



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

“EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA
ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA
CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022”

Presentado por:

- Bach. Morales Carrillo, Alex
- Bach. Usnayo Callo, Ivan Hugo

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez
código Orcid: 0000-0001-6891-6902

CUSCO-PERÚ

2023



Metadatos

Datos del autor

Nombres y apellidos	Alex Morales Carrillo
Numero de documento de identidad	72327039
URL de ORCID	0009-0008-8415-3421
Nombres y apellidos	Ivan Hugo Usnayo Callo
Numero de documento de identidad	
URL de ORCID	0009-0003-2021-9640

Datos del asesor

Nombres y apellidos	Víctor Chacón Sánchez
Numero de documento de identidad	
URL de ORCID	0000-0001-6891-6902



EFECTOS FISICO-MECANICOS DEL SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA – SAN JERONIMO EN EL 2022

por ALEX MORALES CARRILLO

Fecha de entrega: 06-oct-2023 12:50p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2187750258
Nombre del archivo: TESIS_ALEX_E_IVAN.docx (64.51M)
Total de palabras: 9181
Total de caracteres: 49078



22

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:

"EFECTOS FISICO-MECANICOS DEL SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID EN LA
ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE
CHIMPAHUAYLLA – SAN JERONIMO EN EL 2022"

Presentado por:

- Bach. Morales Carrillo, Alex

- Bach. Usnayo Callo, Ivan Hugo

26
Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez

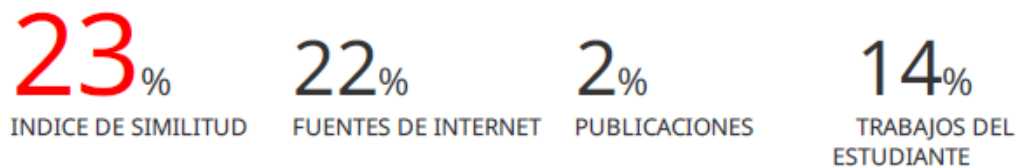
CUSCO-PERÚ

2023



EFFECTOS FISICO-MECANICOS DEL SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA – SAN JERONIMO EN EL 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
5	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uho.edu.cu Fuente de Internet	1%
8	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Dedicatoria

Esta investigación la quiero dedicar a mis queridos padres: Josefina Carrillo Kcayapullo y Egidio Morales Chacón, por la sacrificada labor que tuvieron para poder hacer de mí una persona de bien, a quienes debo mi formación profesional y por todo lo que soy en mi vida.

A mis hermanos Vanesa y Lenin por su apoyo fraternal con sus palabras de aliento, comprensión y compañía.

A mi Abuela Vicentina por su amor infinito, consejos y buenos deseos que siempre están mi corazón.

(Morales Carrillo, Alex)

Este trabajo de investigación va dedicado a todas las personas que colaboraron para el desarrollo de la misma, pero en especial dedicarla a mis queridos padres: Ivan Usnayo Medrano y Eulalio Callo Castelo, por su apoyo incondicional durante todo el proceso de formación profesional, quienes fueron el pilar fundamental para poder lograr el objetivo.

A mis hermanos Ivar y Sebastian, a mis tíos, primos y demás familiares quienes me alentaron para seguir adelante con sus consejos y el apoyo emocional.

(Usnayo Callo, Ivan Hugo)



Agradecimientos

A mis Padres, Josefina y Egidio, mis hermanos Vanesa y Lenin, y todos mis familiares por darme su apoyo incondicional para terminar mis estudios y por haberme enseñado que el esfuerzo, estudio y trabajo tienen su recompensa al final de toda jornada.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, por haberme preparado de forma idónea para enfrentar los retos profesionales del futuro.

Al Dr. Ing. Victor Chacón Sanchez, distinguido y ejemplar maestro e investigador que siempre estuvo dispuesto a compartir todo su conocimiento y calidez personal.

(Morales Carrillo, Alex)

Mi gratitud eterna para cada una de las personas quienes aportaron para la realización de esta investigación, a mis Padres, Ivan y Eulalia, mis hermanos Ivar y Sebastian, y a toda mi familia, amigos por apoyarme siempre.

Al Dr. Ing. Victor Chacón Sanchez, docente ejemplar quien siempre estuvo dispuesto a compartir todo su conocimiento, gracias a su buena guía y apoyo constante.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, por haberme brindado los conocimientos adecuados y docentes íntegros, para afrontar los retos del futuro como profesional ético y con valores.

(Usnayo Callo, Ivan Hugo)



Resumen

El actual tema de investigación fue desarrollado en base a la generación de una propuesta, la cual podría ser una posible solución de una problemática, y es que en la ciudad del Cusco se tiene una variedad de suelos con características tanto mecánicas como físicas muy claras, pero con estas características, es deber de la ingeniería determinar que los suelos tengan valores de CBR aceptables según el uso de éste, sin embargo, en suelos finos se conoce ampliamente que generalmente presentan un índice de CBR muy reducido. Basándonos en esta problemática se buscó una solución y en base a la experiencia en diferentes campos como el de los trabajos ejecutados en carreteras, se llegó a la conclusión de que se hace necesaria la propuesta de un aditivo que podría mejorar las capacidades de CBR y además, pueda ser aplicado en suelos característicos de la sierra, particularmente de la región del Cusco, y este en un futuro sería de beneficio a la población, para la resolución de la problemática de la falta de valores elevados de CBR para bases y subbases de carreteras en general. En la presente investigación se apreciará la variación de las propiedades físico mecánicas según existe un aumento del SOLIDRY del sistema CONSOLID, en base a la experimentación presentada en la investigación se vio el desarrollo del aumento del valor de CBR y el módulo resiliente, este según aumentaban los porcentajes de SOLIDRY, porcentajes propuestos por los tesisistas para evaluar un óptimo desempeño del suelo fino, por lo que, con ellos descubrimos que una propuesta adecuada en comparación de las propiedades mecánicas de los resultados de los suelos con los diferentes porcentajes de SOLIDRY, resaltó la adición del 1% de solidry a diferencia de los otros porcentajes, el mismo que incrementó el CBR en un 223.41% comparando el máximo valor hallado y extraído de la experimentación efectuada. Es importante señalar que el suelo, que fue extraído de la cantera de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, es un suelo fino, caracterizado por ser antiguamente un suelo de cultivo, por otro lado, el aditivo SOLIDRY fue adquirido de la empresa CONSOLID, el cual es un aditivo comercial en la zona del norte del país, es así que, ambos fueron usados según los procedimientos determinados en el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES.

Palabras clave: CBR, SOLIDRY, SUELOS FINOS, ADICION y CONSOLID.



Abstract

The current research topic was developed based on the generation of a proposal which could be a possible solution to a problem, which is that in the city of Cusco there is a variety of soils with very clear mechanical and physical characteristics. but with these characteristics it is the duty of engineering to determine the soils which should have acceptable CBR values according to its use. However, in fine soils there is a clear characteristic which is that the CBR value is very reduced, based on This problem, a solution was sought and based on the experience in different fields such as works carried out on roads, the conclusion was reached that the proposal requires an additive which could improve the capabilities of CBR and which can be applied. in characteristics of the mountains such as Cusco, and this in the future would be of benefit to the future population, for the resolution of the problem of the lack of high CBR values for pavement bases and subbases. Based on the experimentation presented in the research, the development of the increase in the CBR value was seen, this as the percentage of SOLIDRY increased, a percentage proposed by the thesis students to evaluate an optimal performance of the fine soil, with them we discovered that an optimal proposal in Comparison of the mechanical properties of the results of the soils with the different percentages of SOLIDRY, highlighted the addition of 1% of solidry unlike the other percentages, in which the increase in CBR was 223.41% comparing the maximum value found in based on the proposed experimentation. It is important to note that the soil which was extracted from the Chimpahuaylla quarry in the San Jeronimo district is a fine soil, characterized by being formerly a crop soil, so fine soil and the additive SOLIDRY was found, which was acquired from the company CONSOLID which is a commercial additive in the northern part of the country and both were used according to the procedures determined in the MATERIALS TESTING MANUAL.

Keywords: CBR, SOLIDRY, FINE SOILS, ADDITION and CONSOLID.



Introducción

El Perú es un país con una gran variedad de suelos, entre estos suelos tenemos a los suelos finos, los cuales se caracterizan por poseer propiedades mecánicas muy bajas, las cuales, en muchas ocasiones no cumplen con lo establecido en las normas técnicas peruanas para ser usados como base o sub base. Estos suelos al estar presentes en gran parte de nuestra localidad, en especial en la construcción de carreteras tienen que ser estabilizados. En la ciudad del Cusco existe una explosión demográfica que obliga a la construcción de mayores vías de conexión por lo que existe la necesidad de mejorar diversas condiciones de los diferentes tipos de suelos, entre estos suelos tenemos a las arcillas, las cuales poseen propiedades físicas y mecánicas bastante inadecuadas para las carreteras.

Según corresponda, existen métodos físicos y químicos para mejorar el CBR del suelo, lo cual será aplicado según la necesidad del área usuaria y según el contexto de cada caso. En la presente tesis de investigación se ha propuesto como objetivo el mejoramiento de la capacidad portante usando el CBR como indicador de la evolución favorable de la estabilización de suelos en adición del solidry,

El presente trabajo de investigación titulado “EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022” hablará de los estudios recientes de nuevos compuestos químicos para la estabilización de suelos.

El uso del solidry expandirá el conocimiento de la estabilización de suelos en zonas altoandinas como la región del Cusco, por lo que abrirá el campo a mayores investigaciones para el uso de este nuevo insumo para así poder mejorar los CBR's.



Índice General

Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Índice General.....	11
Índice de tablas	15
Índice de figuras	19
Capítulo I: Planteamiento del Problema	21
1.1. Identificación del problema	21
1.1.1. <i>Descripción del problema</i>	21
1.1.2. <i>Formulación interrogativa del problema</i>	25
1.1.2.1 <i>Formulación interrogativa del problema general</i>	25
1.1.2.2 <i>Formulación interrogativa de los problemas específicos</i>	25
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación	25
1.2.1. <i>Justificación por relevancia</i>	25
1.2.2. <i>Justificación por viabilidad</i>	26
1.2.3. <i>Justificación técnica</i>	26
1.2.4. <i>Justificación social</i>	26
1.3. Delimitaciones de la investigación	27
1.3.1. <i>Delimitación geográfica</i>	27
1.3.2. <i>Delimitación normativa</i>	27
1.3.3. <i>Delimitación del material extraído</i>	27
1.3.4. <i>Delimitación de la investigación</i>	28
1.4. Objetivo de la investigación.....	28
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	28
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	28



Capítulo II: Marco Teórico	28
2.1. Antecedentes de la tesis	28
2.1.1 <i>Antecedentes a Nivel Nacional</i>	28
2.1.2 <i>Antecedentes a Nivel Internacional</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Bases teóricas	40
2.2.1 <i>Estabilización de suelos</i>	40
2.2.1.1 Ensayos	42
2.2.1.1.1 <i>Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E 107</i>	42
2.2.1.1.2. <i>Limite liquido ASTM D-4318, MTC E 110</i>	43
2.2.1.1.3. <i>Limite plástico ASTM D-4318, MTC E 111</i>	44
2.2.1.1.4. <i>Contenido de humedad ASTM D- 2216, MTC E 108</i>	45
2.2.1.1.5. <i>California bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132</i>	45
2.2.1.1.6. <i>Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115</i>	48
2.2.1.2 Selección Del Tipo De Estabilizador	50
2.2.1.2.1 <i>Estabilización Mecánica De Suelos</i>	51
2.2.1.2.2 <i>Estabilización Por Combinación De Suelos</i>	51
2.2.1.2.3 <i>Estabilización Química De Suelos</i>	51
2.2.2 <i>Suelos</i>	54
2.2.2.1 <i>Suelo Arcilloso</i>	54
2.2.3 <i>Solidry</i>	55
2.2.3.1 <i>La Adición Del Solidry</i>	56
2.2.4 <i>Subrasante</i>	57
2.2.5 <i>Modulo Resiliente</i>	57
2.2.6 <i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	59
2.2.7 <i>Clasificación De Suelos</i>	60
2.3 Hipótesis	62
2.3.1 <i>Hipótesis General</i>	62



2.3.2 Hipótesis Específicas	62
2.4 Definición de Variables	63
2.4.1 Variables.....	63
2.4.1 Cuadro De Operacionalización De Variables	64
Capítulo III: Método	65
3.1. Metodología De La Investigación	65
3.1.1. Enfoque De La Investigación	65
3.1.2. Nivel O Alcance De La Investigación	65
3.2. Diseño De La Investigación	66
3.2.1. Diseño Metodológico.....	66
3.2.2 Diseño De Ingeniería	67
.....	67
3.3. Población Y Muestra	68
3.3.1. Población.....	68
3.3.2. Muestra.....	68
3.3.2.1. Descripción De La Muestra	68
3.3.2.2. Cuantificación De La Muestra	68
3.3.2.3. Método De Muestreo	69
3.3.2.4. Criterios De Evaluación De Muestra.....	69
3.3.2.5. Criterios De Inclusión	69
3.4. Instrumentos	70
3.4.1. Instrumentos Metodológicos O Instrumentos De Recolección De Datos	70
3.4.2. Instrumentos de ingeniería	74
3.4.2.1. Análisis Granulométrico.....	74
3.4.2.2. Ensayo De Límites Líquido Y Plástico	74
3.4.2.3. Ensayo De Proctor Modificado.....	75
3.4.2.4. Ensayo De Capacidad De Soporte De California.....	75



3.5 Procedimientos De Recolección Y Análisis De Datos	77
3.5.1 <i>Procedimiento Realizado Para La Recolección De Datos</i>	77
3.5.3. <i>Cálculos Vinculados Con Las Pruebas De Laboratorio</i>	120
3.5.4. <i>Prueba De Hipótesis</i>	120
3.5.5 <i>Cálculos Vinculados Con La Cuantificación De Variables</i>	121
3.5.5.1 <i>Ensayo De Proctor Modificado</i>	121
3.5.5.2 <i>Ensayo De Granulometría</i>	126
3.5.5.3 <i>Ensayo de Limites de Atterberg</i>	130
3.5.5.4 <i>Ensayo De Soporte De California</i>	132
Capítulo IV: Resultados	146
4.1 RESPECTO AL ÍNDICE CBR (CAPACIDAD DE SOPORTE).....	146
Capítulo V: Discusión	153
■ ¿Existe un porcentaje óptimo de adición del SOLIDRY en la mejora del porcentaje de CBR?	153
■ ¿La adición del SOLIDRY es una solución para mejoramiento de suelos en zonas de la sierra?.....	153
■ ¿Tiene alguna relevancia en la variación del porcentaje de hinchamiento?	153
5.2 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación.....	153
Conclusiones	163
Sugerencias	164
REFERENCIAS	165
Apéndices	168



Índice de tablas

Tabla 1 (Ubicación geográfica de punto de extracción)	24
Tabla 2 (Categoría de subrasante)	44
Tabla 3 (Relación entre hinchamiento e índice de plasticidad)	44
Tabla 4 (Categoría de subrasante)	46
Tabla 5 (Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador)	52
Tabla 6 (Guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador)	53
Tabla 7 (Características químicas del SOLIDRY)	55
Tabla 8 (Características técnicas del SOLIDRY)	55
Tabla 9 (Valores de carga unitaria)	60
Tabla 10 (Cantidad de muestras de CBR)	68
Tabla 11 (Cantidad de muestras de CBR)	69
Tabla 12 (Toma de datos de clasificación de suelos)	97
Tabla 13 (Toma de datos de clasificación de suelos)	98
Tabla 14 (Granulometría, contenido de humedad, LL y LP)	99
Tabla 15 (Toma de datos de ensayo proctor con 0% de aditivo SOLIDRY).....	100
Tabla 16 (Toma de datos de ensayo proctor con 1% de aditivo SOLIDRY).....	100
Tabla 17 (Toma de datos de ensayo proctor con 2% de aditivo SOLIDRY).....	101
Tabla 18 (Toma de datos de ensayo proctor con 3% de aditivo SOLIDRY).....	101
Tabla 19 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.).....	102
Tabla 20 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.).....	102
Tabla 21 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.).....	103
Tabla 22 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.).....	103
Tabla 23 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.).....	104



Tabla 24 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	104
Tabla 25 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	105
Tabla 26 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.).....	105
Tabla 27 (Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	106
Tabla 28 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.).....	106
Tabla 29 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	107
Tabla 30 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	107
Tabla 31 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	108
Tabla 32 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	108
Tabla 33 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	109
Tabla 34 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	109
Tabla 35 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	110
Tabla 36 (Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	110
Tabla 37 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	111
Tabla 38 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	111
Tabla 39 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	112
Tabla 40 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	112
Tabla 41 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	113
Tabla 42 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	113



Tabla 43 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	114
Tabla 44 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	114
Tabla 45 (Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	115
Tabla 46 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	115
Tabla 47 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	116
Tabla 48 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	116
Tabla 49 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	117
Tabla 50 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	117
Tabla 51 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	118
Tabla 52 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes).....	118
Tabla 53 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes).....	119
Tabla 54 (Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes).....	119
Tabla 55 (Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 0% de aditivo SOLIDRY).....	122
Tabla 56 (Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 1% de aditivo SOLIDRY).....	123
Tabla 57 (Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 2% de aditivo SOLIDRY).....	124
Tabla 58 (Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 3% de aditivo SOLIDRY).....	125
Tabla 59 (Procesamiento de datos del ensayo determinación de la granulometría del suelo).....	127
Tabla 60 (Procesamiento de datos del ensayo determinación de la granulometría del suelo).....	128
Tabla 61 (Procesamiento de datos del ensayo determinación de la granulometría del suelo).....	129



Tabla 62 (Procesamiento de datos del ensayo Determinación de límite líquido y plástico)	131
Tabla 63 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY).....	133
Tabla 64 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY).....	134
Tabla 65 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY).....	135
Tabla 66 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY).....	136
Tabla 67 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY).....	137
Tabla 68 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY).....	138
Tabla 69 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY).....	139
Tabla 70 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY).....	140
Tabla 71 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY).....	141
Tabla 72 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY).....	142
Tabla 73 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY).....	143
Tabla 74 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY).....	144
Tabla 75 (Cuadro resumen de resultados de CBR)	145
Tabla 76 (Cuadro resumen de los resultados de CBR).....	146
Tabla 77 (Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY)	148
Tabla 78 (Cuadro de resultados de densidad máxima seca)	149
Tabla 79 (Cuadro de valores de densidad máxima seca)	150
Tabla 80 (Tabla resumen de los valores de hinchamiento de las muestras del suelo).....	152



Índice de figuras

Figura 1 (Lugar de levantamiento de las muestras)	24
Figura 2 (Conjunto Pull de maquinarias)	41
Figura 3 (Conjunto de tamices)	43
Figura 4 (Aparato de limite liquido)	43
Figura 5 (Evolución de CBR)	45
Figura 6 (Materiales para el ensayo de CBR bajo la norma ASTM 1883)	47
Figura 7 (Curva de compactación Proctor Modificado).....	50
Figura 8 (Curva de densidad seca - humedad).....	50
Figura 9 (Figura de la arcilla en el microscopio).....	54
Figura 10 (Liquido CONSOLID 444).....	56
Figura 11 (Aditivo SOLIDRY).....	57
Figura 12 (Evolución del módulo de resiliencia).....	58
Figura 13 (Estados de esfuerzo en la subrasante por aplicación de carga vehicular)..	58
Figura 14 (Estados comparativa de evolución de esfuerzo y penetración).....	59
Figura 15 (Prueba de compactación de Proctor).....	70
Figura 16 (Ensayo de determinación del valor de soporte de california CBR).....	71
Figura 17 (Ensayo de determinación de la granulometría de los suelos).....	72
Figura 18 (Ensayo de determinación de los limites líquido y plástico).....	73
Figura 19 (Muestreo de suelo).....	77
Figura 20 (Muestreo de suelo).....	77
Figura 21 (Análisis granulométrico).....	78
Figura 22 (Análisis granulométrico).....	79
Figura 23 (Análisis granulométrico).....	79
Figura 24 (Ensayo de limites líquido y plástico).....	80
Figura 25 (Determinación del límite liquido).....	81
Figura 26 (Determinación del contenido de humedad).....	82
Figura 27 (Determinación del contenido de humedad).....	82
Figura 28 (Determinación del contenido de humedad).....	83
Figura 29 (Determinación del límite plástico).....	84
Figura 30 (Determinación del límite plástico).....	84
Figura 31 (Determinación del ensayo de Proctor).....	85



Figura 32 (Determinación del ensayo de Proctor).....	86
Figura 33 (Determinación del ensayo de Proctor).....	86
Figura 34 (Determinación del ensayo de Proctor).....	87
Figura 35 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0%).....	89
Figura 36 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0%).....	89
Figura 37 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0%).....	90
Figura 38 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0%).....	90
Figura 39 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo a 25 golpes).....	91
Figura 40 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo a 25 golpes).....	91
Figura 41 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo a 56 golpes).....	92
Figura 42 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo a 56 golpes).....	92
Figura 43 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo a 56 golpes).....	93
Figura 44 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo y 10 golpes).....	93
Figura 45 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo y 10 golpes).....	94
Figura 46 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo y 56 golpes).....	94
Figura 47 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo).....	95
Figura 48 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 2% de aditivo 25 golpes).....	95
Figura 49 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 2% de aditivo 56 golpes).....	96
Figura 50 (Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 3% de aditivo 25 golpes).....	96
Figura 51 (Resumen de valores de CBR).....	147
Figura 52 (Resumen de valores máximos de CBR).....	147
Figura 53 (Evolución del SOLIDRY).....	148
Figura 54 (Resumen del contenido de humedad).....	149
Figura 55 (Valores de la densidad máxima seca).....	150
Figura 56 (Valores del hinchamiento respecto a la cantidad del aditivo SOLIDRY)...	152



Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

Actualmente en la región del Cusco existe una demanda de vías de conexión y con ello existen una gran cantidad de variedades de suelos, entre ellos los suelos finos y arcillosos, éstos presentan características físico mecánicas muy bajas, por otro lado, existe una realidad compleja relacionada a factores económicos y sociales, que presenta un gran porcentaje de vías no pavimentadas que han sido construidas usando estos suelos arcillosos, lo cual genera problemas como la rápida deformación del afirmado, la poca eficiencia de uso para el transporte vehicular, el polvo contaminante que afecta al medio ambiente y la salud de los usuarios, además de diversos problemas adicionales, por lo que existe la necesidad de mejorar sus propiedades mecánicas.

Dentro de nuestro departamento del Cusco en Infraestructura vial del Sistema Nacional de carreteras por tipo de superficie, según por departamento del año 2022, tenemos un total de 18155.74 km en vías totales, de las cuales pavimentadas corresponden a 2469.92 km que representan el 13.6%, vías afirmadas corresponden a un total de 5895.32 km que representan el 32.47%, vías sin afirmar que corresponden a un total de 2387.9 km que representan el 13.15%, trochas carrozables que corresponden a un total de 6666.28 km que representa un 36.72%, y vías proyectadas que corresponden a un total de 736.32 km que representa el 4.06%. Como podemos observar en las estadísticas mostradas, entre trochas carrozables y vías sin afirmar representan el 49.87% de la infraestructura vial, por lo que la problemática de encontrar este tipo de suelo arcilloso que deben ser mejorados es muy alta dentro de la región del Cusco.

Podemos afirmar que el problema identificado se debe a la presencia de suelos arcillosos, en la región del Cusco. De acuerdo a mapas de zonificación geológica realizados por Baca, Vidal, Montañez y Malpartida (2019), existe la llamada formación lacustre de San Sebastián que se encuentra debajo del piso del valle de la ciudad del Cusco, por este motivo, existe presencia mayoritaria de suelos arcillosos en toda la ciudad del Cusco.

Por otro lado, Luza y Conto (2023) en su tesis, exponen que existen suelos arcillosos de expansividad baja, mediana y alta en diversas zonas urbanas de los distritos de Poroy, Santiago y Cusco, ya que se identificaron 521 puntos de análisis, en la mayoría de las zonas urbanas de los 3 distritos mencionados, en donde se encontraron suelos arcillosos, de donde se tomaron muestras y se determinaron sus límites líquido y plástico.



Según el estudio de “Zonificación Ecológica Económica del Cusco” (2005) realizado por el Gobierno Regional Del Cusco, se han identificado diversas zonas con presencia de suelos arcillosos en toda la región, las cuales se indican a continuación:

- Llanura de Valle Aluvial, conocida como la Pampa de Anta - provincia de Anta, con un área de 90.75 Km²
- Terrazas altas sin disección, con una superficie de 530.2 Km², en el sector del cuadrángulo de Quirengueti.
- Capas Rojas, Estos ocupan una superficie de 1762.06 km², Los mejores afloramientos se encuentran en Sicuani, también en las partes altas de Yanaoca, Huanoquite, margen Izquierda del río Vilcanota y otros.
- Formación Casablanca, Esta formación aflora en una superficie de 337.91 km², se encuentra mayormente en las laderas de los cerros Chosco, Cerro Cuparaya, cerro Ccoronuana y otros.
- Formación Pisquicocha, ubicada al SE de Livitaca, se presenta en una superficie de 214.51 km².
- Formación Ucayaly, con una una superficie de 168.55 km², Estos se pueden ver río arriba del Alto Urubamba al sur de Samiriato.
- Formación Yauri, con una superficie de 1163.09 km², Esta formación se puede encontrar en toda la cubeta de Espinar extendiéndose hasta la localidad de Checa y Quehue.
- Depósitos morrénicos fluvioglaciares, ubicado y cartografiado en toda la región del Cusco.
- Mahuayani (MA), se encuentra en una superficie de 846.44 Km², se localiza en ambos márgenes en la parte alta de Ocongate, Acomayo y Sangarará.
- Cuyo Miscelaneo (CU-MI), con una en una extensión de 6 227.83 Km², estos suelos se localizan en los sectores de la provincia de Anta, Cusco y áreas próximas a las localidades de Sicuani, Yanaoca y Huanoquite.
- Pomacanchi (POM), Ocupan una extensión de 14 527.04 Km², se localizan en algunos distritos de las provincias de Chumvivilvas, Espinar, Canchis y Pomacanchi, en las partes más altas.
- Langui Yauri (LA-YA), 1161.55 km², se ubican en los distritos de Langui, Layo, Checca, Kunturkanki, Pichigua, Alto Pichigua y Yauri.



- Zonas De Aptitud Minero No Metálico, los yacimientos se encuentran en forma dispersa a lo largo del territorio del departamento, pero tienen especial concentración en lugares como Espinar, Chumbivilcas, Quispichachis.

Por lo antes expuesto, se puede colegir que existen gran cantidad de suelos arcillosos, con presencia tanto en la ciudad del Cusco, así como en casi todas las provincias de la región, dichos suelos arcillosos con expansividad variable, generalmente no cumplen con las condiciones mínimas de resistencia.

La bibliografía previa indica que los suelos que requieren mejoras en sus propiedades mecánicas son los suelos finos y arcillosos, particularmente de la región del Cusco, lo cual provoca consecuencias perjudiciales que están relacionadas con mayor frecuencia a su resistencia y variabilidad volumétrica por el contacto y fácil absorción del agua. También se debe mencionar que los factores biológicos son capaces de modificar la composición interna de los suelos en mención, según Llamoga (2017)

Por otro lado, Mishra y Kumar (2018) indican que: los suelos cuyo índice de CBR es bajo, tienden a generar fisuras y grietas en el corto plazo en las carreteras a nivel de la superficie de éstas, y según lo cual, es de menester utilizar métodos para la mejora de las capacidades mecánicas del suelo, por lo cual se ha tomado como muestra el suelo arcilloso extraído de la zona de chimpahuaylla, para poder dar alcances o alternativas de solución frente a esta problemática latente, qué como se ha visto, está presente en toda la región del Cusco, en donde múltiples vías de comunicación o carreteras, están construídas sobre estos terrenos como presencia de Arcilla.

La presente investigación tiene como objetivo la mejora de las propiedades mecánicas mediante la adición del aditivo SOLIDRY del sistema CONSOLID.

Se evaluarán los resultados de la adición controlada del aditivo SOLIDRY, porque así podremos ver la evolución de las propiedades físico mecánicas de los suelos arcillosos cuando son adicionados con el aditivo en mención, en porcentajes de 1%, 2% y 3% teniendo como muestra base el 0%, es decir, suelo sin incremento de aditivo.



La ubicación geográfica de la extracción de la muestra se desarrollará como indica la tabla 1 y en la figura 1.

Tabla 1

<i>Ubicación Geográfica del punto de extracción de las muestras</i>	
Región	Cusco
Provincia	Cusco
Distrito	San Jerónimo
Altura	3452 m.s.n.m.
Coordenadas	19 L185815.08 m
	E 8500445.29 m

Nota: Elaboración propia

Figura 1

Lugar de levantamiento de las muestras



Nota: Elaboración propia, Figura extraída de Google Earth



1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general

¿En qué medida influye el aditivo Solidry en las propiedades físico mecánicas de suelos arcillosos extraídos de la zona de Chimpahuaylla, San Jerónimo?

1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

1. ¿En qué medida existen efectos en el índice de CBR al 100% de los suelos arcillosos con la adición del Solidry?

2. ¿En qué medida existen efectos en la humedad óptima de los suelos arcillosos adicionados con Solidry, con el ensayo de Proctor modificado?

3. ¿Cuál será la variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos adicionada con el aditivo Solidry?

4. ¿Cuál será la variación del módulo resiliente del suelo arcilloso, con la adición del Solidry?

5. ¿Cuál será la variación del hinchamiento con la adición del Solidry?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación por relevancia

Existe un mercado importante de estabilizantes químicos por lo que es relevante que este mercado no se centre en solo insumos puntuales como son el cemento y la cal; sino también estén abiertos a nuevos insumos como el que se propone en la presente investigación ya que nos abre las puertas hacia un mayor conocimiento sobre este tipo de aditivos y como posibles opciones viables.

En nuestra región existe una gran cantidad de vías con suelos arcillosos, los cuales deben ser mejorados como también la demanda para la construcción de más vías debido a la gran demanda demográfica existente en nuestra región, debido a esto se propone un nuevo aditivo que es accesible y es de fabricación industrial, siendo usado en otros países con diferentes climas y suelos distintos, es por ello que es importante esta investigación sobre este aditivo en nuestra localidad para este tipo de suelos, ya que nos mostrara nuevas opciones para el mejoramiento de suelos arcilloso con inadecuadas propiedades físicas y mecánicas dentro de nuestra región y no depender de estabilizantes tradicionales mencionados anteriormente como son la cal y cemento.



1.2.2. *Justificación por viabilidad*

Tanto en la zona de extracción de muestras, que se ubicará en San Jerónimo en la zona de Chimpahuaylla y de la cual, a la fecha se tienen los permisos para el uso y evaluación del suelo arcilloso, tanto los insumos, los cuales existen en la ciudad del Cusco, así como el Solidry, y finalmente, el laboratorio en conjunto con los equipos que se usarán son accesibles en la ciudad del Cusco, además se tienen los recursos económicos para realizar la extracción del suelo, la adquisición del aditivo y los ensayos en laboratorio; por otro lado, se tienen los conocimientos necesarios para el correcto desarrollo de la investigación que se viene realizando y por último, se cuentan con los instrumentos de laboratorio correspondientes, por lo que la presente investigación será viable.

1.2.3. *Justificación técnica*

La presente investigación desarrollará la influencia del Solidry en la evaluación de las propiedades físico - mecánicas del suelo, con ello se podrá plantear un nuevo insumo para modificar de manera positiva las propiedades de los suelos arcillosos contribuyendo con la expansión de conocimiento de los suelos arcillosos y el comportamiento de éste con el aditivo SOLIDRY, por lo tanto, la ingeniería civil se verá beneficiada con este aporte, puesto que existen múltiples problemas relacionados con los suelos arcillosos, ya que sobre estos, la ciencia actual todavía tiene bastantes incógnitas, de tal forma que, con la presente investigación se pretende colaborar para ampliar al menos un poco más, la literatura sobre el particular, en donde el uso de los hallazgos de esta investigación, puede ser de utilidad para las prácticas ingenieriles de nuestro ámbito territorial.

1.2.4. *Justificación social*

Con la presente investigación contribuiremos al estado del arte de las investigaciones en suelos y geotecnia por lo que será de aporte para los futuros tesis que deseen ahondar más en esta rama, siendo un nuevo aditivo el cual tiene mucho por ser estudiado y analizado en diferentes circunstancias, para los cuales se pone como primer paso esta investigación para un estudio a mayor profundidad sobre este aditivo.

Hoy en día debido al crecimiento demográfico en nuestra región del Cusco, van surgiendo nuevos centros poblados, comunidades campesinas las cuales necesitan conectarse con el resto de ciudades importantes para poder tener acceso al desarrollo económico y tecnológico, por tal motivo es necesario la conexión de nuevas vías y/o mejorar las existentes ya que presentan suelos arcillosos, las cuales deben mejorarse, de esta forma siendo



beneficiarios la población más alejada que necesita seguir conectarse con el mundo para su futuro crecimiento y desarrollo.

Al proponer nuevos estabilizantes químicos, incrementaremos el mercado para que en un futuro exista mayor competencia por lo que no seremos dependientes de materiales ya conocidos y si estos llegasen o no a terminarse, el presente proyecto de tesis se podrá usar como una alternativa para estabilizar los suelos arcillosos, beneficiando así a la sociedad en su conjunto, la cual podrá proveer el aditivo en mención (SOLIDRY) y ayudando a las futuras vías a que estas se puedan desarrollar en su construcción con total normalidad, contribuyendo así a la sociedad futura que tendrá este aditivo para el mejoramiento del suelo. En ese sentido, esperamos que el mercado de abastos se beneficie con esta nueva oferta, por otro lado, en el futuro, los ciudadanos usuarios de nuevas vías o edificaciones, cuyo suelo haya sido mejorado con este aditivo, también serán beneficiados; Finalmente, el estado, encargado del mantenimiento de vías, también será beneficiado ante la mayor durabilidad de las mismas por la mejora del terreno de fundación.

1.3. Delimitaciones de la investigación

1.3.1. Delimitación geográfica

El presente trabajo de investigación se desarrollará en la ciudad del Cusco, tanto la extracción de la muestra y la obtención de los datos por lo que la limitante geográfica se mantendrá en la región del Cusco, ciudad del Cusco y el distrito de San Jerónimo.

1.3.2. Delimitación normativa

El presente trabajo de investigación tendrá como limitación normativa a:

- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Manual de ensayo de materiales.
- Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (sección suelos y pavimentos).
- Manual de carreteras especificaciones técnicas generales.

1.3.3. Delimitación del material extraído

El presente trabajo de investigación se centrará en la arcilla extraída del distrito de San Jerónimo en la zona de Chimpahuaylla.



1.3.4. Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación evaluará la adición del SOLIDRY, en función de los porcentajes 1%, 2% y 3%, en el ensayo del Californian Bearing Ratio (CBR).

Según la Oficina Nacional de Normalización de la Dirección de Normalización del Ministerio de la Construcción y Diseño, Ciudad Habana (2016), “la adición del aditivo sólido SOLIDRY se realizará en proporción del 2% en peso de la masa del suelo a tratar” (p. 4). En ese sentido se tomará un porcentaje superior e inferior para poder investigar la evolución del estabilizante.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar los efectos físico-mecánicos de los suelos arcillosos, al ser adicionados con Solidry del Sistema Consolid.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Determinar los efectos mecánicos en el índice CBR al 100% de los suelos arcillosos, al ser adicionados con Solidry.
2. Determinar los efectos físicos en la humedad óptima de los suelos arcillosos, al ser adicionados con Solidry.
3. Determinar la variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos adicionada con el aditivo Solidry.
4. Examinar la variación del módulo resiliente del suelo arcilloso con la adición del Solidry.
5. Determinar la variación del hinchamiento de los suelos arcillosos con la adición del Solidry.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la tesis

2.1.1 Antecedentes a Nivel Nacional

a) Ccopa Estrada y Fernández Gonzales (2018) en su tesis de titulación denominada **“Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de un suelo natural, comparado con un suelo estabilizado con el sistema consolid en la carretera**



Ollantaytambo en el tramo 0+000 – 1+000. Distrito Ollantaytambo, provincia Urubamba, región Cusco, 2018” publicada por la Universidad Andina del Cusco, en la ciudad del Cusco.

¿En qué consiste la investigación?

El presente estudio se enfoca en analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo in situ en la carretera Ollantaytambo, específicamente en el tramo que abarca desde el punto 0+000 hasta el punto 1+000, ubicado en el distrito de Ollantaytambo, provincia de Urubamba, Región Cusco. Esta carretera no cuenta con pavimentación y solo presenta una capa de afirmado. Debido a su ubicación en una zona arqueológica, no es posible intervenir a una profundidad mayor de un metro.

El suelo existente en la carretera Ollantaytambo no cumple con las especificaciones requeridas para su uso en la construcción vial. Por lo tanto, esta investigación se centra en la estabilización del suelo mediante el uso de materiales in situ y la aplicación del Sistema Consolid. Además, se ha incorporado el aditivo Solidry para mejorar la impermeabilidad del suelo.

Para comparar los valores de las propiedades físico-mecánicas, se realizaron los siguientes ensayos siguiendo las normas del MTC, ASTM y AASHTO:

1. Granulometría: Determinación del tamaño de las partículas del suelo.
2. Límites de Atterberg: Medición de los límites de consistencia (límite líquido, límite plástico y límite de contracción).
3. Proctor modificado: Evaluación de la densidad máxima y contenido óptimo de humedad.
4. CBR (California Bearing Ratio): Evaluación de la resistencia del suelo a la penetración.
5. Permeabilidad: Medición de la capacidad del suelo para permitir el flujo de agua.
6. Abrasión: Evaluación de la resistencia del suelo al desgaste.

Como solución propuesta, se considera la aplicación del Sistema Consolid en diferentes proporciones de C444 (0.04%, 0.10% y 0.50%) con respecto al peso del suelo. El objetivo es evaluar las posibles variaciones y determinar la dosificación óptima de C444 específica para la carretera Ollantaytambo, teniendo en cuenta sus características



particulares. Además, se ha incorporado el aditivo Solidry en una proporción estándar del 1.5%, siguiendo las recomendaciones basadas en experiencias previas con este impermeabilizante

Objetivo general

Analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo in situ en la carretera Ollantaytambo, específicamente en el tramo 0+000 – 1+000 del distrito de Ollantaytambo, provincia de Urubamba, en la Región Cusco.

Metodología

La metodología utilizada para la tesis es de tipo cuantitativa y la investigación es de nivel descriptivo, con un diseño de investigación experimental.

Población

La población de este estudio de estabilización del suelo en la carretera Ollantaytambo se refiere al suelo in situ presente en el tramo específico de la carretera. Es decir, el suelo natural que se encuentra en la zona de estudio.

Muestra

Consistió en las muestras de suelo recolectadas directamente del área de la carretera Ollantaytambo que se analizaron en el laboratorio.

Resultados

Dosificación del 0.04% de C444:

Se observó un ligero aumento en los valores de resistencia del suelo (CBR) de aproximadamente 5% respecto al suelo natural.

No se produjeron alteraciones significativas en otras propiedades físico-mecánicas.

Dosificación del 0.10% de C444 (óptima respecto al peso del suelo):

Se registró un incremento notable en los porcentajes de CBR de aproximadamente 20% con respecto al suelo natural.

La adición de Solidry mejoró aún más la resistencia del suelo al disminuir significativamente su permeabilidad.

Dosificación del 0.50% de C444:



A pesar de un aumento en la resistencia del suelo, se observaron alteraciones en otras propiedades.

Esto sugiere que dosificaciones más altas de C444 pueden afectar negativamente algunas características del suelo.

Conclusiones

Los resultados indicaron que la mejor dosificación de C444 es del 0.10% respecto al peso del suelo. Al agregar esta dosificación, se observó un aumento en los porcentajes de CBR. Además, la adición de Solidry mejoró aún más la resistencia del suelo al disminuir significativamente su permeabilidad. Sin embargo, dosificaciones más altas de C444 (como la de 0.50%) resultaron en alteraciones en las propiedades del suelo.

Relación del antecedente con la presente tesis.

Principalmente se relaciona con la investigación, en el aspecto de adicionar el mismo aditivo estabilizante de suelos, es decir, el sistema CONSOLID, y analizar la evolución de las propiedades físico - mecánicas del suelo. En cuanto al porcentaje de SOLIDRY recomendado por el antecedente de 1.5% respecto al peso de muestra, se ha tomado como base esa recomendación para comparar y tener porcentajes adecuados de evaluación.

El antecedente se relaciona también con la investigación en cuanto al proceso de evaluación de las muestras, que inicia con la caracterización y clasificación del suelo. De la misma forma se ha iniciado la caracterización de las muestras en la presente tesis.

b) Chamba de la Cruz (2021) en su tesis titulada “**Análisis comparativo de estabilización para el mejoramiento de subrasante entre el uso del cloruro de sodio y el sistema consolid en zonas urbanas no pavimentadas de la urbanización el parral del distrito de la victoria, 2020**” publicada por la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, Chiclayo.

