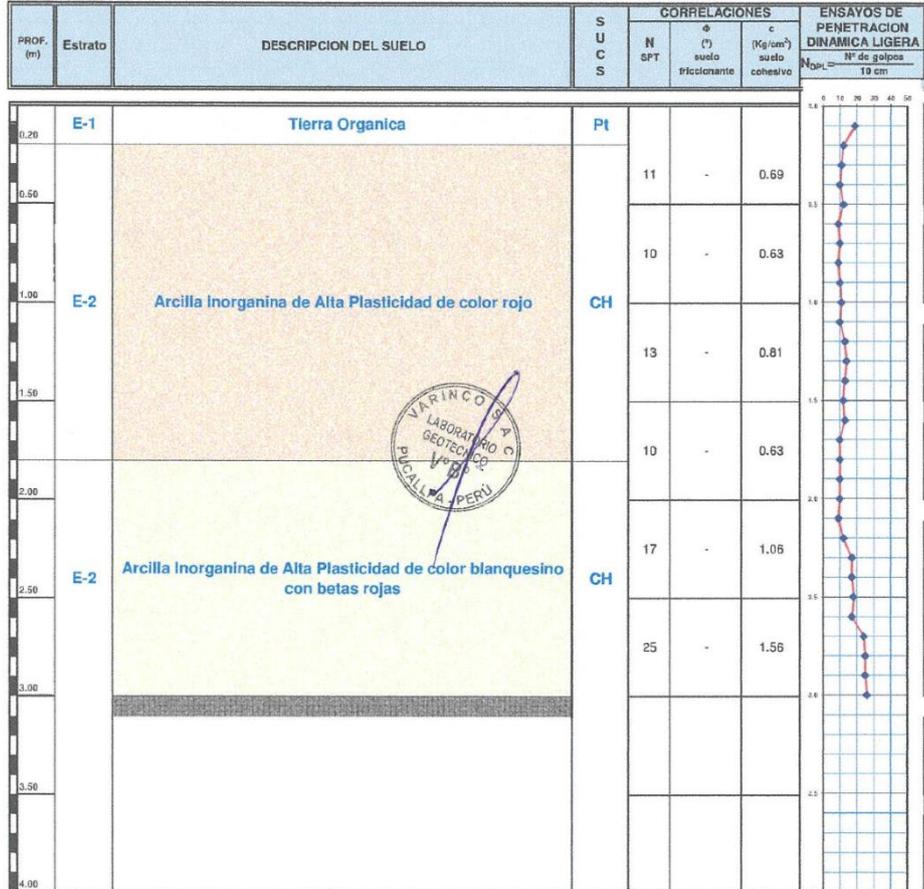
Tec. Campo : Bach. Ing. Jeinz Lopez

REVISADO : Ing. Pablo Valderrama Saavedra

FECHA DE EXCAVACION : nov-19

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3.00

PROF. NIVEL FREATICO (m) : No presenta



Observaciones :

- Se realizo la excavacion hasta una profundidad de 3.00 mts, no se encontro nivel freatico.
- Se verifico que los estratos ensayados corresponden a una formacion geologica tipo aluvial, con material predominante de arcillas de consistencia mediana (SC y NC).
- Se realizo la correlacion DPL a SPT, el numero de golpes "N" no corresponde al corregido.
- Para el calculo de la Resistencia al corte no drenada (S_u) del suelo cohesivo se utilizo la correlacion N_{SPT} y S_u establecida por Terzaghi y Peck (1967).
- Para suelos puramente cohesivos se asume $\phi=0$

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO

ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Especialista en Geotecnia

ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

(NTP 339.167)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACIDAD DE LA SUB GERENCIA DE SEGURIDAD CIUDADANA SERENAZGO Y GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANANTAY

UBICACIÓN: MANANTAY - CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

SOLICITA: CONOSRJO F & J

FECHA: 8/05/2021

Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

DATOS DE LA MUESTRA
ID. Ensayo: ECSNC-006-2021

Calicata: C-01

Prof. (m): 2.00

Fecha: May-21

Muestra: M-01

Tipo de Muestra: Inalterada

Clasificación SUCS: CH

Clasificación ASSTHO: A-7-5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA
Diametro inicial (D₀), cm : 5.30

Area inicial (D₀), cm² : 22.06

Altura inicial (D₀), cm : 11.66

Volumen inicial (D₀), cm³ : 257.24

Peso de la muestra (W), g : 502.50

Gravedad específica (G_s): --

Densidad húmeda (Y_m), g/cm³: 1.95

Densidad seca (Y_m), g/cm³: 1.37

Contenido de agua (w), %: 29.80%


N° De Datos	Tiempo, seg.	Carga axial, kgf	Deformación axial, ΔL, mm x 10 ⁻³	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, ε %	Área corregida, cm ²	Esfuerzo axial, σ (kg/cm ²)
1	0	0.00	0	0.00	0.000	22.06	0.00
2	5	1.89	30	0.03	0.026	22.07	0.09
3	10	2.80	90	0.09	0.077	22.08	0.12
4	15	2.91	140	0.14	0.120	22.09	0.13
5	20	3.13	180	0.18	0.154	22.10	0.14
6	25	3.28	220	0.22	0.189	22.10	0.15
7	30	3.33	240	0.24	0.206	22.11	0.15
8	35	3.54	270	0.27	0.232	22.11	0.16
9	40	3.74	310	0.31	0.266	22.12	0.17
10	45	3.99	350	0.35	0.300	22.13	0.18
11	50	4.13	400	0.40	0.343	22.14	0.19
12	55	4.25	440	0.44	0.377	22.15	0.19
13	60	4.56	490	0.49	0.420	22.15	0.21
14	65	4.80	530	0.53	0.455	22.16	0.22
15	70	4.95	570	0.57	0.489	22.17	0.22
16	75	5.31	610	0.61	0.523	22.18	0.24
17	80	6.13	680	0.68	0.583	22.19	0.28
18	85	6.59	760	0.76	0.652	22.21	0.30
19	90	7.19	830	0.83	0.712	22.22	0.32
20	95	7.65	910	0.91	0.780	22.24	0.34
21	100	7.91	980	0.98	0.840	22.25	0.36
22	105	8.68	1080	1.08	0.926	22.27	0.39
23	110	8.96	1150	1.15	0.986	22.28	0.40
24	115	9.59	1220	1.22	1.046	22.30	0.43
25	120	10.05	1310	1.31	1.123	22.31	0.45
26	125	10.42	1380	1.38	1.184	22.33	0.47
27	130	10.82	1450	1.45	1.244	22.34	0.48
28	135	11.14	1530	1.53	1.312	22.36	0.50
29	140	11.61	1620	1.62	1.389	22.37	0.52
30	145	12.08	1690	1.69	1.449	22.39	0.54
31	150	12.60	1780	1.78	1.527	22.40	0.56
32	155	12.66	1860	1.86	1.595	22.42	0.56
33	160	13.06	1930	1.93	1.655	22.43	0.58
34	165	13.19	1980	1.98	1.698	22.44	0.59
35	170	13.62	2040	2.04	1.750	22.45	0.61
36	175	13.56	2090	2.09	1.792	22.46	0.60
37	180	13.86	2190	2.19	1.878	22.48	0.62

ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

(NTP 339.167)

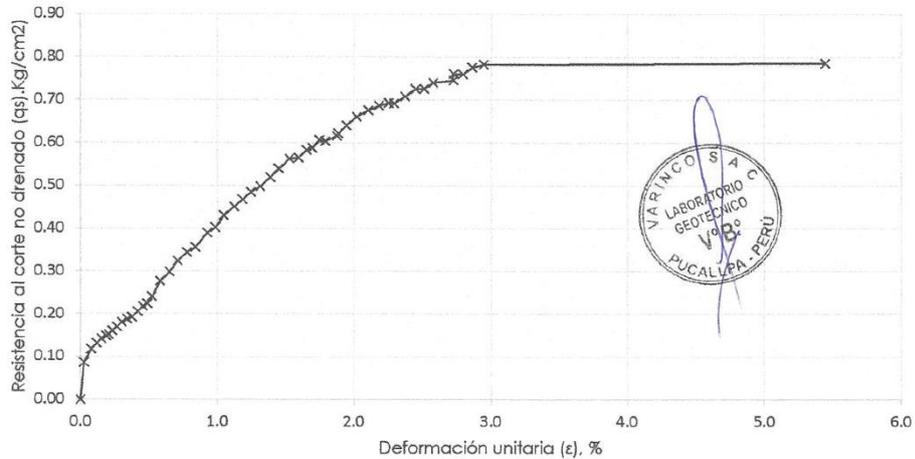
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACIDAD DE LA SUB GERENCIA DE SEGURIDAD CIUDADANA SERENAZGO Y GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANANTAY
UBICACIÓN: MANANTAY - CORONEL PORTILLO - PUCALLPA
SOLICITA: CONOSRCIO F & J
FECHA: 8/05/2021
Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

38	185	14.00	2200	2.20	1.887	22.49	0.62
39	190	14.41	2270	2.27	1.947	22.50	0.64
40	195	14.89	2360	2.36	2.024	22.52	0.66
41	200	15.23	2460	2.46	2.110	22.54	0.68
42	205	15.48	2550	2.55	2.187	22.56	0.69
43	210	15.63	2630	2.63	2.256	22.57	0.69
44	215	15.63	2680	2.68	2.298	22.58	0.69
45	220	16.00	2770	2.77	2.376	22.60	0.71
46	225	16.40	2860	2.86	2.453	22.62	0.73
47	230	16.44	2930	2.93	2.513	22.63	0.73
48	235	16.77	3010	3.01	2.581	22.65	0.74
49	240	16.92	3180	3.18	2.727	22.68	0.75
50	245	17.24	3180	3.18	2.727	22.68	0.76
51	250	17.25	3260	3.26	2.796	22.70	0.76
52	255	17.61	3340	3.34	2.864	22.71	0.78
53	260	17.79	3440	3.44	2.950	22.73	0.78
54	265	18.34	6350	6.35	5.446	23.33	0.79

