

**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**"INCIDENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA
DETERMINACIÓN DEL CBR EN SUELOS COHESIVOS EN EL
DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2020"**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

HUAMAN LIVIA ALFREDO ROLANDO

ASESOR:

Dr. MILLA VERGARA ELIO ALEJANDRO

HUARAZ – ANCASH – PERÚ

ABRIL - 2022





**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	287

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL N° 283

En la ciudad de Huaraz, al (a los) día (s) del mes de

del , siendo las : horas, se reunieron el

Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE :

PRIMER MIEMBRO :

SEGUNDO MIEMBRO :

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

**"INCIDENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA DETERMINACIÓN DEL CBR EN SUELOS
COHESIVOS EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2020"**

desarrollada bajo el asesoramiento de:

ASESOR :

CO - ASESOR :

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

Siendo las : horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

PRESIDENTE

Dr. Ing. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

PRIMER MIEMBRO

Ing. JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA

SEGUNDO MIEMBRO

Mag. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

ASESOR

Dr. Ing. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

CO - ASESOR

SUSTENTANTE

ALFREDO ROLANDO HUAMAN LIVIA



NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS ALFREDO-2022 CBR_12_Final_TU
R25.pdf**

RECUENTO DE PALABRAS

29821 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

211 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jan 9, 2023 2:44 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

141334 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

23.9MB

FECHA DEL INFORME

Jan 9, 2023 2:48 PM GMT-5**● 15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

A mis padres: Vicente Artemio Huaman León y Carmen Esperanza Livia Félix por darme la vida, por el ejemplo y la fuerza que siempre me han dado, y a Dios que siempre está conmigo, sosteniéndome, cuidándome y guiando mis pasos.

A mi querido hijo Fabricio Alejandro Huaman Pagola y mi pareja Daylu Yomira Pagola Ávila, por darme su apoyo incondicional y la fuerza para hacer frente a toda adversidad y cumplir con unos de mis objetivos.

A mis queridas hermanas: Cecilia Lilitiana Huaman Livia y Isabel Rocío Huaman Livia por ser grandes personas, quienes me brindaron su apoyo

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por siempre acompañarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza, también a mi familia por su apoyo incondicional.

A la prestigiosa Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y en ella a la Facultad de Ingeniería Civil, ya que nos forma como personas de bien, competitivas para contribuir con el desarrollo de la sociedad.

A mi asesor, el Dr. MILLA VERGARA ELIO ALEJANDRO por las enseñanzas y el apoyo que me brindó para elaborar mi tesis, lo cual me permitió aprender mucho del presente proyecto de investigación.

También agradezco a mi familia EMV Laboratorios y Construcciones E.I.R.L. por facilitarme sus instalaciones para realizar los ensayos de laboratorio de esta investigación de grado y crear en mí la necesidad de investigar el tema.

Finalmente agradezco a los ingenieros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNASAM por inculcarnos sus sabidurías y formarnos profesionalmente.

INDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
INDICE	3
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES	18
1.5. HIPÓTESIS	18
1.6. VARIABLES	18
1.7. DEFINICIÓN DE TERMINOS.....	18
1.8. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	20
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
CAPÍTULO III	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA.....	36
3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.3. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.4. CONTEXTO Y UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACION Y MUESTRA	36
3.5. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS.....	41
3.6. ANÁLISIS DE DATOS.....	48
CAPÍTULO IV	79

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	79
4.1. RELACIONES ENTRE CONTENIDOS DE HUMEDAD, DENSIDADES Y CBRs, DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA ECUACIÓN POLINÓMICA DE GRADO 3 A 0,1" Y 0,2" DE PENETRACIÓN	79
4.2. RELACIONES ENTRE CONTENIDOS DE HUMEDAD, DENSIDADES Y CBRs, DE LOS VALORES OBTENIDOS SIN CORRECCIÓN A 0,1" Y 0,2" DE PENETRACIÓN	99
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	132
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	133
ANEXOS	135
ANEXO 1: DETERMINACIÓN DEL CH.	135
ANEXO 2: DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	136
ANEXO 3: DETERMINACIÓN DEL LL, LP E IP.....	138
ANEXO 4: HOJA DE RESUMEN DE CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO.	142
ANEXO 5: ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)	144
ANEXO 6: ENERGÍA ESTÁNDAR (PROCTOR ESTÁNDAR)	145
ANEXO 7: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO.....	146
ANEXO 8: GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DE SUELOS MEDIANTE PICNÓMETRO DE AGUA ..	147
ANEXO 9: RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CBR-CORRECCIÓN.....	148
ANEXO 10: RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CBR-SIN CORRECCIÓN.....	149
ANEXO 11: PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN (COMPACTACIÓN DE CBR) - RESULTADOS CON CORRECCIÓN	150
ANEXO 12: PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN (COMPACTACIÓN DE CBR) - RESULTADOS SIN CORRECCIÓN	158
ANEXO 13: RESULTADOS LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD ANTES Y DESPUÉS DE LA SATURACIÓN POR 96 HORAS, DENSIDADES Y CBRs DE LOS VALORES OBTENIDOS CON CORRECCIÓN A 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN	166
ANEXO 14: RESULTADOS LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD ANTES Y DESPUÉS DE LA SATURACIÓN POR 96 HORAS, DENSIDADES Y CBRs DE LOS VALORES OBTENIDOS SIN CORRECCIÓN A 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN	168
ANEXO 15: CÁLCULO DE ISOLÍNEA DE CBR CON CORRECCIÓN PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN	170

ANEXO 16: CÁLCULO DE ISOLÍNEA DE CBR SIN CORRECCIÓN PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN	172
ANEXO 17: CALIBRACIONES DE EQUIPOS	176
17.1 BALANZA DE 500 G	176
17.2 BALANZA DE 6000 G	179
17.3 BALANZA DE 30000 G	182
17.4 HORNO ELE 40 GC-1	185
17.5 COMPARADOR DE CUADRANTE PARA LA LECTURA DEL CBR	190
17.6 MOLDE DE COMPACTACIÓN	193
17.7 MARTILLO DE COMPACTACIÓN	195
17.8 MOLDE DE CBR	197
17.9 TAMIZ ¾" ELE INTERNATIONAL	199
17.10 TAMIZ 3/8" ELE INTERNATIONAL	202
17.11 TAMIZ NO. 4 ELE INTERNATIONAL	205
17.12 TAMIZ NO. 40 ELE INTERNATIONAL	208

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables	35
Tabla 2 Listado de Ensayos a realizar.....	39
Tabla 3 Cantidad de ensayos.....	39
Tabla 4 Consideraciones para la aplicación de la Energía Estándar	40
Tabla 5 Consideraciones para la aplicación de la Energía Modificada	40
Tabla 6 Cuadro de CBR a elaborar.....	41
Tabla 7 Resultado de la determinación de la muestra N°1	45
Tabla 8 Resultados de CH	48
Tabla 9 Resultado de la determinación de la granulometría - Muestra N°1	49
Tabla 10 Resultado de la determinación de la granulometría - Muestra N°2	50
Tabla 11 Resultado de la determinación del LL, LP e IP - Muestra N°1.....	51
Tabla 12 Resultado de la determinación del LL, LP e IP - Muestra N°2.....	52
Tabla 13 Hoja Resumen de ensayos estándar de la muestra N°1.....	53
Tabla 14 Hoja Resumen de ensayos estándar de la muestra N°2.....	53
Tabla 15 Resultado de la determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo, usando energía modificada – Muestra N° 1	54
Tabla 16 Resultado de la determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo usando energía estándar – Muestra N°1	55
Tabla 17 Resultado de la determinación del Peso Específico y Absorción	56
Tabla 18 Resultado de determinar la Gs.	57
Tabla 19 Resumen de las características de CBR-Corrección con 7,70 % de agua.....	59
Tabla 20 Resumen de las características de CBR-Corrección con 8,70 % de agua.....	59
Tabla 21 Resumen de las características de CBR-Corrección con 9,70 % de agua.....	60
Tabla 22 Resumen de las características de CBR-Corrección con 10,70 % de agua...	60
Tabla 23 Resumen de las características de CBR-Corrección con 11,70 % de agua...	61
Tabla 24 Resumen de las características de CBR-Corrección con 12,70 % de agua...	61
Tabla 25 Resumen de las características de CBR-Corrección con 13,70 % de agua...	62
Tabla 26 Resumen de las características de CBR-Corrección con 14,70 % de agua...	62
Tabla 27 Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 7,70 % de agua	63
Tabla 28 Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 8,70 % de agua	63
Tabla 29 Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 9,70 % de agua	64

Tabla 30 <i>Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 10,70 % de agua</i>	64
Tabla 31 <i>Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 11,70 % de agua</i>	65
Tabla 32 <i>Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 12,70 % de agua</i>	65
Tabla 33 <i>Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 13,70 % de agua</i>	66
Tabla 34 <i>Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 14,70 % de agua</i>	66
Tabla 35 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	67
Tabla 36 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	67
Tabla 37 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	68
Tabla 38 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	68
Tabla 39 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	69
Tabla 40 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	69
Tabla 41 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	69
Tabla 42 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	69
Tabla 43 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	70
Tabla 44 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	70
Tabla 45 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	71
Tabla 46 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	71
Tabla 47 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	72
Tabla 48 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	72
Tabla 49 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	72
Tabla 50 <i>Resultado del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	72
Tabla 51 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	73
Tabla 52 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	73
Tabla 53 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	74
Tabla 54 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	74
Tabla 55 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	75
Tabla 56 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	75

Tabla 57 <i>Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	75
Tabla 58 <i>Resultado de los Ensayos a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	75
Tabla 59 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	76
Tabla 60 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	76
Tabla 61 <i>Resultado de los Ensayos a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	77
Tabla 62 <i>Resultado de los Ensayos a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	77
Tabla 63 <i>Preparación del espécimen (compactación)</i>	78
Tabla 64 <i>Inmersión por 96 Horas</i>	78
Tabla 65 <i>Resultado de los Ensayos a la Penetración-Aplicando Corrección</i>	78
Tabla 66 <i>Resultado de los Ensayos a la Penetración-Sin Aplicar Corrección</i>	78
Tabla 67 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	79
Tabla 68 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	82
Tabla 69 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	84
Tabla 70 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	87
Tabla 71 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	89
Tabla 72 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	92
Tabla 73 <i>Resultados de laboratorio</i>	94
Tabla 74 <i>Resultados de laboratorio</i>	97
Tabla 75 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	99
Tabla 76 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	102
Tabla 77 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	104
Tabla 78 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	107
Tabla 79 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	109
Tabla 80 <i>Resultados de los ensayos de CBR</i>	112
Tabla 81 <i>Resultados de laboratorio</i>	115
Tabla 82 <i>Resultados de laboratorio</i>	118
Tabla 83: <i>Valores de CH y CBR por encima del óptimo CH</i>	121
Tabla 84: <i>Resultados del Tc y Tt</i>	122
Tabla 85: <i>Valores de CH y CBR por encima del CH óptimo</i>	122
Tabla 86: <i>Resultados del Tc y Tt</i>	123
Tabla 87: <i>Valores de CH y CBR por encima del CH óptimo</i>	124
Tabla 88: <i>Resultados del Tc y Tt</i>	125

Tabla 89 <i>Valores de CH y densidad por debajo del CH óptimo.</i>	126
Tabla 90: <i>Resultados del Tc y Tt.</i>	127
Tabla 91 <i>Valores de CH y densidad por debajo del CH óptimo.</i>	127
Tabla 92: <i>Resultados del Tc y Tt.</i>	128
Tabla 93 <i>Valores de CH y densidad por debajo del CH óptimo.</i>	129
Tabla 94: <i>Resultados del Tc y Tt.</i>	130



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Superficie de resistencia al corte no drenado (kpa); suelo homogéneo, valores absolutos	21
Figura 2 Mapa de resistencia al corte no drenado (kpa); suelo homogéneo, valores absolutos	21
Figura 3 Mapa de resistencia al corte no drenado (kpa); suelo homogéneo, valores relativos.....	22
Figura 4 Diagrama cualitativo de γ_d vs w para diversas energías de compactación	23
Figura 5 Comprensibilidad y expansividad de un suelo arcilloso compactado a una misma relación de vacíos con contenidos de agua a ambos lados del óptimo.	24
Figura 6 curva de compactación	26
Figura 7 Curva de compactación	27
Figura 8 Curvas típicas de Compactación para cinco suelos diferentes.....	31
Figura 9 Resultados de una Prueba de Compactación Proctor estándar para una arcilla limosa	32
Figura 10 Varios tipos de Curvas de Compactación encontrados en suelos	33
Figura 11 Ubicación de la zona de estudio.....	37
Figura 12 Ubicación del distrito de Independencia, en la provincia de Huaraz.	38
Figura 13 Zona de muestreo-Pasaje Almendro-Shancayan	44
Figura 14 Zona de muestreo.....	44
Figura 15 Muestra Obtenida de campo	46
Figura 16 Muestra para compactación y CBR	47
Figura 17 Muestra para ejecución de ensayo granulométrico	47
Figura 18 Determinación del CH.....	48
Figura 19 Determinación de la Granulometría	49
Figura 20 Determinación del LL, LP e IP	51
Figura 21 Ubicación del Punto en la carta de Plasticidad de la muestra N°1	51
Figura 22 Ubicación del Punto en la carta de Plasticidad de la muestra N°2	52
Figura 23 Determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo usando energía modificada	54
Figura 24 Determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo, usando energía estándar.	55

Figura 25 Determinación de la Gs de Sólidos de Suelo.....	57
Figura 26 Ensayo de CBR	58
Figura 27 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	79
Figura 28 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	80
Figura 29 Relación de Densidad (g/cm ³) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	80
Figura 30 Relación de Densidad (g/cm ³) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	81
Figura 31 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm ³).....	81
Figura 32 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	82
Figura 33 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	83
Figura 34 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm ³).....	83
Figura 35 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	84
Figura 36 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	85
Figura 37 Relación de Densidad (g/cm ³) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	85
Figura 38 Relación de Densidad (g/cm ³) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	86
Figura 39 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm ³).....	86
Figura 40 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	87
Figura 41 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	88
Figura 42 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm ³).....	88
Figura 43 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	89
Figura 44 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	90
Figura 45 Relación de Densidad (g/cm ³) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	90
Figura 46 Relación de Densidad (g/cm ³) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	91
Figura 47 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm ³).....	91
Figura 48 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	92
Figura 49 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	93
Figura 50 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm ³).....	93
Figura 51 Ingreso de información complementaria.....	95
Figura 52 Cálculo de Isolínea de CBR.....	96
Figura 53 Ingreso de información complementaria	98
Figura 54 Curvas de Nivel de CBR.....	99
Figura 55 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	100
Figura 56 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	100

Figura 57 Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	101
Figura 58 Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración	101
Figura 59 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).....	102
Figura 60 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	103
Figura 61 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	103
Figura 62 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).....	104
Figura 63 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	105
Figura 64 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	105
Figura 65 Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	106
Figura 66 Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	106
Figura 67 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).....	107
Figura 68 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.	108
Figura 69 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	108
Figura 70 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).....	109
Figura 71 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	110
Figura 72 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	110
Figura 73 Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0.1" de Penetración	111
Figura 74 Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	111
Figura 75 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).....	112
Figura 76 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración	113
Figura 77 Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.	113
Figura 78 Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).....	114
Figura 79 Ingreso de información complementaria.	116
Figura 80 Curvas de Nivel de CBR.....	117
Figura 81 Ingreso de información complementaria	119
Figura 82 Curvas de Nivel de CBR.....	120
Figura 83: Relación entre el CH y CBR.	121
Figura 84: Relación entre el CH y CBR	123
Figura 85: Relación entre el CH y CBR	125
Figura 86: Relación entre el CH y densidad	126
Figura 87: Relación entre el CH y densidad	128
Figura 88: Relación entre el CH y densidad	129

RESUMEN

En esta investigación, se pretende determinar valores de CBR bajo el factor más influyente y controlador, tal es el caso del contenido de Humedad (CH). Con el objeto de determinar la influencia y el efecto del CH en el valor de CBR de suelo cohesivo a nivel de sub rasante del Barrio de Shancayan distrito de Independencia provincia de Huaraz departamento de Ancash. Realizando un análisis factorial para generar el mapa de resistencias, que es una representación tridimensional de los parámetros implicados, que nos permite facilitar el diseño y control al momento de la ejecución.

El procedimiento que se sigue para obtener el mapa de resistencias comprende la ejecución de 8 ensayos de CBR con diferentes contenidos de humedad y complementos, anotación de resultados obtenidos en laboratorio, análisis de los datos y discusión de resultados, para ello se empleó el manual de ensayos de materiales del MTC.

El índice de resistencia del suelo compactado asegura las condiciones adecuadas para la subrasante. La calidad solicitada en campo, se establece en la máxima densidad seca, generando además la relación: a mayor densidad mayor resistencia. Pero conociendo el mapa de resistencia podemos considerar un valor de CBR para contenidos de humedad y pesos unitarios secos variables

Palabras clave: CBR, contenido de humedad, energía de compactación

ABSTRACT

In this investigation, it is intended to determine the CBR values under the most influential and controlling factor, such as the Moisture content (CH). In order to determine the influence and effect of CH on the CBR value of cohesive soil at the subgrade level of Barrio de Shancayan, Independencia district, Huaraz province, Ancash department. Carrying out a factor analysis to generate the resistance map, which is a three-dimensional representation of the parameters involved in the complex interaction of the variables, which allows us to facilitate the design and control at the time of execution.

The procedure followed to obtain the resistance map includes carrying out 8 CBR tests with different moisture contents and complements, annotation of results obtained in the laboratory, data analysis and discussion of results. For this, the MTC material testing manual was used.

The strength index of the compacted soil ensures adequate conditions for the subgrade. The quality required in the field is set at the maximum dry density, thus generating the relationship; the higher the density, the higher the resistance. But knowing the resistance map we can consider a CBR value for variable moisture contents and dry unit weights.

Keywords: CBR, moisture content, compaction energy

INTRODUCCIÓN

En los diferentes proyectos de carreteras del Perú encontramos suelos cohesivos, para los cuales se determinan una serie de ensayos incluida el valor de soporte (CBR), cuyo valor es usado para realizar su diseño y posteriormente la ejecución.

Para poder iniciar con los ensayos de CBR según la MTC E132, se tuvo que realizar ensayos previos según la MTC E115 o la MTC E116, que son los ensayos de Proctor modificado o Proctor estándar respectivamente. Las cuales siguen procedimiento A, B o C. considerando para los suelos cohesivos el procedimiento A, según se indica que el porcentaje retenido acumulado en el tamiz N°4 es menor a un 20%.

La MTC E132 indica que para suelos granulares se realiza el ensayo de CBR considerando el óptimo contenido de humedad (CH), mientras que para los suelos Cohesivos nos indica que se debe trabajar con varios porcentajes de humedad, por lo tanto, para cada ensayo de CBR se debe usar 3 moldes de 6 pulgadas de diámetro, con el llenado de muestra en 5 capas, considerando para los moldes 1, 2 y 3, golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

En la presente tesis se trabajó en suelo cohesivo, considerando 8 porcentajes de contenido de humedad diferentes, cuyas variaciones fueron de 1%, encontrando varias repuestas de CBR, donde también se da la influencia de la energía de compactación para 12, 26 y 55 golpes por capa. Con los resultados de CBR obtenidos en función de los contenidos de humedad y de las 3 energías de compactación, se realizó el experimento factorial en la que se consideró 8 valores de CBR para especímenes preparados con 12 golpes por capa, 8 valores de CBR para especímenes preparados con 26 golpes por capa y 8 valores de CBR para especímenes preparados con 55 golpes por capa. Para posteriormente obtener un mapa de resistencia, la cual nos permite determinar valores de CBR para determinados contenidos de humedad y pesos unitarios secos.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En el mundo encontramos diferentes tipos de suelos, tales como: suelos granulares, finos o cohesivos que poseen comportamientos diversos.

Muchos suelos cohesivos a nivel de sub rasante no son evaluados en su comportamiento bajo la influencia de porcentajes de humedad que producen variaciones en su CBR.

En muchos laboratorios al evaluar el comportamiento de los suelos cohesivos, se realiza de manera inmediata por las exigencias de las empresas, dejando de cumplir el control que nos indican la norma MTC. Entre los parámetros que se debe medir están el tiempo de saturación, contenidos de humedad, energías de compactación, etc.

Con respecto a la resistencia obtenida en laboratorio del soporte CBR a condiciones de las muestras completamente sumergidas en agua durante 4 días, puede ser demasiado conservadora para la generalidad del caso, los especímenes de laboratorio completamente inmersos están sujetos a cambios más fuertes en su humedad y su peso volumétrico, a comparación de lo que se produce realmente. Además, las estructuras que se proyecta en esas condiciones, pueden provocar un mantenimiento deficiente de las carreteras, especialmente de los sistemas de drenaje.

Por esa razón, es preciso estimar la resistencia estructural de CBR en relación a la influencia de los niveles de CH, por medio de los métodos experimentales en suelos cohesivos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En vista del problema descrito previamente, se busca determinar las resistencias de los suelos cohesivos, bajo la influencia de diversos porcentajes de humedad.

1.2.1. Problema General

¿Cuánto de incidencia ejerce el contenido de humedad en el valor de CBR de suelos cohesivos a nivel de sub rasante?

1.2.2. Problema Específico

¿Cuánto de incidencia ejerce el contenido de humedad en el valor de la Densidad de suelos cohesivos a nivel de sub rasante?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día vemos que se realizan ensayos para materiales de Sub base, Base, afirmado, material de relleno, dejando en segundo plano a la sub rasante.

Los diferentes tipos de suelos a nivel de sub rasante, que presentan propiedades cohesivas variadas, son materia de investigación. Se deben realizar todos los ensayos posibles, manteniendo un estricto cumplimiento de las normas.

Para el control de suelos compactados y su diseño, se debe utilizar métodos experimentales, el cual nos facultará ahorrar recursos y tiempo, asegurando en obras de pavimentación la calidad y eficiencia, ya que la relación de humedad, densidad y resistencia es muy peculiar para diferentes tipos de suelos, los cuales se obtienen a través de mapas de resistencia, que relacionan con calidad garantizada, el laboratorio con el campo.

Disminuir el número de las pasadas de la máquina compactadora en la Sub rasante, es el principal enfoque que se procura enfatizar en el uso de los recursos en obra. También se pretende que, al ejecutar obras de pavimentación, el contratista conocerá el objetivo principal de la compactación y tendrá a su disposición una herramienta fácil de utilizar y que esté definida, sin costes adicionales ni uso de equipos especiales.

1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5. HIPÓTESIS

Hipótesis General

La variación de humedad por encima del óptimo contenido de humedad, se relaciona inversamente con el valor de resistencia del CBR de suelo cohesivo a nivel de sub rasante.

Hipótesis Específica

La variación de humedad por debajo del contenido de humedad optima se relaciona directamente con la densidad de suelo cohesivo a nivel de sub rasante.

1.6. VARIABLES

- Variable Independiente: Contenido de humedad (CH) y Densidad.
- Variable Dependiente: CBR

1.7. DEFINICIÓN DE TERMINOS

- **CBR:**

La resistencia de los materiales de base, subbase, subrasante y materiales reutilizados son obtenidos mediante este método de prueba, se puede usar para carreteras, aeropuertos, etc. Forma una parte integral el valor de CBR para los diseños de pavimentos flexibles (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

- **CONTENIDO DE HUMEDAD (CH):**

El CH de los suelos se obtiene de la relación entre el peso del agua contenido en una masa de suelo y el peso de la masa seca de suelo, expresado en porcentaje (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

- **ENERGIA MODIFICADA:**

La energía de Compactación de 2700 kN-m/m³ se establece en laboratorio al compactar en un molde de 101,6 ó 152,4 mm de diámetro, usando un pisón de peso 44,5 N la cual se deja caer de una altura de 457 mm (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

- **SUB RASANTE DEL CAMINO:**

La sub rasante viene a ser la superficie de una carretera terminado a nivel de movimientos de tierra y por encima de ello va la estructura del afirmado o pavimento (MTC, 2014).

- **DENSIDAD**

La densidad expresa la relación entre la masa y el volumen. Su unidad de medida en el SI (Sistema Internacional) es el kilogramo por metro cúbico (kg/m³).

1.8. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.8.1. Objetivo General

- Determinar la incidencia del CH en el valor de CBR y densidad de suelo cohesivo a nivel de sub rasante.

1.8.2. Objetivo Específico

- Determinar la relación entre el CH y el valor de CBR por encima del contenido de humedad óptima para 12, 26 y 55 golpes por capa
- Determinar la relación entre el CH y la densidad por debajo del contenido de humedad óptima para 12, 26 y 55 golpes por capa

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES:

Según Pariona Quintana (2014) muestra que la humedad y la energía de compactación interactúan utilizando una prueba factorial para determinar la eficiencia de resistencia del material utilizado para subbase. Cuando el material es seco, la resistencia es mayor. Sin embargo, los mapas de resistencia optimizados pueden tener áreas donde el material se encuentra más seco y no requiere mucha compactación para lograr una alta resistencia. La energía de compactación se relaciona directamente con la resistencia CBR, con una fuerza de correlación muy alta ($r > 0,9452$, $p < 0,005$) en circunstancias de contenido de agua sub óptimas. Sin embargo, la correlación fue alta e inversa para los niveles de humedad por encima del óptimo ($r < -0,7829$, $p < 0,025$). Además, una energía de compactación relativamente baja da una resistencia favorable ($CBR > 40$), empero una energía de compactación parcialmente alta en condición de humedad alta, da como resultado una resistencia desfavorable debido a una compactación excesiva y un amasado.

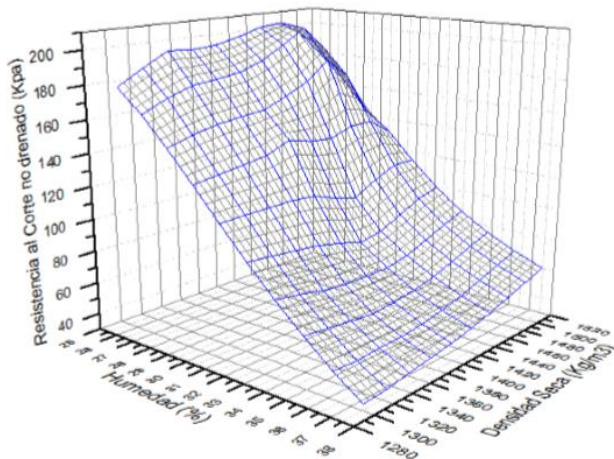
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

Feo C y Alvarado (2012) realizaron pruebas factoriales sobre material de limo arcilloso obtenidos de una colección de materiales seleccionados para construir el núcleo de una Presa. Se caracteriza por los siguientes parámetros: 70% pasa T200, $IP = 24$, $CHO = 28.6 \%$ y $DMS = 1458.5 \text{ kg/m}^3$. Las muestras utilizadas fueron homogenizadas, se cuarteadas y secadas al aire. Se prepararon 15 muestras compactados usando un martillo estándar en un molde Proctor de 6 pulgadas a diferentes variaciones de humedad y grados variables de compactación. En este caso, dado el material controlado, los resultados de resistencia al corte se obtuvieron utilizando un equipo manual Geonor modelo H-60 con una profundidad de 10 cm. Con estos datos, se crearon mapas de resistencia en Origin versión 8.6 (www.originlab.com) y los valores de isorresistencia expresados en valores absolutos

(Figuras 1 y 2; humedad-densidad-resistencia al corte) y valores relativos que representan la curva de valores (Figura 3; resistencia al corte no drenado).