¿En qué consiste la investigación?

Esta tesis parte de la identificación de la problemática actual en la región de Lambayeque, acerca de la poca capacidad portante de suelos en las carreteras de dicha región, por lo que, se ha llevado a cabo una investigación centrada en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante de un pavimento en la Zona Norte del Perú. En este



estudio, se ha incorporado cloruro de sodio y un aditivo denominado “sistema Consolid”. La evaluación se ha realizado en la Urb. El Parral, ubicada en el distrito de La Victoria. El objetivo principal es comparar dos aditivos con sus respectivas dosificaciones y analizar los efectos de un aditivo iónico en comparación con un estabilizador convencional. Las dosificaciones utilizadas fueron del 2%, 6%, 10% y 15% para el cloruro de sodio, mientras que para el CD444 se añadió un 0.045% junto con 1%, 1.5% y 2% de Solidry. Se realizaron cuatro calicatas utilizando técnicas y programas, así como ensayos físicos y mecánicos en el laboratorio. Los resultados indicaron que la dosificación óptima para el cloruro de sodio fue del 6% más terreno natural, obteniendo un CBR del 44% con una máxima densidad seca de 1.882 gr/cm³. Por otro lado, para el sistema Consolid, la combinación CD444+2% de Solidry mostró un CBR del 55.07% con una máxima densidad seca de 1.817 g/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 11.26%. Finalmente, se presentó la solución básica que resultó ser de menor costo y con mejores propiedades.

Objetivo general

comparar dos aditivos con sus respectivas dosificaciones y analizar los efectos de un aditivo iónico en comparación con un estabilizador convencional.

Metodología

Esta investigación es de tipo explicativo, lo que significa que no solo se limita a responder preguntas o describir un problema, sino que también busca resolver las causas o fenómenos que han dado origen a la investigación, ya sea en el ámbito físico o social. Se enfoca en relacionar una o más variables dependientes para resolver los enigmas presentes en el estudio, y se clasifica como un nivel de investigación cuasiexperimental.

Población

En esta investigación la Población de estudio son las calles no Pavimentadas de la Urbanización El Parral del distrito de la Victoria.

Muestra

La muestra consiste en 4 calicatas con las cuales se determinarán las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Resultados

La dosificación óptima encontrada para el cloruro de sodio fue del 6%, junto con terreno natural. Se obtuvo un CBR (California Bearing Ratio) del 44% y una máxima



densidad seca de 1.882 g/cm^3 . Para el sistema Consolid, la combinación del CD444+2% de Solidry mostró un CBR del 55.07%, con una máxima densidad seca de 1.817 g/cm^3 y un contenido de humedad óptimo del 11.26%.

Conclusiones

- La dosificación óptima para el cloruro de sodio fue del 6%, junto con terreno natural.
- Para el sistema Consolid, la combinación del CD444+2% de Solidry mostró mejores resultados.

Relación del antecedente con la presente tesis.

El antecedente se relaciona con nuestra investigación en el aspecto de haber probado y medido los efectos físico mecánicos del sistema consolid, en particular del aditivo SOLIDRY, en suelos arcillosos, y como en la presente tesis también se evalúan suelos arcillosos, la información hallada en dicho antecedente es valiosa para el planteamiento de nuestras hipótesis, puesto que, se podía al menos premeditar a groso modo, el comportamiento del suelo arcilloso usado en la investigación, en aplicación del mismo aditivo intuyendo un comportamiento similar. Por otro lado, los ensayos usados para determinar estos efectos físico mecánicos fueron los mismos que se usaron en la investigación, lo cual respalda el criterio escogido como diseño de ingeniería, con lo que, se reafirma que estos ensayos son suficientes para conseguir los objetivos trazados en la tesis de investigación.

c) Huamán y Rojas (2019) en su tesis titulada “**Análisis del uso del Sistema Consolid, para el mejoramiento de base granular existente, en una pista de aterrizaje, Chanchamayo, 2019**” publicada por la Cesar Vallejo, Lima.

¿En qué consiste la investigación?

El presente antecedente tuvo como objetivo de investigación, analizar la posibilidad de mejorar la base granular existente (aumentando su resistencia al esfuerzo cortante) en una pista de aterrizaje utilizando el Sistema Consolid.

En este contexto, la investigación se estableció como explicativa experimental. Se analizó la relación entre variables, utilizando como población de estudio la base granular existente en toda el área de la pista de aterrizaje de la Base Aérea Capitán de la Fuerza



Aérea del Perú, Leonardo Alvarino Herr, que tiene una longitud de 980 metros, un ancho de 30 metros y un espesor de 0.20 metros.

Los resultados indican que es posible mejorar la base granular existente en la pista de aterrizaje, lo que se refleja en un aumento del CBR (California Bearing Ratio) y una disminución del Índice de Plasticidad (IP).

Hasta el año 2014, la pista de aterrizaje de la Base Aérea de San Ramón de la Fuerza Aérea del Perú estaba en un estado de deterioro debido a las lluvias constantes y la falta de mantenimiento preventivo oportuno, lo que afectaba su funcionalidad.

En 2015, se llevó a cabo un estudio de la estructura del pavimento de la pista de aterrizaje con el objetivo de restaurar su operatividad. Se optó por construir un pavimento flexible, reutilizando la base granular existente y aplicando el Sistema Consolid.

En resumen, esta investigación demuestra que es factible mejorar la base granular en una pista de aterrizaje utilizando el Sistema Consolid, lo que contribuye a su funcionalidad y cumplimiento de estándares.

Objetivo general

analizar la posibilidad de mejorar la base granular existente en una pista de aterrizaje, sin la necesidad de usar materiales de préstamo.

Metodología

El antecedente tiene un tipo de investigación explicativo, experimental.

Población

La población es la totalidad de la pista de aterrizaje capitán de la Fuerza Aérea del Perú Leonardo Alvarino Herr, ubicada en San Ramón, Chanchamayo.

Muestra

Se tomó a la población en su totalidad como muestra.

Resultados

- Al utilizar una dosificación del 1% del producto, se obtuvo un índice de CBR de 108.10%, valor que cumple con los parámetros requeridos. Estos



parámetros son establecidos tanto por la FAA (Administración Federal de Aviación) como por la MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

- Se obtuvo un índice de plasticidad (IP) de 3.39 con 1% de aditivo Solidry.

Conclusiones

Después de analizar los resultados, se puede afirmar que la aplicación del Sistema Consolid, en una dosificación del 1% del aditivo Solidry, mejora significativamente la base granular existente en la pista de aterrizaje. Esta mejora se traduce en un aumento del 180% en la resistencia al esfuerzo cortante (CBR). Además, se observa una reducción superior al 60% en el Índice de Plasticidad (IP). Es importante destacar que se logra este mejoramiento sin necesidad de utilizar material adicional de préstamo.

Relación del antecedente con la presente tesis.

El antecedente guarda relación con la presente investigación en el sentido de utilizar el mismo método de mejoramiento de suelos, es decir, un método químico, con el uso del mismo aditivo, en este caso, el Solidry del sistema consolid, y no hacer uso de materiales de préstamo adicionales para cambiar las propiedades físicas del suelo.

También se ha utilizado el antecedente en cuanto a la incidencia que hace en el índice de plasticidad (IP), en donde muestra que el uso del aditivo Solidry reduce el valor de este índice, lo que hace que el control del contenido de humedad del suelo sea más estable a lo largo del tiempo, y justamente es una de las cualidades que más se buscaba de un aditivo para ser usado en suelos arcillosos, por la poca permeabilidad y gran capacidad de absorción de agua que estos presentan, lo que a su vez conlleva a múltiples problemas como asentamientos o expansiones.

2.1.1 Antecedentes a Nivel Internacional

a) Castro y Manzaba (2022) en su tesis denominada: “**Evaluación del comportamiento de materiales estabilizados con el sistema CONSOLID**”. Publicada en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).

¿En qué consiste la investigación?

Presentada en la Universidad Estatal Península de Santa Elena “El presente tema de investigación tuvo el objetivo de evaluar un conjunto de materiales los cuales fueron estabilizados con el Sistema Consolid, para lo cual primera mente se tuvo que determinar las



propiedades mecánicas de los materiales granulares utilizados para bases y sub bases mediante ensayos de laboratorios, para estabilizar estos material utilizado en la provincia de Santa Elena calculando la dosificación óptima para estos suelos con la adición del componente C-444 y del Solidry del sistema Consolid, llegando a las dosificaciones del 0.04 de la densidad seca máxima para el componente C-444 y dosificaciones de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% para el componente del Solidry, todo estas dosificaciones dadas en función del peso de la muestra del suelo. A través de los ensayos se demostró que este aditivo mejoro la capacidad portante del CBR y en algunos casos en ensayos individuales llegando hasta una mejora de más del 100%, con respecto a la resistencia a la compresión llegando hasta un 26.74 kg/cm² y también disminuyendo el índice de plasticidad de los suelos estudiados hasta en un 90%. En general este estudio realizado concluye que las propiedades de los suelos estudiados mejoran con la adición del del Sistema Consolid compuesta por 2 componentes el Solidry y el C-444, llegando a cumplir con lo exigido en el Ministerio de Transporte de Obras Públicas para bases, subbases y mejoramiento de subrasante”.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de materiales estabilizados en suelos mediante el sistema Consolid.

Metodología

La metodología utilizada para la investigación fue el hipotético-deductivo ya que las hipótesis son el punto de partida, donde estas hipótesis son comprobadas y verificadas, el nivel de investigación es explicativo ya que este estudio se centra en determinar el por qué ocurre un fenómeno o porque dos o más variables están relacionadas.

Resultados

Según los datos obtenidos, este suelo al inicio no cumple con lo requerido mínimamente según las especificaciones del MTOP, es decir el CBR < 80% para base y el CBR < 30% para la subbase, logrando llegar a un CBR máximo del 78.24%, cumpliendo el porcentaje necesario de CBR para subbase pero no para la base, pero una vez agregado el sistema Consolid logran obtenerse valores que cumplen los requerimientos necesarios exigidos por el MTOP, en este caso para la adición del 1.5% del sistema Consolid logrando un CBR máximo de 231.22% el cual cumple con los requerimientos necesarios del MTOP.

Conclusiones

Al momento de determinar la dosificación del sistema Consolid de los suelos de estudio se encontró que las dosificaciones de C-444 y Solidry cumplen las exigencias del Manual de Laboratorio con valores de 0.5100 a 0.7564 l/m³ de C-444 y 0.5%, 1.0%, 1.5 y 2.0% del peso



de la muestra respecto al Solidry, el sistema Consolid en proporciones óptimas de sus componentes logran mejorar las propiedades de los suelos de estudio, pudiendo ser usados tanto para bases, subbase y mejoramiento de la subrasante, debido a que logran cumplir con lo pedido en las normas técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.

Relación del antecedente con la presente tesis.

Este antecedente se relaciona con nuestra investigación en el aspecto de haber utilizada uno de los componentes del sistema Consolid, en este caso el componente denominado SOLIDRY, para la estabilización de materiales para el uso en bases y subbases, siendo el principal aporte de esta investigación relacionada con nuestra tesis en el aspecto de adicionar un porcentaje de aditivo estabilizante de suelos en porcentajes del 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, analizar la evolución de las propiedades físico mecánicas del suelo y proponer los porcentajes de la adición del SOLIDRY en nuestra investigación, optando por valores de 1%, 2% y 3% respectivamente, las cuales son comparadas con el valor base, siendo este el suelo sin adición del aditivo SOLIDRY y ver cuanto aumenta el índice CBR en comparación del aditivo en mención.

b) Aguirre y Prado (2012) en su tesis denominada: **“Estabilización de la Subrasante en la vía Cuicocha – Apuela del KM 32 al KM 38, Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, utilizando el sistema Consolid”**, publicada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

¿En qué consiste la investigación?

Presentada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador “Esta investigación consiste en la aplicación del sistema Consolid para la estabilización de un tramo en la vía Cotacachi – Apuela, para poder tener una opción dentro del proceso constructivo para otras vías, pretendiendo plantear una opción nueva dentro de lo que es estabilización de suelos, en este caso un tipo de suelo trópico – andino, con el objetivo de mejorar el comportamiento mecánico de los suelos como también sus propiedades para la subrasante, de tal forma que mejore estas propiedades mecánicas para que el suelo sea adecuado para el diseño y colocación de la capa de rodadura únicamente, de tal manera dejar de colocar la capa de sub-base y base granular las cuales se colocan de forma general para las vías.

Objetivo general

Estimar y cuantificar la variación en el valor del CBR y el índice plástico, entre el suelo natural y el suelo tratado con el sistema Consolid.

Metodología



La metodología utilizada para la tesis es de tipo cuantitativa y la investigación es de nivel descriptivo, el método de la investigación es de Hipotético – Deductivo.

Resultados

Dentro de los resultados obtenidos tenemos los porcentajes de CBR en terreno natural con calicatas en los puntos: 32+600, 32+500, 34+700, 35+700, 36+700 y 37+700, con porcentajes respectivos de 17.21%, 19.92%, 15.97%, 4.47%, 7.79% y 8.72%, al momento ser agregados con el Sistema Consolid al sumergir el suelo inmediatamente, se obtienen valores respectivos para cada punto de calicata de 48.59%, 27.33%, 35.15%, 27.62%, 17.3% y 15.43% en el cual vemos un incremento considerable del valor del CBR con la adición del Sistema Consolid compuesto del C-444 y del Solidry.

Conclusiones

Los suelos finos presentan el mayor aumento proporcional a su CBR inicial. Así que el tipo de suelo con un mayor aumento del porcentaje de CBR es el de tipo MH con un aumento aproximado con respecto de su CBR inicial de 6 veces ese valor.

Los índices que obtuvieron de CBR con el procedimiento sugerido según el manual del Consolid son menores en comparación de los procedimientos estándares, teniendo una variación casi del 50%. Considerando que el procedimiento estándar la cual está en el manual técnico de Ecuador es buscar un factor de seguridad ya que sabemos que no se pueden diseñar con el 100% de la resistencia del suelo.

Relación del antecedente con la presente tesis.

Su relación principal de esta investigación, es el de utilizar el Sistema Consolid como aditivo para la estabilización de suelos naturales y comparar los valores de sus propiedades físico mecánicas de esta suelo natural con una adicionado con este aditivo, en nuestro caso solo utilizando el SOLIDRY, siendo el principal aporte de esta publicación para la tesis que se está desarrollando, el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas, como el desarrollo de los procedimientos de laboratorios que serán utilizados como son el ensayo de CBR para calcular el índice y comparar la evolución de los resultados en función de un suelo natural que es de tipo fino de alta plasticidad como del tipo arcilloso, dando resultados positivos en cuanto al aumento del valor del CBR hasta en 6 veces mayor que su valor inicial, para lo cual fue aplicada en diferentes tipos de suelos entre ellos suelos finos que se relaciona con los suelos arcillosos de nuestra investigación, dándonos mayor seguridad con respecto a la veracidad de las hipótesis planteadas en nuestra investigación y los resultados que esperamos obtener.



c) Jácome y Ortiz (2022) en su investigación denominada: “**Estabilización de un suelo de subrasante de carretera con el Sistema Consolid**”. Presentada por la Revista científica de “INGENIER: Ingeniería, Tecnología e Investigación”.

¿En qué consiste la investigación?

En esta investigación se utilizó el sistema Consolid para la estabilización de un suelo usado para la subrasante, para lo cual se procedió a realizar una calicata ubicada en el sector de la parroquia Colón, provincia de Manabí, de la cual se extrajo material para realizar todos los ensayos pertinentes basados en la norma de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos como son la AASHTO – T.88_ASTM D 422, AASHTO – T.89_ASTM D 4318, AASHTO – T.180_ASTM D 1557, AASHTO – T.193_ASTM D 1883. Donde los resultados obtenidos dieron un índice de CBR para suelo natural de 2.12% y con un esponjamiento de 8.36%, esta muestra de suelo es inalterada, posteriormente se adiciono el aditivo Consolid en diferentes porcentajes, para lo cual se elaboró 9 cilindros agregando cada componente del sistema Consolid en porcentajes como son: para el C-444 de 0.032% del peso del suelo y para el Solidry un porcentaje del 1.5% del peso del suelo, estos valores asumidos para la investigación fueron tomados del manual de especificaciones técnicas del aditivo. A las primeras muestras se les añadió el porcentaje de aditivo y se sumergió de forma directa como lo indica la norma AASHTO – T.193_ASTM D 1883, posteriormente a la compactación se sumergirá las muestras por un periodo de 72 horas para finalmente realizar el ensayo de capacidad portante del suelo (CBR), dándonos un valor aproximado de 8.3% y un esponjamiento de la muestra del 2.08%. Estos moldes fueron curados en seco por un tiempo de 72 horas, obteniendo resultados de un 20% de CBR, mientras los últimos cilindros fueron sometidos en sus peores condiciones, después de su compactación al ser sumergidos por 72 horas y un curado en seco de 72 horas llegando a un índice de CBR de 12.4% y un esponjamiento de 1.15%.

Objetivo general

Establecer una nueva técnica de estabilización en suelos utilizados para subrasantes, que mejore tanto las características del suelo sus propiedades y su capacidad de soporte lo que conlleve a tener en un futuro vías con mejor trabajabilidad estructural y que garantice mayor tiempo de vida útil de estos y conectar todos los centros poblados para un mejor desarrollo tanto comercial y económico.

Metodología

La metodología utilizada en esta investigación es de tipo mixto es decir cuantitativo y cualitativo y de diseño experimental.



Resultados

Dentro de los resultados obtenidos con los ensayos de laboratorio para hallar el índice de CBR del terreno natural sin aditivo tenemos un 2.12% de CBR y un esponjamiento del 8.36%, posteriormente agregando el aditivo en un 0.032% del C-444 y un 1.5% de Solidry, se obtienen valores de CBR de 20% con tiempo de curado y sin inmersión, y un valor de CBR de 12.40% con tiempo de curado en inmersión.

Conclusiones

El porcentaje óptimo del Sistema Consolid en función de sus componentes para estabilizar suelos MH (limo de alta plasticidad) y A-7-5 (suelo arcilloso), es de 0.032% del peso del suelo y el porcentaje óptimo del Solidry para estos tipos de suelos mencionados anteriormente es del 1.5% del peso del suelo, el cual aumenta su índice de CBR de 2.12% del terreno natural hasta un 12.40% con la adición de estos aditivos mencionados llegando a una mejor casi de 6 veces con respecto a su valor inicial.

El sistema Consolid genera resultados satisfactorios para mejorar las propiedades de suelos de subrasante para carreteras, ya que la hace impermeable a la acción que genera el agua y aumentando sus propiedades como es la capacidad de soporte de este tipo de suelos.

Relación del antecedente con la presente tesis.

El aporte principal de esta investigación presentada es el de mejorar suelos finos (suelos tipo limoso de alta plasticidad y suelos finos arcillosos) con la adición del Sistema Consolid, en este caso mejorar sus propiedades mecánicas en función de este aditivo químico para poder tener una nueva opción en lo que es estabilización de suelos, que no cumplen con las condiciones necesarias para una vía, tomando como base el índice de CBR para ver en cuanto aumenta o mejora su capacidad de soporte de los suelos en mención, mostrándonos un procedimiento del cual podemos tomarlo de guía para el desarrollo de nuestra investigación y proporcionar en base a sus resultados la adición del porcentaje del aditivo, en este antecedente se optó por tomar lo que sugiere en el manual del Sistema Consolid que es del 1.5% del peso de la muestra, la cual se tomó como base para poder realizar la investigación, siendo en nuestro caso los porcentajes de adición del aditivo SOLIDRY del 1%, 2% y 3%.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estabilización de suelos

La estabilización de suelos es un procedimiento que tiene gran importancia para el presente proyecto, ésta se basará en los cambios físicos y su posterior análisis, Según Dirección



general de caminos y ferrocarriles (2013), “La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos” (p. 107). En ese sentido los procedimientos de estabilización generarán un cambio en sus propiedades físicas.

La estabilización de suelos o también denominada el mejoramiento de suelos, es la variación de las propiedades físico - mecánicas, mientras que Braja M. Das. (2014) plantea que, la estabilización de suelos incluye también, a las variaciones de las propiedades físico químicas, por lo que el mejoramiento de suelos se puede determinar en 2 grandes categorías, las cuales son: mejoramiento de suelos físicamente y químicamente.

En ese entender se puede colegir de la información presente, que la estabilización de suelos es un proceso o conjunto de procedimientos, los cuales, tienen por objetivo el cambio físico y químico de los suelos y que, en base a estos, los suelos que estarán en evaluación, tendrán mejoras en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas.

Figura 2: Pull de maquinarias



Nota: La figura muestra las maquinarias para una aplicación en carretera de una compactación mecánica. Fuente: Wirtgen Group (2020)

Mecanismos convencionales para la estabilización de suelos

Existen varios medios para mejorar la condición de un suelo que ha de ser utilizado para bases y sub bases, (Garnica Anguas, Gómez López, & Sesma Martínez, 2002) los dividen en 3 grupos:

a) Procedimientos mecánicos (compactación):

- Amasado (rodillos pata de cabra)
- Impactos de carga (pisones)



- Presión estática (rodillos lisos y neumáticos)
- Vibración (rodillos vibratorios)
- Métodos mixtos (combinación de los métodos anteriores)

b) Procedimientos químicos (estabilizaciones):

- Cal
- Cemento Portland
- Ceniza Volante (Fly Ash)
- Asfaltos
- Otros

c) Procedimientos físicos:

- Mezcla (suelo con suelo)
- Confinamiento (suelos friccionantes)
- Consolidación previa (suelos finos arcillosos)
- Vibroflotación

2.2.1.1 Ensayos

Los ensayos serán los procedimientos de análisis de las muestras, las cuales nos darán los indicadores en sus resultados y estos serán:

2.2.1.1.1 Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E 107

El análisis granulométrico tiene por objetivo la clasificación de las partículas por sus diferentes dimensiones, esto una vez ejecutada la acción de tamizar las muestras, y con ello poder ver los tipos de dimensiones que poseerá una muestra representativa de material.



Figura 3: *Conjunto de tamices*



Nota: la figura muestra un conjunto de tamices. Fuente: propia

2.2.1.1.2. Limite liquido ASTM D-4318, MTC E 110

El límite líquido será un ensayo destinado a saber el porcentaje de agua, el cual será caracterizado por ser la frontera entre los estados líquido y plástico. Se determina mediante ensayos de laboratorio y se expresa como un porcentaje de humedad en relación con el peso seco del suelo. Este parámetro es crucial en la clasificación y evaluación de la plasticidad de los suelos en ingeniería geotécnica, proporcionando información valiosa para el diseño de cimentaciones y la comprensión del comportamiento del suelo.

Para el cálculo del límite se usará el equipo que se aprecia en la figura 4

Figura 4: *Aparato de limite liquido*



Nota: La figura es el aparato de casa grande. Fuente: Propia



Tabla 2: Relación entre el grado de expansión y el límite líquido según Dakshanamurthy y Raman (1973)

Límite Líquido (%)	Grado de Expansión
0-20	No hay hinchamiento
20-35	Bajo hinchamiento
35-50	Hinchamiento medio
50-70	Alto hinchamiento
70-90	Hinchamiento muy alto
mayor que 90	Hinchamiento extra alto

Fuente: (Shuan, 2004)

2.2.1.1.3. *Limite plástico ASTM D-4318, MTC E 111*

El límite plástico será expresado en porcentaje de humedad y este será el límite en el cual la muestra podrá ser transformada en barritas de suelo de 3.2 mm (1/8"). Se refiere al contenido de humedad crítico en el cual un suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido.

Cuando se añade agua a un suelo, inicialmente se vuelve plástico y maleable. Sin embargo, a medida que se sigue añadiendo agua, hay un punto en el que el suelo ya no puede retener más agua y comienza a fluir libremente. Este punto se conoce como el límite plástico.

Tabla 3: Relación entre el potencial de hinchamiento y el índice de plasticidad según Seed, Woodward y Luddgren, 1962

Índice Plástico	Potencial de Hinchamiento
0-15	Bajo
10-35	Medio
20-55	Alto
35 o más	Muy Alto

Fuente: (Shuan, 2004)

$$\text{Índice Plástico} = \text{Límite líquido} - \text{Límite Plástico}$$

2.2.1.1.4. *Contenido de humedad ASTM D- 2216, MTC E 108*

El contenido de humedad del suelo se refiere a la cantidad de agua presente en el suelo en relación con su peso seco. Este parámetro es expresado como un porcentaje y se calcula dividiendo el peso del agua presente en el suelo entre el peso seco del mismo suelo, y multiplicando el resultado por 100.

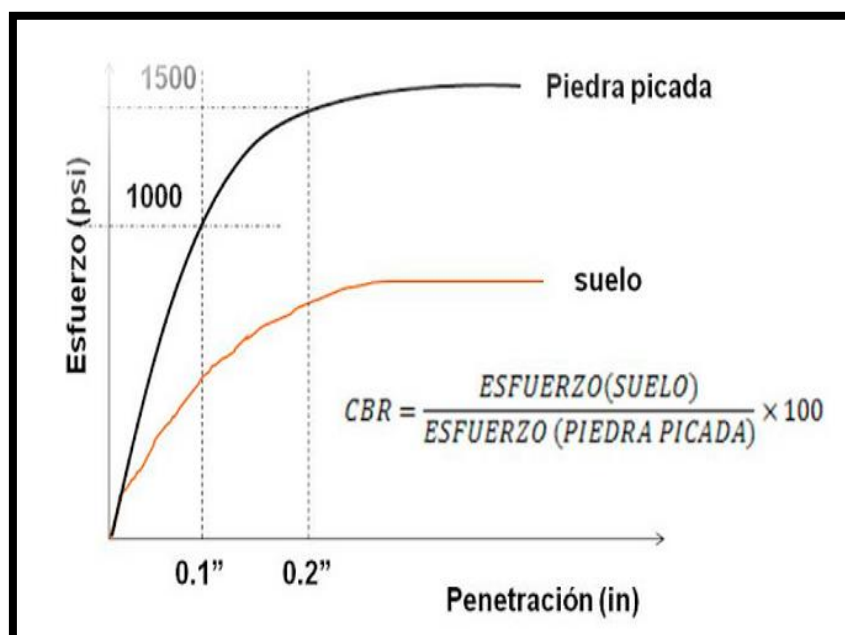
El contenido de humedad determinará la cantidad de agua que tendrá la muestra.

2.2.1.1.5. *California bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132*

Antecedentes

El ensayo de CBR (california bearing ratio) fue desarrollado a principios del siglo XX, según el Departamento de transportes de california fue desarrollado después de la primera guerra mundial en el año de 1925, sin embargo, su incorporación en las normas internacionales data desde el año 1964 cuando fue incorporado al ASTM D 1883 y ASTM D 4429. GEO TECH TIPS (2021) Señala que desde sus inicios el CBR fue ampliamente aceptado y a la fecha es uno de los ensayos más aplicados en diferentes partes del mundo, esto debido a que es un ensayo en muchos de los casos económico, a pesar de sus limitaciones y en comparación con otros ensayos de una similar evaluación es muy valioso ya que como ejemplo tenemos al ensayo de compresión triaxial cíclico, el cual es sumamente elevado en coste de ejecución.

Figura 5: Evolución de CBR



Nota: En la figura se muestra la evolución del esfuerzo con respecto a la penetración. Fuente: GEO TECH TIPS (2021)



Según Ministerio de transportes y comunicaciones (2018), el CBR viene a ser: “El valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo” (p. 11). En ese sentido se usará el valor del CBR como un indicador, el cual nos dará una muestra de las propiedades mecánicas de los materiales.

En necesario mencionar al CBR y comparar la muestra con la norma peruana. “Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor, o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización” (Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2013, p.107). En ese sentido no basta con solo saber el CBR, sino también comparar con lo indicado en la norma para poder optar por una opción de solución ante los suelos que no cumplan el mínimo establecido.

Como se aprecia, la figura 6 nos indica los valores de CBR y los usos posibles de estos tipos de suelos según su valor de CBR.

Tabla 4: *Categoría de subrasante*

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Nota: La figura muestra las cifras de CBR y su relación con el tipo de uso en subrasante que puede tener. Fuente: Dirección general de caminos y ferrocarriles (2013).

Hinchamiento en el CBR

El hinchamiento será un indicador que nos dará una muestra de la reacción del estabilizante en relación al suelo arcilloso. La Asociación Española de Normalización y



Certificación (1995), plantea que el hinchamiento será el tanto por ciento de las diferencias entre los medidores de deformación inicial y final. Es decir

$$\% \text{ hinchamiento} = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100$$

Donde

L_2 : Es la lectura final

L_1 : Es la lectura inicial

L: Es la altura de la probeta, expresadas todas ellas en milímetros

Penetración

El CBR al ser un ensayo que nos dará un índice de resistencia, este deberá ser sometido a una presión, la Asociación Española de Normalización y Certificación (1995) plantea que los moldes serán sometidos a una carga anular de 2.25 kg, y sobre el orificio central se introducirá un pistón el cual generará una carga de penetración uniforme de 1.2 mm/min \pm 0.1 mm/min, y en la cual se anotarán los valores de penetración que se registren en las lecturas de penetración de 0.25mm, 0.50mm, 0.75mm, 1mm, 1.5mm, 2.0mm, 2.5 mm, 3mm, 4 mm, 5 mm, 7.5 mm, 10mm, 12.5mm.

Figura 6: Materiales para el ensayo de CBR bajo la norma **ASTM 1883**.





Nota: En la figura se muestra los materiales y equipos que se usaran para el desarrollo del ensayo de CBR (california bearing ratio) Fuente: Geotecnia Fácil (2022).

El ensayo de CBR se emplea para el análisis de la capacidad de soporte de suelos destinados a uso de suelo de una carretera, ya sea solo el empleo de esta como trocha de carrocería o con capas superiores las cuales podrán ser pavimentos flexibles, rígidos y/o mixtos.

2.2.1.1.6. Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115

Según la Dirección general de caminos y ferrocarriles (2016): El ensayo de Proctor modificado abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)). (p.105).

El resultado del ensayo proporciona una curva de compactación que muestra la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad. Esta curva ayuda a determinar el óptimo contenido de humedad para la compactación máxima del suelo, así como la densidad máxima alcanzada en esas condiciones.

El ensayo de Proctor modificado es un método utilizado para determinar las propiedades de compactación de un suelo, y se modifica según las características específicas del suelo en cuestión. En el caso de suelos arcillosos, el ensayo de Proctor modificado se adapta para tener en cuenta las peculiaridades de estos suelos.

El ensayo de Proctor modificado implica compactar una muestra de suelo a diferentes niveles de humedad y energía de compactación controlada, con el objetivo de encontrar la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo para la compactación. Estos valores son cruciales en la construcción de carreteras, cimentaciones y otras obras civiles, ya que influyen en la estabilidad y resistencia del suelo compactado.

Para suelos arcillosos, que tienden a tener una alta plasticidad y retención de agua, se deben realizar modificaciones al ensayo de Proctor convencional. Algunas de las adaptaciones comunes incluyen:

1. Determinación de límites de Atterberg: Antes de realizar el ensayo de Proctor modificado en suelos arcillosos, es común determinar los límites de Atterberg,



como el límite líquido y el límite plástico. Esto proporciona información adicional sobre las propiedades plásticas y de plasticidad del suelo.

2. Ajuste del contenido de humedad: Debido a la capacidad de retención de agua de los suelos arcillosos, se puede ajustar el rango de contenido de humedad utilizado durante el ensayo de Proctor modificado. Esto garantiza que se incluyan condiciones representativas de campo.

3. Energía de compactación: La energía de compactación puede ser ajustada según las características del suelo. En algunos casos, se pueden aplicar mayores energías de compactación para vencer la resistencia inherente de los suelos arcillosos a ser compactados.

4. Número de capas de compactación: Dependiendo de las propiedades del suelo arcilloso, se puede modificar el número de capas de compactación para garantizar una distribución más uniforme de la energía de compactación.

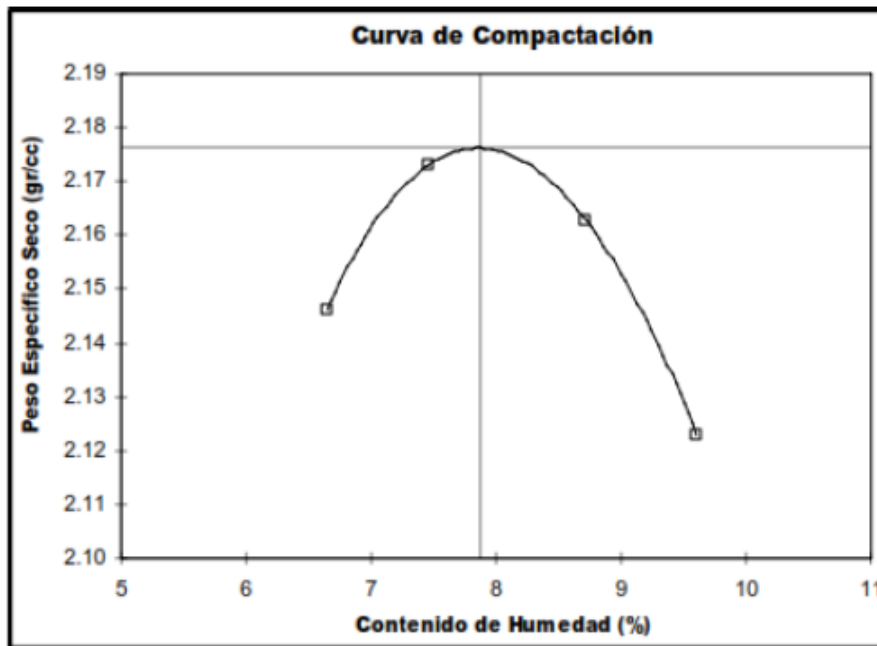
5. Control de la velocidad de compactación: En algunos casos, se puede ajustar la velocidad de compactación para tener en cuenta las propiedades específicas de los suelos arcillosos.

En suelos granulares densos, la densidad de campo es muy cercana a la MDS del proctor modificado; sin embargo, en suelos finos como las arenas y arcillas limosas, la densidad de campo, generalmente, es mucho menor que la MDS.

La Humedad Natural de Suelos Arenosos y Limo-Arcillosos muchas veces alcanzan valores muy por encima del O.C.H. y la Densidad Natural presenta valores mucho menores al Ensayo Proctor Modificado. En Conclusión, el terreno de fundación no alcanzará y/o estará lejos de la Densidad Equivalente al 95% ó 100% de la MDS, criterio que se asume como regla general. (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006)

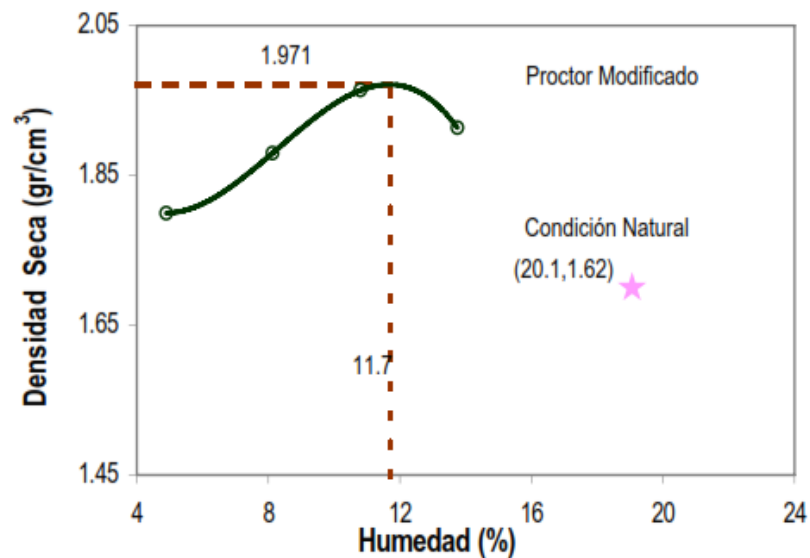


Figura 7: Curva de compactación del Proctor modificado



Fuente: (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006)

Figura 8: Curva Densidad Seca –Humedad.



Fuente: (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006)

2.2.1.2 Selección Del Tipo De Estabilizador

Existen varios tipos de estabilizadores de suelos, que son utilizados para mejorar las propiedades de los suelos y hacerlos más adecuados para la construcción de carreteras, cimientos u otras aplicaciones. A continuación, se mencionan algunos de los estabilizadores de suelos más comunes:



2.2.1.2.1 Estabilización Mecánica De Suelos

La estabilización mecánica consiste en la utilización de la compactación para poder alcanzar la reducción de volumen de vacíos.(Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2013), entre los más comunes se tiene:

- **Geotextiles:** Los geotextiles se utilizan para reforzar el suelo y mejorar su estabilidad.
- **Georedes:** Son estructuras tridimensionales de mallas utilizadas para reforzar suelos.

2.2.1.2.2 Estabilización Por Combinación De Suelos

La estabilización por combinación de suelos consiste en mezclar suelo de préstamo o de aporte, el cual será humedecido y aireado hasta lograr el contenido de humedad óptimo.(Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2013)

2.2.1.2.3 Estabilización Química De Suelos

La estabilización con productos químicos se basará en la mezcla del suelo con diferentes insumos químicos de origen orgánico e inorgánico; los cuales serán aplicados según la ubicación, clima y tipo de material predominante.(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013). Entre los más comunes se tiene:

- **Cementos:** La adición de cemento al suelo puede mejorar la capacidad de carga y la resistencia. Este proceso se conoce como estabilización con cemento.
- **Cal:** La cal se utiliza para estabilizar suelos arcillosos, mejorando la plasticidad y disminuyendo la expansión.
- **Cenizas volantes y escoria:** Subproductos industriales como las cenizas volantes y la escoria se utilizan para estabilizar suelos, proporcionando beneficios tanto químicos como mecánicos.



Tabla 5: Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO		RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW ó SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Pórtland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM ó SC ó SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW ó GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM ó GC ó GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado..
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1)	Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Nota. La figura es una guía para poder seleccionar el tipo de estabilización según el tipo de suelo. Fuente: Dirección general de caminos y ferrocarriles (2013).



Tabla 6

Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador.

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽¹⁾	DOSIFICACIÓN ⁽³⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽⁵⁾	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Nota. La figura es una guía para poder seleccionar un tipo de estabilizante y señala los tipos de suelos para ello. Fuente: Dirección general de caminos y ferrocarriles (2013).



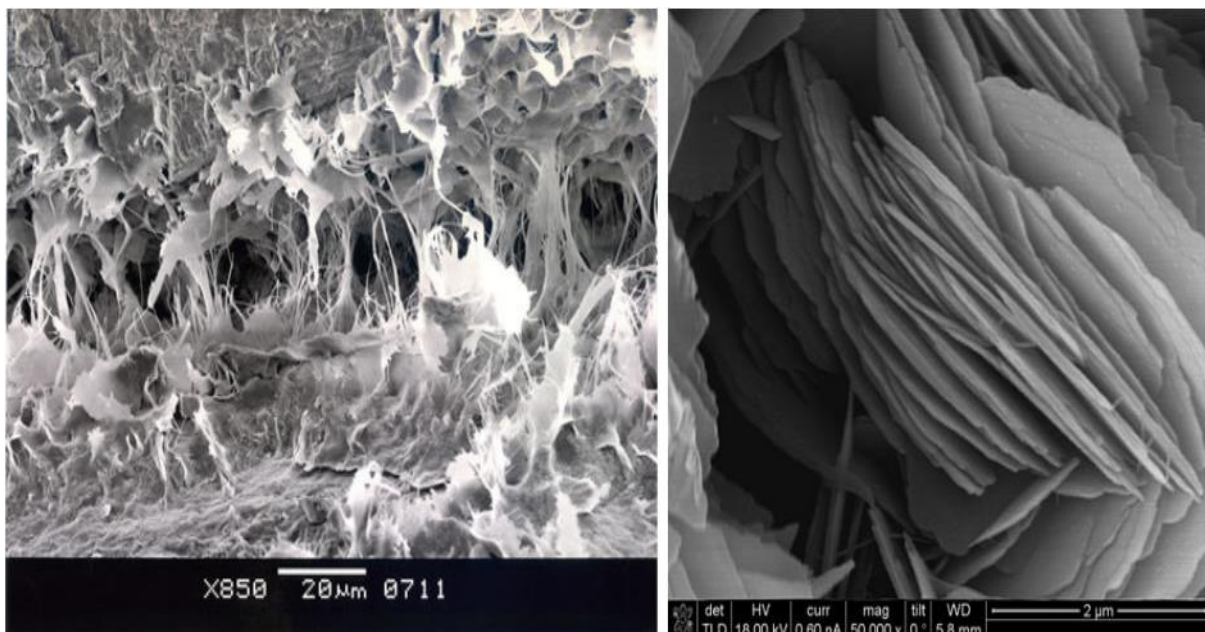
2.2.2 Suelos

Los suelos son el producto de todo tipo de meteorización, los cuales poseerán características físico-mecánicas específicas, dependiendo del tipo de suelo que sea, Según el Ministerio de vivienda (2020), “Los suelos son agregados naturales de partículas minerales granulares y cohesivas separables por medios mecánicos de poca energía” (p. 123). En relación a lo indicado por el reglamento nacional de edificaciones podemos señalar que los suelos son materiales minerales con propiedades físicas y mecánicas.

