



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

María del Pilar Nina Gálvez

Asesor:

Mc. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A mi Madre, por su apoyo incondicional y desinteresado, por estar presente en cada paso dado a lo largo de mi vida y carrera profesional, por ser mi guía y darme fortaleza para seguir con mis metas.

A mi Padre, por su apoyo incondicional, su confianza en mis pasos y por el sacrificio realizado para apoyarme en mis estudios y en mí vida.

A mis hermanos, por su apoyo, ayuda y por la confianza que han depositado en mí.

A mi enamorado, por haber estado incondicionalmente, siempre apoyándome a largo de todo nuestro tiempo juntos.

A mis amigos por toda la confianza que depositaron en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre haberme guiado en este difícil camino, por haberme dado
esperanza y haberme puesto a personas tan buenas en mi vida.

Agradezco a mi Padre, Madre y hermanos por su apoyo en cada paso dado.

Agradecimientos especiales a cada uno de mis amigos, por motivarme y estar siempre
apoyándome.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Objetivos.....	12
1.4. Hipótesis.....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	14
2.1. Tipo de investigación.....	14
2.2. Población y muestra.....	14
2.3. Materiales, instrumentos y métodos.....	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	28
2.5. Procedimiento.....	28
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	34
3.1. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón – muestra patrón.....	34
3.2. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón – incorporando 2% de Cal.....	42
3.3. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón – incorporando 4% de Cal.....	47
3.4. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón – incorporando 6% de Cal.....	52
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	57
4.1. Discusión.....	57
4.2. Conclusiones.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad de especímenes a ensayar	14
Tabla 2 Instrumentos de medición.....	15
Tabla 3 Instrumentos de cálculo	16
Tabla 4 Clasificación de suelos SUCS - suelo de grano grueso	18
Tabla 5 Clasificación de suelos SUCS - suelos de grano fino	19
Tabla 6 Especificación técnica del ensayo proctor modificado	25
Tabla 7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
Tabla 8 Sistema de coordenadas geográficas	29
Tabla 9 Coordenadas de ubicación de la cantera Mashcón	29
Tabla 10 Resultados de contenido de humedad de la cantera Mashcón	34
Tabla 11 Resultados del análisis granulométrico en seco.....	35
Tabla 12 Resultados del análisis granulométrico por lavado.....	35
Tabla 13 Resultados del análisis granulométrico.....	36
Tabla 14 Resultados de límite líquido - muestra patrón	37
Tabla 15 Resultados del ensayo proctor modificado - muestra patrón	38
Tabla 16 Resultados del ensayo de compactación CBR - muestra patrón	39
Tabla 17 Resultados del ensayo carga - penetración	40
Tabla 18 Resultados de límite líquido - incorporando 2% de cal	42
Tabla 19 Resultados del ensayo proctor modificado - incorporando 2% de cal	43
Tabla 20 Resultados del ensayo de compactación CBR - incorporando 2% de cal.....	44
Tabla 21 Resultados del ensayo carga - penetración, incorporando 2% de cal	45
Tabla 22 Resultados de límite líquido - incorporando 4% de cal	47
Tabla 23 Resultados del ensayo proctor modificado - incorporando 4% de cal	48
Tabla 24 Resultados del ensayo de compactación CBR - incorporando 4% de cal.....	49
Tabla 25 Resultados del ensayo carga - penetración, incorporando 4% de cal	50
Tabla 26 Resultados de límite líquido - incorporando 6% de cal	52
Tabla 27 Resultados del ensayo proctor modificado - incorporando 6% de cal	53
Tabla 28 Resultados del ensayo de compactación CBR - incorporando 6% de cal.....	54
Tabla 29 Resultados del ensayo carga - penetración, incorporando 6% de cal	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la cantera Mashcón. Programa computacional Google Earth (2018).	29
Figura 2. Obtención de la muestra del suelo.....	102
Figura 3. Taras del ensayo de contenido de humedad	102
Figura 4. Lavado del material por el tamiz n°200	103
Figura 5. Ensayo de límite líquido.....	103
Figura 6. Compactación de proctor modificado	104
Figura 7. Supervisión de compactación CBR con la asesora.....	104
Figura 8. Compactación CBR.....	105
Figura 9. Carga - penetración	105

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1	Curva Granulométrica	36
Gráfico 2	Curva de fluidez - muestra patrón	37
Gráfico 3	Curva de compactación - muestra patrón	39
Gráfico 4	Curva esfuerzo - deformación de la muestra patrón	41
Gráfico 5	Curva densidad seca - CBR de la muestra patrón.....	41
Gráfico 6	Curva de fluidez - incorporando 2% de cal	42
Gráfico 7	Curva de compactación - incorporando 2% de cal	44
Gráfico 8	Curva esfuerzo - deformación, incorporando 2% de cal.....	46
Gráfico 9	Curva densidad seca - CBR, incorporando 2% de cal	46
Gráfico 10	Curva de fluidez - incorporando 4% de cal	47
Gráfico 11	Curva de compactación - incorporando 4% de cal	49
Gráfico 12	Curva esfuerzo - deformación, incorporando 4% de cal.....	51
Gráfico 13	Curva densidad seca - CBR, incorporando 4% de cal	51
Gráfico 14	Curva de fluidez - incorporando 6% de cal	52
Gráfico 15	Curva de compactación - incorporando 6% de cal	54
Gráfico 16	Curva esfuerzo - deformación, incorporando 6% de cal.....	56
Gráfico 17	Curva densidad seca - CBR, incorporando 6% de cal	56
Gráfico 18	Gráfico de resultados de límite líquido.....	57
Gráfico 19	Gráfico de resultados de máxima densidad seca	58
Gráfico 20	Gráfico de resultados de óptimo contenido de humedad	59
Gráfico 21	Gráfico de resultados de CBR de diseño	60

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo el estudio de la influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera "Mashcón". Se utilizó material extraído del banco de la cantera y se determinaron las propiedades físicas: contenido de humedad y granulometría, y las propiedades mecánicas: proctor modificado y California Bearing Ratio, tanto para la muestra patrón como del suelo con incorporación de cal de 2%, 4% y 6%. Para la recolección de datos se utilizaron los protocolos establecidos por la Universidad Privada del Norte. Finalmente se realizó el análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos mediante las gráficas obtenidas, las normas y los antecedentes descritos. Se obtuvo como resultados que, la capacidad portante se incrementa al incorporar 2 % y 4% de cal al suelo de la cantera Mashcón con respecto a la muestra patrón, y disminuye al incorporar 6% de cal, alcanzando un mayor incremento en la capacidad portante al incorporar 2% de cal. Así mismo, se puede concluir que la dosis óptima para que la capacidad portante de un suelo gravoso mal graduado (GP) aumente es de 2% de incorporación de cal.

Además, se tiene que la hipótesis no se cumple, ya que la incorporación de cal influye aumentando solo hasta 1.13 veces el valor de la capacidad portante en la incorporación de 2% de cal, 1.06 veces en la incorporación de 4% de cal y 0.99 veces en la incorporación de 6% de cal, esto se debe a que el tipo de material utilizado es gravoso mal graduado (GP), y no se incrementa de la misma manera que un material

Palabras clave: Capacidad portante, suelo, cal, estabilización de suelos, CBR.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En busca del mejoramiento de la capacidad portante de los suelos en todo tipo de construcciones, se toma como principal tema de estudio el suelo, debido a que soporta los pesos y cargas de las estructuras. Se sabe que las técnicas para el mejoramiento de suelos han ido evolucionando, debido a la búsqueda de maneras alternativas de solucionar dichos problemas.

Jara (2014), nos indica que, el funcionamiento a largo plazo de cualquier proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos subyacentes. Además, el comportamiento de los suelos influye en el comportamiento de la estructura, entonces, resulta importante conocer si las propiedades y características de este son apropiadas.

Jara (2014), nos dice que los suelos inestables pueden crear problemas significativos en las estructuras y pavimentos, por tal motivo desde hace algunas décadas se ha tratado de realizar el mejoramiento de estos, utilizando diversos materiales, como cales, cementos, aditivos, emulsiones, enzimas. A pesar de que ya se han realizado investigaciones, se ha observado que cada caso presenta resultados particulares inherentes al tipo de suelo de la región en estudio.

Entre las propiedades o características del terreno que comúnmente se desean mejorar están: la rigidez, resistencia, velocidad de consolidación, asentamiento sísmico, reducción de hinchamiento, reducción de colapso y permeabilidad, entre otras (Avaria, 2018, pág.1).

La cal en el mejoramiento de suelos es muy utilizada a través de la historia, sin embargo, es recientemente que se han hecho estudios científicos relacionados a su empleo y se han dado resultados sorprendentes.

En el caso de estructuras de cimentación, usualmente los tratamientos de mejora del suelo se enfocan en mejorar la capacidad portante del terreno, de modo que la superficie existente pueda absorber convenientemente las cargas transmitidas por las estructuras a través de las fundaciones (Avaria, 2018, pág.1).

Por lo anteriormente descrito, se generó una investigación referente a la influencia de la incorporación de diferentes niveles de cal en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón, teniendo en cuenta que esta investigación puede servir de base teórica para futuras investigaciones de la aplicación de suelos mejorados con productos químicos.

Se necesita de bases teóricas de investigaciones anteriores para poder sustentar la utilización de cal como incorporante para el mejoramiento de suelos, toda la teoría y resultados obtenidos por los diferentes investigadores corresponden a los antecedentes de esta investigación.

Ayala & Gallardo (2015) estudiaron la estabilización de la base de un pavimento rígido con cemento portland tipo I utilizando las canteras El Gavilan, Don Lucho y el Rio Chonta, estableciendo para ello porcentajes de mezclas de material entre las canteras de 27% y 73%, además de porcentajes de cemento de 2%, 4%, 6% y 8% más un control de 0% de cemento. Para la evaluación de las propiedades mecánicas se realizaron ensayos de proctor modificado y CBR. Los resultados fueron que, al adicionar cemento al material combinado de las canteras, la densidad máxima seca decrece en la primera incorporación de 2% de cemento y sube su valor en la incorporación de 4%, 6%, y 8% de cemento, el contenido de humedad muestra el mismo comportamiento que la densidad máxima seca, y el CBR se incrementa con cada incorporación de cemento. Siendo su optima dosis de cemento la de 8%. Finalmente, los autores concluyen que adicionando 2% de cemento el CBR se incrementa 1.04 veces ,4% de cemento 1.30 veces, 6% de cemento 1.90 veces y 8% de cemento 3 veces.

Rivera & Medina (2016), estudiaron la influencia de la incorporación de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado, estableciendo para ello porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% más un control de cloruro de calcio de 0%. Para la evaluación de las propiedades mecánicas se realizaron ensayos proctor modificado y CBR. Los resultados fueron que al incorporar cloruro de calcio el límite líquido aumento, la densidad máxima seca se incrementó conforme se le incorporo más cloruro de calcio, el óptimo contenido de humedad disminuyo y el CBR se incrementó teniendo el máximo valor de CBR en el 4% de incorporación de cloruro de calcio. Los autores concluyen que incorporando 1 % de cloruro de calcio el CBR incrementa 1.39 veces, 2% de cloruro de calcio 1.41 veces, 3% de cloruro de calcio 1.92 veces y 4% de cloruro de calcio 2 veces.

Jara (2014) estudió el efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso. Estableció tres incorporaciones de cal (2%, 4% y 6%) más un control (0% de cal). Para la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas se realizó ensayos de Límites de Atterberg, la densidad máxima seca y CBR. Los resultados fueron que al adicionar cal el límite líquido varía en proporciones pequeñas, el límite plástico aumenta con la adición de cal, la densidad máxima seca disminuye con la adición de cal, y finalmente el CBR de diseño se incrementa. El autor concluye que para ese tipo de suelo arcilloso la dosis de cal óptima es el 4 %, ya que se logra un CBR de diseño mucho mayor al obtenido inicialmente, incrementándose un 450.20% del CBR inicial, y el CBR mínimo obtenido es incorporando 2% de cal, solo incrementa hasta un 294.12%.

En los antecedentes de investigación antes descritos, se busca obtener la dosificación de cal óptima para el incremento de la capacidad portante en su incorporación para el mejoramiento de suelos.

Crespo (2004), define al suelo como una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los

residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan y a su vez nos indica que es de vital importancia el conocimiento de las principales propiedades del suelo, debido a que mediante su correcta interpretación se puede predecir el comportamiento del terreno sometido a cargas.

En el campo de la ingeniería se debe afrontar diversos problemas en el terreno de fundación, debido a que no todos los suelos poseen buenas propiedades, es por ello que se recurre al mejoramiento de suelos.

El mejoramiento de suelo consiste en la modificación de una o varias características del suelo a partir de su condición natural. Este puede desarrollarse temporalmente para permitir la construcción de una obra o puede ser una solución permanente que aborda el adecuado comportamiento y/o estabilidad mecánica de una obra (Avaria, 2018, pág.1).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar y comparar las propiedades físicas: límite líquido, de la muestra patrón y de cada uno de los niveles de incorporación de cal.
- Determinar y comparar la densidad seca máxima y el óptimo contenido de humedad en el ensayo proctor modificado de la muestra patrón y de cada uno de los niveles de incorporación de cal.

- Determinar y comparar la capacidad portante del suelo mediante el CBR de diseño en el ensayo California Bearing ratio de la muestra patrón y de cada uno de los niveles de incorporación de cal.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La incorporación de cal en 2%, 4% y 6% en el suelo de la cantera Mashcón influye favorablemente aumentando hasta en 2 veces el valor de la capacidad portante del suelo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental, ya que se pretende comprobar la hipótesis mediante los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, las cuales se basan en las normas técnicas peruanas y/o norma vigente.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población de estudio está conformada por el suelo de la cantera Mashcón con las mismas características iniciales ubicada en el distrito de Cajamarca.

2.2.2. Muestra

Se ha elegido un mínimo de 3 muestras por ensayo y tipo de incorporación de cal, de acuerdo con la Norma E.050, en total se tiene doce especímenes de suelo de la cantera Mashcón para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) incorporando diferentes niveles de cal (2%, 4% y 6%), según la norma NTP 339.175.

Tabla 1
Cantidad de especímenes a ensayar

Descripción Especímenes	Und	M0 (Muestra Patrón)	M2 (Muestra con 2% de cal)	M4 (Muestra con 4% de cal)	M6 (Muestra con 6% de cal)	Parcial
Ensayo California Bearing Ratio	und	3	3	3	3	12
Total de especímenes a ensayar						12

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

2.3.1. Materiales

2.3.1.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio está conformada por todos los especímenes del suelo de la cantera Mashcón del distrito de Cajamarca.

2.3.2. Instrumentos

2.3.2.1. Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición utilizados para los diferentes ensayos realizados en el laboratorio son los que se detallan a continuación:

Tabla 2
Instrumentos de medición

Instrumento	Función
Juego de tamices	Para tamizar la muestra
Malla n° 40	Para tamizar la muestra
Copa de casa grande	Instrumento utilizado para la determinación del límite líquido mediante la cantidad de golpes.
Ranurador	Sirve para hacer una ranura y dividir la muestra en dos porciones.
Placa de vidrio	Para la determinación del límite plástico.
Capsula de porcelana	Para la preparación de la muestra.
Recipiente de 6 kg de capacidad	Para la preparación de la muestra a utilizar.
Equipo para ensayo proctor modificado	Para la determinación del óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca.
Recipientes o Taras	Para el almacenamiento de cada una de las muestras.
Espátula	Para mezclar y retirar las muestras.
Estufa de temperatura $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$	Para la función del secado de las muestras.
Pisón proctor modificado	Para la compactación de las capas del suelo, en los diferentes ensayos.
Probeta 1000 ml	Para la medición de la cantidad de agua a utilizar en los diferentes ensayos.
Balanza con aproximación 0.01 gr.	Para la medición del peso de cada una de las muestras, según se requiera.
Equipos para ensayo carga - penetración	Para registrar las lecturas de carga y penetración de cada muestra.
Equipos para ensayo de CBR	Para la determinación de la densidad humedad y densidad máxima seca.

2.3.2.2. Instrumentos de cálculo

Los instrumentos utilizados para el cálculo de los resultados de los protocolos empleados en los diferentes ensayos tanto en la muestra patrón, como en las diferentes incorporaciones de cal, son los siguientes:

Tabla 3
Instrumentos de cálculo

Instrumento	Función
Calculadora científica	Utilizada para los cálculos en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte de los protocolos de los diferentes ensayos.
Programa Microsoft Office Excel	Programa computacional utilizado para el cálculo de los resultados del estudio, así como las gráficas y otros.

2.3.3. Métodos

2.3.3.1. Métodos y procedimientos de análisis de datos

- Se emplearon protocolos para la recolección de datos establecidos por la universidad privada del norte.
- Con los datos obtenidos en los ensayos del laboratorio de mecánica de suelos, se procedió a realizar el procesamiento de datos en gabinete, la cual consiste en la resolución de ecuaciones y elaboración de tablas y gráficos.
- Luego se procedió a la comparación de los gráficos y tablas obtenidas de cada uno de los ensayos, tanto en su muestra patrón, como en las de incorporación de cal.
- Se elaboraron gráficos resumen de los resultados de limite líquido, densidad máxima seca, optimo contenido de humedad y CBR de diseño, para su análisis.
- Finalmente se comparó los resultados de los gráficos resumen con los antecedentes descritos anteriormente.

2.3.3.2. Métodos y procedimientos de recolección de datos

A continuación, se presenta cada uno de los procedimientos de los ensayos realizados en el laboratorio:

A. CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS S.U.C.S.

Para determinar la clasificación de suelos SUCS de la muestra, se realizaron los procedimientos descritos en la norma NTP 339.134.

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que N°200 (0.075 mm). Se representan por el símbolo G si más de la mitad en peso de las partículas gruesas son retenidas en tamiz N° 4 (4.75 mm), y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz N° 4 (4.75 mm).

A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la gradación: W, buena gradación con poco o ningún fino; P, gradación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla. Los suelos finos, con más del 50 % bajo tamiz N°200 (0.075 mm), se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O).

Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 % y H, si es mayor.

Tabla 4

Clasificación de suelos SUCS - suelo de grano grueso

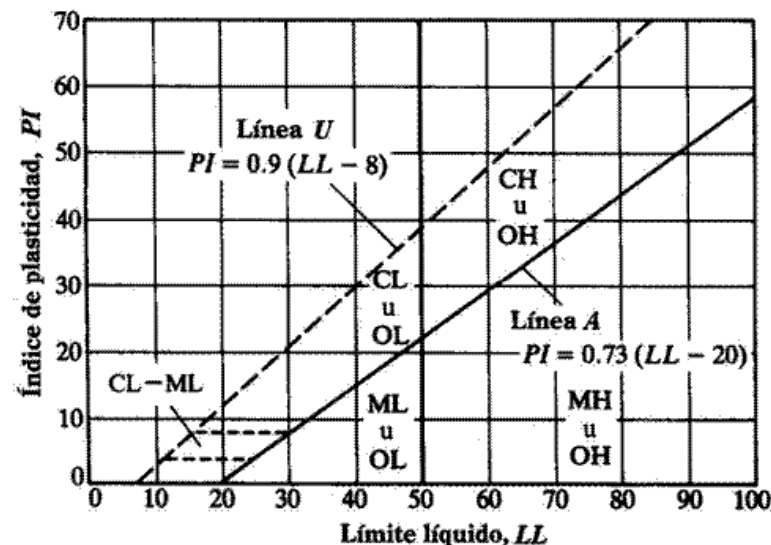
DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO (Mas de la mitad del material está retenido en el tamiz n°200)	GRAVAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz n° 4 (4,76 mm))	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4;$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$		
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
	ARENAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiza n°4 (4,76 mm))	Arenas limpias (sin o con pocos finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz n° 200. Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%, GW, GP, SW, SP; >12%, GM, GC, SM, SC; 5% al 12%, casos límite que requieren usar doble símbolo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4 Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-limo			Límites de Atterberg sobre la línea A o IP>7
	ARENAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiza n°4 (4,76 mm))	Arenas limpias (sin o con pocos finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6;$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.			Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo			Límites de Atterberg sobre la línea A o IP>7
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.			

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134

Tabla 5

Clasificación de suelos SUCS - suelos de grano fino

DIVISIONES PRINCIPALES	SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO FINO (Mas de la mitad del material pasa por el tamiz n° 200)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	G= Grava, S=Arena, O=Suelo orgánico, P=Turba, M=Limo, C=Arcilla, W=Bien graduada, P=mal Graduada, L=Baja comprensibilidad, H=Alta comprensibilidad.
	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad	
	MH	Limos orgánicos, suelos arenosos finos o limosos, con mica o ditomeas, limos elásticos.	
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta	
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos	
	Pt	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico	
Limos y arcillas (Limite liquido menor a 50)			
Limos y arcillas (Limite liquido mayor a 50)			
Suelos muy orgánicos			



Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134

B. CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de una masa de suelo es la cantidad de agua presente en dicha masa en términos de su peso en seco (Llique, 2003). Para determinar el contenido de humedad (w%) del suelo, se realizaron los procedimientos descritos en la norma NTP 339.127.

a) Material

Muestra extraída del estrato en estudio: 500 gr

b) Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$
- Recipientes o Taras.

c) Procedimiento

- Pesar el recipiente o Tara (W_t).
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o Tara ($W_h + t$)
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C .
- Una vez pasada las 24 horas, se retira la muestra del horno y se pesa la muestra seca en el recipiente o Tara ($W_s + t$).
- Determinar el peso de la muestra húmeda $(W_h + t) - W_t$.
- Determinar el peso de la muestra seca $(W_s + t) - W_t$.
- Determinar el peso del agua:

$$W_w = (W_h + t) - (W_s + t) \quad \dots\dots\dots \text{Ec. (1)}$$

- Determinar el contenido de humedad de cada muestra

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \dots\dots\dots \text{Ec. (2)}$$

C. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

Para determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas del suelo, se realizaron los procedimientos descritos en la norma ASTM C 136.

a) Material

Muestra seca a una temperatura de $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

b) Equipo

- Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material a ensayar.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

c) Procedimiento

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Seleccionar tamices adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar, colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura.
- Efectuar la operación de tamizado manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un tiempo adecuado.
- Limitar la cantidad de material en un tamiz con el objetivo que todas las partículas puedan alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante el tamizado.
- Continuar el tamizado por un periodo suficiente, de tal manera que al final no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual.
- Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0.3%, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

D. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Para determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas del suelo, se realizaron los procedimientos descritos en la norma ASTM D 421.

a) Material

Muestra seca aproximadamente de 200 gr, si es material limo arcilloso y 500 gr si es material granular que contiene finos.

b) Equipo

- Juego de Tamices de la malla N° 4 a la malla N° 200.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$
- Recipientes o Taras.

c) Procedimiento

- Secar la muestra
- Pesar la muestra seca (W_s)
- Colocar la muestra seca en un recipiente, cubrir con agua y dejar reposar durante algunas horas, dependiendo del material.
- Tamizar la muestra por la malla N°200 mediante chorro de agua constante
- La muestra retenida en la malla N°200 se retira en un recipiente y se deja secar.
- Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador.
- Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz $\%RP$.

$$\%RP = \frac{PRP}{W_t} * 100 \quad \dots\dots\dots Ec. (3)$$

- Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz $\%RA$, para lo cual se sumarán en forma progresiva los $\%RP$, es decir:

$$\begin{aligned} \%RA_1 &= \%RP_1 \\ \%RA_2 &= \%RA_1 + \%RP_2 \quad \dots\dots\dots Ec. (4) \end{aligned}$$

$$\%RA_3 = \%RA_1 + \%RA_2 + \%RP_3$$

- Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\%Que\ pasa = 100\% - \%RA \quad \dots\dots Ec. (5)$$

- Dibujar la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros, y en el eje de las ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.

E. COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Para el ensayo de compactación proctor modificado de la muestra, se realizaron los procedimientos descritos en la norma ASTM D 1557.

a) Material

- Muestra alterada seca
- Papel filtro

b) Equipo

- Equipo proctor modificado (molde cilíndrico, placa base y anillo de extensión.
- Pisón proctor modificado
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$
- Probeta 1000 ml
- Recipiente de 6 kg de capacidad
- Espátula
- Recipientes o Taras.

c) Procedimiento

- Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo al método a utilizar (método A, B o C).
- Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en $\frac{1}{4}$ % entre ellas.
- Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.
- Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al determinar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (D_h).
- Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada (W %), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.
- Determinar las densidades secas de cada muestra compactada (D_s).

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{W\%}{100}\right)} \quad \text{..... Ec. (6)}$$

- Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
- Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Tabla 6
Especificación técnica del ensayo proctor modificado

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	PROCTOR MODIFICADO		
1	MÉTODO	-	A	B	C
2	CONDICIONES PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO	-	% Ret. Acum. N°4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 30%
3	TIPO DE MATERIAL UTILIZADO	-	Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° DE CAPAS	N°	5	5	5
5	N° DE GOLPES	N°	25	25	56
6	DIÁMETRO DE MOLDE	cm	10.16 ± 0.04	10.16 ± 0.04	15.24 ± 0.07
7	ALTURA DE MOLDE	cm	11.64 ± 0.05	11.64 ± 0.05	11.64 ± 0.05
8	VOLUMEN DE MOLDE	cm ³	944 ± 0.15	944 ± 0.15	2124 ± 0.25
9	PESO DEL MARTILLO	kg	4.54 ± 0.01	4.54 ± 0.01	4.54 ± 0.01
10	ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO	cm	45.72 ± 0.16	45.72 ± 0.16	45.72 ± 0.16
11	DIÁMETRO DEL MARTILLO	cm	5.08 ± 0.025	5.08 ± 0.025	5.08 ± 0.025
12	ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Fuente: ASTM D 1557

F. CALIFORNIA BEARING RATIO

Para el ensayo California Bearing Ratio (CBR) de la muestra, se realizaron los procedimientos descritos en las normas ASTM D 1883 y ASTM D4429.

a) Material

- Muestra seca
- Papel filtro

b) Equipo

- Equipo CBR (moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, 3 sobrecargas cada una de 4.5.kg de peso y 3 trípode).
- Pisón proctor modificado

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- 3 diales de expansión con divisiones de 0.01 mm
- Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura: $100\pm 10^{\circ}\text{C}$
- Probeta 1000 ml
- Recipiente de 6 kg de capacidad
- Espátula
- Recipientes o Taras.

c) Procedimiento

El ensayo CBR realizado para un material granular, consta de 2 fases: ensayo de compactación CBR y ensayo de carga-penetración.

• ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

- Preparar la muestra con el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación proctor modificado
- Ensamblar los moldes cilíndricos con sus placas de base, collares de extensión, discos espaciadores y papeles filtro
- Compactar la muestra con los 3 moldes CBR en cada uno de ellos en 5 capas, el primero con 13 golpes, el segundo con 27 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.
- Determinar la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- Determinar la densidad seca de las muestras de cada molde.

• ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

- Después de los 4 días sacar los moldes del tanque, dejarlos drenar durante 15 minutos.

- Colocar la sobrecarga en cada molde, llevar a la prensa hidráulica, proceder el ensayo de penetración aplicando un pisón una velocidad de 0.05 pulg/min, registrar las lecturas de carga y de penetración de cada muestra.
- Determinar nuevamente la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- Dibujar las 03 curvas esfuerzo – deformación correspondiente a las muestras de cada molde, en escala natural, el valor de la penetración se registrará en el eje de las abscisas y los valores de los esfuerzos en el eje de ordenadas, NOTA: algunas veces es necesario corregir la curva y cambiar el origen de las coordenadas.
- Determinar los esfuerzos correspondientes a 0.1” y 0.2” de penetración de cada una de las curvas esfuerzo – deformación.
- Determinar los índices de CBR para 0.1” y 0.2” de penetración, los cuales se obtienen dividiendo cada valor de esfuerzo correspondiente a 0.1” y 0.2” de la muestra ensayada entre el esfuerzo patrón correspondiente a 0.1” y 0.2”.

$$CBR = \frac{\sigma_t}{\sigma_p} * 100 \quad \dots\dots\dots Ec. (7)$$

Donde:

σ_t : esfuerzo de la muestra ensayada

σ_p : esfuerzo patrón

- Dibujar las dos curvas densidad seca versus CBR correspondiente a 0.1” y 0.2” de penetración.
- El índice CBR de diseño será el menor valor obtenido correspondiente al 95 % de densidad seca máxima.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La recolección de datos se realizará mediante observación directa, utilizando los ensayos de laboratorio, para la realización de ellos se utilizarán protocolos normados, formatos, normas actualizadas y los equipos de laboratorio, los cuales se detallan en la tabla N°7. Para la presente investigación se realizará ensayos al suelo sin incorporar cal y el suelo incorporando los diferentes niveles de cal, lo cual permitirá determinar la influencia de la incorporación de diferentes niveles de cal en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón.

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variables	Fuente	Recolección de datos	
		Técnica	Instrumento
Límites de Atterberg	Primaria o directa	Observación directa	Protocolos Normados
			Equipos para ensayo de límites de plasticidad
			NTP 339.129
Densidad Máxima seca	Primaria o directa	Observación directa	Protocolos Normados
			Equipos para el ensayo de Proctor modificado
			NTP 339.141
Capacidad portante	Primaria o directa	Observación directa	Protocolos Normados
			Equipos para ensayo de CBR
			ASTM D 1883, MTC E132

Para el análisis de datos se comparará los resultados obtenidos en laboratorio con los antecedentes descritos en el capítulo I, realidad problemática.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Ubicación de la cantera

El suelo utilizado para el desarrollo de la presente investigación se obtuvo de la cantera Mashcón, la cual ha sido seleccionada por conveniencia propia, y está ubicada

aproximadamente a 2 km de la ciudad de Cajamarca en la orilla del Rio Mashcón, en el distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca.

Tabla 8
Sistema de coordenadas geográficas

DATUM:	UTM - WGS-84
HUSO:	17
ZONA:	SUR

Tabla 9
Coordenadas de ubicación de la cantera Mashcón

Ubicación	Coordenadas UTM (Norte)	Coordenadas UTM (Este)	COTA (m)
Ciudad de Cajamarca	9207824.42	773907.63	2736.00
Cantera "Mashcón"	9210583.15	773419.49	2752.00

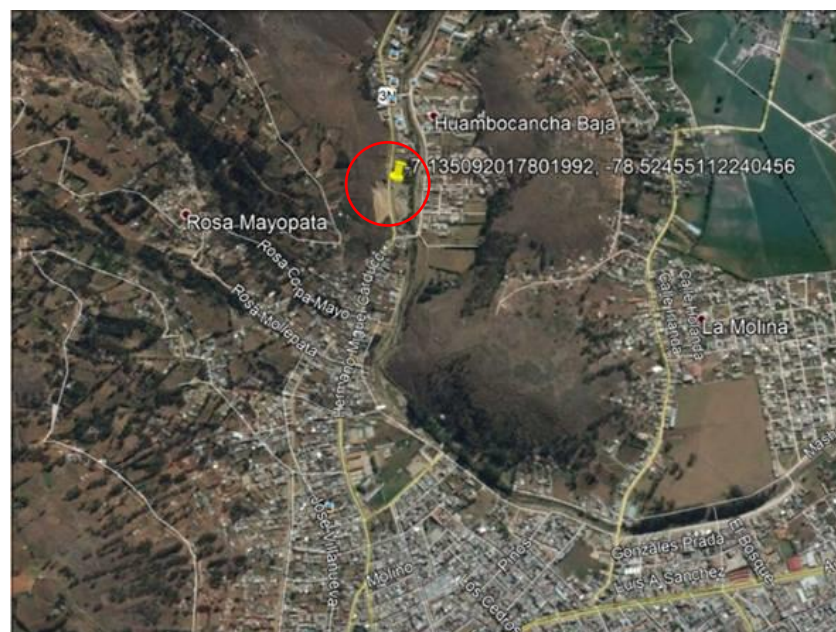


Figura 1. Ubicación de la cantera Mashcón. Programa computacional Google Earth (2018).

2.5.2. Obtención de la muestra

Una vez seleccionada la cantera de estudio, se procedió a la obtención de las muestras del suelo, las cuales fueron extraídas con palas, medidas en baldes y fueron colocadas en costales en buenas condiciones, para evitar la pérdida de material, luego fueron

transportadas en un auto particular a un cuarto de almacenamiento en la ciudad de Cajamarca.

2.5.3. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón

Las muestras serán llevadas al laboratorio para el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

2.5.3.1. Contenido de humedad

El ensayo se realizó utilizando muestra inalterada de 500 gr extraída del suelo la cantera Mashcón, se pesó tanto la muestra natural húmeda, como la muestra secada al horno por 24 horas, finalmente se determinó en gabinete el contenido de humedad de la muestra. Se utilizó la norma NTP 339.127 como referencia para la realización del presente ensayo.

2.5.3.2. Análisis granulométrico por tamizado

Para el ensayo de análisis granulométrico por tamizado, primero se tomó una muestra de suelo seco de aproximadamente 8 kg, previamente cuarteada y se las tamizo por las mallas de agregado grueso, ya que el suelo de la cantera Mashcón presenta gravas, una vez realizado ello, se tomó una muestra representativa de 500 gr de todo el material pasante de la malla N° 4. Se procedió a lavar la muestra por la malla N° 200, el material retenido en la malla se colocó en un recipiente y se dejó secar en el horno durante 24 horas, después se pasó la muestra seca por el juego de tamices y se pesó el material retenido en cada una de ellas. Se determinó en gabinete los porcentajes acumulados en cada tamiz y se dibujó la curva granulométrica. Para el presente ensayo se utilizó la norma NTP 339.128 como referencia.

2.5.3.3. Límites de plasticidad

Para el ensayo de limite liquido se utilizó muestra seca pasante por el tamiz n° 40, y en la capsula de porcelana se mezcló con una espátula la muestra con agua, hasta obtener una pasta uniforme, después se colocó una porción de pasta en la copa de Casagrande, se niveló y en el centro se realizó una ranura con el acanalador, luego

se elevó y dejó caer la copa de Casagrande hasta que las dos mitades se junten, se retiró una porción en las taras para determinar su contenido de humedad. Y finalmente en gabinete se graficó la curva de fluidez, y se determinó el límite líquido del suelo.

El ensayo mencionado se realizó tres veces por muestra, además cabe indicar que la muestra no presenta límite plástico.

2.5.3.4. Clasificación de suelos SUCS

La clasificación de suelos se determinó teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de análisis granulométrico y límites de plasticidad, y se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.134, donde más del 50 % del material se retiene por la malla n° 4, en donde solo cumple uno de los coeficientes presentados en la tabla de clasificación SUCS, debido a que la muestra es un NP, es decir no presenta plasticidad, no se tiene una doble clasificación, y el suelo se clasifica como un suelo de grano grueso con gravas mal graduadas y una mezcla de grava – arena, con presencia de pocos finos o sin finos.

2.5.3.5. Compactación proctor modificado

El ensayo de proctor modificado se realizó de acuerdo con la norma NTP 339.141. Ya que según su granulometría el % retenido acumulado en la malla 3/4" es menor al 30% y el % retenido acumulado en la malla 3/8" es mayor al 20%, le corresponde el Método C, para ello dejamos secar una muestra de 30 kilos aproximadamente y se utiliza el material pasante de la malla 3/4", se preparó 5 muestras de 5.50 kg cada una con un determinado contenido de agua, de tal manera que su contenido de humedad varié un 1/4 entre ellas, luego se procedió a compactar cada muestra en 5 capas y cada capa a 56 golpes, al finalizar la compactación se retira el collar de extensión, se enrasa y se determina su densidad húmeda, y se determinó el contenido de humedad de cada muestra compactada, utilizando muestras representativas de la partes

superior e inferior. Finalmente, en gabinete se graficó la curva de compactación y se determinó el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca.

2.5.3.6. California Bearing Ratio

El ensayo de CBR se desarrolló de acuerdo con la norma NTP 339.145, Este ensayo se desarrolló en tres partes las cuales se mencionan a continuación:

- Ensayo de compactación CBR

Primero se prepararon las muestras con el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación proctor modificado. Cada muestra se compacto en 5 capas en cada uno de los 3 moldes CBR, el primero con 13 golpes, el segundo con 27 golpes y el tercero con 56 golpes por capa; en gabinete se determinó la densidad húmeda, los contenidos de humedad y la densidad seca de las muestras de cada molde.

- Ensayo de carga - penetración.

Pasado los 4 días de sumergidas las muestras, se sacaron los moldes del tanque de agua y de cada uno de ellos se retira el dial, el trípode, la sobrecarga y la placa de expansión, y se los dejo drenar durante 15 minutos.

Después se colocó la sobrecarga en cada molde, y se las llevó a la prensa hidráulica, se realizó el ensayo de penetración aplicando un pisón a una velocidad de 0.05 pulg/min., se registró cada una de las lecturas de carga de cada muestra. Una vez finalizado el ensayo se procedió a determinar nuevamente la densidad humedad y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.

Ya en gabinete se realizó el dibujo de las 03 curvas esfuerzo – deformación correspondiente a las muestras de cada molde, y se determinaron los esfuerzos correspondientes a 0.1“y 0.2“de penetración de cada una de las curvas esfuerzo – deformación, además de determinar los índices CBR para 0.1“y 0.2” de penetración. Se procedió a dibujar las curvas densidad seca versus CBR correspondientes a 0.1” y 0.2” de penetración. Y por último se determinó el índice CBR de diseño es el valor

correspondiente a 0.1" y 0.2" de penetración, expresado en porcentaje de su respectivo valor estándar.

2.5.4. Dosificación de cal en peso

Para la realización de la dosificación de cal en peso se debe tener en cuenta que los porcentajes de cal están considerados en peso de la muestra seca, así mismo la mezcla de los diferentes porcentajes de cal se realizara manualmente.

2.5.5. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas con la incorporación de cal de 2%, 4% y 6%

Las muestras extraídas de la cantera Mashcón serán llevadas al laboratorio para el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la incorporación de cal de 2%, 4% y 6%. Los procedimientos serán los mismos realizados en los acápites 3.4.3.3., 3.4.3.5. y 3.4.3.6.

2.5.6. Comparación de resultados

Finalmente se comparará los resultados de cada una de las muestras ensayadas para la comprobación de la hipótesis.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte de la muestra del suelo de la cantera Mashcón.

3.1. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera

Mashcón – muestra patrón.

3.1.1. Contenido de humedad

Se determinó que el contenido de humedad promedio de la muestra extraída de la cantera Mashcón es de 10.61 %, ver ANEXO 6.

Tabla 10

Resultados de contenido de humedad de la cantera Mashcón

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	4	5	6
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B	Peso del recipiente o Tara	gr	86.2	84.3	84.6	83.5	38.6	37.3
C	Recipiente + Material Natural	gr	336.2	334.3	334.6	333.5	288.6	287.3
D	Recipiente + Material Seco	gr	308.6	314.8	310.5	305.3	271.1	260.8
E	Peso del material húmedo	gr	250	250	250	250	250	250
F	Peso del material seco	gr	222.4	230.5	225.9	221.8	232.5	223.5
	Peso del Agua	gr	27.6	19.5	24.1	28.2	17.5	26.5
W%	Porcentaje de humedad	%	12.41	8.46	10.67	12.71	7.53	11.86
G	Promedio del porcentaje de humedad	%			10.61			

3.1.2. Análisis granulométrico

A continuación, se muestra los porcentajes retenidos, porcentajes acumulados y porcentajes pasantes por cada tamiz obtenidos mediante el análisis granulométrico en seco (ver tabla n° 11) y por lavado (ver tabla n° 12), y el resultado final del análisis granulométrico (ver tabla n° 13), ver ANEXO 2, ANEXO3, ANEXO 4 y ANEXO5.

Tabla 11

Resultados del análisis granulométrico en seco

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SECO						
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)
	(pulg)	(mm)				
1	2 1/2	51.35	-	-	-	-
2	2	50.80	-	-	-	-
3	1 1/2	37.50	421.7	5.98	5.98	94.02
4	1	25.00	987.8	14.02	20.00	80.00
5	3/4	19.00	701.9	9.96	29.96	70.04
6	1/2	12.50	779.3	11.06	41.02	58.98
7	3/8	9.50	376.8	5.35	46.37	53.63
8	N° 4	4.75	745.6	10.58	56.95	43.05
9	Bandeja	-	3033.7	43.05	100.00	0.00
10	Total		7046.8	100.00	-	-

Tabla 12

Resultados del análisis granulométrico por lavado

Peso de muestra seca; Ws			500.00	gr		
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	%RP	%RA	%Que pasa	
N°4	4.76	99.50	-	-	-	
N°10	2	60.90	63.10	12.62	12.62	
N°20	0.84	50.90	72.90	14.58	27.20	
N°30	0.59	37.50	36.20	7.24	34.44	
N°40	0.42	39.70	55.60	11.12	45.56	
N°60	0.25	74.60	92.40	18.48	64.04	
N°100	0.15	62.80	51.50	10.30	74.34	
N°200	0.074	52.80	27.50	5.50	79.84	
Perdida	Lavado	21.30	100.80	20.16	100.00	
Total	-	500.00	500.00	-	-	

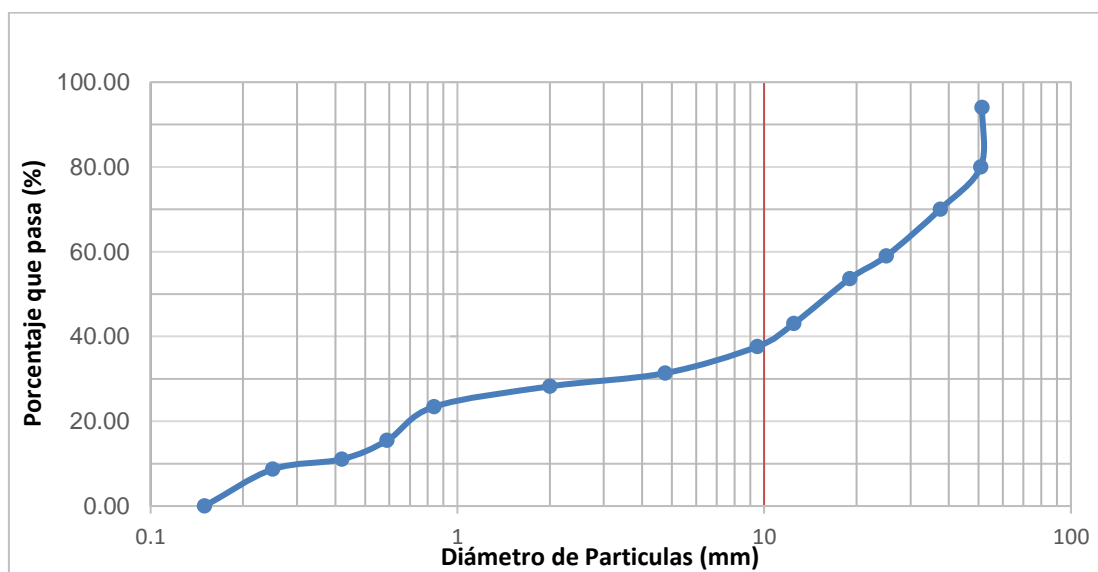
Tabla 13

Resultados del análisis granulométrico

Peso de la muestra seca; Ws		7046.80	Gr		
Muestra total pasante N°4 (M1):		3033.7	Gr		
Masa de la porción reducida ensayada (M2):		500.00	Gr		
TAMIZ		PESO	%	% RETENIDO	% PASANTE
(pulg)	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	ACUMULADO
		(gr)	(%)	(%)	(%)
2 1/2	51.35	-	-	-	-
2	50.8	-	-	-	-
1 1/2	37.5	421.70	5.98	5.98	94.02
1	25	987.80	14.02	20.00	80.00
3/4	19	701.90	9.96	29.96	70.04
1/2	12.5	779.30	11.06	41.02	58.98
3/8	9.5	376.80	5.35	46.37	53.63
N° 4	4.75	745.60	10.58	56.95	43.05
N°10	2	382.85	5.43	62.38	37.62
N°20	0.84	442.31	6.28	68.66	31.34
N°30	0.59	219.64	3.12	71.78	28.22
N°40	0.42	337.35	4.79	76.56	23.44
N°60	0.25	560.63	7.96	84.52	15.48
N°100	0.15	312.47	4.43	88.95	11.05
N°200	0.074	166.85	2.37	91.32	8.68
Perdida	Lavado	611.59	8.68	100.00	0.00
Total	-	7046.80	100.00	-	-

Gráfico 1

Curva Granulométrica



3.1.3. Límites de plasticidad

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de límite líquido, el cual da un 26.37 %, además cabe resaltar que la muestra no presenta límite plástico, es decir el suelo en NP, ver ANEXO 27.

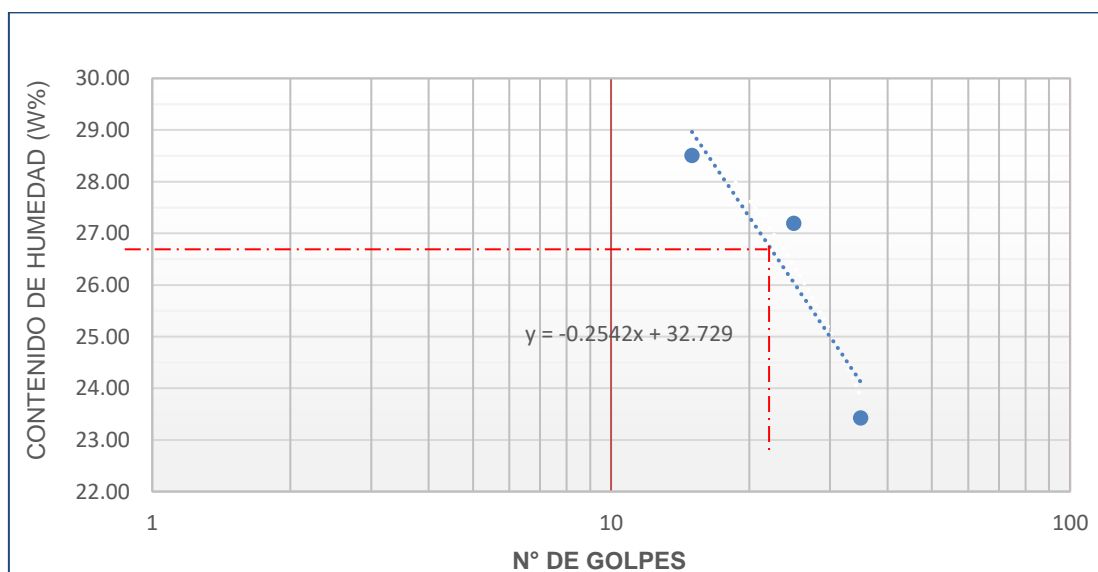
Tabla 14

Resultados de límite líquido - muestra patrón

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3
B	Suelo húmedo + recipiente	gr	66.1	52.2	51.8
C	Suelo seco + recipiente	gr	59.8	49.1	49.2
D	Peso del recipiente	gr	37.7	37.7	38.1
E	Peso del agua	gr	6.3	3.1	2.6
F	Peso suelo seco	gr	22.1	11.4	11.1
G	Numero de golpes	Nº	15	25	35
H	Contenido de humedad	%	28.51	27.19	23.42
I	LIMITE LIQUIDO	%		26.37	

Gráfico 2

Curva de fluidez - muestra patrón



3.1.4. Clasificación de suelos SUCS

Realizado los ensayos de límites de Atterberg y análisis granulométrico en seco y por lavado se procedió a clasificar mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), utilizando la tabla respectiva obteniéndose un suelo de grano grueso con gravas limpias y mal graduadas, mezclas de grava - arena, con pocos finos o sin finos (GP), ver ANEXO 31.