Ensayado por : Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra
 Fecha : 8/05/2021

Revisado Por : Ing. Pablo E. Valderrama S.
 Fecha : 8/05/2021

Gráfico esfuerzo - Deformación unitaria



Resistencia a la compresión simple (q_u), Kg/cm ²	0.78
Deformación en la falla, %	2.86
Tasa de deformación unitaria, %/min	0.86
Duración del ensayo, min	4.42
Consistencia (Gonzales, 2006)	Blanda
Cohesión no drenada (c_u), kg/cm ²	0.39

VARINCO S.A.C.
 LABORATORIO GEOTÉCNICO
 ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO

ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

(NTP 339.167)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL PUESTO DE SALUD NUESTRA SEÑORA DE LAS MERCEDES SANTA PETRONILA UBICACIÓN: MANANTAY - CORONEL PORTILLO - PUCALLPA SOLICITA: CONTRATISTAS GENERALES DANIELA EIRL FECHA: 16/07/2021	Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra
---	--

DATOS DE LA MUESTRA			
ID. Ensayo: ECSNC-003-2021			Tipo de Muestra: Inalterada
Calicata: C-01			Clasificación SUCS: CH
Prof. (m): 2.00	Muestra: M-02	Clasificación ASSTHO: A-7-6	
Fecha: Jul-21			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA			
Diametro inicial (D₀), cm :	4.40	Gravedad específica(G_s):	--
Area inicial (D₀), cm² :	15.21	Densidad húmeda(Y_m),g/cm³ :	2.01
Altura inicial (D₀), cm :	8.80	Densidad seca (Y_m),g/cm³ :	1.65
Volumen inicial (D₀), cm³ :	133.81	Contenido de agua (w),% :	18.07%
Peso de la muestra (W), g :	270.50		

N°	Tiempo, seg.	Carga axial, kgf	Deformación axial, ΔL mm x 10 ⁻³	Deformación axial, mm	Deformación unitaria, ε %	Área corregida, cm ²	Esfuerzo axial, σ (kg/cm ²)
1	0	0.00	0	0.00	0.000	15.21	0.00
2	10	9.39	180	0.18	0.205	15.24	0.62
3	15	11.91	250	0.25	0.284	15.25	0.78
4	20	15.41	390	0.39	0.443	15.27	1.01
5	25	18.39	500	0.50	0.568	15.29	1.20
6	30	20.62	600	0.60	0.682	15.31	1.35
7	35	23.28	700	0.70	0.795	15.33	1.52
8	40	25.00	790	0.79	0.898	15.34	1.63
9	45	28.32	910	0.91	1.034	15.36	1.84
10	50	30.20	1000	1.00	1.136	15.38	1.96
11	55	32.87	1100	1.10	1.250	15.40	2.13
12	60	35.64	1190	1.19	1.352	15.41	2.31
13	65	37.10	1310	1.31	1.489	15.44	2.40
14	70	40.06	1410	1.41	1.602	15.45	2.59
15	75	42.52	1520	1.52	1.727	15.47	2.75
16	80	45.46	1640	1.64	1.864	15.49	2.93
17	85	46.69	1720	1.72	1.955	15.51	3.01
18	90	49.23	1830	1.83	2.080	15.53	3.17
19	95	50.98	1900	1.90	2.159	15.54	3.28
20	100	52.44	2000	2.00	2.273	15.56	3.37
21	105	53.46	2060	2.06	2.341	15.57	3.43
22	110	55.15	2150	2.15	2.443	15.59	3.54
23	115	57.29	2250	2.25	2.557	15.60	3.67
24	120	59.89	2370	2.37	2.693	15.63	3.83
25	125	61.27	2460	2.46	2.795	15.64	3.92
26	130	64.11	2610	2.61	2.966	15.67	4.09
27	135	66.37	2730	2.73	3.102	15.69	4.23
28	140	67.16	2850	2.85	3.239	15.71	4.27
29	145	69.23	2990	2.99	3.398	15.74	4.40
30	150	70.91	3140	3.14	3.568	15.77	4.50
31	155	71.89	3270	3.27	3.716	15.79	4.55
32	160	71.75	3430	3.43	3.898	15.82	4.53
33	165	70.86	3580	3.58	4.068	15.85	4.47

 Ensayado por : Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra
 Fecha : 16/07/2021

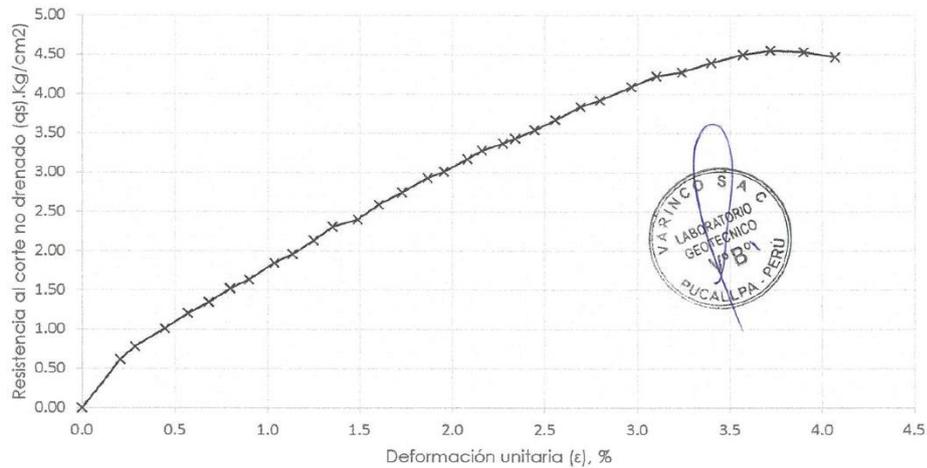
 Revisado Por : Ing. Pablo E. Valderrama S.
 Fecha : 16/07/2021

ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

(NTP 339.167)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL PUESTO DE SALUD NUESTRA SEÑORA DE LAS MERCEDES SANTA PETRONILA
UBICACIÓN: MANANTAY - CORONEL PORTILLO - PUCALLPA
SOLICITA: CONTRATISTAS GENERALES DANIELA EIRL
FECHA: 16/07/2021
Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

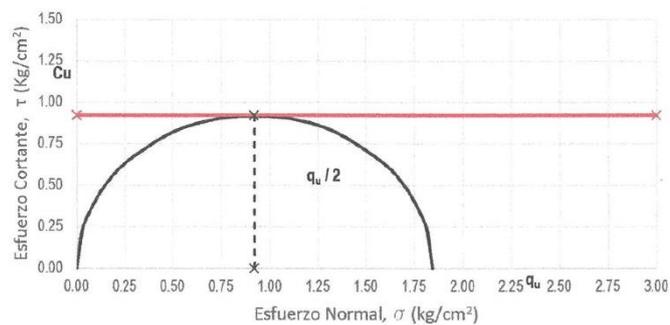
Gráfico esfuerzo - Deformación unitaria



RESUMEN DE RESULTADOS

Resistencia al corte no drenado (q_u), Kg/cm ²	1.84
Deformación en la falla, %	1.03
Tasa de deformación unitaria, %/min	1.14
Duración del ensayo, min	2.57
Consistencia (Gonzales, 2006)	Firme
Cohesión no drenada (c_u), kg/cm ²	0.92

CIRCULO DE MOHR



VARINCO S.A.C.
 LABORATORIO GEOTECNICO

ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO
 Jefe de Laboratorio

ANEXO 8: Procesamiento de Datos

Tabla 21: Datos generales de Campo

Profundidad	DPL-01	DPL-02	DPL-03	DPL-04	DPL-05	DPL-06	DPL-07	DPL-08	DPL-09	DPL-10	DPL-11	DPL-12	DPL-13	DPL-14	DPL-15	DPL-16	DPL-17	DPL-18	DPL-19	DPL-20	DPL-21	DPL-22
0.00 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.10 m	20	16	18	0	19	18	18	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20 m	13	9	11	0	12	13	15	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.30 m	6	6	5	0	11	12	12	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	19	29	0	7	4
0.40 m	3	4	4	0	10	25	10	4	6	7	3	3	8	6	5	3	3	11	17	0	6	3
0.50 m	2	4	4	13	12	21	8	5	7	4	3	4	5	4	4	4	2	8	16	0	4	3
0.60 m	3	4	3	13	9	22	6	6	8	5	5	4	4	5	4	3	2	8	17	3	1	3
0.70 m	5	5	4	13	10	23	4	5	7	5	5	5	6	5	5	4	3	10	17	2	2	1
0.80 m	6	5	4	15	9	26	4	5	6	4	4	5	5	5	5	4	2	12	16	4	2	3
0.90 m	8	5	6	15	10	24	5	5	7	7	4	6	7	6	7	5	4	13	15	4	1	4
1.00 m	8	9	7	14	11	25	4	9	7	7	5	5	8	6	8	4	3	15	16	3	2	7
1.10 m	8	10	9	14	10	18	4	7	8	7	5	6	10	6	8	5	4	18	15	1	4	9
1.20 m	10	11	10	14	13	19	4	11	8	9	6	6	10	6	8	4	3	19	14	2	2	7
1.30 m	10	12	10	15	14	21	6	12	8	8	5	7	10	6	5	5	2	24	15	3	8	8
1.40 m	10	12	11	15	13	27	10	13	9	10	5	7	11	6	6	4	2	22	14	2	10	7
1.50 m	12	12	10	15	12	25	13	13	10	8	6	6	12	4	6	4	2	23	14	4	11	5
1.60 m	12	12	10	14	13	22	14	14	9	8	7	8	13	4	8	5	5	22	15	8	12	5
1.70 m	12	10	10	12	10	20	16	15	11	8	9	10	14	7	7	5	6	21	16	9	12	5
1.80 m	11	11	11	15	10	20	19	14	12	8	12	10	13	8	7	4	9	21	15	9	12	4
1.90 m	11	10	12	15	10	19	17	15	11	8	10	10	11	8	6	6	9	29	15	10	12	4
2.00 m	11	11	12	16	10	17	16	16	12	9	11	11	13	10	5	6	9	31	16	10	12	4
2.10 m	13	18	12	16	9	18	15	15	13	9	10	11	13	12	6	6	10	36	17	10	8	3
2.20 m	11	12	13	16	12	18	14	14	13	10	10	11	13	12	7	6	10	37	19	9	11	5
2.30 m	11	11	13	16	17	23	13	16	14	11	12	12			7	9	9		22	9	11	5
2.40 m	12	12	12	16	17	26	12	15	15	15	12	12			8	8	11		26	10	12	5
2.50 m	13	11	12	15	18	29	11	15	15	15	13	12			8	8	11		29	10	13	6
2.60 m	13	14	13	15	17	25	10	16	16	16	14	14			8	7	9		32	10	12	6
2.70 m	13	14	14	15	24	26	12	14	15	15	15	14			8	8	13		32	11	13	6
2.80 m	15	13	14	16	25	28	9	16	15	15	15	15			8	8	16			13		7
2.90 m	17	13	14	16	25	28	10	15	17	16	15	15								12		8
3.00 m	18	14	14	17	26	28	12	16	16	16	16	16								13		10