Figura 1

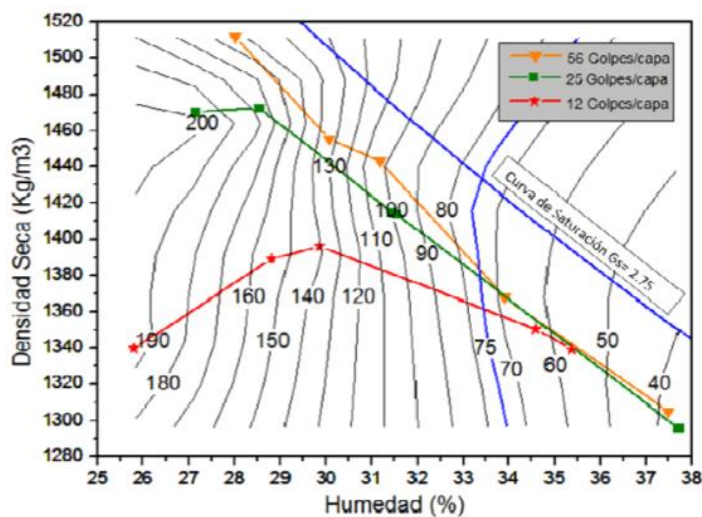
Superficie de resistencia al corte no drenado (kpa); suelo homogéneo, valores absolutos



Nota. Feo C y Alvarado (2012)

Figura 2

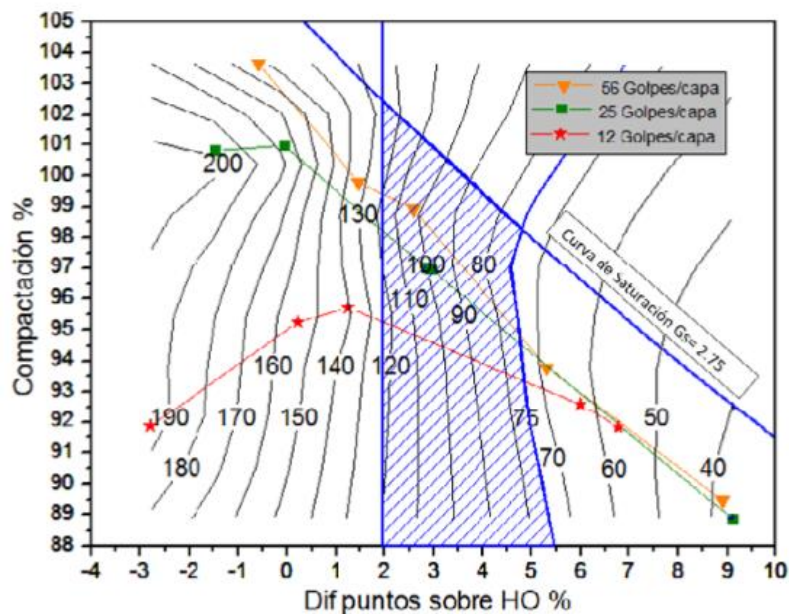
Mapa de resistencia al corte no drenado (kpa); suelo homogéneo, valores absolutos



Nota. Feo C y Alvarado (2012)

Figura 3

Mapa de resistencia al corte no drenado (kpa); suelo homogéneo, valores relativos



Nota. Feo C y Alvarado (2012)

2.2. BASES TEÓRICAS

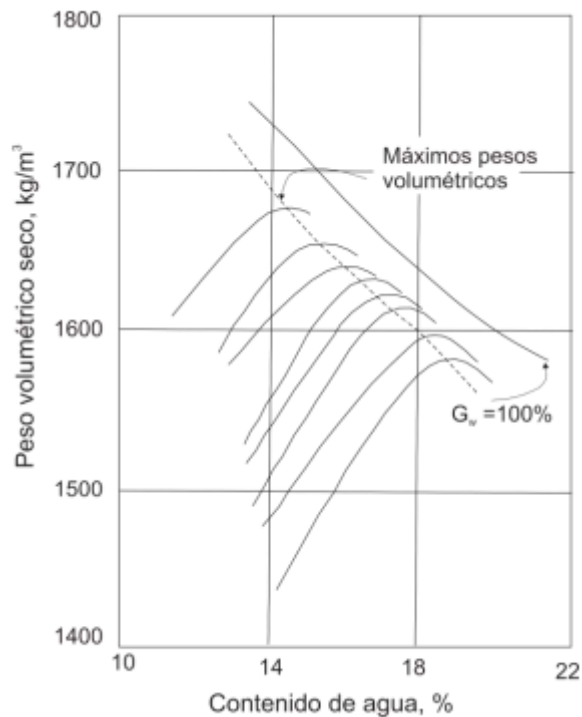
2.2.1. Compactación de Suelo

Al densificar el suelo se produce la compactación, debido a la remoción de aire del material compactado, el cual requiere de energía mecánica. En relación de su peso específico seco se mide el grado de compactación de un suelo. Cuando añadimos agua al suelo en el proceso de la compactación, éste actúa como un elemento ablandador, que permite deslizarse las partículas unas de otras moviéndose a un lugar más compacto. El peso específico seco después de la compactación aumenta, conforme incrementa el contenido de humedad. (Braja, 2001)

La Fig. 4 muestra la relación del CH con la energía de compactación (crece en las subsiguientes curvas donde el peso volumétrico máximo del mismo modo es creciente); estas relaciones hacen posible lograr resultados similares en el campo con equipos y operaciones con diferente energía, simplemente variando convenientemente el CH pudiendo observar que dentro de los límites muy amplios se puede ajustar el procedimiento hasta lograr CH determinados modificando la energía utilizada. (Rico Rodriguez, 2014)

Figura 4

Diagrama cualitativo de γ_d vs w para diversas energías de compactación

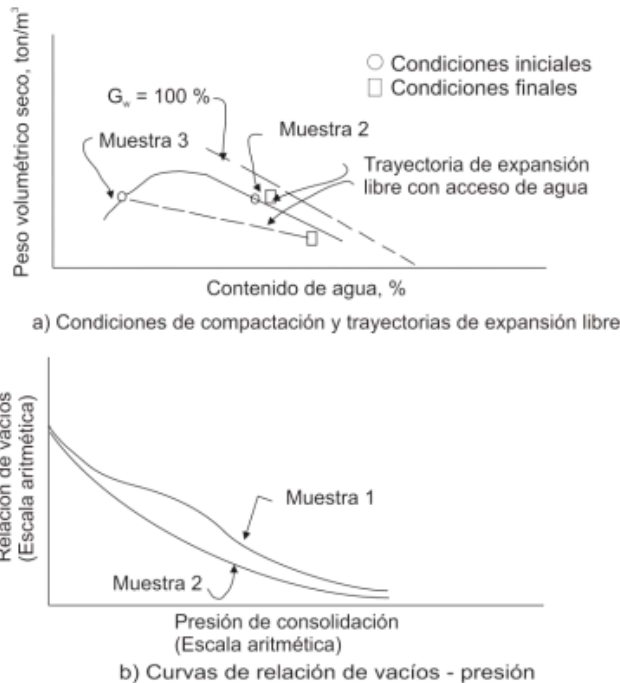


Nota. Rico Rodríguez (2014)

Se tomó 2 muestras de suelo, pero elegidas de la parte seca y la parte húmeda de la curva de compactación, los cuales fueron compactados con pesos volumétricos secos iguales, se colocaron en estado de disposición libre al agua, sin condición externa a cambio de volumen. Se puede observar que la muestra compactada de la parte seca alcanza un potencialmente una succión significativa que lo lleva a presentar una alta expansión, entretanto la muestra compactada de la parte húmeda tiene una gran propensión a mantener, bajo las condiciones indicadas, el estado obtenido en la compactación inicial. Es decir, un tipo de suelo fino altamente compactado puede transformarse fácil en un material altamente expansivo, que al absorber agua muestra una comprensibilidad considerablemente mayor a la que se tendría con un grado de compactación inicial menor. Las Refs. a y b indicadas en la Fig. 5 permitirán detallar estos aspectos. (Rico Rodriguez, 2014)

Figura 5

Comprensibilidad y expansividad de un suelo arcilloso compactado a una misma relación de vacíos con contenidos de agua a ambos lados del óptimo.



Nota. Rico Rodríguez (2014)

2.2.2. Objetivo de la compactación

Detallar las características del comportamiento que se pueden mejorar mediante la compactación de los suelos. En las vías de transporte terrestre se busca la mejora en 3 casos: la deformación; que involucra el propósito de disminuir la compresión de los suelos y acrecentar su estabilidad con respecto al volumen, fundamentalmente ante la pérdida o la absorción del agua, en el caso de la resistencia, principalmente al esfuerzo de corte, para obtener el mayor resultado posible y una relación adecuada de esfuerzo-deformación, que garantice convenientemente un equilibrio en su comportamiento. (Rodríguez & Mejía, 1992).

Las particularidades que también se pretende mejorar son la flexibilidad de la formación, es decir, la no susceptibilidad ante la ocurrencia de grietas, la permeabilidad (donde en presas de tierra esta característica se le brinda mayor importancia y el control de esta es mucho más riguroso y característico) y el aumento de la resistencia del suelo compactado a la erosión. (Rodríguez & Mejía, 1992).

2.2.3. Curva de Compactación

En su tesis Aburto y Rodriguez (2012) realizó investigaciones el ensayo de Proctor, encontró que existe una correlación entre el resultado obtenido del proceso de compactación con el resultado del incremento del peso volumétrico seco de la muestra compactada, e implantó una práctica que hasta en estos días se sigue realizándose, calificando los resultados del proceso de compactación en función a los cambios del peso volumétrico seco que resulte, entendiendo la importancia del contenido del agua de un suelo en la compactación, por un procedimiento determinado. Por medio de una gráfica, se representa el proceso de compactación donde se puede ver la variación del peso volumétrico seco, esto surge cuando se compacta el suelo con diferentes CH, usando diversos especímenes de un mismo suelo, las muestras generan un punto para luego realizar la gráfica de la curva. Distintos métodos de compactación provocan a un mismo tipo de suelo compactaciones diferentes, suelos con características similares podrán poseer diferentes curvas de compactación, pertinente a las diversas formas de compactarlo que puedan emplearse, insitu o en el laboratorio. En el gráfico se indica un máximo absoluto, algunas veces continuado de un valor secundario, que sería de menos valor. El peso volumétrico seco pertinente al valor absoluto máximo toma la denominación de peso volumétrico seco máximo, el CH con la que se consigue tal máximo se llama humedad óptima y simboliza el contenido de agua para la cual el método de compactación que se esté empleando nos da un valor máximo eficiente, si se estima por el peso volumétrico seco que se consiga, puede prepararse en el laboratorio o en campo, a partir de un par de valores w - γ_d , los cuales se pueden determinar, como ya se mencionó, si se sigue el método de compactación a diversas muestras del mismo suelo que presentan diferentes CH, la curva de compactación se podrá graficar a partir de los datos obtenidos que resultan de la siguiente fórmula:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w} \quad (1)$$

En condiciones normales el estado de un suelo compactado es la de un suelo no saturado, por lo que la curva de saturación se extiende por encima de la curva de compactación, al comparar las dos situaciones se puede establecer el valor del contenido de humedad que saturaría a un espécimen la cual sería compactado con

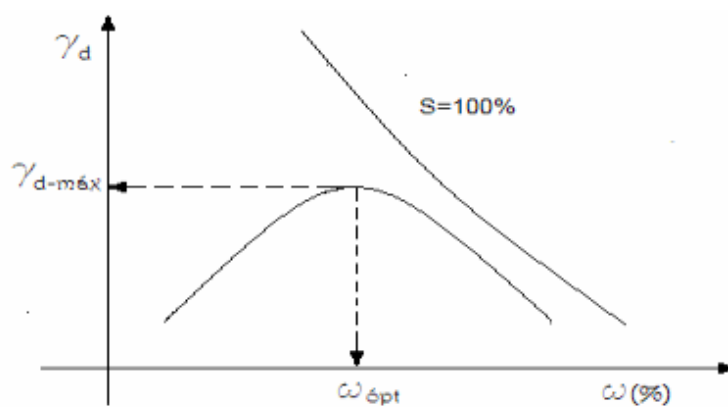
un determinado peso volumétrico. Calculando los pesos volumétricos secos correspondiente al propio suelo saturado con el CH, se puede obtener la curva de saturación; reemplazando en la siguiente fórmula:

$$\gamma_d = \frac{S_s}{1+wS_s} \gamma_w \quad (2)$$

Correspondiente a los suelos saturados donde su obtención es fácil. En el laboratorio se determinan curvas de compactación, se puede verificar en la fig. 6, mediante ensayos donde la muestra se compacta por capa en el interior del molde y mediante golpes empleados por un pisón, aplicando determinada energía establecida. (págs. 6-7)

Figura 6

curva de compactación



Nota. Aburto y Rodriguez (2012)

Según Braja M. Das (2001) aplicando una energía mecánica podemos remover los vacíos del suelo, densificándolo, este proceso se denomina compactación la cual se determina en base a su peso específico seco.

El agua que se añade al suelo reacciona como un elemento que ablanda al suelo, que permite el acomodo de cada partícula (figura 7). Para un CH de $w=0$, su peso específico húmedo (γ) sería igual al peso específico seco (γ_d).

$$\gamma = \gamma_{d(w=0)} = \gamma_1 \quad (3)$$

A medida que el CH aumenta paulatinamente y es aplicado el mismo esfuerzo de compactación el peso de las partículas sólidas del suelo en un volumen unitario

aumenta de manera continua. Por ejemplo, en $w=w_1$, el peso específico húmedo viene hacer

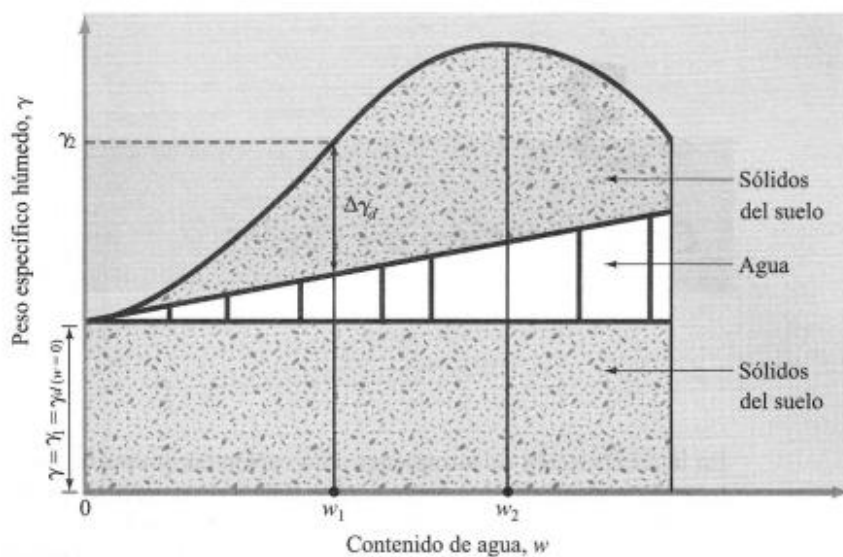
$$\gamma = \gamma_2 \quad (4)$$

Por lo tanto, el peso específico seco bajo este CH es representado por:

$$\gamma_{d(w=w_1)} = \gamma_{d(w=0)} + \Delta\gamma_d \quad (5)$$

Figura 7

Curva de compactación



Nota. Braja (2001)

Por encima del CH $w=w_2$, (Figura 7), cualquiera que sea el aumento del porcentaje de humedad genera la reducción del peso específico seco, ya que el agua ocupa los vacíos que pueden ser ocupados por las partículas sólidas del suelo. Por lo tanto, el CH que permite alcanzar el peso específico seco máximo se denomina CH óptimo.

Las pruebas en laboratorio empleada frecuentemente para determinar el peso específico seco máximo de la compactación y el CH óptimo es el ensayo de Proctor de Compactación. (Braja, 2001, p. 52)

2.2.4. Compactación en laboratorio:

Se debe elegir un molde de compactación adecuado como sea el Método (A, B ó C) a ser empleado. Se debe hacer el registro de su peso. El molde, base y collar de extensión se debe ensamblar. Revisar la verticalidad de las paredes de adentro del molde y su collar. Si se requiere ajustar. Deberá revisar el ensamblaje del pisón, este se debe de encontrar en condiciones óptimas para trabajar, verificar también que los componentes no presenten desgaste o se encuentren flojos. Si es necesario se debe hacer el ajuste respectivo. Realizados los ajustes, el martillo tendrá que ser calibrado. (MTC, 2016, p. 106)

Procedimiento de preparación en estado Húmedo (Preferible): Sin secar previamente la muestra, paselo a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), según al procedimiento a utilizar (A, B ó C). Después prepare como mínimo cuatro (de preferencia cinco) muestras con contenido de humedad lo cual estén más cercanas al CH óptimo estimado. Una muestra que presenta contenidos de agua próximo al CH óptimo se elaborará primero, aumentando al cálculo agua y mezcla. Elegir para las demás muestras el contenido de agua, de tal manera que resulten por lo menos dos muestras dos secas y húmedas respecto al CH óptimo, que varíen por lo menos en 2 %. Se requieren al menos dos contenidos de humedad en el lado húmedo del óptimo y en el lado seco, para delimitar con precisión la curva de compactación del peso unitario seco. Los suelos con óptimo CH muy alto ó con una curva de compactación parcialmente plana demandan grandiosas adiciones de CH para poder alcanzar un peso unitario seco máximo apropiado determinado. El incremento de CH no deberá excederse en 4 %. Usar alrededor de 2,3 kg (5 lbm) de la muestra de suelo tamizado que se va a compactar empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se maneje el Método C. (MTC, 2016, p. 106)

Método de preparación Seco: Cuando el espécimen se encuentre muy húmeda, disminuir el CH secando la muestra al aire libre. También es permitido secar la muestra mediante un equipo de secado; teniendo en consideración la temperatura, el cual, no debe ser mayor a 60 °C. Separar completamente los terrones para impedir

romper las partículas individuales. Se debe pasar la muestra por la malla adecuada de 4,75 mm (Nº4); 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

En la preparación del material granular que pasa por la malla $\frac{3}{4}$ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, se disgregará o separará los agregados adecuadamente para que puedan pasar por el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg), de tal modo que se facilitará la repartición del agua a través del suelo al realizar el mezclado posterior. Usar alrededor de 2,3 kg (5 lbm) del material tamizado para cada muestra a ser compactada, cuando se utilice el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se utilice el Método C. (MTC, 2016, p. 106)

Se debe de compactar la muestra en 5 capas. Luego de la compactación, todas las capas deberán tener el mismo espesor aproximadamente. Para iniciar la compactación, coloque la muestra suelta en el interior del molde y luego extender en capas de espesores iguales. Realizar un acomodo del suelo antes de compactarlo utilizando un martillo de compactación manual de 5 mm (2 pulg) de diámetro. A continuación, en las primeras cuatro capas el suelo que no fue compactado debe ser recortado. El material recortado se puede incluir con la adición de suelo para la siguiente capa, para este procedimiento puede ser usado una espátula, cuchillo u otro aparato. La quinta capa compactada se debe extender sutilmente por el interior de collar sin pasarse de 6 mm ($\frac{1}{4}$ pulg) respecto a la parte de encima del molde. En caso no cumpla lo indicado, la muestra será descartada. Se debe compactar por cada capa de 25 golpes para los moldes de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para los moldes de 152,4 mm (6 pulgadas).

Luego de compactar la última capa, mover el collar y la base del molde, con mucho cuidado nivelar la muestra compactada, haciendo uso de una regla recta para establecer una superficie plana, con el cual se trabajará en la parte superior e inferior del molde. (MTC, 2016, p. 107)

La masa de la muestra y del molde, aproximados al gramo se debe determinar y registrar.

Se debe retirar la muestra del molde, obteniéndose para determinar el CH, para lo cual se utiliza toda la muestra o una porción que represente. (MTC, 2016, p. 107)

2.2.5. Factores de compactación:

2.2.5.1. Efectos del contenido de agua

La variación en la estructura del material va desde arreglos completamente aleatorios (floculación) hasta arreglos fuertemente orientados con partículas paralelos (dispersión). Las estructuras floculentas se forma en suelos compactados con un CH inferior al óptimo, en gran medida independientemente del método de compactación usado. Las estructuras dispersas a menudo ocurren en suelos compactados a un CH superior al contenido óptimo, especialmente cuando se utilizan métodos de compactación que generan deformaciones grandes bajo esfuerzo cortante. Los procesos de compactación estáticos, dinámicos y por amasado tienden a conducir a una mayor dispersión (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, p. 602)

2.2.5.2. Efectos del esfuerzo de Compactación

Al desarrollarse el rodillo pesado y al compactar el suelo en campo, el ensayo de Proctor estándar fue modificado con la condición de que mejore la condición en campo. A esto se le denomina ensayo de Proctor modificada (Prueba ASTM D-1557 y prueba AASHTO T-180), para realizar el ensayo de Proctor Modificado se usa un molde con volumen igual de 943,3 cm³, la cual se utiliza en el ensayo de Proctor estándar. Aunque el suelo se compacta en cinco capas con un pisón de 44,5 N de peso. El martillo tiene una caída de 457,2 mm y se considera 25 golpes por capa como el caso del ensayo de Proctor estándar. En el ensayo modificado, la fórmula de cálculo se muestra a continuación, donde se expresa la compactación por unidad de volumen de suelo:

$$E = \frac{\left(\begin{matrix} \text{Número} \\ \text{de golpes} \\ \text{por capa} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{Número} \\ \text{de} \\ \text{capas} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{Peso} \\ \text{del} \\ \text{martillo} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{Altura de} \\ \text{caída del} \\ \text{martillo} \end{matrix} \right)}{\text{Volumen del molde}} \quad (6)$$

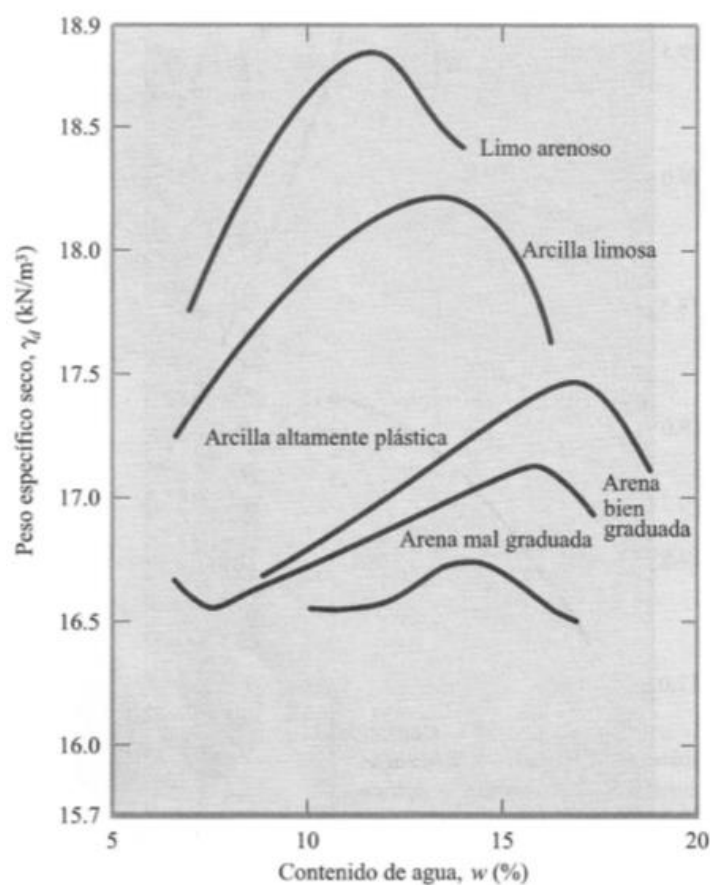
El ensayo de Proctor modificado aumenta el peso específico seco máximo del suelo debido al aumento del esfuerzo de compactación. Un incremento en el peso específico seco máximo se acompaña con la disminución en el óptimo CH. (Braja, 2001, p. 59)

2.2.5.3. Efectos del tipo de suelo

El tamaño, el tipo de suelo, la forma, la densidad, la cantidad de las partículas del suelo y el tipo de los minerales arcillosos que se encuentran presente, tienen una gran influencia en la gravedad específica máxima y en el óptimo contenido de humedad. En la figura 8 podemos observar las Curva de Compactación típicas para cinco diferentes suelos. Donde los ensayos de laboratorio se realizaron de acuerdo con el ensayo ASTM D-698 (Braja, 2001, p. 56)

Figura 8

Curvas típicas de Compactación para cinco suelos diferentes



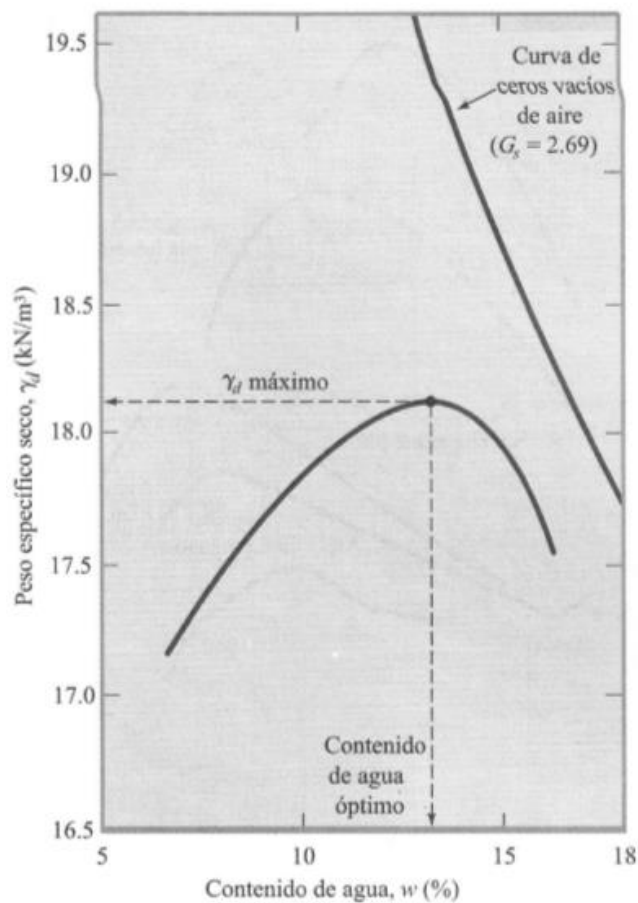
Nota. Braja (2001)

Tenga en cuenta que la Curva de Compactación en forma de campana que se muestra en la figura 9, es genérico para la mayor parte de los suelos arcillosos. La figura 9 muestra que en general, el peso específico seco de la arena tiende a disminuir primero con el aumento del CH y posteriormente aumenta a un valor máximo con el incremento del contenido de humedad. La disminución inicial del peso específico seco con el incremento del agua se debe a los efectos de la tensión capilar. Con bajo

CH, la tensión capilar dentro de los poros impide la propensión de las partículas del suelo a ser compactadas densamente y a moverse alrededor. (Braja, 2001, pp. 56-57)

Figura 9

Resultados de una Prueba de Compactación Proctor estándar para una arcilla limosa



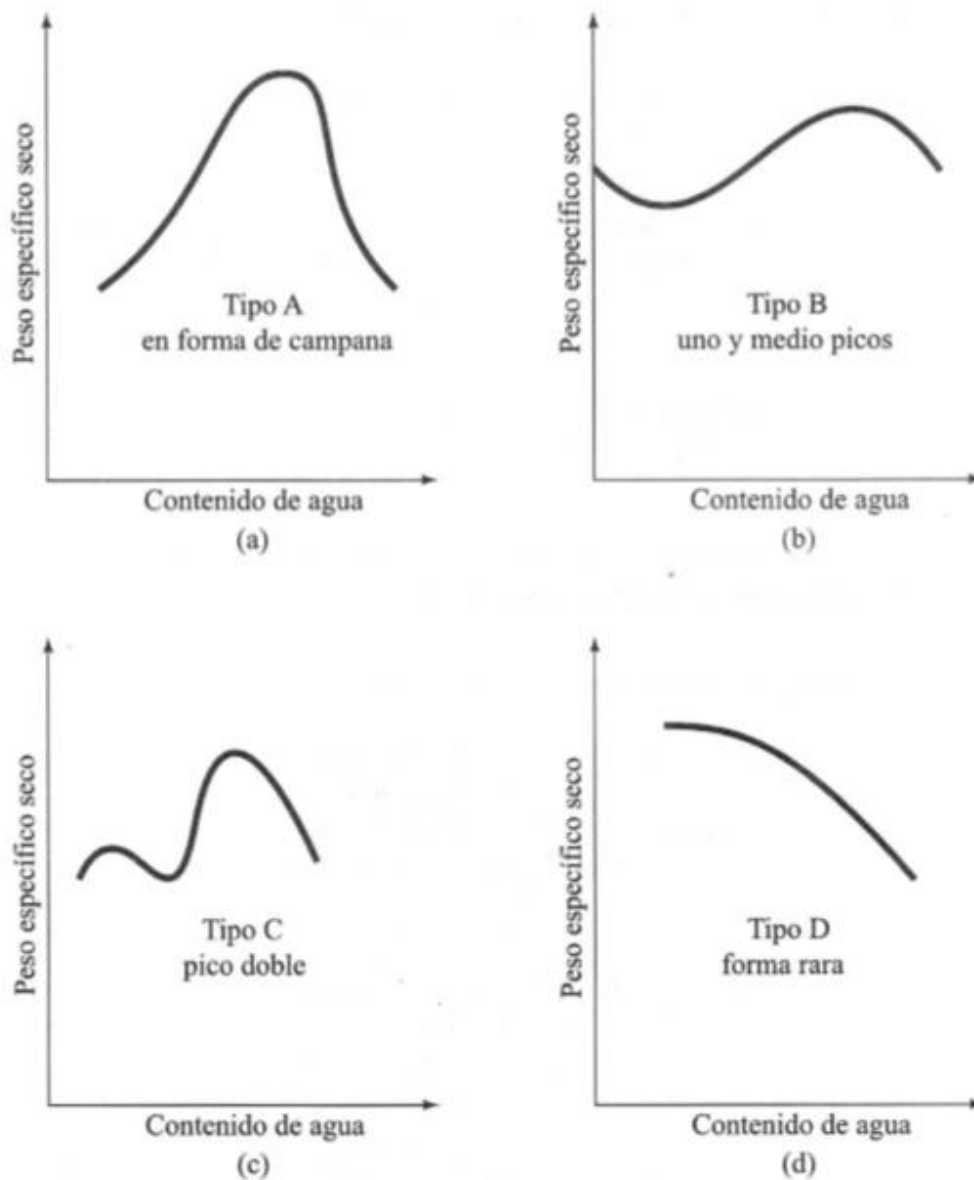
Nota. Braja (2001)

Lee y Suedkamp (1972) realizaron estudios de las Curvas de Compactación de 35 diferentes especímenes de suelos y observaron cuatro diferentes curvas de compactación, como se muestra en la figura 10. La curva de compactación tipo A es aquella que presenta un solo pico y se encuentran comúnmente en suelos que tienen entre 30 y 70 de límite líquido. El tipo de curva B es una curva de pico y medio y la curva C es una curva de pico doble. Las curvas de compactación tipo B y C se encuentran en suelos con un límite líquido menor a 30. Las curvas de compactación tipo D no tienen un pico definido y se llama tipo raro. Los suelos con un límite líquido

superior a 70 presentan Curva de Compactación tipo C o D. Los suelos que causan curvas del tipo C y D son menos frecuentes. (Braja, 2001, p. 57)

Figura 10

Varios tipos de Curvas de Compactación encontrados en suelos



Nota. Braja (2001)

2.2.5.4. California Bearing Ratio (CBR)

Este procedimiento de ensayo se utiliza para valorar la resistencia potencial de material de base, subbase y subrasante, considerando materiales reutilizables para su uso en la pavimentación de carreteras y aeropuertos. Los valores de CBR obtenidos en este ensayo forman parte de diversas metodologías de diseño de pavimentos flexibles.