2.2.2.1 Suelo Arcilloso

Los suelos arcillosos son el producto de la presencia de meteorización, los cuales poseen características puntuales, según sea la clase de arcillas que nos encontremos en campo, Según Zapata (2018): Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a los 0,002mm, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados. Se caracterizan por ser plásticas cuando se las humedecen y por la sonoridad y dureza al calentarla por encima de los 800°C. Proviene de la alteración físico-química, por acción principalmente del agua, de minerales que forman parte de otras rocas preexistentes (feldespatos, piroxenos y micas), surgiendo así los “minerales de la arcilla”, en función de qué roca se altera y en qué grado. Cuando se refiere a la arcilla no se habla de un único material de composición simple, sino de uno muy diverso en origen y composición. (p. 8).

Figura 9: *figura de la arcilla en el microscopio*



Nota: La figura a la izquierda muestra a la arcilla formada por illita y a la derecha es la montmorillonita.



2.2.3 Solidry

El Solidry o también conocido comercialmente como el Solidry Conc. es parte del sistema impermeabilizante “CONSOLID”, el mismo que está compuesto como indica la tabla 7.

Tabla 7

<i>Caracterización química del SOLIDRY</i>	
COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
Alquilamina grasa	25-100
Ester di-alkilico de tri-Etanol amonio metil sulfato	25-100
2 propanol	5-10
<i>Nota. Datos tomados de MSc. Ing. Herrera de la Rosa (2012).</i>	

El manejo del Solidry estará dado por la tabla 8 en la cual podemos ver su ficha técnica.

Tabla 8

<i>Características técnicas del SOLIDRY</i>		
Características técnicas	Unidad	Valor nominal
Aspecto	-	sólido
Olor	-	Similar a las aminas
Punto de fusión	°C	50-52
Densidad (75°C)	g/cm ³	0.858
Viscosidad dinámica (75°C)	mPa.s	<100
Valor pH	-	9-10
<i>Nota. Datos tomados de MSc. Ing. Herrera de la Rosa (2012).</i>		



Fabricación

Es importante señalar que la fabricación del Solidry es de origen internacional, Según MSc. Ing. Herrera de la Rosa (2012):

La producción el Solidry se fabrica a partir de productos concentrados manufacturados y embarcados desde la empresa KAO CORPORATION S.A., España; la cual presenta certificado ISO 9001: 2000, para el diseño y producción de agentes tenso activos otorgados por AENOR con numero de registro ER-0228/1995, renovado en el 2006. (p.3)

2.2.3.1 La Adición Del Solidry

Se añadirá la cantidad de Solidry dependiendo al peso del suelo, para poder mezclarlo con el suelo hasta que quede de manera homogénea, después se añadirá la cantidad de agua hasta alcanzar la humedad optima.(Oficina Nacional de Normalización Dirección de Normalización del Ministerio de la Construcción Diseño Ciudad Habana, 2016)

El Solidry del sistema CONSOLID (empresa que distribuye el aditivo en mención) consta de 2 aditivos en conjunto, los cuales son:

1. CONSOLID 444 (CD444): El cual posee una presentación líquida acuosa que a simple vista tiene una apariencia lechosa blanquecina, como se aprecia en la figura.

Figura 10

Líquido CONSOLID 444



Nota: el líquido es el aditivo CONSOLID 444. Nota: Jorge Cabrejos Soiffer (2017)



2. SOLIDRY: El cual es un aditivo en una presentación sólida que simula la apariencia de un cementante, como se aprecia en la figura.

Figura 11

Aditivo SOLIDRY



Nota: El solidry es un polvillo, el cual se adiciona con los suelos para su mezclado y su posterior compactación. Nota: Jorge Cabrejos Soiffer (2017)

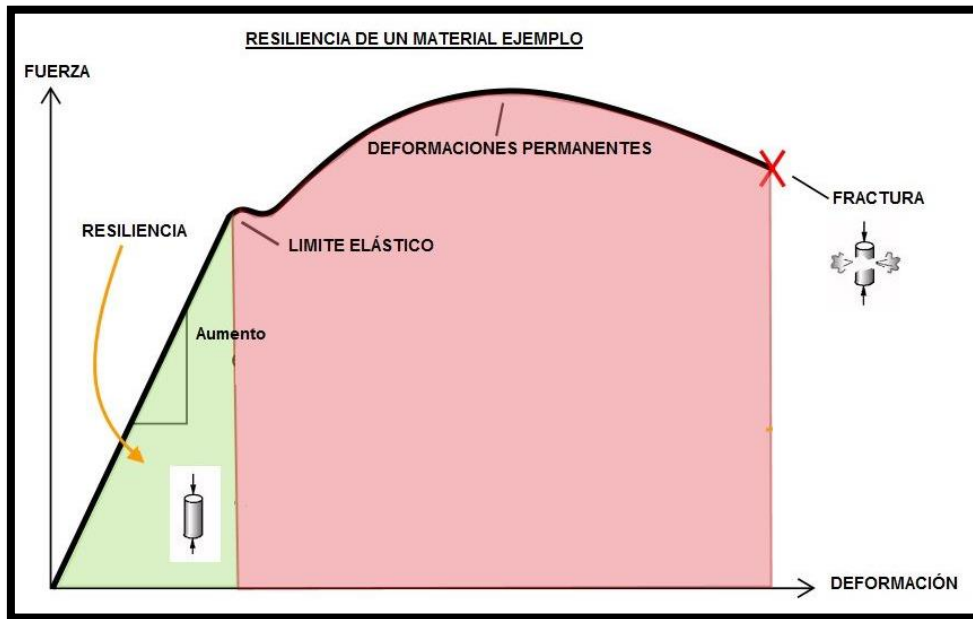
2.2.4 Subrasante

La subrasante en las carreteras será aquella cota en la cual se desarrollarán las actividades de corte y relleno. El Ministerio de vivienda (2020) plantea que la subrasante será aquel nivel de terreno donde se ejecutarán las actividades de terraplén y desmonte; éste es denominado como el apoyo de todo el pavimento, por lo que, es la etapa inicial que cobra relevancia primordial. También es preciso mencionar, que los suelos por debajo del nivel de la subrasante deberán poseer un $CBR \geq 6\%$ y en caso no se obtenga este resultado, corresponderá una estabilización o mejoramiento de suelos.

2.2.5 Modulo Resiliente

El módulo resiliente es la capacidad de un material (suelo) del almacenamiento de energía. Aguilar M. y Munera M.(2019) plantean que el módulo resiliente es la capacidad de un material de absorber energía, la cual se determinará con ensayos triaxiales cíclicos o de carga repetida.

Figura 12: Evolución del módulo de resiliencia.



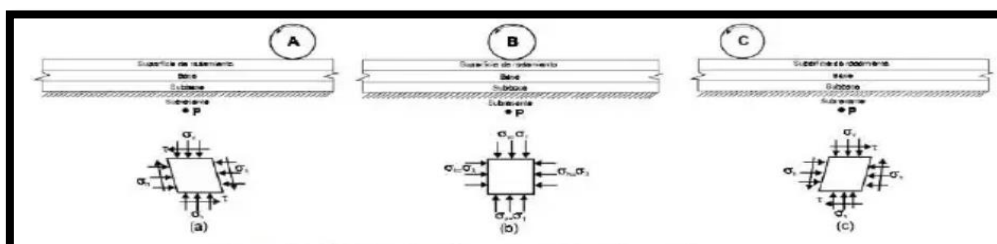
Fuente: <https://www.areatecnologia.com/materiales/resiliencia-materiales.html> (2023)

Durante proceso en el cual, el suelo es sometido a los ensayos triaxiales de carga repetitiva, éste se comporta de manera elástica, dando módulos constantes, a dicho módulo que permanece constante, se le llama modulo resiliente.

El módulo resiliente del suelo se determina con el objetivo de simular de manera más exacta la respuesta de la estructura del suelo que conformará un pavimento, ya sea un terraplén o un terreno de sub rasante, es decir, con el fin de simular el comportamiento cíclico del suelo.

Las deformaciones resilientes son aquellas que poseerán la recuperación instantánea de sus condiciones físicas iniciales, por tanto se denominan suelos resilientes a aquellos que recuperen sus características físicas, después del cese de la fuerza que provoca la deformación. (Guerrero, 2020).

Figura 13: estados de esfuerzo en la subrasante por aplicación de carga vehicula

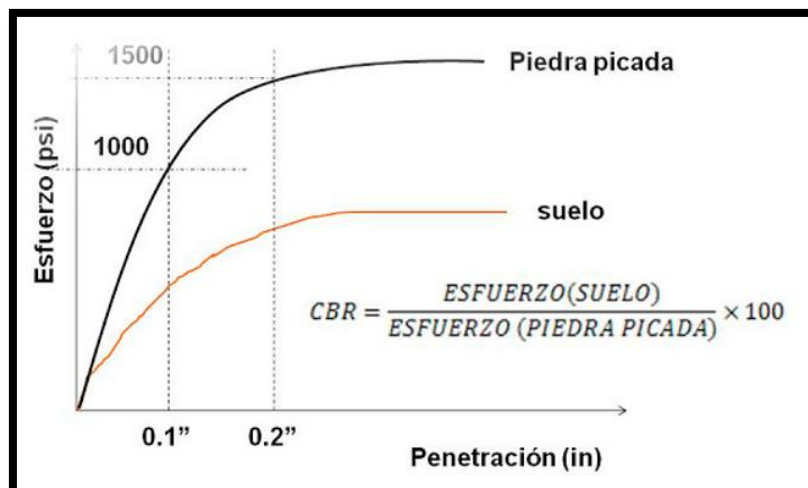


2.2.6 California Bearing Ratio (CBR)

El CBR o California Bearing Ratio, es un ensayo aplicado a los suelos desde el año 1925, el cual evalúa las propiedades mecánicas de un suelo, éste tiene limitaciones, sin embargo, como señala (Sanchez L, 2018) El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un suelo con respecto a su uso en los pavimentos, presenta limitaciones, sin embargo, su versión de laboratorio está normada internacionalmente con la ASTM D1883. Al estar conformado de ensayos empíricos, posee un grado de aceptabilidad bueno y, al ser de un bajo costo fue aplicado en diferentes partes del mundo con bastante frecuencia.

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR) es una prueba de laboratorio utilizada en geotécnica para evaluar la resistencia al corte de un suelo. Este método determina la relación entre la presión necesaria para penetrar una muestra de suelo y la presión requerida para el mismo propósito en un material estándar bien compactado. La prueba se realiza compactando el suelo en un molde específico y midiendo la carga aplicada a diferentes niveles de penetración. El valor resultante, expresado como un porcentaje, proporciona información sobre la capacidad portante del suelo, siendo fundamental en el diseño de pavimentos y cimentaciones. La versatilidad y confiabilidad del ensayo de CBR lo convierten en una herramienta crucial para evaluar la idoneidad de los suelos en diversos proyectos de construcción de infraestructuras.

Figura 14: Estados comparativos de evolución de esfuerzo y penetración.



Fuente (Sanchez L, 2018), <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>

El cálculo del valor del índice CBR, se obtiene mediante la relación entre, la carga unitaria del ensayo con la que se obtiene una profundidad de penetración del pistón dentro de una muestra compactada de suelo y, la carga unitaria patrón que se requiere para lograr la misma



profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. El número índice de CBR está en porcentaje como indica la formula siguiente:

$$\text{CBR} = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} * 100$$

Tabla 9: Valores de carga unitaria

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN	
mm	pulg	MPa	psi
2.5	0.10	6.9	1000
5.0	0.20	10.3	1500
7.5	0.30	13.0	1900
10.0	0.40	16.0	2300
12.7	0.50	18.0	2600

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles

2.2.7 Clasificación De Suelos

a. Sistema de Clasificación AASHTO

(Das, 2013) indica que este sistema de clasificación de suelos fue desarrollado en 1929 como el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras.

El sistema de clasificación AASHTO utilizado actualmente se muestra en la tabla N° 02. De acuerdo con este sistema el suelo se clasifica en siete grupos principales: A-1 a A-7.

Los suelos que clasifican en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, donde el 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz # 200.

Los suelos donde más de 35% pasa a través del tamiz núm. 200 se clasifican en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Éstos son principalmente limo y materiales del tipo de arcilla.



El sistema de clasificación se basa en los siguientes criterios:

- Tamaño de grano Grava: fracción que pasa el tamiz de 75 mm y es retenida en el tamiz #10 (2 mm).
- Tamaño de Arena: fracción que pasa el tamiz núm. 10 (2 mm) y es retenida en el tamiz # 200 (0.075 mm).
- Tamaño de limo y arcilla: fracción que pasa el tamiz # 200.
- Plasticidad: el término limoso se aplica cuando las fracciones finas del suelo tienen un índice de plasticidad de 10 o menos. El término arcilloso se aplica cuando las fracciones finas tienen un índice de plasticidad de 11 o más.
- Si se encuentran cantos y guijarros (tamaño mayor a 75 mm), se excluyen de la porción de la muestra de suelo en el que se hizo la clasificación. Sin embargo, se registra el porcentaje de este tipo de material.

b. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

(Das, 2013) menciona que la forma original de este sistema fue propuesto por Casagrande en 1948. El Sistema Unificado de Clasificación clasifica los suelos en dos grandes categorías:

- Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.
- Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

- W: bien clasificado
- P: mal clasificado
- L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)
- H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

En suelos granulares la gradación, expresada numéricamente, la da el coeficiente de uniformidad C_u con el coeficiente de curvatura C_c .



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} \Rightarrow \text{bien gradado cuando } \begin{cases} C_u > 4 \text{ a } 6 \\ 1 < C_c < 3 \end{cases}$$

Cuanto más alto sea C_u , mayor será el rango de tamaños del suelo. Los D_i ; $i = 10, 30, 60$ son los tamaños de las partículas, para el cual el i % del material es más fino que ese tamaño.

Para una clasificación adecuada se debe considerarse:

1. Porcentaje de grava, esto es, la fracción que pasa el tamiz de 76.2 mm y retenida en el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura)
2. El porcentaje de arena, es decir, la fracción que pasa el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura) y es retenida en el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura)
3. El porcentaje de limo y arcilla, esto es, la fracción más fina que el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura)
4. El coeficiente de uniformidad (C_u) y el coeficiente de gradación (C_c)
5. El límite líquido y el índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz núm. 40.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis General

Se presentará un incremento de los efectos físico-mecánicos de los suelos arcillosos con la adición del Solidry del Sistema Consolid.

2.3.2 Hipótesis Especificas

1. El índice de CBR al 100% aumentará en la medida de la adición del Solidry.
2. La humedad óptima aumentará según la adición del Solidry.
3. Existirá una variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos según se adiciona el aditivo SOLIDRY.
4. Existirá un aumento en el módulo resiliente del suelo arcilloso con la adición del Solidry.



5. Existirá una variación del hinchamiento de los suelos arcillosos con la adición del Solidry.

2.4 Definición de Variables

2.4.1 Variables

Variable independiente

Solidry del Sistema Consolid.

Indicador de la variable independiente.

Cantidad en peso (gr)

Variable dependiente

Efectos físicos mecánicos del suelo arcillosos adicionado con Solidry del sistema Consolid.

Indicador de la variable dependiente

Valor del CBR

Valor de humedad optima

Valor de la densidad máxima seca

Valor del módulo resiliente

Valor de deformación del suelo



2.4.1 Cuadro De Operacionalización De Variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	INDICADORES	DIMENSIÓN O NIVEL	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE	Solidry del sistema consolid	Cantidad en peso (gr)	Dosificación (porcentajes)	Fichas de laboratorio
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	INDICADORES	DIMENSIÓN O NIVEL	INSTRUMENTO
VARIABLE DEPENDIENTE	Efectos físicos mecánicos del suelo arcillosos adicionado con solidry del sistema consolid	VALOR DE CBR	CBR	FICHA TECNICA
		VALOR DE HUMEDAD OPTIMA	HUMEDAD OPTIMA	FICHA TECNICA
		VALOR DE LA DENSIDAD MAXIMA SECA	DENSIDAD	FICHA TECNICA
		VALOR DEL MODULO RESILIENTE	MODULO RESILIENTE	FICHA TECNICA
		VALOR DE DEFORMACION DEL SUELO	HINCHAMIENTO	FICHA TECNICA



Capítulo III: Método

3.1. Metodología De La Investigación

3.1.1. Enfoque De La Investigación

En la presente investigación es importante resaltar el uso de datos numéricos porque el enfoque será cuantitativo. Según Hernández Sampieri et al. (2014), “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p. 4). En tal sentido la recolección de datos y análisis de información se hará en un enfoque cuantitativo.

Debido a que, en la presente tesis, existirá una recolección de datos, al igual que un análisis con estos en base a las hipótesis planteadas, es menester comprobar estos datos, mediante diferentes mediciones. (Borja M., 2016)

La presente investigación usará el planteamiento de hipótesis, en ese sentido, usará datos cuantitativos para demostrar dicha comprobación de las hipótesis, por tanto, la investigación será de enfoque cuantitativo. Lo que implica una valoración netamente en función a los resultados numéricos cuantificables que se vayan a obtener, para afirmar o negar dichas hipótesis.

3.1.2. Nivel O Alcance De La Investigación

En la presente investigación es importante resaltar que se busca conocer y describir las respuestas de las variables a la alteración de las mismas. Según Supo Jose. (2020), “El nivel descriptivo tiene como objetivo el conocer la frecuencia de los problemas a través de los indicadores” (p. 14).

La investigación descriptiva es aquella que busca describir diferentes características al igual que fenómenos de una determinada área de un objeto de estudio. (Borja M., 2016).

En la investigación presentada describiremos el fenómeno ocurrido con la adición del aditivo por lo que el nivel o alcance de la investigación será descriptivo.

Además, se debe tener en cuenta que, en una investigación descriptiva, el enfoque principal es describir y presentar de manera precisa las características, propiedades o fenómenos de un área particular de estudio.

Se busca establecer "qué" y "cómo" ocurren las cosas, proporcionando una representación detallada de los hechos o eventos.

La presente tesis se centra en describir el comportamiento o las propiedades de un aditivo específico en la mejora de las propiedades físico - mecánicas en suelos arcillosos, por lo que se considera que es una investigación descriptiva, ya que no se está buscando entender los



mecanismos y factores, es decir, el cómo y por qué, que explican la mejora de dichas propiedades.

3.2. Diseño De La Investigación

3.2.1. *Diseño Metodológico*

En la presente investigación se aplicará el diseño de investigación experimental, el mismo que según la Universidad de Granada (2022) se define como el ordenamiento de los diferentes experimentos para su verificación respecto de la relación de estos con las hipótesis.

La presente investigación tendrá un diseño experimental debido al planteamiento de las hipótesis, las cuales solo son posibles de estudiar mediante experimentos de laboratorio.

Aquí hay algunas características que indican que la presente tesis tiene un diseño metodológico experimental:

1. Manipulación de Variables Independientes:

El investigador planea manipular deliberadamente una o más variables independientes durante el estudio.

2. Grupos de Control:

Se incluye un grupo de control para comparar los resultados con los grupos experimentales y evaluar el impacto de la variable independiente.

3. Procedimientos Estandarizados:

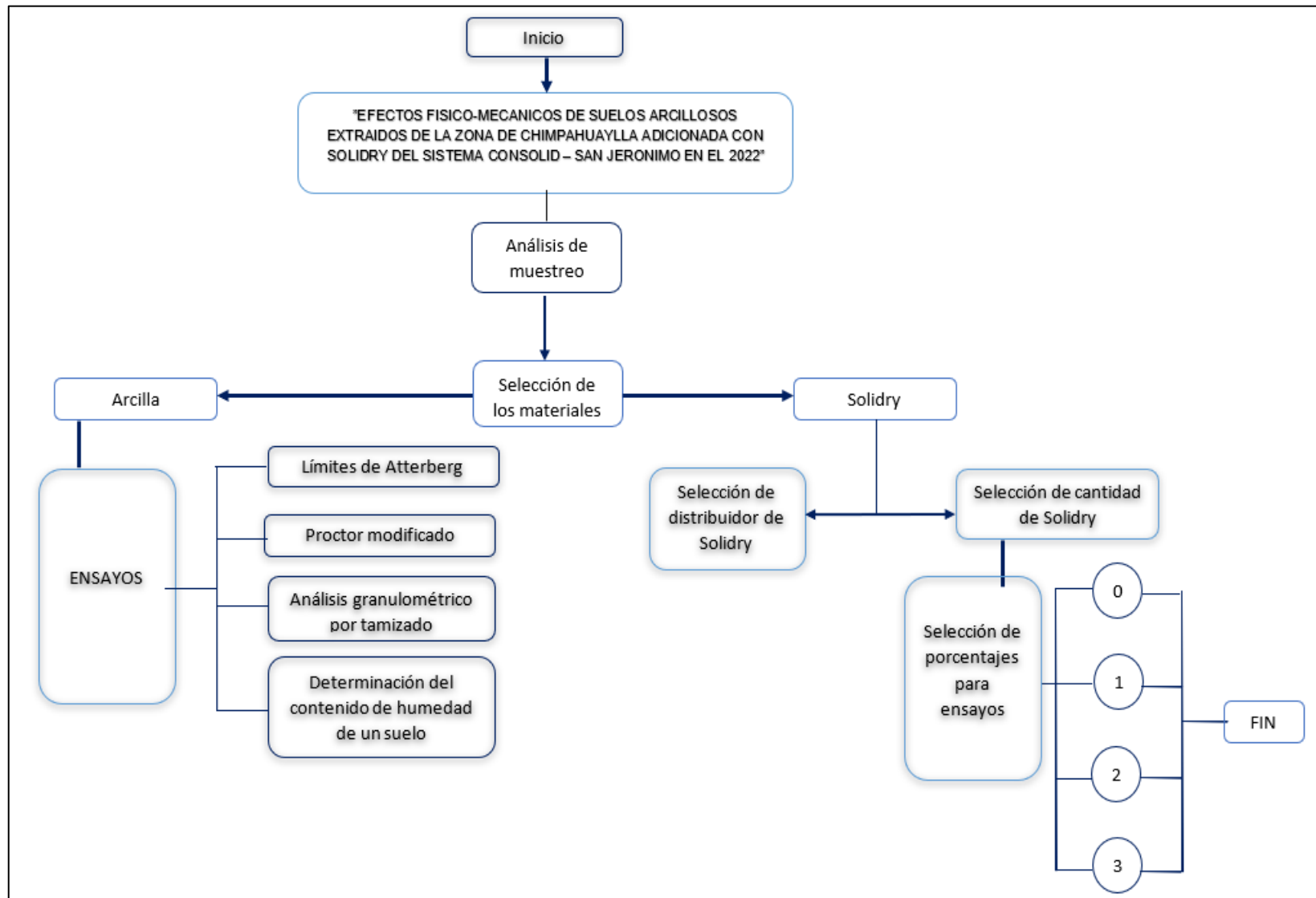
Se utiliza un conjunto estandarizado de procedimientos y protocolos para la implementación de la manipulación de variables y la recopilación de datos.

4. Uso de Instrumentos de Medición Validados:

Se emplean instrumentos de medición validados y confiables para evaluar las variables de interés.



3.2.2 Diseño De Ingeniería





3.3. Población Y Muestra

3.3.1. Población

Descripción De La Población

La población será el conjunto de especificaciones que tendrá un conjunto material de casos en específico (Hernández, 1997).

La población es denominada como el universo y desde el punto de vista estadístico será el 100% de los casos posibles de la ocurrencia de un estudio. (Borja S., 2016)

Cuantificación De La Población

La población que se considera en la presente investigación será de 9 moldes de CBR de control, y 27 moldes con los diferentes porcentajes de evaluación.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción De La Muestra

La muestra está conformada por material limo arcilloso, del cual se tendrá una muestra patrón y los porcentajes 1%, 2% y 3% del aditivo SOLIDRY en combinación con el suelo antes mencionado.

El material de suelo arcilloso fue extraído únicamente de la zona de Chimpahuaylla.

3.3.2.2. Cuantificación De La Muestra

La muestra en total será una cantidad de 36 moldes para el desarrollo de CBR.

Tabla 10

Cantidad de muestras CBR.

Ensayos de CBR	Moldes de CBR con muestra patron	Moldes de CBR con material de subrasante con aditivo		
		1%	2%	3%
12	3	3	3	3
26	3	3	3	3
56	3	3	3	3

Nota: fuente propia



La muestra en total será de una cantidad de 20 moldes para el desarrollo del valor de la humedad óptima del ensayo Proctor modificado.

Tabla 11

Cantidad de muestras CBR.

Ensayos de CBR	Moldes de CBR con muestra patron	Moldes de CBR con material de subrasante con aditivo		
		1%	2%	3%
12	3	3	3	3
26	3	3	3	3
56	3	3	3	3

Nota: fuente propia

3.3.2.3. Método De Muestreo

El método de muestreo será no probabilístico debido a que las muestras que serán necesarias para la presente investigación serán determinadas por juicio propio, ya que, al ser una evaluación de mejoramiento de suelo, éste deberá tener determinadas características, la mismas que deberán ser optimizadas.

3.3.2.4. Criterios De Evaluación De Muestra

El criterio de evaluación de la muestra se tomó en base al manual de ensayo de materiales 2016 y, utilizando los equipos y materiales que se encuentran especificados en el manual en mención, entre ellos la máquina de CBR, se ha procedido a realizar los ensayos a fin de verificar las propiedades físicas y mecánicas, al igual que, determinar la variabilidad de los resultados según iban en aumento los porcentajes de adición del aditivo SOLIDRY.

3.3.2.5. Criterios De Inclusión

- El material de evaluación (Suelo limo arcilloso) fue extraído de la zona de Chimpahuaylla, en el distrito de San Jerónimo de la ciudad del cusco.
- El tipo de agua usado para la evaluación de los ensayos fue agua destilada.
- Se uso como aditivo el SOLIDRY, el cual es un aditivo del sistema CONSOLID.



3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos Metodológicos O Instrumentos De Recolección De Datos

Figura 15

Prueba de compactación de Proctor

COMPACTACION PROCTOR NTP-339.141 - ASTM-D1557											
Tesis :	"EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022"										
Localizacion :	CIUDAD DEL CUSCO										Fecha : Junio 2023
Distrito :	CUSCO										Motivo : INVESTIGACION
Provincia :	CUSCO										
Region :	CUSCO										
MUESTRA :											
% Aditivo :											
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD											
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C+SH (gr)											
Peso C+SS (gr)											
Peso SS (gr)											
Peso Agua (gr)											
Cont. Hum. %											
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Muestra	1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Optima					
C. Hum. Prom. %											
Peso SH+M						Densidad Seca Maxima (gr/cm3)					
Peso M											
Peso SH											
Densidad Hum.											
Densidad Seca											

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO

DENSIDAD SECA (gr/cm³)

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

Fuente: Propia



Figura 16: Ensayo de determinación del valor de soporte de california CBR

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 0% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DESUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO		Provincia : CUSCO		Region : CUSCO		Fecha : Motivo : TESIS						
Muestra N°		Asesor.:		Humedad Optima (%) :		Densidad Seca Maxima (gr/cm3) :						
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10			25			56				
		SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA		
Peso del Molde (gr)												
Volumen de la Muestra (cc)												
Muestra Humeda + Molde (gr)												
Muestra Humeda (gr)												
Densidad Humeda (gr/cm3)												
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA DESPUES DE SER SUMERGIDO		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)												
Muestra Humeda + Capsula (gr)												
Muestra Seca + Capsula (gr)												
Contenido de Humedad (%)												
Promedio del Contenido de Humedad (%)												
Densidad Seca (gr/cm3)												
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN	
	8				PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%
	0	00:00	0									
DEL	1	00:00	1									
	2	00:00	2									
C.B.R	3	00:00	3									
	4	00:00	4									
PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 1	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 2	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 3	
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		
	0.025											
	0.050											
DEL	0.075											
	0.100	1000										
C.B.R	0.200	1500										
	0.300	1900										
	0.400	2300										
	0.500	2600										

CURVACARGA - PENETRACION

DENSIDAD SECA (gr/cm3) vs C.B.R. (%)

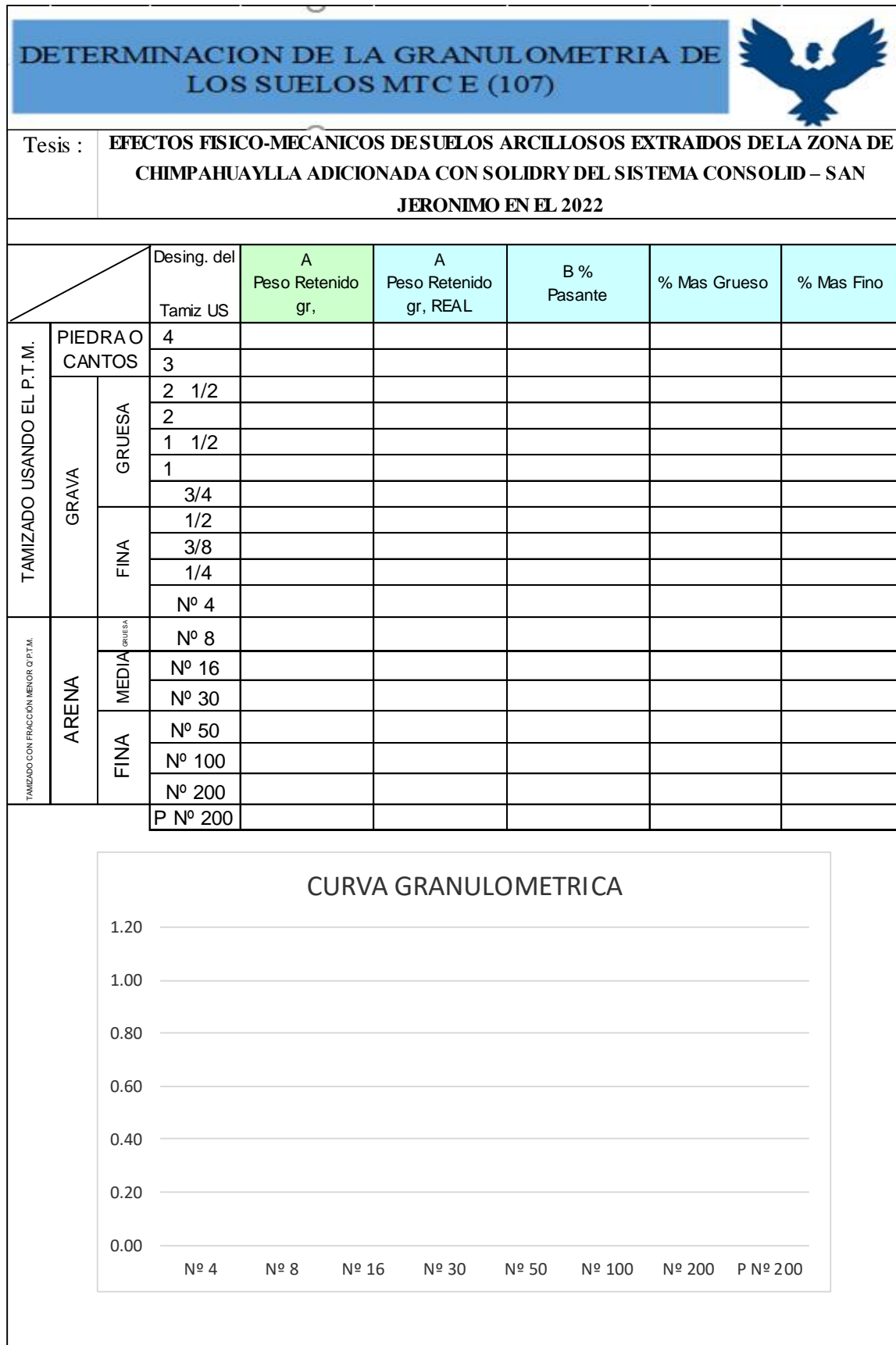
ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
Nº golpes	10	25	56
DENS. SECA			
C.B.R.			

C.B.R. DE DISEÑO =		%
Densidad Seca Maxima al 100 %		
Densidad Seca Maxima al 95 %		

Fuente propia



Figura 17: Ensayo de determinación de la granulometría de los suelos

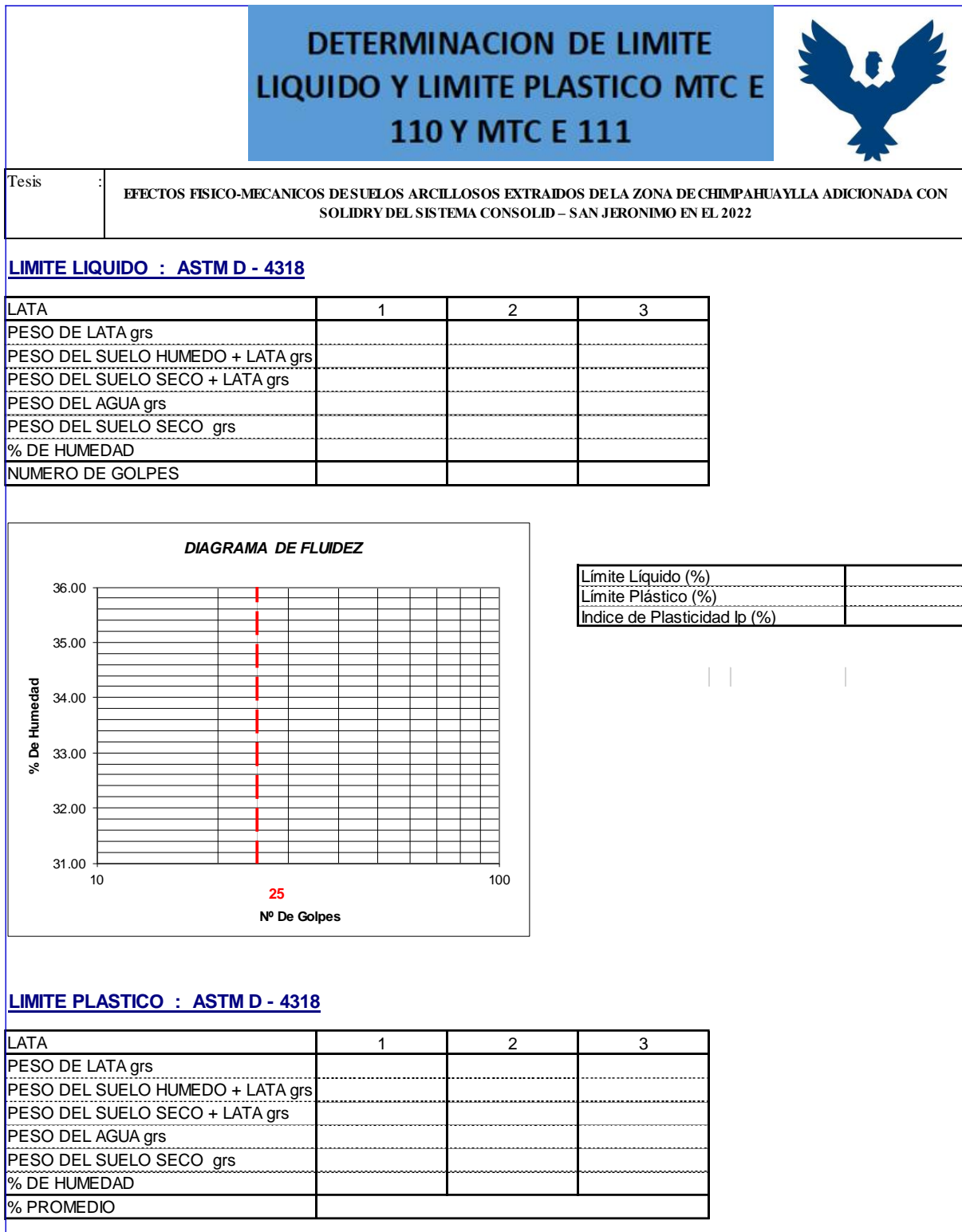


Fuente: propia



Figura 18

Ensayo de determinación de los límites líquido y plástico



Fuente: Propia



3.4.2. Instrumentos de ingeniería

A) Equipos Por Ensayo

3.4.2.1. Análisis Granulométrico

- Balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- Cocina para temperatura 110°C
- Tamices de malla cuadrada de 3'', 2'', 1 ½'', 1'', 3/4'', 3/8'', N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200.
- Taras
- Cepillo
- Brocha.

3.4.2.2. Ensayo De Límites Líquido Y Plástico

- Balanzas
- Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½'')
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande)
- Acanalador
- Calibrador
- Recipientes o Pesa Filtros
- Estufa
- Espátula
- Recipiente para Almacenaje,
- Tamiz, de 426 µm (N° 40)
- Agua destilada
- Vidrios de reloj



3.4.2.3. *Ensayo De Proctor Modificado*

- Balanzas
- Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
- Pisón o Martillo
- Horno de Secado con temperatura uniforme
- Regla
- Cuchara
- Mortero
- Mezclador
- Paleta
- Espátula
- Pipeta
- Tamices $\frac{3}{4}$ '', $\frac{3}{8}$ ', N°4.

3.4.2.4. *Ensayo De Capacidad De Soporte De California*

- Balanza
- Prensa de CBR
- Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm \pm 0,66 mm
- Disco espaciador, de metal
- Aparato medidor de expansión
- Pesas
- Pistón de penetración
- diales con recorrido mínimo de 25 mm
- Tanque de agua



- Estufa,
- Cuarteador
- Mezclador
- Capsula
- Probeta
- Espátula
- Papel filtro
- Tamices n°4, $\frac{3}{4}$ " , 2"

B) Procedimiento De Recolección De Datos

En la presente investigación se obtuvieron los datos en el siguiente orden:

- Muestreo de suelo
- Ensayo de análisis granulométrico
- Ensayo de límites de consistencia
- Ensayo de Proctor modificado
- Ensayo de CBR



3.5 Procedimientos De Recolección Y Análisis De Datos

3.5.1 Procedimiento Realizado Para La Recolección De Datos

Muestreo del suelo.

- a. Se extrajeron 200 kg de material granular aproximadamente como muestras representativas de la zona de Chimpahuaylla del distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco, para poder realizar los respectivos ensayos en laboratorio.

Figura 19: Muestreo de suelo.



Nota: Se realiza la extracción de muestra de arcilla de la zona de chimpahuaylla del distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 20: Muestreo de suelo.



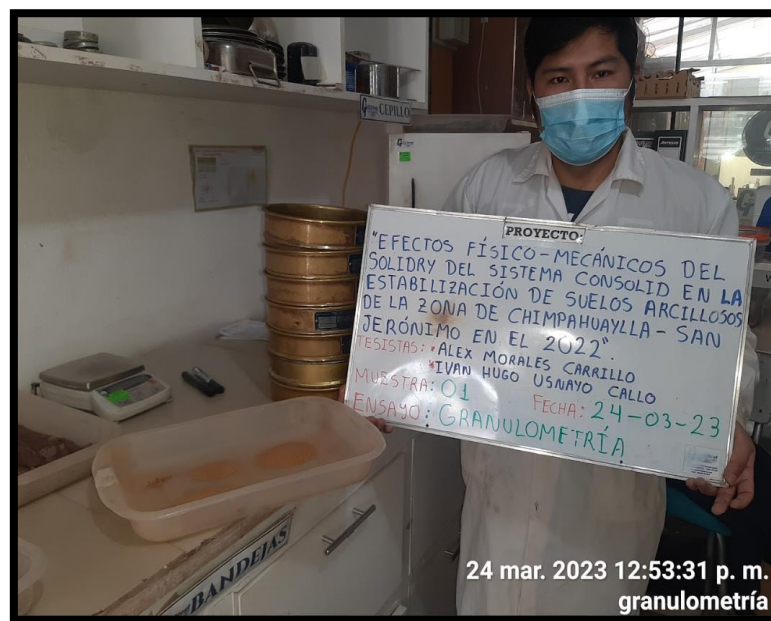
Nota: Se viene realizando el muestreo de suelo, el cual se extrajo de la zona de Chimpahuaylla, en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.



Ensayo de granulometría

- a. Se realizó el cuarteo del material, se tomó una muestra de 7 kg aproximadamente.
- b. Esta muestra se secó en el horno a 110°C durante 24 horas.
- c. Pasadas las 24 horas se registra el peso de la muestra y se procede a lavar por el tamiz N° 200. Seguidamente se secó en el horno durante 24 horas y transcurrido el tiempo se registra el peso del material seco y lavado.
- d. La muestra se dividió en dos: una retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasó dicho tamiz (fracción gruesa y fina). Seguidamente se realizó el tamizado mecánico de ambas fracciones del material.