Profundidad	DPL-01	DPL-02	DPL-03	DPL-04	DPL-05	DPL-06	DPL-07	DPL-08	DPL-09	DPL-10	DPL-11	DPL-12	DPL-13	DPL-14	DPL-15	DPL-16	DPL-17	DPL-18	DPL-19	DPL-20	DPL-21	DPL-22
N _{DPL}	11	11	12	16	10	17	16	16	12	9	11	11	13	10	5	6	9	31	16	10	12	4
N _{SPT}	11	11	12	15	10	19	17	15	12	8	11	10	12	9	6	5	9	27	15	10	12	4
Consistencia	Firme	Firme	Firme	Muy Firme	Firme	Muy Firme	Muy Firme	Muy Firme	Firme	Med	Firme	Firme	Firme	Firme	Med	Med	Firme	Muy Firme	Muy Firme	Firme	Firme	Med
q _u	1.38	1.34	1.46	1.92	1.25	2.34	2.17	1.88	1.46	1.00	1.38	1.29	1.54	1.09	0.75	0.67	1.13	3.38	1.92	1.21	1.50	0.50
c _u	0.69	0.67	0.73	0.96	0.63	1.17	1.09	0.94	0.73	0.50	0.69	0.65	0.77	0.54	0.38	0.33	0.56	1.69	0.96	0.61	0.75	0.25

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 22: Tablas de consistencias usadas.

Consistencia del Suelo	N (S.P.T.)		qu (kg/cm2) Resistencia a la Compresión Simple	
Muy blanda	0.00	2.00	0.00	0.25
Blanda	2.00	4.00	0.25	0.50
Mediana	4.00	8.00	0.50	1.00
Firme	8.00	15.00	1.00	2.00
Muy Firme	15.00	30.00	2.00	4.00
Dura	30.00	40.00	4.00	6.00

Fuente: MTC 121

Consistencia del Suelo	N (S.P.T.)		Resistencia a la compresion Inconfinada qu	
Muy Blanda	0.00	2.00	0.00	0.25
Blanda	2.00	8.00	0.25	0.80
Mediana	8.00	15.00	0.80	1.50
Firme	15.00	30.00	1.50	4.00
Muy Firme	30.00	40.00	4.00	5.00

Fuente: Braja M. Das, Pag. 84, 2011

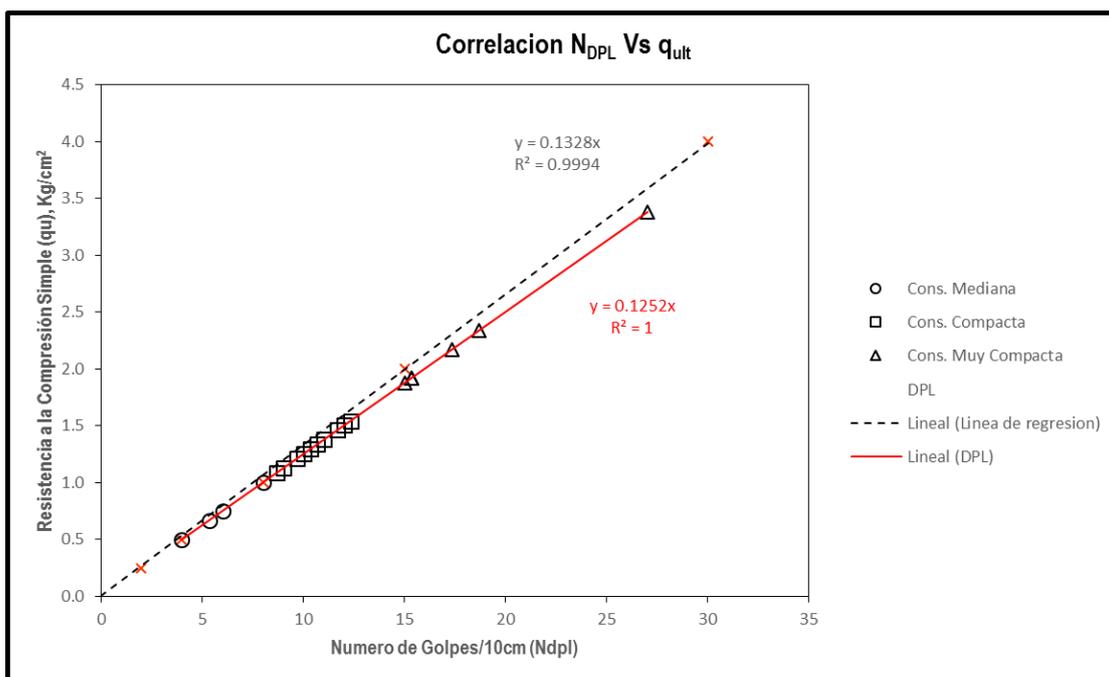


Figura 8: Correlación de datos generales.

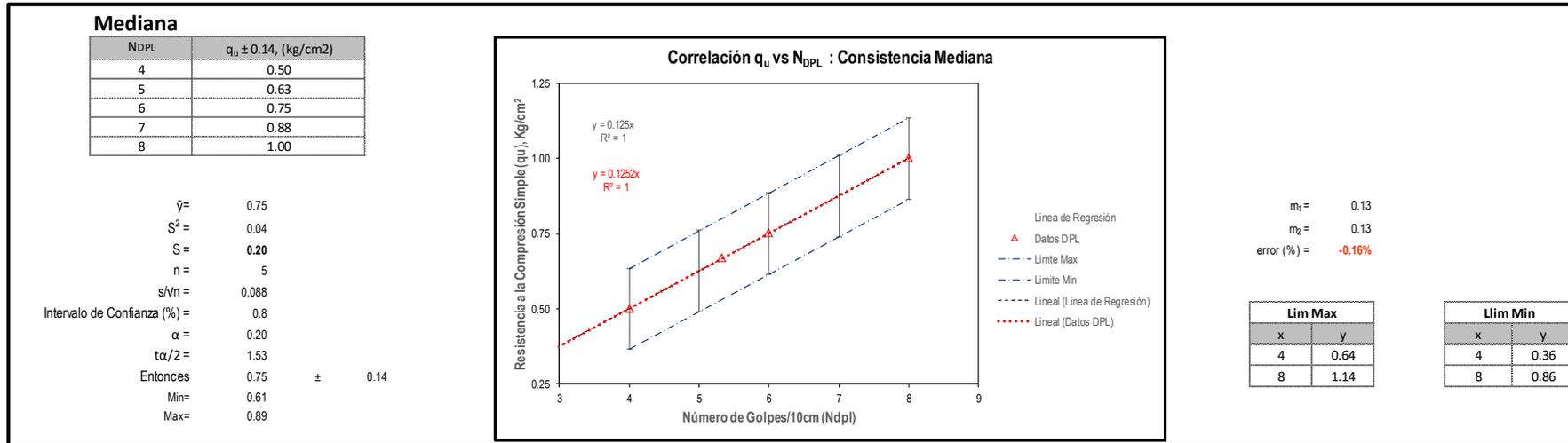


Figura 9: Método del paralelogramo - Consistencia mediana.