En estudios en los que el impacto del agua de compactación en el CBR es mínimo (como materiales no-cohesivos de granos gruesos), o en las que el procedimiento de diseño permita diferenciar a los CH de compactación, el CBR se puede determinar con el CH óptimo de un esfuerzo de compactación establecido. El peso unitario seco específico suele ser el mínimo porcentaje de compactación que es establecida por la entidad usuaria mediante sus especificaciones de compactación de campo. (MTC, 2016, p. 230)

Frecuentemente se utiliza nueve o tres moldes para cada muestra, dependiendo el tipo de suelo cohesivo o granular, con diferentes grados de compactación. Para suelos granulares, la prueba se realiza con 12, 26 y 55 golpes por capa y con contenido de agua óptimo correspondiente. Para suelos cohesivos es interesante exponer el comportamiento en un amplio rango de humedades. Se desarrollan curvas para 12, 26 y 55 impactos por capa a varios niveles de humedad, para adquirir una serie de curvas que muestren la relación entre la gravedad específica, la humedad y la relación de capacidad de soporte. (MTC, 2016, p. 233)

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ITEM
Independiente: Contenido de Humedad	El contenido de humedad se realizará adicionando varias cantidades de humedad en las muestras de un mismo material de suelo cohesivo a nivel de sub rasante. (MTC E141).	El contenido de humedad de un suelo, es la expresión en porcentaje, entre peso del agua de una masa dada de suelo, con respecto al peso de las partículas sólidas del suelo.	CHO-3 % CHO-2 % CHO-1 % CHO CHO+1 % CHO+2 % CHO+3 %
Densidad	Es el máximo valor definido por la curva de compactación del ensayo utilizando un esfuerzo modificado. (MTC E141)	La densidad expresa la relación entre la masa y el volumen. Su unidad de medida en el SI (Sistema Internacional) es el kilogramo por metro cúbico (kg/m ³).	12 golpes/capa 26 golpes/capa 55 golpes/capa
Dependiente: CBR	La capacidad de soporte del suelo se desarrollará para penetraciones de 0,1" y 0,2" en el suelo cohesivo a nivel de sub rasante. (MTC E 132)	El CBR es la resistencia potencial del suelo.	CBR %

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA

Se recolectó los datos necesarios para probar la hipótesis con base en los resultados logrados de las pruebas de laboratorio.

Por su naturaleza los datos tienen un enfoque cuantitativo y un diseño transversal, debido a que se analizó el problema en su situación presente.

Es experimental porque manipulamos las variables independientes que afectan a las dependientes y es deductivo porque se buscó realizar el análisis de la investigación partiendo de teorías universales para un contexto y lugar determinado.

3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se desarrolló es de tipo descriptivo porque se describe los valores de contenidos de humedad y CBR obtenidos y explicativo porque detalla los efectos de contenido de humedad en el valor de CBR.

3.3. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

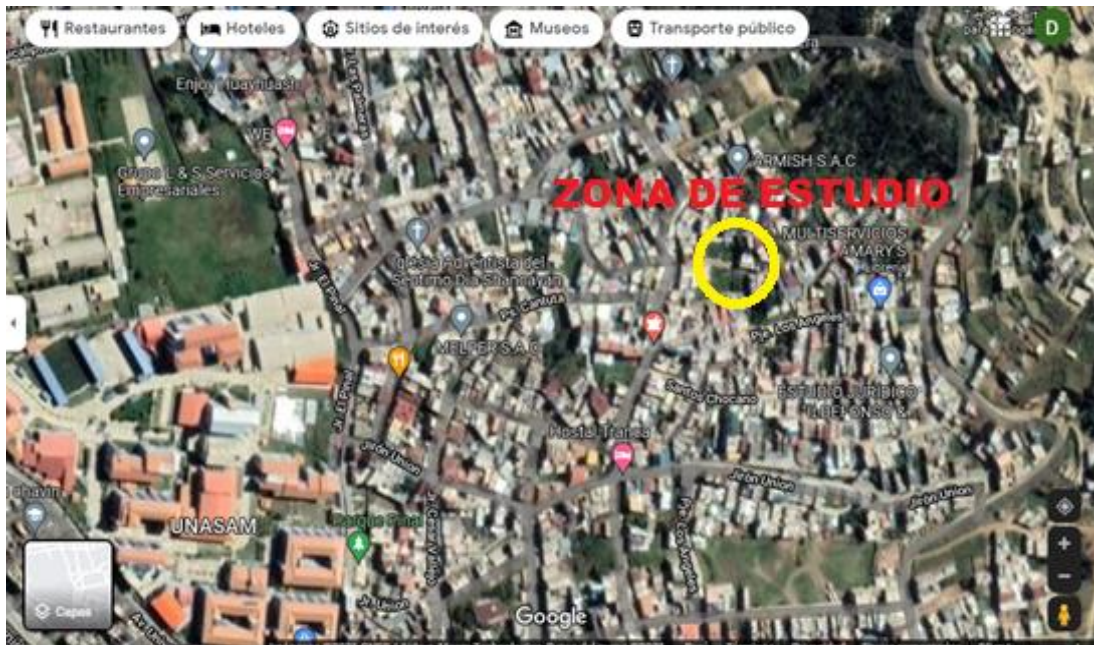
La investigación está limitada a determinar el comportamiento de la sub rasante de los suelos cohesivos con variaciones en el CH, cumpliendo las normas indicadas en el manual de ensayos de materiales del MTC.

3.4. CONTEXTO Y UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACION Y MUESTRA

La presente investigación fue llevada a cabo con muestras obtenidas en el barrio de Shancayan en el distrito de independencia provincia de Huaraz departamento de Ancash, a pocos metros de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, tal como se ve en las figuras 11 y 12.

Figura 11

Ubicación de la zona de estudio.



Nota. Fuente: Google Earth

El distrito de independencia, se encuentra ubicado a una altura de 3023 msnm al Norte de la provincia de Huaraz, región Ancash. Su ubicación geográfica entre los 77°17'48" de longitud oeste y los 09°21'32" de latitud sur del meridiano de Greenwich.

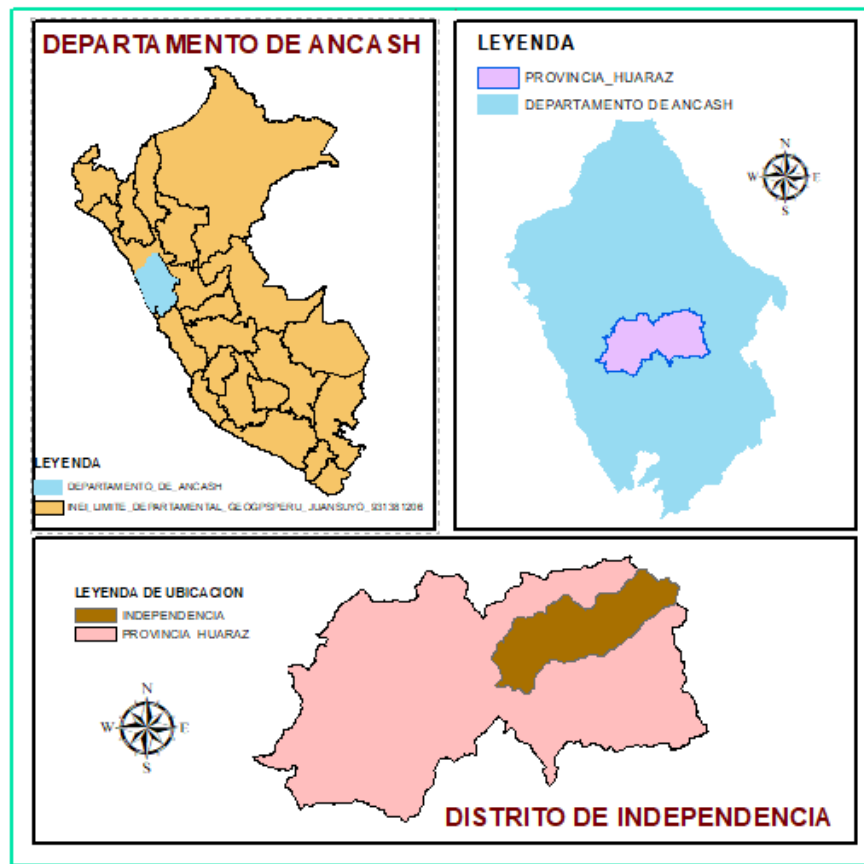
El distrito de independencia hidrográficamente está ubicado en la subcuenca del río Quillcay, en el margen derecho y en la cuenca media del río Santa.

La superficie del distrito de independencia es de 347569 ha que representa el 13,18 % del ámbito provincial. Limita de la siguiente manera: por el este con la provincia de Huari; por el oeste, con el distrito de Pira; por el norte, con el distrito de Jangas y Taricá y la provincia de Carhuaz; por el sur con el distrito de Huaraz.

Tiene un clima frío y seco, característico de la zona sierra, las precipitaciones pluviales inician generalmente por el mes de diciembre y terminan por el mes de abril. (Municipalidad Distrital de Independencia-Huaraz, 2019-2021).

Figura 12

Ubicación del distrito de Independencia, en la provincia de Huaraz.



Población

Se considera que la población del estudio está compuesta por los suelos cohesivos a nivel de sub rasante en la ciudad de Huaraz.

Muestra

Debido a la complejidad de los ensayos con diferentes contenidos de humedad en el suelo cohesivo a nivel de sub rasante, el espécimen elegido ha sido del tipo no probabilístico, realizando un muestreo por conveniencia.

Las muestras de suelo cohesivo para el desarrollo del trabajo, se han obtenido del Barrio de Shancayán distrito de Independencia provincia de Huaraz.

En la Tabla 2, se listan los ensayos y la norma aplicada, para determinar la influencia del contenido de humedad en el CBR de suelos cohesivos.

Tabla 2

Listado de Ensayos a realizar

ENSAYOS A REALIZAR
Determinación del Contenido de Humedad de un suelo MTC E 108
Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado MTC E 107
Determinación del Limite Líquido de los suelos MTC E 110
Determinación del Limite Plástico (L.P) e Índice de plasticidad (I.P) de suelos MTC E 111
Compactación de suelos en laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado) MTC E 115
Determinación del peso específico y Absorción del agregado Grueso MTC E 206
Método de Ensayo Estándar para la Gravedad Especifica de solidos de suelo mediante picnómetro de agua MTC E 113
CBR de suelos (Laboratorio) MTC E 132

En la tabla 3 se indica la cantidad de ensayos que se deben realizar para obtener la clasificación del suelo cohesivo a nivel de sub rasante.

Tabla 3

Cantidad de ensayos

Ensayos a Realizar para Suelos Cohesivos a Nivel de Subrasante				
	Contenido de Humedad	Análisis Granulométrico	Limite Líquido	Limite Plástico e Índice de plasticidad
Cantidades	02	02	02	02

En la tabla 4 se indican las consideraciones para la realización del ensayo de Proctor Estándar, que se realizó siguiendo el procedimiento "A". con la aplicación de una energía de compactación de 600 kN-m/m³ para 5 repeticiones de contenidos de humedad variable, con lo cual se obtiene la Densidad Seca Compactada Máxima y su CH Óptimo.

Tabla 4*Consideraciones para la aplicación de la Energía Estándar*

Lugar	Diámetro Interior de Molde (mm)	N° de capas	N° de golpes por capa	Altura de caída del Pisón (mm)	Peso del Pisón (Kg)
Barrio de Shancayán	101,6±0,4	3	25	304,8±1,3	2,5±0,01

En la tabla 5 se indican las consideraciones para el cumplimiento del ensayo de Proctor Modificado, que se realizó siguiendo el procedimiento "C". Aplicando una energía de compactación de 2700 kN-m/m³ para 5 repeticiones de contenidos de humedad variable, con lo cual se obtiene la Densidad Seca Compactada Máxima y su CH Óptimo.

Tabla 5*Consideraciones para la aplicación de la Energía Modificada*

Lugar	Diámetro Interior de Molde (mm)	N° de capas	N° de golpes por capa	Altura de caída del Pisón (mm)	Peso del Pisón (Kg)
Barrio de Shancayán	152,4±0,7	5	56	457,2±1,6	4,54±0,01

La variación del porcentaje de humedad será de + -1 %, + -2 %, + -3 % y + 4 %, respecto al CH óptima.

Para obtener los valores de CBR con variación en los contenidos de humedad se elaboraron los especímenes que se muestra en la tabla 6, los cuales fueron ensayados a penetración después de estar sumergido al agua por 96 horas. El ensayo realizado previo al CBR permite determinar las variaciones en los porcentajes de contenidos de humedad en rangos adecuados.

Tabla 6*Cuadro de CBR a elaborar*

Lugar	Contenidos de humedad (%)	Números de Golpes		
Barrio de Shancayán	CHO-3 %	12	26	55
	CHO-2 %			
	CHO-1 %			
	CHO			
	CHO+1 %			
	CHO+2 %			
	CHO+3 %			
	CHO+4 %			

Nota: Según normativa no hay un valor de precisión o exactitud.

3.5. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS

3.5.1. Métodos:

El procedimiento practicado en el desarrollo de la investigación ha sido inductivo ya que, a partir de la aplicación de variaciones de contenido de humedad, obtenemos valores de CBR que son representadas mediante curvas de nivel. Podemos considerar que el material de Subrasante del Barrio de Shancayán puede ser analizado mediante el Mapa de curvas de nivel de resistencias obtenidas.

3.5.2. Recursos Empleados:

Recursos Técnicos

- Cámara digitales de fotografía
- Laptop marca HP
- GPS
- Personal técnico de laboratorio
- memorias USB
- Internet

Equipos y Herramientas de laboratorio

- Balanzas
- Horno
- Tamices
- Equipo de Casagrande
- Pisón de compactación de 2,5 kg y 4,54 kg
- Moldes de 4 pulgadas y 6 pulgadas
- Picnómetro
- Pesas
- Aparatos de medidor de expansión
- Disco espaciador
- Prensa de CBR
- Tanque
- Canastilla
- Termómetro
- Vernier
- Recipientes, costales, varilla metálica, Guantes
- Cucharón, espátula, ranurador, vidrio esmerilado y otros

Recursos Materiales

- Formatos de laboratorio, tesis, libros relacionados a los temas en estudio.
- Programas como: Word, Excel, Origin 2019b
- Materiales de escritorio como: fotocopidora, tintas para impresora, impresoras, resaltador, lapiceros, Hojas Bond, etc

Prueba Estadística "t Student"

Se emplea para contrastar una hipótesis planteada, donde se analiza las hipótesis nulas (H_0) y las alternativas (H_a). Para aceptar la hipótesis nula se debe de cumplir que el t Student calculado (T_c) debe ser menor o igual al t tabular, por lo tanto, no hay correlación significativa. Si el t Student calculado (T_c) es mayor al t tabular (T_t), se rechaza las hipótesis nulas, indicándose que es significativo, por ende, existe correlación entre las variables.

La prueba t tabular trabaja al 95% de confianza.

HIPOTESIS

Ho: R²=0; NO EXISTE CORRELACION, P=95%

Ha: R²≠0; EXISTE CORRELACION, 95%

$$t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \dots \quad (7)$$

3.5.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN

En base a las normas que exige llevar los controles de calidad en la sub rasante de cualquier obra como Carreteras, pavimentos rígidos, losas industriales y obras similares, además tomando en cuenta las investigaciones anteriores, que son similares y que se encuentran citados en el marco referencial de la tesis actual, se realizó el muestreo de suelos, descripción e identificación de los suelos, luego reducir los especímenes obtenidos en campo a muestras de ensayo y seguidamente obtener en laboratorio muestras representativas mediante el proceso de cuarteo, para posteriormente realizar ensayos de la determinación de CH, análisis granulométrico por tamizado, determinación de límite líquido (LL) y plástico (LP), proctor modificado, gravedad específica y CBR (ensayo de penetración). Con la cual se busca obtener curvas de nivel de CBR en relación de diferentes CH que presenta el material de subrasante.

3.5.4. MTC E101: MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS

Debe tomar una muestra representativa de suelo o roca, o de ambas muestras, de los materiales requeridos para el estudio. El tipo y tamaño de la muestra requerida dependen de las pruebas a realizarse, también dependen del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, así como las limitaciones del equipo de prueba utilizado (MTC, 2016, p. 19).

Excavaciones a cielo abierto como calicatas y trincheras, hasta encontrar una profundidad esperada, tomando los cuidados necesarios para prevenir caídas de material de las paredes que puedan poner en peligro la seguridad de los trabajadores o contaminar las muestras tomadas (MTC, 2016, p. 21).

Se extrajo 500 Kg de muestra de la zona ubicada en el pasaje Almendro, barrio de Shancayan distrito de Independencia Provincia de Huaraz Departamento de Ancash. Ver Figura 13.

Figura 13

Zona de muestreo-Pasaje Almendro-Shancayan



3.5.5. LA DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL - NTP 339.150:

La descripción e identificación nos permite seguir una metodología para estimar la clasificación de los suelos. Se puede ver en la Figura 14, se puede describir el material como una arcilla de baja plasticidad (CL), sin presencia de Bloques y Bolones, de color anaranjado, en condición húmeda, estructura homogénea y otros

Figura 14

Zona de muestreo



Los resultados que se muestran en la tabla 7 de la Descripción Visual- Manual de Suelos, obtenidos siguiendo el procedimiento indicado en la NTP 339.150, donde se indica el símbolo de grupo, tamaño máximo de la partícula, nombre de grupo, porcentaje (en volumen) de bolones y bloques; los porcentajes (en peso) de la grava,

arena y fino; rango de tamaño, angulosidad, forma de la partícula, olor, consistencia, color, condición de humedad, dureza, cementación, estructura, resistencia en estado seco, tenacidad, dilatancia y plasticidad.

Tabla 7

Resultado de la determinación de la muestra N°1

N°	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS
01	Nombre de Grupo Arcilla de Baja Plasticidad
02	Símbolo de Grupo CL
03	Tamaño Máxima de la Partícula 60 mm
04	Porcentaje (en Volumen)
	Bolones 0 %
	Bloques 0 %
	O Ambos 0 %
05	Porcentaje (en peso)
	Grava 15 %
	Arena 25 %
	Finos 60 %
06	Rango del Tamaño de Partícula
	Grava Grueso
	Arena Fino
07	Angulosidad de la Partícula (Arena gruesa, Grava, Bolones y Bloques) Subangulosa
08	Forma de la Partícula (Grava, Bolones y Bloques) Ninguno
09	Color Anaranjado
10	Olor Sin olor
11	Condición de Humedad Húmeda
12	Consistencia (Para suelos de grano fino) Firme
13	Cementación (Para suelos de grano grueso) N. A
14	Estructura Homogénea
15	Dureza (Arena gruesa, Grava, Bolones y Bloques) Duro
16	Resistencia en Estado Seco Media
17	Dilatancia Lenta
18	Tenacidad Media
19	Plasticidad Media
20	Otros -.-

3.5.6. MTC E103: REDUCIR MUESTRAS DE CAMPO A TAMAÑOS DE MUESTRAS DE ENSAYOS

Esta es la disminución de las muestras que son obtenido en campo a tamaño de muestra requerida para la prueba, utilizando métodos que merman la diferenciación en las mediciones de las características entre las muestras de prueba y de campo. (MTC, 2016, p. 28)

Mediante los siguientes tres métodos se obtiene la reducción de muestras:

- Método A: El cuarteador mecánico
- Método B: Cuarteo
- Método C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)

Tamaños de muestras requeridas para las pruebas se puede apreciar en la figura 15, la cual estaba en una condición húmeda, por lo que se dejó secar a la intemperie, se puede notar la presencia de grumos, que es producto a la presencia de arcilla la cual presentan adherencia entre las partículas.

Figura 15

Muestra Obtenida de campo



El la figura 16 se puede apreciar material de subrasante retenido en el tamiz de $\frac{3}{4}$ ", material pasante el tamiz $\frac{3}{4}$ " y retenido en el tamiz de $\frac{3}{8}$ ", material pasante el tamiz $\frac{3}{8}$ " y retenido en el tamiz N°04 y material pasante el tamiz N°04. Se puede notar que la muestra pasante al tamiz N°04 tiene una cantidad significativa en comparación con material retenido en el tamiz N°04. Esta información nos permitirá determinar el procedimiento de compactación (A, B o C) a seguir.

Figura 16

Muestra para compactación y CBR



3.5.7. MTC E105: MUESTRAS REPRESENTATIVAS EN LABORATORIO (CUARTEO)

Este método obtiene una muestra representativa de la muestra total requerida para el cumplimiento del ensayo a realizar. Este procedimiento de prueba no da resultados numéricos. Asimismo, no seguir diligentemente los pasos descritos aquí puede resultar en una muestra sesgada para su uso en pruebas posteriores (MTC, 2016, p. 40).

En la figura 17 se está realizando el método de cuarteo manual (método B), en la cual se tiene que dividir a la muestra en cuatro partes iguales y se toma las diagonales, si se requiere tamaños menores se repite el procedimiento mencionado, el uso de la brocha nos permite conservar el material fino.

Al cumplir el procedimiento indicado en la MTC E105 se podrá tener una buena representación de la población. Garantizando que el resultado de los ensayos será confiable.

Figura 17

Muestra para ejecución de ensayo granulométrico



3.6. ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. MTC E108: OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (CH) DEL SUELO

Este Modo de operación determina el peso del agua removida al secar suelo húmedo hasta a peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. El peso del espécimen que permanece después del secado al horno se toma como el peso de las partículas sólidas. La pérdida por secado se toma como peso del agua. (MTC, 2016, p. 51)

La determinación del CH se realiza ni bien la muestra ingreso a laboratorio, en la figura 18 se puede apreciar la anotación del peso de la muestra húmedo + recipiente, seguidamente es llevado al horno hasta conseguir una masa constante (generalmente 24 hr), finalmente se determina el peso seco de la muestra + recipiente. Para los pesos inicial y final se debe usar la misma balanza.

Figura 18

Determinación del CH



En la tabla 8, se presentan los datos y resultados del ensayo de CH de la muestra N°1 y muestra N°2, se realizó según la norma MTC E108

Tabla 8

Resultados de CH

Descripción	M-1	M-2	Promedio (%)
Muestra N°01	12,67	13,50	13,00
Muestra N°02	12,05	13,13	13,00

3.6.2. MTC E107: ANALISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS POR TAMIZADO

Este Modo de funcionamiento describe cómo determinar el porcentaje de suelo que pasan a través de los diferentes tamices de la serie empleada en la prueba, hasta el de 75 μm (N°200). (MTC, 2016, p. 48)

La Figura 19 muestra el lavado del material pasante y retenido, en el tamiz N°10, el material es secado hasta peso constante y posteriormente debe tamizarse mediante 2 juegos de tamices, para la fracción retenido en el tamiz N°10 se debe usar: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N°4 y N°10 y para la fracción pasante al tamiz N°10 se debe usar: N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200 y fondo.

Figura 19

Determinación de la Granulometría



Se tienen los valores de la muestra N°1 que se indican en la tabla 9, se obtuvieron siguiendo la norma MTC E107

Tabla 9

Resultado de la determinación de la granulometría - Muestra N°1

Descripción	Resultado (%)	Descripción	Resultado (%)
Grava	15,4	Gruesa	9,3
		Fina	6,1
Arena	28,7	Gruesa	6,6
		Media	8,0
		Fina	14,0
Finos	55,9		

En la tabla 10 se tienen los valores de la muestra N°2, se obtuvieron siguiendo la norma MTC E107

Tabla 10

Resultado de la determinación de la granulometría - Muestra N°2

Descripción	Resultado (%)	Descripción	Resultado (%)
Grava	14,1	Gruesa	9,1
		Fina	5,0
Arena	27,9	Gruesa	6,4
		Media	8,3
		Fina	13,2
Finos	58,0		

3.6.3. MTC E110/E111: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (LL), LÍMITE PLÁSTICO (LP) E ÍNDICE DE PLATICIDAD (I.P) DE LOS SUELOS

El límite líquido del suelo, el límite plástico y el índice de plasticidad, individualmente o junto con otras propiedades del suelo, se utilizan ampliamente para correlacionar con la compresibilidad, la permeabilidad, la expansión, la contracción, la compactibilidad y la resistencia al corte. (MTC, 2016, p. 67)

Se muestra el procedimiento de LL y LP en la figura 20, la cual se trabaja con el suelo pasante el tamiz N°40, que debe ser saturado. Para la determinación del LL se consideró 3 puntos, que están cumpliendo con cierres entre 15 a 25, 20 a 30 y 25 a 35 golpes, con velocidad de 2 golpes por segundo. El límite plástico se determinó formando cilindros con 3.2 mm de diámetro, en donde se desmoronó.