3.1.5. Compactación proctor modificado

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de compactación proctor modificado, obteniendo un óptimo contenido de humedad (Wop) de 7.80 % y una densidad seca máxima (Ds máx.) de 2.10 gr/cm³, ver ANEXO 7.

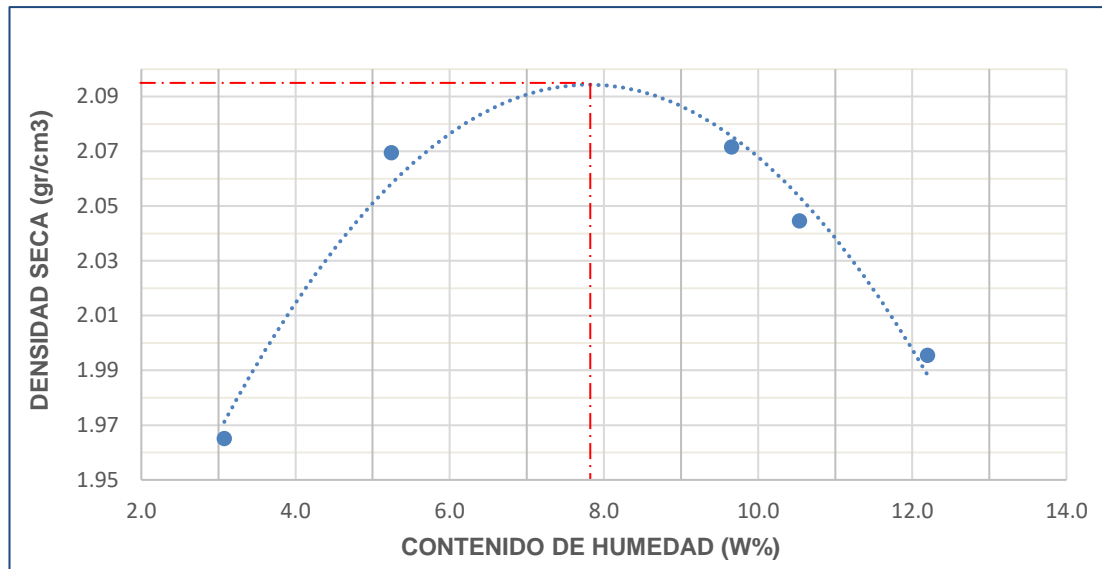
Tabla 15

Resultados del ensayo proctor modificado - muestra patrón

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO													
I	D	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5	
A		Peso Molde	gr	6595		6595		6595		6595		6595	
B		Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10915		11240		11440		11415		11370	
C		Peso Muestra Húmeda	gr	4320		4645		4845		4820		4775	
D		Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71		2132.71		2132.71		2132.71		2132.71	
E		Densidad Húmeda; D_h	gr/cm ³	2.03		2.18		2.27		2.26		2.24	
F		Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	I	J
G		Peso Recipiente	gr	37.8	39.7	38.2	38.7	37.6	38.4	38.6	37.7	38.2	37.9
H		Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	70.6	80.8	63.1	61.7	65.0	57.6	71.6	70.8	64.5	68.7
I		Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	69.6	79.6	61.6	60.8	62.6	55.9	68.6	67.5	61.6	65.4
J		Peso del Agua	gr	1.0	1.2	1.5	0.9	2.4	1.7	3.0	3.3	2.9	3.3
K		Peso Muestra Seca	gr	31.8	39.9	23.4	22.1	25.0	17.5	30.0	29.8	23.4	27.5
L		Contenido de Humedad; W% Promedio de	%	3.1	3.0	6.4	4.1	9.6	9.7	10.0	11.1	12.4	12.0
N		Contenido de Humedad	%	3.1		5.2		9.7		10.5		12.2	
O		Densidad Seca Máxima; D_s	gr/cm ³	1.97		2.07		2.07		2.04		2.00	

Gráfico 3

Curva de compactación - muestra patrón



3.1.6. California Bearing Ratio (CBR)

A continuación, se muestra los resultados del ensayo California Bearing Ratio, obteniendo un CBR de diseño de 7.61%, ver ANEXO 11, ANEXO 12, ANEXO 13 y ANEXO 14.

Tabla 16

Resultados del ensayo de compactación CBR - muestra patrón

CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
N" Capas	-	5			5			5		
N° Golpes por Capa	-	13			27			55		
Condición de Muestra		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después			
Peso Molde	gr	8405.00	-	8805.00	-	8655.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12570.00	-	13245.00	-	13265.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4165.00	-	4440.00	-	4610.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm3	2104.92	-	2095.22	-	2104.92	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.98	-	2.12	-	2.19	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	38.2	37.7	-	38.4	39.7	-	38.7	37.9	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	73.3	70.0	-	66.1	75.3	-	57.2	65.4	-

Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	70.6	67.5	-	64.1	72.5	-	56.1	64.7	-
Peso del Agua	gr	2.7	2.5	-	2.0	2.8	-	1.1	0.7	-
Peso Muestra Seca	gr	32.4	29.8	-	25.7	32.8	-	17.4	26.8	-
Contenido de Humedad; W%	%	8.33	8.39	-	7.78	8.54	-	6.32	2.61	-
Promedio Contenido de Humedad	%	8.36		-	8.16		-	4.47		-
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/cm3	1.83		-	1.96		-	2.10		-

Tabla 17

Resultados del ensayo carga - penetración

PENETRACIÓN		CARGA – PENETRACIÓN								
		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	pulg	Carga kg	Esfuerzo		Carga kg	Esfuerzo		Carga kg	Esfuerzo	
			kg/cm2	Lb/pl2		kg/cm2	Lb/pl2		kg/cm2	Lb/pl2
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	3.51	0.17	2.48	4.59	0.23	3.25	10.80	0.53	7.64
1.27	0.050	13.77	0.68	9.74	15.66	0.77	11.08	39.69	1.96	28.07
1.91	0.075	17.55	0.87	12.41	22.41	1.11	15.85	65.07	3.21	46.03
2.54	0.100	20.79	1.03	14.71	29.97	1.48	21.20	83.70	4.13	59.21
3.18	0.125	23.76	1.17	16.81	37.53	1.85	26.55	110.70	5.46	78.30
3.81	0.150	27.00	1.33	19.10	45.36	2.24	32.09	132.30	6.53	93.58
4.45	0.175	29.97	1.48	21.20	53.46	2.64	37.82	152.55	7.53	107.91
5.08	0.200	34.56	1.71	24.45	60.75	3.00	42.97	169.83	8.38	120.13
6.35	0.250	39.15	1.93	27.69	72.36	3.57	51.18	201.96	9.96	142.86
7.62	0.300	42.66	2.10	30.18	82.89	4.09	58.63	230.85	11.39	163.29
8.89	0.350	46.17	2.28	32.66	93.42	4.61	66.08	254.34	12.55	179.91
10.16	0.400	50.22	2.48	35.52	102.60	5.06	72.57	283.50	13.99	200.54
11.43	0.450	54.27	2.68	38.39	112.05	5.53	79.26	309.69	15.28	219.06
12.70	0.500	58.59	2.89	41.44	119.61	5.90	84.61	335.88	16.57	237.59

Gráfico 4

Curva esfuerzo - deformación de la muestra patrón

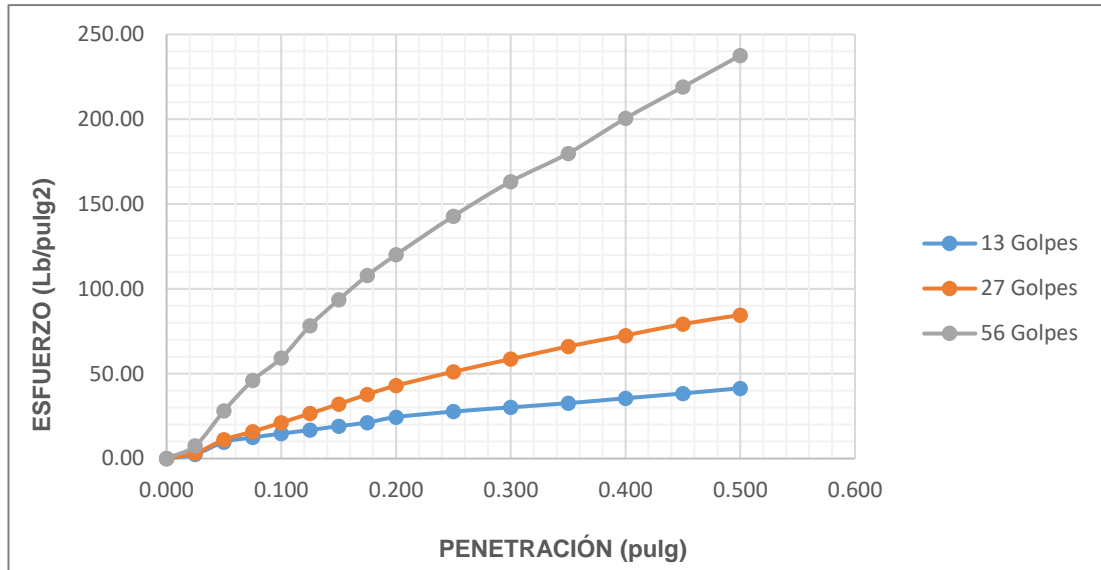
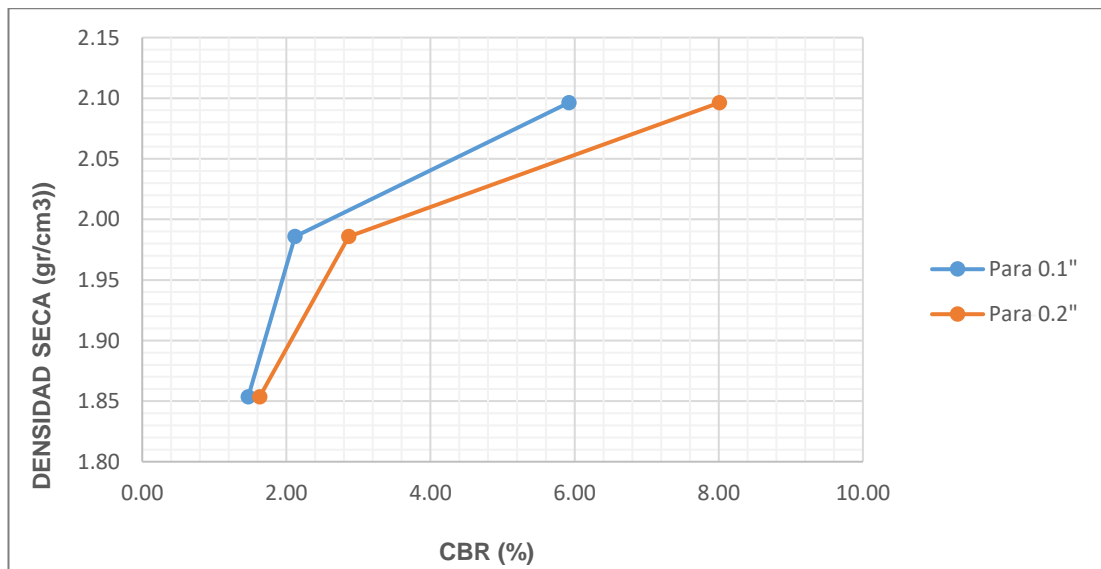


Gráfico 5

Curva densidad seca - CBR de la muestra patrón



Ds Max=	2.10	gr/cm ³	CBR (0.1")	8.01
95% Ds Max=	1.99	gr/cm ³	CBR (0.2")	7.61
CBR DE DISEÑO	7.61	%		

3.2. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón

– incorporando 2% de Cal.

3.2.1. Límites de plasticidad

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de límite líquido, el cual da un 26.11 %, además cabe resaltar que la muestra no presenta límite plástico, ver ANEXO 28.

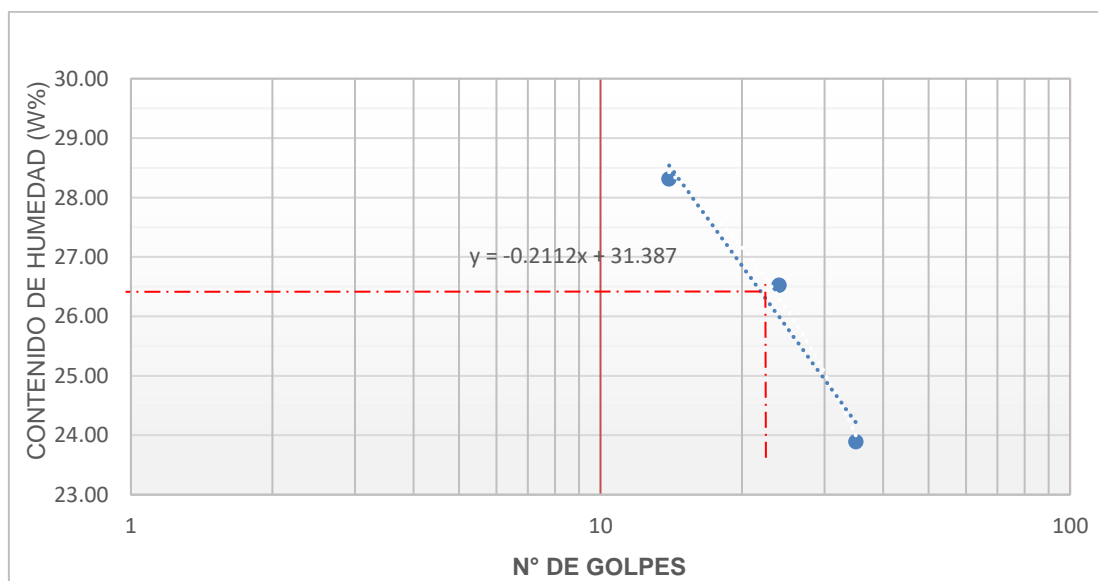
Tabla 18

Resultados de límite líquido - incorporando 2% de cal

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3
B	Suelo húmedo + recipiente	gr	53	50.9	52.2
C	Suelo seco + recipiente	gr	49.8	48.3	49.5
D	Peso del recipiente	gr	38.5	38.5	38.2
E	Peso del agua	gr	3.2	2.6	2.7
F	Peso suelo seco	gr	11.3	9.8	11.3
G	Numero de golpes	Nº	14	24	35
H	Contenido de humedad	%	28.32	26.53	23.89
I	LIMITE LIQUIDO	%		26.11	

Gráfico 6

Curva de fluidez - incorporando 2% de cal



3.2.2. Compactación proctor modificado

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de compactación proctor modificado, obteniendo un óptimo contenido de humedad (Wop) de 9.30 % y una densidad seca máxima (Ds máx.) de 2.02 gr/cm³, ver ANEXO 8.

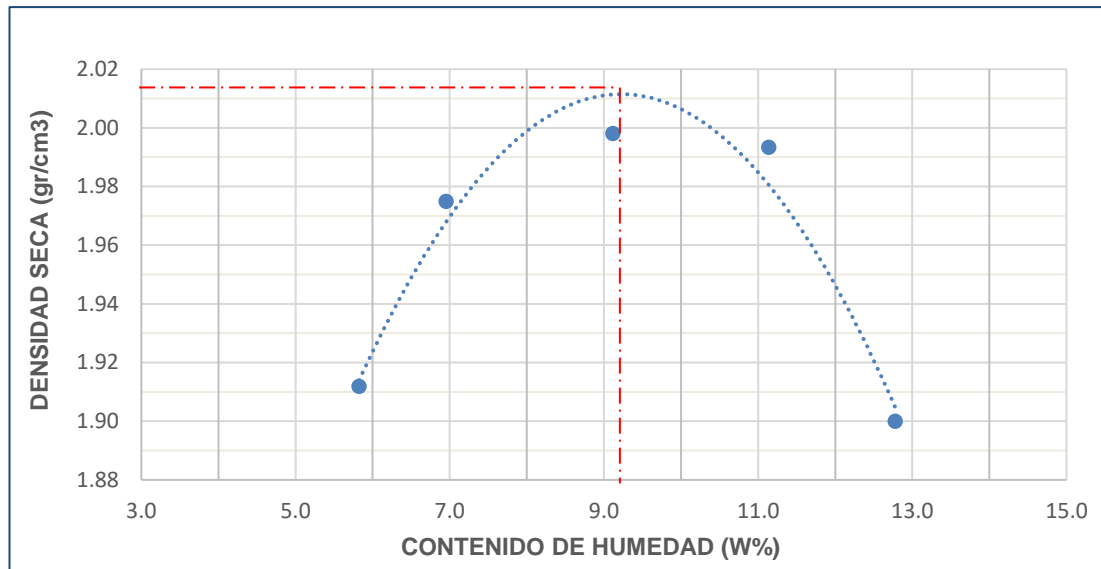
Tabla 19

Resultados del ensayo proctor modificado - incorporando 2% de cal

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO													
I	D	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5	
A		Peso Molde	gr	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
B		Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10915.00		11105.00		11250.00		11325.00		11170.00	
C		Peso Muestra Húmeda	gr	4315		4505		4650		4725		4570	
D		Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71		2132.71		2132.71		2132.71		2132.71	
E		Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	2.02		2.11		2.18		2.22		2.14	
F		Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	I	J
G		Peso Recipiente	gr	38.7	38.8	37.4	38.7	38.8	38.4	39.8	37.7	37.9	38.2
H		Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	79.1	78.3	64.8	59.3	64.7	70.7	66.5	67.9	75.7	71.7
I		Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	76.7	76.3	63.1	57.9	62.7	67.8	63.8	64.9	71.2	68.1
J		Peso del Agua	gr	2.4	2.0	1.7	1.4	2.0	2.9	2.7	3.0	4.5	3.6
K		Peso Muestra Seca	gr	38.0	37.5	25.7	19.2	23.9	29.4	24.0	27.2	33.3	29.9
L		Contenido de Humedad; W% Promedio de	%	6.3	5.3	6.6	7.3	8.4	9.9	11.3	11.0	13.5	12.0
N		Contenido de Humedad	%	5.8		7.0		9.1		11.1		12.8	
O		Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.91		1.98		2.00		1.99		1.90	

Gráfico 7

Curva de compactación - incorporando 2% de cal



3.2.3. California Bearing Ratio (CBR)

A continuación, se muestra los resultados del ensayo California Bearing Ratio con la incorporación de 2% de cal, obteniendo un CBR de diseño de 8.64 %, ver ANEXO 15, ANEXO 16, ANEXO 17 y ANEXO 18.

Tabla 20

Resultados del ensayo de compactación CBR - incorporando 2% de cal

CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
N° Capas	-	5			5			5		
N° Golpes por Capa	-	13			27			55		
Condición de Muestra		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después			
Peso Molde	gr	7255.00	-	7215.00	-	7265.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11935.00	-	12145.00	-	12420.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4680.00	-	4930.00	-	5155.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm3	2322.67	-	2322.67	-	2322.67	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	2.01	-	2.12	-	2.22	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	38.2	38.0	-	38.5	37.6	-	22.4	37.8	-

Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	67.8	65.1	-	59.0	65.6	-	44.8	56.9	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	65.4	62.8	-	57.1	63.0	-	42.8	55.2	-
Peso del Agua	gr	2.4	2.3	-	1.9	2.6	-	2.0	1.7	-
Peso Muestra Seca	gr	27.2	24.8	-	18.6	25.4	-	20.4	17.4	-
Contenido de Humedad; W%	%	8.82	9.27	-	10.22	10.24	-	9.80	9.77	-
Promedio Contenido de Humedad	%	9.05		-	10.23		-	9.79		-
Densidad Máxima Seca; D_s	gr/cm ³	1.85		-	1.93		-	2.02		-

Tabla 21

Resultados del ensayo carga - penetración, incorporando 2% de cal

PENETRACIÓN		CARGA – PENETRACIÓN								
		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	pulg	Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
		kg	kg/cm ²	Lb/pl ²	kg	kg/cm ²	Lb/pl ²	kg	kg/cm ²	Lb/pl ²
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	8.37	0.41	5.92	14.85	0.73	10.50	25.65	1.27	18.14
1.27	0.050	17.55	0.87	12.41	31.32	1.55	22.15	55.35	2.73	39.15
1.91	0.075	26.46	1.31	18.72	48.06	2.37	34.00	86.67	4.28	61.31
2.54	0.100	34.83	1.72	24.64	66.15	3.26	46.79	115.56	5.70	81.74
3.18	0.125	41.31	2.04	29.22	84.24	4.16	59.59	137.16	6.77	97.02
3.81	0.150	48.06	2.37	34.00	98.01	4.84	69.33	156.87	7.74	110.96
4.45	0.175	53.19	2.62	37.62	111.78	5.52	79.07	175.23	8.65	123.95
5.08	0.200	57.24	2.82	40.49	123.66	6.10	87.47	192.78	9.51	136.36
6.35	0.250	64.26	3.17	45.45	139.59	6.89	98.74	221.94	10.95	156.99
7.62	0.300	68.04	3.36	48.13	149.85	7.39	106.00	249.48	12.31	176.47
8.89	0.350	71.55	3.53	50.61	160.65	7.93	113.64	271.35	13.39	191.94
10.16	0.400	74.52	3.68	52.71	169.56	8.37	119.94	287.28	14.17	203.21
11.43	0.450	77.22	3.81	54.62	178.47	8.81	126.24	303.21	14.96	214.48
12.70	0.500	78.57	3.88	55.58	187.11	9.23	132.35	318.6	15.72	225.36