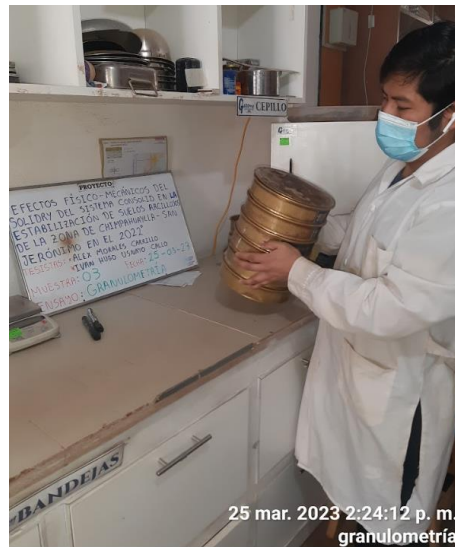
Figura 21: Análisis granulométrico



Nota: El tesista Usnayo Callo, Ivan Hugo realizando el análisis de la muestra del suelo, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla, en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

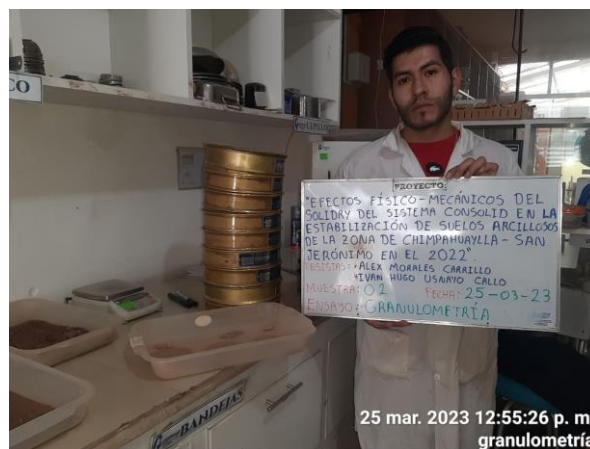


Figura 22: Análisis granulométrico



Nota: Se realiza en ensayo de granulometría para la clasificación del suelo que ha sido extraído de la zona de Chimpahuaylla, del distrito de San Jerónimo.

Figura 23: Análisis granulométrico



Nota: El tesista Morales Carrillo, Alex realiza el análisis de granulometría de la muestra del suelo, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Ensayo de determinación del Límite Líquido de los suelos

- a. Se obtuvo una porción representativa de la muestra total de aproximadamente 300 gr de material pasante del tamiz 425 μm (Nº 40).



- b. Se humedeció la muestra y se procedió a mezclar totalmente en un recipiente con una espátula.
- c. Colocamos una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de Casagrande, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta alcanzar una profundidad aproximada de 10 mm en su punto más profundo.
- d. Utilizamos el acanalador, para dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo.
- e. Utilizando la máquina de Casagrande para levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto a una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
- f. Registramos el número de golpes (N) necesarios para cerrar la ranura y tomamos una muestra de suelo de la máquina de Casagrande colocándola seguidamente en un recipiente de peso conocido, para calcular su humedad.
- g. Regresamos el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Mezclamos nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato añadiéndole agua para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetimos los pasos anteriores para conseguir el número de golpes adecuado.

Figura 24: Ensayo de límites líquido



Nota: Se realiza el análisis de límites de Atteberg mediante el uso de la cuchara casa grande para hallar el límite líquido de la muestra del suelo, la cual fue extraída en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 25: Determinación del límite líquido

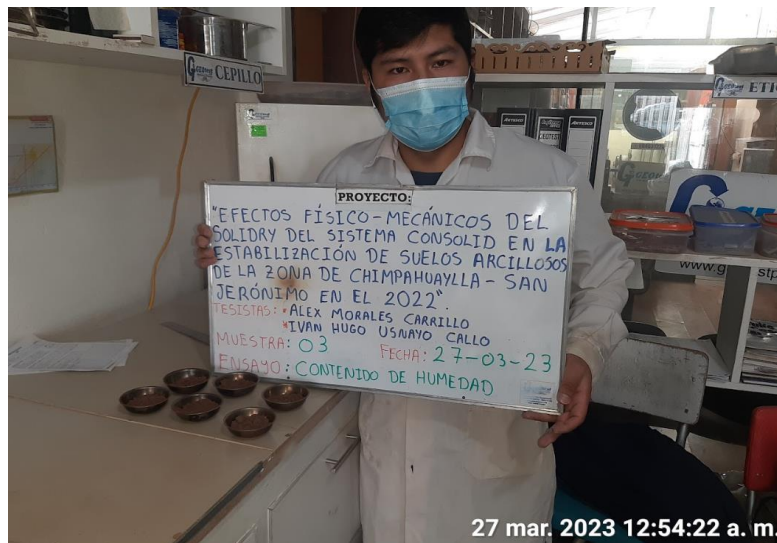


Nota: Se realiza el análisis de límites de Atteberg mediante el uso de la cuchara casa grande para hallar el límite líquido de la muestra del suelo, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Ensayo De Contenido De Humedad

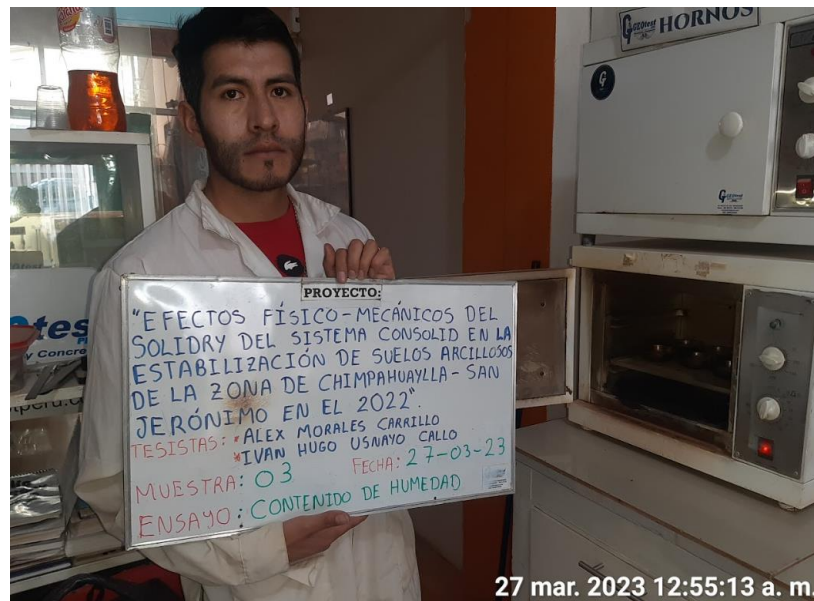
- a. Se obtiene una muestra representativa del suelo.
- b. La muestra se etiqueta con información pertinente y se registran los detalles en un cuaderno de laboratorio.
- c. Se pesa una porción representativa de la muestra húmeda en una balanza de precisión, registrando este peso como (W1).
- d. La muestra se coloca en un horno a una temperatura constante (aproximadamente 110-115°C) durante un tiempo suficiente para eliminar completamente la humedad, típicamente 24 horas o más.
- e. Después del secado, la muestra se coloca en un desecador para enfriarse y evitar la absorción de humedad del ambiente.
- f. Se pesa la muestra seca en la misma balanza de precisión, registrando este peso como (W2).

Figura 26: Determinación del contenido de humedad



Nota: Se realiza el contenido de humedad de la muestra del suelo, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

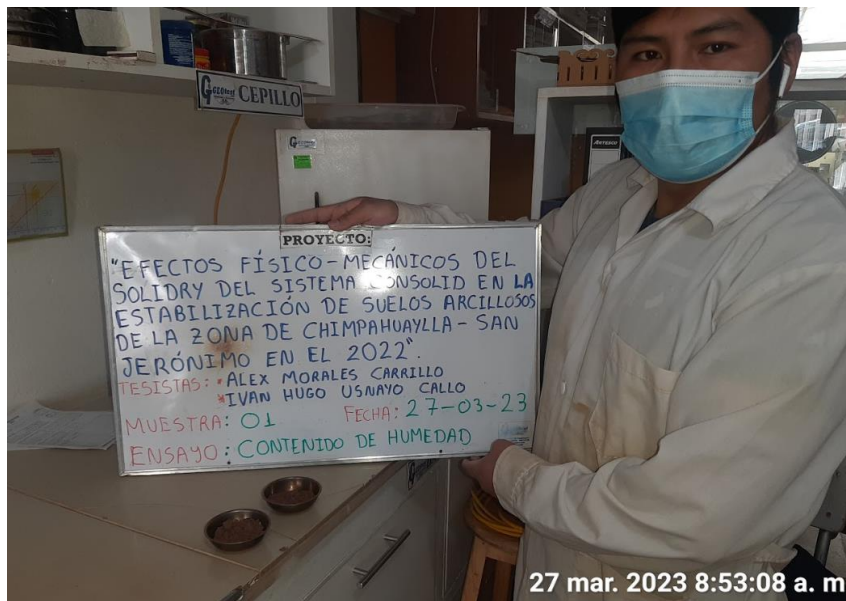
Figura 27: Determinación del contenido de humedad



Nota: El tesista Morales Carrillo, Alex coloca las muestras al horno para la determinación del contenido de humedad, el cual fue extraído en la zona de chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo En la ciudad del Cusco.



Figura 28: Determinación del contenido de humedad



Nota: El tesista Usnayo Callo, Ivan Hugo coloca las muestras al horno para la determinación del contenido de humedad, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, en la ciudad del Cusco.

Ensayo de determinación del Límite Plástico de los suelos.

- a. Se tomó aproximadamente 20 g de la muestra que se utilizó para el Ensayo de Límite Plástico.
- b. Se dividió la muestra en dos. De una de las mitades se moldeó aproximadamente entre 1 y 3 gr de material en forma de elipsoide y a continuación se manipuló la muestra con los dedos de la mano sobre una superficie lisa a una presión necesaria para formar cilindros.
- c. Amasamos la muestra en un cilindro de un diámetro de unos 3,2 mm, al no desmoronarse, se volvió a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, hasta que se desmorono aproximadamente con dicho diámetro.
- d. Reunimos suficiente muestra para su registro de humedad.

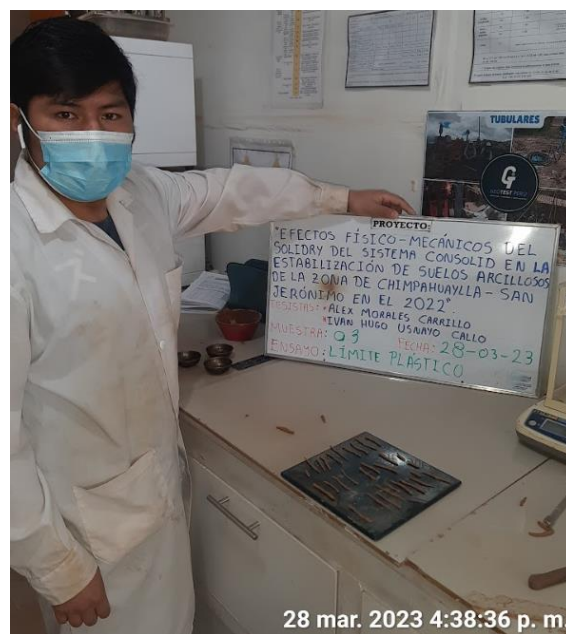


Figura 29: Determinación del límite plástico.



Nota: Se realiza los cilindros con el material necesarios para determinar el contenido de humedad de la muestra del límite plástico del suelo, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 30: Determinación del límite plástico.



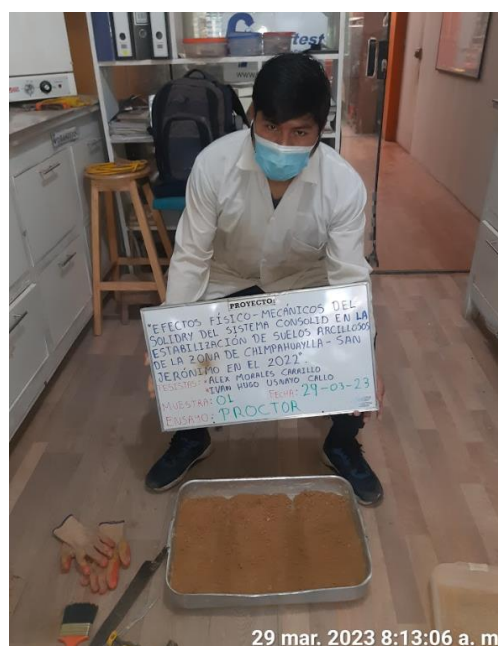
Nota: Se concluye con la cantidad de muestra necesaria para calcular el límite plástico de la muestra del suelo, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.



Ensayo de Proctor Modificado

- a. Se obtiene una muestra representativa del suelo.
- b. La muestra se seca en un horno a una temperatura controlada hasta alcanzar una condición de humedad próxima al contenido óptimo esperado para la compactación.
- c. Se pasa la muestra seca a través de un tamiz de 19 mm para eliminar partículas grandes que puedan interferir con el proceso de compactación.
- d. Se pesa la muestra seca y tamizada, registrando este peso como el peso seco de la muestra.
- e. Se mezcla la muestra con una cantidad medida de agua para alcanzar un contenido de humedad inicial.
- f. Se coloca la muestra mezclada en un molde de compactación Proctor, para el método A, de acuerdo a la granulometría de nuestra muestra, dividiéndola en capas. Cada capa se compacta mediante 26 de golpes con una maza Proctor estándar o un martillo mecánico.
- g. Se pesa el molde con la muestra compactada, registrando este peso como el peso húmedo.

Figura 31: Determinación del ensayo de Proctor



Nota: Se realiza el ensayo de Proctor modificado para lo cual dividimos la muestra en 3 partes, colocada en 3 capas en cada molde, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 32: Determinación del ensayo de Proctor



Nota: Se realiza el ensayo de Proctor modificado de la muestra del suelo, en donde se procede a la compactación del Proctor modificado en 3 capas, el cual fue extraído en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 33: Determinación del ensayo de Proctor





Nota: Se realiza en el ensayo de Proctor Modificado, se realiza la extracción de la muestra para la determinación de la humedad de la misma, la cual fue extraída en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 34: Determinación del ensayo de Proctor



Nota: Se realiza la compactación de la muestra del suelo en 3 capas de forma consecutiva, la cual fue extraída de la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Ensayo de capacidad de soporte de california CBR

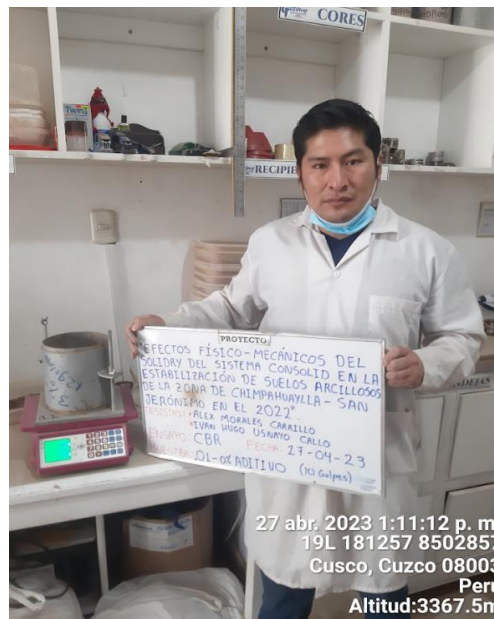
- a. Se prepararon 18 kilos de muestra para cada ensayo CBR, cabe recalcar que el porcentaje de Solidry que se agregó para cada muestra es en relación al peso seco del material.
- b. Se añade la cantidad de agua de acuerdo a la humedad óptima obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.
- c. Se prepararon los moldes CBR, se colocó un disco espaciador sobre la placa de la base de cada molde y sobre el disco un papel filtro. Para luego compactar el material en cinco capas, cada molde a diferente energía de Compactación: 56, 25 y 10 golpes.
- d. Se retiró el collarín y se procedió a enrasar el espécimen por medio de una hoja resistente y bien recta. Se tomó una muestra del material sobrante para hallar la humedad.
- e. Se desmontó el molde y se volvió a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se colocó sobre la superficie de la muestra



invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga. Finalmente se pesó.

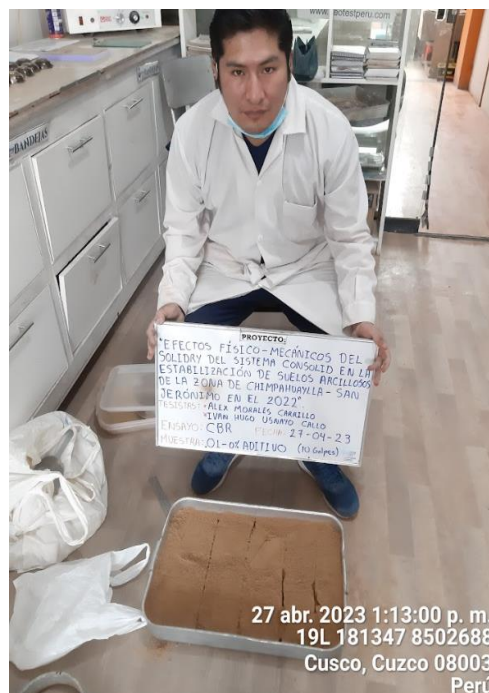
- f. A continuación, se sumergió el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se tomó la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada.
- g. Los moldes se mantuvieron en estas condiciones durante 96 horas (4 días) con el nivel de agua aproximadamente constante. Se hicieron lecturas de hinchamiento durante los 4 días posteriores a la misma hora.
- h. Después de cuatro días, se sacó el molde, se dejó drenar durante 15 minutos aproximadamente, se colocó el molde sobre el soporte de carga de la prensa y se ajusta de manera que el pistón quede centrado con la muestra.
- i. Se coloca en cero el indicador de presión del anillo de carga y el dial de deformación.
- j. La velocidad de penetración del pistón en el suelo fue de 1.27 mm/min. La velocidad se controló por medio con un cronómetro y el deformímetro.
- k. Se registraron las lecturas de la presión a 0.63, 1.27, 1.90, 2.54, 3.17, 3.81, 5.08, 7.62, 10.16 y 12.70 mm de penetración.
- l. Luego de terminada la prueba, se retiró la probeta de la máquina, se recuperó el suelo ensayado, se cortó axialmente por el medio y se tomó muestra para determinar la humedad final.
- m. Se colocan todas las muestras que se obtuvieron al horno después de la penetración de cada molde. Luego de 24 horas se toma registro del peso de cada muestra para determinar su contenido de humedad.

Figura 35: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo



Nota: Se realiza el CBR con 0% de aditivo, para lo cual primero se realiza el pesado de los moldes que serán usados en este ensayo, la cual fue extraída de la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 36: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo



Nota: Se realiza el CBR con 0% de aditivo a 10 golpes, sobre la muestra de suelo para lo cual primero se divide la muestra en 5 partes que serán colocadas en 5 capas en la compactación de



forma consecutiva, el cual fue extraído de la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 37: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo



Nota: Se realiza el CBR con 0% de aditivo a 10 golpes de compactación de la muestra o 10 golpes de energía colocada en 5 capas de forma consecutiva.

Figura 38: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo





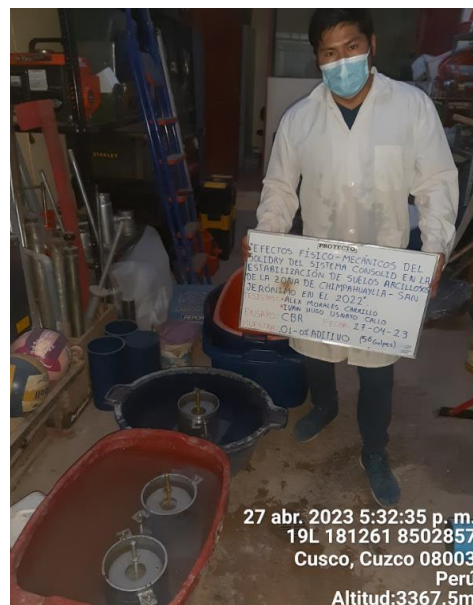
Nota: Se realiza el ensayo CBR con 0% de aditivo a 25 golpes de energía de compactación de la muestra, para lo cual primero se divide la muestra en 5 partes que serán colocados en 5 capas consecutivas durante la compactación, la cual fue extraída de la zona de chimpahuaylla, en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 39: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo



Nota: Se realiza el CBR con 0% de aditivo y compactación de la muestra con 25 golpes de energía, la cual fue realizada en 5 campas de forma consecutiva, la misma que fue extraída en la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

Figura 40: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR con 0% de aditivo





Nota: Se procede al sumergido de las muestras, la cuales serán sumergidas por un periodo de 4 días consecutivos.

Figura 41: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR con 0% de aditivo



Nota: Se realiza la verificación del hinchamiento de la muestra sumergida de forma diaria hasta llegar a los 4 días como se indica en la norma.

Figura 42: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo



Nota: Se realiza la colocación de la muestra sumergida por 4 días, para determinar la capacidad de carga de la muestra saturada.

Figura 43: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 0% de aditivo



Nota: Se realiza la penetración de la muestra sumergida por 4 días, para lo cual se aplicará una fuerza constante de forma manual hasta llegar al fallo y determinar su capacidad de soporte de la muestra.

Figura 44: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo



Nota: Se realizó el CBR con 1% de aditivo y 10 golpes de energía, en donde se procede a la compactación de la muestra con el pisón manual en 5 capas como indica el Manual de ensayos.



Figura 45: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo



Nota: Se realizó el CBR con 1% de aditivo, compactación con 25 golpes de energía, en 5 capas como indica en manual de ensayos, para la muestra extraída de la zona de Chimpahuaylla en el distrito de San Jerónimo, de la ciudad del Cusco.

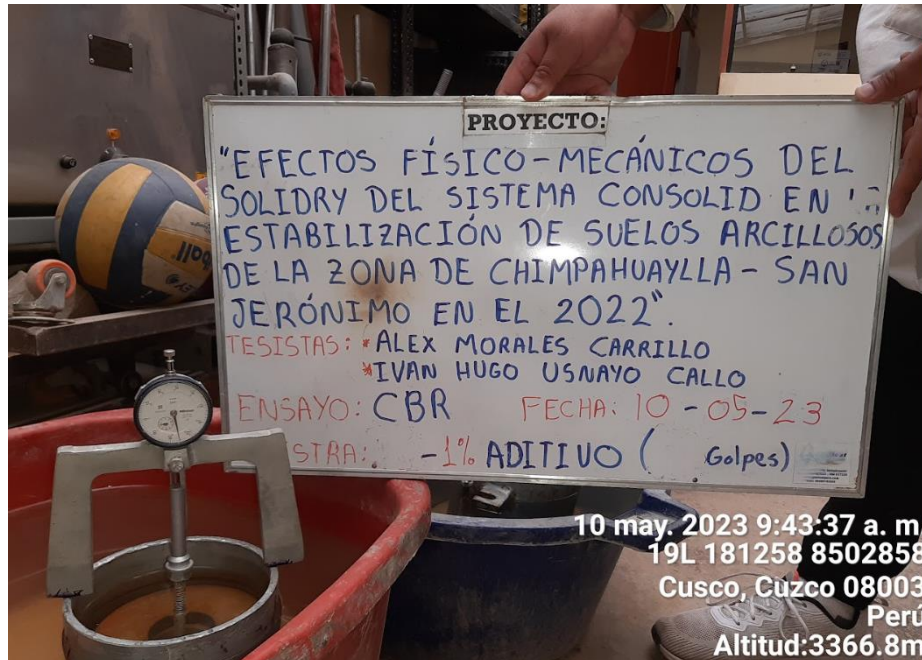
Figura 46: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo





Nota: Se realizó el CBR con 1% de aditivo, compactación con 56 golpes de energía en 5 capas consecutivas con el uso del pisón manual.

Figura 47: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 1% de aditivo



Nota: Determinación del hinchamiento de la muestra sumergida durante 4 días según la norma, en el ensayo de CBR con 1% de aditivo (SOLIDRY) compactada con 56 golpes de energía.

Figura 48: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 2% de aditivo





Nota: Se realizó el CBR con 2% de aditivo, con 25 golpes de energía de compactación, la muestra se ha dividido en 5 porciones similares que serán a su vez las 5 capas de compactación.

Figura 49: Determinación de la capacidad de soporte de california CBR 2% de aditivo



Nota: Se realizó el CBR con 2% de aditivo, compactación de 56 golpes de energía, en donde se procede a compactar la muestra en 5 capas consecutivas según normativa.

Figura 50: determinación de la capacidad de soporte de california CBR 3% de aditivo





Nota: Se realizó el CBR con 3% de aditivo y 25 golpes de energía, en donde se procede a realizar la compactación de la muestra en 5 capas como indica el Manual del ensayo CBR.

3.5.2. Toma De Datos

Cuadros de toma de datos

Tabla 12: Toma de datos de Granulometría

<u>CARACTERISTICAS FISICAS</u> <u>suelos</u>				
PROYECTO:		MUESTRA		
UBICACIÓN:				
SOLICITA:				
<u>CONTENIDO DE AGUA</u>		<u>COLOR</u>		
<u>MUESTRA</u>	1	2	3	
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)				
<u>LIMITE LIQUIDO - ASTM 423 - 66</u>				
<u>MUESTRA</u>	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)				
Numero de golpes				
	0-10	10-20	20-30	30-40
<u>LIMITE PLASTICO - ASTM D424 - 59</u>				
<u>MUESTRA</u>	1	2	3	
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)				
<u>GRANULOMETRIA</u>				
Peso Sin Lavar(gr):	600 gr.			
Peso Desp. Lavar(gr):				
<u>Tamiz</u>	<u>Diam(mm)</u>	<u>Peso Ret.</u>		
2"	50.80			
1"	25.40			
3/4"	19.05			
3/8"	9.53			
1/4"	6.35			
#4	4.75			
#8	2.38	0.06		
#16	1.19	0.38		
#30	0.59	0.05		
#50	0.30	0.98		
100	0.15	13.71		
200	0.07	24.29		
cazuela	0	1.77		
OBS.				
___/___/2023				

Fuente: Elaboración propia



Tabla 13: Toma de datos de Granulometría.

<u>CARACTERISTICAS FISICAS</u>				
<u>suelos</u>				
PROYECTO:			MUESTRA	
UBICACIÓN:				
SOLICITA:				
<u>CONTENIDO DE AGUA</u>			<u>COLOR</u>	
<i>MUESTRA</i>	1	2	3	
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)				
<u>LIMITE LIQUIDO - ASTM 423 - 66</u>				
<i>MUESTRA</i>	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)				
Numero de golpes				
	0-10	10-20	20-30	30-40
<u>LIMITE PLASTICO - ASTM D424 - 59</u>				
<i>MUESTRA</i>	1	2	3	
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)				
<u>GRANULOMETRIA</u>				
Peso Sin Lavar(gr):	600 gr.			
Peso Desp. Lavar(gr):				
Tamiz	Diam.(mm)	Peso Ret.		
2"	50.80			
1"	25.40			
3/4"	19.05			
3/8"	9.53			
1/4"	6.35			
#4	4.75			
#8	2.38			
#16	1.19	0.26		
#30	0.59	0.38		
#50	0.30	0.93		
100	0.15	6.35		
200	0.07	21.92		
cazuela	0	0.69		
OBS. _____				
___/___/2023				

Fuente: elaboración propia



Tabla 14: Granulometría, contenido de humedad, límite líquido y límite plástico.

<u>CARACTERISTICAS FISICAS</u>				MUESTRA		
<u>suelos</u>						
PROYECTO:						
UBICACIÓN:						
SOLICITA:						
<u>CONTENIDO DE AGUA</u>			<u>COLOR</u>			
<u>MUESTRA</u>	B-13	1	B-23	2	B-24	3
Peso de la Capsula (gr)	11.42		11.20		11.29	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	51.69		57.06		55.35	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	51.06		56.31		54.64	
<u>LIMITE LIQUIDO - ASTM 423 - 66</u>						
<u>MUESTRA</u>	C-2	1	C-6	2	C-10	3
Peso de la Capsula (gr)	14.31		14.72		14.59	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	35.00		34.44		34.52	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	29.02		29.28		29.68	
Numero de golpes	4		13		28	
	0-10		10-20		20-30	30-40
<u>LIMITE PLASTICO - ASTM D424 - 59</u>						
<u>MUESTRA</u>	C-5	1	C-22	2	C-24	3
Peso de la Capsula (gr)	14.50		14.78		14.82	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	24.50		24.78		24.82	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	22.72		22.98		23.04	
<u>GRANULOMETRIA</u>						
Peso Sin Lavar(gr):	600 gr.					
Peso Desp. Lavar(gr):						
<u>Tamiz</u>	<u>Diam(mm)</u>	<u>Peso Ret.</u>				
2"	50.80					
1"	25.40					
3/4"	19.05					
3/8"	9.53					
1/4"	6.35					
#4	4.75					
#8	2.38					
#16	1.19	0.31				
#30	0.59	0.45				
#50	0.30	3.69				
100	0.15	19.27				
200	0.07	38.92				
cazuela	0	6.52				
OBS. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____						
___/___/2023						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 15: Toma de datos de ensayo Proctor con 0% de aditivo SOLIDRY

COMPACTACION PROCTOR Y CBR										
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS									0%
UBICACIÓN:										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO									
ENSAYO PROCTOR										peso Molde: 3837 gr
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	11.2	11.3	11.36	11.42	8.52	9.06	19.62	20.04	14.46	14.59
Peso C + SH (gr)	49.56	51.48	46.8	44.74	34.34	34.86	49.56	47.34	49.92	43.64
Peso C + SS (gr)	46.84	48.54	42.84	41.66	30.88	31.36	44.56	42.78	43.60	38.44
Peso SH + M	6566 gr		6745 gr		6923 gr		7200 gr		7005 gr	
ENSAYO CBR										
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25	Arriba	Abajo	Arriba	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH						
100				Peso C+SS						
200				Obs.						
300										
400										
500										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Toma de datos de ensayo Proctor con 1% de aditivo SOLIDRY

COMPACTACION PROCTOR Y CB										
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS									1%
UBICACIÓN:										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO									
ENSAYO PROCTOR										peso Molde: 3837 gr
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	18.69	18.54	18.85	17.90	14.5	14.6	14.66	14.84	14.52	14.54
Peso C + SH (gr)	42.45	47.70	44.89	41.46	39.48	40.55	40.69	44.19	40.04	39.02
Peso C + SS (gr)	40.7	45.6	42.14	38.96	36.16	37.10	36.44	39.38	35.48	34.66
Peso SH + M	6615 gr		6756 gr		6895 gr		7050 gr		7000 gr	
ENSAYO CBR										
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25	Arriba	Abajo	Arriba	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH						
100				Peso C+SS						
200				Obs.						
300										
400										
500										

Fuente: Elaboración propia



Tabla 17: Toma de datos de ensayo Proctor con 2% de aditivo SOLIDRY

COMPACTACION PROCTOR Y CB										
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS									2%
UBICACIÓN:										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO									
ENSAYO PROCTOR										peso Molde: 3837 gr
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	19.51	8.65	24.5	23.97	22.52	22.33	14.74	14.62	14.56	8.78
Peso C + SH (gr)	47.10	34.68	58.44	55.26	55.64	51.97	44.22	42.58	45.90	34.10
Peso C + SS (gr)	44.74	32.50	54.58	51.68	50.74	47.82	39.20	37.94	40.32	29.50
Peso SH + M	6695 gr		6845 gr		6985 gr		7070 gr		7009 gr	
ENSAYO CBR										
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25	Arriba	Abajo	Arriba	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH						
100				Peso C+SS						
200				Obs.						
300										
400										
500										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Toma de datos de ensayo Proctor con 3% de aditivo SOLIDRY

COMPACTACION PROCTOR Y CBR										
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS									3%
UBICACIÓN:										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO									
ENSAYO PROCTOR										peso Molde: 3837 gr
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	14.74	14.34	14.52	14.42	14.36	14.68	14.86	14.64	9.12	8.80
Peso C + SH (gr)	40.66	40.46	43.94	42.00	41.60	42.66	46.52	47.18	37.00	37.15
Peso C + SS (gr)	38.48	38.24	40.62	38.86	37.74	38.58	40.80	41.58	31.82	30.90
Peso SH + M	6543 gr		6695 gr		6901 gr		7021 gr		6994 gr	
ENSAYO CBR										
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25	Arriba	Abajo	Arriba	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH						
100				Peso C+SS						
200				Obs.						
300										
400										
500										

Fuente: Elaboración propia



Tabla 19: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	0%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A5/ensayo 4											
Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3				
25	17.50			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	25.50			Peso C (gr)	23.96	24.50					
75	30.20			Peso C+SH	57.52	63.12					
100	32.80			Peso C+SS	50.00	52.78					
200	35.70			Obs.							
300	39.20				PM= 6570 g						
400	44.00				PM+m.S= 10 465 g						
500	48.50				PM+m.Sat=10 800 g						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	0%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A6/ensayo 5											
Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3				
25		41.50		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		62.00		Peso C (gr)	23.92	22.04					
75		77.50		Peso C+SH	59.64	57.92					
100		91.00		Peso C+SS	51.96	50.10					
200		113.50		Obs.							
300		129.00			PM= 6375 g						
400		144.00			PM+m.S= 10 740 g						
500		159.50			PM+m.Sat=10 885 g						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 21: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	0%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
										peso Molde:	
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A4/ensayo 9											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			18.00	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			27.50	Peso C (gr)	11.34	11.66					
75			36.50	Peso C+SH	46.28	47.65					
100			45.30	Peso C+SS	39.87	41.20					
200			84.60	Obs.							
300			115.00		PM= 7 795 g						
400			140.30		PM+m.S= 12 355 g						
500			159.30		PM+m.Sat=12 415 g						:

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	0%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
										peso Molde:	
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A2/ensayo 7											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	22.50			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	37.20			Peso C (gr)	11.00	11.30					
75	44.50			Peso C+SH	52.80	50.20					
100	49.00			Peso C+SS	44.30	41.60					
200	56.00			Obs.							
300	60.00				PM= 7 305 g						
400	60.00				PM+m.S= 11 180 g						
500	60.00				PM+m.Sat=11 395 g						/

Fuente: Elaboración propia



Tabla 23: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	0%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A3/ensayo 8</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		33.80		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		54.00		Peso C (gr)	11.36	11.52					
75		75.00		Peso C+SH	48.20	49.52					
100		82.00		Peso C+SS	41.30	42.62					
200		135.00		Obs.							
300		155.00			PM= 7 875 g						
400		170.00			PM+m.S= 12 365 g						
500		182.00			PM+m.Sat=12 500 g						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	0%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A4/ensayo</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			22.50	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			35.00	Peso C (gr)	14.48	14.64					
75			50.00	Peso C+SH	47.12	53.06					
100			62.00	Peso C+SS	41.30	45.58					
200			110.00	Obs.							
300			155.00		PM= 7 795 g						
400			192.00		PM+m.S= 12 395 g						
500			222.00		PM+m.Sat=12 460 g						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 25: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	0%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A2/ensayo</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	10.00			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	21.20			Peso C (gr)	14.54	14.58					
75	24.30			Peso C+SH	53.36	55.10					
100	25.00			Peso C+SS	43.86	45.62					
200	29.00			Obs.							
300	31.00			PM= 7 305 g							
400	31.00			PM+m.S= 10 825 g							
500	33.00			PM+m.Sat=11 220 g							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	0%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A3/ensayo</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		15.00		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		16.00		Peso C (gr)	9.10	8.80					
75		18.00		Peso C+SH	41.74	41.30					
100		22.00		Peso C+SS	34.29	33.04					
200		45.00		Obs.							
300		79.00		PM= 7 875 g							
400		101.00		PM+m.S= 12 340 g							
500		184.00		PM+m.Sat=12 475 g							

Fuente: Elaboración propia



Tabla 27: Toma de datos de ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:		0%									
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A7/ensayo 6</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			16.50	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			29.80	Peso C (gr)	22.52	22.34					
75			40.00	Peso C+SH	57.44	61.16					
100			47.00	Peso C+SS	50.70	53.84					
200			84.00	Obs.							
300			116.00		PM= 6 525 g						
400			143.00		PM+m.S= 11 050 g						
500			163.00		PM+m.Sat=11 115 g						/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:		1%									
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A1/ensayo</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	25.00			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	30.50			Peso C (gr)	14.48	14.60					
75	34.50			Peso C+SH	45.76	42.26					
100	38.00			Peso C+SS	39.44	36.72					
200	43.50			Obs.							
300	47.80				PM= 6 755 g						
400	53.50				PM+m.S= 10 085 g						
500	55.00				PM+m.Sat=10 572 g						/

Fuente: Elaboración propia



Tabla 29: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	1%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A10/ensayo 11											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		66.00		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		102.00		Peso C (gr)	14.86	9.06					
75		155.00		Peso C+SH	41.24	34.40					
100		200.00		Peso C+SS	36.48	28.92					
200		255.00		Obs.							
300		350.00			PM= 6 535 g						
400		365.00			PM+m.S= 10 735 g						
500		385.00			PM+m.Sat=10 925 g						/

Fuente: elaboración propia

Tabla 30: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	1%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A11/ensayo 12											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			19.80	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			36.70	Peso C (gr)	14.40	19.60					
75			57.60	Peso C+SH	40.88	45.92					
100			95.00	Peso C+SS	36.02	40.88					
200			270.00	Obs.							
300			380.00		PM= 6 295 g						
400			460.00		PM+m.S= 10 850 g						
500			523.00		PM+m.Sat=10 900 g						/

Fuente: Elaboración propia



Tabla 31: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	1%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A9/ensayo 10</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	24.50			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	42.50			Peso C (gr)	14.40	14.64					
75	54.00			Peso C+SH	40.14	47.74					
100	63.80			Peso C+SS	34.02	38.72					
200	86.40			Obs.							
300	95.20				PM= 7 765 g						
400	102.50				PM+m.S= 11 450 g						
500	108.70				PM+m.Sat=11 930 g						/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	1%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A6/ensayo 14</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		110.00		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		182.00		Peso C (gr)	14.62	14.58					
75		228.50		Peso C+SH	49.86	48.44					
100		248.60		Peso C+SS	42.62	40.76					
200		270.80		Obs.							
300		270.50			PM= 6 375 g						
400		283.60			PM+m.S= 10 520 g						
500		296.50			PM+m.Sat=10 730 g						:

Fuente: Elaboración propia



Tabla 33: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	1%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A7/ensayo 15											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			128.60	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			220.00	Peso C (gr)	18.76	20.04					
75			290.00	Peso C+SH	47.38	49.06					
100			308.60	Peso C+SS	41.80	44.06					
200			384.50	Obs.							
300			437.60		PM= 6 525 g						
400			485.00		PM+m.S= 11 045 g						
500			522.50		PM+m.Sat=11 100 g						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	1%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A5/ensayo 13											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	46.50			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	67.80			Peso C (gr)	14.46	14.60					
75	75.00			Peso C+SH	44.62	45.62					
100	81.30			Peso C+SS	37.98	37.34					
200	98.50			Obs.							
300	105.00				PM= 6 570 g						
400	109.50				PM+m.S= 10 195 g						
500	111.20				PM+m.Sat=10 670 g						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 35: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	1%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A8/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		30.00		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		65.50		Peso C (gr)	14.62	14.58					
75		105.70		Peso C+SH	50.18	39.72					
100		154.30		Peso C+SS	45.96	35.48					
200		313.40		Obs.							
300		365.00		PM= 6 810 g							
400		387.50		PM+m.S= 11 105 g							
500		393.80		PM+m.Sat=11 302 g							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Toma de datos de ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	1%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A12/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			27.00	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			47.50	Peso C (gr)	18.76	20.04					
75			98.80	Peso C+SH	46.72	47.40					
100			160.50	Peso C+SS	42.80	43.20					
200			431.80	Obs.							
300			574.50	PM= 6 670 g							
400			660.00	PM+m.S= 10 880 g							
500			717.00	PM+m.Sat=10 938 g							

Fuente: Elaboración propia



Tabla 37: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:		2%									
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A2/ensayo</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	37.80			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	62.30			Peso C (gr)	14.48	14.60					
75	74.30			Peso C+SH	45.02	47.26					
100	83.00			Peso C+SS	37.54	38.80					
200	105.40			Obs.							
300	119.80				PM= 7 305 g						
400	125.30				PM+m.S= 10 685 g						
500	133.00				PM+m.Sat=11 075 g					:	/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:		2%									
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		<i>Molde A3/ensayo</i>									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		35.00		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		74.50		Peso C (gr)	14.58	14.59					
75		120.30		Peso C+SH	50.20	48.78					
100		200.00		Peso C+SS	44.55	42.70					
200		235.00		Obs.							
300		288.00			PM= 7 875 g						
400		305.70			PM+m.S= 11 882 g						
500		348.80			PM+m.Sat=12 174 g					:	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 39: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:		2%									
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
Muestra	1		2		3		4		5		peso Molde:
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A4/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			130.50	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			258.70	Peso C (gr)	18.76	20.04					
75			358.70	Peso C+SH	48.36	44.96					
100			455.40	Peso C+SS	42.62	40.06					
200			687.00	Obs.							
300			805.00		PM= 7 795 g						
400			875.00		PM+m.S= 12 255 g						
500			890.20		PM+m.Sat=12 370 g						: /