Figura 20

Determinación del LL, LP e IP



Se muestra valores obtenidos de LL, LP e IP de la muestra N°1 en la tabla 11, se realizó según la norma MTC E110/E111

Tabla 11

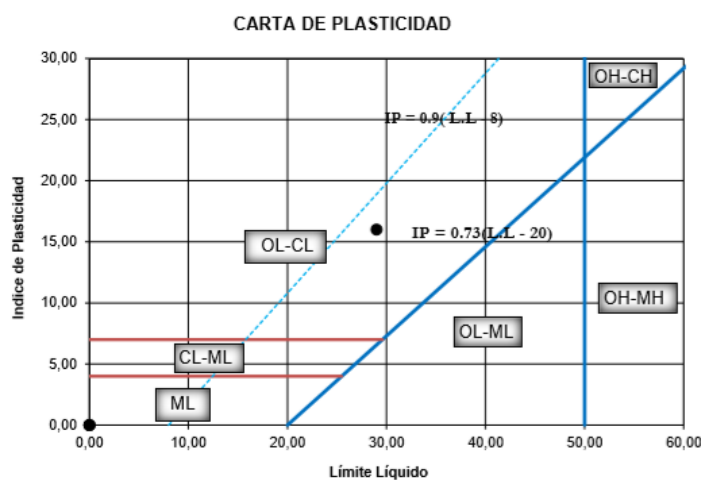
Resultado de la determinación del LL, LP e IP - Muestra N°1

Descripción	Resultado (%)
Límite Líquido	29
Límite Plástico	13
Índice de Plasticidad	16

En la figura 21 se muestra el punto de coordenada (LL=29, IP=16), que está por encima de la línea $IP=0,73(LL-20)$ y por debajo de la línea máxima $IP=0,9(LL-8)$, ubicándose en la zona OL-CL, esto corresponde a la muestra N°1

Figura 21

Ubicación del Punto en la carta de Plasticidad de la muestra N°1



Nota. Fuente: Emv Laboratorios y Construcción EIRL

Se muestran valores obtenidos de LL, LP e IP de la muestra N°2 en la tabla 12, se realizó según la norma MTC E110/E111

Tabla 12

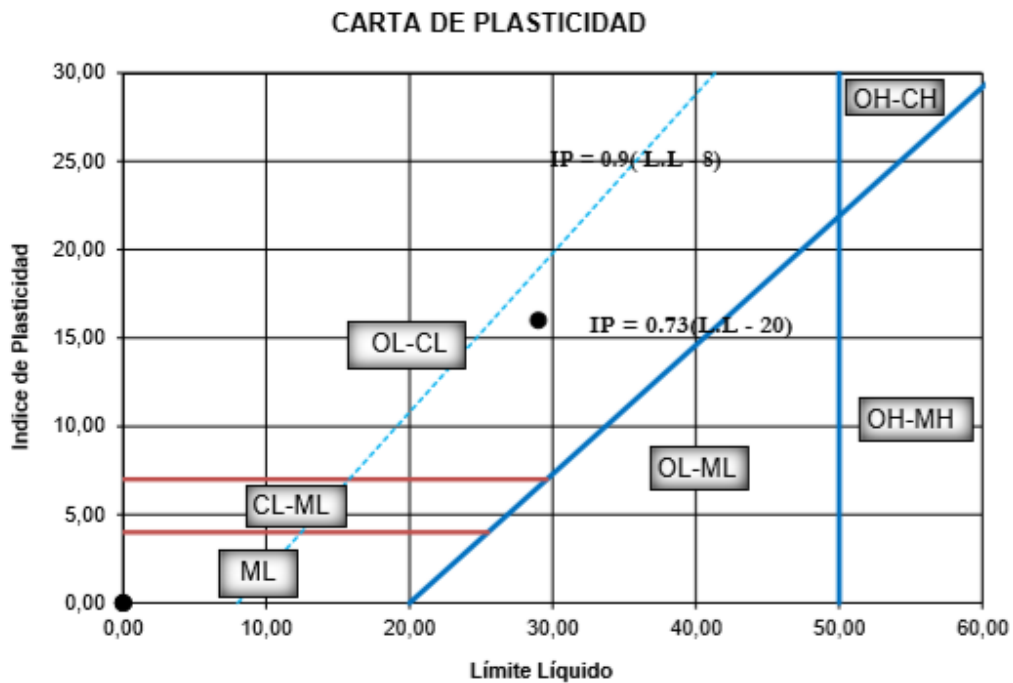
Resultado de la determinación del LL, LP e IP - Muestra N°2

Descripción	Resultado (%)
Límite Líquido	29
Límite Plástico	13
Índice de Plasticidad	16

En la figura 22 se puede ver el punto de coordenada (LL=29, IP=16), que está por encima de la línea $IP=0,73 (LL-20)$ y por debajo de la línea máxima $IP=0,9 (LL-8)$, ubicándose en la zona OL-CL, esto corresponde a la muestra N°02

Figura 22

Ubicación del Punto en la carta de Plasticidad de la muestra N°2



Nota. Fuente: Emv Laboratorios y Construcción EIRL

3.6.4. HOJA RESUMEN CLASIFICACIÓN AASHTO Y SUCS

Los suelos que se encontraron se describen y clasifican siguiendo el procedimiento de construcción de vías, según AASHTO y SUCS.

En la Tabla 13, podemos ver la clasificación AASHTO y SUCS para la muestra N°1

Tabla 13

Hoja Resumen de ensayos estándar de la muestra N°1

	Calicata	-
DATOS DE LA MUESTRA	Muestra	Mab-01
	Material	Subrasante
	Profundidad	0.00-1.50 m
	Clasificación AASHTO	A-6(5)
	Clasificación SUCS	CL
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava

Se muestra la clasificación AASHTO y SUCS para la muestra N°2 en la tabla 14

Tabla 14

Hoja Resumen de ensayos estándar de la muestra N°2

	Calicata	-
DATOS DE LA MUESTRA	Muestra	Mab-02
	Material	Subrasante
	Profundidad	0.00-1.50 m
	Clasificación AASHTO	A-6(6)
	Clasificación SUCS	CL
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad

3.6.5. MTC E115: COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

Esta prueba se realizó en el laboratorio con la finalidad de establecer la relación entre el CH y peso Unitario seco (curva de compactación) de los suelos compactados en moldes de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae desde una altura de 457 mm (18 pulgadas), originando una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)) (MTC, 2016, p. 102).

En la Figura 23 se muestra la aplicación de una energía modificada para los ensayos de 5 muestras de 5200 g c/u, a los cuales se añadió diferentes contenidos de humedad, que fueron conservados en bolsas por 24 hr. Esto corresponde a la muestra N°1

Figura 23

Determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo usando energía modificada



Densidad Seca Compactada Máxima y Humedad Óptima, correspondiente a la muestra N°1 se muestra en la tabla 15

Tabla 15

Resultado de la determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo, usando energía modificada – Muestra N° 1

Descripción	Resultado
Densidad Seca Compactada Máxima (g/cm ³) χ_d	2,02
Peso Unitario Seco Compactado (kN/m ³) χ_d	19,8
Humedad óptima (%)	11,0

3.6.6. MTC E116 COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA ESTÁNDAR (PROCTOR ESTÁNDAR)

Esta prueba se realizó en el laboratorio con la finalidad de establecer la relación entre el CH y Peso Unitario Seco (curva de compactación) de los suelos compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 25,0 N (5.5 lbf) que cae desde una altura de 304,8 mm (12 pulgadas), produce una Energía de Compactación de (600 kN-m/m³ (12400 pie-lbf/pie³)) (MTC, 2016).

En la Figura 24 se muestra la aplicación de una energía estándar para los ensayos de 5 muestras de 2300 g c/u, a los cuales se añadió diferentes contenidos de humedad, que fueron conservados en bolsas por 24 hr. Esto corresponde a la muestra N°1

Figura 24

Determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo, usando energía estándar.



Densidad Seca Compactada Máxima y CH óptimo correspondiente a la muestra N°1 se muestra en la tabla 16

Tabla 16

Resultado de la determinación de la Densidad Seca Compactada y CH óptimo usando energía estándar – Muestra N°1

Descripción	Resultado
Densidad Seca Compactada Máxima (g/cm ³) χ d	1,88
Peso Unitario Seco Compactado (kN/m ³) χ d	18,4
Humedad óptima (%)	14,0

3.6.7. MTC E206: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

La muestra se debe sumergir en el agua durante aproximadamente 24 horas, fundamentalmente para llenar los poros. Luego retírelo del agua, seque el agua de la superficie de las partículas y péselo. Posteriormente la muestra es sumergida en el agua, luego se pesa, luego se coloca en un horno y finalmente se pesa. Los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo se pueden utilizar para calcular los tres tipos de peso específico y de absorción. (MTC, 2016, p. 287)

En la Tabla 17 se pueden ver los resultados del Peso específico de masa Promedio, Peso específico de masa saturada superficialmente seca Promedio, Peso específico aparente Promedio y Absorción del agregado grueso, corresponde a la muestra N°1

Tabla 17

Resultado de la determinación del Peso Específico y Absorción

Descripción	Resultado
Peso específico de masa Promedio	2,54
Peso específico de masa SSS Promedio	2,60
Peso específico aparente Promedio	2,69
Absorción Promedio (Ab), %	2,26

3.6.8. MTC E113: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNÓMETRO DE AGUA

La gravedad específica (Gs) de las partículas sólidos del suelo se usa para determinar la relación de fase de suelos, como la relación de vacíos y el grado de saturación.

La gravedad específica (Gs) de sólidos de suelo se usa para determinar la densidad de las partículas sólidas del suelo. Aquello se logra multiplicando su Gs por la densidad del agua (a la temperatura adecuada). (MTC, 2016, p. 78)

En la Figura 25 se muestra el uso del picnómetro de 500ml para determinar la Gs de sólidos de suelos que pasan el tamiz N°4.

Figura 25

Determinación de la Gs de Sólidos de Suelo



En la Tabla 18 podemos observar el valor de la Gs de sólidos promedio

Tabla 18

Resultado de determinar la Gs.

Descripción	Resultado
Gravedad Especifico de Sólidos Promedio	2,72

3.6.9. MTC E132: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

Este procedimiento de prueba se utiliza para calcular la resistencia potencial de los materiales de subrasante, subbase, material de base y materiales reciclados para su uso en la pavimentación de carreteras y aeropuertos.

Para aplicaciones donde se desconoce el impacto de CH de compactación de CBR, el CBR es evaluado para determinados niveles de agua, generalmente permitido para la compactación en campo, es siguiendo la especificación de compactación.

Para los suelos granulares la prueba se realiza dando 12, 26 y 55 golpes por capa, con el CH óptimo determinado. En caso de los suelos cohesivos debemos de exponer los comportamientos sobre un rango amplio de humedades. Las curvas son desarrolladas para 12, 26 y 55 golpes por capa con diferente CH, cuyo fin es de conseguir una serie de curvas que expresen la relación entre el peso específico, contenido de humedad y la relación de capacidad de soporte. (MTC, 2016, p. 230)

Las muestras se compactaron en moldes de 6 pulg, en 5 capas, con 55, 26 y 12 golpes por capa, para lo cual se añadió 7,7 %; 8,7 %; 9,7 %; 10,7 %; 11,7 %; 12,7%, 13,7 % y 14,7 % de agua, obteniéndose valores de CH, pesos unitarios secos, antes y después de saturarlo. También valores de resistencia (%) a 0.1" y 0.2" de penetración de la función polinómica de tercer grado la cual se indica en la tabla 20 y valores de resistencia sin corrección que se indica en la tabla 21 después de estar sumergidos en la poza por 96 horas. Generándose posteriormente curvas de nivel de los valores de CBR para diferentes contenidos de humedad y diferentes pesos unitarios secos. La Figura 26 muestra la obtención de especímenes compactados, que son sumergidos en la poza por 96 hr y mediante el uso de trípodes y diales se puede controlar la expansión.

Figura 26

Ensayo de CBR



La tabla 19 muestra el resultado del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm^3) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) corregido después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 7,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 19*Resumen de las características de CBR-Corrección con 7,70 % de agua*

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	8,65	8,52	8,69	14,00	15,64	17,69
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,98	1,84	1,66	2,00	1,87	1,71
Expansión(mm)	-	-	-	3,63	2,93	1,98
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	8,03	5,08	3,72
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	7,19	4,49	2,96

La tabla 20 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) corregido después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 8,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 20*Resumen de las características de CBR-Corrección con 8,70 % de agua*

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	9,07	9,05	9,10	11,64	12,59	15,62
Peso Unitario Seco (g/cm³)	2,02	1,90	1,71	2,04	1,94	1,78
Expansión(mm)	-	-	-	2,05	2,20	1,80
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	14,02	8,19	5,27
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	13,68	7,06	4,39

La tabla 21 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) corregido después de la saturación, todo lo

mencionado se determinó para adiciones de agua en 9,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 21

Resumen de las características de CBR-Corrección con 9,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
	CH (%)	10,41	10,24	10,78	11,10	12,91
Peso Unitario Seco (g/cm ³)	2,07	1,92	1,74	2,10	1,95	1,75
Expansión(mm)	-	-	-	1,75	1,70	1,60
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	23,00	12,59	5,05
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	22,80	10,93	4,02

La tabla 22 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) corregido después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 10,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 22

Resumen de las características de CBR-Corrección con 10,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
	CH (%)	11,24	11,09	10,96	10,21	11,36
Peso Unitario Seco (g/cm ³)	2,04	1,96	1,80	2,09	2,00	1,85
Expansión(mm)	-	-	-	0,90	1,15	1,60
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	28,69	16,58	6,01
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	28,54	15,10	4,81

La tabla 23 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) corregido después de la saturación, todo lo

mencionado se determinó para adiciones de agua en 11,70% para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 23

Resumen de las características de CBR-Corrección con 11,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	12,32	12,86	12,64	12,89	12,79	13,38
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,99	1,98	1,89	1,99	1,99	1,92
Expansión(mm)	-	-	-	0,15	0,20	0,40
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	16,60	14,53	12,58
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	16,41	14,38	12,40

La tabla 24 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) corregido después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 12,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 24

Resumen de las características de CBR-Corrección con 12,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	12,86	13,05	13,03	11,89	11,87	12,17
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,97	1,97	1,88	1,99	2,00	1,93
Expansión(mm)	-	-	-	0,13	0,25	0,35
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	14,92	12,43	10,60
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	13,74	12,44	10,63

La tabla 25 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) corregido después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 13,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 25

Resumen de las características de CBR-Corrección con 13,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	14,61	14,92	14,70	14,18	14,09	14,19
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,93	1,91	1,85	2,00	1,93	1,82
Expansión(mm)	-	-	-	0,05	0,04	0,09
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	6,72	5,75	5,50
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	6,49	5,72	5,41

La tabla 26 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) corregido después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 14,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 26

Resumen de las características de CBR-Corrección con 14,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	15,18	15,07	15,23	15,34	15,58	15,37
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,84	1,84	1,82	1,85	1,84	1,86
Expansión(mm)	-	-	-	0,08	0,10	0,18
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	4,39	3,88	3,89
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	3,95	3,61	3,56

La tabla 27 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 7,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 27

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 7,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	8,65	8,52	8,69	14,00	15,64	17,69
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,98	1,84	1,66	2,00	1,87	1,71
Expansión(mm)	-	-	-	3,63	2,93	1,98
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	7,77	4,91	3,61
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	6,75	4,14	2,58

La tabla 28 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 8,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 28

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 8,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	9,07	9,05	9,10	11,64	12,59	15,62
Peso Unitario Seco (g/cm³)	2,02	1,90	1,71	2,04	1,94	1,78
Expansión(mm)	-	-	-	2,05	2,20	1,80
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	14,29	8,30	5,17
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	13,17	6,30	3,79

La tabla 29 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 9,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 29

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 9,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	10,41	10,24	10,78	11,10	12,91	16,29
Peso Unitario Seco (g/cm³)	2,07	1,92	1,74	2,10	1,95	1,75
Expansión(mm)	-	-	-	1,75	1,70	1,60
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	29,39	12,72	4,91
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	20,64	9,70	3,45

La tabla 30 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 10,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 30

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 10,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	11,24	11,09	10,96	10,21	11,36	13,83
Peso Unitario Seco (g/cm³)	2,04	1,96	1,80	2,09	2,00	1,85
Expansión(mm)	-	-	-	0,90	1,15	1,60
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	34,34	16,11	5,69
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	26,19	13,86	4,14

La tabla 31 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 11,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 31

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 11,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	12,32	12,86	12,64	12,89	12,79	13,38
Peso Unitario Seco (g/cm3)	1,99	1,98	1,89	1,99	1,99	1,92
Expansión(mm)	-	-	-	0,15	0,20	0,40
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	16,63	15,07	12,46
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	15,77	13,00	12,48

La tabla 32 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1'' (%) y 0,2'' (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 12,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 32

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 12,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	12,86	13,05	13,03	11,89	11,87	12,17
Peso Unitario Seco (g/cm3)	1,97	1,97	1,88	1,99	2,00	1,93
Expansión(mm)	-	-	-	0,13	0,25	0,35
Penetración a 0,1'' (%)	-	-	-	15,07	14,02	11,94
Penetración a 0,2'' (%)	-	-	-	12,48	11,95	9,87

La tabla 33 se observa los resultados del contenido de humedad (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 13,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 33

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 13,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	14,61	14,92	14,70	14,18	14,09	14,19
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,93	1,91	1,85	2,00	1,93	1,82
Expansión(mm)	-	-	-	0,05	0,04	0,09
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	6,73	5,69	5,69
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	6,23	5,53	4,84

La tabla 34 se observa los resultados del CH (%) y Peso Unitario Seco (g/cm³) antes y después de la saturación, también la expansión(mm) después de la saturación, Penetración a 0,1" (%) y 0,2" (%) sin corregir después de la saturación, todo lo mencionado se determinó para adiciones de agua en 14,70 % para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 34

Resumen de las características de CBR-Sin Corrección con 14,70 % de agua

Estado de la Muestra	No Saturada			Saturada		
CH (%)	15,18	15,07	15,23	15,34	15,58	15,37
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,84	1,84	1,82	1,85	1,84	1,86
Expansión(mm)	-	-	-	0,08	0,10	0,18
Penetración a 0,1" (%)	-	-	-	4,39	3,87	3,87
Penetración a 0,2" (%)	-	-	-	3,62	3,27	3,27

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 7,7 % DE AGUA**

La tabla 35 muestra al suelo cohesivo con un contenido de humedad inicial de 0.92 %, a la cual se añadió 7,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad: 8,65 %; 8,52 % y 8,69 %, cuyos valores están por debajo del CH óptimo determinado, de 11,0 % y pesos unitarios secos: 1,98 g/cm³, 1,84 g/cm³ y 1,66 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 14,00 %; 15,64 % y 17,69 %, cuyos valores están por encima del óptimo CH: 11,0 % y pesos unitarios secos: 2,00 g/cm³; 1,87 g/cm³ y 1,71 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 35

Preparación del espécimen (compactación)

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	8,65	8,52	8,69	14,00	15,64	17,69
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,98	1,84	1,66	2,00	1,87	1,71

La tabla 36 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente

Tabla 36

Inmersión por 96 Horas.

Porcentaje de Expansión (%)		
2,9	2,3	1,6

En la tabla 37 podemos observar los resultados del ensayo de CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 37*Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección*

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	8,0	5,1	3,7
5,08	7,2	4,5	3,0

En la tabla 38 podemos observar los resultados del ensayo de CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 38*Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección*

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	7,8	4,9	3,6
5,08	6,7	4,1	2,6

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 8,7 % DE AGUA**

La tabla 39 muestra al suelo cohesivo con un contenido de humedad inicial de 0,37 %, a la cual se añadió 8,7% de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 9,07 %; 9,05 % y 9,10 %, cuyos valores están por debajo del óptimo CH encontrado de 11,0 % y pesos unitarios secos de 2,02 g/cm³; 1,90 g/cm³ y 1,71 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 11,64 %; 12,59 % y 15,62 %, cuyos valores están por encima del óptimo CH encontrado de 11,0 % y pesos unitarios secos de 2,04 g/cm³; 1,94 g/cm³ y 1,78 g/cm³, cuyos valores, a excepción del primero, están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 39*Preparación del espécimen (compactación).*

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	9,07	9,05	9,10	11,64	12,59	15,62
Peso Unitario Seco (g/cm ³)	2,02	1,90	1,71	2,04	1,94	1,78

La tabla 40 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 40*Inmersión por 96 Horas.*

Porcentaje de Expansión (%)		
1,6	1,7	1,4

La tabla 41 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 41*Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección.*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	14,0	8,2	5,3
5,08	13,7	7,1	4,4

La tabla 42 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 42*Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección.*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	14,3	8,3	5,2
5,08	13,2	6,2	3,8

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 9,7 % DE AGUA**

La tabla 43 muestra al suelo cohesivo con un contenido de humedad inicial de 0,78 %, a la cual se añadió 9,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 10,41 %; 10,24 % y 10,78 %, cuyos valores están por debajo del óptimo CH encontrado de 11,0% y pesos unitarios secos de 2,07 g/cm³; 1,92 g/cm³ y 1,74 g/cm³, cuyos valores, a excepción del primero, están por debajo de la máxima densidad seca encontrado 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 11,10 %; 12,91 % y 16,29 %, cuyos valores están por encima del óptimo CH encontrado de 11,0 % y pesos unitarios secos de 2,1 g/cm³; 1,95 g/cm³ y 1,75 g/cm³, cuyos valores, a excepción de primero, están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 43

Preparación del espécimen (compactación).

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	10,41	10,24	10,78	11,10	12,91	16,29
Peso Unitario Seco (g/cm ³)	2,07	1,92	1,74	2,10	1,95	1,75

La tabla 44 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 44

Inmersión por 96 Horas.

Porcentaje de Expansión (%)		
1,4	1,3	1,3

La tabla 45 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2.54 mm y 5,08 mm

Tabla 45*Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección*

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	23,0	12,6	5,1
5,08	22,8	10,9	4,0

La tabla 46 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 46*Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección*

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	29,4	12,7	4,9
5,08	20,6	9,7	3,4

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 10,7 % DE AGUA**

La tabla 47 muestra al suelo cohesivo con un contenido de humedad inicial de 0,40 %, a la cual se añadió 10,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 11,24 %; 11,09 % y 10,96 %, cuyos valores, a excepción del tercero, están por encima del óptimo CH encontrado de 11,0 % y pesos unitarios secos de 2,04 g/cm³; 1,96 g/cm³ y 1,80 g/cm³, cuyos valores, a excepción del primero, están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 10,21 %; 11,36 % y 13,83 %, cuyos valores, a excepción del primero, están por encima del óptimo CH de 11,0 % y pesos unitarios secos de 2,09 g/cm³; 2,00 g/cm³ y 1,85 g/cm³, cuyos valores, a excepción de primero, están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 47*Preparación del espécimen (compactación).*

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	11,24	11,09	10,96	10,21	11,36	13,83
Peso Unitario Seco (g/cm³)	2,04	1,96	1,80	2,09	2,00	1,85

La tabla 48 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 48*Inmersión por 96 Horas.*

Porcentaje de Expansión (%)		
0,7	0,9	1,3

La tabla 49 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 49*Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	28,7	16,6	6,0
5,08	28,5	15,1	4,8

La tabla 50 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 50*Resultado del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	34,3	16,1	5,7
5,08	26,2	13,9	4,1

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 11,7 % DE AGUA**

La tabla 51 muestra al suelo cohesivo un contenido de humedad inicial de 0,91 %, a la cual se añadió 11,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 12,32 %; 12,86 % y 12,64 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo encontrado de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,99 g/cm³; 1,98 g/cm³ y 1,89 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 12,89 %; 12,79 % y 13,38 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo encontrado de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,99 g/cm³; 1,99 g/cm³ y 1,92 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 51

Preparación del espécimen (compactación)

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	12,32	12,86	12,64	12,89	12,79	13,38
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,99	1,98	1,89	1,99	1,99	1,92

La tabla 52 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 52

Inmersión por 96 Horas.

Porcentaje de Expansión (%)		
0,1	0,2	0,3

La tabla 53 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 53*Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección.*

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	16,6	14,5	12,6
5,08	16,4	14,4	12,4

La tabla 54 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 54*Resultados del Ensayo a la Penetración-Sin Aplicar Corrección.*

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	16,6	15,1	12,5
5,08	15,8	13,0	12,5

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 12,7 % DE AGUA**

La tabla 55 muestra al suelo cohesivo un contenido de humedad inicial de 0,28 %, a la cual se añadió 12,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 12,86 %; 13,05 % y 13,03 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,97 g/cm³; 1,97 g/cm³ y 1,88 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la máxima densidad seca de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 11,89 %, 11,87 % y 12,17 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,99 g/cm³; 2,00 g/cm³ y 1,93 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 55*Preparación del espécimen (compactación)*

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	12,86	13,05	13,03	11,89	11,87	12,17
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,97	1,97	1,88	1,99	2,00	1,93

La tabla 56 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 56*Inmersión por 96 Horas.*

Porcentaje de Expansión (%)		
0,1	0,2	0,3

La tabla 57 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 57*Resultados del Ensayo a la Penetración-Aplicando Corrección.*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	14,9	12,4	10,6
5,08	13,7	12,4	10,6

La tabla 58 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 58*Resultado de los Ensayos a la Penetración-Sin Aplicar Corrección.*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	15,1	14,0	11,9
5,08	12,5	12,0	9,9

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 13,7 % DE AGUA**

La tabla 59 muestra al suelo cohesivo un contenido de humedad inicial de 1,04 %, a la cual se añadió 13,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 14,61 %; 14,92 % y 14,70 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,93 g/cm³; 1,91 g/cm³ y 1,85 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturada con contenidos de Humedad de 14,18 %, 14,09 % y 14,19 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo de 11,0 % y pesos unitarios secos de 2,00 g/cm³; 1,93 g/cm³ y 1,82 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 59

Preparación del espécimen (compactación)

Condición de la Muestra	No Saturada			Saturada		
Contenido de Humedad (%)	14,61	14,92	14,70	14,18	14,09	14,19
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,93	1,91	1,85	2,00	1,93	1,82

La tabla 60 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 60

Inmersión por 96 Horas.

Porcentaje de Expansión (%)		
0,0	0,0	0,1

La tabla 61 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 61

Resultado de los Ensayos a la Penetración-Aplicando Corrección.

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	6,7	5,7	5,5
5,08	6,5	5,7	5,4

La tabla 62 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 62

Resultado de los Ensayos a la Penetración-Sin Aplicar Corrección.

Penetración (mm)		Resistencia (%)	
2,54	6,7	5,7	5,7
5,08	6,2	5,5	4,8

- **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE, ADICIONANDO 14,7 % DE AGUA**

La tabla 63 muestra al suelo cohesivo un contenido de humedad inicial de 0,46 %, a la cual se añadió 14,7 % de agua, obteniéndose resultados para su condición no saturada con contenidos de Humedad de 15,18 %; 15,07 % y 15,23 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,84 g/cm³; 1,84 g/cm³ y 1,82 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado. Mientras que para los resultados de condición saturado con contenidos de Humedad de 15,34 %; 15,58 % y 15,37 %, cuyos valores están por encima del CH óptimo de 11,0 % y pesos unitarios secos de 1,85 g/cm³; 1,84 g/cm³ y 1,86 g/cm³, cuyos valores están por debajo de la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo Proctor modificado.

Tabla 63*Preparación del espécimen (compactación).*

Condición de la Muestra	No Saturada				Saturada	
Contenido de Humedad (%)	15,18	15,07	15,23	15,34	15,58	15,37
Peso Unitario Seco (g/cm³)	1,84	1,84	1,82	1,85	1,84	1,86

La tabla 64 muestra los valores después de la inmersión por 96 Horas, se obtuvieron porcentajes de expansión para golpes por capa de 55, 26 y 12 respectivamente.

Tabla 64*Inmersión por 96 Horas.*

Porcentaje de Expansión (%)		
0,1	0,1	0,1

La tabla 65 se muestran los resultados del ensayo CBR con correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 65*Resultado de los Ensayos a la Penetración-Aplicando Corrección*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	4,4	3,9	3,9
5,08	4,0	3,6	3,6

La tabla 66 se muestran los resultados del ensayo CBR sin correcciones a penetración de 2,54 mm y 5,08 mm

Tabla 66*Resultado de los Ensayos a la Penetración-Sin Aplicar Corrección*

Penetración (mm)	Resistencia (%)		
2,54	4,4	3,9	3,9
5,08	3,6	3,3	3,3

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RELACIONES ENTRE CONTENIDOS DE HUMEDAD, DENSIDADES Y CBRs, DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA ECUACIÓN POLINÓMICA DE GRADO 3 A 0,1" Y 0,2" DE PENETRACIÓN

4.1.1. RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADAS EN 5 CAPAS - 55 GOLPES/CAPA

- Resultados de la relación entre los contenidos de humedad antes de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 67 observamos el contenido de humedad, y el valor de CBR máximo a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 67

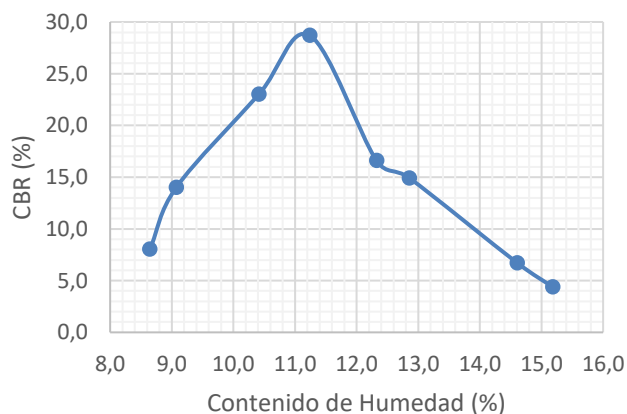
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 55 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
11,24	28,69	28,54	2,04

En la figura 27 se observa la relación que existe entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0.1", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 28,69 % crece entre el 8,65 % a 11,24 % de CH y decrece entre 11,24 % a 15,18 % de CH.

Figura 27

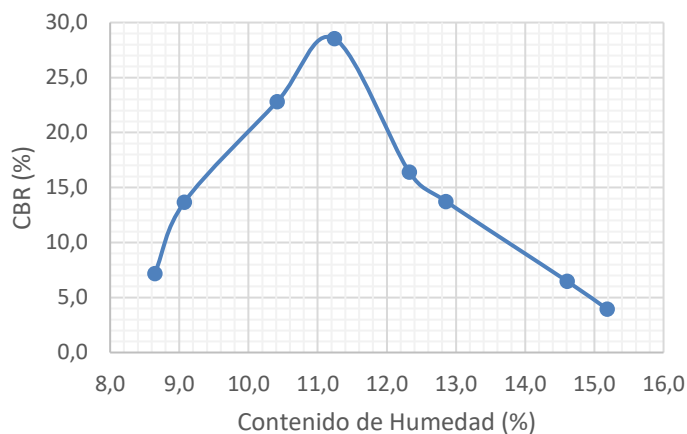
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 28 se muestra la relación entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 28,54 % crece entre el 8,65 % a 11,24 % de CH y decrece entre 11,24 % a 15,18 % de CH.