Gráfico 8

Curva esfuerzo - deformación, incorporando 2% de cal

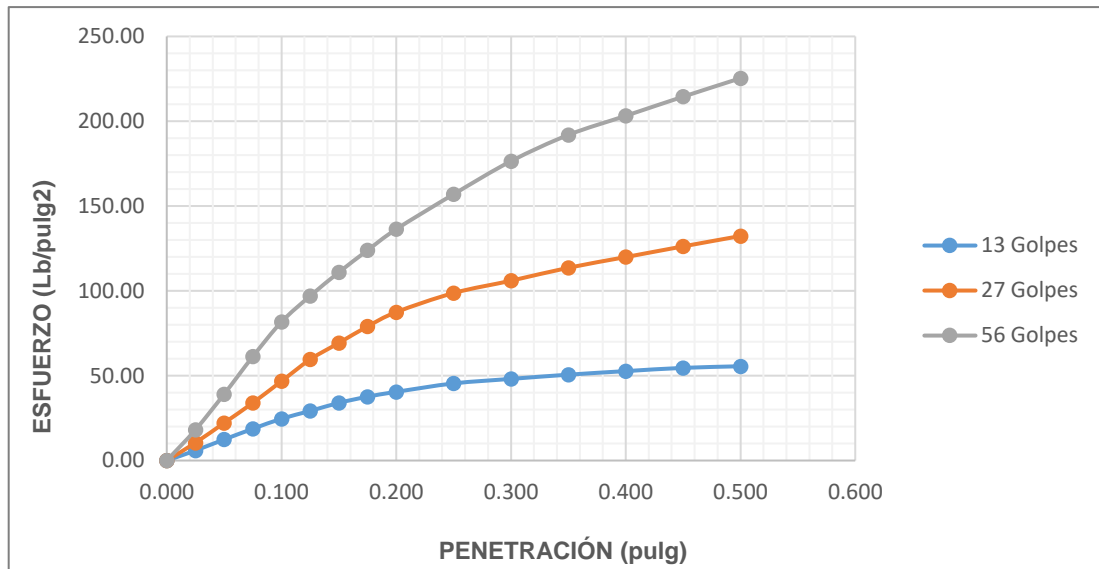
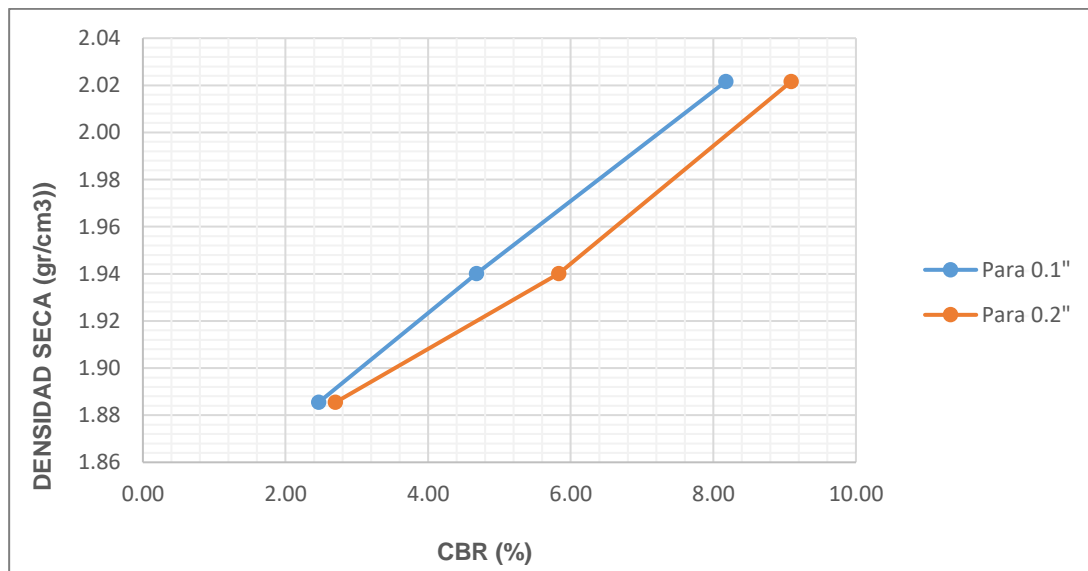


Gráfico 9

Curva densidad seca - CBR, incorporando 2% de cal



Ds Max=	2.02	gr/cm ³	CBR (0.1")	9.09
95% Ds Max=	1.91	gr/cm ³	CBR (0.2")	8.64
CBR DE DISEÑO	8.64	%		

3.3. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón

– incorporando 4% de Cal.

3.3.1. Límites de plasticidad

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de límite líquido, el cual da un 24.79 %, además cabe resaltar que la muestra no presenta límite plástico, ver ANEXO 29.

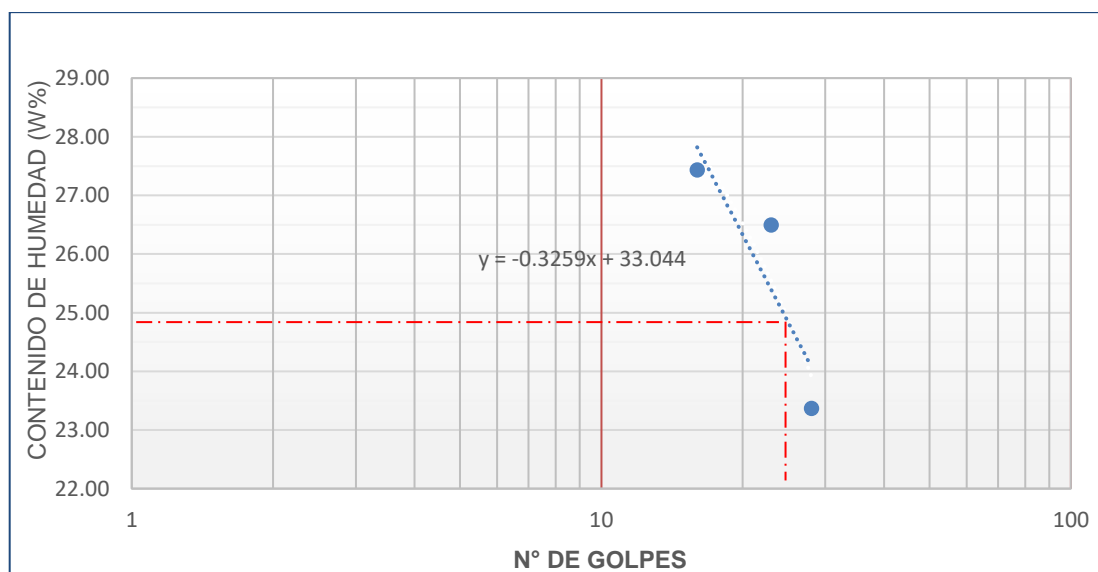
Tabla 22

Resultados de límite líquido - incorporando 4% de cal

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3
B	Suelo húmedo + recipiente	gr	53.0	54.0	51.5
C	Suelo seco + recipiente	gr	49.9	50.9	49
D	Peso del recipiente	gr	38.6	39.2	38.3
E	Peso del agua	gr	3.1	3.1	2.5
F	Peso suelo seco	gr	11.3	11.7	10.7
G	Numero de golpes	Nº	16	23	28
H	Contenido de humedad	%	27.43	26.50	23.36
I	LIMITE LIQUIDO	%		24.79	

Gráfico 10

Curva de fluidez - incorporando 4% de cal



3.3.2. Compactación proctor modificado

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de compactación proctor modificado, obteniendo un óptimo contenido de humedad (Wop) de 9.55 % y una densidad seca máxima (Ds máx.) de 2.01 gr/cm³, ver ANEXO 9.

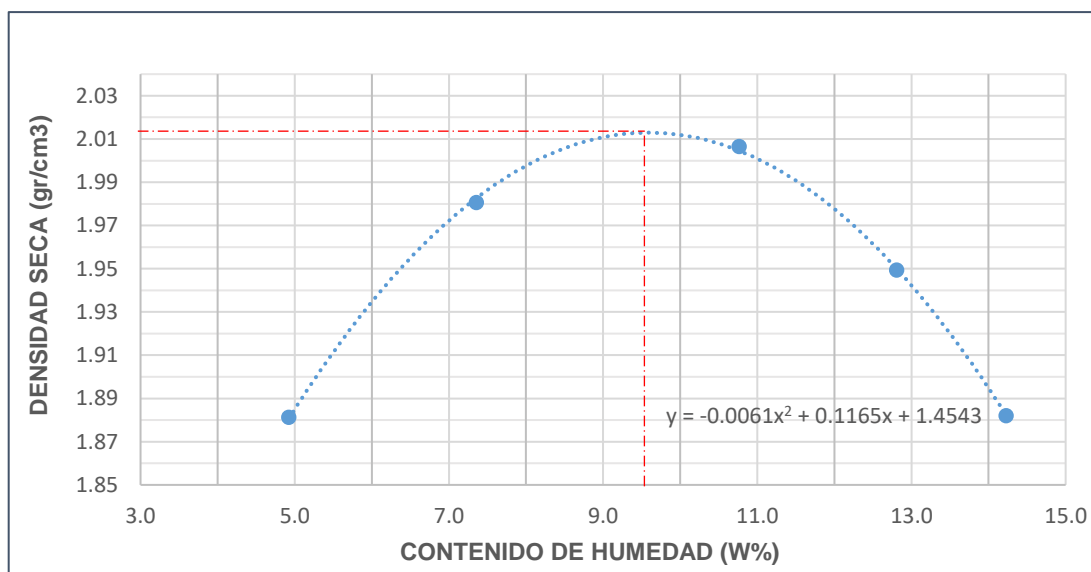
Tabla 23

Resultados del ensayo proctor modificado - incorporando 4% de cal

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO													
I	D	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5	
A		Peso Molde	gr	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
B		Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10810.00		11135.00		11340.00		11290.00		11185.00	
C		Peso Muestra Húmeda	gr	4210		4535		4740		4690		4585	
D		Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71		2132.71		2132.71		2132.71		2132.71	
E		Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	1.97		2.13		2.22		2.20		2.15	
F		Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	I	J
G		Peso Recipiente	gr	38.6	38.8	38.4	38.2	37.8	38.7	37.3	38.7	37.6	39.7
H		Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	61.8	60.5	53.3	52.5	61.9	63.0	65.0	65.6	65.8	65.3
I		Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	60.8	59.4	52.3	51.5	59.4	60.8	61.8	62.6	62.3	62.1
J		Peso del Agua	gr	1.0	1.1	1.0	1.0	2.5	2.2	3.2	3.0	3.5	3.2
K		Peso Muestra Seca	gr	22.2	20.6	13.9	13.3	21.6	22.1	24.5	23.9	24.7	22.4
L		Contenido de Humedad; W% Promedio de	%	4.5	5.3	7.2	7.5	11.6	10.0	13.1	12.6	14.2	14.3
N		Contenido de Humedad	%	4.9		7.4		10.8		12.8		14.2	
O		Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.88		1.98		2.01		1.95		1.88	

Gráfico 11

Curva de compactación - incorporando 4% de cal



3.3.3. California Bearing Ratio (CBR)

A continuación, se muestra los resultados del ensayo California Bearing Ratio con la incorporación de 4% de cal, obteniendo un CBR de diseño de 8.06%, ver ANEXO 19, ANEXO 20, ANEXO 21 y ANEXO 22.

Tabla 24

Resultados del ensayo de compactación CBR - incorporando 4% de cal

CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
N° Capas	-	5			5			5		
N° Golpes por Capa	-	13			27			55		
Condición de Muestra		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	
Peso Molde	gr	7265.00	-	7215.00	-	7255.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11810.00	-	12095.00	-	12350.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4545.00	-	4880.00	-	5095.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm³	2322.67	-	2322.67	-	2322.67	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm³	1.96	-	2.10	-	2.19	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C

Peso Recipiente	gr	39.8	37.9	-	37.6	38.6	-	38.2	38.4	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	62.4	60.6	-	62.1	64.8	-	61.5	64.0	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	60.2	58.8	-	60.0	62.3	-	59.5	61.8	-
Peso del Agua	gr	2.2	1.8	-	2.1	2.5	-	2.0	2.2	-
Peso Muestra Seca	gr	20.4	20.9	-	22.4	23.7	-	21.3	23.4	-
Contenido de Humedad; W%	%	10.7	8.61	-	9.38	10.55	-	9.39	9.40	-
Promedio Contenido de Humedad	%	9.70		-	9.96		-	9.40		-
Densidad Máxima Seca; D_s	gr/cm ³	1.78		-	1.91		-	2.01		-

Tabla 25

Resultados del ensayo carga - penetración, incorporando 4% de cal

CARGA – PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	pulg	kg	kg/cm²	Lb/pl²	kg	kg/cm²	Lb/pl²	kg	kg/cm²	Lb/pl²
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	7.29	0.36	5.16	14.31	0.71	10.12	17.82	0.88	12.61
1.27	0.050	14.85	0.73	10.50	29.97	1.48	21.20	39.15	1.93	27.69
1.91	0.075	22.14	1.09	15.66	45.63	2.25	32.28	62.1	3.06	43.93
2.54	0.100	28.08	1.39	19.86	59.67	2.94	42.21	88.29	4.36	62.45
3.18	0.125	32.67	1.61	23.11	72.09	3.56	50.99	113.4	5.59	80.21
3.81	0.150	36.72	1.81	25.97	81.00	4.00	57.30	137.43	6.78	97.21
4.45	0.175	40.5	2.00	28.65	89.37	4.41	63.22	158.49	7.82	112.11
5.08	0.200	44.28	2.18	31.32	98.28	4.85	69.52	179.82	8.87	127.20
6.35	0.250	50.49	2.49	35.71	112.59	5.55	79.64	214.38	10.58	151.64
7.62	0.300	56.43	2.78	39.92	124.47	6.14	88.04	243.54	12.02	172.27
8.89	0.350	61.83	3.05	43.74	135.81	6.70	96.07	268.11	13.23	189.65
10.16	0.400	67.23	3.32	47.56	146.61	7.23	103.71	284.04	14.01	200.92
11.43	0.450	72.09	3.56	50.99	158.76	7.83	112.30	295.11	14.56	208.75
12.70	0.500	76.95	3.80	54.43	168.48	8.31	119.18	302.4	14.92	213.90

Gráfico 12

Curva esfuerzo - deformación, incorporando 4% de cal

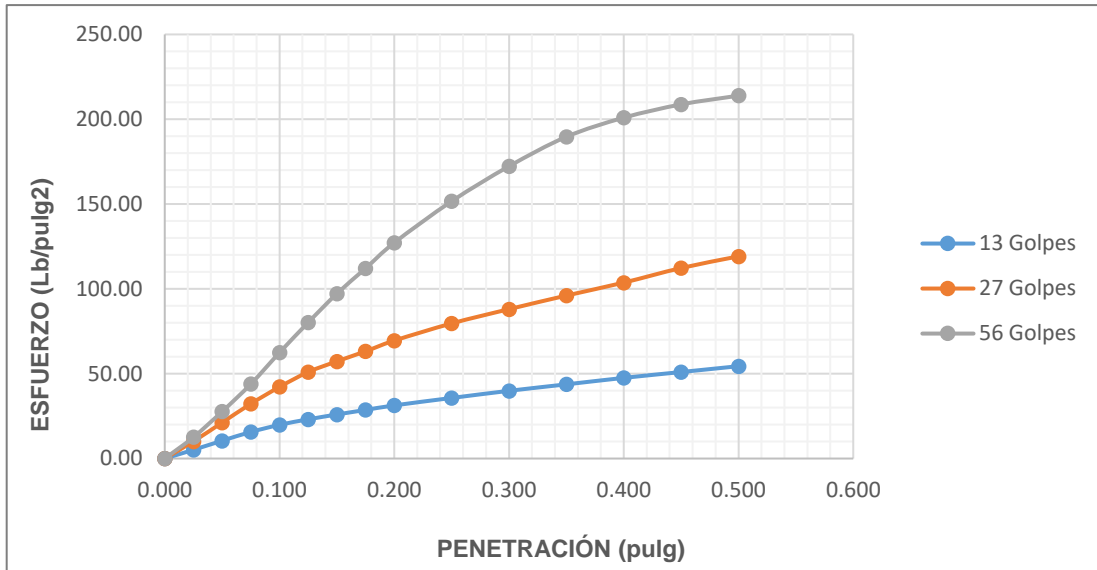
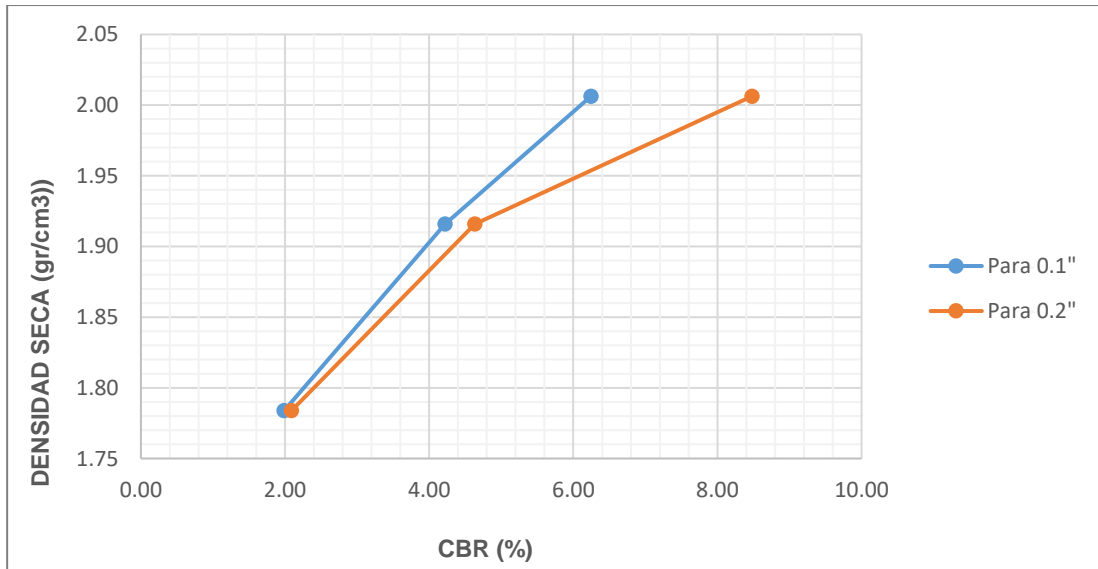


Gráfico 13

Curva densidad seca - CBR, incorporando 4% de cal



Ds Max=	2.01	gr/cm ³	CBR (0.1")	8.48
95% Ds Max=	1.91	gr/cm ³	CBR (0.2")	8.06
CBR DE DISEÑO	8.06	%		

3.4. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo de la cantera Mashcón

– incorporando 6% de Cal.

3.4.1. Límites de plasticidad

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de límite líquido, el cual da un 24.10 %, además cabe resaltar que la muestra no presenta límite plástico, ver ANEXO 30.

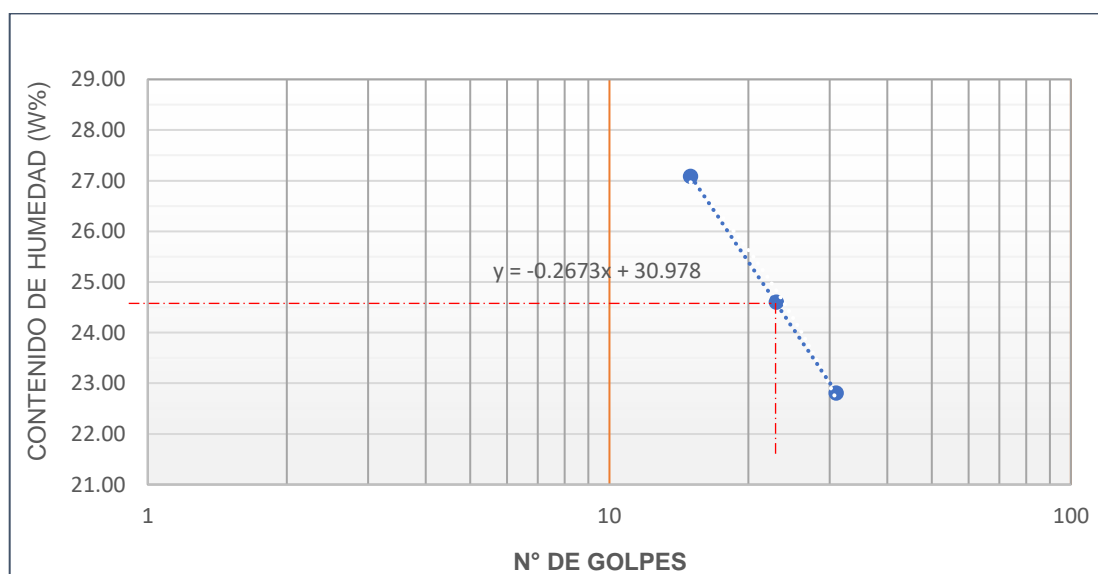
Tabla 26

Resultados de límite líquido - incorporando 6% de cal

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3
B	Suelo húmedo + recipiente	gr	55.9	54.0	52.6
C	Suelo seco + recipiente	gr	52	50.9	50
D	Peso del recipiente	gr	37.6	38.3	38.6
E	Peso del agua	gr	3.9	3.1	2.6
F	Peso suelo seco	gr	14.4	12.6	11.4
G	Numero de golpes	Nº	15	23	31
H	Contenido de humedad	%	27.08	24.60	22.81
I	LIMITE LIQUIDO	%		24.10	

Gráfico 14

Curva de fluidez - incorporando 6% de cal



3.4.2. Compactación proctor modificado

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de compactación proctor modificado, obteniendo un óptimo contenido de humedad (Wop) de 9.20 % y una densidad seca máxima (Ds máx.) de 1.99 gr/cm³, ver ANEXO 10.

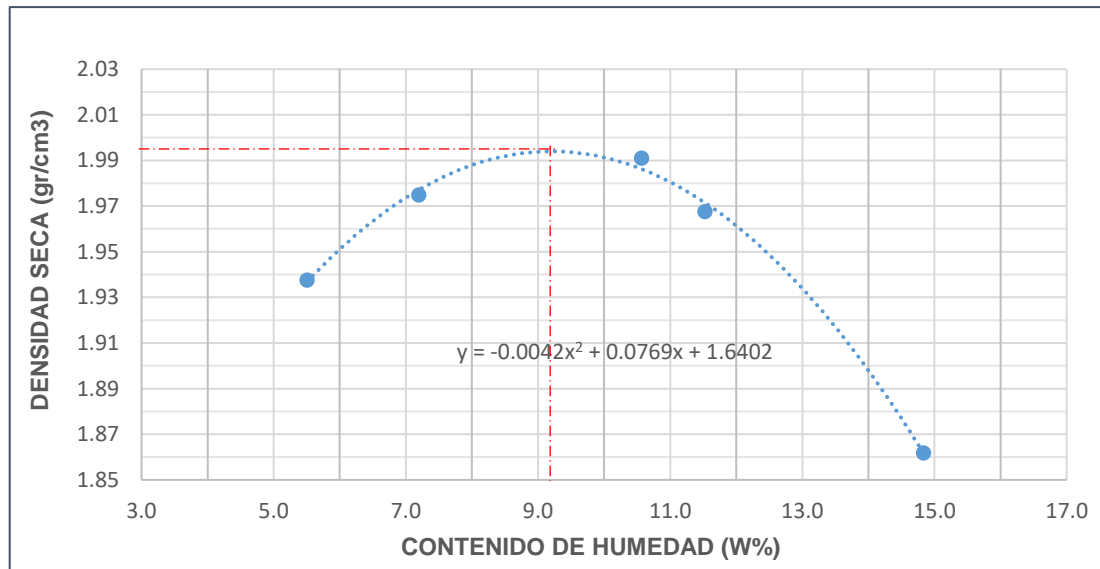
Tabla 27

Resultados del ensayo proctor modificado - incorporando 6% de cal

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO													
I	D	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5	
A		Peso Molde	gr	6595.00		6595.00		6595.00		6595.00		6595.00	
B		Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10955.00		11110.00		11290.00		11275.00		11155.00	
C		Peso Muestra Húmeda	gr	4360		4515		4695		4680		4560	
D		Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71		2132.71		2132.71		2132.71		2132.71	
E		Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	2.04		2.12		2.20		2.19		2.14	
F		Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	I	J
G		Peso Recipiente	gr	37.6	38.4	38.6	38.4	38.1	38.3	38.2	38.5	38.4	39.1
H		Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	47.1	50.0	49.9	52.6	53.0	51.8	54.7	54.9	55.2	54.1
I		Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	46.6	49.4	49.1	51.7	51.7	50.4	53.0	53.2	53.1	52.1
J		Peso del Agua	gr	0.5	0.6	0.8	0.9	1.3	1.4	1.7	1.7	2.1	2.0
K		Peso Muestra Seca	gr	9.0	11.0	10.5	13.3	13.6	12.1	14.8	14.7	14.7	13.0
L		Contenido de Humedad; W% Promedio de	%	5.6	5.5	7.6	6.8	9.6	11.6	11.5	11.6	14.3	15.4
N		Contenido de Humedad	%	5.5		7.2		10.6		11.5		14.8	
O		Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.94		1.97		1.99		1.97		1.86	

Gráfico 15

Curva de compactación - incorporando 6% de cal



3.4.3. California Bearing Ratio (CBR)

A continuación, se muestra los resultados del ensayo California Bearing Ratio con la incorporación de 6% de cal, obteniendo un CBR de diseño de 7.52%, ver ANEXO 23, ANEXO 24, ANEXO 25 y ANEXO 26.