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:		2%									
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
Muestra	1		2		3		4		5		peso Molde:
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A9/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	130.50			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	258.70			Peso C (gr)	11.00	11.30					
75	358.70			Peso C+SH	50.88	57.70					
100	455.40			Peso C+SS	40.34	43.68					
200	687.00			Obs.							
300	805.00				PM= 7 765 g						
400	875.00				PM+m.S= 11 050 g						
500	890.20				PM+m.Sat=11 710 g						:

Fuente: Elaboración propia



Tabla 41: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR										
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	2%										
UBICACIÓN:												
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO											
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5			
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso C (gr)												
Peso C + SH (gr)												
Peso C + SS (gr)												
Peso SH + M												
ENSAYO CBR		<i>Molde A10/ensayo</i>										
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
25		23.50		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
50		46.80		Peso C (gr)	11.36	11.52						
75		77.50		Peso C+SH	52.22	46.40						
100		112.00		Peso C+SS	42.74	37.52						
200		234.00		Obs.								
300		290.00		PM= 6 535 g								
400		311.00		PM+m.S= 10 325 g								
500		312.50		PM+m.Sat=10 730 g							:	/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR										
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	2%										
UBICACIÓN:												
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO											
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5			
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso C (gr)												
Peso C + SH (gr)												
Peso C + SS (gr)												
Peso SH + M												
ENSAYO CBR		<i>Molde A11/ensayo</i>										
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
25			55.00	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
50			102.00	Peso C (gr)	11.34	11.66						
75			155.70	Peso C+SH	42.70	43.20						
100			238.00	Peso C+SS	36.26	36.66						
200			538.00	Obs.								
300			744.50	PM= 6 295 g								
400			862.50	PM+m.S= 10 575 g								
500			932.70	PM+m.Sat=10 780 g							:	/

Fuente: Elaboración propia



Tabla 43: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	2%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A2/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	40.20			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	48.30			Peso C (gr)	14.48	14.60					
75	52.50			Peso C+SH	47.50	46.80					
100	65.40			Peso C+SS	41.20	40.38					
200	73.80			Obs.							
300	120.80				PM= 7 305 g						
400	122.50				PM+m.S= 10 635.40 g						
500	122.50				PM+m.Sat=11 170 g						/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	2%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A3/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		46.00		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		115.20		Peso C (gr)	14.62	14.58					
75		198.80		Peso C+SH	45.04	45.68					
100		277.50		Peso C+SS	38.80	38.92					
200		367.30		Obs.							
300		415.50			PM= 7 875 g						
400		440.70			PM+m.S= 12 135 g						
500		454.50			PM+m.Sat=12 310 g						/

Fuente: Elaboración propia



Tabla 45: Toma de datos de ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	2%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A4/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			85.00	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			144.50	Peso C (gr)	14.74	14.56					
75			238.50	Peso C+SH	47.08	46.56					
100			422.40	Peso C+SS	42.78	41.24					
200			585.70	Obs.							
300			693.80	PM= 7 795 g							
400			755.00	PM+m.S= 12 174 g							
500			883.20	PM+m.Sat=12 329 g							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	3%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
	peso Molde:										
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A1/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25	35.00			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	40.50			Peso C (gr)	14.54	14.58					
75	46.20			Peso C+SH	44.28	52.40					
100	48.70			Peso C+SS	35.40	40.75					
200	72.50			Obs.							
300	85.00			PM= 6 755 g							
400	97.90			PM+m.S= 10 012 g							
500	110.20			PM+m.Sat=10 665 g							

Fuente: Elaboración propia



Tabla 47: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR										
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS									3%		
UBICACIÓN:												
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO											
ENSAYO PROCTOR											peso Molde:	
Muestra	1		2		3		4		5			
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso C (gr)												
Peso C + SH (gr)												
Peso C + SS (gr)												
Peso SH + M												
ENSAYO CBR Molde A6/ensayo												
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
25		44.30		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
50		75.00		Peso C (gr)	14.62	14.58						
75		111.30		Peso C+SH	42.88	45.04						
100		132.00		Peso C+SS	36.32	38.00						
200		191.50		Obs.								
300		191.50		PM= 6 375 g								
400		200.20		PM+m.S= 10 165 g								
500		212.50		PM+m.Sat=10 555 g								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR										
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS									3%		
UBICACIÓN:												
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO											
ENSAYO PROCTOR											peso Molde:	
Muestra	1		2		3		4		5			
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso C (gr)												
Peso C + SH (gr)												
Peso C + SS (gr)												
Peso SH + M												
ENSAYO CBR Molde A11/ensayo												
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
25			48.60	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
50			78.40	Peso C (gr)	22.52	22.34						
75			128.20	Peso C+SH	48.94	46.60						
100			180.50	Peso C+SS	45.01	43.20						
200			490.60	Obs.								
300			688.00	PM= 6 295 g								
400			749.50	PM+m.S= 10 583 g								
500			940.20	PM+m.Sat=10 764 g								

Fuente: Elaboración propia



Tabla 49: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	3%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A5/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3				
25	29.30			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	41.70			Peso C (gr)	14.48	14.60					
75	47.50			Peso C+SH	47.04	56.50					
100	51.30			Peso C+SS	37.94	42.98					
200	67.70			Obs.							
300	82.50				PM= 6 570 g						
400	95.00				PM+m.S= 9 810 g						
500	106.20				PM+m.Sat=10 470 g					: /	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	3%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A8/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3				
25		60.20		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		72.50		Peso C (gr)	9.10	8.80					
75		105.78		Peso C+SH	48.60	53.54					
100		130.42		Peso C+SS	42.32	45.70					
200		175.40		Obs.							
300		178.20			PM= 6 810 g						
400		215.30			PM+m.S= 10 608 g						
500		235.00			PM+m.Sat=10 988 g					: /	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 51: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	3%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
										peso Molde:	
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A7/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3				
25			25.80	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			64.50	Peso C (gr)	18.76	20.64					
75			136.00	Peso C+SH	48.80	45.70					
100			210.50	Peso C+SS	43.02	40.20					
200			560.80	Obs.							
300			775.40	PM= 6 525 g							
400			883.00	PM+m.S= 10 805 g							
500			924.40	PM+m.Sat=10 995 g							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 10 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS										
UBICACIÓN:	3%										
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR											
										peso Molde:	
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR Molde A9/ensayo											
Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3				
25	34.40			Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50	39.80			Peso C (gr)	23.96	24.50					
75	45.00			Peso C+SH	47.60	54.20					
100	58.50			Peso C+SS	38.00	41.30					
200	75.80			Obs.							
300	94.20			PM= 7 765 g							
400	99.00			PM+m.S= 11 013 g							
500	116.50			PM+m.Sat=11 662 g							

Fuente: Elaboración propia



Tabla 53: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 25 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	3%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		Molde A10/ensayo									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25		35.50		Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50		66.70		Peso C (gr)	23.92	22.04					
75		99.40		Peso C+SH	45.70	48.24					
100		145.20		Peso C+SS	40.30	42.10					
200		183.40		Obs.							
300		198.00			PM= 6 535 g						
400		210.40			PM+m.S= 10 299 g						
500		232.30			PM+m.Sat=10 705 g					:	/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Toma de datos de ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY y 56 golpes.

		COMPACTACION PROCTOR Y CBR									
PROYECTO:	EFFECTOS F-M DE SUELOS ARCILLOSOS	3%									
UBICACIÓN:											
SOLICITA:	ALEX MORALES CARRILLO E IVAN H. USNAYO CALLO										
ENSAYO PROCTOR		peso Molde:									
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)											
Peso C + SH (gr)											
Peso C + SS (gr)											
Peso SH + M											
ENSAYO CBR		Molde A12/ensayo									
Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
25			40.30	Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
50			70.30	Peso C (gr)	14.48	14.64					
75			114.00	Peso C+SH	43.69	48.42					
100			198.20	Peso C+SS	38.84	43.20					
200			436.50	Obs.							
300			689.40		PM= 6 670 g						
400			850.00		PM+m.S= 10 945 g						
500			914.30		PM+m.Sat=11 143 g					:	/

Fuente: Elaboración propia



3.5.3. Cálculos Vinculados Con Las Pruebas De Laboratorio

Para el cálculo del Proctor modificado es necesario mostrar las siguientes formulas>

La energía de compactación en el ensayo de laboratorio, se define como:

$$E_c = \frac{N * n * W * h}{V}$$

DÓNDE:

- E c = Energía de compactación, depende del tipo de ensayo
- N = N° de golpes por capa
- n = N° de capas
- W = Peso del pisón
- H = Altura de caída del pisón
- V = Volumen del suelo compactado

$$\text{CONTENIDO DE HUMEDAD} = \frac{\text{PESO DEL AGUA}}{\text{PESO DE LA MUESTRA SECA}} \times 100\%$$

$$\text{DENSIDAD SECA} = \frac{\text{DENSIDAD HUMEDA} \left(\frac{\text{KN}}{\text{M}^3} \right)}{1 + \text{W}\%}$$

3.5.4. Prueba De Hipótesis

La hipótesis es que el solidry tiene efecto y aumenta el CBR

(hipótesis nula)

Ho= El solidry no tiene efecto. – u= CBR, es decir, 19.16% CBR aún con el solidry

(hipótesis alternativa)

H1= El solidry tiene efecto. – u= índice CBR, es decir, 19.16% CBR aun con el solidry

Debido a que ambos valores fueron evaluados y que existe una muestra de CBR con 0%, la cual determinamos como muestra patrón - sin el aditivo (SOLIDRY del SISTEMA CONSOLID) - que llegó a un CBR de 8.58, podemos afirmar: que la hipótesis se determinara por los valores obtenidos en laboratorio.



3.5.5 Cálculos Vinculados Con La Cuantificación De Variables

3.5.5.1 Ensayo De Proctor Modificado

a) Procesamiento y cálculos de la prueba

Se calculó el contenido de Agua, de acuerdo con el Método de Ensayo desarrollado con anterioridad.

Se calculó la densidad húmeda mediante:

$$Densidad\ húmeda = \frac{\text{Peso del molde mas suelo} - \text{peso del molde}}{\text{volumen del molde}}$$

La densidad seca:

$$Densidad\ seca = \frac{Densidad\ húmeda}{1 + humedad}$$

b) Diagramas

Se grafica una curva con la humedad en el eje de las abscisas y la densidad seca

en el eje de las ordenadas.



Tabla 55: Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 0% de aditivo SOLIDRY.

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO										
NTP-339.141 - ASTM-D1557										
Tesis	"EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022"									
Localizacion	CIUDAD DEL CUSCO									
Distrito	CUSCO									
Provincia	CUSCO									
Region	CUSCO									
MUESTRA :	1									
% Aditivo :	0%									
FECHA : Junio 2023										
MOTIVO : INVESTIGACION										
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	11.20	11.30	11.36	11.42	8.52	9.06	19.62	20.04	14.46	14.59
Peso C+SH (gr)	49.56	51.48	46.80	44.74	34.34	34.86	49.56	47.34	49.92	43.64
Peso C+SS (gr)	46.84	48.54	42.84	41.06	30.88	31.36	44.56	42.78	43.60	38.44
Peso SS (gr)	35.64	37.24	31.48	29.64	22.36	22.30	24.94	22.74	29.14	23.85
Peso Agua (gr)	2.72	2.94	3.96	3.68	3.46	3.50	5.00	4.56	6.32	5.20
Cont. Hum. %	7.63	7.89	12.58	12.42	15.47	15.70	20.05	20.05	21.69	21.80
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD										
Muestra	1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Óptima		19.90		
C. Hum. Prom. %	7.76	12.50	15.58	20.05	21.75					
Peso SH+M	6915	7115	7212	7531	7415					
Peso M	3837	3837	3837	3837	3837			Densidad Seca Maxima (gr/cm3)		
Peso SH	3078	3278	3375	3694	3578			1.45		
Densidad Hum.	1.45	1.54	1.59	1.74	1.69					
Densidad Seca	1.35	1.37	1.38	1.45	1.38					
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO</p> <p>El gráfico muestra una curva de densidad seca versus contenido de humedad. El punto de máxima densidad seca se encuentra a un contenido de humedad de 19.90% y una densidad seca de 1.45 gr/cm³.</p>										

Fuente: Elaboración propia




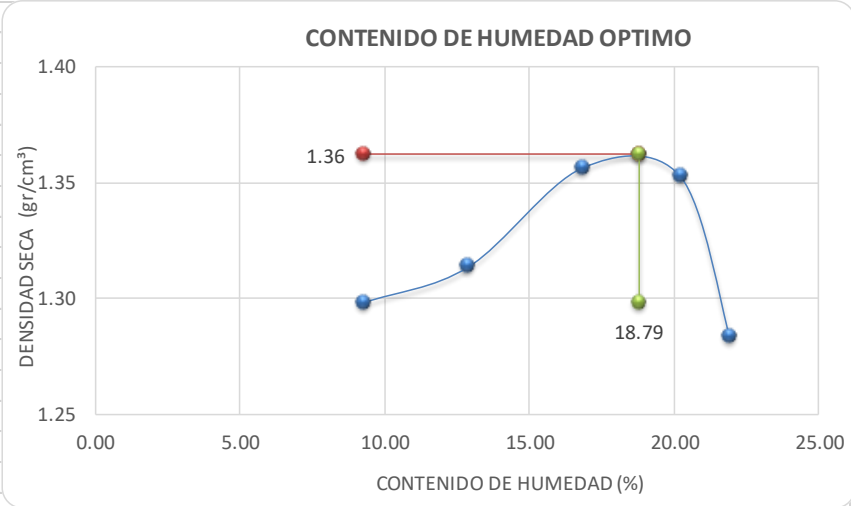
Tabla 56: Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 1% de aditivo SOLIDRY.

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO NTP-339.141 - ASTM-D1557																						
Tesis	"EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022"																					
Localizacion	CIUDAD DEL CUSCO																					
Distrito	CUSCO																					
Provincia	CUSCO																					
Region	CUSCO																					
Fecha	Junio 2023																					
Motivo	INVESTIGACION																					
MUESTRA	1																					
% Aditivo	1%																					
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD																						
Muestra	1		2		3		4		5													
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo												
Peso C (gr)	18.69	18.54	18.85	17.90	14.50	14.60	14.66	14.84	14.52	14.54												
Peso C+SH (gr)	42.45	47.70	44.89	41.46	39.48	40.55	40.69	44.19	40.04	39.02												
Peso C+SS (gr)	40.70	45.60	42.14	38.96	36.16	37.10	36.44	39.38	35.48	34.66												
Peso SS (gr)	22.01	27.06	23.29	21.06	21.66	22.50	21.78	24.54	20.96	20.12												
Peso Agua (gr)	1.75	2.10	2.75	2.50	3.32	3.45	4.25	4.81	4.56	4.36												
Cont. Hum. %	7.95	7.76	11.81	11.87	15.33	15.33	19.51	19.60	21.76	21.67												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD																						
Muestra	1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Óptima		19.40														
C. Hum. Prom. %	7.86	11.84	15.33	19.56	21.71	Densidad Seca Maxima (gr/cm3)		1.41														
Peso SH+M	6969	7116	7216	7412	7310																	
Peso M	3837	3837	3837	3837	3837																	
Peso SH	3132	3279	3379	3575	3473																	
Densidad Hum.	1.48	1.54	1.59	1.68	1.64																	
Densidad Seca	1.37	1.38	1.38	1.41	1.34																	
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO</p> <p>El gráfico muestra una curva de densidad seca versus contenido de humedad. El punto de máxima densidad seca se encuentra a un contenido de humedad de 19.40% y una densidad seca de 1.41 gr/cm³.</p> <table border="1"> <caption>Datos del Gráfico de Contenido de Humedad Óptimo</caption> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad (%)</th> <th>Densidad Seca (gr/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7.95</td> <td>1.37</td> </tr> <tr> <td>11.81</td> <td>1.38</td> </tr> <tr> <td>15.33</td> <td>1.38</td> </tr> <tr> <td>19.40</td> <td>1.41</td> </tr> <tr> <td>21.67</td> <td>1.34</td> </tr> </tbody> </table>											Contenido de Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	7.95	1.37	11.81	1.38	15.33	1.38	19.40	1.41	21.67	1.34
Contenido de Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cm³)																					
7.95	1.37																					
11.81	1.38																					
15.33	1.38																					
19.40	1.41																					
21.67	1.34																					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 57: Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 2% de aditivo SOLIDRY.

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO NTP-339.141 - ASTM-D1557											
Tesis :	"EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022"										 Fecha : Junio 2023 Motivo : INVESTIGACION
Localizacion :	CIUDAD DEL CUSCO										
Distrito :	CUSCO										
Provincia :	CUSCO										
Region :	CUSCO										
MUESTRA :	1										
% Aditivo :	2%										
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD											
Muestra	1		2		3		4		5		
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso C (gr)	19.51	8.65	24.50	23.97	22.52	22.33	14.74	14.62	14.56	8.78	
Peso C+SH (gr)	47.10	34.68	58.44	55.26	55.64	51.97	44.22	42.58	45.90	34.10	
Peso C+SS (gr)	44.74	32.50	54.58	51.68	50.74	47.82	39.20	37.94	40.32	29.50	
Peso SS (gr)	25.23	23.85	30.08	27.71	28.22	25.49	24.46	23.32	25.76	20.72	
Peso Agua (gr)	2.36	2.18	3.86	3.58	4.90	4.15	5.02	4.64	5.58	4.60	
Cont. Hum. %	9.35	9.14	12.83	12.92	17.36	16.28	20.52	19.90	21.66	22.20	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Muestra	1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Optima		18.79			
C. Hum. Prom. %	9.25	12.88	16.82	20.21	21.93	Densidad Seca Maxima (gr/cm³)		1.36			
Peso SH+M	6848	6985	7201	7290	7160						
Peso M	3837	3837	3837	3837	3837						
Peso SH	3011	3148	3364	3453	3323						
Densidad Hum.	1.42	1.48	1.58	1.63	1.57						
Densidad Seca	1.30	1.31	1.36	1.35	1.28						
<div style="text-align: center;"> CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO </div> 											

Fuente: Elaboración propia



Tabla 58: Procesamiento de datos del ensayo Proctor modificado con 3% de aditivo SOLIDRY.

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO NTP-339.141 - ASTM-D1557										
Tesis :	"EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022"									
Localizacion :	CIUDAD DEL CUSCO									
Distrito :	CUSCO									
Provincia :	CUSCO									
Region :	CUSCO									
										Fecha : Junio 2023
										Motivo : INVESTIGACION
MUESTRA :	1									
% Aditivo :	3%									
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	14.74	14.34	14.52	14.42	14.36	14.68	14.86	14.64	9.12	8.80
Peso C+SH (gr)	40.66	40.46	43.94	42.00	41.60	42.66	46.52	47.18	37.00	37.15
Peso C+SS (gr)	38.48	38.24	40.62	38.86	37.74	38.58	40.80	41.58	31.82	30.90
Peso SS (gr)	23.74	23.90	26.10	24.44	23.38	23.90	25.94	26.94	22.70	22.10
Peso Agua (gr)	2.18	2.22	3.32	3.14	3.86	4.08	5.72	5.60	5.18	6.25
Cont. Hum. %	9.18	9.29	12.72	12.85	16.51	17.07	22.05	20.79	22.82	28.28
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD										
Muestra	1	2	3	4	5	Contenido de Humedad Optima		18.30		
C. Hum. Prom. %	9.24	12.78	16.79	21.42	25.55					
Peso SH+M	6543	6695	6991	7084	6994					
Peso M	3837	3837	3837	3837	3837					
Peso SH	2706	2858	3154	3247	3157					
Densidad Hum.	1.27	1.35	1.49	1.53	1.49					
Densidad Seca	1.17	1.19	1.27	1.26	1.18					
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO</p> <p>El gráfico muestra la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca. El punto óptimo se encuentra en un contenido de humedad del 18.30% y una densidad seca de 1.277 gr/cm³.</p>										

Fuente: Elaboración propia



c. Análisis de resultado

En la curva del primer ensayo se observa que se alcanza la mayor densidad seca de 1.41 g/cm³ al tener una humedad de 19.40 %, la cual es la humedad optima.

En la curva del primer ensayo se observa que se alcanza la mayor densidad seca de 1.36 g/cm³ al tener una humedad de 18.79 %, la cual es la humedad optima.

En la curva del primer ensayo se observa que se alcanza la mayor densidad seca de 1.28 g/cm³ al tener una humedad de 18.30 %, la cual es la humedad optima.

En base a los resultados podemos concluir que la humedad optima según la adición del compuesto Solidry, no varía considerablemente, por lo que, la adición de agua para el ensayo de CBR se realizará según la humedad optima de cada ensayo Proctor.

3.5.5.2 Ensayo De Granulometría

a. Procesamiento de datos o cálculos.

- Se calculó la cantidad de muestra perdida durante el proceso del tamizado:

Peso perdido = Peso de la muestra antes del tamizado – sumatoria de pesos luego del tamizado

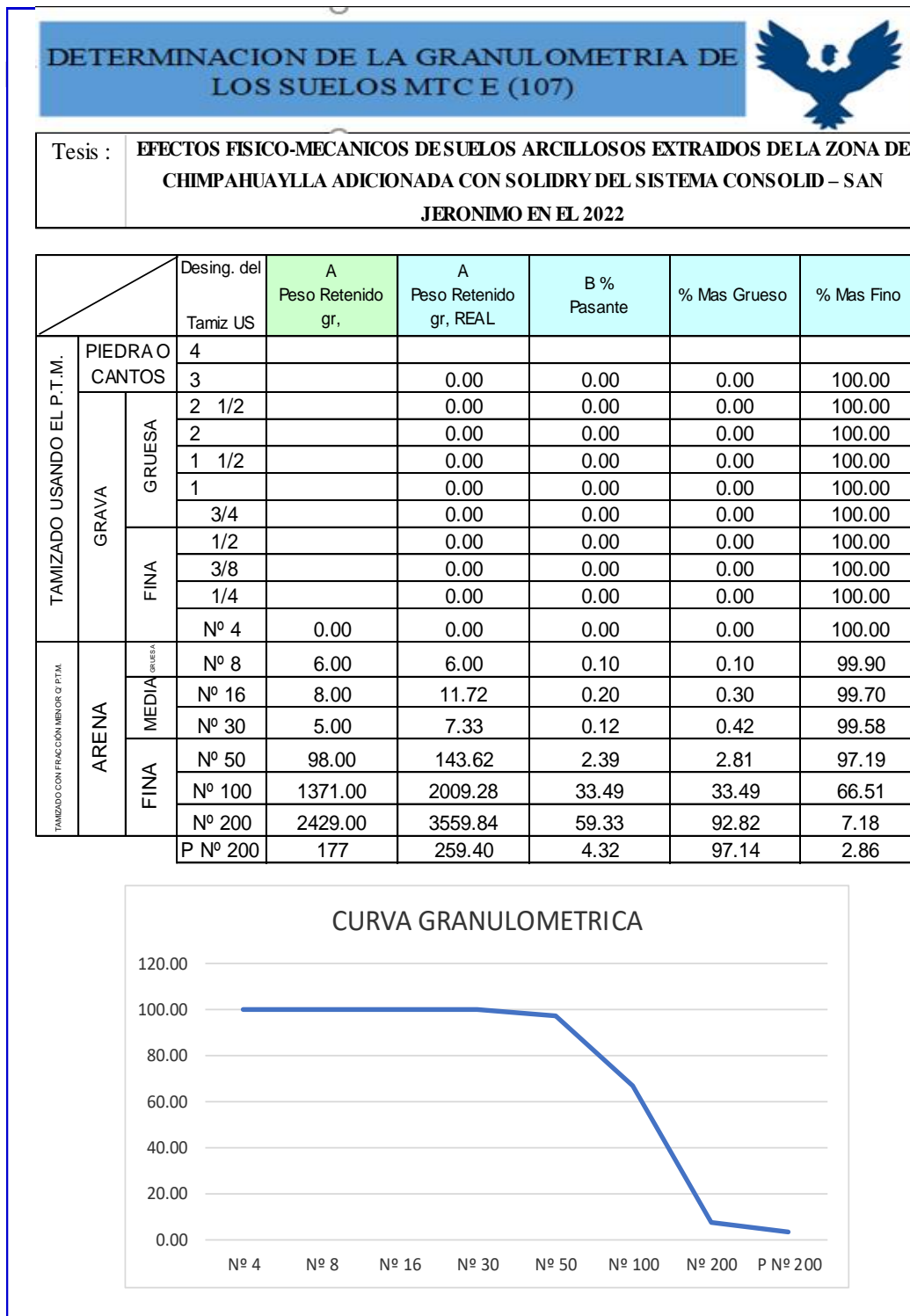
- Se calculó el porcentaje del peso perdido el cual fue menor a 1 %, Ya que este es menor al 1% es aceptable.
- Se procedió a corregir proporcionalmente con el porcentaje obtenido.
- Luego de esto se calculó el % retenido mediante esta fórmula:

$$\%retenido = \frac{\text{Peso del material retenido en tamiz}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

- En la siguiente columna se colocaron los porcentajes retenidos acumulados, para luego finalmente obtener el porcentaje acumulado que pasa, que es la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.



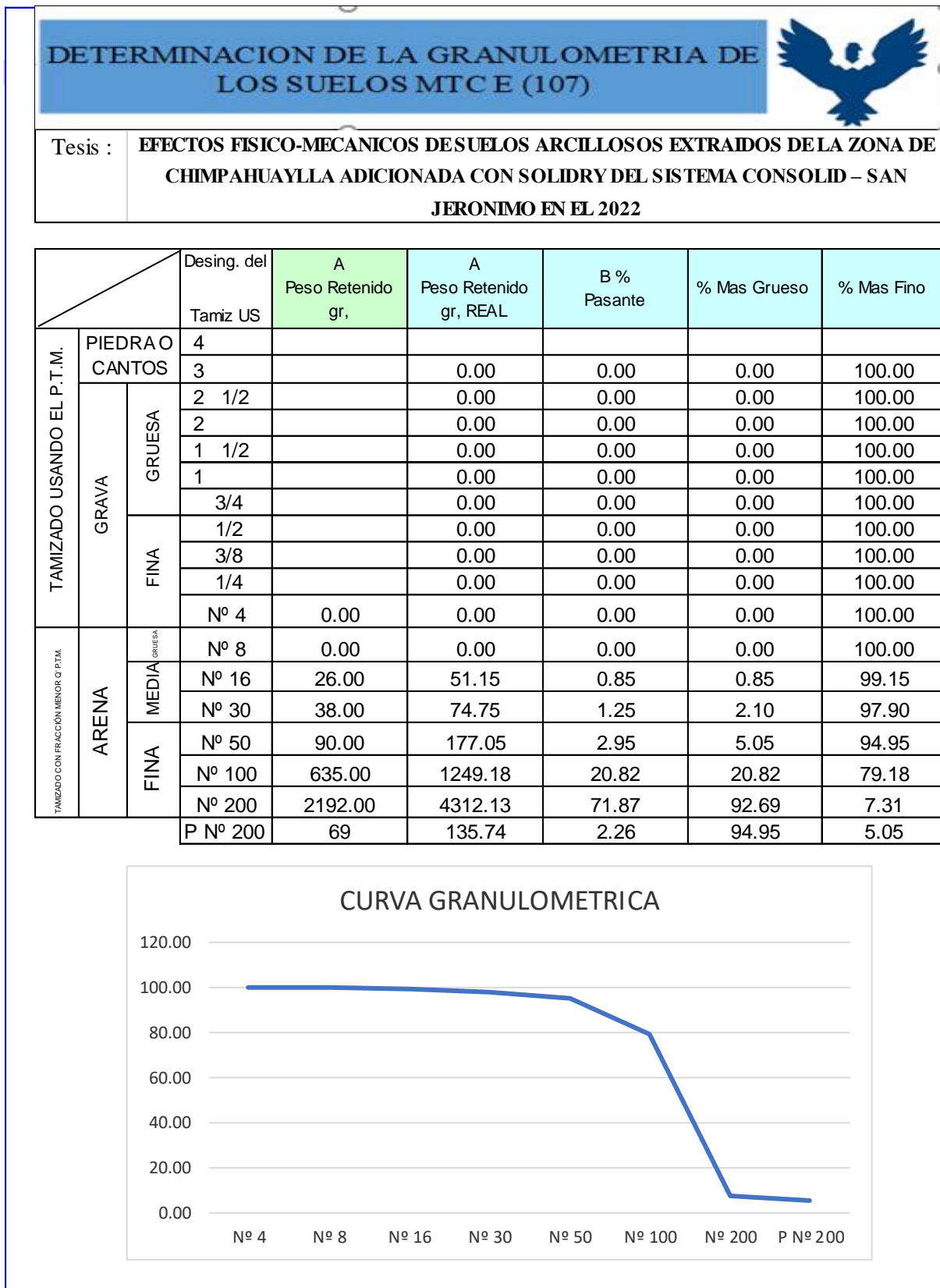
Tabla 59: Procesamiento de datos del ensayo determinación de la granulometría del suelo.



Fuente: Elaboración propia



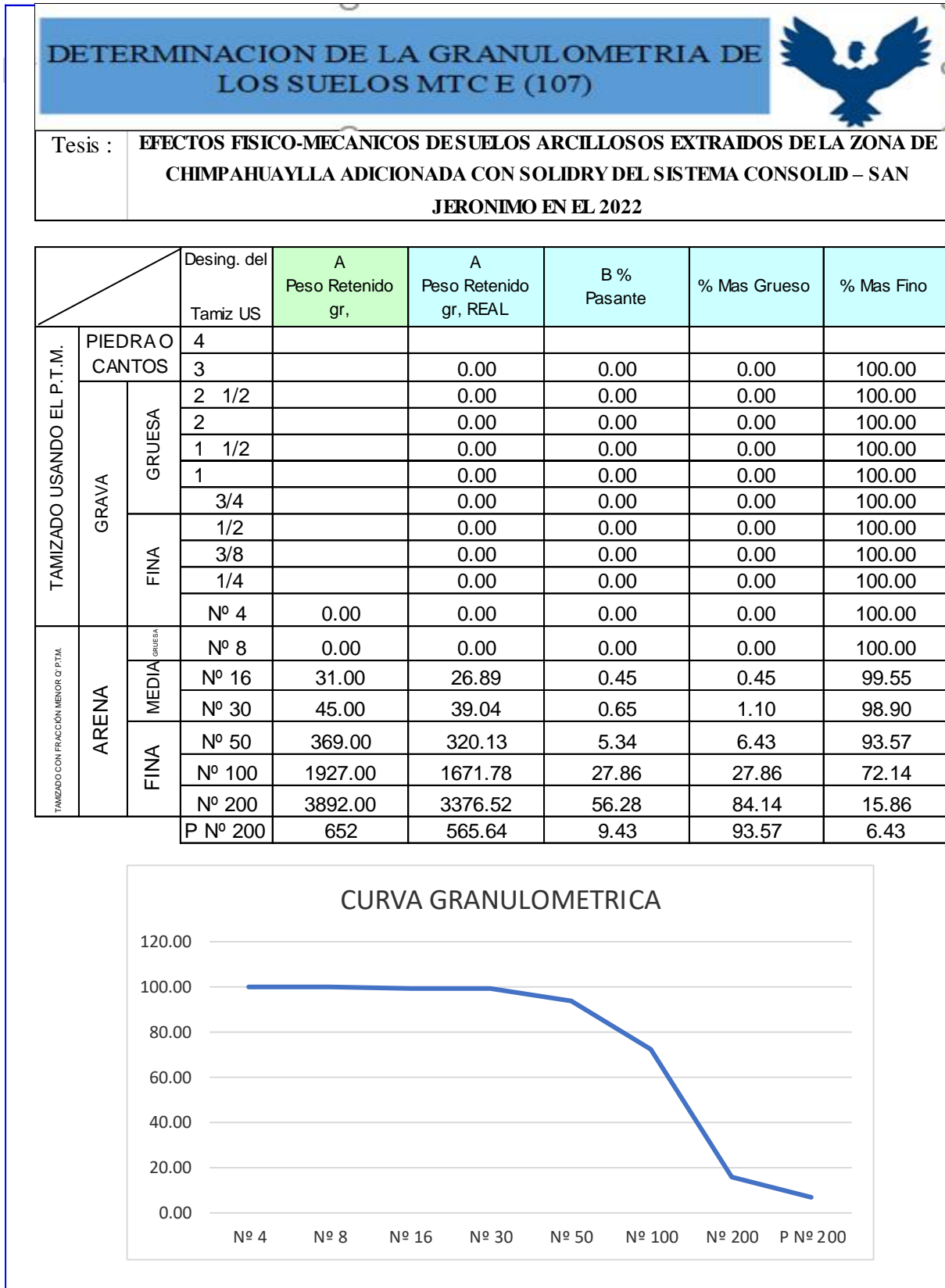
Tabla 60: Procesamiento de datos del ensayo determinación de la granulometría del suelo.



Fuente: Elaboración propia



Tabla 61: Procesamiento de datos del ensayo determinación de la granulometría del suelo.



Fuente: Elaboración propia



3.5.5.3 *Ensayo de Límites de Atterberg*

a) **Procesamiento y cálculos de la prueba**

Se procedió a calcular la humedad obtenida en cada ensayo, tanto para el límite líquido y el límite plástico.

b) **Diagramas**

Para el Límite líquido se representó la relación entre el contenido de humedad y el número de golpes correspondientes (N) de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Se trazó una línea recta que pase por los tres puntos graficados.

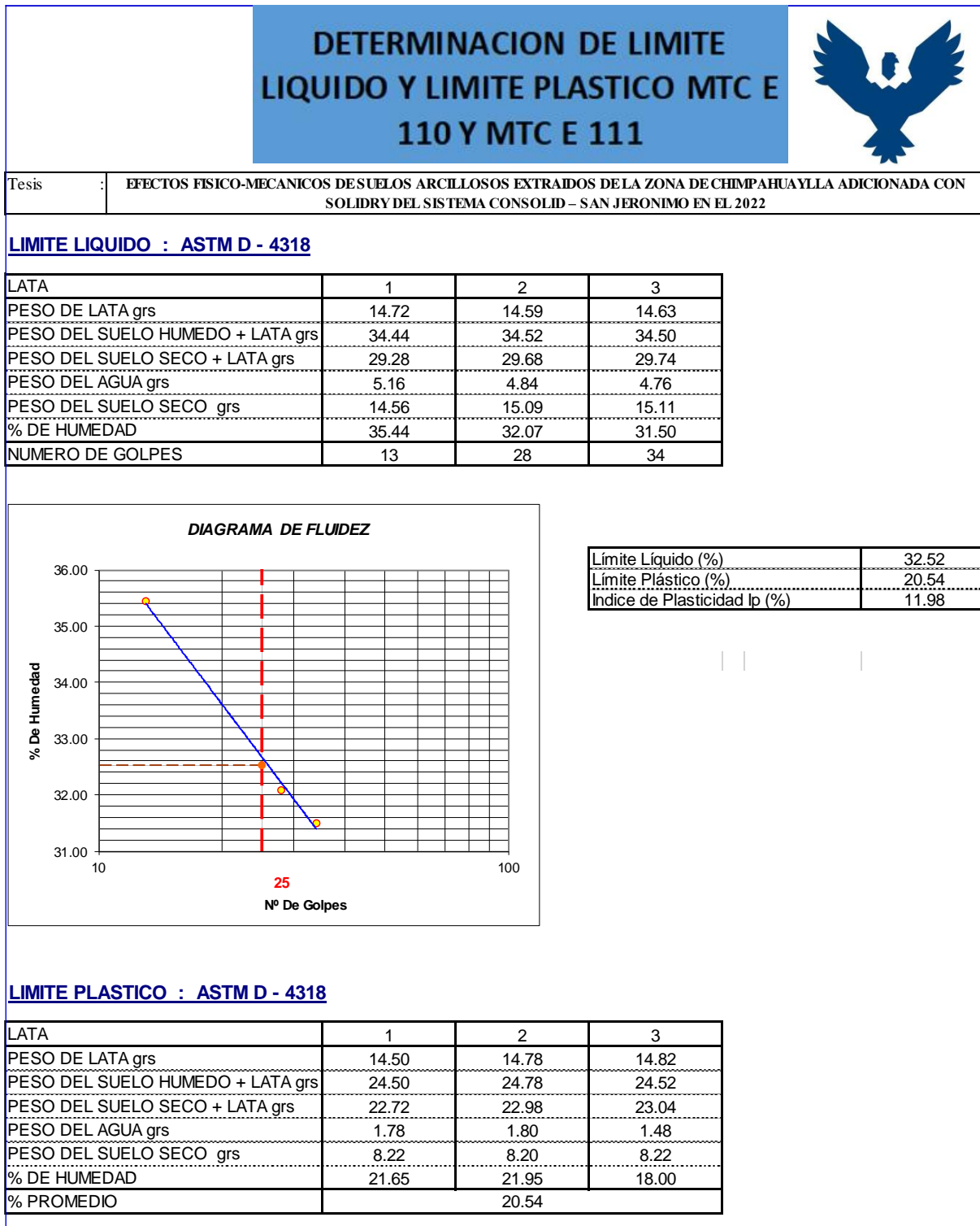
Tomamos el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo.

Para el límite plástico se calcula el promedio de las humedades obtenidas calculadas con anterioridad. El índice de plasticidad (IP) se calcula mediante la diferencia del Límite líquido y el Límite plástico.

Límite Líquido (%)	32.52
Límite Plástico (%)	20.54
Índice de Plasticidad Ip (%)	11.98



Tabla 62: Procesamiento de datos del ensayo Determinación de limite líquido y plástico.



Fuente: Elaboración propia



3.5.5.4 Ensayo De Soporte De California

a) Procesamiento y cálculos de la prueba

Para calcular la densidad o peso unitario se calculó a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

Para calcular el agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida se realizó a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta.


Para calcular el índice CBR se procedió como sigue:

Se dibujó una curva que relaciona las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), de la curva se tomaron los valores de carga - penetración para los valores de 0.10 pulg y 0.20 pulg y se calcularon los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo las cargas obtenidas por las cargas patrón de referencia 1000 Psi y 1500 Psi respectivamente, y se multiplicó por 100.

A continuación, se muestran las tablas en donde se ha seguido el proceso antes descrito para determinar el CBR de la muestra de suelo, la cual consta de 12 ensayos, cada uno con 3 moldes de CBR, con 10, 25 y 56 golpes respectivamente; por lo que, en total se realizaron 36 moldes de CBR: 9 sobre el suelo sin aditivo, 9 sobre el suelo con 1% de aditivo, 9 sobre el suelo con 2% de aditivo y finalmente 9 sobre el suelo con 3% de aditivo.