Figura 28

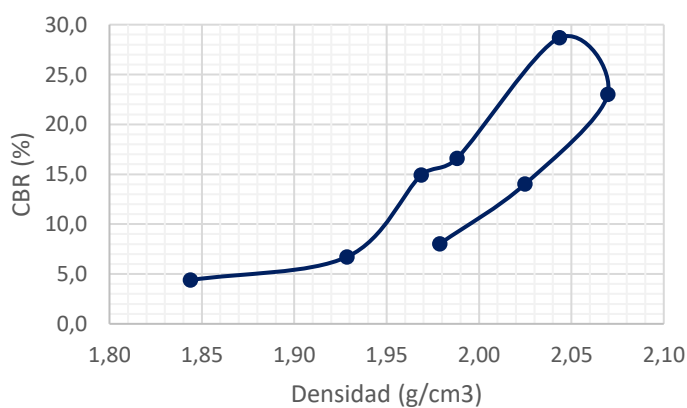
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



En la figura 29 se aprecia la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para la penetración de 0,1" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de 23,00 % de CBR y $2,07 \text{ g/cm}^3$ de densidad

Figura 29

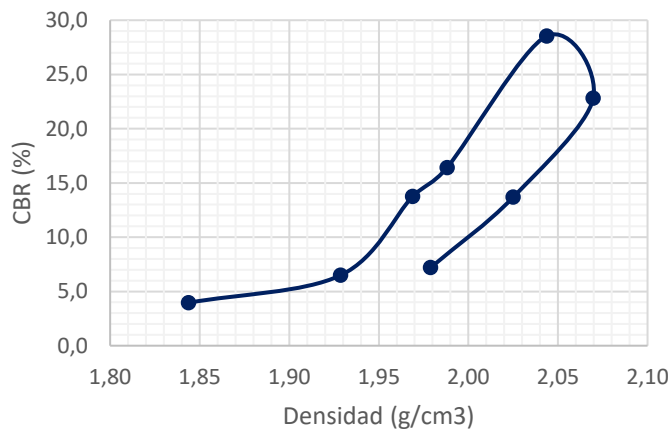
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



La figura 30 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para la penetración de 0,2" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de 22,80 % de CBR y $2,07 \text{ g/cm}^3$ de densidad.

Figura 30

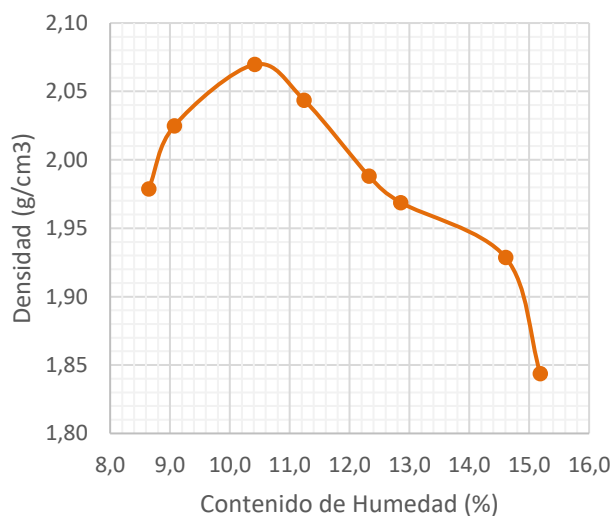
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



En la figura 31 se puede ver la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, de 10,45 % y $2,05 \text{ g/cm}^3$ respectivamente. Las cuales tienen una variación de 0,79 % y $0,01 \text{ g/cm}^3$, respecto al óptimo CH y a la densidad seca máxima del ensayo Proctor modificado.

Figura 31

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3)



- Resultados de la relación entre los contenidos de humedad después de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs.

En la tabla 68 se muestra el CH, los valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 68

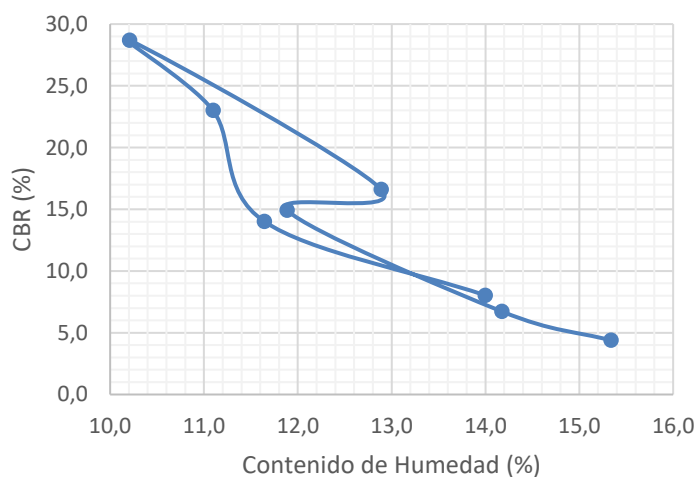
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 55 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
10,21	28,69	28,54	2,04

En la figura 32 podemos observar la relación entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 32

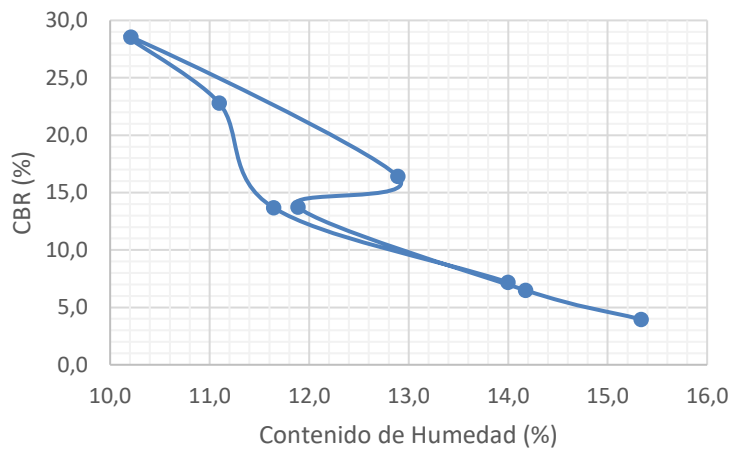
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 33 podemos observar la relación entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 33

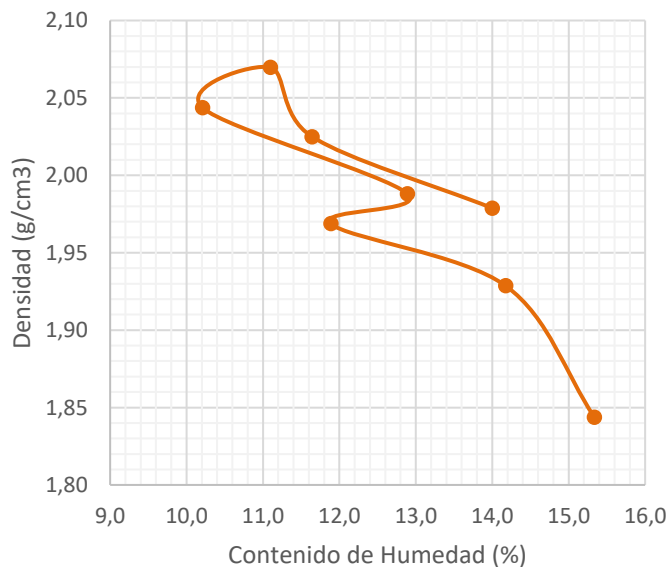
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



En la figura 34 se puede observar la relación existente entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que no nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, debido a que los valores del contenido de humedad de los especímenes saturados por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 34

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3)



4.1.2. RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADAS EN 5 CAPAS - 26 GOLPES/CAPA

- Resultados de la relación entre los contenidos de humedad antes de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 69 podemos observar el CH, valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 69

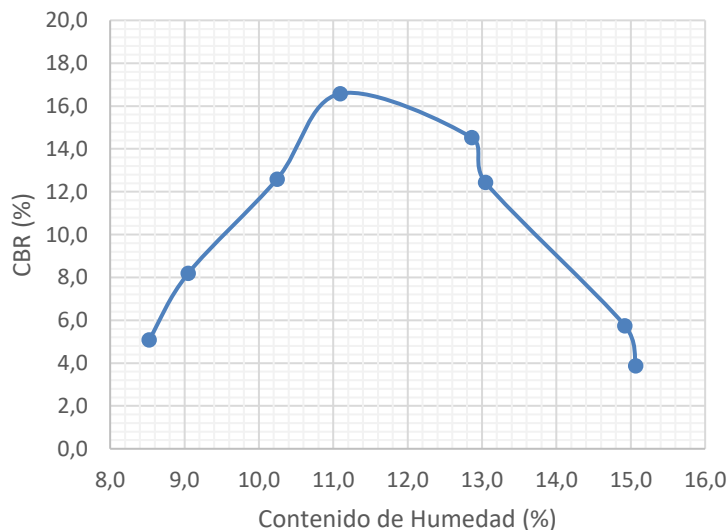
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 26 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
11,09	16,58	15,10	1,96

En la figura 35 podemos observar la relación existente entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 16,58 % crece entre el 8,52 % a 11,09 % de CH y decrece entre 11,09 % a 15,07 % de CH.

Figura 35

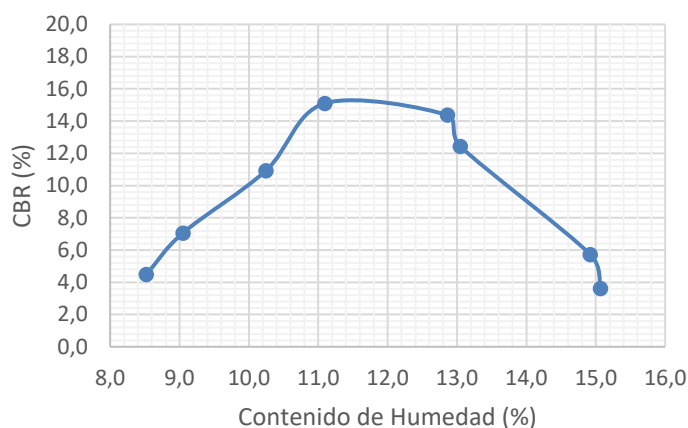
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



En la figura 36 se puede observar la relación entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 15,10 % crece entre el 8,52 % a 11,09 % de CH y decrece entre 11,09 % a 15,07 % de CH.

Figura 36

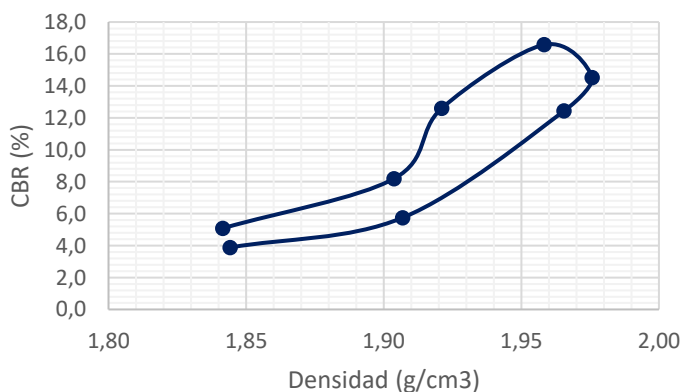
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



La figura 37 podemos observar la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,1" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 14,53 %, densidad $1,98 \text{ g}/\text{cm}^3$ y el punto de CBR 12,43 %, densidad $1,97 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Figura 37

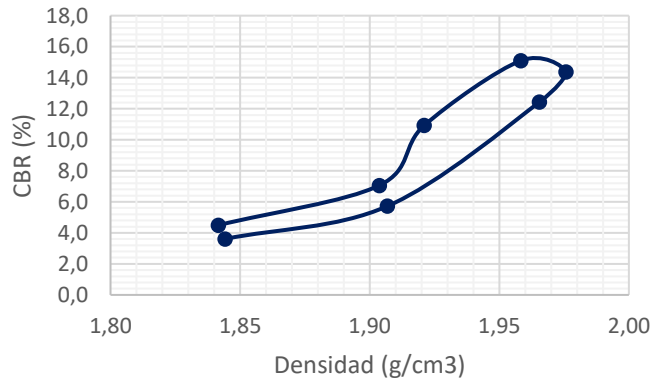
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



La figura 38 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,2" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 14,38 %, densidad $1,98 \text{ g}/\text{cm}^3$ y el punto de CBR 12,44 %, densidad $1,97 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Figura 38

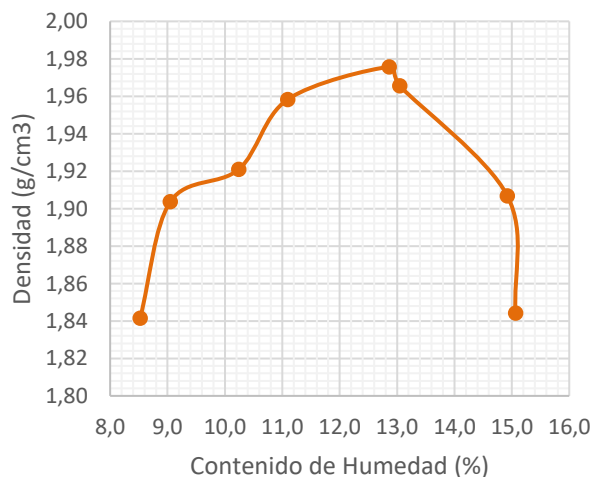
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



En la figura 39 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, de 12,5 % y $1,98 \text{ g/cm}^3$ respectivamente. Las cuales tienen una variación de 1,41 % y $0,02 \text{ g/cm}^3$, respecto al CH óptimo y una densidad seca máxima del ensayo Proctor modificado.

Figura 39

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).



- Resultado de la relación entre los CH después de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 70 podemos observar el CH valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 70

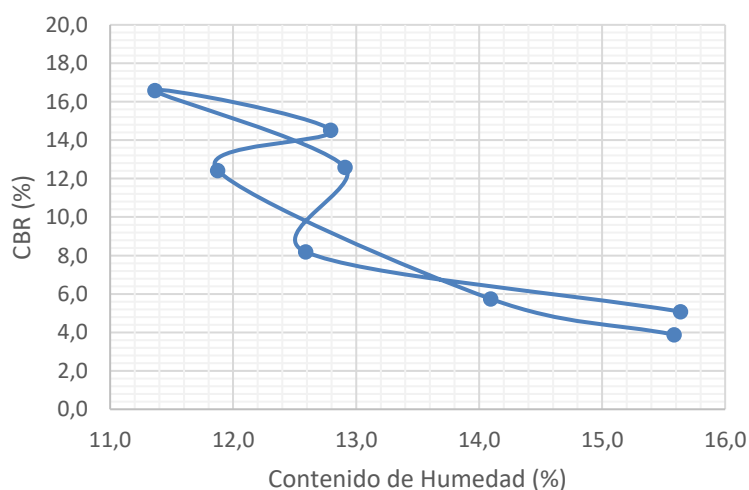
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 26 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
11,36	16,58	15,10	1,96

En la figura 40 podemos observar la relación que existe entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 40

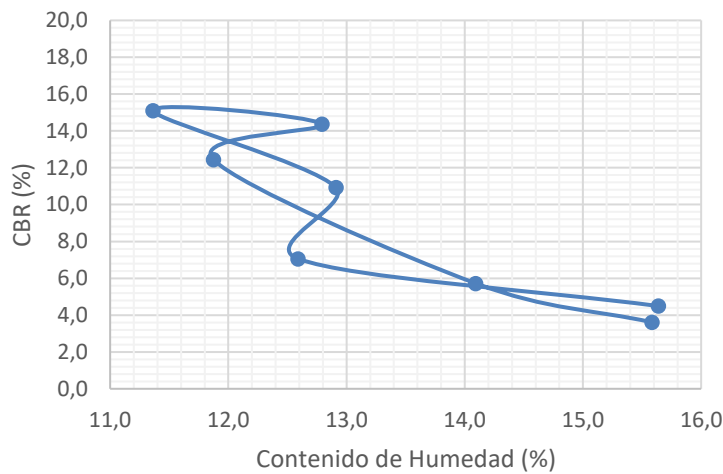
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



En la figura 41 podemos observar la relación que existe entre CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 41

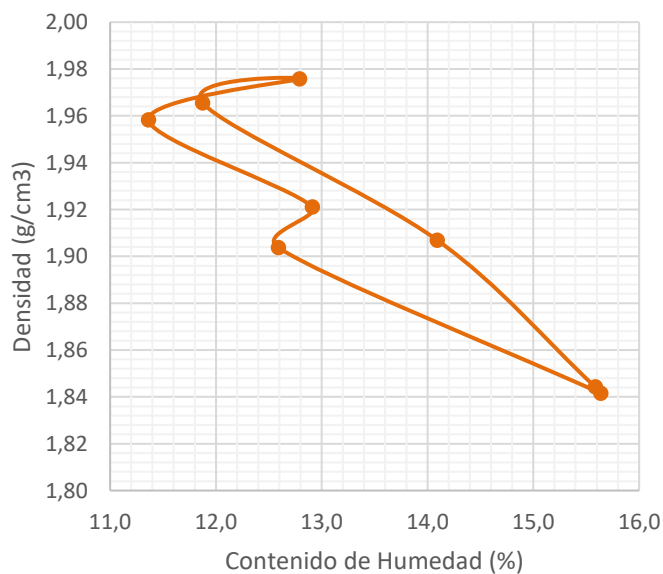
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



En la figura 42 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que no nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, debido a que los valores del contenido de humedad de los especímenes saturados por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 42

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3)



4.1.3. RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADAS EN 5 CAPAS - 12 GOLPES/CAPA

- Resultados de la relación entre los contenidos de humedad antes de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 71 se muestra el CH, valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 71

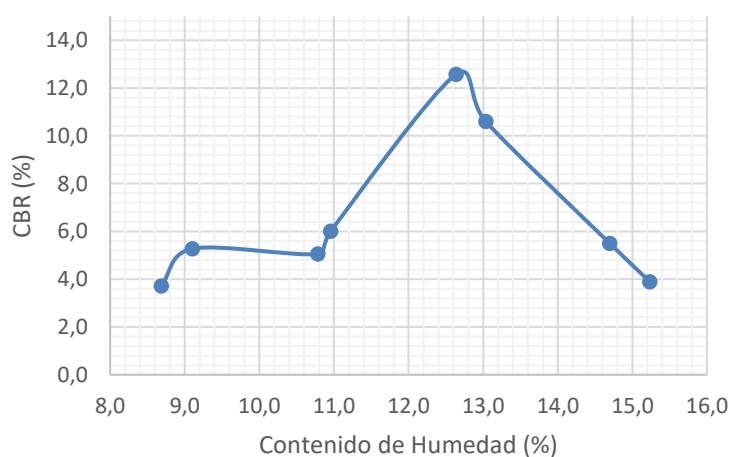
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 12 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
12,64	12,58	12,40	1,89

En la figura 43 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 12,58 % crece entre el 8,69 % a 12,64 % de CH y decrece entre 12,64 % a 15,23 % de CH.

Figura 43

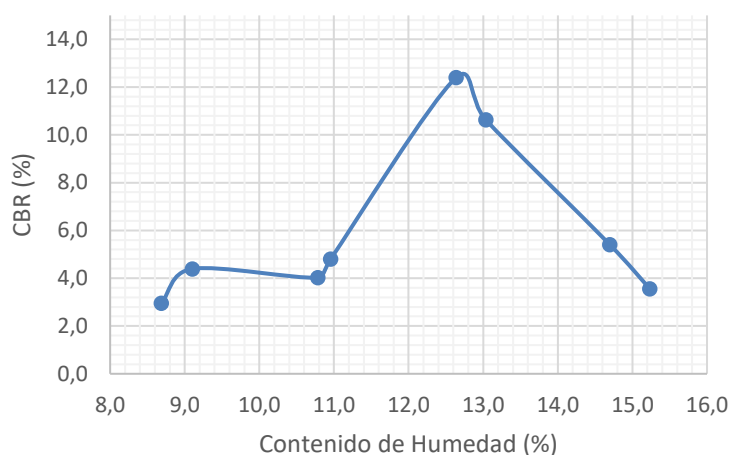
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 44 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 12,40 % crece entre el 8,69 % a 12,64 % de CH y decrece entre 12,64 % a 15,23 % de CH.

Figura 44

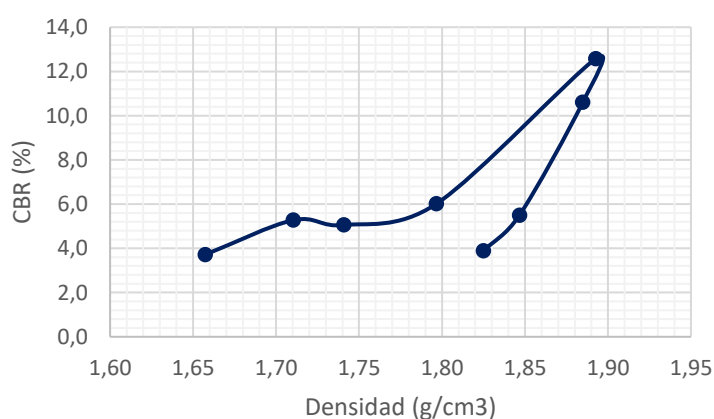
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



La figura 45 se puede observar la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,1" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 5,05 % y densidad $1,74 \text{ g/cm}^3$

Figura 45

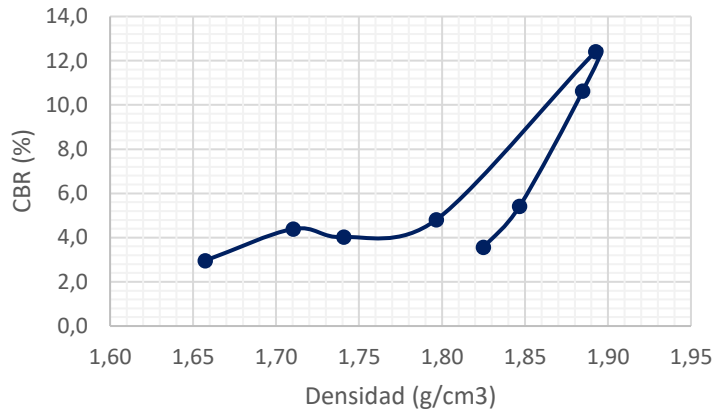
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



La figura 46 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,2" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 4,02% y densidad $1,74 \text{ g/cm}^3$

Figura 46

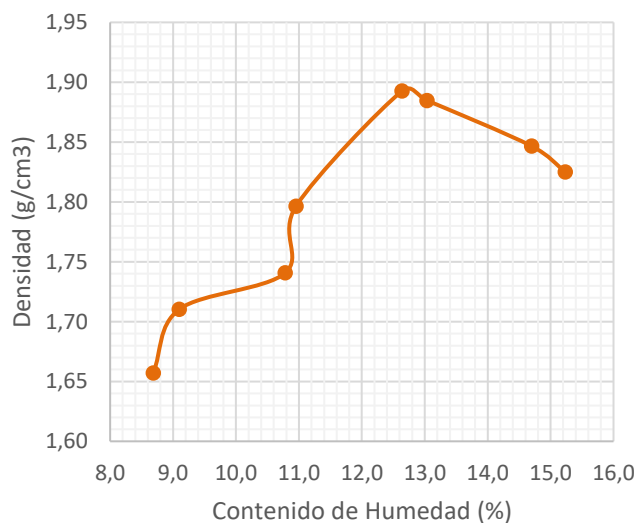
Relación de Densidad (g/cm³) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



En la figura 47 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm³), que nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, de 13,5 % y 1,89 g/cm³ respectivamente. Las cuales tienen una variación de 0,86 % y 0,01 g/cm³, respecto al CH óptimo y a la densidad seca máxima del ensayo Proctor modificado.

Figura 47

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³)



- Resultado de la relación entre los CH después de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 72 observamos el CH, valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 72

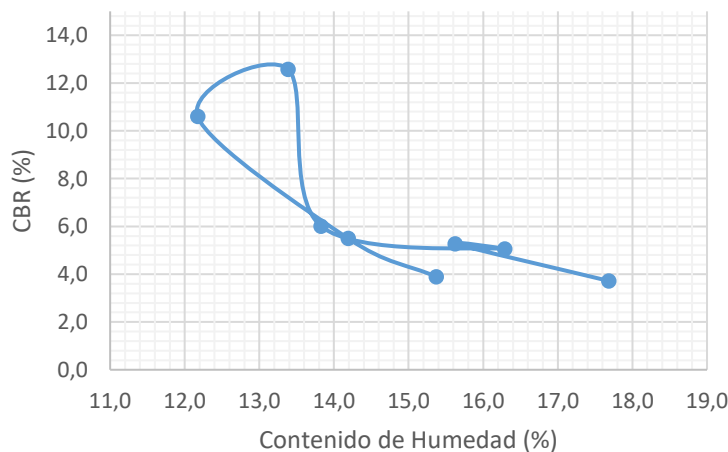
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 12 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
13,38	12,58	12,40	1,89

En la figura 48 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 48

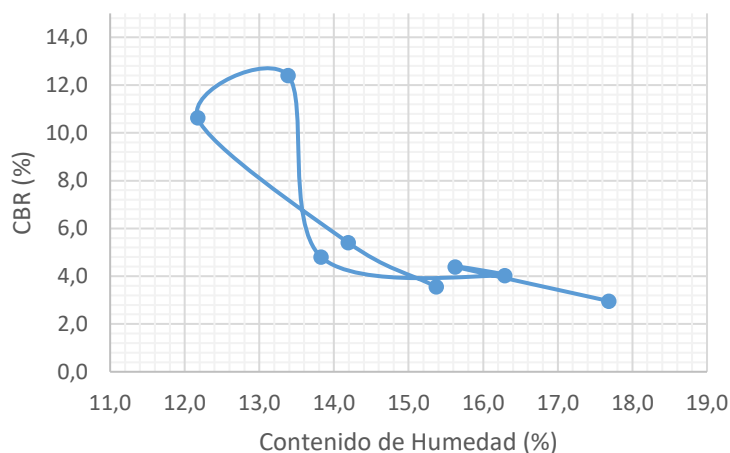
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 49 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 49

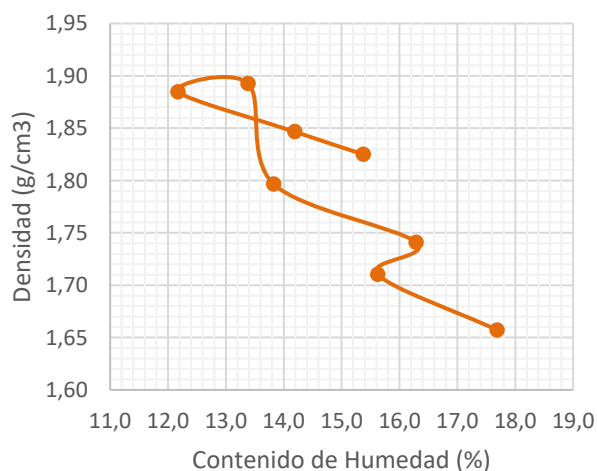
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



En la figura 50 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que no nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, debido a que los valores del contenido de humedad de los especímenes saturados por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 50

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm^3).



4.1.4. MAPA DE RESISTENCIA PARA 0.1" DE PENETRACIÓN

El mapa de resistencia se obtiene a través de la matriz de interpolación en el programa OriginPro 2019b, que nos muestra las curvas de nivel de los valores de CBR para CH y densidades diversas.

- Se ordenó de menor número de golpes/capa a mayor número de golpes/capa

La tabla 73 muestra los 8 valores de CH (%), densidad (g/cm³) y CBR (%) a 0,1" de penetración para 12, 26 y 55 golpes/capa, ordenados de manera ascendente.