Tabla 28

Resultados del ensayo de compactación CBR - incorporando 6% de cal

CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3				
N° Capas	-	5		5		5				
N° Golpes por Capa	-	13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después			
Peso Molde	gr	8015.00	-	7965.00	-	7240.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12590.00	-	12705.00	-	12205.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4575.00	-	4740.00	-	4965.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm ³	2322.67	-	2322.67	-	2322.67	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.97	-	2.04	-	2.14	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C

Peso Recipiente	gr	39.2	38.6	-	38.5	38.2	-	38.5	37.7	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	58.2	56.4	-	59.7	59.0	-	61.6	61.0	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	56.4	54.8	-	57.9	57.1	-	59.9	59.4	-
Peso del Agua	gr	1.8	1.6	-	1.8	1.9	-	1.7	1.6	-
Peso Muestra Seca	gr	17.2	16.2	-	19.4	18.9	-	21.4	21.7	-
Contenido de Humedad; W%	%	10.4	9.88	-	9.28	10.05	-	7.94	7.37	-
Promedio Contenido de Humedad	%	10.17		-	9.67		-	7.66		-
Densidad Máxima Seca; D_s	gr/cm ³	1.79		-	1.86		-	1.99		-

Tabla 29

Resultados del ensayo carga - penetración, incorporando 6% de cal

CARGA – PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	pulg	kg	kg/cm²	Lb/pl²	kg	kg/cm²	Lb/pl²	kg	kg/cm²	Lb/pl²
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	4.59	0.23	3.25	17.28	0.85	12.22	22.95	1.13	16.23
1.27	0.050	8.64	0.43	6.11	32.13	1.59	22.73	44.28	2.18	31.32
1.91	0.075	12.96	0.64	9.17	39.96	1.97	28.27	64.26	3.17	45.45
2.54	0.100	15.66	0.77	11.08	44.28	2.18	31.32	84.51	4.17	59.78
3.18	0.125	17.82	0.88	12.61	52.65	2.60	37.24	107.46	5.30	76.01
3.81	0.150	20.25	1.00	14.32	58.86	2.90	41.63	128.79	6.35	91.10
4.45	0.175	22.68	1.12	16.04	63.72	3.14	45.07	149.31	7.37	105.62
5.08	0.200	24.30	1.20	17.19	70.47	3.48	49.85	167.94	8.29	118.79
6.35	0.250	28.08	1.39	19.86	78.03	3.85	55.19	196.29	9.68	138.85
7.62	0.300	31.86	1.57	22.54	83.16	4.10	58.82	220.32	10.87	155.84
8.89	0.350	35.37	1.75	25.02	89.64	4.42	63.41	241.11	11.90	170.55
10.16	0.400	38.61	1.90	27.31	95.85	4.73	67.80	262.98	12.97	186.02
11.43	0.450	42.66	2.10	30.18	101.25	5.00	71.62	281.61	13.89	199.20
12.70	0.500	46.17	2.28	32.66	106.38	5.25	75.25	295.92	14.60	209.32

Gráfico 16

Curva esfuerzo - deformación, incorporando 6% de cal

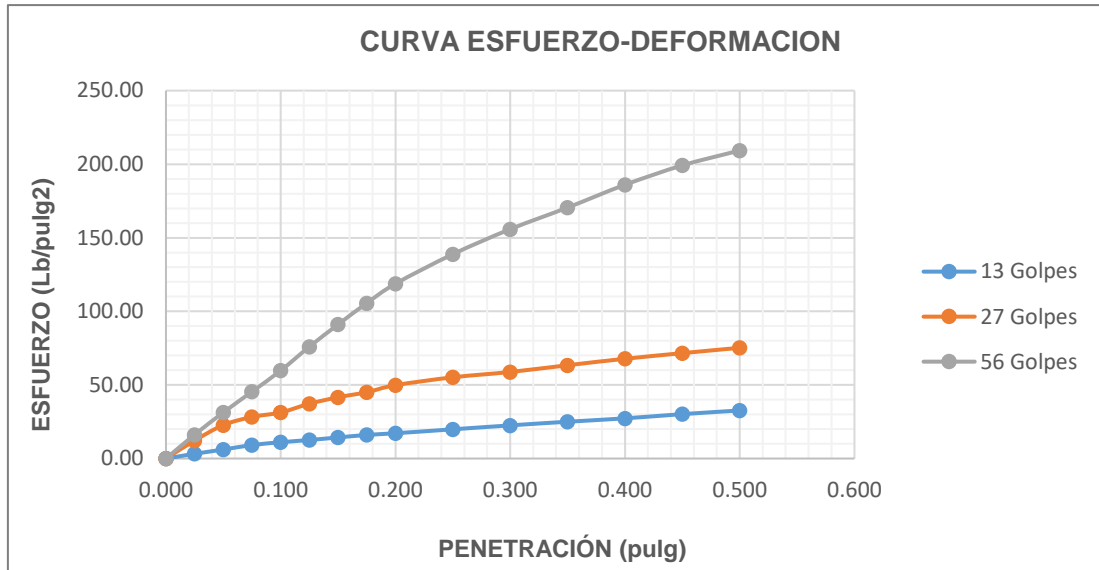
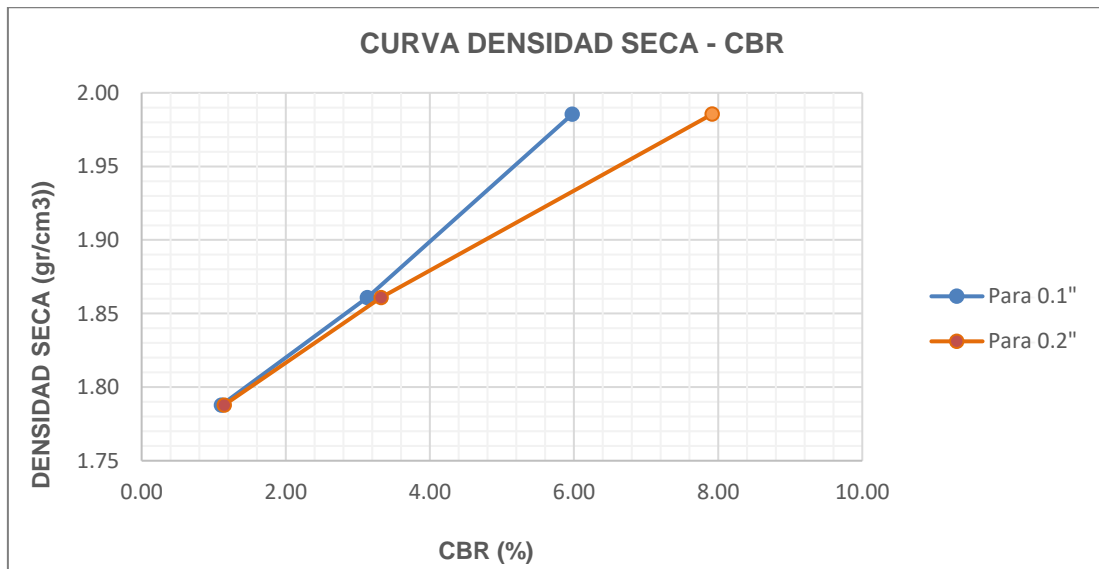


Gráfico 17

Curva densidad seca - CBR, incorporando 6% de cal



Ds Max=	1.99	gr/cm ³	CBR (0.1")	7.92
95% Ds Max=	1.89	gr/cm ³	CBR (0.2")	7.52
CBR DE DISEÑO	7.52	%		

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

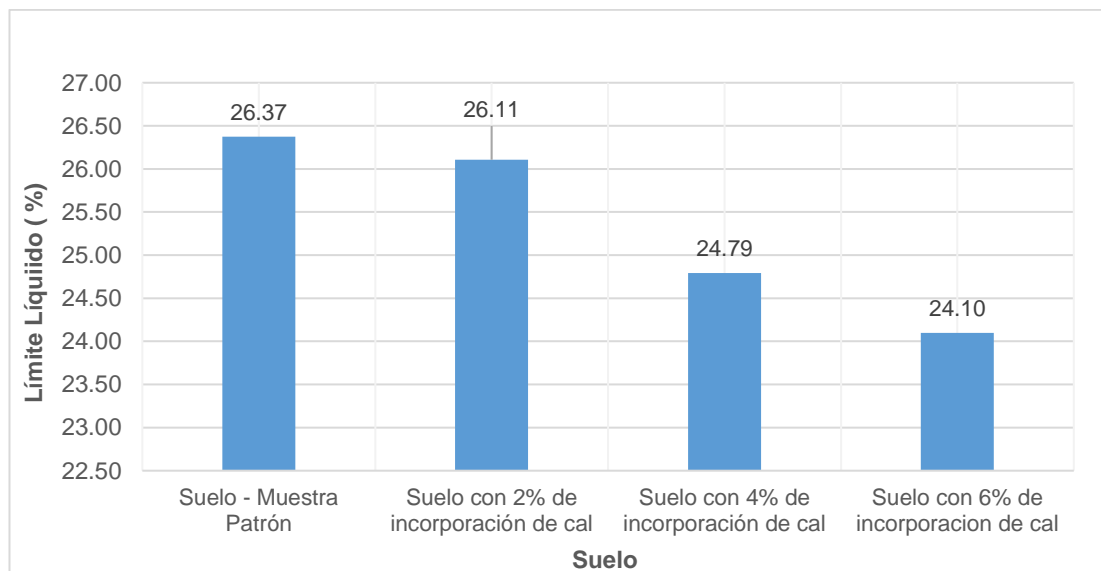
4.1. Discusión

4.1.1. Límites de Atterberg

Al realizar los ensayos de los límites de plasticidad, no se pudo determinar el límite plástico, por ello la muestra se la denomina NP (No plástico), esto debido a su consistencia, ya que es más arenosa. Al incorporar cal es notable que la plasticidad disminuye, ya que la muestra se va agrietando.

Gráfico 18

Gráfico de resultados de límite líquido



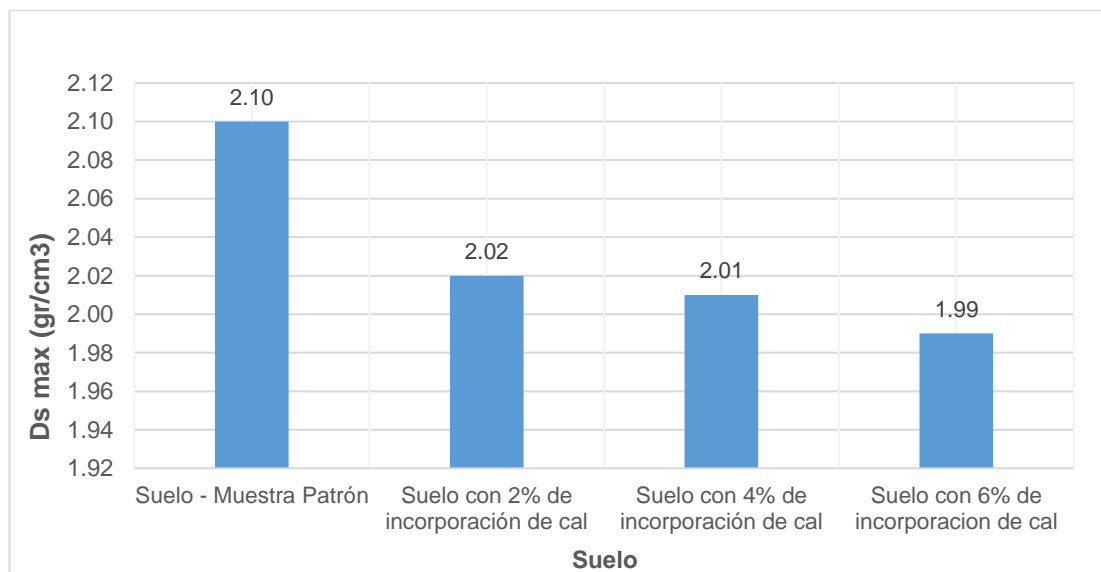
Como se muestra en la gráfica el límite líquido tiende a disminuir conforme se le va incorporando cal (2%, 4% y 6%), además se puede visualizar que al incorporar 4 % de cal y 6% de cal, la muestra tiende a disminuir significativamente el límite líquido. Se corrobora lo descrito por Jara (2014) cuyos resultados muestran que el límite líquido tiende a disminuir a mayor incorporación de cal.

4.1.2. Proctor modificado

En estos ensayos se obtuvieron resultados tanto de la muestra patrón como de las incorporaciones de cal, las cuales nos dieron la densidad seca máxima y también el óptimo contenido de humedad.

Gráfico 19

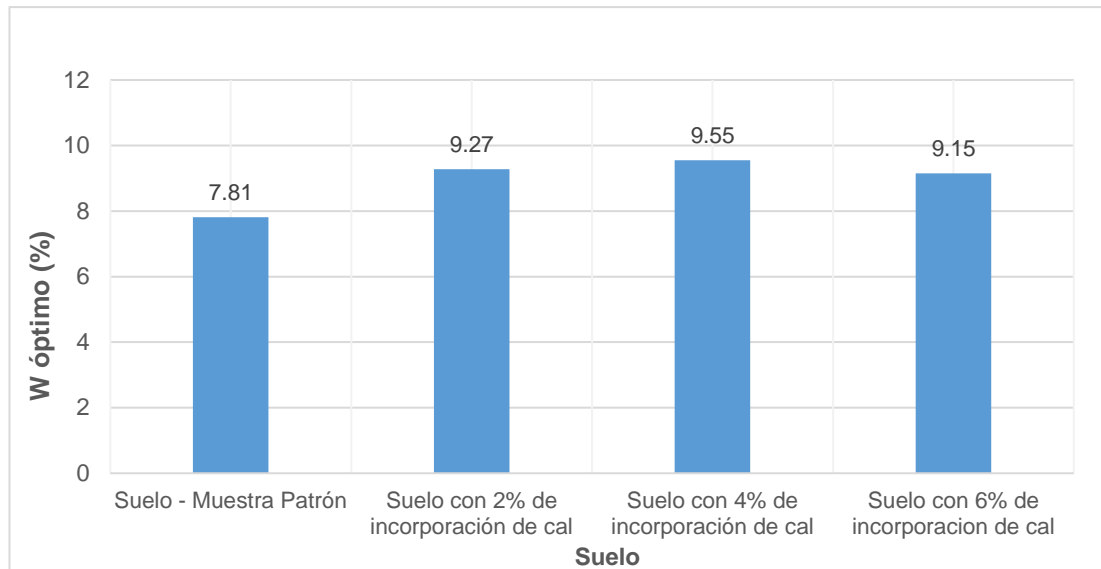
Gráfico de resultados de máxima densidad seca



Como se aprecia en la gráfica de resultados de máxima densidad seca, esta tiende a disminuir conforme se va aumentando la incorporación de cal con respecto a la muestra patrón. Se corrobora lo descrito por Jara (2014), el cual indica en su estudio que, a mayor incorporación de cal, la densidad máxima seca disminuye. Ayala et al (2015), en su estudio también indica un decrecimiento en la densidad máxima seca conforme se va incrementando la adición de cemento. A pesar de que el tipo de suelo es Gravoso mal graduado (GP), se demuestra que el comportamiento de cal es el mismo con respecto a la densidad seca máxima, ya sea en un suelo arcilloso u Gravoso mal graduado (GP) y también se comporta de la misma manera con un suelo gravoso al cual se le adiciona cemento. Además, se tiene que, el comportamiento difiere de manera significativa con los resultados de Rivera et al (2016), en su estudio el material es granular, similar al de la investigación, sin embargo, en este la densidad máxima seca va en aumento conforme se le incorpora cloruro de calcio.

Gráfico 20

Gráfico de resultados de óptimo contenido de humedad



Como es apreciable en la gráfica de resultados de óptimo contenido de humedad, esta va en aumento, al llegar a la incorporación de cal de 2% y 4% solo aumenta un poco y empieza a decaer al llegar al 6 % de cal.

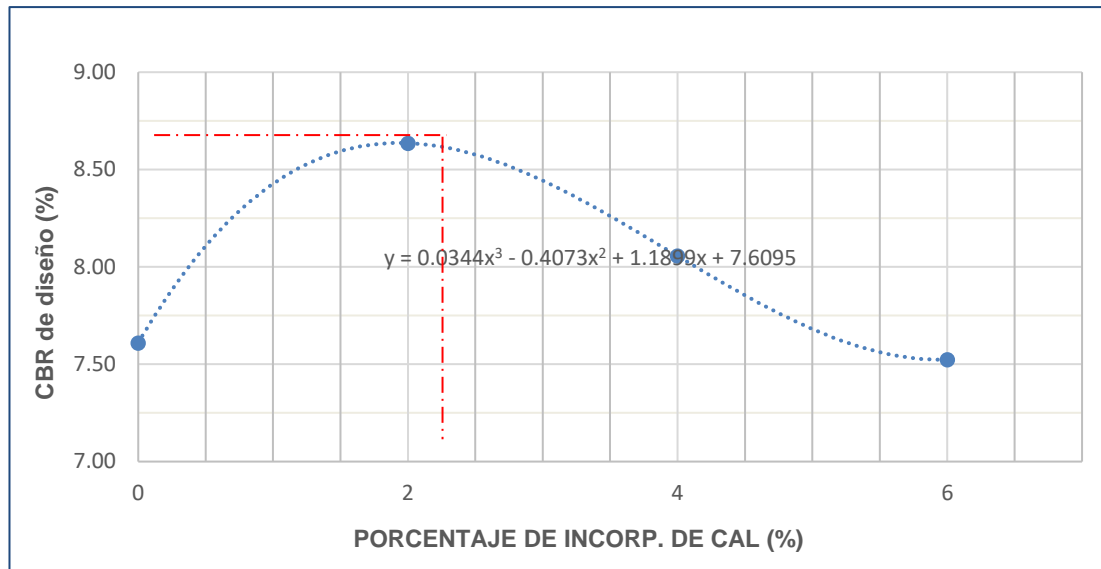
Jara (2014), en su investigación nos indican que al incorporar mayor porcentaje de cal la muestra tiende a necesitar mayor cantidad de agua, teoría que se contrasta en la investigación. La disminución del óptimo contenido de humedad en la muestra de 6% de cal, se debe principalmente al tipo de material empleado, siendo así que la proporción de cal con respecto a la muestra es excesiva, llegando así a su máxima saturación de cal. Rivera et al (2016) y Ayala et al (2015) en sus estudios también muestran el mismo comportamiento.

4.1.3. California Bearing Ratio

Como es apreciable en la gráfica de resultados de CBR de diseño, la capacidad portante del suelo va en aumento con respecto a la muestra patrón hasta la incorporación de 2% de cal, y al incorporar 4 % de cal y 6 % de cal se visualiza que la capacidad portante de un suelo Gravoso mal graduado (GP) disminuye significativamente.

Gráfico 21

Gráfico de resultados de CBR de diseño



De los antecedentes se tiene que la dosis óptima de cal varía en las diferentes investigaciones: Jara (2014), indica en su investigación que el CBR se incrementa y la dosis de cal óptima es 4%, mientras que Ayala et al (2016), muestra en su investigación una dosis de cemento óptimo de 8% y un incremento del CBR. Además, Rivera et al (2016) en su estudio muestra que el CBR se incrementa y el óptimo contenido de humedad 4%. Siendo en la presente investigación la dosis de cal óptima de 2.15%, la cual difiere significativamente con los antecedentes antes descritos, esto se debe al tipo de suelo utilizado, ya que en los antecedentes se utilizan suelos arcillosos, y en este caso se utiliza un suelo Gravoso mal graduado (GP).

4.2. Conclusiones

- De los resultados se concluye que la hipótesis planteada, no se cumple, ya que la incorporación de cal influye aumentando sólo hasta 1.13 veces el valor de la capacidad portante en la incorporación de 2% de cal, 1.06 veces el valor de la capacidad portante en la incorporación de 4% de cal y 0.99 veces en la incorporación de 6% de cal, es decir el CBR de diseño aumenta con respecto a la muestra patrón solo en las incorporaciones de 2% y 4% de cal, decreciendo en la incorporación de 6% de cal, esto se debe al tipo de material utilizado, ya que en los antecedentes analizan un suelo arcilloso y en este caso se analiza un suelo gravoso mal graduado (GP).
- Al realizar la comparación de los resultados de los límites líquidos de cada una de las muestras de 2%, 4% y 6% de incorporación de cal y la muestra patrón, se llega a la conclusión que, a mayor incorporación de cal, el porcentaje de límite líquido va disminuyendo para un suelo Gravoso mal graduado (GP), debido a la reacción producida entre la mezcla del suelo y la cal, siendo más notoria la disminución del límite líquido al incorporar 4% y 6% de cal, evidenciándose en la gráfica n°18.
- Al incrementar el porcentaje de incorporación de cal en un suelo gravoso mal graduado (GP), el porcentaje de óptimo contenido de humedad aumenta, debido a que la cantidad de agua que contiene la muestra va disminuyendo, por lo tanto, requiere un mayor contenido de humedad para compactarse. Además, la densidad máxima seca disminuye conforme se le va incorporando cal, como se muestra en la gráfica n° 19 y gráfica n° 20.
- Al incorporar 2 % y 4% de cal al suelo de la cantera Mashcón, la capacidad portante aumenta con respecto a la muestra patrón, y disminuye al incorporar 6% de cal, alcanzando un mayor incremento en la capacidad portante al incorporar 2% de cal, de la gráfica n° 21, se puede concluir que la dosis óptima para que la capacidad portante de un suelo gravoso mal graduado (GP) aumente es de 2% de cal.