Tabla 63: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 0% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73														
Tesis : EFFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA											 Fecha : Junio 2023 Motivo : TESIS			
ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022														
Localizacion	CUSCO			Provincia	CUSCO			Region	CUSCO					
Muestra N°	1			Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez										
Humedad Optima (%) :						19.00			Densidad Seca Maxima (gr/cm3) :				0.61	
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10				25				56				
		SIN EMPAPAR		EMPAPADA		SIN EMPAPAR		EMPAPADA		SIN EMPAPAR		EMPAPADA		
Peso del Molde (gr)		6570.00				6525.00				7795.00				
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00				2317.00				2317.00				
Muestra Humeda + Molde (gr)		10465.00		10800.00		11050.00		11115.00		12355.00		12415.00		
Muestra Humeda (gr)		3895.00				4525.00				4560.00				
Densidad Humeda (gr/cm3)		1.68				1.95				1.97				
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA DESPUES DE SER SUMERGIDO														
		ABAJO		ARRIBA		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)		23.96		24.50				22.52		22.34				
Muestra Humeda + Capsula (gr)		57.52		63.12				57.44		61.16				
Muestra Seca + Capsula (gr)		50.00		52.78				50.70		53.84				
Contenido de Humedad (%)		28.88		36.56				23.92		23.24				
Promedio del Contenido de Humedad (%)		32.72				23.58				22.15				
Densidad Seca (gr/cm3)		1.27				1.58				1.61				
EXPANCION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCION			EXPANCION			EXPANCION				
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%		
DEL	0	00:00	0	0.031			0.051			0.020				
	1	00:00	1	0.051	0.021	0.410	0.061	0.010	0.202	0.025	0.005	0.097		
	2	00:00	2	0.072	0.042	0.830	0.075	0.024	0.482	0.032	0.012	0.237		
C.B.R	3	00:00	3	0.080	0.050	0.990	0.094	0.043	0.862	0.041	0.021	0.417		
	4	00:00	4	0.102	0.072	1.430	0.118	0.067	1.342	0.047	0.027	0.539		
PENETRACION	C. PATRON	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.				
		(Pulg)	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		
DEL	0.025		59.50	19.83		130.98	43.66		60.99	20.33				
	0.050		83.33	27.78		192.02	64.01		89.29	29.76				
	0.075		97.33	32.44		238.17	79.39		116.09	38.70				
C.B.R	0.100	1000	105.07	35.02	3.50	278.35	92.78	9.28	142.30	47.43	4.74			
	0.200	1500	113.71	37.90	2.53	345.31	115.10	7.67	259.30	86.43	5.76			
	0.300	1900	124.13	41.38		391.42	130.47		349.77	116.59				
	0.400	2300	138.43	46.14		436.04	145.35		425.04	141.68				
	0.500	2600	151.83	50.61		482.14	160.71		481.55	160.52				

ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
N° golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.27	1.58	1.61
C.B.R.	3.01	8.48	5.25

C.B.R. DE DISEÑO =	8.4759 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.61
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.53

Fuente: Elaboración propia



Tabla 64: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 0% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73														
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022														
Localizacion : CUSCO											Fecha : Junio 2023			
Distrito : CUSCO			Provincia : CUSCO			Region : CUSCO			Motivo : TESIS					
Muestra N° 1		Asesor: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez												
Humedad Optima (%) :						19.00			Densidad Seca Maxima (gr/cm3) :				0.61	
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10			25			56						
		SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA					
Peso del Molde (gr)		7305.00			7875.00			7795.00						
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00			2317.00			2317.00						
Muestra Humeda + Molde (gr)		11180.00			12365.00			12460.00						
Muestra Humeda (gr)		3875.00			4490.00			4600.00						
Densidad Humeda (gr/cm3)		1.67			1.94			1.99						
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA				
Peso de la Capsula (gr)		11.00			11.36			11.52						
Muestra Humeda + Capsula (gr)		52.80			48.20			49.52						
Muestra Seca + Capsula (gr)		44.30			41.30			42.62						
Contenido de Humedad (%)		25.53			23.05			22.19						
Promedio del Contenido de Humedad (%)		26.95			22.62			22.94						
Densidad Seca (gr/cm3)		1.32			1.58			1.61						
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN				
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%		
DEL	0	00:00	0	0.192			0.069			0.034				
	1	00:00	1	0.199	0.007	0.140	0.082	0.013	0.260	0.041	0.007	0.140		
C.B.R	2	00:00	2	0.243	0.051	1.020	0.098	0.029	0.580	0.053	0.019	0.380		
	3	00:00	3	0.251	0.059	1.180	0.110	0.041	0.820	0.064	0.030	0.600		
	4	00:00	4	0.275	0.083	1.660	0.137	0.068	1.360	0.080	0.046	0.910		
PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	C. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.			
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI				
DEL	0.025		74.39	24.80		108.05	36.02		74.39	24.80				
	0.050		118.18	39.39		168.20	56.07		111.62	37.21				
C.B.R	0.075		139.92	46.64		230.73	76.91		156.29	52.10				
	0.100	1000	153.32	51.11	5.11	253.94	84.65	8.46	193.51	64.50	6.45			
C.B.R	0.200	1500	175.65	58.55	3.90	409.27	136.42	9.09	334.89	111.63	7.44			
	0.300	1900	186.07	62.02		468.76	156.25		468.76	156.25				
	0.400	2300	186.07	62.02		513.37	171.12		578.77	192.92				
	0.500	2600	186.07	62.02		549.04	183.01		667.94	222.65				

	ENERGIA de COMPACTACION			C.B.R. DE DISEÑO = 8.779867 %
	Es	Ei	Em	
N° golpes	10	25	56	
DENS. SECA	1.32	1.58	1.61	Densidad Seca Maxima al 100 % 1.61
C.B.R.	4.51	8.78	6.95	Densidad Seca Maxima al 95 % 1.53

Fuente: Elaboración propia



Tabla 65: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 0% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 0% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO							Provincia : CUSCO			Region : CUSCO		
Fecha : Junio 2023							Motivo : TESIS					
Muestra N° 1		Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez										
Humedad Optima (%) : 19.00							Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 0.61					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10			25			56				
		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA		SIN EMPAPAR	EMPAPADA			
Peso del Molde (gr)		7305.00			6375.00			6525.00				
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00			2317.00			2317.00				
Muestra Humeda + Molde (gr)		10825.00	11220.00		10740.00	10885.00		11050.00	11115.00			
Muestra Humeda (gr)		3520.00			4365.00			4525.00				
Densidad Humeda (gr/cm3)		1.52			1.88			1.95				
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)		14.54	14.58		23.92	22.04		22.52	22.34			
Muestra Humeda + Capsula (gr)		53.36	55.10		59.64	57.92		57.44	61.16			
Muestra Seca + Capsula (gr)		43.86	45.62		51.96	50.10		50.70	53.84			
Contenido de Humedad (%)		32.40	30.54		27.39	27.87		23.92	23.24			
Promedio del Contenido de Humedad (%)		31.47			27.63			23.58				
Densidad Seca (gr/cm3)		1.16			1.48			1.58				
EXPANSION	DIA s	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANSION		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANSION		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANSION	
					PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%
DEL	0	00:00	0	0.031			0.043			0.035		
	1	00:00	1	0.042	0.011	0.220	0.064	0.021	0.420	0.042	0.007	0.140
C.B.R	2	00:00	2	0.061	0.030	0.600	0.074	0.031	0.620	0.062	0.027	0.540
	3	00:00	3	0.082	0.051	1.020	0.099	0.056	1.120	0.079	0.755	15.100
	4	00:00	4	0.110	0.079	1.580	0.126	0.083	1.660	0.100	0.065	1.300
PENETRACION	PENETRACION (Pulg.)	C. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 1	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 2	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 3	
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		
DEL	0.025		37.16	12.39		52.05	17.35		56.52	18.84		
	0.050		70.52	23.51		55.03	18.34		96.14	32.05		
C.B.R	0.075		79.76	26.59		60.99	20.33		126.52	42.17		
	0.100	1000	81.84	27.28	2.73	72.90	24.30	2.43	147.96	49.32	4.93	
	0.200	1500	93.75	31.25	2.08	141.41	47.14	3.14	257.52	85.84	5.72	
	0.300	1900	99.71	33.24		242.63	80.88		352.75	117.58		
	0.400	2300	99.71	33.24		308.11	102.70		433.96	144.65		
	0.500	2600	105.67	35.22		406.30	135.43		494.04	164.68		

CURVA CARGA - PENETRACION

DENSIDAD SECA vs C.B.R. (%)

ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
N° golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.16	1.48	1.58
C.B.R.	2.41	2.79	5.33

C.B.R. DE DISEÑO =	5.327229 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.58
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.50

Fuente: Elaboración propia



Tabla 66: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 1% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO											Fecha : Junio 2023	
Distrito : CUSCO			Provincia : CUSCO			Region : CUSCO			Motivo : TESIS			
Muestra N° : 1		Asesor: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez										
Humedad Optima (%) : 19.00						Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 0.61						
CONDICIONES DE LA MUESTRA			10			25			56			
			SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA		
Peso del Molde (gr)			6755.00		6535.00		6295.00		6295.00			
Volumen de la Muestra (cc)			2317.00		2317.00		2317.00		2317.00			
Muestra Humeda + Molde (gr)			10085.00	10572.00	10735.00	10925.00	10850.00	10900.00				
Muestra Humeda (gr)			3330.00		4200.00		4555.00		4555.00			
Densidad Humeda (gr/cm3)			1.44		1.81		1.97		1.97			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)			14.48	14.60		14.86	9.06		14.40	19.60		
Muestra Humeda + Capsula (gr)			45.76	42.26		41.24	34.40		40.88	45.92		
Muestra Seca + Capsula (gr)			39.44	36.72		36.48	28.92		36.02	40.88		
Contenido de Humedad (%)			25.32	25.05		22.02	27.59		22.48	23.68		
Promedio del Contenido de Humedad (%)			25.18			24.80			23.08			
Densidad Seca (gr/cm3)			1.15			1.45			1.60			
EXPANCON	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCON			EXPANCON			EXPANCON		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
	0	00:00	0	0.022			0.035			0.032		
DEL	1	00:00	1	0.040	0.018	0.362	0.045	0.010	0.200	0.039	0.007	0.140
	2	00:00	2	0.052	0.030	0.602	0.056	0.021	0.420	0.049	0.017	0.340
C.B.R	3	00:00	3	0.065	0.043	0.862	0.066	0.031	0.620	0.055	0.023	0.460
	4	00:00	4	0.092	0.070	1.406	0.073	0.038	0.764	0.067	0.035	0.698
PENETRACION	PENEIRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		
	0.025		81.84	27.28		203.93	67.98		66.35	22.12		
	0.050		98.22	32.74		311.09	103.70		116.69	38.90		
DEL	0.075		110.14	36.71		468.76	156.25		178.92	59.64		
	0.100	1000	120.56	40.19	4.02	602.55	200.85	20.09	290.26	96.75	9.68	
C.B.R	0.200	1500	136.94	45.65	3.04	765.99	255.33	17.02	810.54	270.18	18.01	
	0.300	1900	149.74	49.91		1048.02	349.34		1137.02	379.01		
	0.400	2300	166.72	55.57		1092.53	364.18		1374.20	458.07		
	0.500	2600	171.18	57.06		1151.85	383.95		1560.82	520.27		

CURVA CARGA - PENETRACION

Penetracion (pulg.)	CBR_1 (PSI)	CBR_2 (PSI)	CBR_3 (PSI)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.100	10.00	15.00	20.00
0.200	20.00	30.00	40.00
0.300	30.00	45.00	60.00
0.400	40.00	60.00	80.00
0.500	50.00	75.00	100.00

DENSIDAD SECA (g/cm3) vs C.B.R. (%)

C.B.R. (%)	Densidad Seca (g/cm3)
1.55	1.15
18.55	1.60

ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
Nº golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.15	1.45	1.60
C.B.R.	3.53	18.55	13.84

C.B.R. DE DISEÑO	18.55352 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.60
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.52

Fuente: Elaboración propia



Tabla 67: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 1% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73															
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022															
Localizacion : CUSCO Distrito : CUSCO											Fecha : Junio 2023				
Provincia : CUSCO											Region : CUSCO				
Muestra N° 1											Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez				
Humedad Optima (%) : 19.00											Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 0.61				
CONDICIONES DE LA MUESTRA			10			25			56						
			SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA					
Peso del Molde (gr)			7765.00		6375.00		6525.00		2317.00						
Volumen de la Muestra (cc)			2317.00		2317.00		2317.00		2317.00						
Muestra Humeda + Molde (gr)			11450.00	11930.00	10520.00	10730.00	11045.00		11045.00	11100.00					
Muestra Humeda (gr)			3685.00		4145.00		4520.00		4520.00						
Densidad Humeda (gr/cm3)			1.59		1.79		1.95		1.95						
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA				
Peso de la Capsula (gr)			14.40	14.64		14.62	14.58		18.76	20.04					
Muestra Humeda + Capsula (gr)			40.14	47.74		49.86	48.44		47.38	49.06					
Muestra Seca + Capsula (gr)			34.02	40.00		42.62	40.76		41.80	44.06					
Contenido de Humedad (%)			31.19	30.52		25.86	29.34		24.22	20.82					
Promedio del Contenido de Humedad (%)			30.86			27.60			22.52						
Densidad Seca (gr/cm3)			1.22			1.40			1.59						
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN			LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN			LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		
					PULGS.	%			PULGS.	%			PULGS.	%	
	0	00:00	0	0.034				0.022				0.047			
DEL	1	00:00	1	0.044	0.010	0.200	0.031	0.010	0.190	0.051	0.004	0.080			
	2	00:00	2	0.056	0.022	0.440	0.044	0.023	0.450	0.055	0.008	0.160			
C.B.R	3	00:00	3	0.061	0.027	0.540	0.050	0.029	0.570	0.060	0.013	0.260			
	4	00:00	4	0.073	0.039	0.780	0.056	0.035	0.690	0.064	0.017	0.340			
PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.				
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI					
	0.025		80.35	26.78	1	334.89	111.63		390.23	130.08					
	0.050		133.96	44.65		549.04	183.01		662.00	220.67					
DEL	0.075		168.20	56.07		687.25	229.08		869.93	289.98					
	0.100	1000	197.38	65.79	6.58	746.97	248.99	24.90	925.15	308.38	30.84				
C.B.R	0.200	1500	264.66	88.22	5.88	812.02	270.67	18.04	1150.37	383.46	25.56				
	0.300	1900	290.85	96.95		812.91	270.97		1307.81	435.94					
	0.400	2300	312.58	104.19		850.93	283.64		1448.27	482.76					
	0.500	2600	331.02	110.34		889.23	296.41		1559.34	519.78					


ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
N° golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.22	1.40	1.59
C.B.R.	6.23	21.47	28.20

C.B.R. DE DISEÑO =	28.20111 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.59
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.51

Fuente: Elaboración propia



Tabla 68: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 1% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 1% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022											 Fecha : Junio 2023 Motivo : TESIS	
Localizacion : CUSCO			Provincia : CUSCO			Region : CUSCO						
Muestra N° 1		Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez										
Humedad Optima (%) : 19.00						Densidad Seca Maxima (gr/cm ³) : 0.61						
CONDICIONES DE LA MUESTRA			10			25			56			
			SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA	
Peso del Molde (gr)			6570.00			6810.00			6670.00			
Volumen de la Muestra (cc)			2317.00			2317.00			2317.00			
Muestra Humeda + Molde (gr)			10195.00		10670.00	11105.00		11302.00	10880.00		10938.00	
Muestra Humeda (gr)			3625.00			4295.00			4210.00			
Densidad Humeda (gr/cm ³)			1.56			1.85			1.82			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	
Peso de la Capsula (gr)			14.46	14.60		14.62	14.58		18.76	20.04		
Muestra Humeda + Capsula (gr)			44.62	45.62		50.18	39.72		46.72	47.40		
Muestra Seca + Capsula (gr)			37.98	37.34		45.96	35.48		42.80	43.20		
Contenido de Humedad (%)			28.23	36.41		13.47	20.29		16.31	18.13		
Promedio del Contenido de Humedad (%)			32.32			16.88			17.22			
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.18			1.59			1.55			
EXPANCIÓN	DÍA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
				LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	0	0.025			0.031			0.034		
	4	00:00	1	0.034	0.009	0.180	0.039	0.008	0.160	0.039	0.005	0.100
C.B.R	5	00:00	2	0.041	0.016	0.320	0.046	0.015	0.300	0.045	0.011	0.220
	6	00:00	3	0.050	0.025	0.500	0.055	0.024	0.480	0.049	0.015	0.300
	7	00:00	4	0.054	0.029	0.580	0.066	0.035	0.700	0.054	0.020	0.400
PENETRACION	PENETRACION (Pulg.)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 1	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 2	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 3	
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		
DEL	0.025		145.87	48.62		96.73	32.24		87.80	29.27		
	0.050		209.29	69.76		202.44	67.48		148.85	49.62		
C.B.R	0.100		230.73	76.91		322.10	107.37		301.56	100.52		
	0.200	1000	249.48	83.16	8.32	466.68	155.56	15.56	485.12	161.71	16.17	
C.B.R	0.300	1500	300.67	100.22	6.68	939.40	313.13	20.88	1290.62	430.21	28.68	
	0.400	1900	320.01	106.67		1092.53	364.18		1713.27	571.09		
C.B.R	0.500	2300	333.41	111.14		1159.27	386.42		1966.16	655.39		
	0.500	2600	338.46	112.82		1177.95	392.65		2134.61	711.54		


	ENERGIA de COMPACTACION		
	Es	Ei	Em
N° golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.18	1.59	1.55
C.B.R.	7.50	18.22	22.43

C.B.R. DE DISEÑO =	22.4254889 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.59
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.51

Fuente: Elaboración propia



Tabla 69: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 2% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA											 Fecha : Junio 2023 Motivo : TESIS	
ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO			Provincia : CUSCO			Region : CUSCO						
Muestra N° 1 Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez												
Humedad Óptima (%) : 19.00											Densidad Seca Maxima (gr/cm ³) : 0.61	
			10			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA	
Peso del Molde (gr)			7305.00			7875.00			7795.00			
Volumen de la Muestra (cc)			2317.00			2317.00			2317.00			
Muestra Humeda + Molde (gr)			10685.00		11075.00	11882.00		12174.00	12255.00		12370.00	
Muestra Humeda (gr)			3380.00			4007.00			4460.00			
Densidad Humeda (gr/cm ³)			1.46			1.73			1.92			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			ABAJO		ARRIBA	ARRIBA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	
Peso de la Capsula (gr)			14.48		14.60	14.58		14.59	18.76	20.04		
Muestra Humeda + Capsula (gr)			45.02		47.26	50.20		48.78	48.36	44.96		
Muestra Seca + Capsula (gr)			37.54		38.80	44.55		42.70	42.62	40.06		
Contenido de Humedad (%)			32.44		34.96	18.85		21.63	24.06	24.48		
Promedio del Contenido de Humedad (%)			33.70			20.24			24.27			
Densidad Seca (gr/cm ³)			1.09			1.44			1.55			
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN PULGS. %		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN PULGS. %		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN PULGS. %	
EXPANCIÓN	8											
	3	00:00	0	0.556			0.089			0.026		
DEL	4	00:00	1	0.559	0.003	0.060	0.094	0.005	0.100	0.029	0.003	0.052
	5	00:00	2	0.563	0.007	0.140	0.990	0.901	18.020	0.033	0.007	0.132
C.B.R	6	00:00	3	0.565	0.009	0.180	0.102	0.013	0.260	0.036	0.010	0.192
	7	00:00	4	0.574	0.018	0.360	0.107	0.018	0.360	0.040	0.014	0.272
		PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO Libras PSI		C.B.R. 1	CARG DEL ENSAYO Libras PSI		C.B.R. 2	CARG DEL ENSAYO Libras PSI		C.B.R. 3
PENETRACION		0.025		119.96	39.99		111.62	37.21		395.89	131.96	
		0.050		192.92	64.31		229.24	76.41		776.98	258.99	
DEL		0.075		228.64	76.21		365.54	121.85		1073.84	357.95	
		0.100	1000	254.54	84.85	8.48	602.55	200.85	20.09	1360.57	453.52	45.35
C.B.R		0.200	1500	321.21	107.07	7.14	706.57	235.52	15.70	2045.96	681.99	45.47
		0.300	1900	364.05	121.35		863.99	288.00		2394.45	798.15	
		0.400	2300	380.42	126.81		916.54	305.51		2600.94	866.98	
		0.500	2600	403.32	134.44		1044.46	348.15		2645.76	881.92	

ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
Nº golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.09	1.44	1.55
C.B.R.	7.81	17.89	45.41

C.B.R. DE DISEÑO	45.4090365 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.55
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.47

Fuente: Elaboración propia



Tabla 70: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 2% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA												
ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO			Provincia : CUSCO			Region : CUSCO			Fecha : Junio 2023			
Distrito : CUSCO									Motivo : TESIS			
Muestra N° 1		Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez										
Humedad Optima (%) :						19.00			Densidad Seca Maxima (gr/cm3) :			0.61
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10			25			56				
		SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA			
Peso del Molde (gr)		7765.00			6535.00			6295.00				
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00			2317.00			2317.00				
Muestra Humeda + Molde (gr)		11050.00			10325.00			10730.00				
Muestra Humeda (gr)		3285.00			3790.00			4280.00				
Densidad Humeda (gr/cm3)		1.42			1.64			1.85				
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)		11.00			11.36			11.52				
Muestra Humeda + Capsula (gr)		50.88			57.70			42.70				
Muestra Seca + Capsula (gr)		40.34			43.68			37.52				
Contenido de Humedad (%)		35.92			43.30			30.21				
Promedio del Contenido de Humedad (%)		39.61			32.18			26.00				
Densidad Seca (gr/cm3)		1.24			1.24			1.47				
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN	
	8				PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%
DEL	3	00:00	0	0.061			0.052			0.048		
	4	00:00	1	0.072	0.011	0.220	0.062	0.010	0.200	0.052	0.004	0.080
	5	00:00	2	0.090	0.029	0.580	0.076	0.024	0.480	0.056	0.008	0.160
C.B.R	6	00:00	3	0.102	0.041	0.820	0.086	0.034	0.680	0.061	0.013	0.260
	7	00:00	4	0.116	0.055	1.100	0.104	0.052	1.040	0.069	0.021	0.420
PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	
			Libras	PSI	1	Libras	PSI	2	Libras	PSI	3	
PENETRACION	0.025		107.16	35.72		77.37	25.79		171.18	57.06		
	0.050		128.90	42.97		146.77	48.92		311.09	103.70		
	0.075		139.92	46.64		238.17	79.39		470.84	156.95		
DEL	0.100	1000	156.29	52.10	5.21	340.84	113.61	11.36	715.48	238.49	23.85	
	0.200	1500	177.14	59.05	3.94	703.60	234.53	15.64	1605.23	535.08	35.67	
C.B.R	0.300	1900	196.49	65.50		869.93	289.98		2215.83	738.61		
	0.400	2300	215.84	71.95		932.28	310.76		2564.08	854.69		
	0.500	2600	227.75	75.92		935.25	311.75		2771.02	923.67		
ENERGIA de COMPACTACION												
		Es	Ei	Em								
N° golpes		10	25	56								
DENS. SECA		0.00	1.24	1.47								
C.B.R.		4.57	13.50	29.76								
					C.B.R. DE DISEÑO		29.7605716 %					
					Densidad Seca Maxima al 100 %		1.47					
					Densidad Seca Maxima al 95 %		1.39					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 2% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 2% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO Distrito : CUSCO Provincia : CUSCO Region : CUSCO										Fecha : Junio 2023 Motivo : TESIS		
Muestra N° 1		Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez										
Humedad Optima (%) : 19.00										Densidad Seca Maxima (gr/cm ³) : 0.61		
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10			25			56				
		SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA			
Peso del Molde (gr)		7305.00		7875.00		7795.00						
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00		2317.00		2317.00						
Muestra Humeda + Molde (gr)		10635.40	11170.00	12135.00	12310.00	12174.00	12329.00					
Muestra Humeda (gr)		3330.40		4260.00		4379.00						
Densidad Humeda (gr/cm ³)		1.44		1.84		1.89						
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)		14.48	14.60		14.62	14.58		14.74	14.56			
Muestra Humeda + Capsula (gr)		47.50	46.80		45.04	45.68		47.08	46.56			
Muestra Seca + Capsula (gr)		41.20	40.38		38.80	38.92		42.78	41.24			
Contenido de Humedad (%)		23.58	24.90		25.81	27.77		15.34	19.94			
Promedio del Contenido de Humedad (%)		24.24			26.79			17.64				
Densidad Seca (gr/cm ³)		1.16			1.45			1.61				
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	EXPANCIÓN			EXPANCIÓN			EXPANCIÓN		
	8			LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%	LECT. DEL CUADRANTE	PULGS.	%
DEL	3	00:00	0	0.034			0.044			0.066		
	4	00:00	1	0.042	0.008	0.160	0.052	0.008	0.160	0.069	0.003	0.060
	5	00:00	2	0.055	0.021	0.420	0.064	0.020	0.400	0.084	0.018	0.360
C.B.R.	6	00:00	3	0.069	0.035	0.700	0.072	0.028	0.560	0.091	0.025	0.500
	7	00:00	4	0.080	0.046	0.920	0.079	0.035	0.700	0.102	0.036	0.720
PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	
			Libras	PSI	1	Libras	PSI	2	Libras	PSI	3	
PENETRACION	0.025		127.11	42.37		144.38	48.13		260.49	86.83		
	0.050		151.23	50.41		350.37	116.79		437.53	145.84		
DEL	0.075		163.74	54.58		598.99	199.66		716.97	238.99		
	0.100	1000	202.15	67.38	6.74	832.81	277.60	27.76	1262.75	420.92	42.09	
C.B.R.	0.200	1500	227.15	75.72	5.05	1099.35	366.45	24.43	1746.41	582.14	38.81	
	0.300	1900	367.03	122.34		1242.30	414.10		2066.06	688.69		
	0.400	2300	372.09	124.03		1317.00	439.00		2246.84	748.95		
	0.500	2600	372.09	124.03		1357.90	452.63		2625.12	875.04		


ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
Nº golpes	10	25	56
DENS. SECA	1.16	1.45	1.61
C.B.R.	5.89	26.10	40.45

C.B.R. DE DISEÑO	40.4504361 %
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.61
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.53

Fuente: Elaboración propia




Tabla 72: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 3% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73																																																																																																													
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA										 Fecha : Junio 2023 Motivo : TESIS																																																																																																			
ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022																																																																																																													
Localizacion : CUSCO		Provincia : CUSCO		Region : CUSCO																																																																																																									
Muestra N° 1		Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez																																																																																																											
				Humedad Optima (%) : 19.00				Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 0.61																																																																																																					
			10			25			56																																																																																																				
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN EMPAPAR		EMPAPADA		SIN EMPAPAR		EMPAPADA		SIN EMPAPAR		EMPAPADA																																																																																																
Peso del Molde (gr)			6755.00				6375.00				6295.00																																																																																																		
Volumen de la Muestra (cc)			2317.00				2317.00				2317.00																																																																																																		
Muestra Humeda + Molde (gr)			10012.00		10665.00		10165.00		10555.00		10583.00		10764.00																																																																																																
Muestra Humeda (gr)			3257.00				3790.00				4288.00																																																																																																		
Densidad Humeda (gr/cm3)			1.41				1.64				1.85																																																																																																		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA																																																																																																
Peso de la Capsula (gr)			14.54		14.58		14.62		14.58		22.52		22.34																																																																																																
Muestra Humeda + Capsula (gr)			44.28		52.40		42.88		45.04		48.94		46.60																																																																																																
Muestra Seca + Capsula (gr)			35.40		40.75		36.32		38.00		45.01		42.20																																																																																																
Contenido de Humedad (%)			42.57		44.52		30.23		30.06		17.47		22.16																																																																																																
Promedio del Contenido de Humedad (%)			43.54				30.15				19.81																																																																																																		
Densidad Seca (gr/cm3)			0.98				1.26				1.54																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">EXPANCIÓN</th> <th rowspan="2">DÍA</th> <th rowspan="2">HORA</th> <th rowspan="2">INTERVALO (DIAS)</th> <th colspan="3">LECT. DEL CUADRANTE</th> <th colspan="3">EXPANCIÓN</th> <th colspan="3">LECT. DEL CUADRANTE</th> <th colspan="3">EXPANCIÓN</th> </tr> <tr> <th>PULGS.</th> <th>%</th> <th></th> <th>PULGS.</th> <th>%</th> <th></th> <th>PULGS.</th> <th>%</th> <th></th> <th>PULGS.</th> <th>%</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">DEL</td> <td>3</td> <td>00:00</td> <td>0</td> <td>0.027</td> <td></td> <td></td> <td>0.051</td> <td></td> <td></td> <td>0.031</td> <td></td> <td></td> <td>0.003</td> <td>0.056</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>00:00</td> <td>1</td> <td>0.034</td> <td>0.007</td> <td>0.140</td> <td>0.059</td> <td>0.008</td> <td>0.164</td> <td>0.034</td> <td>0.003</td> <td>0.003</td> <td>0.003</td> <td>0.136</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">C.B.R.</td> <td>5</td> <td>00:00</td> <td>2</td> <td>0.046</td> <td>0.019</td> <td>0.380</td> <td>0.068</td> <td>0.017</td> <td>0.344</td> <td>0.038</td> <td>0.007</td> <td>0.007</td> <td>0.176</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>00:00</td> <td>3</td> <td>0.054</td> <td>0.027</td> <td>0.540</td> <td>0.077</td> <td>0.026</td> <td>0.524</td> <td>0.040</td> <td>0.009</td> <td>0.009</td> <td>0.176</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>00:00</td> <td>4</td> <td>0.064</td> <td>0.037</td> <td>0.740</td> <td>0.087</td> <td>0.037</td> <td>0.730</td> <td>0.045</td> <td>0.014</td> <td>0.014</td> <td>0.280</td> </tr> </tbody> </table>												EXPANCIÓN	DÍA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE			EXPANCIÓN			LECT. DEL CUADRANTE			EXPANCIÓN			PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%		DEL	3	00:00	0	0.027			0.051			0.031			0.003	0.056	4	00:00	1	0.034	0.007	0.140	0.059	0.008	0.164	0.034	0.003	0.003	0.003	0.136	C.B.R.	5	00:00	2	0.046	0.019	0.380	0.068	0.017	0.344	0.038	0.007	0.007	0.176	6	00:00	3	0.054	0.027	0.540	0.077	0.026	0.524	0.040	0.009	0.009	0.176	7	00:00	4	0.064	0.037	0.740	0.087	0.037	0.730	0.045	0.014	0.014	0.280	
EXPANCIÓN	DÍA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE			EXPANCIÓN			LECT. DEL CUADRANTE						EXPANCIÓN																																																																																													
				PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%																																																																																															
DEL	3	00:00	0	0.027			0.051			0.031			0.003	0.056																																																																																															
	4	00:00	1	0.034	0.007	0.140	0.059	0.008	0.164	0.034	0.003	0.003	0.003	0.136																																																																																															
C.B.R.	5	00:00	2	0.046	0.019	0.380	0.068	0.017	0.344	0.038	0.007	0.007	0.176																																																																																																
	6	00:00	3	0.054	0.027	0.540	0.077	0.026	0.524	0.040	0.009	0.009	0.176																																																																																																
	7	00:00	4	0.064	0.037	0.740	0.087	0.037	0.730	0.045	0.014	0.014	0.280																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PENETRACION</th> <th rowspan="2">PENETRACION (Pulg)</th> <th rowspan="2">CARG. PATRON PSI</th> <th colspan="2">CARG DEL ENSAYO</th> <th rowspan="2">C.B.R.</th> <th colspan="2">CARG DEL ENSAYO</th> <th rowspan="2">C.B.R.</th> <th colspan="2">CARG DEL ENSAYO</th> <th rowspan="2">C.B.R.</th> </tr> <tr> <th>Libras</th> <th>PSI</th> <th>Libras</th> <th>PSI</th> <th>Libras</th> <th>PSI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">DEL</td> <td>0.025</td> <td></td> <td>111.62</td> <td>37.21</td> <td></td> <td>139.32</td> <td>46.44</td> <td></td> <td>152.13</td> <td>50.71</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.050</td> <td></td> <td>128.00</td> <td>42.67</td> <td></td> <td>230.73</td> <td>76.91</td> <td></td> <td>240.85</td> <td>80.28</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">C.B.R.</td> <td>0.100</td> <td>1000</td> <td>152.42</td> <td>50.81</td> <td>5.08</td> <td>400.35</td> <td>133.45</td> <td>13.34</td> <td>544.59</td> <td>181.53</td> <td>18.15</td> </tr> <tr> <td>0.200</td> <td>1500</td> <td>223.28</td> <td>74.43</td> <td>4.96</td> <td>577.29</td> <td>192.43</td> <td>12.83</td> <td>1464.86</td> <td>488.29</td> <td>32.55</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">C.B.R.</td> <td>0.300</td> <td>1900</td> <td>260.49</td> <td>86.83</td> <td></td> <td>577.29</td> <td>192.43</td> <td></td> <td>2048.92</td> <td>682.97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.400</td> <td>2300</td> <td>297.40</td> <td>99.13</td> <td></td> <td>603.15</td> <td>201.05</td> <td></td> <td>2230.60</td> <td>743.53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.500</td> <td>2600</td> <td>335.49</td> <td>111.83</td> <td></td> <td>639.71</td> <td>213.24</td> <td></td> <td>2793.12</td> <td>931.04</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	Libras	PSI	Libras	PSI	Libras	PSI	DEL	0.025		111.62	37.21		139.32	46.44		152.13	50.71		0.050		128.00	42.67		230.73	76.91		240.85	80.28		C.B.R.	0.100	1000	152.42	50.81	5.08	400.35	133.45	13.34	544.59	181.53	18.15	0.200	1500	223.28	74.43	4.96	577.29	192.43	12.83	1464.86	488.29	32.55	C.B.R.	0.300	1900	260.49	86.83		577.29	192.43		2048.92	682.97		0.400	2300	297.40	99.13		603.15	201.05		2230.60	743.53		0.500	2600	335.49	111.83		639.71	213.24		2793.12	931.04	
PENETRACION	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.	CARG DEL ENSAYO		C.B.R.																																																																																																		
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI																																																																																																			
DEL	0.025		111.62	37.21		139.32	46.44		152.13	50.71																																																																																																			
	0.050		128.00	42.67		230.73	76.91		240.85	80.28																																																																																																			
C.B.R.	0.100	1000	152.42	50.81	5.08	400.35	133.45	13.34	544.59	181.53	18.15																																																																																																		
	0.200	1500	223.28	74.43	4.96	577.29	192.43	12.83	1464.86	488.29	32.55																																																																																																		
C.B.R.	0.300	1900	260.49	86.83		577.29	192.43		2048.92	682.97																																																																																																			
	0.400	2300	297.40	99.13		603.15	201.05		2230.60	743.53																																																																																																			
	0.500	2600	335.49	111.83		639.71	213.24		2793.12	931.04																																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="191 1310 885 1657"> </div> <div data-bbox="901 1310 1452 1657"> </div> </div>																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="4">ENERGIA de COMPACTACION</th> <th colspan="2">C.B.R. DE DISEÑO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Es</th> <th>Ei</th> <th>Em</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº golpes</td> <td>10</td> <td>25</td> <td>56</td> <td>C.B.R. DE DISEÑO</td> <td>25.3526 %</td> </tr> <tr> <td>DENS. SECA</td> <td>0.98</td> <td>1.26</td> <td>1.54</td> <td>Densidad Seca Maxima al 100 %</td> <td>1.54</td> </tr> <tr> <td>C.B.R.</td> <td>5.02</td> <td>13.09</td> <td>25.35</td> <td>Densidad Seca Maxima al 95 %</td> <td>1.47</td> </tr> </tbody> </table>												ENERGIA de COMPACTACION				C.B.R. DE DISEÑO			Es	Ei	Em			Nº golpes	10	25	56	C.B.R. DE DISEÑO	25.3526 %	DENS. SECA	0.98	1.26	1.54	Densidad Seca Maxima al 100 %	1.54	C.B.R.	5.02	13.09	25.35	Densidad Seca Maxima al 95 %	1.47																																																																				
ENERGIA de COMPACTACION				C.B.R. DE DISEÑO																																																																																																									
	Es	Ei	Em																																																																																																										
Nº golpes	10	25	56	C.B.R. DE DISEÑO	25.3526 %																																																																																																								
DENS. SECA	0.98	1.26	1.54	Densidad Seca Maxima al 100 %	1.54																																																																																																								
C.B.R.	5.02	13.09	25.35	Densidad Seca Maxima al 95 %	1.47																																																																																																								

Fuente: Elaboración propia



Tabla 73: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 3% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73												
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA											 Fecha : Junio 2023 Motivo : TESIS	
ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022												
Localizacion : CUSCO			Provincia : CUSCO			Region : CUSCO						
Muestra N° 1 Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez												
Humedad Optima (%) : 19.00						Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 0.61						
CONDICIONES DE LA MUESTRA		10			25			56				
		SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA	SIN EMPAPAR	EMPAPADA			
Peso del Molde (gr)		6570.00		6810.00		6525.00		6217.00				
Volumen de la Muestra (cc)		2317.00		2317.00		2317.00		2317.00				
Muestra Humeda + Molde (gr)		9810.00	10470.00	10608.00	10988.00	10805.00	10995.00					
Muestra Humeda (gr)		3240.00		3798.00		4280.00						
Densidad Humeda (gr/cm3)		1.40		1.64		1.85						
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ARRIBA		
Peso de la Capsula (gr)		14.48	14.60		9.10	8.80		18.76	20.04			
Muestra Humeda + Capsula (gr)		47.04	56.50		48.60	53.54		48.80	45.70			
Muestra Seca + Capsula (gr)		37.94	42.98		42.32	45.70		43.02	40.20			
Contenido de Humedad (%)		38.79	47.64		18.90	21.25		23.83	27.28			
Promedio del Contenido de Humedad (%)		43.21			20.08			25.55				
Densidad Seca (gr/cm3)		0.98			1.37			1.47				
EXPANCIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN	
					PULGS.	%		PULGS.	%		PULGS.	%
	3	00:00	0	0.035			0.046			0.029		
DEL	4	00:00	1	0.042	0.007	0.132	0.052	0.006	0.120	0.034	0.005	0.100
	5	00:00	2	0.055	0.020	0.392	0.062	0.016	0.320	0.039	0.010	0.200
C.B.R	6	00:00	3	0.064	0.029	0.572	0.072	0.026	0.520	0.040	0.011	0.220
	7	00:00	4	0.070	0.035	0.692	0.085	0.039	0.780	0.042	0.013	0.260
	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON PSI	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 1	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 2	CARG DEL ENSAYO		C.B.R. 3	
			Libras	PSI		Libras	PSI		Libras	PSI		
PENETRACION	0.025		94.65	31.55		186.66	62.22		84.22	28.07		
	0.050		131.58	43.86		223.28	74.43		199.47	66.49		
DEL	0.075		148.85	49.62		322.34	107.45		412.25	137.42		
	0.100	1000	160.17	53.39	5.34	395.65	131.88	13.19	633.76	211.25	21.13	
C.B.R	0.200	1500	208.99	69.66	4.64	529.42	176.47	11.76	1672.72	557.57	37.17	
	0.300	1900	253.05	84.35		537.75	179.25		2307.07	769.02		
	0.400	2300	290.26	96.75		648.03	216.01		2624.53	874.84		
	0.500	2600	323.59	107.86		706.57	235.52		2746.56	915.52		


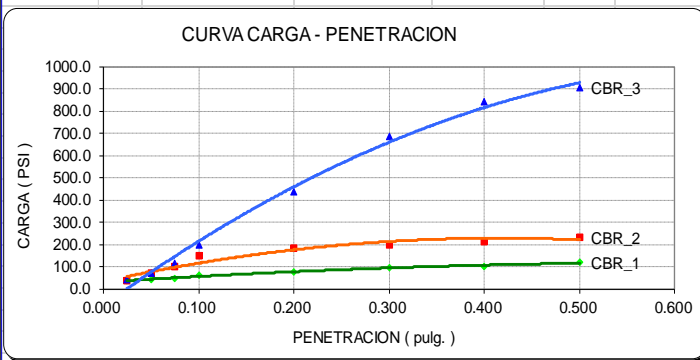
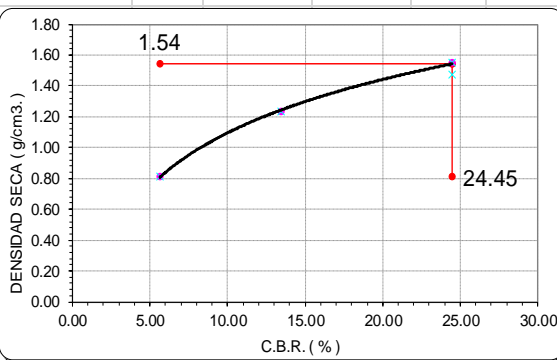
ENERGIA de COMPACTACION			
	Es	Ei	Em
N° golpes	10	25	56
DENS. SECA	0.98	1.37	1.47
C.B.R.	4.99	12.48	29.15

C.B.R. DE DISEÑO = 29.14850322 %	
Densidad Seca Maxima al 100 %	1.47
Densidad Seca Maxima al 95 %	1.40

Fuente: Elaboración propia



Tabla 74: Procesamiento de datos del ensayo CBR con 3% de aditivo SOLIDRY.

DETERMINACION DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 3% de ADITIVO NTP 339.145:1999 - ASTM 1833 - 73											
Tesis : EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA											
CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID - SAN JERONIMO EN EL 2022											
Localizacion : CUSCO		Provincia : CUSCO		Region : CUSCO		Fecha : Junio 2023		Motivo : TESIS			
Muestra N° 1		Asesor.: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez									
Humedad Optima (%) : 19.00						Densidad Seca Maxima (gr/cm3) : 0.61					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			10			25			56		
			SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA	SIN EMPAPAR		EMPAPADA
Peso del Molde (gr)			7765.00			6535.00			6670.00		
Volumen de la Muestra (cc)			2317.00			2317.00			2317.00		
Muestra Humeda + Molde (gr)			11013.00		11662.00	10299.00		10705.00	10945.00		11143.00
Muestra Humeda (gr)			3248.00			3764.00			4275.00		
Densidad Humeda (gr/cm3)			1.40			1.62			1.85		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			ABAJO		ARRIBA	ARRIBA		ABAJO	ARRIBA	ARRIBA	
Peso de la Capsula (gr)			23.96		24.50	23.92		22.04	14.48		14.64
Muestra Humeda + Capsula (gr)			47.60		54.20	45.70		48.24	43.69		48.42
Muestra Seca + Capsula (gr)			38.00		41.30	40.30		42.10	38.84		43.20
Contenido de Humedad (%)			68.38		76.79	32.97		30.61	19.91		18.28
Promedio del Contenido de Humedad (%)			72.58			31.79			19.09		
Densidad Seca (gr/cm3)			0.81			1.23			1.55		
EXPANCIÓN											
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN (PULGS. %)		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN (PULGS. %)		LECT. DEL CUADRANTE	EXPANCIÓN (PULGS. %)
	3	00:00	0	0.045			0.055			0.079	
DEL	4	00:00	1	0.049	0.004	0.080	0.059	0.004	0.080	0.083	0.004
	5	00:00	2	0.056	0.011	0.220	0.065	0.010	0.200	0.089	0.010
C.B.R	6	00:00	3	0.063	0.018	0.360	0.075	0.020	0.400	0.092	0.013
	7	00:00	4	0.065	0.020	0.400	0.084	0.029	0.580	0.095	0.016
PENETRACION											
	PENETRACION (Pulg)	CARG. PATRON (PSI)	CARG DEL ENSAYO (Libras PSI)		C.B.R. 1	CARG DEL ENSAYO (Libras PSI)		C.B.R. 2	CARG DEL ENSAYO (Libras PSI)		C.B.R. 3
	0.025		109.84 36.61			113.11 37.70			127.41 42.47		
	0.050		125.92 41.97			206.02 68.67			216.73 72.24		
DEL	0.075		141.41 47.14			303.35 101.12			346.80 115.60		
	0.100	1000	181.90 60.63		6.06	439.61 146.54		14.65	597.20 199.07		19.91
C.B.R	0.200	1500	233.11 77.70		5.18	553.21 184.40		12.29	1304.55 434.85		28.99
	0.300	1900	287.87 95.96			596.61 198.87			2053.05 684.35		
	0.400	2300	302.16 100.72			633.47 211.16			2527.21 842.40		
	0.500	2600	354.23 118.08			698.55 232.85			2716.80 905.60		
											
											
ENERGIA de COMPACTACION			Es	Ei	Em	C.B.R. DE DISEÑO			24.4484204 %		
N° golpes			10	25	56	Densidad Seca Maxima al 100 %			1.55		
DENS. SECA			0.81	1.23	1.55	Densidad Seca Maxima al 95 %			1.47		
C.B.R.			5.62	13.47	24.45						

Fuente: Elaboración propia



b. Análisis de Prueba

De los resultados obtenidos, se puede observar que con la adición de aditivo Solidry del sistema Consolid, existe un incremento en el índice CBR, mostrando la mejora más resaltante en las pruebas con 1% de aditivo, y aunque, con todos los porcentajes de aditivo existe un incremento en el índice CBR respecto a la muestra sin aditivo, este incremento no es proporcional a la cantidad de aditivo agregado, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 75: Resumen de resultados de CBR obtenidos para cada ensayo.