Tabla 73

Resultados de laboratorio

	CH (%)	Densidad (g/cm ³)	CBR (0.1")
12 golpes/Capa	8,69	1,66	3,72
	9,10	1,71	5,27
	10,78	1,74	5,05
	10,96	1,80	6,01
	12,64	1,89	12,58
	13,03	1,88	10,60
	14,70	1,85	5,50
	15,23	1,82	3,89
26 golpes/Capa	8,52	1,84	5,08
	9,05	1,90	8,19
	10,24	1,92	12,59
	11,09	1,96	16,58
	12,86	1,98	14,53
	13,05	1,97	12,43
	14,92	1,91	5,75
	15,07	1,84	3,88
55 golpes/Capa	8,65	1,98	8,03
	9,07	2,02	14,02
	10,41	2,07	23,00
	11,24	2,04	28,69
	12,32	1,99	16,60
	12,86	1,97	14,92
	14,61	1,93	6,72
	15,18	1,84	4,39

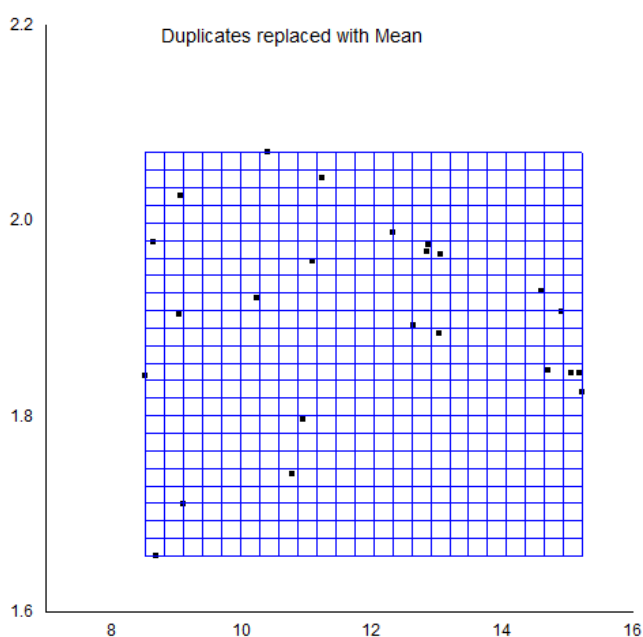
- Se ingresan los datos en OriginPro 2019b

Se ingresó los datos de CH (%), densidad (g/cm^3) y CBR (%) a 0,1" de penetración al OriginPro 2019b, se consideró coordenadas: "A(X)", "B(Y)" y "C(Z)"; Nombre de Longitud: "CH", "DENSIDAD" y "CBR"; Unidades: (%), (g/cm^3) y (%)

En la figura 51 se muestra que en Range 1 se cargó valores de "X", "Y" y "Z", en Rows se consideró de 1 al 24, se seleccionó en Gridding Method and Parameters: Random (Kriging Correlación), en columns: 24, en Rows: 24, en Search radius: 2, en Mínimum Points: 10, en Maximum Points: 100 y en Smoothing: 1

Figura 51

Ingreso de información complementaria.



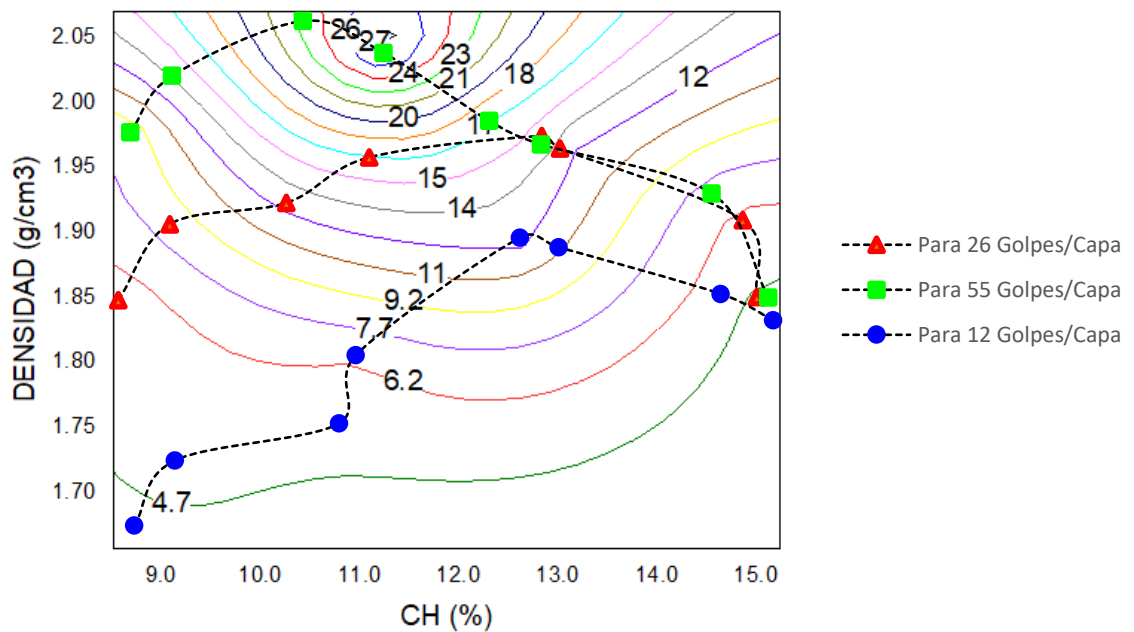
Nota. Fuente: OriginPro 2019b

- El Mapa de Resistencias nos permite determinar el valor de CBR a 0,1" de penetración para suelos cohesivos, es muy útil para los controles de campo, conociendo el CH y la densidad seca

En la figura 52 observamos el Mapa de Resistencia, que tiene valores de CBR (%) entre 4,7 % a 27 %, para valores de CH (%) entre 9 % a 15 % y valores de densidad (g/cm^3) entre $1,70 \text{ g/cm}^3$ a $2,05 \text{ g/cm}^3$

Figura 52

Cálculo de Isolínea de CBR



Nota. Fuente: OriginPro 2019b

4.1.5. MAPA DE RESISTENCIA PARA 0.2" DE PENETRACIÓN

El mapa de resistencia se obtiene a través de la matriz de interpolación en el programa OriginPro 2019b, nos muestra las curvas de nivel de los valores de CBR para los CH y las densidades diversas.

- Se ordenó de menor número de golpes/capa a mayor número de golpes/capa. La tabla 74 muestra los 8 valores de CH (%), densidad (g/cm³) y CBR (%) a 0,2" de penetración para 12, 26 y 55 golpes/capa ordenados de manera ascendente.

Tabla 74*Resultados de laboratorio*

	CH (%)	Densidad (g/cm ³)	CBR (0.2")
12 golpes/Capa	8,69	1,66	2,96
	9,10	1,71	4,39
	10,78	1,74	4,02
	10,96	1,80	4,81
	12,64	1,89	12,40
	13,03	1,88	10,63
	14,70	1,85	5,41
	15,23	1,82	3,56
26 golpes/Capa	8,52	1,84	4,49
	9,05	1,90	7,06
	10,24	1,92	10,93
	11,09	1,96	15,10
	12,86	1,98	14,38
	13,05	1,97	12,44
	14,92	1,91	5,72
	15,07	1,84	3,61
55 golpes/Capa	8,65	1,98	7,19
	9,07	2,02	13,68
	10,41	2,07	22,80
	11,24	2,04	28,54
	12,32	1,99	16,41
	12,86	1,97	13,74
	14,61	1,93	6,49
	15,18	1,84	3,95

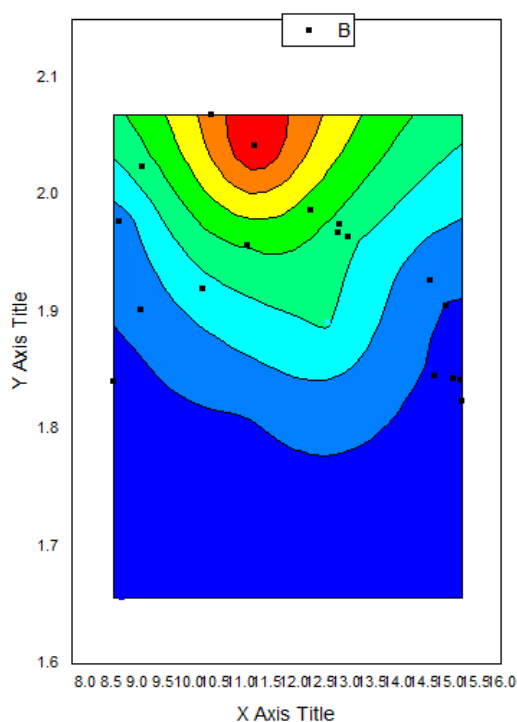
- Se ingresan los datos en OriginPro 2019b

La figura 53 muestra el ingreso de los datos de CH (%), densidad (g/cm^3) y CBR (%) a 0,2" de penetración al OriginPro 2019b, se consideró coordenadas: "A(X)", "B(Y)" y "C(Z)"; Nombre de Longitud: "CH", "DENSIDAD" y "CBR"; Unidades: (%), (g/cm^3) y (%)

En la figura 53 se muestra que en Range 1 se cargó valores de "X", "Y" y "Z", en Rows se consideró de 1 al 24, se seleccionó en Gridding Method and Parameters: Random (Kriging Correlación), en columns: 24, en Rows: 24, en Search radius: 2, en Minimum Points: 10, en Maximum Points: 100 y en Smoothing: 1

Figura 53

Ingreso de información complementaria



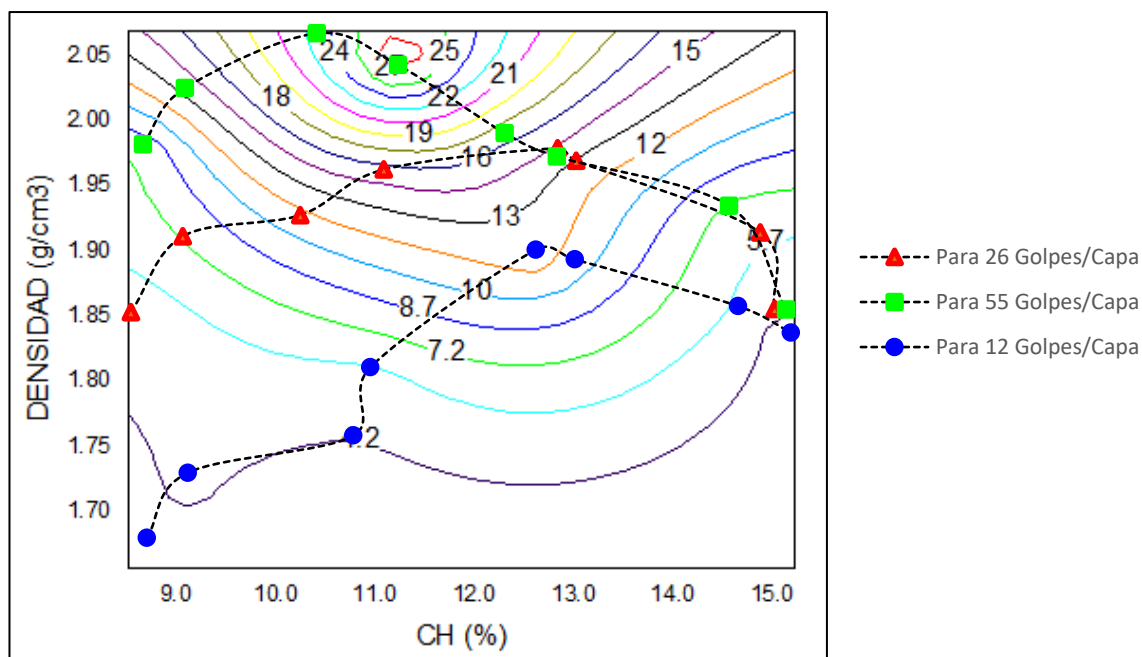
Nota. Fuente: OriginPro 2019b

- El Mapa de Resistencias nos permite determinar el valor de CBR a 0.2" de penetración para suelos cohesivos, es muy útil para los controles de campo, conociendo el CH y la densidad seca

En la figura 54 se muestra el Mapa de Resistencia, que tiene valores de CBR (%) entre 4,2 % a 27 %, para valores de CH (%) entre 9 % a 15 % y valores de densidad (g/cm^3) entre $1,70 \text{ g/cm}^3$ a $2,05 \text{ g/cm}^3$

Figura 54

Cálculo de Isolénea de CBR



Nota. Fuente: OriginPro 2019b

4.2. RELACIONES ENTRE CONTENIDOS DE HUMEDAD, DENSIDADES Y CBRs, DE LOS VALORES OBTENIDOS SIN CORRECCIÓN A 0,1" Y 0,2" DE PENETRACIÓN

4.2.1. RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADAS EN 5 CAPAS - 55 GOLPES/CAPA

- Resultados de la relación entre los contenidos de humedad antes de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 75 observamos el CH, los valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 75

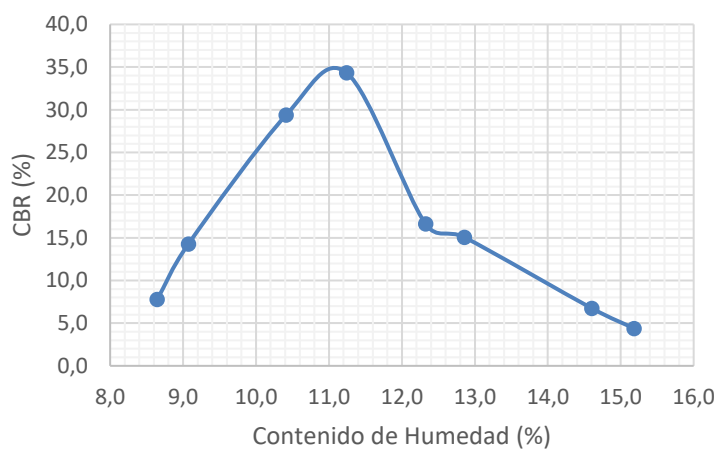
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 55 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
11,24	34,34	26,19	2,04

En la figura 55 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 34,34 % crece entre el 8,65 % a 11,24 % de CH y decrece entre 11,24 % a 15,18 % de CH.

Figura 55

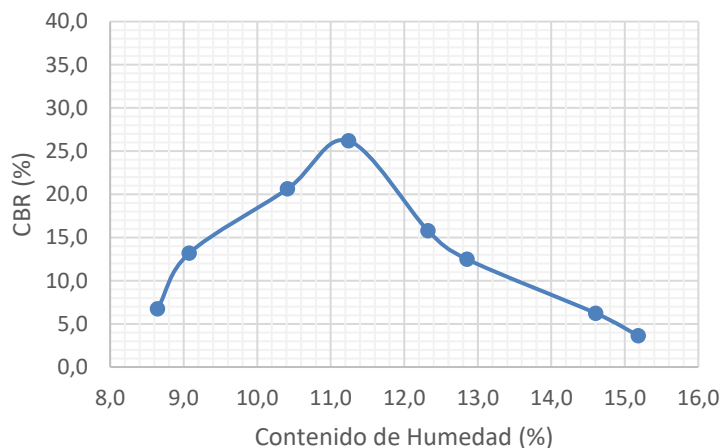
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 56 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 26,19 % crece entre el 8,65 % a 11,24 % de CH y decrece entre 11,24 % a 15,18 % de CH.

Figura 56

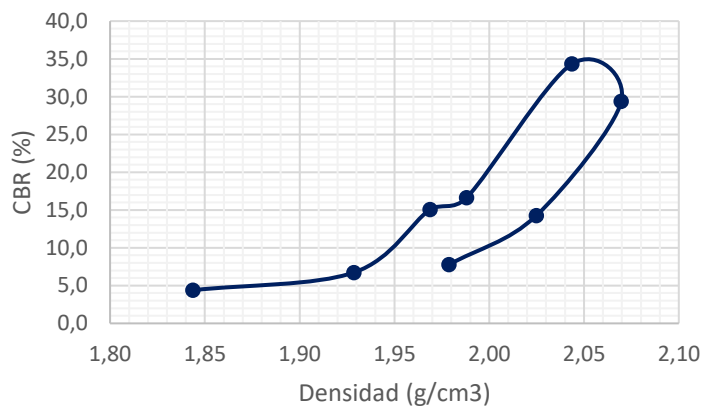
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración



La figura 57 se muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,1" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 29,39 % y densidad $2,07 \text{ g/cm}^3$

Figura 57

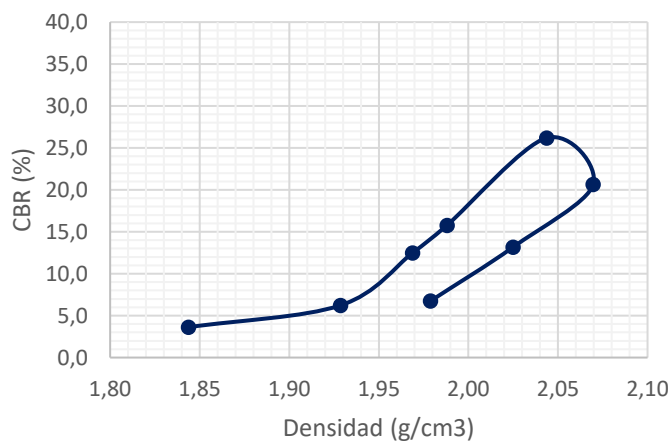
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



La figura 58 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,2" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 20,64 % y densidad 2,07 g/cm^3

Figura 58

Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración

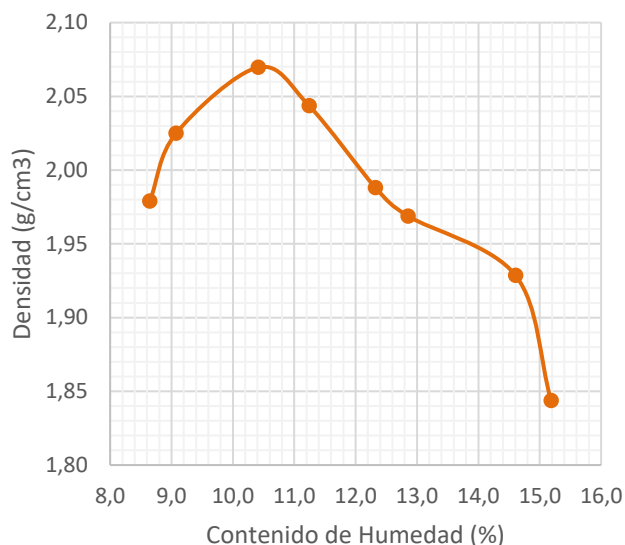


En la figura 59 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, de 10,4 % y 2,07 g/cm^3 respectivamente. Las cuales tienen una variación de 0,6 % y 0,05

g/cm³, respecto al CH óptimo de 11,0 % y a la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado.

Figura 59

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³)



- Resultados de la relación entre los CH después de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 76 se muestran el CH, los valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 76

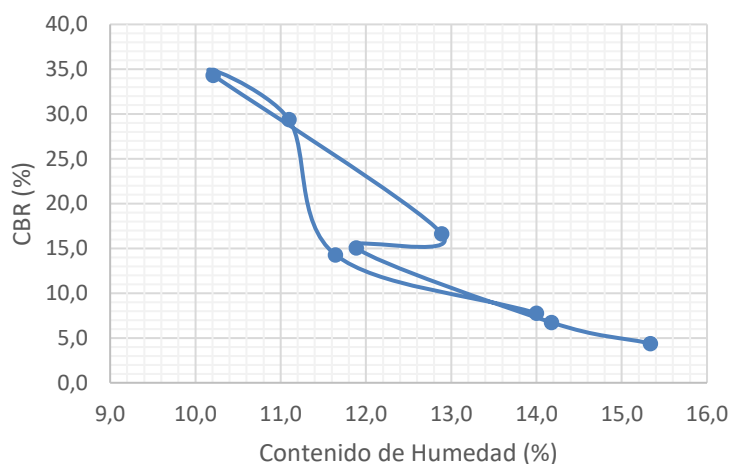
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 55 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
10,21	34,34	26,19	2,04

En la figura 60 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 60

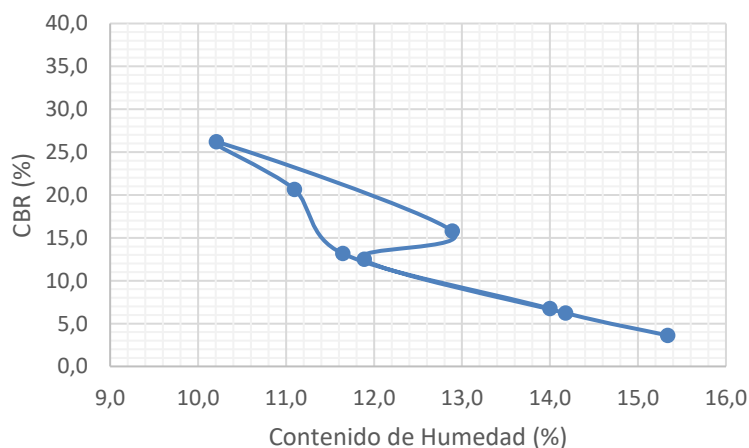
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



En la figura 61 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 61

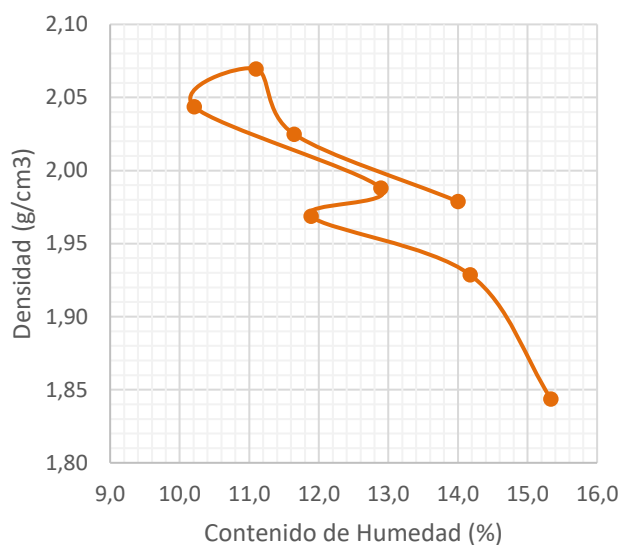
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



En la figura 62 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que no nos permite obtener un óptimo CH y una densidad seca máxima, debido a que los valores del contenido de humedad de los especímenes saturados por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 62

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³)



4.2.2. RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADAS EN 5 CAPAS - 26 GOLPES/CAPA

- Resultados de la relación entre los CH antes de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 77, se muestra el contenido de humedad, valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 77

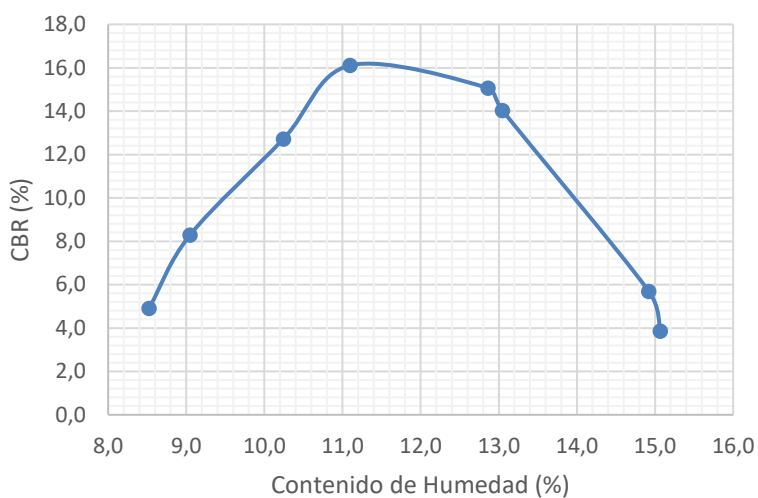
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 26 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
11,09	16,11	13,86	1,96

En la figura 63 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 16,11 % crece entre el 8,52 % a 11,09 % de CH y decrece entre 11,09 % a 15,07 % de CH.

Figura 63

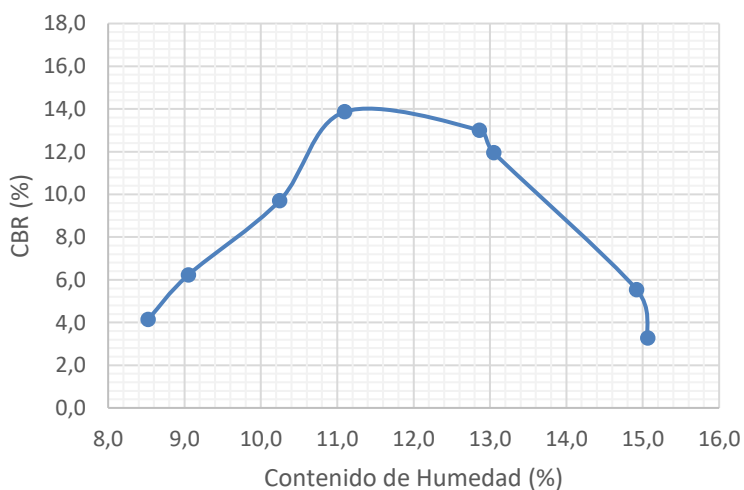
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 64 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 13,86 % crece entre el 8,52 % a 11,09 % de CH y decrece entre 11,09 % a 15,07 % de CH.

Figura 64

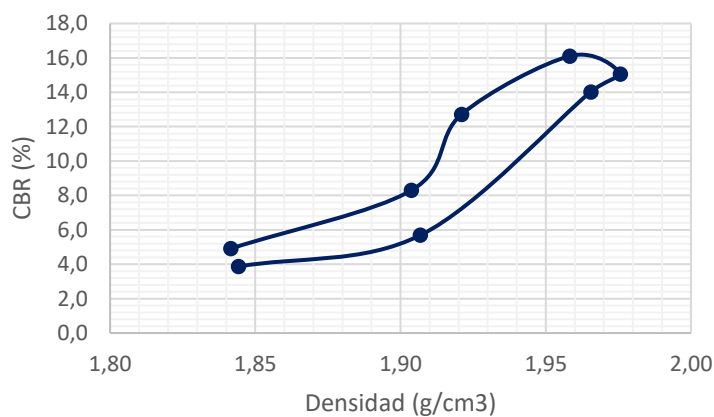
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



La figura 65 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,1" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 15,07 %, densidad $1,98 \text{ g}/\text{cm}^3$ y el punto de CBR 14,02 %, densidad $1,97 \text{ g}/\text{cm}^3$

Figura 65

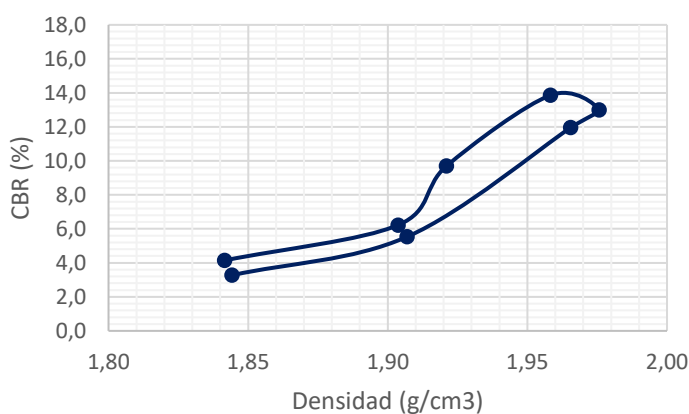
Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



La figura 66 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,2" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 13,00 %, densidad 1,98 g/cm^3 y el punto de CBR 11,95 %, densidad 1,97 g/cm^3

Figura 66

Relación de Densidad (g/cm^3) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.

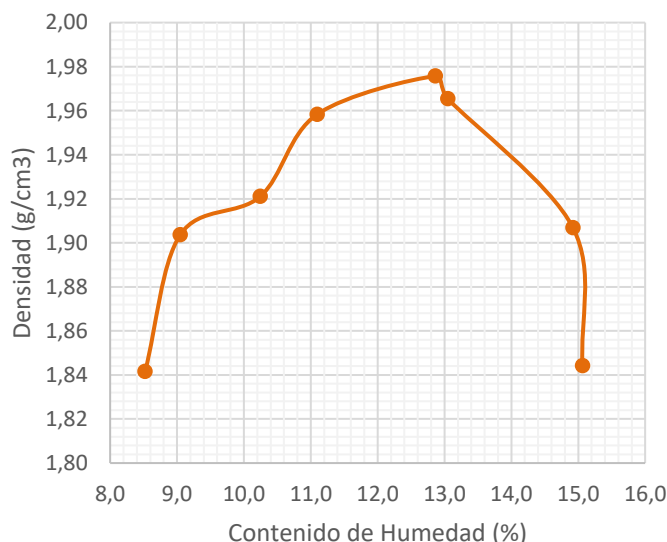


En la figura 67 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, de 12,8 % y 1,98 g/cm^3 respectivamente. Las cuales tienen una variación de 1,8 % y 0,04

g/cm³, respecto al CH óptimo de 11,0 % y a la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado.