REFERENCIAS

- Addo, J., Sanders, T. & Chenard, M. (2004). *Road Dust Suppression: Effect on Maintenance Stability, Safety and the Environment Phases 1-3*. Recuperado de <https://www.mountain-plains.org/pubs/pdf/MPC04-156.pdf>
- Avaria, P. (2018, junio). *Recomendaciones técnicas Mejoramiento de suelo*. BIT 120: Revista Digital. Recuperado de <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/40954-2.pdf>
- Ayala Lozano, E. & Gallardo Terrones, E. (2015). *Estabilización de la base de un pavimento rígido con cemento Portland tipo I utilizando las canteras El Gavilán, Don Lucho y el río Chonta, Cajamarca, 2015*. Universidad Privada del Norte.
- Bauzá Castelló, D. (2003). *Estabilización de suelos con Cal*. Madrid: Mezclas con cemento en las infraestructuras de transportes.
- Choque Sánchez, H. M. (2012). *Evaluación de Aditivos Químicos en la Eficiencia de la Conservación de Superficies de Rodadura en Carreteras no Pavimentadas*. Universidad Nacional de Ingeniería
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa
- Das Braja, M. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México: Thomson Learning.
- Gavilanes Bayas, E. (2015). *Estabilización y mejoramiento de Sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur*. Universidad Internacional del Ecuador.
- Jara Anyaypoma, R. (2014). *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*. Universidad Nacional de Cajamarca
- Juárez Badillo, E. & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Ravines Merino, M. (2010). *Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras*. Universidad de Piura.

Rivera León, R. & Medina Sánchez, M. (2016). *Influencia de la incorporación de cuatro niveles (1%, 2%, 3% y 4%) de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado*. Universidad Privada del Norte.

Sánchez Albán, M. (2014). *Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón tosagua provincia de Manabí*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
Influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón	¿Cuál es la Influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón?	La incorporación de Cal hasta en 6% influye favorablemente aumentando hasta en 3 veces el valor de la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón.	% CAL	INDEPENDIENTE	Oxido de calcio CaO: Adopta la denominación de cal rápida e hidratada, según su proceso de producción. (MTC,2016)	Proporción de Cal (2%, 4% y 6% de cal)	Porcentaje de cal	%	Balanza (Dosificación en peso)
									Formato para recolección de Peso
			CAPACIDAD PORTANTE	DEPENDIENTE	Valor de la relación de soporte de un suelo o material (MTC,2016)	Valor CBR	0-3 muy pobre 3-7 pobre a regular 7-20 Regular 20-50 Bueno >50 excelente	%	Protocolo normado
									Equipo para ensayo de hinchamiento
								Máquina para ensayo de penetración	

ANEXO 2. Ficha de recolección de datos – Análisis Granulométrico de agregados gruesos y finos.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
	NORMA:	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"	
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	20 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SECO						
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)
	(pulg)	(mm)				
1	2 1/2	51.35	-	-	-	-
2	2	50.80	-	-	-	-
3	1 1/2	37.50	421.70	5.98	5.98	94.02
4	1	25.00	987.80	14.02	20.00	80.00
5	3/4	19.00	701.90	9.96	29.96	70.04
6	1/2	12.50	779.30	11.06	41.02	58.98
7	3/8	9.50	376.80	5.35	46.37	53.63
8	N° 4	4.75	745.60	10.58	56.95	43.05
9	Bandeja	-	3033.70	43.05	100.00	0.00
10	Total		7046.80	100.00	-	-

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018	 ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018	 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018

ANEXO 3. Ficha de recolección de datos – Análisis Granulométrico mediante lavado

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	20 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero

Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	-	-	-	-
Nº10	2	63.10	12.62	12.62	87.38
Nº20	0.84	72.90	14.58	27.20	72.80
Nº30	0.59	36.20	7.24	34.44	65.56
Nº40	0.42	55.60	11.12	45.56	54.44
Nº60	0.25	92.40	18.48	64.04	35.96
Nº100	0.15	51.50	10.30	74.34	25.66
Nº200	0,074	27.50	5.50	79.84	20.16
Perdida	Lavado	100.80	20.16	100.00	0.00
Total		500.00	-	-	-

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018

ANEXO 4. Ficha de recolección de datos – Análisis Granulométrico

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421 / ASTM C 136		AG-LS-UPNC:
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	20 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero

Peso de la muestra seca; W _s	7046.80	gr
Muestra Total pasante N°4 (M1) :	3033.70	gr
Masa de la porción reducida ensayada (M2):	500.00	gr

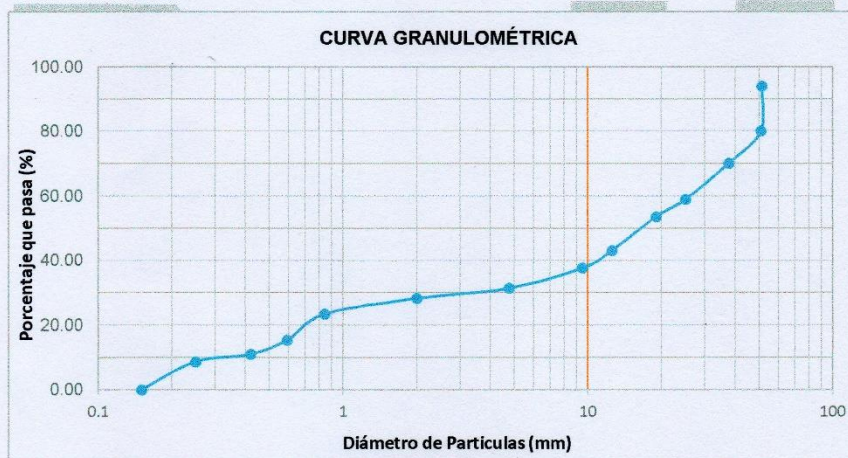
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)
(pulg)	(mm)				
2 1/2	51.35	-	-	-	-
2	50.8	-	-	-	-
1 1/2	37.5	421.70	5.98	5.98	94.02
1	25	987.80	14.02	20.00	80.00
3/4	19	701.90	9.96	29.96	70.04
1/2	12.5	779.30	11.06	41.02	58.98
3/8	9.5	376.80	5.35	46.37	53.63
N° 4	4.75	745.60	10.58	56.95	43.05
N°10	2	382.85	5.43	62.38	37.62
N°20	0.84	442.31	6.28	68.66	31.34
N°30	0.59	219.64	3.12	71.78	28.22
N°40	0.42	337.35	4.79	76.56	23.44
N°60	0.25	560.63	7.96	84.52	15.48
N°100	0.15	312.47	4.43	88.95	11.05
N°200	0.074	166.85	2.37	91.32	8.68
Perdida	Lavado	611.59	8.68	100.00	0.00
Total	-	7046.80	100.00		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARIA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018

ANEXO 5. Ficha de recolección de datos – Análisis Granulométrico

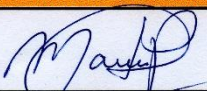


	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	ASTM D421 / ASTM C 136	AG-LS-UPNC:
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	20 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero



OBSERVACIONES:

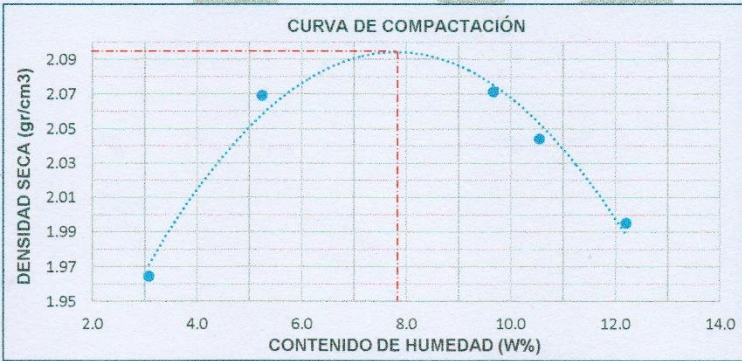
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018

ANEXO 6. Ficha de recolección – Contenido de humedad



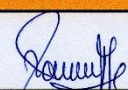
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
PROTOCOLO								
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127						CH-LS-UPNC:	
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"							
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio					
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo					
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez					
FECHA DE ENSAYO:	19 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero					
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>					
110 °C			Horno 110 ± 5 °C					
CONTENIDO DE HUMEDAD								
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	4	5	6
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B	Peso del recipiente	gr	86.20	84.30	84.60	83.50	38.60	37.30
C	Recipiente + Material Natural	gr	336.20	334.30	334.60	333.50	288.60	287.30
D	Recipiente + Material Seco	gr	308.60	314.80	310.50	305.30	271.10	260.80
E	Peso del material húmedo (W _w) = C - B	gr	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
F	Peso del material seco (W _s) = D - B	gr	222.40	230.50	225.90	221.80	232.50	223.50
G	Peso del Agua (W _{H2O}) = W _w - W _s	gr	27.60	19.50	24.10	28.20	17.50	26.50
W%	Porcentaje de humedad (G / F) * 100	%	12.41	8.46	10.67	12.71	7.53	11.86
H	Promedio Porcentaje de Humedad	%	10.61					
$(W\%) = \frac{W_w - W_s}{W_s} * 100$								
OBSERVACIONES:								
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR		
								
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ			ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA			ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018			13 / 07 / 2018			13 / 07 / 2018		

ANEXO 7. Ficha de recolección de datos – Proctor Modificado (Muestra Patrón)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141					CPM-LS-UPNC:				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"									
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Río								
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo								
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez								
FECHA DE ENSAYO:	22 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero								
MUESTRA PATRÓN											
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO											
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5				
B	Peso Molde	gr	6595.00	6595.00	6595.00	6595.00	6595.00				
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10915.00	11240.00	11440.00	11415.00	11370.00				
D	Peso Muestra Húmeda	gr	4320.00	4645.00	4845.00	4820.00	4775.00				
E	Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71				
F	Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	2.03	2.18	2.27	2.26	2.24				
G	Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	
H	Peso Recipiente	gr	37.8	39.7	38.2	38.7	37.6	38.4	38.6	37.7	
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	70.6	80.8	63.1	61.7	65.0	57.6	71.6	70.8	
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	69.6	79.6	61.6	60.8	62.6	55.9	68.6	67.5	
K	Peso del Agua	gr	1.0	1.2	1.5	0.9	2.4	2.7	3.0	3.3	
L	Peso Muestra Seca	gr	31.8	39.9	23.4	22.1	25.0	17.5	30.0	29.8	
M	Contenido de Humedad; W%	%	3.1	3.0	6.4	4.1	9.6	9.7	10.0	11.1	
N	Promedio de Contenido de Humedad	%	3.10		5.20		9.70		10.50		
O	Densidad Seca; Ds	gr/cm ³	1.97		2.07		2.07		2.04		

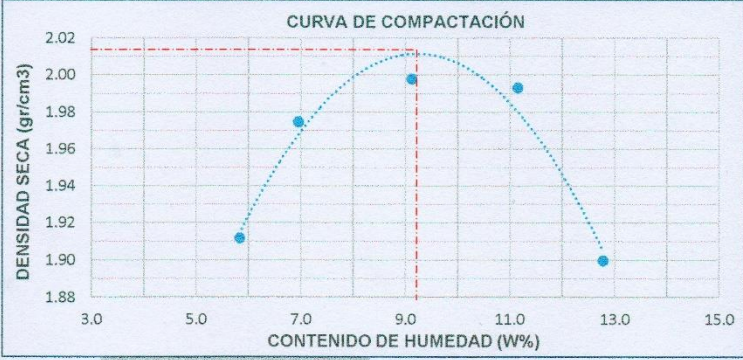


Ds máx= 2.10 gr/cm³
W op= 7.80%

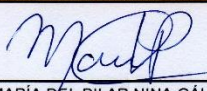

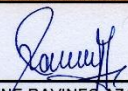
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018	 ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA INGENIERO CIVIL ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018	 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018

ANEXO 8. Ficha de recolección de datos – Proctor Modificado (incorporación de 2% de cal).

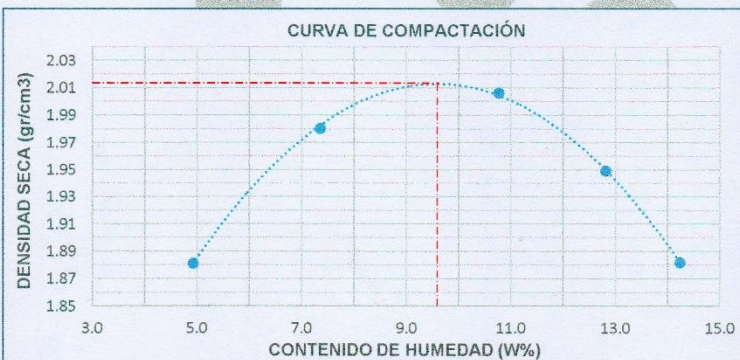
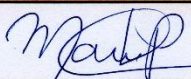

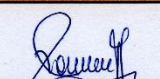
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:					
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141					CPM-LS-UPNC:					
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"										
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio									
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo									
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez									
FECHA DE ENSAYO:	27 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero									
INCORPORACIÓN AL 2% DE CAL												
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5					
B	Peso Molde	gr	6600.00	6600.00	6600.00	6600.00	6600.00					
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10915.00	11105.00	11250.00	11325.00	11170.00					
D	Peso Muestra Húmeda	gr	4315.00	4505.00	4650.00	4725.00	4570.00					
E	Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71					
F	Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	2.02	2.11	2.18	2.22	2.14					
G	Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
H	Peso Recipiente	gr	38.7	38.8	37.4	38.7	38.8	38.4	37.8	37.7	37.9	38.2
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	79.1	78.3	64.8	59.3	64.7	70.7	66.5	67.9	75.7	71.7
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	76.7	76.3	63.1	57.9	62.7	67.8	63.8	64.9	71.2	68.1
K	Peso del Agua	gr	2.4	2.0	1.7	1.4	2.0	2.9	2.7	3.0	4.5	3.6
L	Peso Muestra Seca	gr	38.0	37.5	25.7	19.2	23.9	29.4	24.0	27.2	33.3	29.9
M	Contenido de Humedad; W%	%	6.3	5.3	6.6	7.3	8.4	9.9	11.3	11.0	13.5	12.0
N	Promedio de Contenido de Humedad	%	5.8		7.0		9.1		11.1		12.8	
O	Densidad Seca; Ds	gr/cm ³	1.91		1.98		2.00		1.99		1.90	



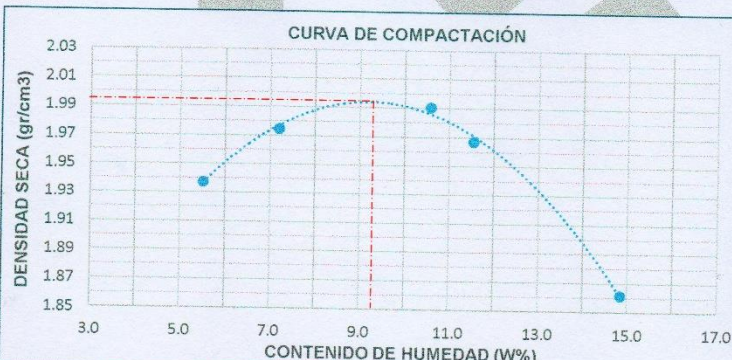
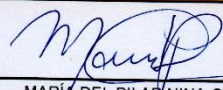

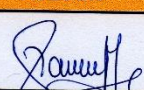
Ds máx= 2.02 gr/cm³
W op= 9.30%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA INGENIERO CIVIL	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018



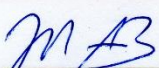

ANEXO 9. Ficha de recolección de datos – Proctor Modificado (incorporación de 4% de cal).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:					
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141					CPM-LS-UPNC:					
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"										
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio									
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo									
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez									
FECHA DE ENSAYO:	02 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero									
INCORPORACIÓN AL 4% DE CAL												
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5					
B	Peso Molde	gr	6600.00	6600.00	6600.00	6600.00	6600.00					
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10810.00	11135.00	11340.00	11290.00	11185.00					
D	Peso Muestra Húmeda	gr	4210.00	4535.00	4740.00	4690.00	4585.00					
E	Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71					
F	Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	1.97	2.13	2.22	2.20	2.15					
G	Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
H	Peso Recipiente	gr	38.6	38.8	38.4	38.2	37.8	38.7	37.3	38.7	37.6	39.7
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	61.8	60.5	53.3	52.5	61.9	63.0	65.0	65.6	65.8	65.3
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	60.8	59.4	52.3	51.5	59.4	60.8	61.8	62.6	62.3	62.1
K	Peso del Agua	gr	1.0	1.1	1.0	1.0	2.5	2.2	3.2	3.0	3.5	3.2
L	Peso Muestra Seca	gr	22.2	20.6	13.9	13.3	21.6	22.1	24.5	23.9	24.7	22.4
M	Contenido de Humedad; W%	%	4.5	5.3	7.2	7.5	11.6	10.0	13.1	12.6	14.2	14.3
N	Promedio de Contenido de Humedad	%	4.9		7.4		10.8		12.8		14.2	
O	Densidad Seca; Ds	gr/cm ³	1.88		1.98		2.01		1.95		1.88	
 <p style="text-align: right;">Ds máx= 2.01 gr/cm³ W_{op}= 9.55%</p>												
OBSERVACIONES:												
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
												
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ			ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA INGENIERO CIVIL				ING. IRENE RAVINES AZAÑERO					
13 / 07 / 2018			13 / 07 / 2018				13 / 07 / 2018					

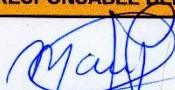
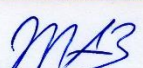
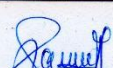
ANEXO 10. Ficha de recolección de datos – Proctor Modificado (incorporación de 6% de cal).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:					
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141					CPM-LS-UPNC:					
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"										
CANTERA:	Mashcón			TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio							
UBICACIÓN:	Cajamarca			TIPO DE MATERIAL:	Suelo							
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018			RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez							
FECHA DE ENSAYO:	05 / 07 / 2018			REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero							
INCORPORACIÓN AL 6% DE CAL												
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5					
B	Peso Molde	gr	6595.00	6595.00	6595.00	6595.00	6595.00					
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	10955.00	11110.00	11290.00	11275.00	11155.00					
D	Peso Muestra Húmeda	gr	4360.00	4515.00	4695.00	4680.00	4560.00					
E	Volumen de Muestra Húmeda	cm ³	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71	2132.71					
F	Densidad Húmeda; Dh	gr/cm ³	2.04	2.12	2.20	2.19	2.14					
G	Recipiente	N°	a b		c d		e f		g h i j			
H	Peso Recipiente	gr	37.6	38.4	38.4	38.1	38.3	38.2	38.5	38.4	39.1	
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr	47.1	50.0	49.9	52.6	53.0	51.8	54.7	54.9	55.2	54.1
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	46.6	49.4	49.1	51.7	51.7	50.4	53.0	53.2	53.1	52.1
K	Peso del Agua	gr	0.5	0.6	0.8	0.9	1.3	1.4	1.7	1.7	2.1	2.0
L	Peso Muestra Seca	gr	9.0	11.0	10.5	13.3	13.6	12.1	14.8	14.7	14.7	13.0
M	Contenido de Humedad; W%	%	5.6	5.5	7.6	6.8	9.6	11.6	11.5	11.6	14.3	15.4
N	Promedio de Contenido de Humedad	%	5.5		7.2		10.6		11.5		14.8	
O	Densidad Seca; Ds	gr/cm ³	1.94		1.97		1.99		1.97		1.86	
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Ds máx= 1.99 gr/cm³ W op= 9.20%</p> </div>												
OBSERVACIONES:												
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018			 ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018				 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018					

ANEXO 11. Ficha de recolección de datos – CBR (Muestra patrón)-1.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883				CBR-LS-UPNC:				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio							
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo							
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez							
FECHA DE ENSAYO:	25 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero							
MUESTRA PATRON										
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
Capas	N°	5		5		5				
Golpes por Capa	N°	13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.			
Peso Molde	gr	8405.00	-	8805.00	-	8655.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12570.00	-	13245.00	-	13265.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4165.00	-	4440.00	-	4610.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm3	2104.92	-	2095.22	-	2104.92	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.98	-	2.12	-	2.19	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	38.2	37.7	-	38.4	39.7	-	38.7	37.9	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	73.3	70.0	-	66.1	75.3	-	57.2	65.4	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	70.6	67.5	-	64.1	72.5	-	56.1	64.7	-
Peso del Agua	gr	2.7	2.5	-	2.0	2.8	-	1.1	0.7	-
Peso Muestra Seca	gr	32.4	29.8	-	25.7	32.8	-	17.4	26.8	-
Contenido de Humedad; W%	%	8.33	8.39	-	7.78	8.54	-	6.32	2.61	-
Promedio Contenido de Humedad	%	8.36		-	8.16		-	4.47		-
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/cm3	1.83		-	1.96		-	2.10		-
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018			 ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018			 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018				

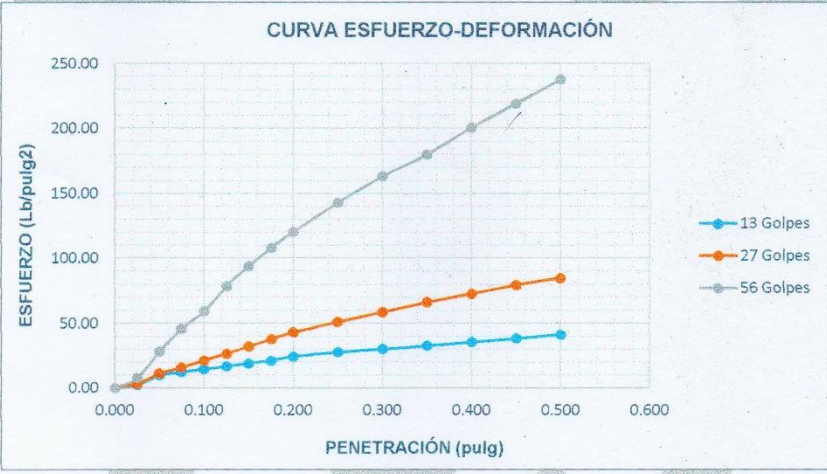
ANEXO 12. Ficha de recolección de datos – CBR (Muestra patrón)-2.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883					CBR-LS-UPNC:			
PROYECTO:		"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:		Mashcón	TIPO DE CANTERA:		Fluvial - Rio					
UBICACIÓN:		Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:		Suelo					
FECHA DE MUESTREO:		19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:		María del Pilar Nina Gálvez					
FECHA DE ENSAYO:		25 / 06 / 2018	REVISADO POR:		Ing. Irene Ravines Azañero					
MUESTRA PATRON										
CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	pulg	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	3.51	0.17	2.48	4.59	0.23	3.25	10.80	0.53	7.64
1.27	0.050	13.77	0.68	9.74	15.66	0.77	11.08	39.69	1.96	28.07
1.91	0.075	17.55	0.87	12.41	22.41	1.11	15.85	65.07	3.21	46.03
2.54	0.100	20.79	1.03	14.71	29.97	1.48	21.20	83.70	4.13	59.21
3.18	0.125	23.76	1.17	16.81	37.53	1.85	26.55	110.70	5.46	78.30
3.81	0.150	27.00	1.33	19.10	45.36	2.24	32.09	132.30	6.53	93.58
4.45	0.175	29.97	1.48	21.20	53.46	2.64	37.82	152.55	7.53	107.91
5.08	0.200	34.56	1.71	24.45	60.75	3.00	42.97	169.83	8.38	120.13
6.35	0.250	39.15	1.93	27.69	72.36	3.57	51.18	201.96	9.96	142.86
7.62	0.300	42.66	2.10	30.18	82.89	4.09	58.63	230.85	11.39	163.29
8.89	0.350	46.17	2.28	32.66	93.42	4.61	66.08	254.34	12.55	179.91
10.16	0.400	50.22	2.48	35.52	102.60	5.06	72.57	283.50	13.99	200.54
11.43	0.450	54.27	2.68	38.39	112.05	5.53	79.26	309.69	15.28	219.06
12.70	0.500	58.59	2.89	41.44	119.61	5.90	84.61	335.88	16.57	237.59
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR			
										