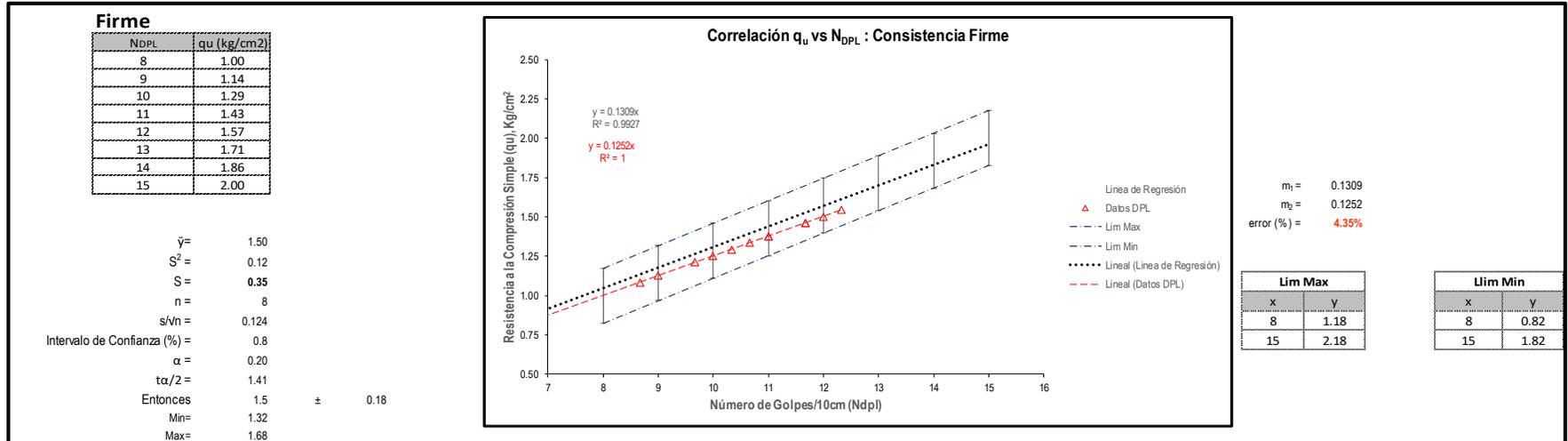
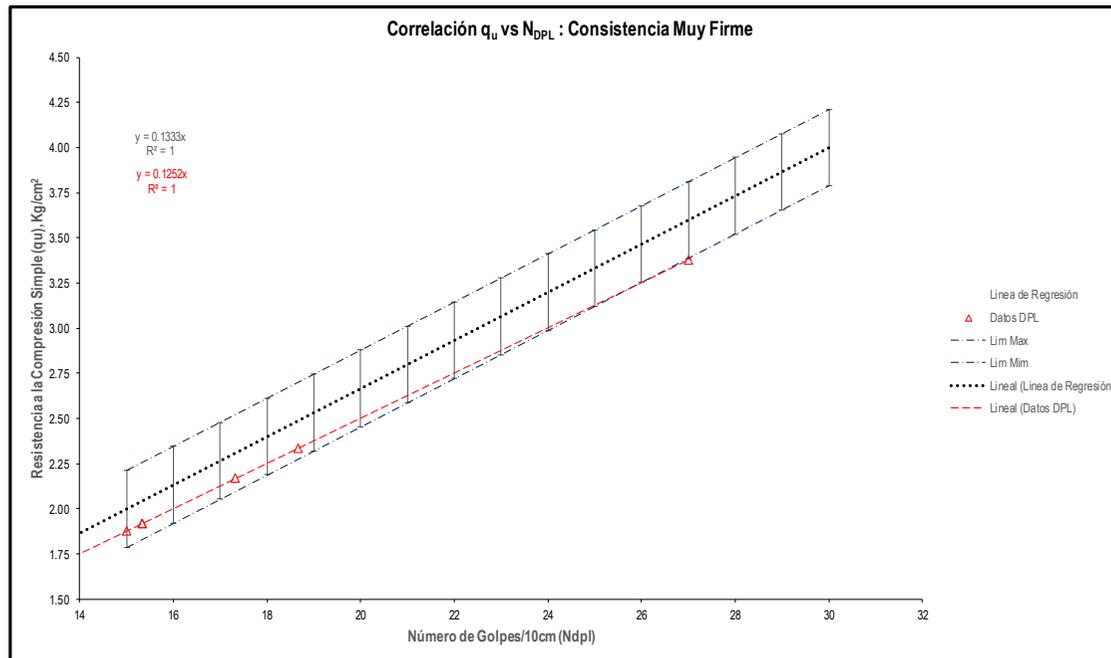


Figura 10: Método del paralelogramo - Consistencia firme.

Muy Firme

NdPL	qu (kg/cm ²)
15	2.00
16	2.13
17	2.27
18	2.40
19	2.53
20	2.67
21	2.80
22	2.93
23	3.07
24	3.20
25	3.33
26	3.47
27	3.60
28	3.73
29	3.87
30	4.00

$\bar{y} = 3.00$
 $S^2 = 0.40$
 $S = 0.63$
 $n = 16$
 $s/\bar{y} = 0.159$
 Intervalo de Confianza (%) = 0.8
 $\alpha = 0.20$
 $t_{\alpha/2} = 1.34$
 Entonces ± 0.21
 Min = 2.79
 Max = 3.21



$m_1 = 0.1333$
 $m_2 = 0.1252$
 error (%) = **6.08%**

Lim Max	
x	y
15	2.21
30	4.21

Lim Min	
x	y
15	1.79
30	3.79

Figura 11: Método del paralelogramo - Consistencia muy firme.

MEDIANA

MTC E 121		Braja M. Das	
Mediana 2 a 4 (N_{DPL})		Blanda 2 a 8 (N_{DPL})	
0.50 a 1.00 (q_u)		0.25 a 0.8 (q_u)	
N_{DPL}	q_u	N_{DPL}	q_u
0	0.78	0	0.78
6	0.78	8	0.78
6	0	8	0

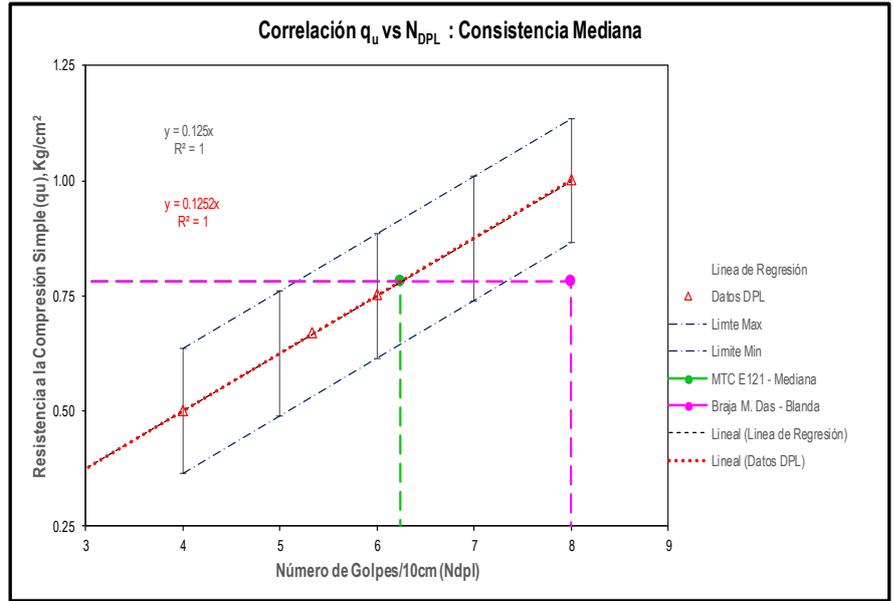


Figura 12: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfiada - Consistencia mediana.

FIRME

MTC E 121		Braja M. Das	
Firme 8 a 15 (N_{DPL})		Mediana 8 a 15 (N_{DPL})	
1.0 a 2.0 (q_u)		0.8 a 1.5 (q_u)	
N_{DPL}	q_u	N_{DPL}	q_u
0	1.32	0	1.32
10	1.32	13	1.32
10	0	13	0

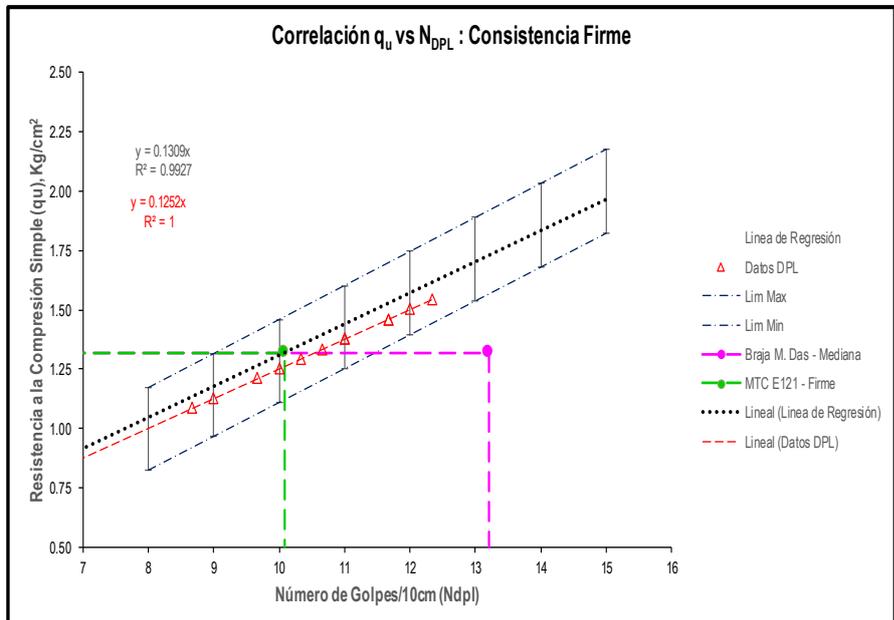


Figura 13: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfiada - Consistencia firme.

FIRME

MTC E 121		Braja M. Das	
Firme 8 a 15 (N_{DPL})		Firme 15 a 30 (N_{DPL})	
1.0 a 2.0 (q_u)		1.5 a 4.0 (q_u)	
N_{DPL}	q_u	N_{DPL}	q_u
0	1.84	0	1.84
14	1.84	15	1.84
14	0	15	0

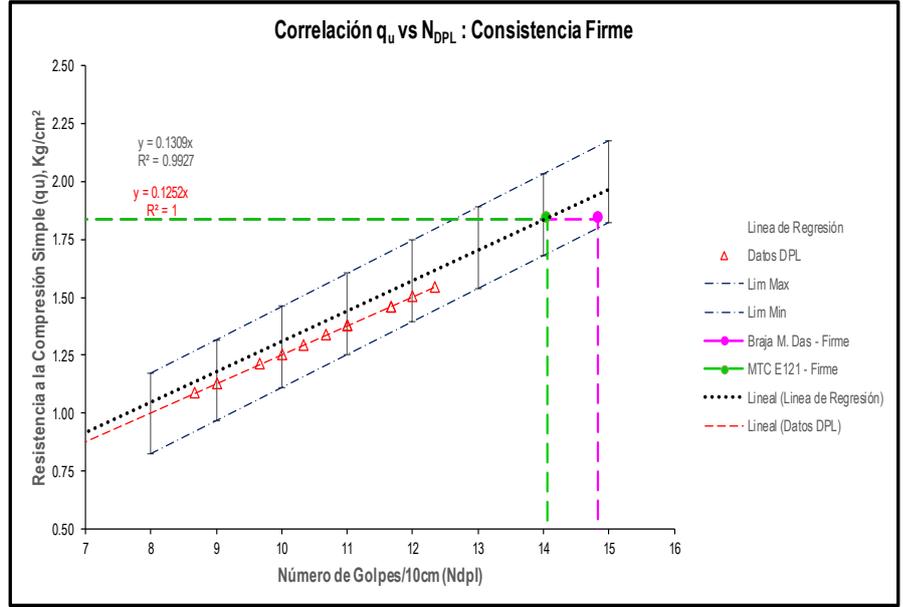


Figura 14: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfiada - Consistencia firme.