CBR			
	10 golpes	25 golpes	56 golpes
Material + 0% Solidry	3.01	8.48	5.25
Material + 0% Solidry	4.51	8.78	6.95
Material + 0% Solidry	2.41	2.79	5.33
Material + 1% Solidry	3.53	18.55	13.84
Material + 1% Solidry	6.23	21.47	28.20
Material + 1% Solidry	7.50	18.22	22.43
Material + 2% Solidry	7.81	17.89	45.41
Material + 2% Solidry	4.57	13.50	29.76
Material + 2% Solidry	5.89	26.10	40.45
Material + 3% Solidry	5.02	13.09	25.35
Material + 3% Solidry	4.99	12.48	29.15
Material + 3% Solidry	5.62	13.47	24.45

Fuente: Elaboración propia



Capítulo IV: Resultados

4.1 RESPECTO AL ÍNDICE CBR (CAPACIDAD DE SOPORTE)

Luego de haber obtenido, de los ensayos de CBR en laboratorio, las lecturas de penetración en pulgadas y las cargas en PSI que han sido aplicadas, se pueden colegir mediante procedimientos mostrados en el anterior capítulo, los valores de CBR obtenidos para cada una de las muestras. De esta manera se tiene que:

En base a los resultados, en la etapa de ensayos se determinó que el promedio de CBR al inicio, con suelo arcilloso sin aditivo, a una cantidad de 25 golpes es de 8.58% en promedio, y que según el avance de la adición del aditivo SOLIDRY se verifica que al adicionar 1 % del aditivo, se muestran los mejores índices de CBR a una cantidad de 25 golpes, con un valor en promedio de 19.41%, por lo que fue un mejoramiento de CBR del 226.22%.

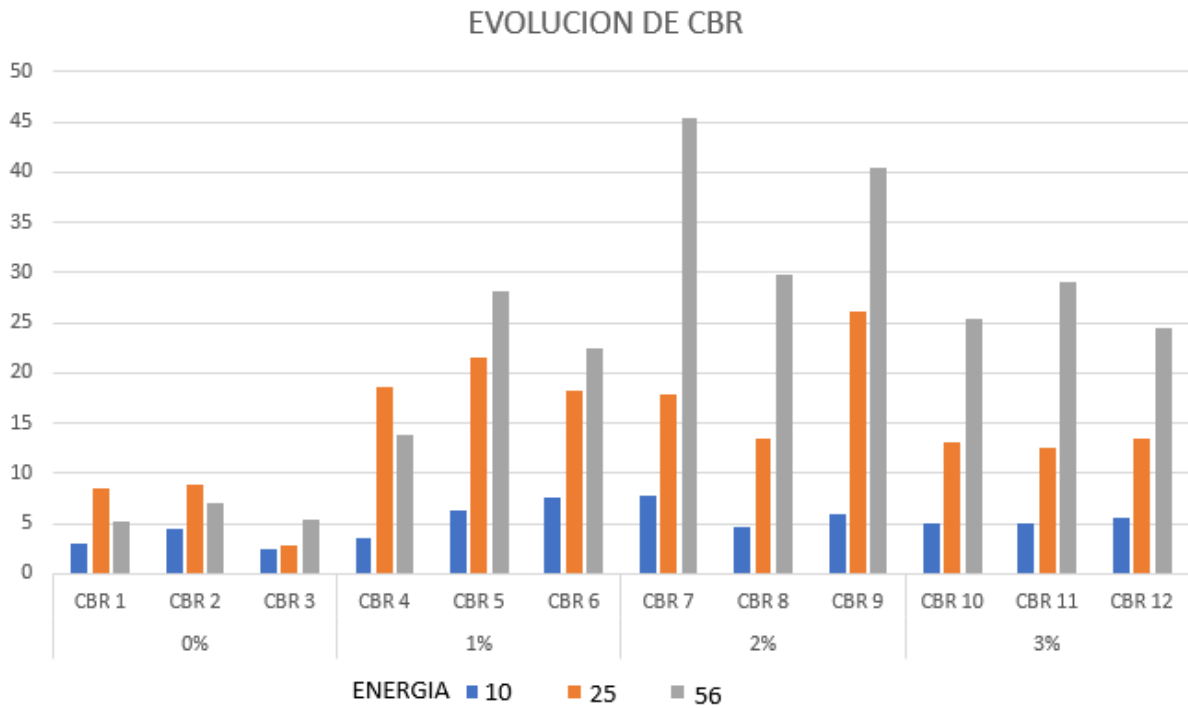
Tabla 76: Cuadro resumen de los resultados de CBR

		CBR		
Porcentaje de aditivo	CBR	ENERGIA		
		10	25	56
0%	CBR 1	3.01	8.48	5.25
	CBR 2	4.51	8.78	6.95
	CBR 3	2.41	2.79	5.33
1%	CBR 4	3.53	18.55	13.84
	CBR 5	6.23	21.47	28.20
	CBR 6	7.50	18.22	22.43
2%	CBR 7	7.81	17.89	45.41
	CBR 8	4.57	13.50	29.76
	CBR 9	5.89	26.10	40.45
3%	CBR 10	5.02	13.09	25.35
	CBR 11	4.99	12.48	29.15
	CBR 12	5.62	13.47	24.45
MAXIMO				
	0%	4.51	8.78	6.95
	1%	7.50	21.47	28.20
	2%	7.81	26.10	45.41
	3%	5.62	13.47	29.15
MINIMO				
	0%	2.41	2.79	5.25
	1%	3.53	18.22	13.84
	2%	4.57	13.50	29.76
	3%	4.99	12.48	24.45

Fuente: Elaboración propia

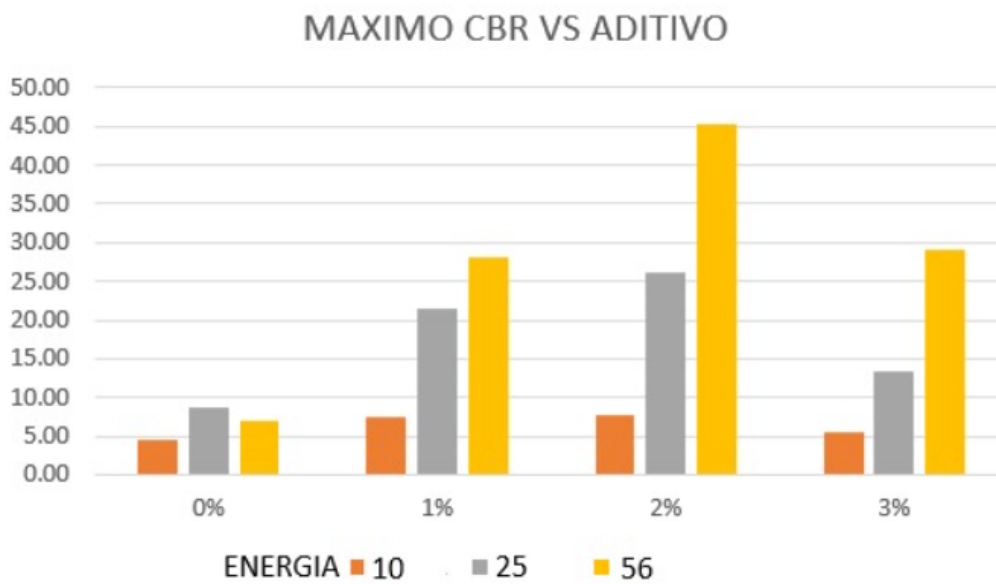


Figura 51: Resumen de valores de CBR



Fuente: Elaboración propia

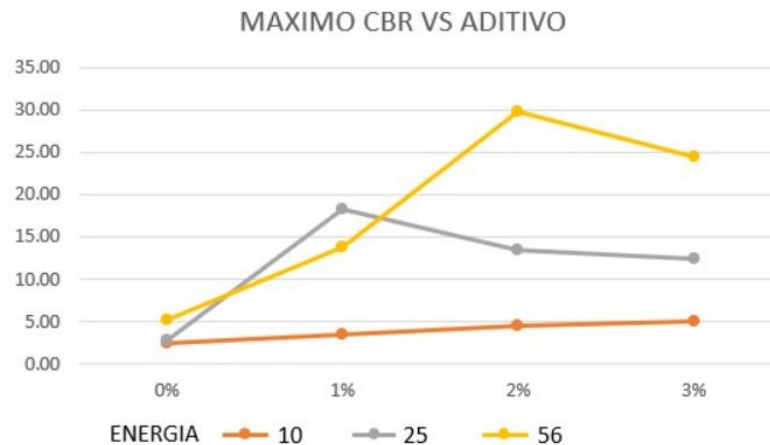
Figura 52: Resumen de valores de máximos de CBR



Fuente: Elaboración propia



Figura 53: Evolución del CBR, respecto a la cantidad de aditivo Solidry



Fuente: Elaboración propia

RESPECTO A LA HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO ARCILLOSO.

En base a los resultados en la etapa de ensayos se determinó que la humedad optima del ensayo de Proctor tuvo variaciones de hasta 1.6% en relación al ensayo con 0% de aditivo, siendo el de mayor variación, el ensayo con 3% de aditivo SOLIDRY en el suelo evaluado.

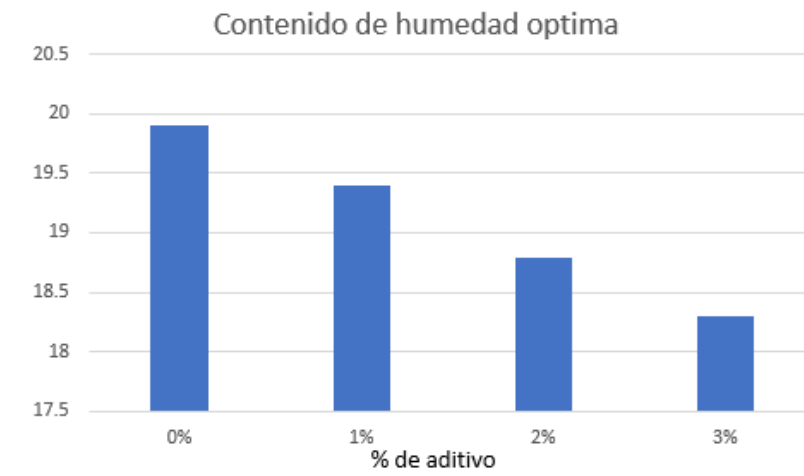
Tabla 77: Cuadro Resumen De Los Resultados Del Contenido De Humedad

Humedad Optima	PORCENTAJE DE ADITIVO			
	0%	1%	2%	3%
Contenido de humedad	19.9	19.4	18.79	18.3

Fuente: elaboración propia



Figura 54: Resultados del contenido de humedad optima



Fuente: Elaboración propia

RESPECTO A LA DENSIDAD MAXIMA SECA.

En base a los resultados en la etapa de ensayos se determinó que la densidad máxima seca del ensayo de Proctor tuvo variaciones de hasta 0.17 gr/cm³ en relación al ensayo con 0% de aditivo, siendo el de mayor variación, el 3% de aditivo SOLIDRY al suelo evaluado.

Tabla 78: Cuadro De Los Resultados De La Densidad Maxima Seca

DENSIDAD MAXIMA SECA A 25 GOLPES GR/CM3	PORCENTAJE DE ADITIVO			
	0%	1%	2%	3%
	1.45	1.41	1.36	1.28

Fuente: elaboración propia

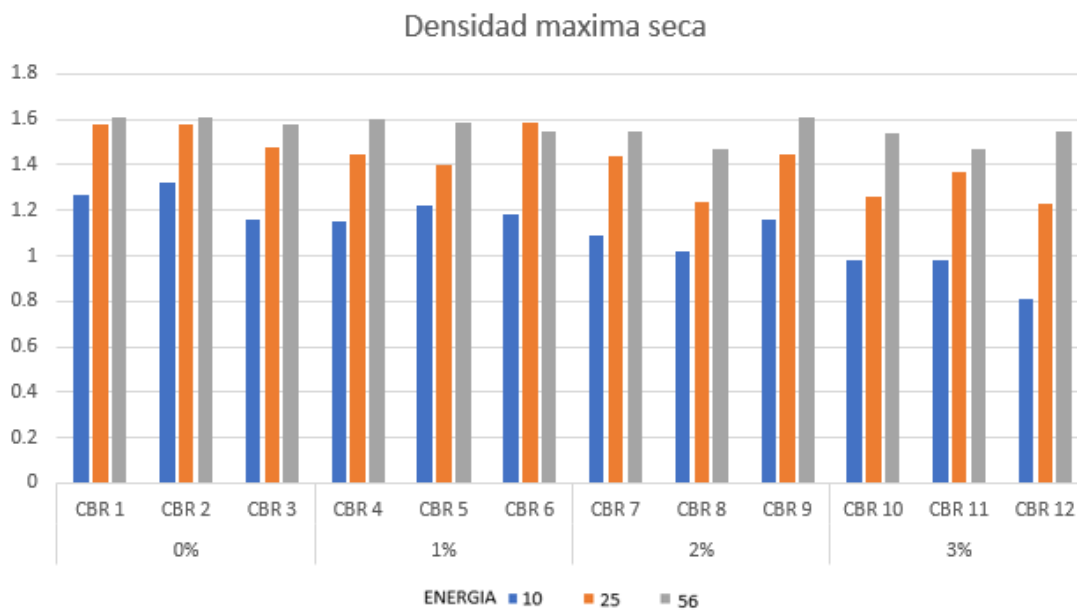


Tabla 79: valores de la densidad máxima seca para cada ensayo.

Densidad maxima seca				
Porcentaje de aditivo	CBR	ENERGIA		
		10	25	56
0%	CBR 1	1.27	1.58	1.61
	CBR 2	1.32	1.58	1.61
	CBR 3	1.16	1.48	1.58
1%	CBR 4	1.15	1.45	1.6
	CBR 5	1.22	1.4	1.59
	CBR 6	1.18	1.59	1.55
2%	CBR 7	1.09	1.44	1.55
	CBR 8	1.02	1.24	1.47
	CBR 9	1.16	1.45	1.61
3%	CBR 10	0.98	1.26	1.54
	CBR 11	0.98	1.37	1.47
	CBR 12	0.81	1.23	1.55

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 55: Valores de la densidad máxima seca respecto a la cantidad de aditivo



Fuente: Elaboración propia.



EN RELACIÓN AL MÓDULO RESILIENTE.

Primero: En base a los resultados del CBR se obtuvo un valor de 8.58% para el suelo arcilloso sin aditivo, por lo que se aplicará la Expresión general en la "Guía AASHTO 2002"

$$M_R (psi) = 2555 \times CBR^{0.65}$$

Con lo cual tendremos que el valor de 8.58% de CBR es equivalente a 10331.36 PSI en el módulo de resiliencia.

Segundo: En base a los resultados del CBR se obtuvo un valor máximo de 19.41% por lo que se aplicará sólo la Expresión general en la "Guía AASHTO 2002".

$$M_R (psi) = 2555 \times CBR^{0.65}$$

Y que con ello nuestro valor equivalente sería de **17563.36 PSI** en el módulo de resiliencia.

Tercero: por lo tanto, existirá una diferencia del valor del Módulo de resiliencia de **7232.00 PSI**.

RESPECTO AL HINCHAMIENTO DEL SUELO.

En base a los resultados en la etapa de ensayos de CBR se determinó que el hinchamiento del suelo se obtuvo variaciones máximas de hasta 0.83 % en relación al ensayo de CBR 2 y CBR 1 con 0% de aditivo, de 10 golpes de energía, siendo la variación mínima de 0.06 % en relación al ensayo de CBR 12 y CBR 11 con 3% de aditivo.

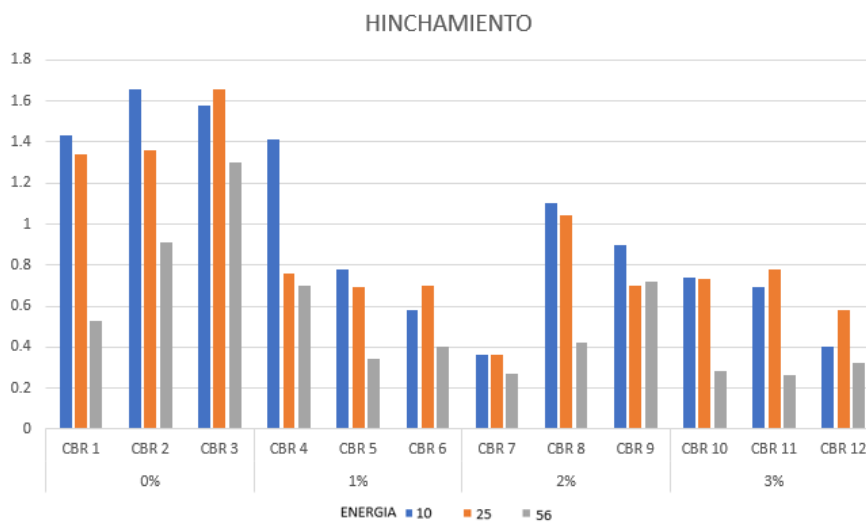


Tabla 80: Cuadro Resumen De Los Resultados Del Hinchamiento Del Suelo.

Hinchamiento				
Porcentaje de aditivo	CBR	ENERGIA		
		10	25	56
0%	CBR 1	1.43	1.34	0.53
	CBR 2	1.66	1.36	0.91
	CBR 3	1.58	1.66	1.3
1%	CBR 4	1.41	0.76	0.7
	CBR 5	0.78	0.69	0.34
	CBR 6	0.58	0.7	0.4
2%	CBR 7	0.36	0.36	0.27
	CBR 8	1.1	1.04	0.42
	CBR 9	0.9	0.7	0.72
3%	CBR 10	0.74	0.73	0.28
	CBR 11	0.69	0.78	0.26
	CBR 12	0.4	0.58	0.32
MAXIMO				
0%		1.66	1.66	1.3
1%		1.41	0.76	0.7
2%		1.1	1.04	0.72
3%		0.74	0.78	0.32
MINIMO				
0%		1.43	1.34	0.53
1%		0.58	0.69	0.34
2%		0.36	0.36	0.27
3%		0.4	0.58	0.26
DIFERENCIAS				
0%		0.23	0.32	0.77
1%		0.83	0.07	0.36
2%		0.74	0.68	0.45
3%		0.34	0.2	0.06

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 56: valores del hinchamiento respecto al incremento de aditivo.



Fuente: Elaboración propia



Capítulo V: Discusión

■ ¿Existe un porcentaje óptimo de adición del SOLIDRY en la mejora del porcentaje de CBR?

Si, según la investigación el porcentaje óptimo es el 1%, teniendo una mejora del 226.22% en las propiedades físicas evaluadas según el porcentaje de CBR.

■ ¿La adición del SOLIDRY es una solución para mejoramiento de suelos en zonas de la sierra?

Si, es una posible solución en los mejoramientos de las propiedades físicas- mecánicas.

■ ¿Tiene alguna relevancia en la variación del porcentaje de hinchamiento?

Si, al absorber una menor cantidad de agua e hincharse menos, el suelo no tenderá a debilitarse debido a este factor, por lo que es una gran opción para lugares en donde se tiene la constante presencia de precipitaciones pluviales.

5.2 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación.

Los resultados obtenidos nos demuestran que la adición del SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID mejoró las propiedades físicas, las cuales aumentaron el CBR del suelo en evaluación hasta en un 307.78%.

5.3 Comentario de la demostración de la hipótesis

Las hipótesis 1. El índice de CBR al 100% aumentará en la medida de la adición del solidry. Hipótesis que queda demostrada mediante los ensayos de CBR, en donde se observa un crecimiento o evolución del índice CBR.

Las hipótesis 2. La humedad óptima aumentará según la adición del solidry, sobre la cual, mediante resultados del ensayo Proctor modificado se determinó su veracidad.

Las hipótesis 3. Existirá una variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos según se adiciona el aditivo SOLIDRY, acerca de la cual, se puede observar en los resultados obtenidos que sí existe una variación en la Densidad máxima seca, aunque esta no es significativa.

Las hipótesis 4. Existirá un aumento en el módulo resiliente del suelo arcilloso con la adición del solidry, acerca de la cual se puede afirmar su veracidad, puesto que mediante



fórmulas correlacionales y el ensayo de CBR, se observa un incremento o mejora en el módulo resiliente, que guarda proporción directa con el índice CBR.

Las hipótesis 5. Existirá una variación del hinchamiento de los suelos arcillosos con la adición del solidry, sobre la cual, podemos afirmar que sí existe una variación conforme se incrementa la cantidad de aditivo Solidry, sin embargo, se observa que a medida que se incrementa más aditivo, el valor de hinchamiento tiende a disminuir, es decir, existe menos hinchamiento, guardando en ese sentido, una relación inversamente proporcional entre el hinchamiento y la cantidad de aditivo Solidry.

5.4 Aporte de la investigación

El solidry es un aditivo de color plomo el cual funciona mediante la adición de 2 componentes que son el SOLIDRY y el CD444, los cuales son accesibles en cuanto su adquisición y manipulación. En el momento de realizar la evaluación en la presente investigación se usará solamente el SOLIDRY con los suelos finos y agua, lo cual, se ha caracterizado por el aumento del CBR de los suelos arcillosos de 8 a 16% (en promedio), dando mejores resultados al adicionar un 1% de solidry, en donde se muestra el mayor incremento del índice CBR, es decir, un suelo malo ha mejorado de forma muy notoria con solo 1%

5.5 Aporte de los antecedentes y contraste de resultados obtenidos.

a) Ccopa Estrada y Fernández Gonzales (2018) en su tesis de titulación denominada **“Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de un suelo natural, comparado con un suelo estabilizado con el sistema consolid en la carretera Ollantaytambo en el tramo 0+000 – 1+000. Distrito Ollantaytambo, provincia Urubamba, región Cusco, 2018”** publicada por la Universidad Andina del Cusco, en la ciudad del Cusco.

En esencia, este estudio se centra en añadir el mismo aditivo estabilizante de suelos, el sistema CONSOLID, y analizar cómo afecta a las propiedades físico-mecánicas del suelo. Siguiendo la recomendación de un antecedente que sugiere un 1.5% de SOLIDRY en relación al peso de la muestra, hemos utilizado esta base para comparar y obtener porcentajes adecuados en nuestra evaluación.



Además, el antecedente también se relaciona con el proceso de evaluación de muestras, que comienza con la caracterización y clasificación del suelo. En nuestra tesis, hemos seguido un enfoque similar al iniciar la caracterización de nuestras propias muestras.

En cuanto a los resultados, al poner en contraste los valores obtenidos por el antecedente y nuestra investigación, se puede observar que dicho antecedente ha usado no solo el aditivo Solidry, sino también el componente líquido del sistema consolid (C444), y con una dosificación de C444 de 0.10% y 1.5% de Solidry, respecto al peso del suelo, ha obtenido un aumento de 20% de CBR, mientras que en nuestra investigación se ha llegado a una mejora de 226.22% de CBR respecto al suelo natural, esta gran diferencia de resultados se debe principalmente a que el antecedente ha mejorado el suelo de un tramo de Carretera que no es solo arcilloso, mientras que la presente investigación solo se ha abocado a la mejora de suelos arcillosos de la zona de Chimpahuaylla.

b) Chamba de la Cruz (2021) en su tesis titulada “**Análisis comparativo de estabilización para el mejoramiento de subrasante entre el uso del cloruro de sodio y el sistema consolid en zonas urbanas no pavimentadas de la urbanización el parral del distrito de la victoria, 2020**” publicada por la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, Chiclayo.

El antecedente se relaciona con nuestra investigación en términos de haber evaluado y medido los efectos físico-mecánicos del sistema Consolid, específicamente en suelos arcillosos. Dado que también estamos evaluando suelos arcillosos en nuestra tesis, la información encontrada en ese antecedente es valiosa para plantear nuestras hipótesis. Podemos anticipar, al menos de manera general, el comportamiento del suelo arcilloso al aplicar el mismo aditivo. Además, los ensayos utilizados para determinar estos efectos físico-mecánicos fueron los mismos que empleamos en nuestra investigación. Esto respalda nuestra elección de diseño de ingeniería y confirma que estos ensayos son suficientes para alcanzar los objetivos establecidos en nuestra tesis de investigación.

En cuanto a los resultados, el antecedente utiliza el sistema consolid en su conjunto, y no solo el aditivo solidry, para ser aplicado sobre un suelo de una ubicación en particular, que no contiene puramente suelos arcillosos, aunque sí existe presencia de éstos, en donde, con una cantidad de 2% de aditivo Solidry ha conseguido una CBR de 55.07, por la presencia también, de suelos granulares. Mientras que en nuestra investigación se ha tenido un CBR promedio de



19.41, con el uso de Solidry a 1% del peso de la muestra, y en suelos clasificados como solo suelos arcillosos.

c) Huamán y Rojas (2019) en su tesis titulada “**Análisis del uso del Sistema Consolid, para el mejoramiento de base granular existente, en una pista de aterrizaje, Chanchamayo, 2019**” publicada por la Cesar Vallejo, Lima.

El antecedente se relaciona con nuestra investigación en el sentido de aplicar el mismo método de mejoramiento de suelos, es decir, un enfoque químico utilizando el aditivo Solidry del sistema Consolid. En este caso, no se requiere material adicional para alterar las propiedades físicas del suelo.

Además, el antecedente también aborda la reducción del índice de plasticidad (IP). Se observa que el uso del aditivo Solidry disminuye este índice, lo que estabiliza el contenido de humedad del suelo a lo largo del tiempo. Esta cualidad es especialmente relevante para suelos arcillosos debido a su baja permeabilidad y alta capacidad de absorción de agua, lo que puede causar problemas como asentamientos o expansiones.

En cuanto a los resultados, el antecedente ha obtenido, al utilizar una dosificación del 1% del producto, un índice de CBR de 108.10%, valor que cumple con los parámetros requeridos. Mientras que la presente investigación ha obtenido con el mismo porcentaje de aditivo del 1% de solidry un CBR de 19.41% en promedio, lo cual permite que sea apto según los requerimientos mínimos para nuestro tipo de suelo. La diferencia en cuanto a los valores obtenidos se debe principalmente a que el antecedente ha aplicado el aditivo en suelos granulares que presentan gran resistencia al corte y compresión, mientras que en este caso aplicamos el aditivo sobre suelos expansivos que presentan baja resistencia al corte o la compresión.

d) Castro y Manzaba (2022) en su tesis denominada: “**Evaluación del comportamiento de materiales estabilizados con el sistema CONSOLID**”. Publicada en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).

Esta investigación se relaciona con la adición del aditivo del Sistema Consolid compuesta por dos componentes que son el C-444 y el SOLIDRY, dándole valores de adición con respecto al SOLIDRY de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% del peso de la muestra, tomando como base



estos porcentajes de adición del SOLIDRY, se tomaron porcentajes de 1%, 2% y 3% para nuestra investigación y evaluar la evolución de las propiedades físico-mecánicas de los suelos.

Este antecedente aborda diferentes porcentajes de la adición del SOLIDRY tomado como base el manual del Sistema Consolid, para poder encontrar la mejor dosificación con respecto a la adición del aditivo, encontrando el porcentaje más óptimo de 1.5% de la adición del SOLIDRY en función del peso de la muestra.

En cuanto a los resultados obtenidos, se observa que la dosificación óptima es del 1.5%, logrando incrementar el índice de CBR del 78.24% sin adición del aditivo del Sistema Consolid (C-444 y SOLIDRY) a un índice CBR máximo del 231.22%, en nuestra investigación la dosificación óptima en base a los porcentajes trabajados (1%, 2% y 3%) es del 1%, obteniendo un incremento del índice de CBR del 6.69% promedio a un valor máximo de CBR del 21.47%. Esta diferencia de los resultados se debe a que en el antecedente se evalúa la adición de ambos componentes del Sistema Consolid (C-444 y SOLIDRY), y este aditivo fue adicionado a material granular seleccionada para ser utilizada en base y subbase, las cuales poseen gran capacidad de soporte de cargas, mientras que en nuestra investigación se utilizó suelos expansivos (arcillas) que poseen muy baja capacidad de carga.

e) Aguirre y Prado (2012) en su tesis denominada: **“Estabilización de la Subrasante en la vía Cuicocha – Apuela del KM 32 al KM 38, Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, utilizando el sistema Consolid”**, publicada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Esta investigación se relaciona con la adición del aditivo del Sistema Consolid compuesta por dos componentes que son el C-444 y el SOLIDRY, para la estabilización de suelos de una sub rasante de una vía, tomando diferentes tramos a lo largo del KM 32 al Km 38, este antecedente toma el porcentaje sugerido en el manual del Sistema Consolid, siendo la adición del Solidry del 1.5% con respecto al peso de la muestra.

Este antecedente utiliza el suelo natural de la sub rasante ubicado en la vía Cuicocha – Apuela del Km 32 al Km 38, tomando 6 calicatas a lo largo de esta vía para la adición del Solidry y ver la evolución de sus propiedades físico – mecánicas, y en cuanto aumenta el índice de CBR en el porcentaje sugerido según el manual del Sistema Consolid.



En cuanto a los resultados obtenidos con la adición de 1.5% del Solidry con respecto al peso de la muestra, el índice de CBR se incrementa y se obtienen resultados diferentes debido a que el tramo posee diferentes tipos de suelo, por lo cual el índice de CBR en cada tramo del terreno natural de sub rasante es distinto, como también los resultados del CBR con la adición del aditivo del Sistema Consolid a un 1.5% del peso de la muestra (SOLIDRY).

Estos resultados obtenidos del índice de CBR sin aditivo en cada calicata respectiva es de 17.21%, 19.92%, 15.97%, 4.47%, 7.79% y 8.72%, al momento ser agregados con el Sistema Consolid al sumergir el suelo inmediatamente, se obtienen valores de CBR respectivos para cada punto de calicata de 48.59%, 27.33%, 35.15%, 27.62%, 17.3% y 15.43%, si vemos los valores son distintos debido a la variación del tipo de suelo en cada calicata, pero en todos los casos aumenta teniendo valores de hasta 6 veces más que el valor inicial y de 1.5 veces del valor inicial, en nuestra investigación obtenemos resultados de 2.79 de índice CBR como mínimo y un máximo de 18.22%, teniendo valores de hasta 6 veces el valor inicial y de 2 veces del valor inicial, vemos que los resultados obtenidos son muy similares del antecedente con la investigación realizada, lo que valida la veracidad de los ensayos y resultados.

f) Jácome y Ortiz (2022) en su investigación denominada: **“Estabilización de un suelo de subrasante de carretera con el Sistema Consolid”**. Presentada por la Revista científica de “INGENIER: Ingeniería, Tecnología e Investigación”.

Esta investigación se relaciona con la adición del aditivo del Sistema Consolid compuesta por dos componentes que son el C-444 y el SOLIDRY, para la estabilización de suelos de una sub rasante de una vía, esta vía estaba compuesta por suelos de tipo MH (limo de alta plasticidad) y A-7-5 (suelos arcillosos), en el cual se toman los porcentajes de adición del aditivo del manual del Sistema Consolid, siendo los porcentajes de 0.032% de componente C-444 y del 1.5% de SOLIDRY en relación del peso de la muestra, en comparación del 1% obtenida como el más óptimo de la adición del SOLIDRY en nuestra investigación.

En cuanto a los resultados obtenidos en la investigación en base a los porcentajes planteados en el antecedente, se obtuvieron el índice de CBR para el terreno natural sin aditivo de 2.12% y un esponjamiento del 8.36%, posteriormente agregando el aditivo en un 0.032% del C-444 y un 1.5% de Solidry, se obtienen valores de CBR de 20% con tiempo de curado y sin inmersión y un valor de CBR de 12.40% con tiempo de curado en inmersión. Los resultados obtenidos en promedio vendrían a ser un índice de CBR del 6.69% en terreno natural sin aditivo,



a un incremento del índice de CBR de 19.4% en promedio, y en el peor de los casos un incremento del 2.79% al 21.47% del índice de CBR como máximo, teniendo mejoras en ambas investigaciones de hasta 6 veces el valor inicial sin aditivo. Estos resultados se basan ya que los suelos en ambos casos son muy similares (suelos arcillosos), por lo que los resultados tienden a ser similares lo cual da veracidad a los procedimientos hechos en laboratorio.

5.6 Contraste de las condiciones ambientales de antecedentes del uso del mismo aditivo en otras zonas geográficas.

A. Huaraca Solano (2021) en su tesis: “Efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascensión capilar del material para base de pavimento de la cantera de totora, Cusco, 2020”

En dicha investigación se probó el uso del aditivo Solidry en la comunidad de Ccorca, del distrito de Santiago, en donde, el efecto causado por el aditivo solidry en cuanto al CBR del Suelo materia de estudio fue mejorar el índice CBR desde un 18% (CBR natural) hasta un 49.5% con una dosis de 1.5% en peso de la muestra, lo cual representa una mejora del 275%. El suelo presente en la cantera ubicada en Ccorca está compuesto por material arcilloso mezclado con suelos granulares, motivo por el cual se presentan mayores resultados en los valores de CBR. En el caso de nuestro estudio se la logrado mejorar en promedio, el índice CBR en un 226,22% en los suelos objeto de estudio que eran netamente arcillosos, como se evidenció en el capítulo de resultados. El clima de Ccorca es considerablemente más frío, puesto que se encuentra a 3859 msnm, en donde en épocas frías se puede llegar a temperaturas de -2 °C y presenta mayor humedad, mientras que, en San Jerónimo, lugar donde se desarrolló nuestro estudio, el clima es más templado, ya que se encuentra a 3300 msnm y la humedad es menor. De lo anteriormente descrito de puede observar que el factor climático en cuanto a temperatura y humedad no afecta el comportamiento del aditivo en acción sobre el suelo, mostrando resultados positivos de mejora y sin diferencias notorias.

B. Aguirre y Prado (2012) en su tesis: “Estabilización de la Subrasante en la vía Cuicocha-Apuela del Km 32 al Km 38, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura, Utilizando el sistema Consolid” realizada en Quito Ecuador, en donde se usó el aditivo solidry en un porcentaje de 2% respecto al peso de la muestra. La investigación concluye que en cuanto al CBR de suelos altamente plásticos, es decir, suelos arcillosos, se presenta una mejora de 50.21%, valor menor al proyectado, indicando que en estos suelos no logra resultados muy óptimos; Mientras que en nuestra investigación la mejora fue de 226.22%, lo cual en contraste muestra una mejora mucho más notoria con la adición del aditivo Solidry. Con lo antes descrito,



no podríamos afirmar que las condiciones ambientales sean las únicas causantes de dicha diferencia, sin embargo, es preciso indicar que en Quito Ecuador el clima es Tropical con una marcada diferencia de clima y temperaturas mucho mayores a la zona de intervención de nuestra investigación; con lo cual podemos ver que las condiciones ambientales sí afectan a los resultados de mejora del suelo, aunque esta mejora sí se dará con la adición del aditivo solidry, el cual, según el fabricante está diseñado para un rango bastante amplio de condiciones climáticas.

C. Condor y Huamancayo (2016) en su tesis: “Comparación Económica del Resultado y el Mantenimiento entre los Estabilizadores PROES y CONSOLID para el Sistema de Mejoramiento de Suelos Blandos para las Carreteras no Pavimentadas en La Selva Peruana”

La investigación se realizó en la carretera la Joya – Infierno en Madre de Dios, en donde se presenta un clima tropical con temperaturas altas que pueden llegar a los 40 °C, se presenta vegetación densa y suelos arcillosos de alta plasticidad, es ahí, que para una muestra de suelo usaron 2% de aditivo solidry, llegando a obtener un resultado de 90.4% de CBR en una muestra de suelo extraído de canteras para afirmado de dicha carretera, en una combinación de arcillas y gravas, por eso motivo se obtuvo ese valor alto de CBR. En cuanto a nuestra investigación el resultado fue de 19.41 %, con lo cual se muestra una mejora sustancial en ambos casos y en ambas zonas de estudio, por lo cual se puede colegir que el uso del aditivo solidry mejorará de forma adecuada las propiedades físico – mecánicas de los suelos arcillosos, tanto en climas fríos como los del Cusco y climas Cálidos como los de Madre de Dios.

D. Díaz García (2018) en su tesis: “Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín, 2016”

En esta investigación se aplicó el sistema Consolid sobre la subrasante del camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba, en particular el aditivo Solidry, los suelos materia de estudio fueron arcillosos de plasticidad media, dando como CBR sin el uso del aditivo un 6.75% en promedio, para luego mejorar este valor hasta un 13.57% en promedio de CBR, al usar el aditivo Solidry, lo que representa una mejora del 201.03%. En nuestra investigación como se ha indicado en el capítulo de resultados se ha obtenido una mejora de 226.22% al incluir el aditivo solidry en comparación al CBR de un suelo arcilloso natural sin aditivo. Podemos observar que ambos porcentajes de mejora son similares, no presentan mayor



diferencia, no obstante, las condiciones ambientales de las dos zonas de estudio son notablemente diferentes, mientras que Moyobamba presenta un clima tropical con una temperatura promedio de 20.7 °C, precipitaciones intensas, ambiente húmedo y bastante radiación solar; el Cusco presenta un clima cambiante relativamente frío, con una temperatura ambiental promedio de 12 °C, épocas de Secas y épocas de lluvia y contenido de humedad semi seco, es decir, a pesar de la diferencia marcada de condiciones ambientales, los resultados de mejora obtenidos son similares sobre los suelos arcillosos, lo que es muestra de la efectividad del aditivo usado.

De los antecedentes mostrados, del uso del aditivo Solidry en otras regiones, podemos observar que el aditivo solidry se comporta con ciertas variaciones en cuanto a la mejora de las propiedades mecánicas, sin embargo, Aunque las condiciones ambientales sean distintas, en todos los casos se ha visto una mejora. Por lo que, podemos afirmar que el uso del aditivo Solidry es recomendable para una amplia gama de condiciones climáticas y zonas geográficas. No se podría afirmar que las condiciones ambientales sean determinantes para la variación de los resultados, por lo que se recomienda que futuras investigaciones ahonden en este tema para poder tener resultados más concretos y con más casos de estudio.

5.7. Discusión acerca de la disminución del valor del índice CBR al añadir 3% de aditivo Solidry.

Según los experimentos realizados en el ensayo de CBR, al agregar 3% de aditivo el valor del CBR se reduce, obteniendo mejores resultados con 1% y 2%, de los cuales el más óptimo es el de 1%.

Evaluamos los resultados obtenidos del CBR a 25 golpes de compactación con los distintos porcentajes de adición del aditivo para esta investigación, en el cual encontramos que la mejor compactación o mayor densidad encontrada es del 1% en adición del aditivo obteniendo un valor de peso promedio de la muestra de 4 213 gr y una densidad máxima seca promedio de 1.47 gr/cm³, el segundo valor es con el 2% en adición del aditivo llegando a un peso promedio de la muestra de 4 019 gr y una densidad máxima seca promedio de 1.38 gr/cm³, y al final con la adición del 3% del aditivo llegando a un peso promedio de la muestra de 3 784 gr y una densidad máxima seca de 1.29 gr/cm³.