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ			ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA				ING. IRENE RAVINES AZAÑERO			
13 / 07 / 2018			13 / 07 / 2018				13 / 07 / 2018			

ANEXO 13. Ficha de recolección de datos – CBR (Muestra patrón)-3.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883		CBR-LS-UPNC:
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	25 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero
MUESTRA PATRON			




CURVA ESFUERZO-DEFORMACIÓN




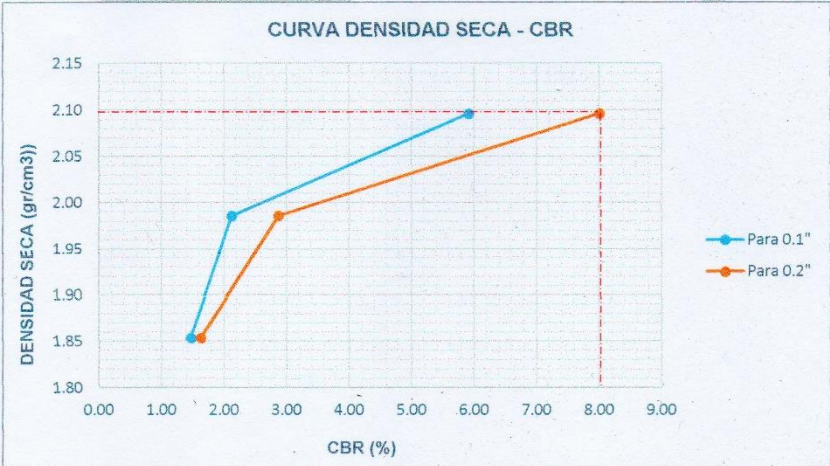



ESFUERZOS PARA 01" Y 02" DE PENETRACIÓN						
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"
Esfuerzo de terreno (lb/plg2)	14.71	24.45	21.20	42.97	59.21	120.13
Esfuerzo patrón (lb/plg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	1.47	1.63	2.12	2.86	5.92	8.01

C.B.R. Y DENSIDAD SECA						
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"
CBR (%)	1.47	1.63	2.12	2.86	5.92	8.01
Ds (gr/cm3)	1.83	1.83	1.96	1.96	2.10	2.10


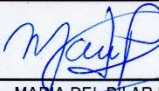

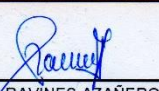
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018



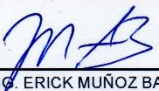

ANEXO 14. Ficha de recolección de datos – CBR (Muestra patrón)-4.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883		
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio	
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo	
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez	
FECHA DE ENSAYO:	25 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero	
MUESTRA PATRON				
GRÁFICO				
PARA 0.1"		PARA 0.2"		
CBR	Ds	CBR	Ds	
1.47	1.83	1.63	1.83	
2.72	1.96	2.86	1.96	
5.92	2.10	8.01	2.10	
CURVA DENSIDAD SECA - CBR				
				
Ds Max=	2.10	gr/cm3	CBR (0.1")	8.01
95% Ds Max=	1.99	gr/cm3	CBR (0.2")	7.61
CBR DE DISEÑO		7.61	%	
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
				
MARIA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018		


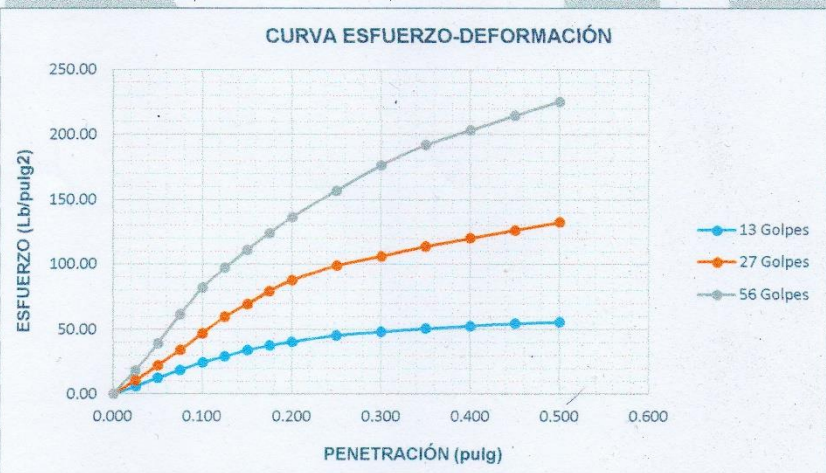

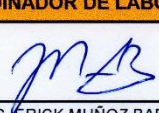
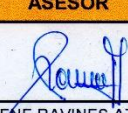
ANEXO 15. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 2% de cal)-1.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883				CBR-LS-UPNC:				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:		Fluvial - Rio						
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:		Suelo						
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:		María del Pilar Nina Gálvez						
FECHA DE ENSAYO:	02 / 07 / 2018	REVISADO POR:		Ing. Irene Ravines Azañero						
INCORPORACIÓN AL 2% DE CAL										
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
Capas	N°	5		5		5				
Golpes por Capa	N°	13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.			
Peso Molde	gr	7255.00	-	7215.00	-	7265.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11935.00	-	12145.00	-	12420.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4680.00	-	4930.00	-	5155.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm3	2322.67	-	2322.67	-	2322.67	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	2.01	-	2.12	-	2.22	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	38.2	38.0	-	38.5	37.6	-	22.4	37.8	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	67.8	65.1	-	59.0	65.6	-	44.8	56.9	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	65.4	62.8	-	57.1	63.0	-	42.8	55.2	-
Peso del Agua	gr	2.4	2.3	-	1.9	2.6	-	2.0	1.7	-
Peso Muestra Seca	gr	27.2	24.8	-	18.6	25.4	-	20.4	17.4	-
Contenido de Humedad; W%	%	8.82	9.27	-	10.22	10.24	-	9.80	9.77	-
Promedio Contenido de Humedad	%	9.05		-	10.23		-	9.79		-
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/cm3	-1.85		-	1.93		-	2.02		-
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018			 ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018			 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018				


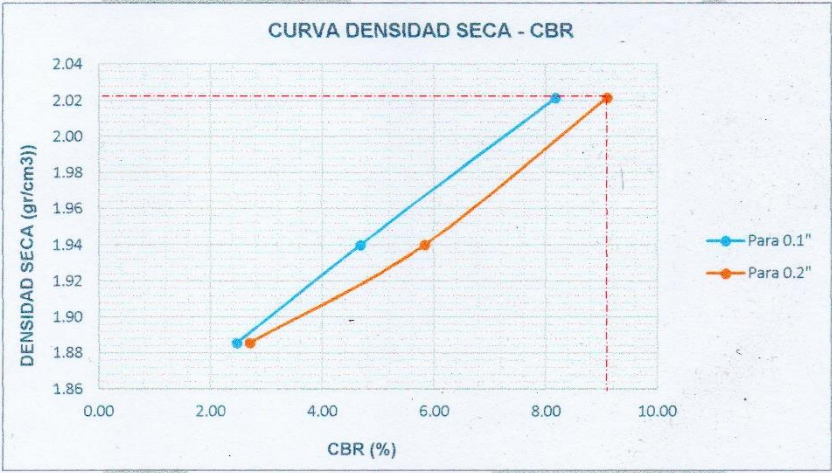
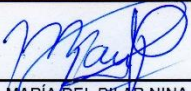
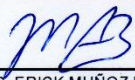
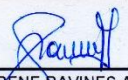
ANEXO 16. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 2% de cal)-2.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883					CBR-LS-UPNC:			
	PROYECTO:		"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:		Mashcón			TIPO DE CANTERA:			Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:		Cajamarca			TIPO DE MATERIAL:			Suelo			
FECHA DE MUESTREO:		19 / 06 / 2018			RESPONSABLE:			María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:		02 / 07 / 2018			REVISADO POR:			Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACIÓN AL 2% DE CAL											
CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		
mm	pulg	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2	
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	8.37	0.41	5.92	14.85	0.73	10.50	25.65	1.27	18.14	
1.27	0.050	17.55	0.87	12.41	31.32	1.55	22.15	55.35	2.73	39.15	
1.91	0.075	26.46	1.31	18.72	48.06	2.37	34.00	86.67	4.28	61.31	
2.54	0.100	34.83	1.72	24.64	66.15	3.26	46.79	115.56	5.70	81.74	
3.18	0.125	41.31	2.04	29.22	84.24	4.16	59.59	137.16	6.77	97.02	
3.81	0.150	48.06	2.37	34.00	98.01	4.84	69.33	156.87	7.74	110.96	
4.45	0.175	53.19	2.62	37.62	111.78	5.52	79.07	175.23	8.65	123.95	
5.08	0.200	57.24	2.82	40.49	123.66	6.10	87.47	192.78	9.51	136.36	
6.35	0.250	64.26	3.17	45.45	139.59	6.89	98.74	221.94	10.95	156.99	
7.62	0.300	68.04	3.36	48.13	149.85	7.39	106.00	249.48	12.31	176.47	
8.89	0.350	71.55	3.53	50.61	160.65	7.93	113.64	271.35	13.39	191.94	
10.16	0.400	74.52	3.68	52.71	169.56	8.37	119.94	287.28	14.17	203.21	
11.43	0.450	77.22	3.81	54.62	178.47	8.81	126.24	303.21	14.96	214.48	
12.70	0.500	78.57	3.88	55.58	187.11	9.23	132.35	318.60	15.72	225.36	
OBSERVACIONES:											
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR				
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018			 ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018				 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018				





ANEXO 17. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 2% de cal)-3.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:			
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"				
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	02 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACIÓN AL 2% DE CAL						
						
ESFUERZOS PARA 01" Y 02" DE PENETRACIÓN						
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"
Esfuerzo de terreno (lb/plg2)	24.64	40.49	46.79	87.47	81.74	136.36
Esfuerzo patrón (lb/plg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	2.46	2.70	4.68	5.83	8.17	9.09
C.B.R. Y DENSIDAD SECA						
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"
CBR (%)	2.46	2.70	4.68	5.83	8.17	9.09
Ds (gr/cm3)	1.85	1.85	1.93	1.93	2.02	2.02
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		


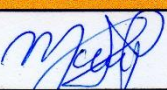


ANEXO 18. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 2% de cal)-4.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883	
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"	
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	02 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero
INCORPORACIÓN AL 2% DE CAL			
GRÁFICO			
PARA 0.1"		PARA 0.2"	
CBR	Ds	CBR	Ds
2.46	1.85	2.70	1.85
4.68	1.93	5.83	1.93
8.17	2.02	9.09	2.02
CURVA DENSIDAD SECA - CBR			
			
Ds Max=	2.02	gr/cm3	
95% Ds Max=	1.91	gr/cm3	
CBR (0.1")	9.09		
CBR (0.2")	8.64		
CBR DE DISEÑO		8.64	%
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
			
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO	
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	


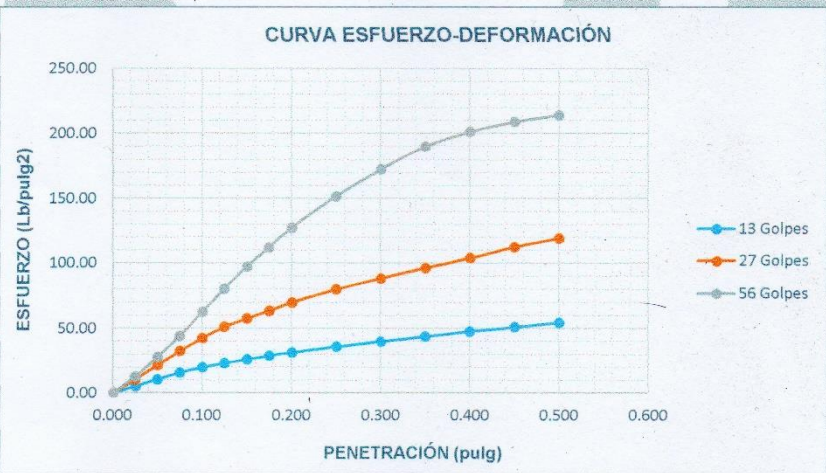



ANEXO 19. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 4% de cal)-1.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883				CBR-LS-UPNC:				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio							
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo							
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez							
FECHA DE ENSAYO:	10 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero							
INCORPORACIÓN AL 4% DE CAL										
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
Capas	N°	5		5		5				
Golpes por Capa	N°	13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.			
Peso Molde	gr	7265.00	-	7215.00	-	7255.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11810.00	-	12095.00	-	12350.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4545.00	-	4880.00	-	5095.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm3	2322.67	-	2322.67	-	2322.67	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.96	-	2.10	-	2.19	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	39.8	37.9	-	37.6	38.6	-	38.2	38.4	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	62.4	60.6	-	62.1	64.8	-	61.5	64.0	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	60.2	58.8	-	60.0	62.3	-	59.5	61.8	-
Peso del Agua	gr	2.2	1.8	-	2.1	2.5	-	2.0	2.2	-
Peso Muestra Seca	gr	20.4	20.9	-	22.4	23.7	-	21.3	23.4	-
Contenido de Humedad; W%	%	10.78	8.61	-	9.38	10.55	-	9.39	9.40	-
Promedio Contenido de Humedad	%	9.70		-	9.96		-	9.40		-
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/cm3	1.78		-	1.91		-	2.01		-
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018			 ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018			 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018				


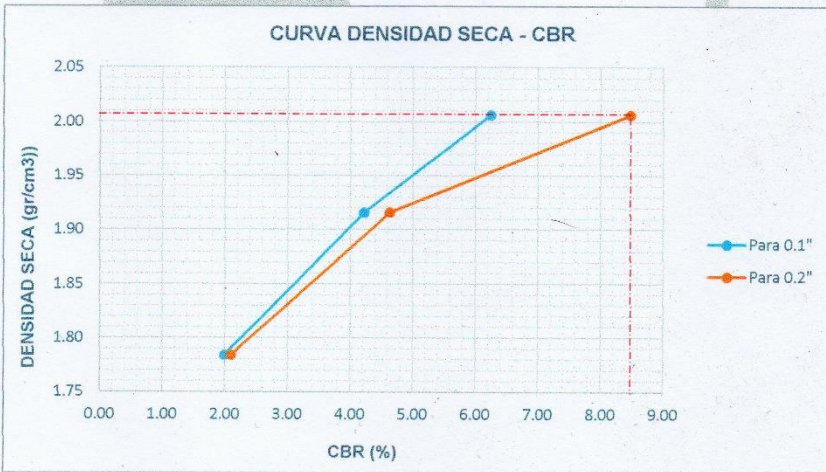
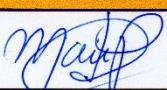

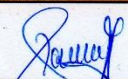
ANEXO 20. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 4% de cal)-2.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883				CBR-LS-UPNC:			
	PROYECTO:		"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"							
CANTERA:		Mashcón		TIPO DE CANTERA:		Fluvial - Rio				
UBICACIÓN:		Cajamarca		TIPO DE MATERIAL:		Suelo				
FECHA DE MUESTREO:		19 / 06 / 2018		RESPONSABLE:		María del Pilar Nina Gálvez				
FECHA DE ENSAYO:		10 / 07 / 2018		REVISADO POR:		Ing. Irene Ravines Azañero				
INCORPORACIÓN AL 4% DE CAL										
CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Carga		Esfuerzo	Carga		Esfuerzo	Carga		Esfuerzo
mm	pulg	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	7.29	0.36	5.16	14.31	0.71	10.12	17.82	0.88	12.61
1.27	0.050	14.85	0.73	10.50	29.97	1.48	21.20	39.15	1.93	27.69
1.91	0.075	22.14	1.09	15.66	45.63	2.25	32.28	62.10	3.06	43.93
2.54	0.100	28.08	1.39	19.86	59.67	2.94	42.21	88.29	4.36	62.45
3.18	0.125	32.67	1.61	23.11	72.09	3.56	50.99	113.40	5.59	80.21
3.81	0.150	36.72	1.81	25.97	81.00	4.00	57.30	137.43	6.78	97.91
4.45	0.175	40.50	2.00	28.65	89.37	4.41	63.22	158.49	7.82	112.11
5.08	0.200	44.28	2.18	31.32	98.28	4.85	69.52	179.82	8.87	127.20
6.35	0.250	50.49	2.49	35.71	112.59	5.55	79.64	214.38	10.58	151.64
7.62	0.300	56.43	2.78	39.92	124.47	6.14	88.04	243.54	12.02	172.27
8.89	0.350	61.83	3.05	43.74	135.81	6.70	96.07	268.11	13.23	189.65
10.16	0.400	67.23	3.32	47.56	146.61	7.23	103.71	284.04	14.01	200.92
11.43	0.450	72.09	3.56	50.99	158.76	7.83	112.30	295.11	14.56	208.75
12.70	0.500	76.95	3.80	54.43	168.48	8.31	119.18	302.40	14.92	213.90
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR			
										
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ			ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA				ING. IRENE RAVINES AZAÑERO			
13 / 07 / 2018			13 / 07 / 2018				13 / 07 / 2018			


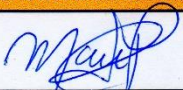


ANEXO 21. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 4% de cal)-3.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:			
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"				
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	10 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACIÓN AL 4% DE CAL						
						
ESFUERZOS PARA 01" Y 02" DE PENETRACIÓN						
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"
Esfuerzo de terreno (lb/plg2)	19.86	31.32	42.21	69.52	62.45	127.20
Esfuerzo patrón (lb/plg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	1.99	2.09	4.22	4.63	6.25	8.48
C.B.R. Y DENSIDAD SECA						
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"
CBR (%)	1.99	2.09	4.22	4.63	6.25	8.48
Ds (gr/cm3)	1.78	1.78	1.91	1.91	2.01	2.01
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		





ANEXO 22. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 4% de cal)-4.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883	
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"	
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	10 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero
INCORPORACIÓN AL 4% DE CAL			
GRÁFICO			
PARA 0.1"		PARA 0.2"	
CBR	Ds	CBR	Ds
1.99	1.78	2.09	1.78
4.22	1.91	4.63	1.91
6.25	2.01	8.48	2.01
CURVA DENSIDAD SECA - CBR			
			
Ds Max= 2.01 gr/cm3		CBR (0.1") 8.48	
95% Ds Max= 1.91 gr/cm3		CBR (0.2") 8.06	
CBR DE DISEÑO 8.06 %			
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
			
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO	
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	


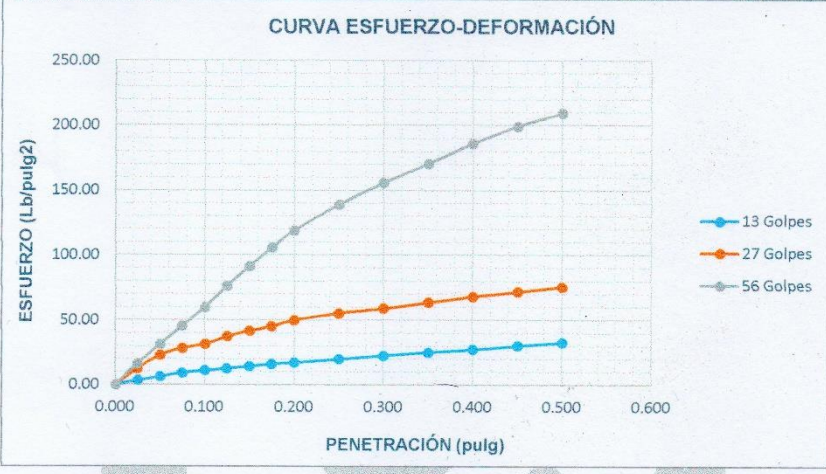
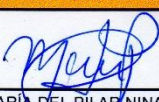

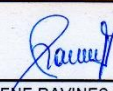
ANEXO 23. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 6% de cal)-1.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883				CBR-LS-UPNC:				
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio							
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo							
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez							
FECHA DE ENSAYO:	11 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero							
INCORPORACIÓN AL 6% DE CAL										
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
Capas	N°	5		5		5				
Golpes por Capa	N°	13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.			
Peso Molde	gr	8015.00	-	7965.00	-	7240.00	-			
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12590.00	-	12705.00	-	12205.00	-			
Peso Muestra húmeda	gr	4575.00	-	4740.00	-	4965.00	-			
Volumen de Muestra húmeda	cm3	2322.67	-	2322.67	-	2322.67	-			
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.97	-	2.04	-	2.14	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr	39.2	38.6	-	38.5	38.2	-	38.5	37.7	-
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	58.2	56.4	-	59.7	59.0	-	61.6	61.0	-
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	56.4	54.8	-	57.9	57.1	-	59.9	59.4	-
Peso del Agua	gr	1.8	1.6	-	1.8	1.9	-	1.7	1.6	-
Peso Muestra Seca	gr	17.2	16.2	-	19.4	18.9	-	21.4	21.7	-
Contenido de Humedad; W%	%	10.47	9.88	-	9.28	10.05	-	7.94	7.37	-
Promedio Contenido de Humedad	%	10.17		-	9.67		-	7.66		-
Densidad Máxima Seca; Ds	gr/cm3	1.79		-	1.86		-	1.99		-
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018			 ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018			 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018				