MUY FIRME

MTC E 121		Braja M. Das	
Firme 15 a 30 (N_{DPL})		Firme >30 (N_{DPL})	
2.0 a 4.0 (q_u)		> 4.0 (q_u)	
N_{DPL}	q_u	N_{DPL}	q_u
0	3.77	0	3.77
28	3.77	30	3.77
28	0	30	0

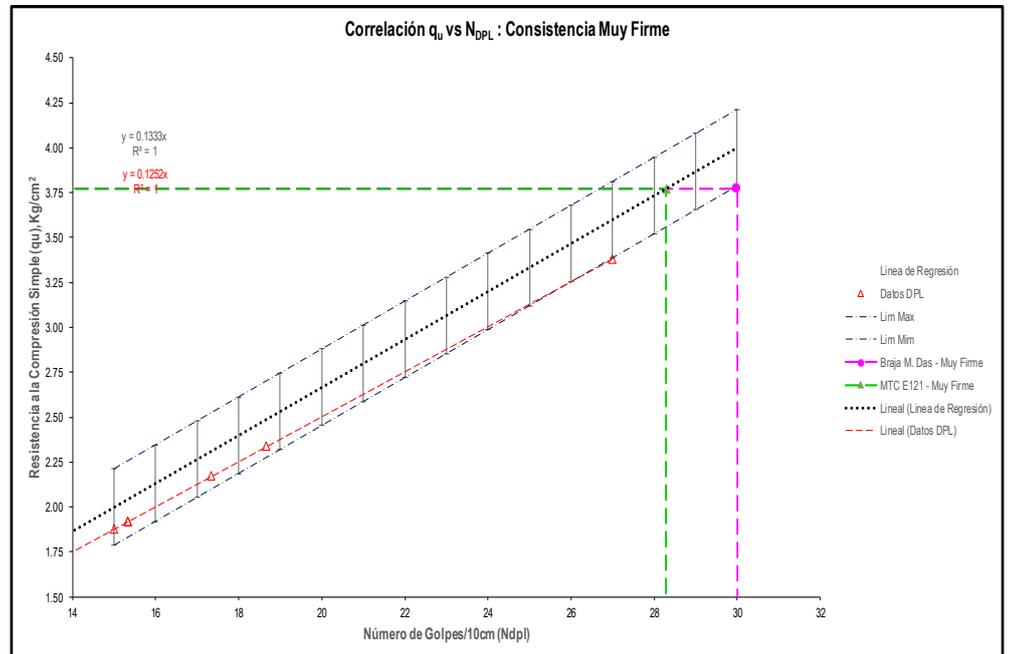


Figura 15: Ubicación de q_u del Ensayo de compresión simple inconfiada - Consistencia muy firme.