Figura 67

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³)



- Resultados de la relación entre los CH después de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 78 se muestra el CH, valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 78

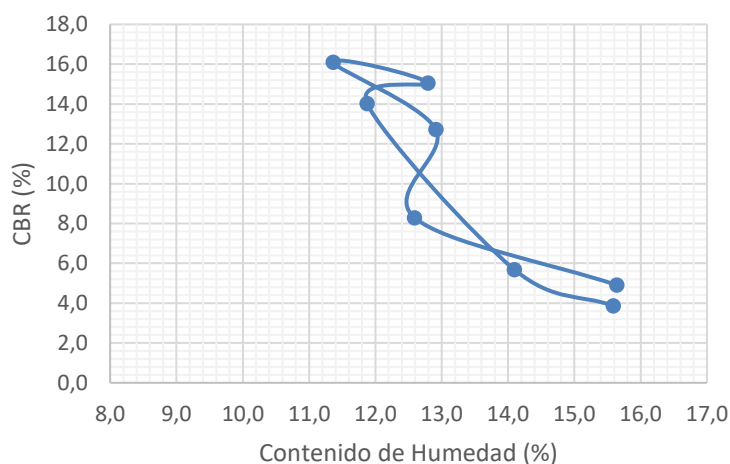
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 26 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
11,36	16,11	13,86	1,96

En la figura 68 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 68

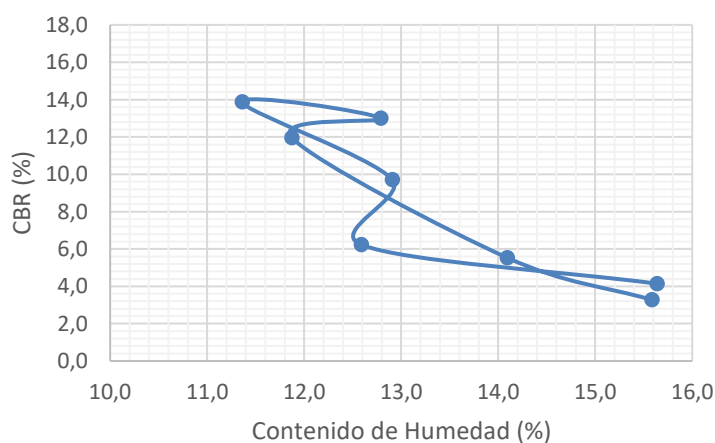
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración.



En la figura 69 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 69

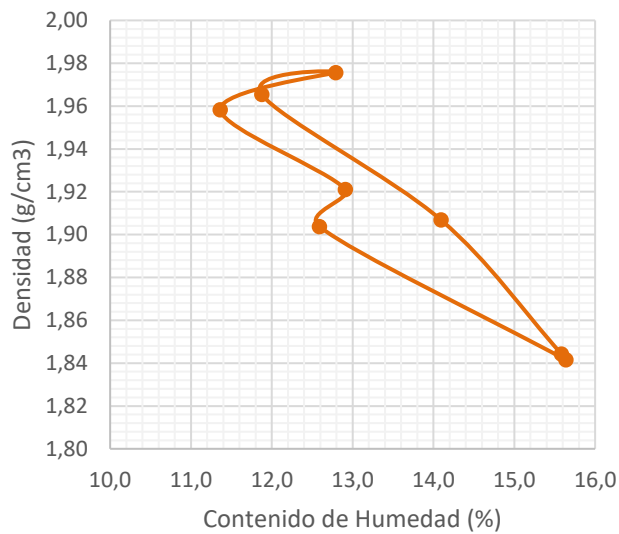
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



En la figura 70 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que no nos permite obtener un óptimo CH y una máxima densidad seca, debido a que los valores del CH de los especímenes saturados por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 70

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³)



4.2.3. RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES ELABORADAS EN 5 CAPAS - 12 GOLPES/CAPA

- Resultados de la relación entre los CH antes de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 79 se muestra los valores del CH, valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 79

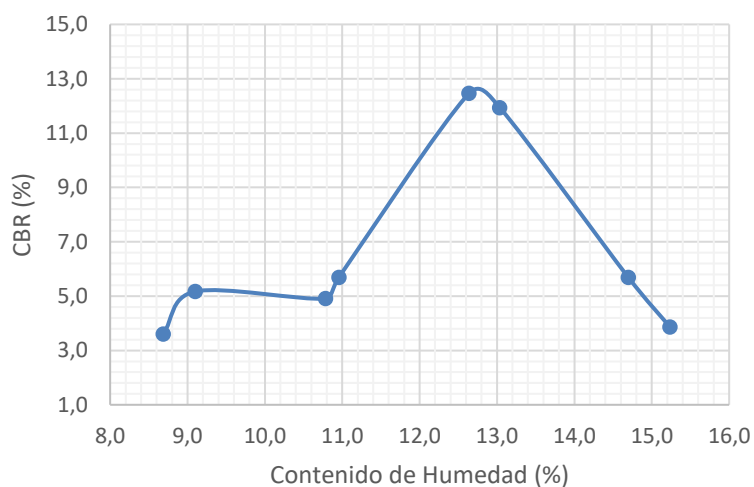
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 12 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
12,64	12,46	12,48	1,89

En la figura 71 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 12,46 % crece entre el 8,69 % a 12,64 % de CH y decrece entre 12,64 % a 15,23 % de CH.

Figura 71

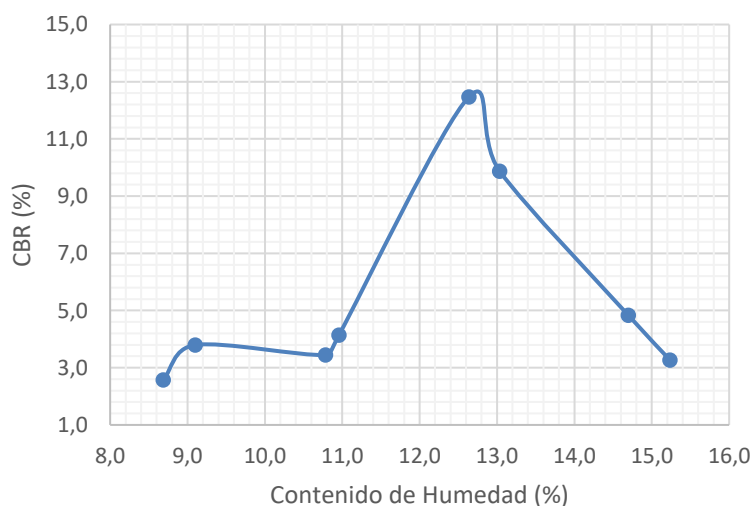
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



En la figura 72 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde nos indica que el valor de CBR, cuyo valor máximo es de 12,48 % crece entre el 8,69 % a 12,64 % de CH y decrece entre 12,64 % a 15,23 % de CH.

Figura 72

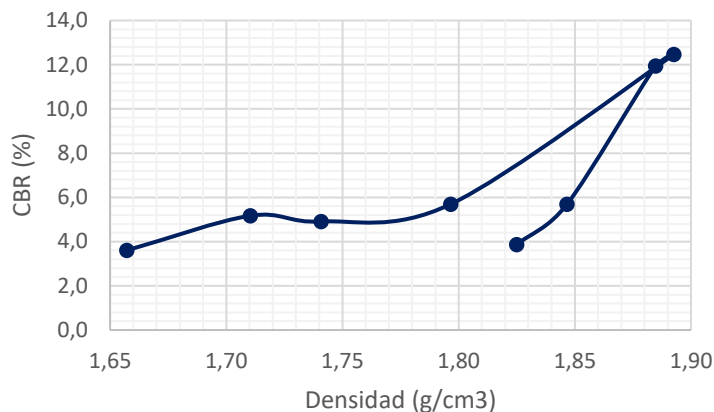
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



La figura 73 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,1" y la densidad (g/cm^3), excepto el punto de CBR 4,91 % y densidad $1,74 \text{ g}/\text{cm}^3$

Figura 73

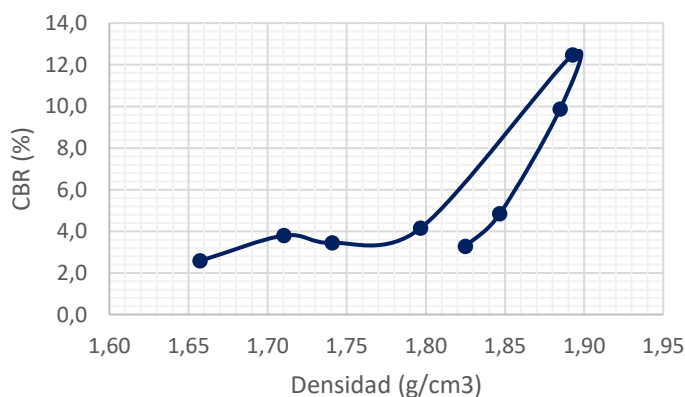
Relación de Densidad (g/cm³) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



La figura 74 muestra la relación directamente proporcional entre los valores de CBR (%) para penetración de 0,2" y la densidad (g/cm³), excepto el punto de CBR 3,45 % y densidad 1,74 g/cm³

Figura 74

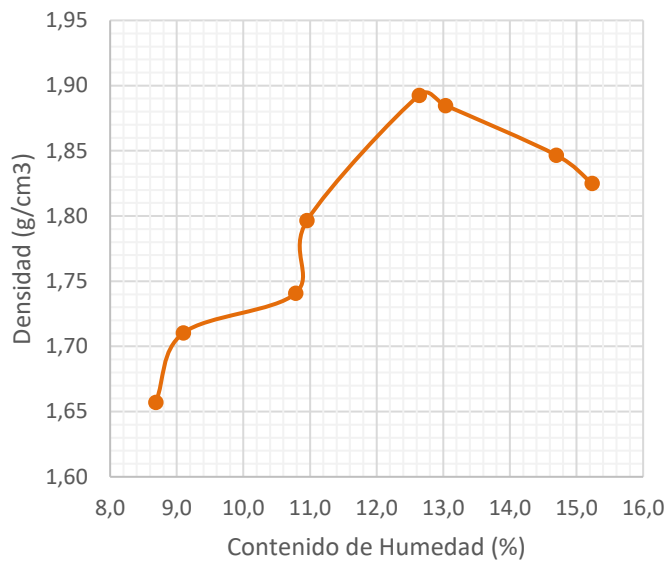
Relación de Densidad (g/cm³) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



En la figura 75 se muestra la relación entre el CH (%) y la densidad (g/cm³), que nos permite obtener un CH óptimo y una densidad seca máxima, de 12,6 % y 1,90 g/cm³ respectivamente. Las cuales tienen una variación de 1,6 % y 0,12 g/cm³, respecto al CH óptimo de 11,0 % y a la densidad seca máxima de 2,02 g/cm³ del ensayo de Proctor modificado.

Figura 75

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³)



- Resultados de la relación entre los CH después de la saturación por 96 horas, Densidades y CBRs

En la tabla 80 se muestra el CH, los valores de CBR máximos a penetración de 0,1" y 0,2" y una densidad.

Tabla 80

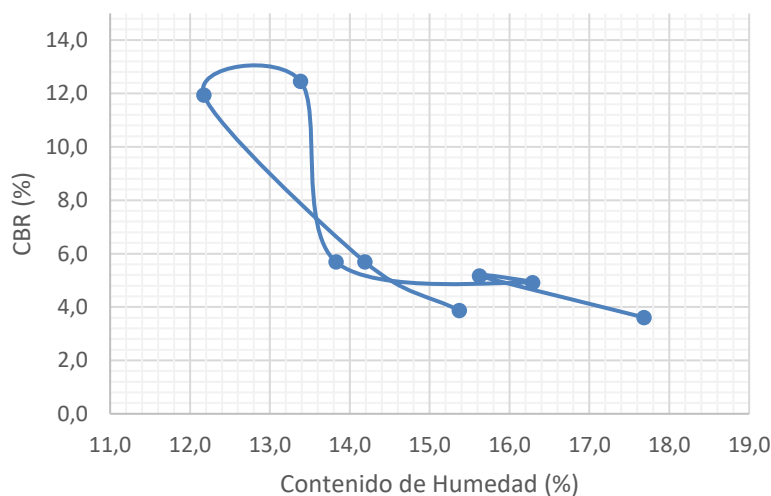
Resultados de los ensayos de CBR.

Para 12 Golpes			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm ³)
13,38	12,46	12,48	1,89

En la figura 76 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,1", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 76

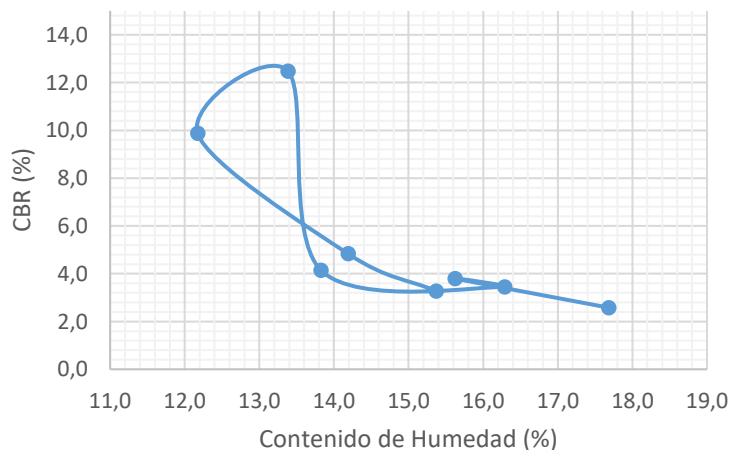
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,1" de Penetración



En la figura 77 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y el CBR (%) para penetración de 0,2", donde los valores de CH debido a la saturación del espécimen por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 77

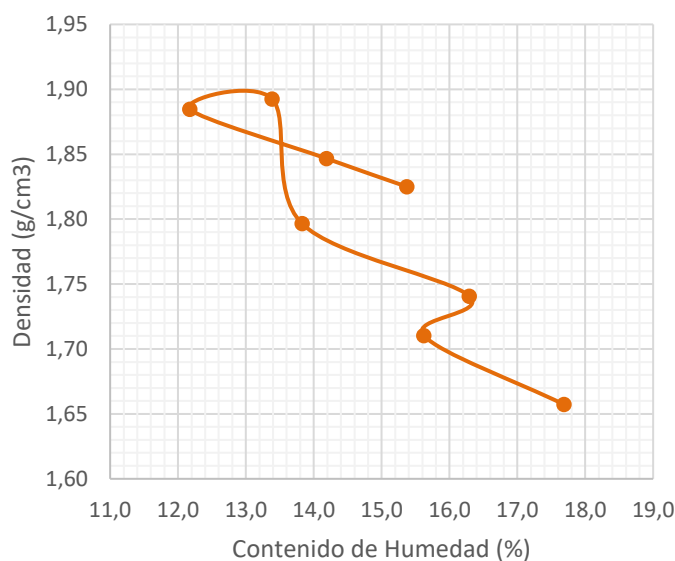
Relación de CH (%) Vs CBR (%) a 0,2" de Penetración.



En la figura 78 podemos observar la relación que existe entre el CH (%) y la densidad (g/cm^3), que no nos permite obtener un óptimo CH y una densidad seca máxima, debido a que los valores del contenido de humedad de los especímenes saturados por 96 horas, presentan valores incongruentes.

Figura 78

Relación del CH (%) Vs Densidad (g/cm³).



4.2.4. MAPA DE RESISTENCIA PARA 0,1" DE PENETRACIÓN

El mapa de resistencia se obtiene a través de la matriz de interpolación en el programa OriginPro 2019b, nos muestra las curvas de nivel de los valores de CBR para CH y densidades diversas.

- Se ordenó de menor número de golpes/capa a mayor número de golpes/capa. La tabla 81 muestra los 8 valores de CH (%), densidad (g/cm³) y CBR (%) a 0,1" de penetración para 12, 26 y 55 golpes/capa ordenados de manera ascendente.

Tabla 81*Resultados de laboratorio*

	CH (%)	Densidad (g/cm ³)	CBR (0.1")
12 golpes/Capa	8,69	1,66	3,61
	9,10	1,71	5,17
	10,78	1,74	4,91
	10,96	1,80	5,69
	12,64	1,89	12,46
	13,03	1,88	11,94
	14,70	1,85	5,69
	15,23	1,82	3,87
26 golpes/Capa	8,52	1,84	4,91
	9,05	1,90	8,30
	10,24	1,92	12,72
	11,09	1,96	16,11
	12,86	1,98	15,07
	13,05	1,97	14,02
	14,92	1,91	5,69
	15,07	1,84	3,87
55 golpes/Capa	8,65	1,98	7,77
	9,07	2,02	14,29
	10,41	2,07	29,39
	11,24	2,04	34,34
	12,32	1,99	16,63
	12,86	1,97	15,07
	14,61	1,93	6,73
	15,18	1,84	4,39

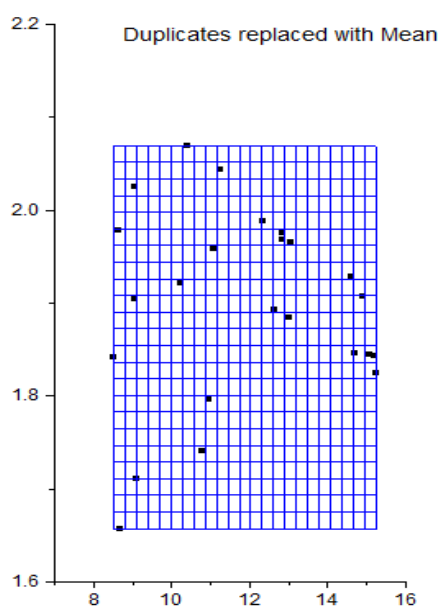
- Se ingresan los datos en OriginPro 2019b

Al ingresar los datos de CH (%), densidad (g/cm^3) y CBR (%) a 0,1" de penetración al OriginPro 2019b, se consideró coordenadas: "A(X)", "B(Y)" y "C(Z)"; Nombre de Longitud: "CH", "DENSIDAD" y "CBR"; Unidades: (%), (g/cm^3) y (%)

En la figura 79 se muestra que en Range 1 se cargó valores de "X", "Y" y "Z", en Rows se consideró de 1 al 24, se seleccionó en Gridding Method and Parameters: Random (Kriging Correlación), en columns: 24, en Rows: 24, en Search radius: 2, en Minimum Points: 10, en Maximum Points: 100 y en Smoothing: 1

Figura 79

Ingreso de información complementaria.



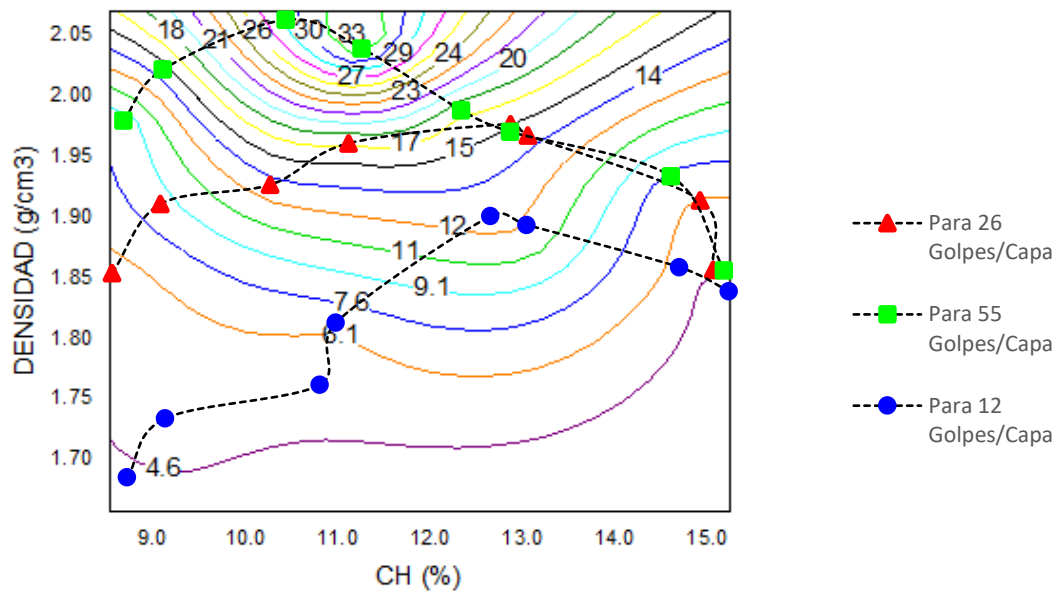
Nota. Fuente: OriginPro 2019b

- El Mapa de Resistencias nos permite determinar el valor de CBR a 0,1" de penetración para suelos cohesivos, es muy útil para los controles de campo, conociendo el CH y la densidad seca

En la figura 80 se puede observar el Mapa de Resistencia, que tiene valores de CBR (%) entre 4,6 % a 33 %, para valores de CH (%) entre 9 % a 15 % y valores de densidad (g/cm^3) entre 1,70 g/cm^3 a 2,05 g/cm^3

Figura 80

Cálculo de Isolínea de CBR



Nota. Fuente: OriginPro 2019b

4.2.5. MAPA DE RESISTENCIA PARA 0.2" DE PENETRACIÓN

El mapa de resistencia se obtiene a través de la matriz de interpolación en el programa OriginPro 2019b, nos muestra las curvas de nivel de los valores de CBR para CH y densidades diversas.

- Se ordenó de menor número de golpes/capa a mayor número de golpes/capa. La tabla 82 muestra los 8 valores de CH (%), densidad (g/cm³) y CBR (%) a 0,2" de penetración para 12 golpes/capa, 26 golpes/capa y 55 golpes/capa ordenados de manera ascendente.

Tabla 82*Resultados de laboratorio*

	CH (%)	Densidad (g/cm ³)	CBR (0.2")
12 golpes/Capa	8,69	1,66	2,58
	9,10	1,71	3,79
	10,78	1,74	3,45
	10,96	1,80	4,14
	12,64	1,89	12,48
	13,03	1,88	9,87
	14,70	1,85	4,84
	15,23	1,82	3,27
26 golpes/Capa	8,52	1,84	4,14
	9,05	1,90	6,23
	10,24	1,92	9,70
	11,09	1,96	13,86
	12,86	1,98	13,00
	13,05	1,97	11,95
	14,92	1,91	5,53
	15,07	1,84	3,27
55 golpes/Capa	8,65	1,98	6,75
	9,07	2,02	13,17
	10,41	2,07	20,64
	11,24	2,04	26,19
	12,32	1,99	15,77
	12,86	1,97	12,48
	14,61	1,93	6,23
	15,18	1,84	3,62

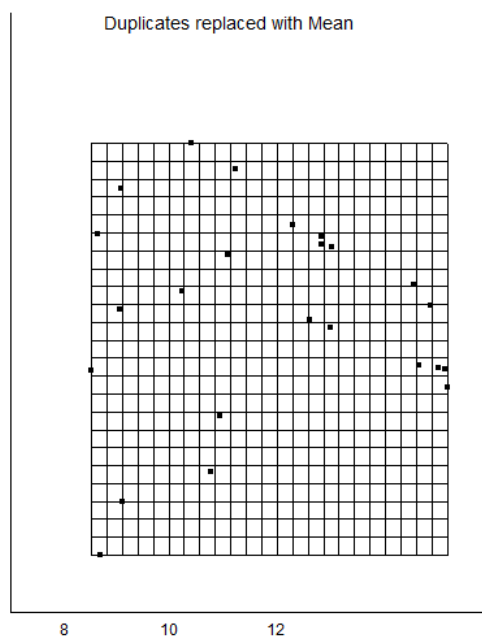
- Se ingresan los datos en OriginPro 2019b

Al ingresar los datos de CH (%), densidad (g/cm^3) y CBR (%) a 0,1" de penetración al OriginPro 2019b, se consideró coordenadas: "A(X)", "B(Y)" y "C(Z)"; Nombre de Longitud: "CH", "DENSIDAD" y "CBR"; Unidades: (%), (g/cm^3) y (%)

En la figura 81 se muestra que en Range 1 se cargó valores de "X", "Y" y "Z", en Rows se consideró de 1 al 24, se seleccionó en Gridding Method and Parameters: Random (Kriging Correlación), en columns: 24, en Rows: 24, en Search radius: 2, en Minimum Points: 10, en Maximum Points: 100 y en Smoothing: 1

Figura 81

Ingreso de información complementaria



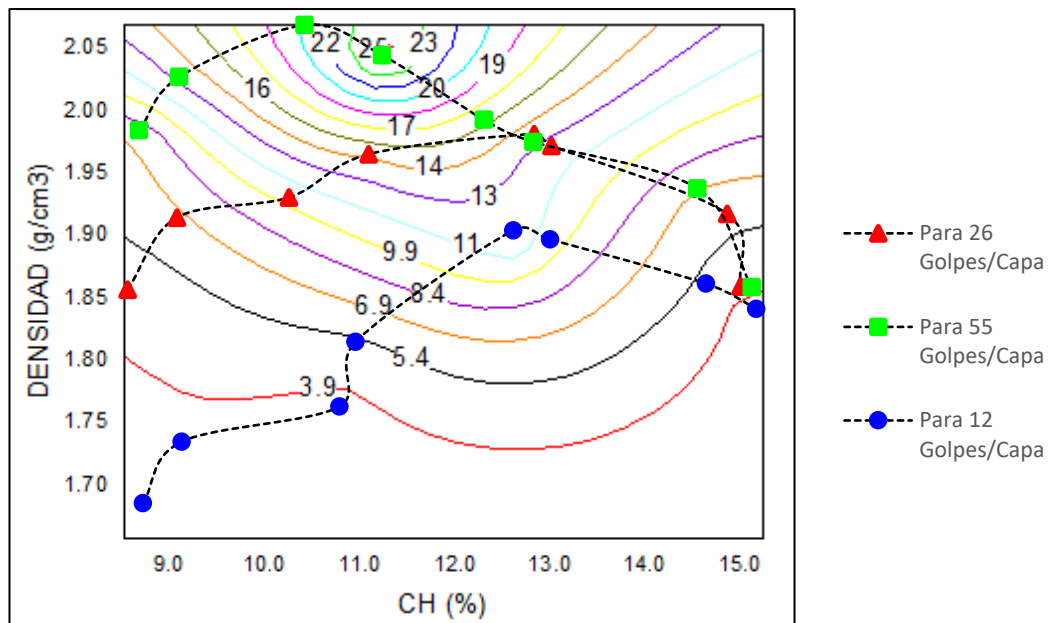
Nota. Fuente: OriginPro 2019b

- El Mapa de Resistencias nos permite determinar el valor de CBR a 0,2" de penetración para suelos cohesivos, es muy útil para los controles de campo, conociendo el CH y la densidad seca

En la figura 82 se observa el Mapa de Resistencia, que tiene valores de CBR (%) entre 3,9 % a 25 %, para valores de CH (%) entre 9 % a 15 % y valores de densidad (g/cm^3) entre 1,70 g/cm^3 a 2,05 g/cm^3

Figura 82

Cálculo de Isolénea de CBR



Nota. Fuente: OriginPro 2019b

Prueba de Hipótesis 1

La prueba de hipótesis de la variación de humedad por encima del contenido de humedad óptima; el cual se relaciona inversamente con el valor de resistencia del CBR de suelo cohesivo a nivel de sub rasante, se muestra en las sucesivas tablas y figuras para 12, 26 y 55 golpes por capa. Los resultados muestran la relación que existe entre las variables.

Prueba de Hipótesis para 12 golpes por capa relacionados con el CH (%) y CBR (%)

Se consideró los valores de CH por encima del CH óptimo de 13,5 % y sus respectivos valores de CBR, como se puede observar en la tabla 83.

Tabla 83:

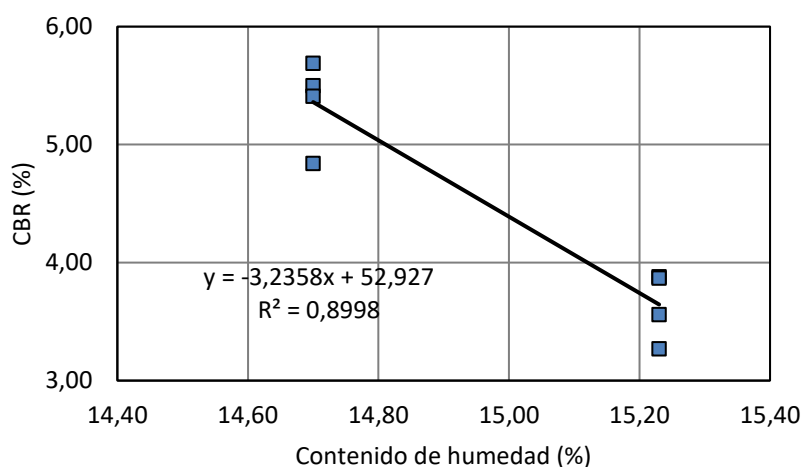
Valores de CH y CBR por encima del óptimo CH.

	Golpes por capa	CH (%)	CBR (%)	
12		14,70	5,50	
		15,23	3,88	
		14,70	5,41	
		15,23	3,56	
		14,70	5,69	
		15,23	3,87	
		14,70	4,84	
		15,23	3,27	

La regresión lineal para contenidos de humedad por encima del CH óptimo de 13,5 % y sus respectivos valores de CBR como se puede observar en la figura 83.

Figura 83:

Relación entre el CH y CBR.



La prueba "t student" de la variación de CH por encima del CH óptimo de 13,5 % y sus respectivos valores de CBR, nos indican que existe correlación $p = 95 \%$, $H_a: R^2 \neq 0$, tal como se indica en la tabla 84

Tabla 84:*Resultados del Tc y Tt.*

Estadístico Calculado Tc		Estadístico Tabular Tt	
R	0,9486	gl = N-2	6
R2	0,8998	P	0,95
N	8	$\alpha/2$	0,025
Tc	7,3403	Tt	2,4469

Prueba de Hipótesis para 26 golpes por capa relacionados con el CH (%) y CBR

Se consideró los valores de CH por encima del CH óptimo de 12,5 % y sus respectivos valores de CBR tal como se puede observar en la tabla 85.