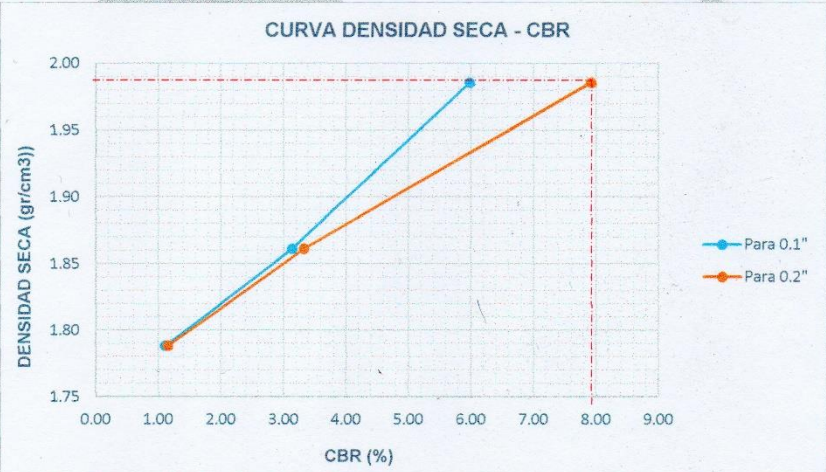

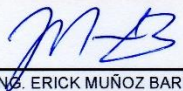

ANEXO 24. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 6% de cal)-2.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
	ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883					CBR-LS-UPNC:			
	PROYECTO:		"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"								
CANTERA:		Mashcón			TIPO DE CANTERA:			Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:		Cajamarca			TIPO DE MATERIAL:			Suelo			
FECHA DE MUESTREO:		19 / 06 / 2018			RESPONSABLE:			María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:		11 / 07 / 2018			REVISADO POR:			Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACIÓN AL 6% DE CAL											
CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
		Carga		Esfuerzo	Carga		Esfuerzo	Carga		Esfuerzo	
mm	pulg	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2	kg	kg/cm2	Lb/pl2	
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	4.59	0.23	3.25	17.28	0.85	12.22	22.95	1.13	16.23	
1.27	0.050	8.64	0.43	6.11	32.13	1.59	22.73	44.28	2.18	31.32	
1.91	0.075	12.96	0.64	9.17	39.96	1.97	28.27	64.26	3.17	45.45	
2.54	0.100	15.66	0.77	11.08	44.28	2.18	31.32	84.51	4.17	59.78	
3.18	0.125	17.82	0.88	12.61	52.65	2.60	37.24	107.46	5.30	76.01	
3.81	0.150	20.25	1.00	14.32	58.86	2.90	41.63	128.79	6.35	91.10	
4.45	0.175	22.68	1.12	16.04	63.72	3.14	45.07	149.31	7.37	105.62	
5.08	0.200	24.30	1.20	17.19	70.47	3.48	49.85	167.94	8.29	118.79	
6.35	0.250	28.08	1.39	19.86	78.03	3.85	55.19	196.29	9.68	138.85	
7.62	0.300	31.86	1.57	22.54	83.16	4.10	58.82	220.32	10.87	155.84	
8.89	0.350	35.37	1.75	25.02	89.64	4.42	63.41	241.11	11.90	170.55	
10.16	0.400	38.61	1.90	27.31	95.85	4.73	67.80	262.98	12.97	186.02	
11.43	0.450	42.66	2.10	30.18	101.25	5.00	71.62	281.61	13.89	199.20	
12.70	0.500	46.17	2.28	32.66	106.38	5.25	75.25	295.92	14.60	209.32	
OBSERVACIONES:											
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR				
											
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ			ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA				ING. IRENE RAVINES AZAÑERO				
13 / 07 / 2018			13 / 07 / 2018				13 / 07 / 2018				

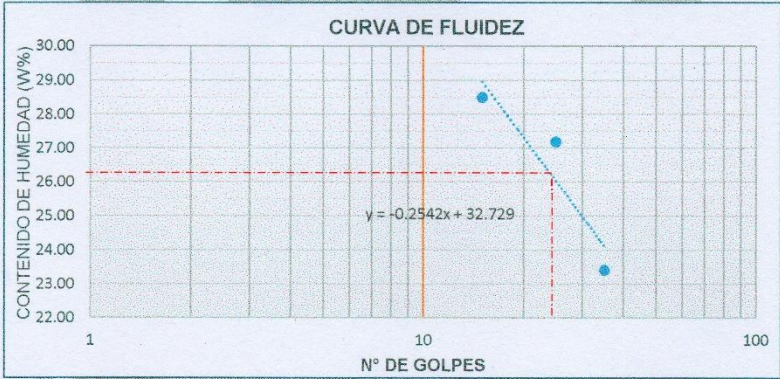
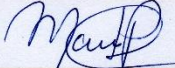

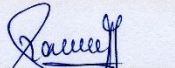
ANEXO 25. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 6% de cal)-3.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																						
PROTOCOLO																																						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:																																			
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883	CBR-LS-UPNC:																																			
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"																																				
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio																																			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo																																			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez																																			
FECHA DE ENSAYO:	11 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero																																			
INCORPORACIÓN AL 6% DE CAL																																						
<h3>CURVA ESFUERZO-DEFORMACIÓN</h3> 																																						
<h4>ESFUERZOS PARA 01" Y 02" DE PENETRACIÓN</h4> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MOLDE N°</th> <th colspan="2">MOLDE N°1</th> <th colspan="2">MOLDE N°2</th> <th colspan="2">MOLDE N°3</th> </tr> <tr> <th>Penetración</th> <th>01"</th> <th>02"</th> <th>01"</th> <th>02"</th> <th>01"</th> <th>02"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Esfuerzo de terreno (lb/plg2)</td> <td>11.08</td> <td>17.79</td> <td>31.32</td> <td>49.85</td> <td>59.78</td> <td>118.79</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo patrón (lb/plg2)</td> <td>1000</td> <td>1500</td> <td>1000</td> <td>1500</td> <td>1000</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>CBR (%)</td> <td>1.11</td> <td>1.15</td> <td>3.13</td> <td>3.32</td> <td>5.98</td> <td>7.92</td> </tr> </tbody> </table>				MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3		Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"	Esfuerzo de terreno (lb/plg2)	11.08	17.79	31.32	49.85	59.78	118.79	Esfuerzo patrón (lb/plg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500	CBR (%)	1.11	1.15	3.13	3.32	5.98	7.92
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3																																	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"																																
Esfuerzo de terreno (lb/plg2)	11.08	17.79	31.32	49.85	59.78	118.79																																
Esfuerzo patrón (lb/plg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500																																
CBR (%)	1.11	1.15	3.13	3.32	5.98	7.92																																
<h4>C.B.R. Y DENSIDAD SECA</h4> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MOLDE N°</th> <th colspan="2">MOLDE N°1</th> <th colspan="2">MOLDE N°2</th> <th colspan="2">MOLDE N°3</th> </tr> <tr> <th>Penetración</th> <th>01"</th> <th>02"</th> <th>01"</th> <th>02"</th> <th>01"</th> <th>02"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CBR (%)</td> <td>1.11</td> <td>1.15</td> <td>3.13</td> <td>3.32</td> <td>5.98</td> <td>7.92</td> </tr> <tr> <td>Ds (gr/cm3)</td> <td>1.79</td> <td>1.79</td> <td>1.86</td> <td>1.86</td> <td>1.99</td> <td>1.99</td> </tr> </tbody> </table>				MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3		Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"	CBR (%)	1.11	1.15	3.13	3.32	5.98	7.92	Ds (gr/cm3)	1.79	1.79	1.86	1.86	1.99	1.99							
MOLDE N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3																																	
Penetración	01"	02"	01"	02"	01"	02"																																
CBR (%)	1.11	1.15	3.13	3.32	5.98	7.92																																
Ds (gr/cm3)	1.79	1.79	1.86	1.86	1.99	1.99																																
OBSERVACIONES:																																						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																																		
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018		 ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018		 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018																																		

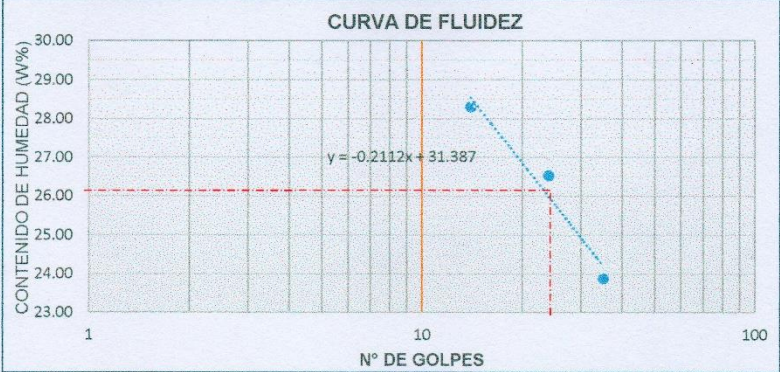
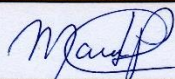

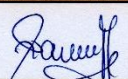
ANEXO 26. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 6% de cal)-4.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883	
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"	
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	11 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero
INCORPORACIÓN AL 6% DE CAL			
GRÁFICO			
PARA 0.1"		PARA 0.2"	
CBR	Ds	CBR	Ds
1.11	1.79	1.15	1.79
3.13	1.86	3.32	1.86
5.98	1.99	7.92	1.99
CURVA DENSIDAD SECA - CBR			
			
Ds Max=	1.99	gr/cm3	
95% Ds Max=	1.89	gr/cm3	
CBR (0.1")	7.92		
CBR (0.2")	7.52		
CBR DE DISEÑO		7.52	%
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
			
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO	
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	


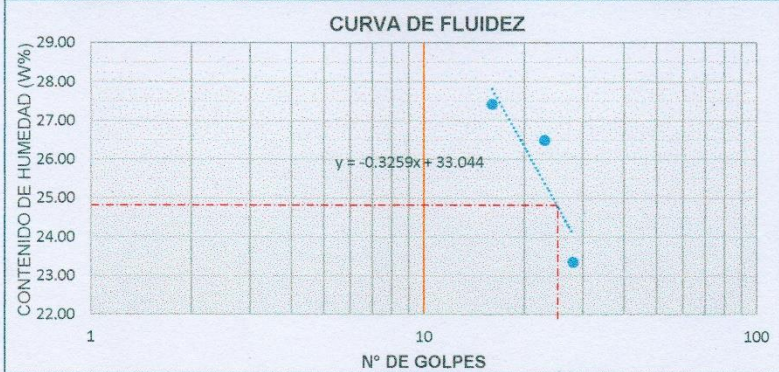
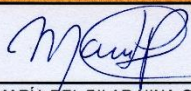


ANEXO 27. Ficha de recolección de datos – Limites de plasticidad (Muestra patrón)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	LIMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.129		LP-LS-UPNC:		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"				
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio		
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo		
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez		
FECHA DE ENSAYO:	12 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero		
MUESTRA PATRÓN					
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	66.10	52.20	51.80
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	59.80	49.10	49.20
D	Peso de Recipiente	gr	37.70	37.70	38.10
E	Peso del Agua	gr	6.30	3.10	2.60
F	Peso Suelo Seco	gr	22.10	11.40	11.30
G	Número de Golpes	N°	15	25	35
H	Contenido de Humedad	%	28.51	27.19	23.42
I	Límite Líquido	%	26.37		
CURVA DE FLUIDEZ					
					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO	
13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018	

ANEXO 28. Ficha de recolección de datos – Limites de plasticidad incorporación de 2% de cal)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	LIMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.129		LP-LS-UPNC:		
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"				
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio		
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo		
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez		
FECHA DE ENSAYO:	13 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero		
INCORPORACION AL 2% DE CAL					
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	53.00	50.90	52.20
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	49.80	48.30	49.50
D	Peso de Recipiente	gr	38.50	38.50	38.20
E	Peso del Agua	gr	3.20	2.60	2.70
F	Peso Suelo Seco	gr	11.30	9.80	11.30
G	Número de Golpes	N°	14	24	35
H	Contenido de Humedad	%	28.32	26.53	23.89
I	Límite Líquido	%	26.11		
CURVA DE FLUIDEZ					
					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO	
16 / 07 / 2018		16 / 07 / 2018		16 / 07 / 2018	

ANEXO 29. Ficha de recolección de datos – Limites de plasticidad incorporación de 4% de cal)

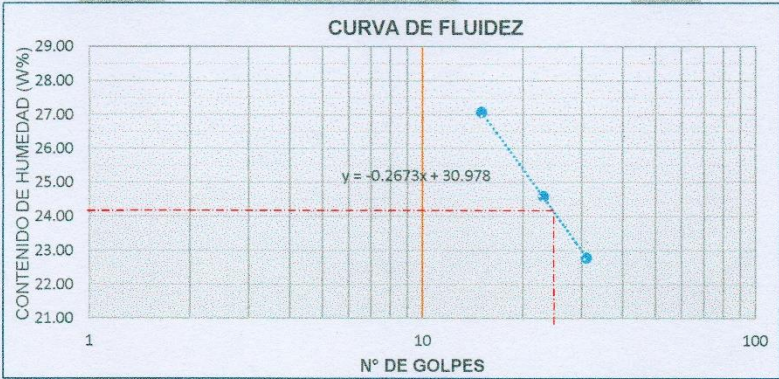
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	LIMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.129	LP-LS-UPNC:		
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"			
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio		
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo		
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez		
FECHA DE ENSAYO:	13 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero		
INCORPORACION AL 4% DE CAL					
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	53.00	54.00	51.50
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	49.90	50.90	49.00
D	Peso de Recipiente	gr	38.60	39.20	38.30
E	Peso del Agua	gr	3.10	3.10	2.50
F	Peso Suelo Seco	gr	11.30	11.70	10.70
G	Número de Golpes	N°	16	23	28
H	Contenido de Humedad	%	27.43	26.50	23.36
I	Límite Líquido	%	24.79		
CURVA DE FLUIDEZ					
					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO	
16 / 07 / 2018		16 / 07 / 2018		16 / 07 / 2018	

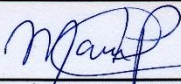

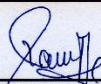
ANEXO 30. Ficha de recolección de datos – Limites de plasticidad incorporación de 6% de cal)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	LIMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.129		LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	13 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero
INCORPORACION AL 6% DE CAL			

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	55.90	54.0	52.60
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	52.00	50.90	50.00
D	Peso de Recipiente	gr	37.60	38.30	38.60
E	Peso del Agua	gr	3.90	3.10	2.60
F	Peso Suelo Seco	gr	14.40	12.60	11.40
G	Número de Golpes	N°	15	23	31
H	Contenido de Humedad	%	27.08	24.60	22.81
I	Límite Líquido	%	24.10		

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
16 / 07 / 2018	16 / 07 / 2018	16 / 07 / 2018

ANEXO 31. Ficha de recolección de datos – clasificación de suelos SUCS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134		SUCS-LS-UPNC:
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"		
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	20 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero

DIVISIONES PRINCIPALES	SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 04. Más de la mitad del material retenido en el tamiz N° 200	GRAVAS (sin o con pocos finos)	GRAVAS LIMPIAS GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava – arena, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60} / D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$ entre 1 y 3	
		GRAVAS MAL GRADUADAS GP Gravas mal graduadas, mezclas grava – arena, pocos finos o sin finos.	No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW	
	GRAVAS CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N°200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW,GP,SW,SP >12% - >GM,GC,SM,SC 5 al 12% - >casos limite que requieren usar doble símbolo	Límites de atterberg debajo de la línea A o IP <4 Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo
		GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de atterberg sobre la línea A con IP > 7
	ARENAS (pocos o sin finos)	ARENAS LIMPIAS SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	5 al 12% - >casos limite que requieren usar doble símbolo	$Cu = D_{60} / D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$ entre 1 y 3
		ARENAS MAL GRADUADAS SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW
ARENAS CON FINOS (apreciable cantidad de finos)		SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de atterberg debajo de la línea A o IP <4 Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de doble símbolo.
		SC Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla.	Límites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ	ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO
13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018	13 / 07 / 2018

ANEXO 32. Ficha Técnica de la Cal



Ficha Técnica :

Cal de Obra "HADES"(SKU:16863 – 16861)

1. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES

. Composición: Hidróxido de calcio 10 – 12 %

. Uso: Se utiliza principalmente para EL TRATADO DE LA TIERRA COMO BASE PARA LA CONSTRUCCION, y en el tratamiento de las materias orgánicas de silos, y similares como son los rellenos sanitarios.

. PRESENTACION:

- BOLSA 20 KG
- BOLSA 2 KG

2. CLASIFICACIÓN DE RIESGO

Peligros para la salud humana

. Inhalación: Inhalar habitualmente grandes cantidades de polvo inerte, como el de la cal, durante largos periodos de tiempo, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades pulmonares.

. Piel: La cal de obra, en caso de un contacto prolongado sin la protección adecuada, puede tener un efecto irritante sobre la piel húmeda (debido a la transpiración o a la humedad del ambiente). El contacto prolongado, sin la protección adecuada, con la cal de obra seco, puede provocar otros efectos cutáneos como agrietamiento o quemaduras por alcalinidad sin síntomas previos. Un contacto excesivamente prolongado y repetitivo del cemento húmedo pastado con la piel podría causar dermatitis de contacto.

. Ojos: El contacto directo de la cal de obra (húmedo o seco) con los ojos sin la protección adecuada, puede provocar lesiones graves y potencialmente irreversibles.

3. EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

. Inhalación: Trasladar a la persona a un sitio donde pueda respirar aire fresco. Beber agua para limpiar la garganta y sonarse la nariz para eliminar el polvo. Buscar asistencia médica si los síntomas persisten.

. Piel: Si la cal de obra está seco, eliminar el máximo posible y después lavar abundantemente con agua. Si la cal de obra está húmedo, lavar abundantemente con agua. Quitar y lavar a fondo las prendas, calzado, relojes, etc., manchados antes de volver a utilizarlos.

KRL
SOLUTIONS & TRADING S.A.C.
Fabricación de Productos para Limpieza Pública, Industria, y Minería.
Agregados para la Construcción, Pinturas y Artículos de Ferretería en General

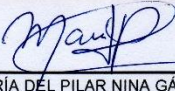

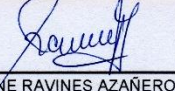
Solicitar asistencia médica siempre que se produzca irritación o quemadura cáustica.

. Ojos: No frotarse los ojos para evitar daños de la córnea. Enjuagar inmediatamente con abundante agua (si es posible usar suero fisiológico 0,9% NaCl), para eliminar todas las partículas y consultar a un oftalmólogo.


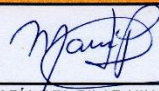


. Ingestión: No provocar el vómito. Si la persona está consciente, enjuagar la boca para eliminar el material o polvo, darle de beber abundante agua y consultar inmediatamente a un médico.

NO MATPEL




ANEXO 33. Ficha técnica de recolección -Dosificación de Cal (Muestra patrón)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:	DOSIFICACION EN PESO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DP-LS-UPNC:			
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"					
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	22 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero			
MUESTRA PATRON						
ENSAYO LIMITES DE PLASTICIDAD						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	0% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	200.00	200.00	200.00		
Peso de dosificación	gr	00.00	00.00	00.00		
Peso de muestra seca	gr	200.00	200.00	200.00		
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3	MUESTRA N° 4	MUESTRA N° 5
Dosificación de cal	%	0% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	5500.0	5500.0	5500.00	5500.00	5500.0
Peso de dosificación	gr	00.00	00.0	00.00	00.00	00.00
Peso de muestra seca	gr	5500.0	5500.0	5500.00	5500.00	5500.00
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	0% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	6000.00	6000.00	6000.00		
Peso de dosificación	gr	0.00	0.00	0.00		
Peso de muestra seca	gr	6000.00	6000.00	6000.00		
Peso de la muestra seca (gr) = Peso total de la muestra seca – Peso dosificación						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		

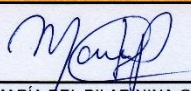

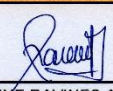
ANEXO 34. Ficha técnica de recolección -Dosificación de Cal (incorporación de 2% de cal)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	DOSIFICACION EN PESO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DP-LS-UPNC:			
	PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"				
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	27 / 06 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACION AL 2% DE CAL						
ENSAYO LIMITES DE PLASTICIDAD						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	2% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	200.00	200.00	200.00		
Peso de dosificación	gr	4.00	4.00	4.00		
Peso de muestra seca	gr	196.00	196.00	196.00		
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3	MUESTRA N° 4	MUESTRA N° 5
Dosificación de cal	%	2% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	5500.00	5500.00	5500.00	5500.00	5500.00
Peso de dosificación	gr	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
Peso de muestra seca	gr	5390.00	5390.00	5390.00	5390.00	5390.00
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	2% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	6000.00	6000.00	6000.00		
Peso de dosificación	gr	120.00	120.00	120.00		
Peso de muestra seca	gr	5880.00	5880.00	5880.00		
$\text{Peso de la muestra seca (gr)} = \text{Peso total de la muestra seca} - \text{Peso dosificación}$						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ 13 / 07 / 2018		 ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA 13 / 07 / 2018		 ING. IRENE RAVINES AZAÑERO 13 / 07 / 2018		

ANEXO 35. Ficha técnica de recolección -Dosificación de Cal (incorporación de 4% de cal)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:	DOSIFICACION EN PESO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DP-LS-UPNC:			
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"					
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	02 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACION AL 4% DE CAL						
ENSAYO LIMITES DE PLASTICIDAD						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	4% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	200.00	200.00	200.00		
Peso de dosificación	gr	8.00	8.00	8.00		
Peso de muestra seca	gr	192.00	192.00	192.00		
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3	MUESTRA N° 4	MUESTRA N° 5
Dosificación de cal	%	4% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	5500.00	5500.00	5500.00	5500.00	5500.00
Peso de dosificación	gr	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00
Peso de muestra seca	gr	5280.00	5280.00	5280.00	5280.00	5280.00
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	4% DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	6000.00	6000.00	6000.00		
Peso de dosificación	gr	240.00	240.00	240.00		
Peso de muestra seca	gr	5760.00	5760.00	5760.00		
$\text{Peso de la muestra seca (gr)} = \text{Peso total de la muestra seca} - \text{Peso dosificación}$						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		

ANEXO 36. Ficha técnica de recolección -Dosificación de Cal (incorporación de 6% de cal)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:	DOSIFICACION EN PESO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DP-LS-UPNC:			
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE CAL (2%, 4% y 6%) EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA CANTERA MASHCÓN"					
CANTERA:	Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Fluvial - Rio			
UBICACIÓN:	Cajamarca	TIPO DE MATERIAL:	Suelo			
FECHA DE MUESTREO:	19 / 06 / 2018	RESPONSABLE:	María del Pilar Nina Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	05 / 07 / 2018	REVISADO POR:	Ing. Irene Ravines Azañero			
INCORPORACION AL 6% DE CAL						
ENSAYO LIMITES DE PLASTICIDAD						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	6 % DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	200.00	200.00	200.00		
Peso de dosificación	gr	12.00	12.00	12.00		
Peso de muestra seca	gr	188.00	188.00	188.00		
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3	MUESTRA N° 4	MUESTRA N° 5
Dosificación de cal	%	6 % DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	5500.00	5500.00	5500.00	5500.00	5500.00
Peso de dosificación	gr	330.00	330.00	330.00	330.00	330.00
Peso de muestra seca	gr	5170.00	5170.00	5170.00	5170.00	5170.00
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
DOSIFICACION EN PESO						
DESCRIPCION	UND	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3		
Dosificación de cal	%	6 % DE CAL				
Peso total de muestra seca	gr	6000.00	6000.00	6000.00		
Peso de dosificación	gr	360.00	360.00	360.00		
Peso de muestra seca	gr	5640.00	5640.00	5640.00		
$\text{Peso de la muestra seca (gr)} = \text{Peso total de la muestra seca} - \text{Peso dosificación}$						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
MARÍA DEL PILAR NINA GÁLVEZ		ING. ERICK MUÑOZ BARBOZA		ING. IRENE RAVINES AZAÑERO		
13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		13 / 07 / 2018		

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 2. Obtención de la muestra del suelo



Figura 3. Taras del ensayo de contenido de humedad



Figura 4. Lavado del material por el tamiz n°200



Figura 5. Ensayo de límite líquido



Figura 6. Compactación de proctor modificado



Figura 7. Supervisión de compactación CBR con la asesora



Figura 8. Compactación CBR



Figura 9. Carga - penetración