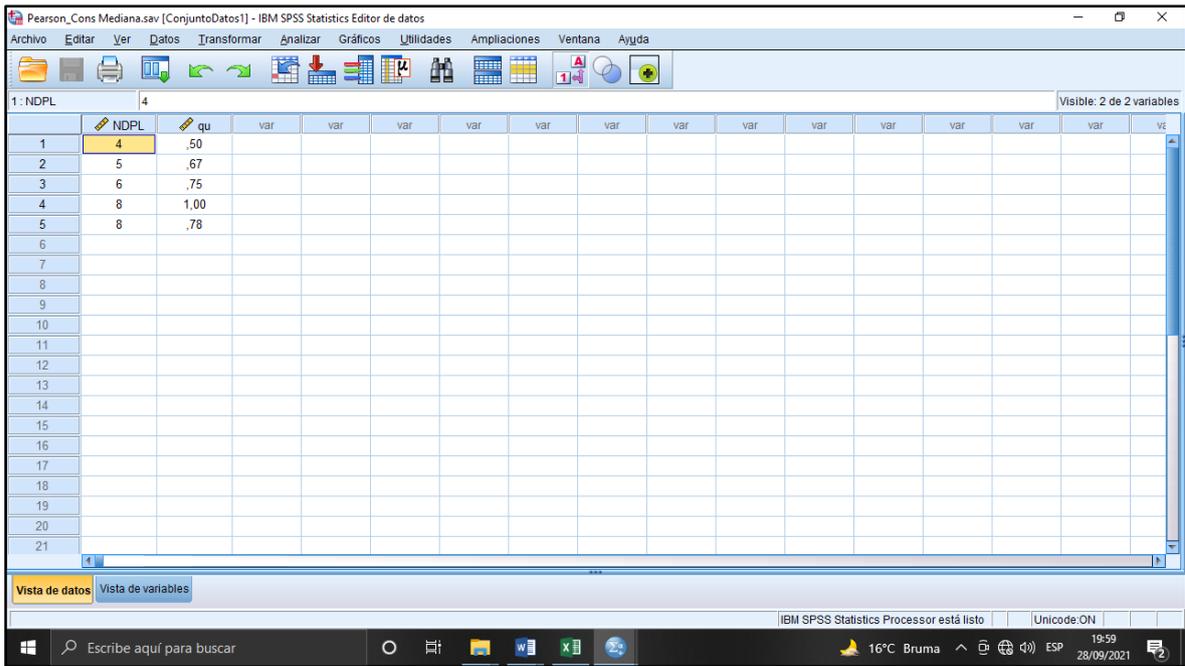


Figura 16: Pearson consistencia mediana – Paso 1

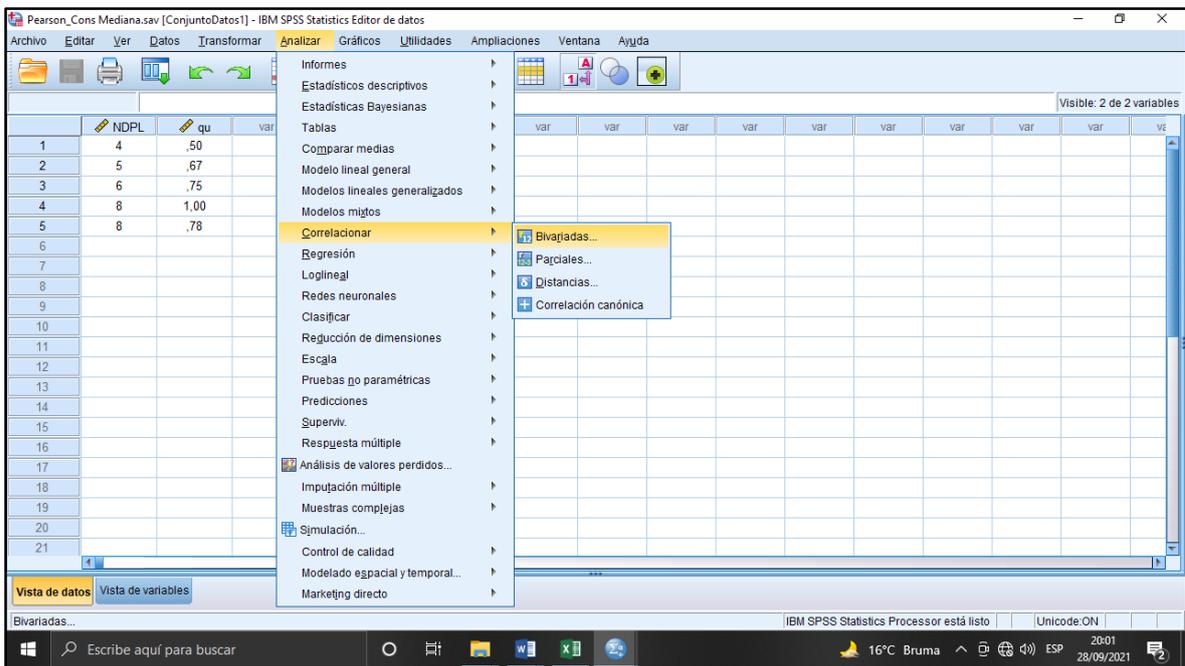


Figura 17: Pearson consistencia mediana - Paso 2

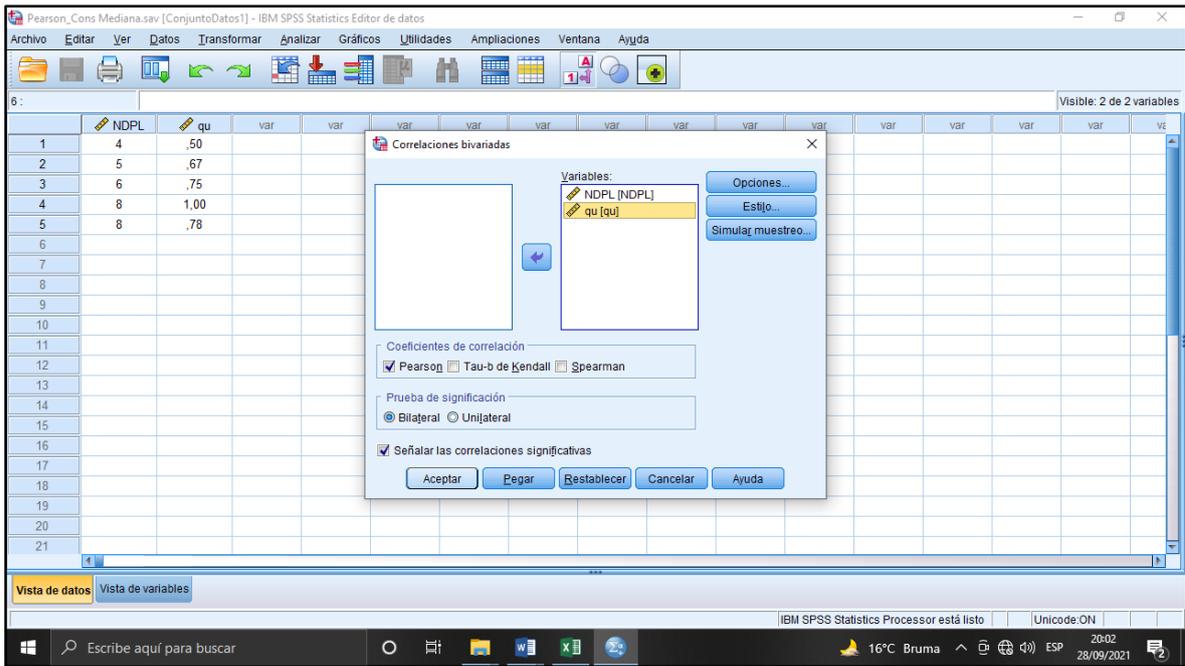


Figura 18: Pearson consistencia mediana - Paso 3

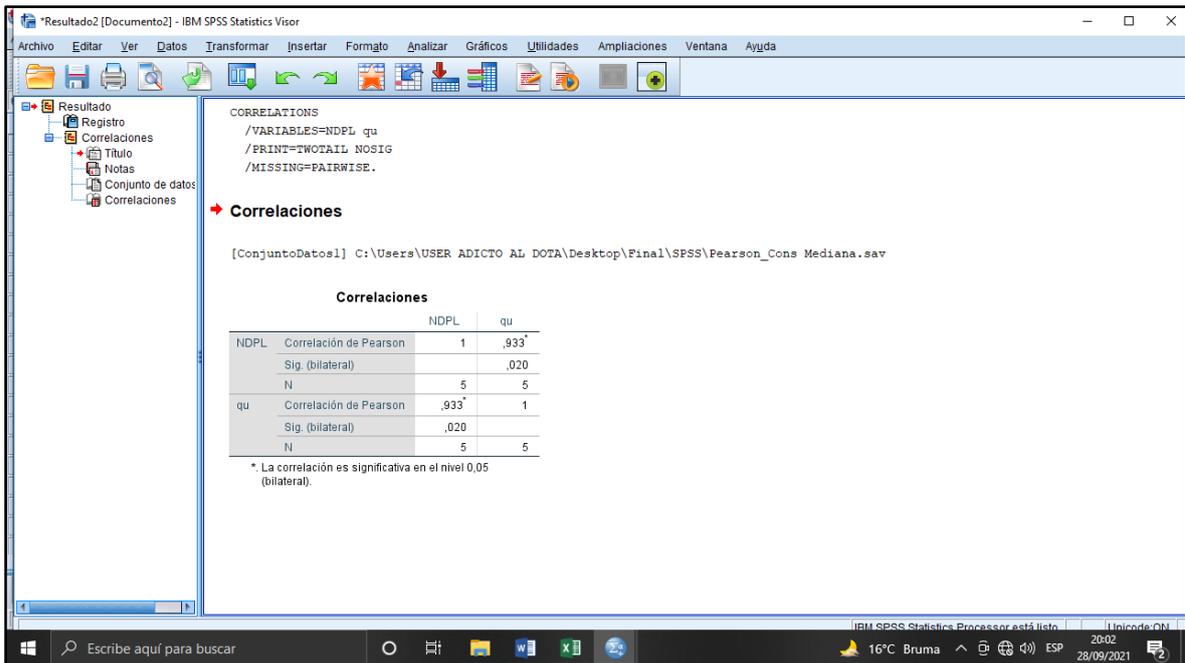


Figura 19: Pearson consistencia mediana - Paso 4

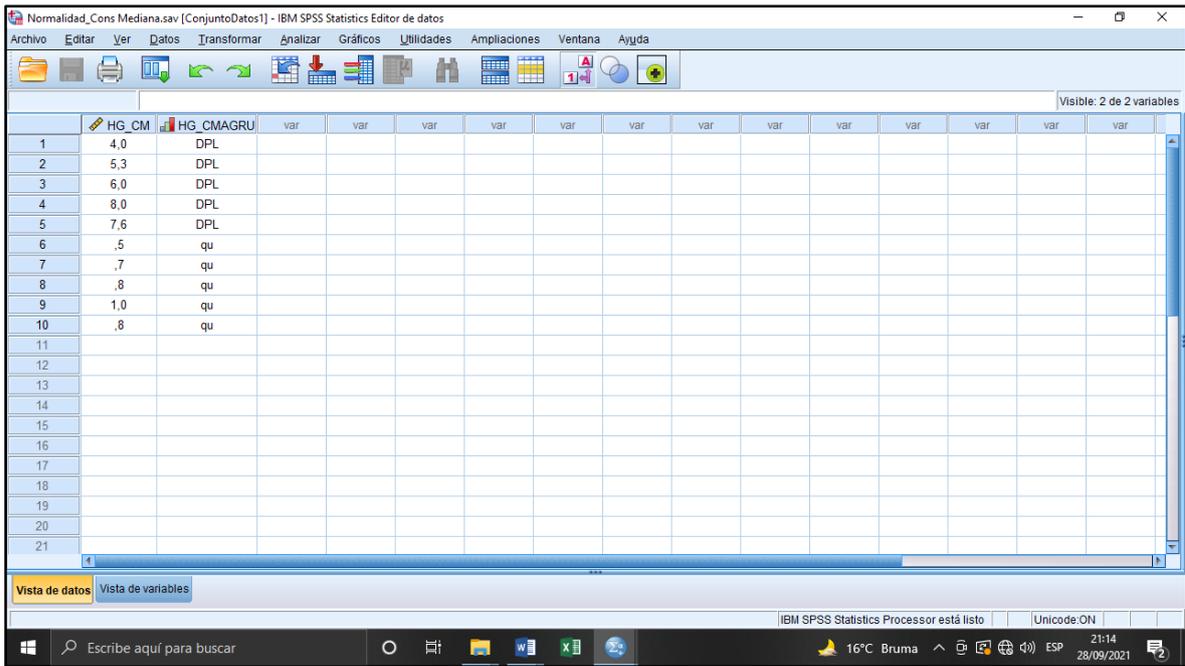


Figura 20: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 1

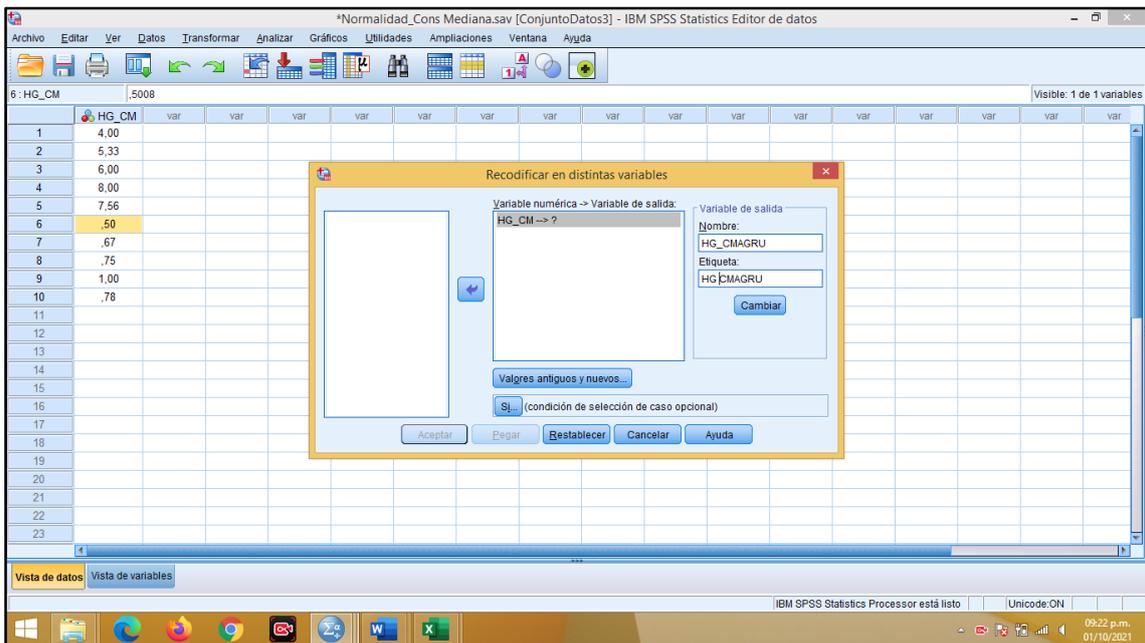


Figura 21: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 2

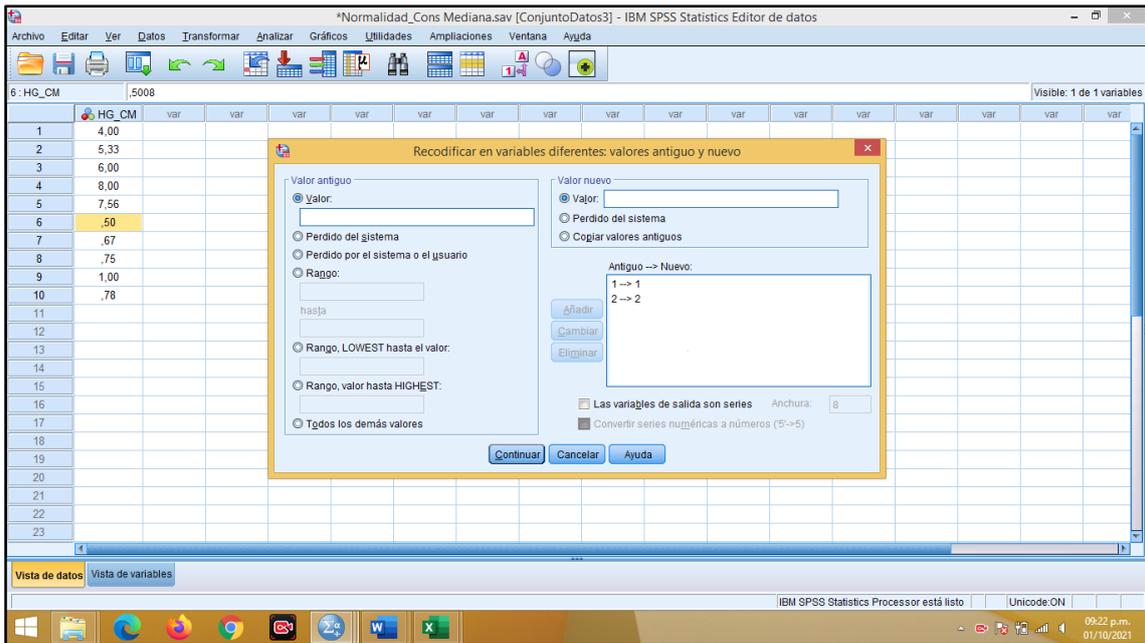


Figura 22: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 3

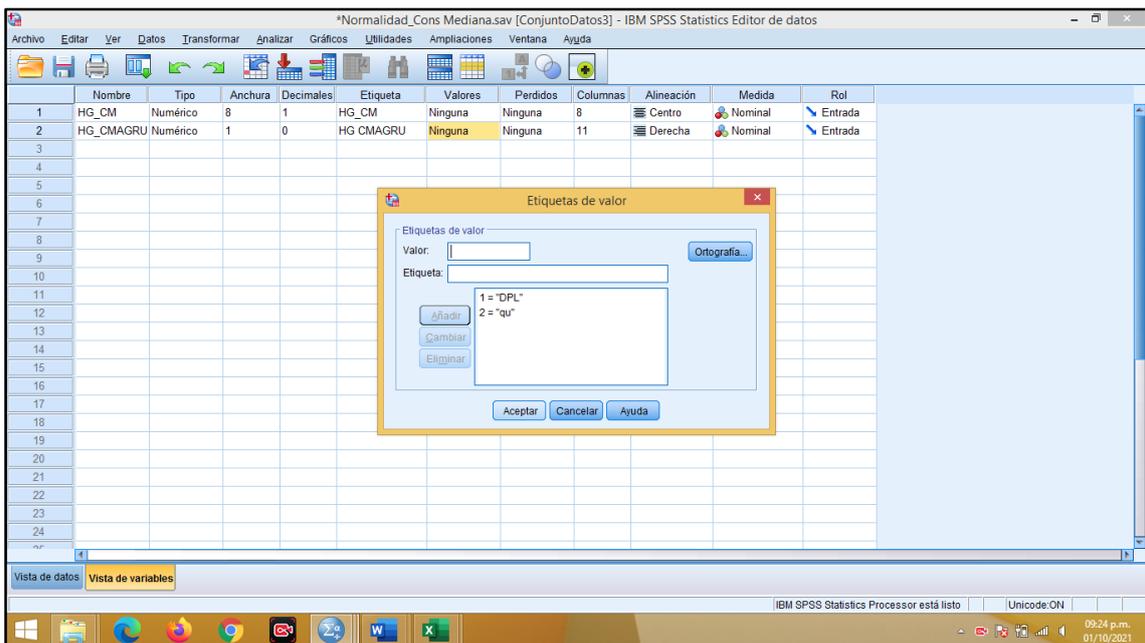


Figura 23: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 4

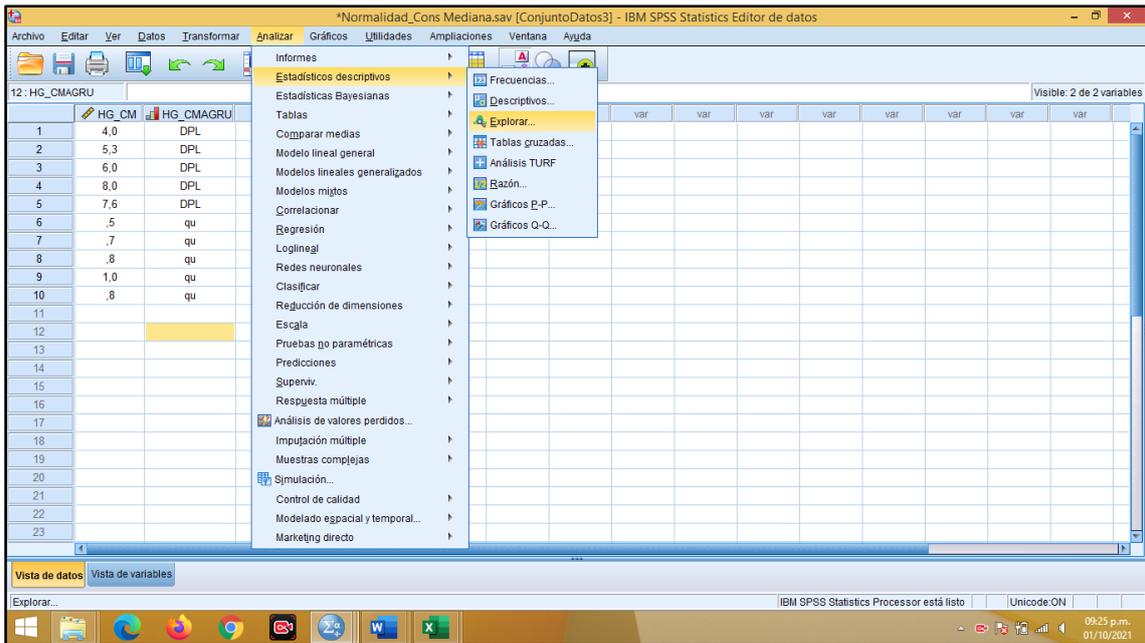