Como vimos en los resultados debido a las propiedades químicas del aditivo Solidry, entre ellas la de impermeabilizante, es decir que impide el paso de agua, hace que el mejor



punto de compactación y por ende la mayor densidad de la muestra encontrada (mayor peso) es con el 1% de la adición del aditivo, en comparación del 3% que es inferior a este y por ende tiende a caer su valor, ya que a mayor porcentaje del SOLIDRY se hace mucho más complejo la adición del agua (humedad optima), impidiendo una mejor compactación con la adición del agua debido a esta propiedad del aditivo.



Conclusiones

■ En conclusión, se presenta un incremento en las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos al incrementarse los valores del índice de CBR, más no se presenta un incremento de las propiedades físicas de los suelos arcillosos, puesto que, en el ensayo de Proctor modificado, se ha mostrado que no se altera el valor del contenido de humedad óptimo del suelo arcilloso, con ninguno de los porcentajes adicionados de SOLIDRY.

■ El índice de CBR al 100 % aumentó conforme se aumentaba el porcentaje de SOLIDRY, sin embargo, el porcentaje más óptimo llegó a ser el de 1% de adición de SOLIDRY, puesto que se puede apreciar un incremento desde un 8.58 % en promedio hasta un 19.41% en promedio de dicho índice, mostrando un incremento de 226.22% respecto al valor inicial del índice de CBR de suelo arcilloso sin aditivo...

■ El aumento de SOLIDRY conforme a los porcentajes indicados de 1%, 2% y 3%, llega a variar en 0.2% como máximo la humedad óptima del suelo arcilloso inicial (sin aditivo), por lo que este no genera gran efecto o impacto en las propiedades físicas del material sujeto de nuestro estudio.

■ El aumento de SOLIDRY conforme a los porcentajes indicados de 1%, 2% y 3%, llega a variar la densidad máxima seca en un 0.08 gr/cm³. Por lo que la variación es mínima.

■ La adición del SOLIDRY redujo el porcentaje de hinchamiento del suelo arcilloso, lo cual se refleja en los ensayos, donde dicho hinchamiento se reduce hasta en un 13% en su punto más bajo, lo cual sucede con la adición de SOLIDRY al 1%, en comparación con el ensayo piloto de suelo arcilloso sin aditivo...

■ El módulo de resiliencia del suelo Arcilloso ha aumentado conforme se ha incrementado el porcentaje de SOLIDRY del sistema consolid. El suelo arcilloso sin aditivo ha presentado un 8.58% de índice CBR en promedio, lo cual refleja un módulo de resiliencia de 10331.36 PSI, por otro lado, el suelo arcilloso con 1% de aditivo ha mostrado la mejor performance respecto al índice CBR con un valor de 19.41%, lo cual se traduce en 17563.36 PSI de módulo de resiliencia. De lo anterior se colige que el incremento registrado es de 7232.00 PSI, comparando los valores promedio entre el



suelo con menor capacidad de soporte y el suelo adicionado con 1% de aditivo que fue el presentó mayor capacidad de soporte...

Sugerencias

■ Se recomienda a los futuros tesisistas interesados en el presente tema o similar evaluar químicamente la reacción para una relación de carga de suelo y aditivo lo que nos proporcionaría una referencia más levada para poder llevar a cabo mejoras en el procedimiento como en los resultados físico mecánicos.

■ Se recomienda a los futuros tesisistas interesados en el presente tema o similar seguir con la investigación adicionando un segundo aditivo en porcentajes correlativos, estos podrían ser tales como: Cemento, cal y nitratos.

■ Se recomienda a las empresas interesadas en el presente aditivo la aplicación en un tramo de vía y su evaluación mediante el CBR IN SITU para una mayor verificación de los trabajos de laboratorio aplicados a campo.

■ Se recomienda a los futuros tesisistas interesados en el presente tema o similar que se prosiga con la investigación tomando en cuenta variables como los cambios bruscos de temperatura y la altitud de la zona de estudio.



REFERENCIAS

Alarcón Nina, C. S., & Zamalloa Bohorquez, J. (2016). *ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUB BASE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES ESTABILIZADA CON TERMOPLÁSTICO ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)*. Universidad Andina del Cusco.

Aguirre, J. J., & Prado, M. (2012). *ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA CUICOCHA – APUELA DEL KM 32 AL KM 38, CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA, UTILIZANDO EL SISTEMA CONSOLID*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (1995). *Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo*.

Braja M. Das. (2014). *FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA* (4th ed.). Cengage Learning Editores S.A.

Canaria Pineda, A. G., & Ivan Martinez, A. (2020). *ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE MATERIAL PARA LA CONFORMACIÓN DE AFIRMADO EN TERRAPLENES DEL MUNICIPIO DE LA PRIMAVERA –VICHADA, MEDIANTE LA ADICIÓN DE POLÍMEROS SINTÉTICOS ECOLOGICOS*. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

Castro, R. E., & Manzaba, A. J. (2022). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES ESTABILIZADOS CON EL SISTEMA CONSOLID*. Universidad estatal Península de Santa Elena.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2013). *Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013*.

Dirección general de caminos y ferrocarriles. (2013). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; sección suelos y pavimentos*.

Dirección general de caminos y ferrocarriles. (2016). *Manual Ensayo de Materiales MTC*.

GEO TECH TIPS. (2021). *¿Qué es el CBR?*
<https://www.geotechtips.com/post/que-es-el->



cbr#:~:text=Aunque%20fue%20desarrollado%20en%201925,campo%20(ASTM%20D%204429).

Geotecnia Facil. (2022). *El ensayo CBR de laboratorio*.
<https://geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio/>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (6th ed.).

Jácome, G. A., & Ortiz, E. H. (2022). ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO DE SUBRASANTE DE CARRETERA CON EL SISTEMA CONSOLID. *INGENIER*. 5(10).
<https://doi.org/10.46296/ig.v5i10edespag.0061>

Jorge Cabrejos Soiffer. (2017). *CONSOLID*.
<https://www.sistemaconsolid.com/p/componentes.html>

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2018). *GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL*.

Ministerio de vivienda. (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.

MSc. Ing. Herrera de la Rosa, R. (2012, April 17). *Consolid-Informe Tecnico*.
<https://es.scribd.com/doc/89714159/CONSOLID-INFORME-TECNICO>

Oficina Nacional de Normalización Dirección de Normalización del Ministerio de la Construcción Diseño Ciudad Habana. (2016). *Informe tecnico de Sistema de impermeabilización y estabilización química de suelos CONSOLID*.
<https://docplayer.es/15061504-El-sistema-impermeabiliza-los-suelos-tratados-asi-como-aumenta-la-capacidad-portante-de-los-mismos.html>

Quispe Salas, J. D., & Herrera Huarancca, P. (2021). *EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UN SUELO ESTABILIZADO CON TEREFTALATO DE POLIETILENO, RESPECTO A UNO ESTABILIZADO SEGÚN LA NORMA DEL MTC PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA MARAS-MORAY, PROVINCIA DE URUBAMBA*. UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.

Ramírez Triviño, V., & Hincapié Olano, J. C. (2018). *Evaluación CBR de sub-base granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET); para uso en vías terciarias*.



UNIVERSIDAD DE GRANADA. (2022). *EL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL*. 41–56. http://histologia.ugr.es/pdf/Metodologia_III.pdf

Wirtgen Group. (2020). *Estabilizacion de suelos*. <https://www.wirtgen-group.com/es-us/aplicaciones/obras-de-movimiento-de-tierras/estabilizacion/>

Zapata, R. (2018). *TIPOS DE SUELOS CARACTERIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS Y LIMOSOS*. <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/TIPOS%20DE%20SUELO.pdf>



Apéndices

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "EFECTOS FISICO-MECANICOS DE SUELOS ARCILLOSOS EXTRAIDOS DE LA ZONA DE CHIMPAHUAYLLA ADICIONADA CON SOLIDRY DEL SISTEMA CONSOLID – SAN JERONIMO EN EL 2022".

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION DE OPERACIONES		RECOLECCION DE DATOS	
				NOMBRE DE LA VARIABLE	INDICADORES	UND	INSTRUMENTO
¿En qué medida influye el aditivo solidry en las propiedades físico mecánicas de suelos arcillosos extraídos de la zona de chimpahuaylla, san jerónimo?	HE4: Existirá un aumento en el módulo resiliente del suelo arcilloso en adición del solidry.	HG: Se presentará un incremento de los efectos físico-mecánicos de los suelos arcillosos con la adición del solidry del sistema consolid.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Solidry del sistema consolid	Cantidad en peso (gr)	gr	Fichas de recolección de datos.
PE1: ¿En qué medida existen efectos en el índice de CBR al 100% de los suelos arcillosos con la adición del solidry?	OE1: Determinar los efectos mecánicos en el índice CBR al 100% de los suelos arcillosos, al ser adicionados con solidry	HE1: El índice de CBR al 100% aumentará en la medida de la adición del solidry.	VARIABLE DEPENDIENTE	Efectos físicos mecánicos del suelo arcillosos adicionado con solidry del sistema consolid	VALOR DE CBR	Valor numérico	Fichas de recolección de datos.
PE2: ¿En qué medida existen efectos en la humedad óptima de los suelos arcillosos adicionados con solidry, con el ensayo de Proctor modificado?	OE2: Determinar la variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos adicionada con el aditivo solidry.	HE2: La humedad óptima aumentará según la adición del solidry.			VALOR DE HUMEDAD OPTIMA	Valor numérico	Fichas de recolección de datos.
PE3: ¿Cuál será la variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos adicionada con el aditivo solidry?	OE3: Determinar la variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos adicionada con el aditivo solidry.	HE3: Existirá una variación de la densidad máxima seca del suelo arcillosos según se adiciona el aditivo SOLIDRY.			VALOR DE LA DENSIDAD MAXIMA SECA	Valor numérico	Fichas de recolección de datos.
PE4: ¿Cuál será la variación del módulo resiliente del suelo arcilloso, con la adición del solidry?	OE4: Examinar la variación del módulo resiliente del suelo arcilloso con la adición del solidry	HE4: Existirá un aumento en el módulo resiliente del suelo arcilloso con la adición del solidry			VALOR DEL MODULO RESILIENTE	gr	Hoja de registro



PE5: ¿Cuál será la variación del hinchamiento con la adición del solidry?	OE5: Determinar la variación del hinchamiento de los suelos arcillosos con la adición del solidry	HE4: Existirá un aumento en el módulo resiliente del suelo arcilloso con la adición del solidry			VALOR DE DEFORMACION DEL SUELO	DE DEL	Valor numérico	Fichas de recolección de datos.
--	--	--	--	--	--------------------------------	--------	----------------	---------------------------------



Fichas técnicas llenadas en laboratorio



CARACTERISTICAS FISICAS
suelos

PROYECTO :		MUESTRA
UBICACIÓN :		
SOLICITA :		

CONTENIDO DE AGUA

MUESTRA	D-13	D-23	D-24	COLOR
Peso de la Capsula (gr)	11.42	11.20	11.29	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	51.69	57.06	55.35	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	51.06	56.31	54.64	

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

MUESTRA	C-2	C-6	C-10	C-23
Peso de la Capsula (gr)	14.31	14.72	14.59	14.63
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	35.00	34.24	34.52	34.50
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	29.02	29.28	29.68	29.74
Numero de golpes	4	13	28	34
	0-10 (4)	10-20 (13)	20-30 (28)	30-40 (34)

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

MUESTRA	C-5	C-22	C-24
Peso de la Capsula (gr)	14.50	14.78	14.82
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	24.50	24.79	24.82
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	22.72	22.93	23.04

GRANULOMETRIA

Peso Sin Lavar(gr) :	600 gr.	
Peso Desp.Lavar(gr):		
Tamiz	Diam(mm)	Peso Ret.
2"	50.80	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
3/8"	9.53	
1/4"	6.35	
# 4	4.75	
# 8	2.38	
# 16	1.19	0.31
# 30	0.59	0.45
# 50	0.30	3.69
100	0.15	19.27
200	0.07	38.92
cazuela	0	6.52

OBS.

___ / ___ / 2022


Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL



CARACTERISTICAS FISICAS
suelos

MUESTRA

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA:

CONTENIDO DE AGUA

COLOR

MUESTRA	1	2	
Peso de la Capsula (gr)			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)			
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)			

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)				
Numero de golpes				
	0-10	10-20	20-30	30-40

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		

GRANULOMETRIA

Peso Sin Lavar(gr) :

600 gr

Peso Desp.Lavar(gr):

Tamiz	Diam(mm)	Peso Ret.
2"	50.80	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
3/8"	9.53	
1/4"	6.35	
# 4	4.75	
# 8	2.38	0.06
# 16	1.19	0.08
# 30	0.59	0.05
# 50	0.30	0.98
100	0.15	13.71
200	0.07	24.29
cazuela	0	1.77

OBS.

___ / ___ / 2022



Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL



CARACTERISTICAS FISICAS suelos

PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA:

MUESTRA

--

CONTENIDO DE AGUA

MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		

COLOR

--

LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66

MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)				
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)				
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)				
Numero de golpes				

0-10 10-20 20-30 30-40

LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59

MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		

GRANULOMETRIA

Peso Sin Lavar(gr) :

600 gr

Peso Desp.Lavar(gr):

Tamiz	Diam(mm)	Peso Ret.
2"	50.80	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
3/8"	9.53	
1/4"	6.35	
# 4	4.75	
# 8	2.38	
# 16	1.19	0.26
# 30	0.59	0.38
# 50	0.30	0.93
100	0.15	6.35
200	0.07	21.92
cazuela	0	0.69.

OBS.

___/___/2022


Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL



suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO : EFECTOS F-M DEL SOLZDRY DEL SISTEMA ---

UBICACIÓN : [Redacted]

SOLICITA : Alex Morales Carrillo

G **GEOtest**
Geotecnia y Suelos

ENSAYO PROCTOR Peso Molde 3837gr

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	11.20	11.30	11.36	11.42	8.52	9.06	19.62	20.04	14.46	14.59
Peso C+SH (gr)	49.56	51.48	46.80	44.74	34.34	34.86	49.56	47.34	49.92	43.64
Peso C+SS (gr)	46.84	48.54	42.84	41.06	30.88	31.36	44.56	42.78	43.60	38.44
Peso SH+M	6566 gr		6745 gr		6923 gr		7200 gr		7005 gr	

ENSAYO CBR

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH (g)						
100				Peso C+SS (g)						
200				Obs.						
300										
400										
500										

G Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL / 2014

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO : EFECTOS F-M DEL SOLZDRY DEL SISTEMA ---

UBICACIÓN : [Redacted]

SOLICITA : Alex Morales Carrillo

G **GEOtest**
Geotecnia y Suelos

ENSAYO PROCTOR Peso Molde 3837gr

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	18.69	18.54	18.85	17.90	14.50	14.60	14.66	14.84	14.52	14.54
Peso C+SH (gr)	42.45	47.70	44.89	41.46	39.48	40.55	40.69	44.19	40.04	39.02
Peso C+SS (gr)	40.70	45.60	42.14	38.96	36.16	37.10	36.44	39.38	35.48	34.66
Peso SH+M	6615 gr		6756 gr		6895 gr		7050 gr		7000 gr	

ENSAYO CBR

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH (g)						
100				Peso C+SS (g)						
200				Obs.						
300										
400										
500										

G Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL / 2014



suelos

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO: EFECTOS F-M DEL SOLIDRY DEL SISTEMA
UBICACIÓN:
SOLICITA: Alvar Hugo Usnayo Callo

2%



ENSAYO PROCTOR

Peso Molde 3837 gr

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	19.51	8.65	24.50	23.97	22.52	22.33	14.74	14.62	14.56	8.78
Peso C+SH (gr)	47.10	34.68	58.44	55.26	55.64	51.97	44.22	42.58	45.90	34.10
Peso C+SS (gr)	44.74	32.50	54.58	51.68	50.74	47.82	39.20	37.94	40.32	29.50
Peso SH+M	6695 gr		6845 gr		6985 gr		7070 gr		7009 gr	

ENSAYO CBR

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH (gr)						
100				Peso C+SS (gr)						
200				Obs.						
300										
400										
500										

/ 2014
GERENTE GENERAL

suelos

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO: EFECTOS FESICO-M. DEL SOLIDRY DEL SISTEMA
UBICACIÓN:
SOLICITA: Alvar Hugo Usnayo Callo

3%



ENSAYO PROCTOR

Peso Molde 3837 gr

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)	14.74	14.34	14.52	14.42	14.36	14.68	14.86	14.64	9.12	8.80
Peso C+SH (gr)	40.66	40.46	43.94	42.00	41.60	42.66	46.52	47.18	36.84	35.80
Peso C+SS (gr)	38.48	38.24	40.62	38.86	37.74	38.58	40.80	41.58	31.82	30.90
Peso SH+M	6543 gr		6695 gr		6901 gr		7021 gr		6994 gr	

ENSAYO CBR

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
25				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
50				Peso C (gr)						
75				Peso C+SH (gr)						
100				Peso C+SS (gr)						
200				Obs.						
300										
400										
500										

/ 2014
GERENTE GENERAL




suelos Turno 2 COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO:

UBICACIÓN:

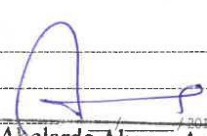
SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR										Peso Molde		
Muestra	1		2		3		4		5			
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso C (gr)												
Peso C+SH (gr)												
Peso C+SS (gr)												
Peso SH+M												

ENSAYO CBR Molde A5 Ensayo 4 - 0% Aditivo (10 golpes)


Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
Ubicación				Ubicación	A-2 Arriba	A-4 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
25	17.50			Peso C (gr)	23.96	24.50				
50	25.50			Peso C+SH (gr)	57.52	63.12				
75	30.20			Peso C+SS (gr)	50.00	52.78				
100	32.80			Obs.						
200	35.70			P.M. = 6570 g						
300	39.20			P.M.+s.s. = 10465 g						
400	44.00			P.M.+s.s.+s.t. = 10800 g						
500	48.50									


Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL

PROYECTO:

UBICACIÓN:


SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR										Peso Molde		
Muestra	1		2		3		4		5			
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Peso C (gr)												
Peso C+SH (gr)												
Peso C+SS (gr)												
Peso SH+M												

ENSAYO CBR Molde A6 Ensayo 5 - 0% Aditivo (25 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
Ubicación				Ubicación	A-8 Arriba	A-9 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
25		41.50		Peso C (gr)	23.92	22.04				
50		62.00		Peso C+SH (gr)	59.64	57.92				
75		77.50		Peso C+SS (gr)	51.96	50.10				
100		91.00		Obs.						
200		113.50		P.M. = 6375 g						
300		129.00		P.M.+m.s. = 10740 g						
400		144.00		P.M.+m.s.+s.t. = 10885 g						
500		159.50								


Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL



suelos

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :

COMPACTACION PROCTOR Y CBR



ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde A4 Emulso 9 - 0% Aditivo (56 galpan)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	B-29 Arriba	B-30 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			18	Peso C (gr)	11.34	11.66					
50			27.50	Peso C+SH (gr)	46.28	47.65					
75			36.50	Peso C+SS (gr)	39.07	41.20					
100			45.30								
200			84.60	Obs.	PM = 7795g					Abelardo Abarca Ancori GERENTE GENERAL	
300			115.00		PM + m.s. = 12355g						
400			140.30		PM + m.s.s. = 12415g						
500			159.30								

_ / _ / 2014
02/05/2023

suelos

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :

COMPACTACION PROCTOR Y CBR



ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR A2 7 - 0% Aditivo (106)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	B-25 Arriba	B-26 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	22.5			Peso C (gr)	11.00	11.30					
50	37.20			Peso C+SH (gr)	52.80	50.20					
75	44.50			Peso C+SS (gr)	44.30	41.60					
100	49.00										
200	56.50			Obs.	PM = 7305g					Abelardo Abarca Ancori GERENTE GENERAL	
300	60.00				PM + SS = 11180g						
400	60.00				PM + S.S. = 11395g						
500	60.00										

_ / _ / 2014
02 05 2023



suelos
PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde A3 Emprisa 8 - 0% Aditivo (25 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
Ubicación				Ubicación	B-27 Arriba	B-28 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
25		33.80		Peso C (gr)	11.36	11.52				
50		54.00		Peso C+SH (gr)	48.20	49.52				
75		75.00		Peso C+SS (gr)	41.30	42.62				
100		82.80								
200		135.00								
300		155.00								
400		170.00								
500		182.00								

Obs. P.M. = 7875g
P.M. + m.s. = 12365g
P.M. + m. sat. = 12500g

A. Abarca Ancori
GERENTE GENERAL
 02/05/2023

suelos
PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde A4 0% Aditivo (56 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3	
Ubicación				Ubicación	C-17 Arriba	C-20 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
25			22.5	Peso C (gr)	14.48	14.64				
50			35.00	Peso C+SH (gr)	47.12	53.06				
75			50.00	Peso C+SS (gr)	41.30	45.58				
100			62.50							
200			110.00							
300			155.00							
400			192.00							
500			222.00							

Obs. P.M. = 7795g
P.M. + m.s. = 12395g
P.M. + m. sat. = 12460g

A. Abarca Ancori
GERENTE GENERAL
 27/04/2023
 02/05/2023



tarda 1

suelos
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITA:

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Molde A2* *0% Aditivo (10 gal/per)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					C-19	C-20	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	10.00			Ubicación	Arriba	Abajo					
50	21.20			Peso C (gr)	14.54	14.58					
75	24.30			Peso C+SH (g)	53.36	55.10					
100	25.00			Peso C+SS (gr)	43.86	45.62					
200	29.00			Obs.	<i>P.M. = 7305 g</i>						
300	31.00				<i>P.M.+m.s. = 10825 g</i>						
400	31.00				<i>P.M.+m.sat. = 11220 g</i>						
500	33.00										

Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL

/ / 2014
 27/04/2023

★ **suelos**
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITA:

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Molde A3* *0% Aditivo (25 gal/per)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					C-41	C-42	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		15.00		Ubicación	Arriba	Abajo					
50		16.00		Peso C (gr)	9.10	8.80					
75		18.00		Peso C+SH (g)	41.74	41.30					
100		22.00		Peso C+SS (gr)	34.29	33.04					
200		45.00		Obs.	<i>P.M. = 7875 g</i>						
300		79.00			<i>P.M.+m.s. = 12340 g</i>						
400		101.00			<i>P.M.+m.sat. = 12475 g</i>						
500		134.00									

Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL

/ / 2014
 27/04/2023
 02/05/2023



suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde A7 Ensayo B - 0% Aditivo (56 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
				Ubicación	A-10 Arriba	A-11 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		16.50		Peso C (gr)	22.52	22.34					
50		29.80		Peso C+SH (gr)	57.44	61.16					
75		40.00		Peso C+SS (gr)	50.70	53.84					
100		47.20									
200		84.00		Obs.	P.M. = 6525 g P.M.+m.s. = 11050 g P.M.+m.Sat. = 11115 g						
300		116.00									
400		143.30									
500		163.50									

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

_ / _ / 2014

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR A1 1% Aditivo (10 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
				Ubicación	C-17 Arriba	C-18 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	25.00			Peso C (gr)	14.48	14.60					
50	30.50			Peso C+SH (gr)	45.76	42.26					
75	34.50			Peso C+SS (gr)	39.44	36.72					
100	38.00			Obs.	P.M. = 6755 g P.M.+s.s. = 10085 g P.M.+s.Sat. = 10572 g						
200	43.50										
300	47.00										
400	53.50										
500	55.00										

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

_ / _ / 2014

06/05/2023



suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO:

UBICACIÓN:

SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Molde a10* *Ensayo 11 - 1% Aditivo (25 golpes)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3
25	66.00			Ubicación	C-29 Arriba	C-43 Abajo	
50	102.00			Peso C (gr)	14.86	9.06	
75	155.00			Peso C+SH (gr)	41.24	34.40	
100	200.00			Peso C+SS (gr)	36.48	28.92	
200	255.00			Obs.			
300	350.00			$P_M = 6535g$			
400	365.00			$P_{M+m.s.} = 10735g$			
500	385.00			$P_{M+m.s.t.} = 10925g$			

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

/ / 2014
03/05/2023

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO:

UBICACIÓN:

SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Molde a11* *Ensayo 12 - 1% Aditivo (56 golpes)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3
25			19.80	Ubicación	C-4 Arriba	C-55 Abajo	
50			36.70	Peso C (gr)	14.40	19.60	
75			57.60	Peso C+SH (gr)	40.88	45.92	
100			95.00	Peso C+SS (gr)	36.02	40.88	
200			270.00	Obs.			
300			390.00	$P_M = 6295g$			
400			460.00	$P_{M+m.s.} = 10850g$			
V.B. SUB GERENCIA			523.00	$P_{M+m.s.t.} = 10900g$			

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

/ / 2014
03/05/2023



Tanda 4

suelos
PROYECTO : _____
UBICACIÓN : _____
SOLICITA : _____

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde 0.9 Ensayo 10 - 1% Aditivo (10 Golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
Ubicación				C-3	C-3S	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	24.5			Ubicación	Arriba	Abajo						
50	42.5			Peso C (gr)	14.40	14.64						
75	54.00			Peso C+SH (gr)	40.14	47.74						
100	63.80			Peso C+SS (gr)	34.02	38.72						
200	86.40			Obs.	$P_M = 7765g$ $P_M + m.s. = 11450g$ $P_M + m.s.s. = 11930g$							
300	95.20			 Abelardo Abarca Ancori GERENTE GENERAL								
400	102.50											
500	109.70											

___/___/2014
03/05/2023

suelos
PROYECTO : _____
UBICACIÓN : _____
SOLICITA : _____

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde 0.6 Ensayo 14 - 1% Aditivo (25 Golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
Ubicación				C-27	C-28	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		110.00		Ubicación	Arriba	Abajo						
50		182.00		Peso C (gr)	14.62	14.58						
75		228.50		Peso C+SH (gr)	49.86	48.44						
100		248.60		Peso C+SS (gr)	42.62	40.76						
200		270.80		Obs.	$P_M = 6375g$ $P_M + s.s. = 10520g$ $P_M + s.s.s. = 10730g$							
300		270.50		 Abelardo Abarca Ancori GERENTE GENERAL								
400		283.60										
500		296.50										

___/___/2014



suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Molde 0.7* *Ensayo 15 - 1% Aditivo (56 Golpes)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			128.60	C-50							
50			220.00	Peso C (gr)	18.76	20.04					
75			290.00	Peso C+SH (g)	47.38	49.06					
100			308.60	Peso C+SS (gr)	41.30	44.06					
200			384.50	Obs.	$P_M = 6525g$						
300			437.60		$P_{M+S} = 11045g$						
400			485.00		$P_{M+S.Sat} = 11100g$						
500			522.50								

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

___/___/2014

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Molde 0.5* *Ensayo 13 - 1% Aditivo (10 Golpes)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	46.50			C-17							
50	67.80			Peso C (gr)	14.46	14.60					
75	75.00			Peso C+SH (g)	44.62	45.62					
100	81.30			Peso C+SS (gr)	37.98	37.34					
200	98.50			Obs.	$P_M = 6570g$						
300	105.00				$P_{M+S} = 10195g$						
400	109.50				$P_{M+S.Sat} = 10670g$						
500	111.20										

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

___/___/2014

05/05/2013




suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR **a8** 1% Aditivo (2S galper)


Muestra	10	25	50	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	C-27 Arriba	C-28 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		30.00		Peso C (gr)	14.62	14.58					
50		65.50		Peso C+SH (gr)	50.18	39.72					
75		105.70		Peso C+SS (gr)	45.96	35.48					
100		154.30		Obs.	$P_m = 6810$					Abelardo Aharca Ancori GERENTE GENERAL	
200		313.40			$P_{m+s, sec} = 11105g$					_____/_____/2014	
300		365.00			$P_{m+s, sat} = 11302g$					06/05/2023	
400		387.50									
500		393.00									

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR **a12** 1% Aditivo (S6 galper)

Muestra	10	25	50	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	C-50 Arriba	C-53 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			27.00	Peso C (gr)	18.76	20.04					
50			47.50	Peso C+SH (gr)	46.72	47.40					
75			90.00	Peso C+SS (gr)	42.00	43.20					
100			160.50	Obs.	$P_m = 6670g$					Abelardo Aharca Ancori GERENTE GENERAL	
200			436.80		$P_{m+s, sec} = 10880g$					_____/_____/2014	
300			574.50		$P_{m+s, sat} = 10938g$					06/05/2023	
400			660.00								
500			717.00								



Tanda 7

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO : _____

UBICACIÓN : _____

SOLICITA : _____

ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR Molde a2 2% Aditivo (10G)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
Ubicación				C-17	C-18	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	37.80			Ubicación	Arriba	Abajo						
50	62.30			Peso C (gr)	14.48	14.60						
75	74.30			Peso C+SH (gr)	45.02	47.26						
100	83.00			Peso C+SS (gr)	37.54	38.80						
200	105.40			Obs.	$P_M = 7305g$ $P_{M+S.S} = 10685g$ $P_{M+S.S+Sat} = 11075g$							
300	119.80											
400	125.30											
500	133.00											

GERENTE GENERAL
 ____/____/2014
 10/05/2023
 14/05/2023

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO : _____

UBICACIÓN : _____

SOLICITA : _____

ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR a3 2% Aditivo (25 Galpa)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3			
Ubicación				C-19	C-20	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		35.00		Ubicación	Arriba	Abajo						
50		74.60		Peso C (gr)	14.58	14.59						
75		120.30		Peso C+SH (gr)	50.20	48.78						
100		200.00		Peso C+SS (gr)	44.55	42.70						
200		235.00		Obs.	$P_M = 7875g$ $P_{M+S.S} = 11882g$ $P_{M+S.S+Sat} = 12174g$							
300		288.00										
400		305.70										
500		340.80										

GERENTE GENERAL
 ____/____/2014




suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *M. ay* *2% Aditivo (56 galpon)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	<i>C-50</i> Arriba	<i>C-53</i> Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			<i>130.50</i>	Peso C (gr)	<i>18.76</i>	<i>20.04</i>					
50			<i>258.70</i>	Peso C+SH (gr)	<i>48.36</i>	<i>44.96</i>					
75			<i>358.70</i>	Peso C+SS (gr)	<i>42.62</i>	<i>40.06</i>					
100			<i>455.40</i>								
200			<i>687.00</i>	Obs.	<i>P_M = 7795g</i>						
300			<i>805.00</i>		<i>P_{M+SS} = 12255g</i>						
400			<i>875.00</i>		<i>P_{M+SS+T} = 12370g</i>						
500			<i>890.20</i>								

Abelardo Abarca Anco
GERENTE GENERAL


____/____/2014

suelos *Turba* **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA :



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *A9* *2% Aditivo (10g)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	<i>B-25</i> Arriba	<i>B-26</i> Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	<i>33.50</i>			Peso C (gr)	<i>11.00</i>	<i>11.30</i>					
50	<i>40.80</i>			Peso C+SH (gr)	<i>50.88</i>	<i>57.70</i>					
75	<i>44.50</i>			Peso C+SS (gr)	<i>40.34</i>	<i>43.68</i>					
100	<i>50.00</i>			Obs.	<i>P_M = 7765g</i>						
200	<i>57.80</i>				<i>P_{M+SS} = 11050g</i>						
300	<i>63.50</i>				<i>P_{M+SS+T} = 11710g</i>						
400	<i>70.00</i>										
500	<i>74.00</i>										

Abelardo Abarca Anco
GERENTE GENERAL

____/____/2014
11/05/23
15/05/23



suelos
PROYECTO : _____
UBICACIÓN : _____
SOLICITA: _____

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR a10 2% Aditivos (25G)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		23.50		B-27		B-28					
50		46.80		Peso C (gr)	11.36	11.52					
75		77.50		Peso C+SH (g)	52.22	46.40					
100		112.00		Peso C+SS (gr)	42.74	37.52					
200		234.00		Obs.	P _M = 6535g					 Abelardo Abarca Ancori GERENTE GENERAL	
300		290.00		P _{M+S.S.} = 10325g							
400		311.00		P _{M+S.S.+I.} = 10730g							
500		312.50							___/___/2014		

suelos
PROYECTO : _____
UBICACIÓN : _____
SOLICITA: _____

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR a11 2% Aditivos (56G)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			55.00	B-29		B-30					
50			102.00	Peso C (gr)	11.34	11.66					
75			155.70	Peso C+SH (g)	42.70	43.20					
100			228.00	Peso C+SS (gr)	36.26	36.66					
200			538.00	Obs.	P _M = 6295g					 Abelardo Abarca Ancori GERENTE GENERAL	
300			744.50	P _{M+S.S.} = 10575g							
400			862.50	P _{M+S.S.+I.} = 10780g							
500			932.70						___/___/2014		



Tanda 9

suelos
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITA:

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *0.2* *2% Aditivo (10G)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					C-17	C-18	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	<i>40.20</i>			Ubicación	Arriba	Abajo					
50	<i>48.30</i>			Peso C (gr)	<i>14.48</i>	<i>14.60</i>					
75	<i>52.50</i>			Peso C+SH (gr)	<i>47.50</i>	<i>46.80</i>					
100	<i>65.40</i>			Peso C+SS (gr)	<i>41.20</i>	<i>40.38</i>					
200	<i>73.80</i>			Obs.	<i>P.M. = 7305g</i>						
300	<i>120.80</i>				<i>P.M+SS = 10635.40g</i>						
400	<i>122.50</i>				<i>P.M+SS+M = 11170g</i>						
500	<i>122.50</i>										

Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL

_ / _ / 2014
 11/05/23
 15/05/2023

suelos
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITA:

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *M. a3* *2% Aditivo (25 galper)*

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					C-27	C-28	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		<i>46.00</i>		Ubicación	Arriba	Abajo					
50		<i>115.20</i>		Peso C (gr)	<i>14.62</i>	<i>14.58</i>					
75		<i>198.80</i>		Peso C+SH (gr)	<i>45.04</i>	<i>45.68</i>					
100		<i>297.50</i>		Peso C+SS (gr)	<i>38.80</i>	<i>38.92</i>					
200		<i>367.30</i>		Obs.	<i>P.M. = 7875g</i>						
300		<i>415.50</i>			<i>P.M+SS = 12135g</i>						
400		<i>440.70</i>			<i>P.M+SS+M = 12310g</i>						
500		<i>454.50</i>									

Abelardo Abarca Ancori
 GERENTE GENERAL

_ / _ / 2014
 10/05/23



suelos
COMPACTACION PROCTOR Y CBR
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *Ay*

2% Aditivo (56 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
25			85.00	C-21							
50			144.50	C-22							
75			238.50	Peso C (gr)	14.74	14.56					
100			422.40	Peso C+SH (gr)	47.08	46.56					
200			585.70	Peso C+SS (gr)	42.78	41.24					
300			693.80	Obs.	$P_M = 7795g$						
400			755.00		$P_{M+S.S} = 12174g$						
500			883.20		$P_{M+S.S+T} = 12329g$						

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

____/____/2014

suelos
COMPACTACION PROCTOR Y CBR
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *A1*

3% Aditivo (10 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
25	35.00			C-19							
50	40.50			C-28							
75	46.20			Peso C (gr)	14.54	14.58					
100	48.70			Peso C+SH (gr)	44.28	52.40					
200	72.50			Peso C+SS (gr)	35.40	40.75					
300	85.00			Obs.	$P_M = 6755g$						
400	97.40				$P_{M+S.S} = 11042g$						
500	110.20				$P_{M+S.S+T} = 10665g$						

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

____/____/2014

13/05/2023
17/05/2023




suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :


SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR 06 3% Aditivo (25G)


Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
				C-27	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		44.30		Ubicación							
50		75.00		Peso C (gr)	14.62	14.58					
75		111.30		Peso C+SH (gr)	42.88	45.04					
100		132.00		Peso C+SS (gr)	36.32	38.00					
200		191.50		Obs.	P _M = 6375g					 GERENTE GENERAL	
300		191.50			P _{M+S.S.} = 10165g						
400		200.20			P _{M+S.S.} = 10555g						
500		212.50								/ / 2014 12/05/2023	

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO :

UBICACIÓN :


SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR 011 3% Aditivo (56 gal/per)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
				A-10	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			48.60	Ubicación							
50			78.40	Peso C (gr)	22.52	22.34					
75			128.20	Peso C+SH (gr)	48.94	46.60					
100			180.50	Peso C+SS (gr)	45.01	42.20					
200			490.60	Obs.	P _M = 6295g					 GERENTE GENERAL	
300			608.00		P _{M+S.S.} = 10583g						
400			749.50		P _{M+S.S.} = 10764g						
500			940.20							/ / 2014	



suelos

Tarinda 10

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR

Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR

As

3% Aditivo (10G)

Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3
25	29.30			Ubicación	C-17 Arriba	C-18 Abajo	
50	41.70			Peso C (gr)	14.48	14.60	
75	47.50			Peso C+SH (gr)	47.04	56.50	
100	51.30			Peso C+SS (gr)	37.94	42.98	
200	67.70			Obs.	P _M = 6570g		
300	82.50				P _{M+SS} = 9810g		
400	95.00				P _{M+SS+SW} = 10470g		
500	106.20						

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

____/____/2014
12/05/2023
16/05/2023

suelos

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

PROYECTO :

UBICACIÓN :

SOLICITA:



ENSAYO PROCTOR

Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR

As

3% Aditivo (25 galpas)

Muestra	10	25	56	Muestra	1	2	3
25		60.20		Ubicación	C-41 Arriba	C-42 Abajo	
50		72.50		Peso C (gr)	9.10	8.80	
75		105.78		Peso C+SH (gr)	48.60	53.54	
100		120.42		Peso C+SS (gr)	42.32	45.70	
200		175.40		Obs.	P _M = 6810g		
300		178.20			P _{M+SS} = 10608g		
400		215.30			P _{M+SS+SW} = 10988g		
500		235.00					

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

____/____/2014



suelos
PROYECTO : _____
UBICACIÓN : _____
SOLICITA: _____

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Ubicación										
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *07*

3% Aditivo (56G)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			25.80	Ubicación	C-55	C-53					
50			64.50	Peso C (gr)	18.76	20.04					
75			136.00	Peso C+SH (g)	48.80	45.70					
100			210.50	Peso C+SS (gr)	43.02	40.20					
200			560.80	Obs.	<i>P_M = 6525g</i>						
300			775.40		<i>P_{M+SS} = 10805g</i>						
400			883.00		<i>P_{M+SS+T} = 10995g</i>						
500			924.40								

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

_____/_____/2014
12/05/2023
16/05/2023

suelos *Tanda 12*
PROYECTO : _____
UBICACIÓN : _____
SOLICITA: _____

COMPACTACION PROCTOR Y CBR

ENSAYO PROCTOR

Muestra	1		2		3		4		5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Ubicación										
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR *09*

3% Aditivo (10 galpas)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
					Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25	34.40			Ubicación	A-2	A-1					
50	39.80			Peso C (gr)	23.96	24.50					
75	45.00			Peso C+SH (g)	47.60	54.20					
100	58.60			Peso C+SS (gr)	38.00	41.30					
200	75.80			Obs.	<i>P_M = 7765g</i>						
300	94.20				<i>P_{M+SS} = 11013g</i>						
400	99.00				<i>P_{M+SS+T} = 11662g</i>						
500	116.50										

Abelardo Abarca Ancori
GERENTE GENERAL

_____/_____/2014
15/05/2023
19/05/2023




suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO:

UBICACIÓN:

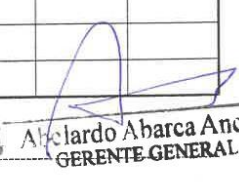
SOLICITA:



Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR a10 3% Aditivo (25 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	A-8 Arriba	A-9 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25		35.50		Peso C (gr)	23.92	22.04					
50		66.70		Peso C+SH (gr)	45.70	48.24					
75		99.40		Peso C+SS (gr)	40.30	48.10					
100		145.20		Obs.	P _M = 6535 g					 Alvaro Abarca Ancori GERENTE GENERAL	
200		183.40			P _{M+s} = 10299 g						
300		198.00			P _{M+s+s} = 10705 g						
400		210.40								_ / _ / 2014	
500		232.30									

suelos **COMPACTACION PROCTOR Y CBR**

PROYECTO:

UBICACIÓN:

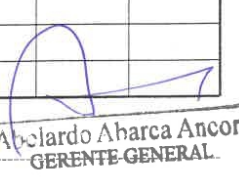
SOLICITA:



Peso Molde

Muestra	1		2		3		4		5	
Ubicación	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso C (gr)										
Peso C+SH (gr)										
Peso C+SS (gr)										
Peso SH+M										

ENSAYO CBR a12 3% Aditivo (56 golpes)

Muestra	10	25	56	Muestra	1		2		3		
Ubicación				Ubicación	C-17 Arriba	C-20 Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
25			40.30	Peso C (gr)	14.48	14.64					
50			70.30	Peso C+SH (gr)	43.64	48.42					
75			114.00	Peso C+SS (gr)	38.84	43.20					
100			198.20	Obs.	P _M = 6670 g					 Alvaro Abarca Ancori GERENTE GENERAL	
200			436.50		P _{M+s} = 10945 g						
300			609.40		P _{M+s+s} = 11143 g						
400			850.00							_ / _ / 2014	
500			914.30								