Figura 24: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 5

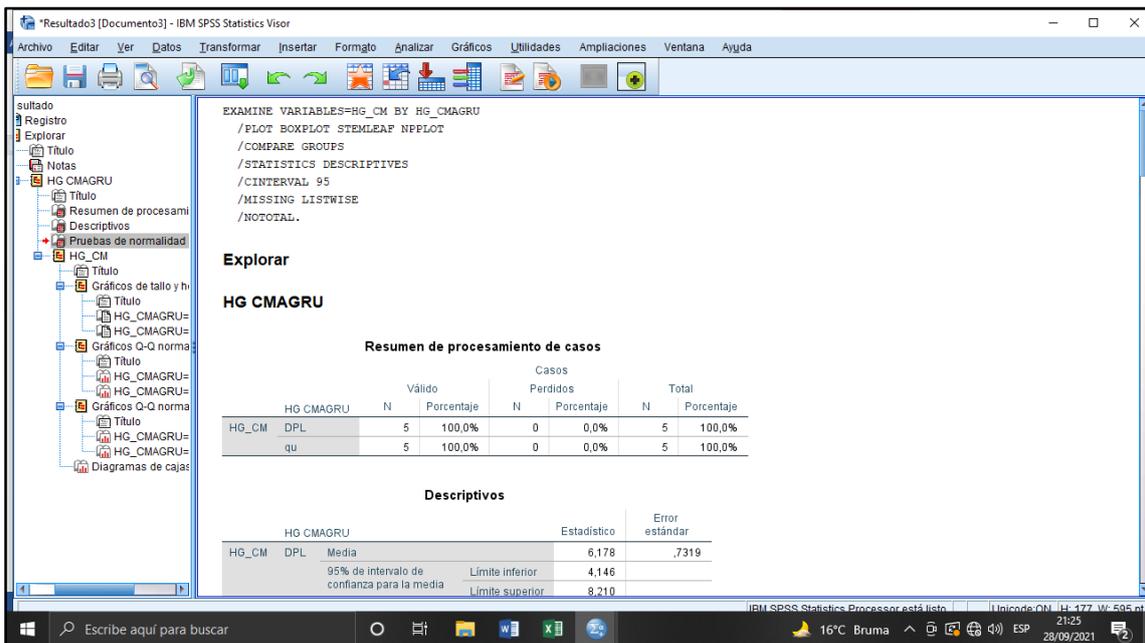


Figura 25: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 6

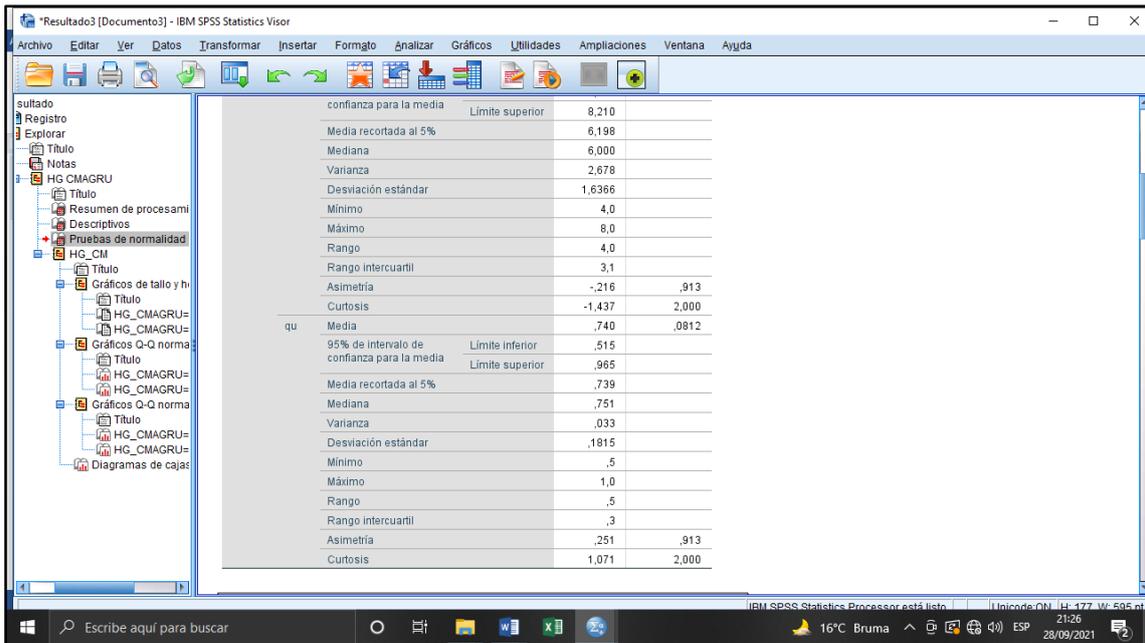


Figura 26: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 7

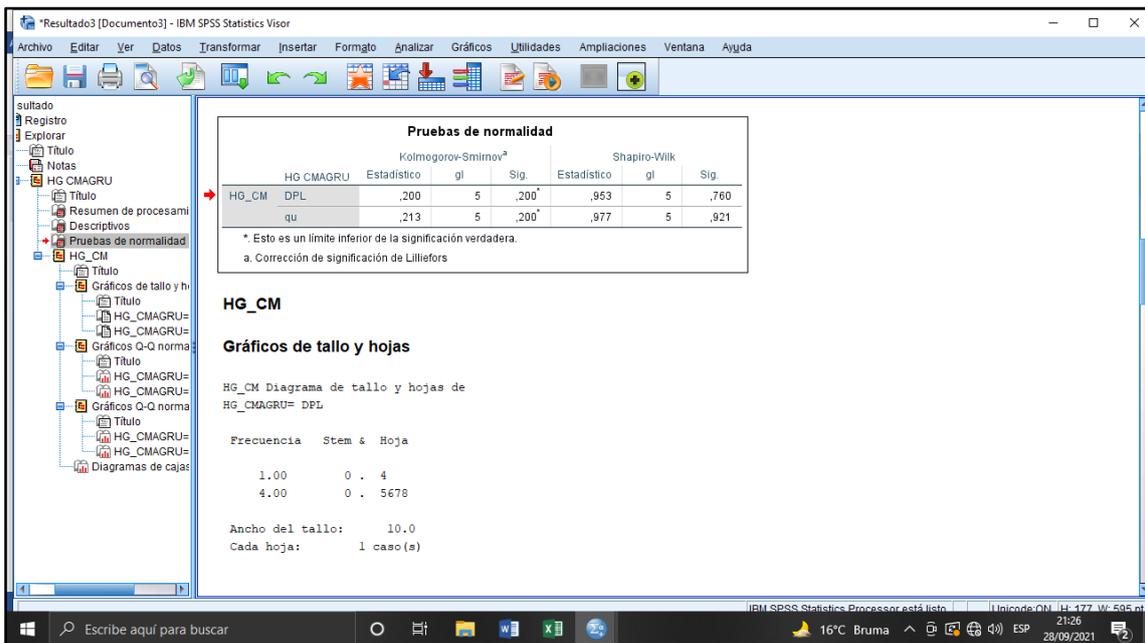


Figura 27: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 8

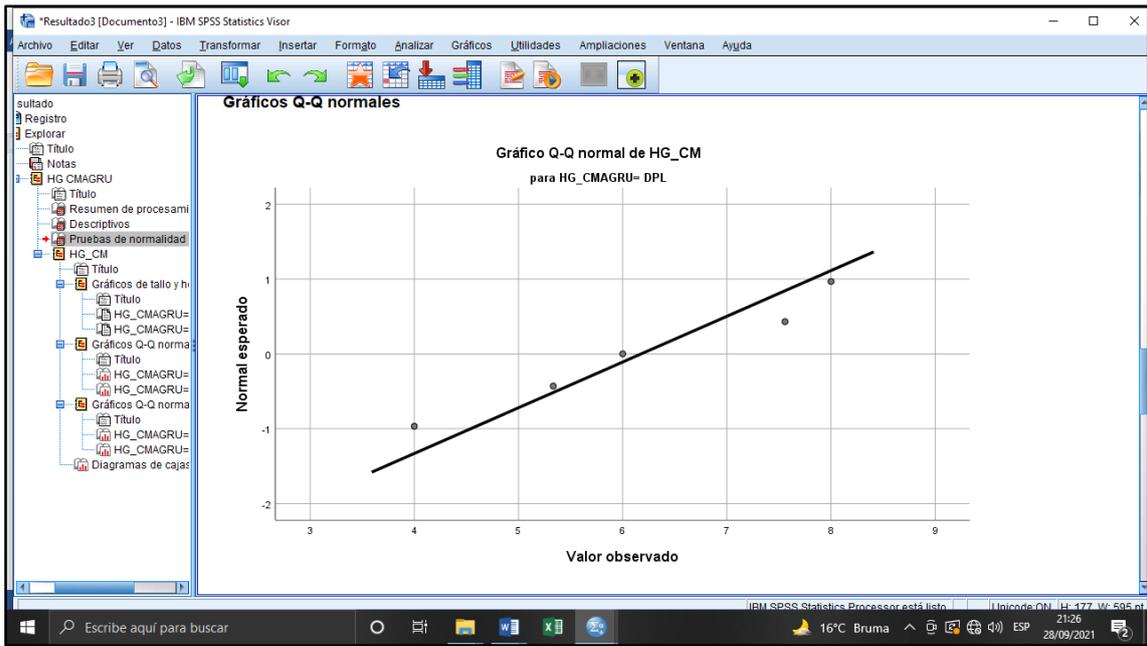


Figura 28: Prueba de normalidad consistencia mediana - Paso 9

ANEXO 9: Plano de Ubicación de Calicatas y Ensayos

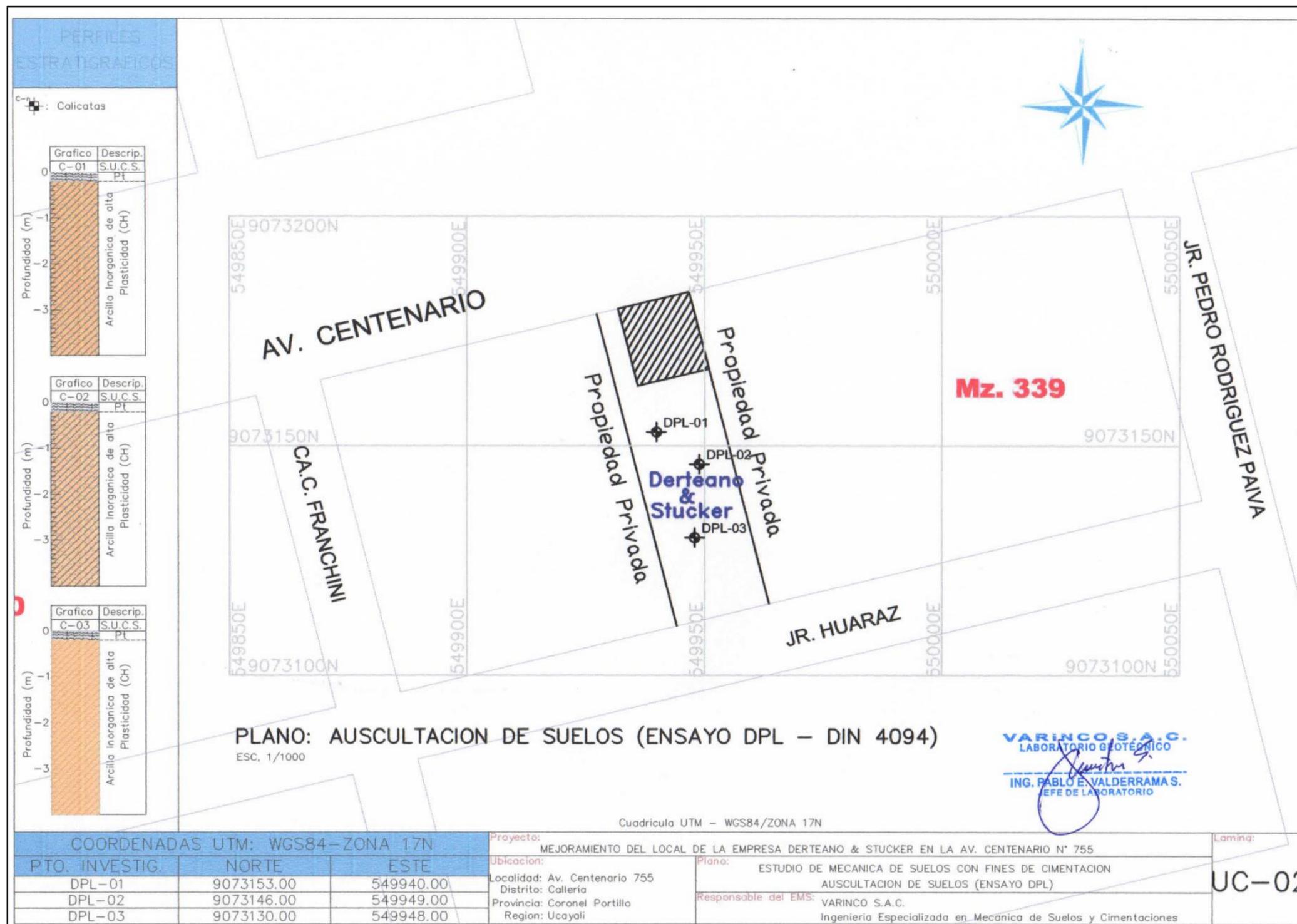


Figura 29: Ubicación de DPL 1,2 y 3

ANEXO 10: Panel Fotográfico



Fotografía 1: Calicata para ensayo in situ DPL y extracción de la muestra para ensayo de compresión simple confinada Calicata C-1.



Fotografía 2: Ensayo DPL en uno de los puntos de exploración.



Fotografía 3: Ensayo DPL en uno de los puntos de exploración – ensayo in situ.



Fotografía 4: Utilización de la ficha de campo.



Fotografía 5: Aplicación de fuerza de 10kg en ensayo DPL.



Fotografía 6: Extracción de la muestra para ensayo de compresión simple inconfiada.



Fotografía 7: Ensayo de compresión simple inconfiada calicata C-2, Muestra M-2.



Fotografía 8: Ensayo de compresión simple inconfiada calicata C-1, Muestra M-2.



Fotografía 9: Ensayo de compresión simple inconfiada calicata C-1, Muestra M-1.



Fotografía 10: Ensayo de compresión simple inconfiada calicata C-2, Muestra M-2.



Fotografía 11: Aplicación de la fuerza con el equipo del ensayo de compresión simple inconfiada.



Fotografía 12: Deformación de la Muestra del ensayo de compresión simple inconfiada.