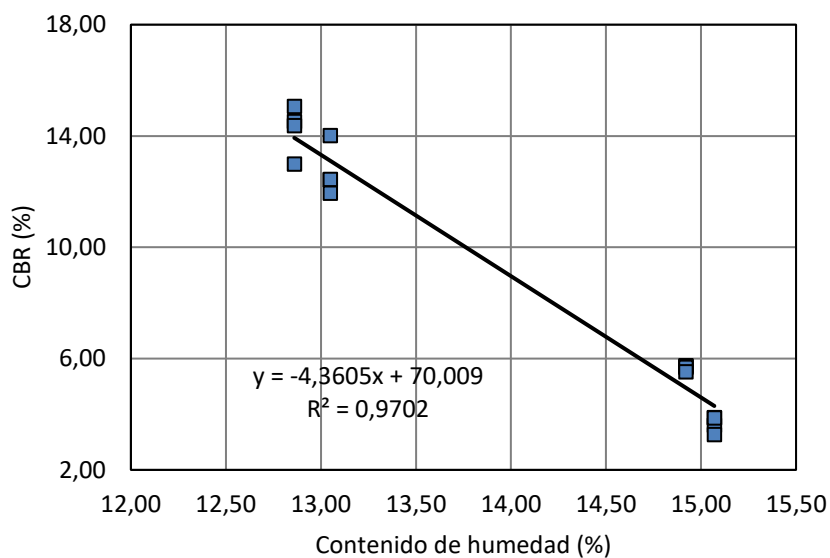
Tabla 85:*Valores de CH y CBR por encima del CH óptimo.*

Golpes por capa	CH (%)	CBR (%)
26	12,86	14,53
	13,05	12,43
	14,92	5,75
	15,07	3,88
	12,86	14,38
	13,05	12,44
	14,92	5,72
	15,07	3,61
	12,86	15,07
	13,05	14,02
	14,92	5,69
	15,07	3,87
	12,86	13
	13,05	11,95
	14,92	5,53
	15,07	3,27

La regresión lineal para contenidos de humedad por encima del contenido de humedad óptimo de 12,5 % y sus respectivos valores de CBR se puede observar en la figura 84.

Figura 84:

Relación entre el CH y CBR



La prueba “t student” de la variación de CH por encima del CH óptimo de 12,5 % y sus respectivos valores de CBR, nos indican que existe correlación $p = 95 \%$, $H_a: R^2 \neq 0$, como se puede ver en la tabla 86.

Tabla 86:

Resultados del Tc y Tt.

Estadístico Calculado Tc		Estadístico Tabular Tt	
R	0,9850	gl = N-2	14
R2	0,9702	P	0,95
N	16	$\alpha/2$	0,025
Tc	21,349	Tt	2,1448

Prueba de Hipótesis para 55 golpes por capa relacionados con el CH (%) y CBR

Se consideró los valores de CH por encima del CH óptimo de 10,45 % y sus respectivos valores de CBR como se puede ver en la tabla 87.

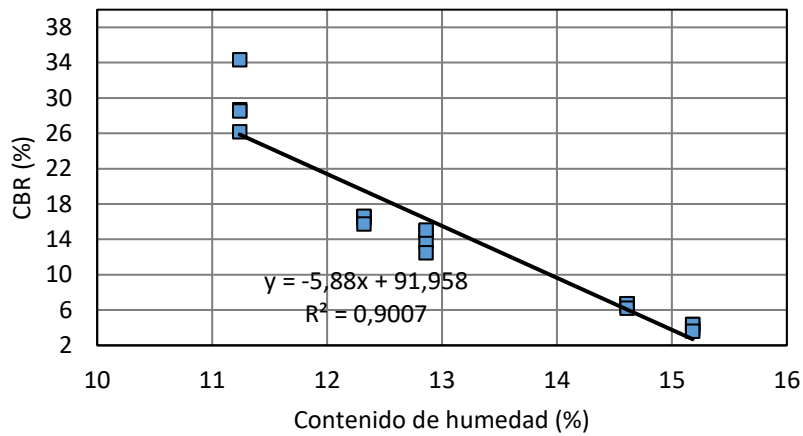
Tabla 87:*Valores de CH y CBR por encima del CH óptimo.*

Golpes por capa	CH (%)	CBR (%)
	11,24	28,69
	12,32	16,60
	12,86	14,92
	14,61	6,72
	15,18	4,39
	11,24	28,54
	12,32	16,41
	12,86	13,74
	14,61	6,49
	15,18	3,95
55	11,24	34,34
	12,32	16,63
	12,86	15,07
	14,61	6,73
	15,18	4,39
	11,24	26,19
	12,32	15,77
	12,86	12,48
	14,61	6,23
	15,18	3,62

La regresión lineal para contenidos de humedad por encima del contenido de humedad óptimo de 10,45 % y sus respectivos valores de CBR tal como podemos observar en la figura 85.

Figura 85:

Relación entre el CH y CBR



La prueba “t student” de la variación de CH por encima del CH óptimo de 10,45 % y sus respectivos valores de CBR, nos indican que existe correlación $p = 95 \%$, $H_a: R^2 \neq 0$, como podemos observar en la tabla 88.

Tabla 88:

Resultados del Tc y Tt.

Estadístico Calculado Tc		Estadístico Tabular Tt	
R	0,9491	gl = N-2	18
R2	0,9007	P	0,95
N	20	$\alpha/2$	0,025
Tc	12,778	Tt	2,1009

La hipótesis planteada resulta verdadera, ya que se cumple que, para 12, 26 y 55 golpes por capa, existen una correlación entre la variación del CH por encima del CH óptimo, el cual se relaciona inversamente con el valor de resistencia del CBR de suelo cohesivo a nivel de sub rasante.

Prueba de Hipótesis 2

La prueba de hipótesis de la variación de humedad por debajo del CH óptimo que se relaciona directamente con la densidad de suelo cohesivo a nivel de sub rasante se detalla en las siguientes tablas y figuras. Los resultados muestran la relación que existe entre las variables.

Prueba de Hipótesis para 12 golpes por capa relacionados con el CH (%) y Densidad.

Se consideró los valores de CH por debajo del CH óptimo de 13,5 % y sus respectivos valores de densidad tal como se muestra en la tabla 89.

Tabla 89

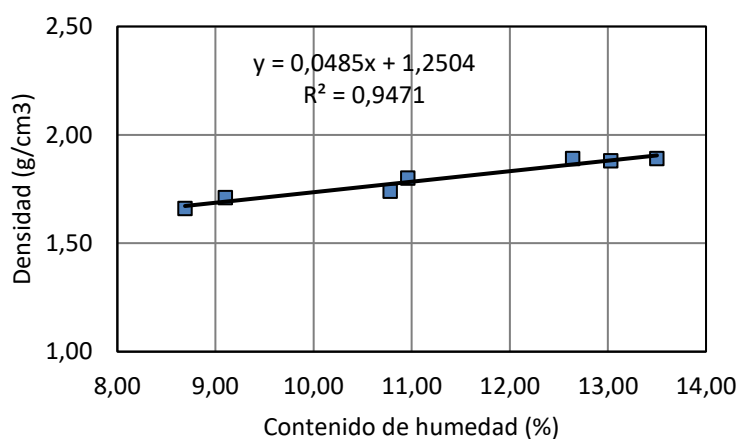
Valores de CH y densidad por debajo del CH óptimo.

Golpes	CH (%)	Densidad (g/cm ³)
12	8,69	1,66
	9,10	1,71
	10,78	1,74
	10,96	1,89
	12,64	1,89
	13,03	1,88
	13,50	1,89

La regresión lineal para CH por debajo del CH óptimo de 13,5 % y sus respectivos valores de densidad se muestra en la figura 86.

Figura 86:

Relación entre el CH y densidad



La prueba “t student” de la variación de CH por debajo del CH óptimo de 13,5 % y sus respectivos valores de densidad, nos indican que existe correlación $p = 95 \%$, $H_a: R^2 \neq 0$, como se puede ver en la tabla 90

Tabla 90:

Resultados del Tc y Tt.

Estadístico Calculado Tc		Estadístico Tabular Tt	
R	0,9732	gl = N-2	5
R2	0,9471	P	0,95
N	7	$\alpha/2$	0,025
Tc	9,461393	Tt	2,5706

Prueba de Hipótesis para 26 golpes por capa relacionados con el CH (%) y Densidad.

Se consideró los valores de CH por debajo del CH óptimo de 12,5 % y sus respectivos valores de densidad tal como se muestra en la tabla 91.

Tabla 91

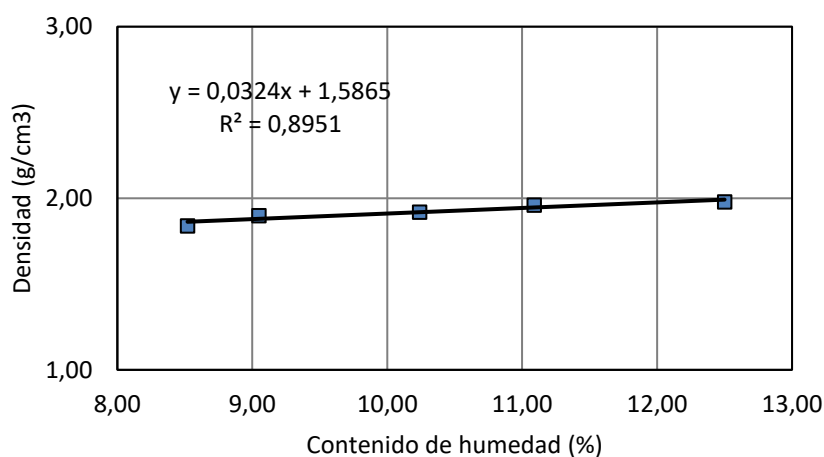
Valores de CH y densidad por debajo del CH óptimo.

Golpes	CH (%)	Densidad (g/cm3)
26	8,52	1,84
	9,05	1,90
	10,24	1,92
	11,09	1,96
	12,50	1,98

La regresión lineal para CH por debajo del CH óptimo de 12,5 % y sus respectivos valores de densidad se muestra en la figura 87.

Figura 87:

Relación entre el CH y densidad



La prueba “t student” de la variación de CH por debajo del CH óptimo de 12,5 % y sus respectivos valores de densidad, nos indican que existe correlación $p = 95 \%$, $H_a: R^2 \neq 0$, como podemos observar en la tabla 92.

Tabla 92:

Resultados del Tc y Tt.

Estadístico Calculado Tc		Estadístico Tabular Tt	
R	0,946	gl = N-2	3
R2	0,895	P	0,95
N	5	$\alpha/2$	0,025
Tc	5,067	Tt	3,182

Prueba de Hipótesis para 55 golpes por capa relacionados con el CH (%) y Densidad.

Se consideró los valores de CH por debajo del CH óptimo de 10,45 % y sus respectivos valores de densidad tal como se podemos observar en la tabla 93.

Tabla 93

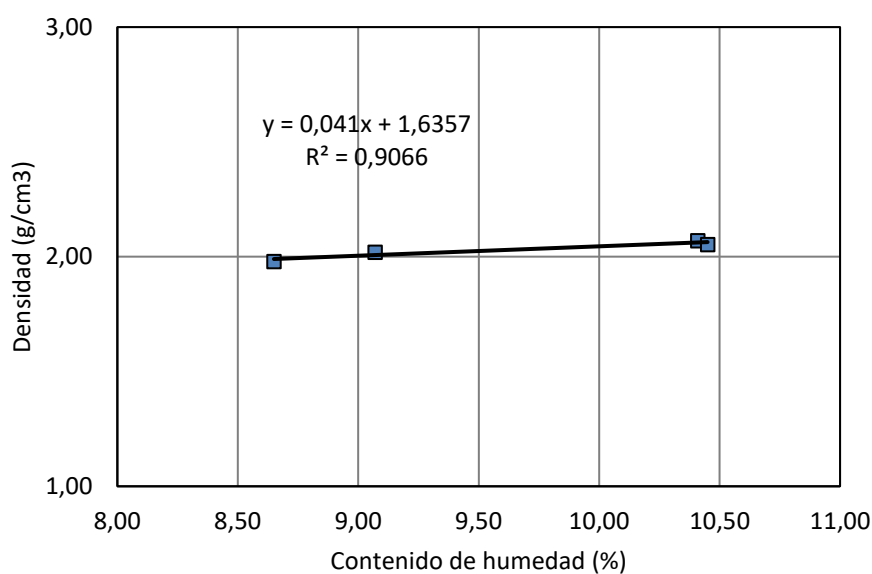
Valores de CH y densidad por debajo del CH óptimo.

Golpes	CH (%)	Densidad (g/cm ³)
55	8,65	1,98
	9,07	2,02
	10,41	2,07
	10,45	2,05

La regresión lineal para CH por debajo del CH óptimo de 10,45 % y sus respectivos valores de densidad se muestra en la figura 88.

Figura 88:

Relación entre el CH y densidad



La prueba “t student” de la variación de CH por debajo del CH óptimo de 10,45 % y sus respectivos valores de densidad, nos indican que existe correlación $p = 95 \%$, $H_a: R^2 \neq 0$, como podemos observar en la tabla 94.

Tabla 94:

Resultados del Tc y Tt.

Estadístico Calculado Tc		Estadístico Tabular Tt	
R	0,952	gl = N-2	2
R2	0,907	P	0,95
N	4	$\alpha/2$	0,025
Tc	4,406	Tt	4,303

La hipótesis planteada resulta verdadera, ya que se cumple que, para 12, 26 y 55 golpes por capa, existe una relación directa entre la variación del CH que se encuentra por debajo del CH óptimo y la densidad de suelo cohesivo a nivel de sub rasante.

CONCLUSIONES

- El contenido de humedad tiene una relación inversa y directa con el valor de CBR y densidad respectivamente cuando se analiza por encima y por debajo del CH óptimo.
- La relación del CH con el valor de CBR por encima del contenido de humedad óptima para valores de 13,5% para 12 golpes por capa, 12,5 % para 26 golpes por capa y 10,45 % para 55 golpes por capa tienen una relación inversamente proporcional.
- La relación del CH con el valor de Densidad por debajo del contenido de humedad óptima para valores de 13,5% para 12 golpes por capa, 12,5 para 26 golpes por capa y 10,45 % para 55 golpes por capa tienen una relación directamente proporcional.

RECOMENDACIONES

- En investigaciones posteriores se puede evaluar el material de subrasante para condiciones no saturadas, que nos permita explicar el comportamiento del terreno en estado natural.
- Se puede ampliar la investigación, considerando variables del CH, la energía de compactación, la hidratación y el CBR para materiales de subrasante, subbase, base, afirmado y otros.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aburto Aburto, M. A., & Rodriguez Lopez, D. (09 de Abril de 2012). *Repositorio Facultad de ingeniería*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/27/discover>
- Braja, M. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México: Thomson Editores S.A. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ralvmrz/fundamentos-de-ingeniera-geotcnica-braja-m-das>
- Feo C., L. E., & Alvarado, L. R. (Noviembre de 2012). *USO DE MAPAS DE RESISTENCIA PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES DE SUELOS COHESIVOS*. Obtenido de <https://fdocuments.mx/document/uso-de-mapas-de-resistencia-para-el-resistencia-al-corte-no-asi-en-suelos.html?page=2>
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de suelos, Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa S.A. Obtenido de https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20ONORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
- MTC. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20ONORMAS/ARCH_PDF/MAN_5%20%20EM-2016.pdf
- Municipalidad Distrital de Independencia-Huaraz. (2019-2021). *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del distrito de Independencia, provincia Huaraz, región Ancash*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/7072>

- Quintana Pariona, L. (2014). *Repositorio de la Universidad Nacional de Centro*.
Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/408>
- Rico Rodriguez, A. (2014). *Volumen Alfonso Rico Rodríguez*. MEXICO: Instituto
mexicano del transporte. Obtenido de
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb6.pdf>
- Rodríguez, A. R., & Mejía, H. D. (1992). *Consideraciones Sobre Compactación de
Suelos en Obras de Infraestructura de Transporte*. México. Obtenido de
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt7.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Determinación del CH.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha : Febrero 2020	
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por : H.L.A Técnico : H.L.A	

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: --	Progresiva	: --
Calicata	: --	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00 - 1.50 m

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	315,41	334,52
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	283,37	298,36
Peso Contenedor	Mc	30,46	30,51
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	252,91	267,85
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	32,04	36,16
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	12,67	13,50

Humedad Promedio (%)	13
-----------------------------	-----------

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha : Febrero 2020	
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por : H.L.A Técnico : H.L.A	

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: --	Progresiva	: --
Calicata	: --	Muestra	: mab-02
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00 - 1.50 m

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	313,05	297,48
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	282,68	266,51
Peso Contenedor	Mc	30,65	30,63
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	252,03	235,88
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	30,37	30,97
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	12,05	13,13

Humedad Promedio (%)	13
-----------------------------	-----------

Anexo 2: Determinación del Análisis Granulométrico.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha	: Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: H.L.A
		Técnico	: H.L.A

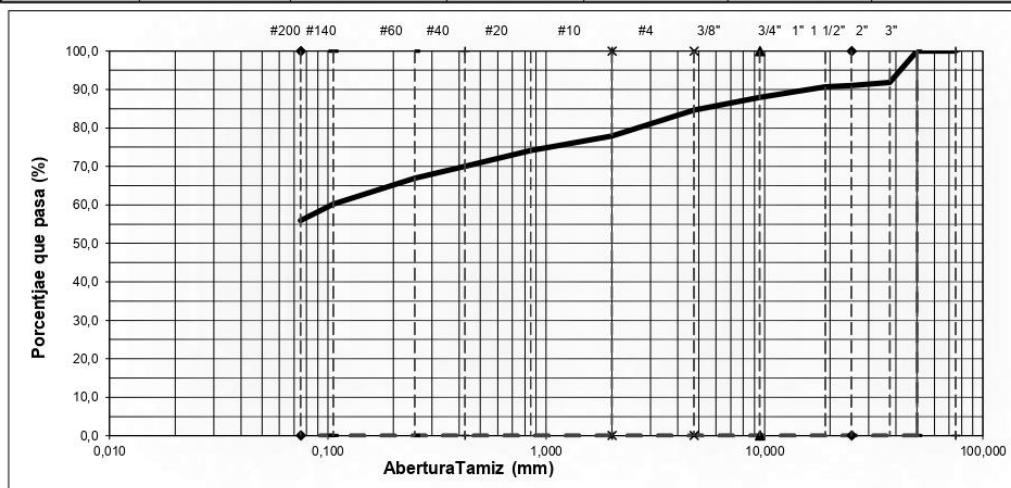
DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.-	Progresiva : -.-	Material : Subrasante
Calicata : -.-	Muestra : mab-01	Tamaño Máximo:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr)	= 3672,50	Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr)	= 321,0
Masa Lavada y Seca (gr)	= 1648,42	Masa de Material Grueso (gr)	= 809,10
Masa Retenido 3"(gr)	= 0,00	% que pasa N° 200	= 55,9

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75,000	0,00	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	300,20	8,17	8,2	91,8
1"	25,000	27,90	0,76	8,9	91,1
3/4"	19,000	12,40	0,34	9,3	90,7
3/8"	9,500	99,70	2,71	12,0	88,0
# 4	4,750	125,00	3,40	15,4	84,6
# 10	2,000	243,90	6,64	22,0	78,0
# 20	0,850	15,90	3,86	25,9	74,1
# 40	0,425	17,00	4,13	30,0	70,0
# 60	0,250	12,30	2,99	33,0	67,0
# 140	0,106	28,10	6,82	39,8	60,2
# 200	0,075	17,40	4,23	44,1	55,9
< 200	Fondo	3,20	0,78	44,8	55,2



% GRAVA	15,4	% Gruesa :	9,3	D60 (mm) =	0,105
		% Fina :	6,1	D30 (mm) =	0,000
% ARENA	28,7	% Gruesa :	6,6	D10 (mm) =	0,000
		% Media :	8,0	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	14,0	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	55,9				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha	: Febrero 2020
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

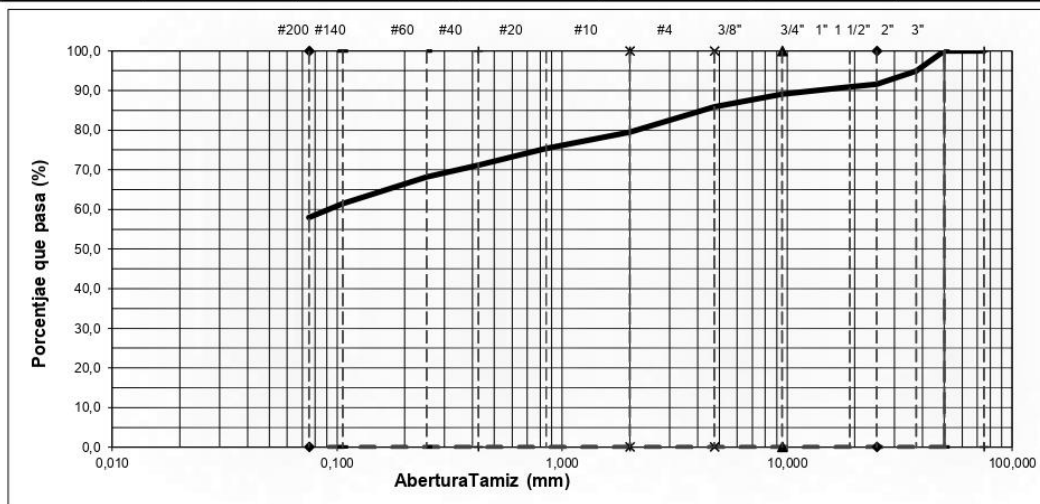
DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -.-	Progresiva	: -.-	Material	: Subrasante
Calicata	: -.-	Muestra	: mab-02	Tamaño Máximo:	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr)	= 3632,30	Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr)	= 338,9
Masa Lavada y Seca (gr)	= 1554,72	Masa de Material Grueso (gr)	= 745,40
Masa Retenido 3"(gr)	= 0,00	% que pasa N° 200	= 58,0

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75,000	0,00	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	186,00	5,12	5,1	94,9
1"	25,000	119,10	3,28	8,4	91,6
3/4"	19,000	25,70	0,71	9,1	90,9
3/8"	9,500	63,40	1,75	10,9	89,1
# 4	4,750	118,20	3,25	14,1	85,9
# 10	2,000	233,00	6,41	20,5	79,5
# 20	0,850	17,40	4,08	24,6	75,4
# 40	0,425	17,90	4,20	28,8	71,2
# 60	0,250	12,70	2,98	31,8	68,2
# 140	0,106	29,00	6,80	38,6	61,4
# 200	0,075	14,70	3,45	42,0	58,0
< 200	Fondo	3,30	0,77	42,8	57,2



% GRAVA	14,1	% Gruesa :	9,1	D60 (mm) =	0,093
		% Fina :	5,0	D30 (mm) =	0,000
% ARENA	27,9	% Gruesa :	6,4	D10 (mm) =	0,000
		% Media :	8,3	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	13,2	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	58,0				

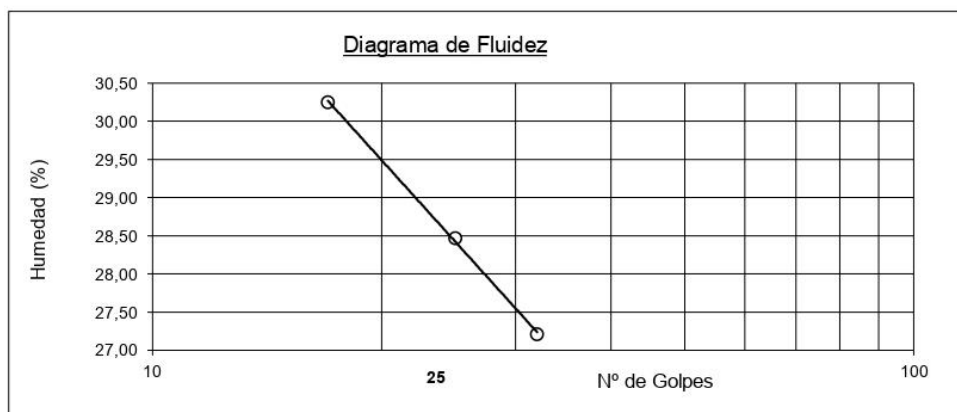
Anexo 3: Determinación del LL, LP e IP.

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(MTC E 110 y MTC E 111)

		Solicitud N°	
Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha	: Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: H.L.A
		Técnico	: H.L.A
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: --	Progresiva	: --
Calicata	: --	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00 - 1.50 m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	17	25	32
P.Suelo Húmedo+Rec.	38,05	38,44	39,93
P.Suelo Seco+Rec.	33,08	33,64	35,00
Peso del Recipiente	16,65	16,78	16,88
Peso Suelo Seco	16,43	16,86	18,12
Peso del Agua	4,97	4,80	4,93
C. de Humedad %	30,25	28,47	27,21



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	26,98	25,48
P.Suelo Seco+Rec.	25,63	24,24
Peso del Recipiente	15,50	14,83
Peso Suelo Seco	10,13	9,41
Peso del Agua	1,35	1,24
C. de Humedad %	13,33	13,18

Limite Líquido = **29**

Limite Plástico = **13**

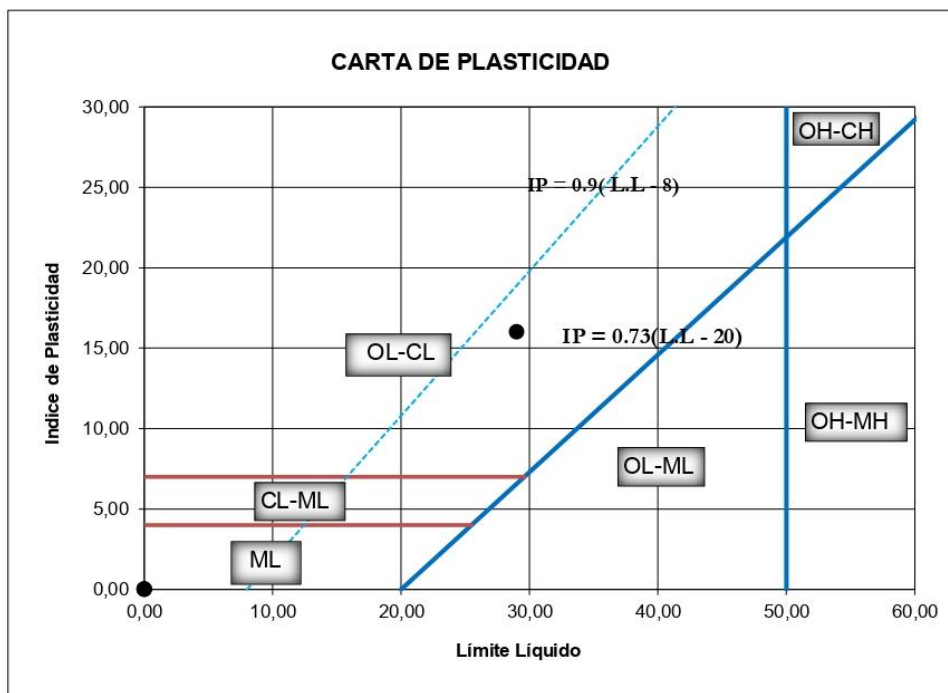
Índice Plasticidad = **16**

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N°

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha	: Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: H.L.A
		Técnico	: H.L.A
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: -.-	Progresiva	: -.-
Calicata	: -.-	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00 - 1.50 m



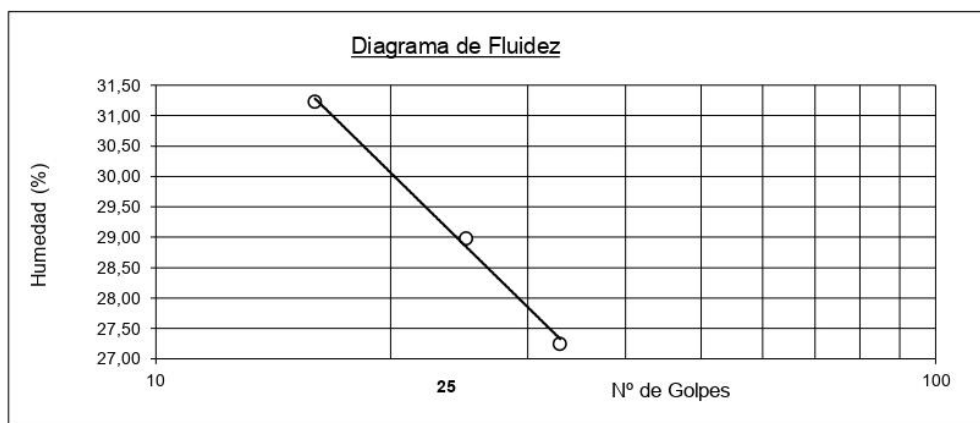
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(MTC E 110 y MTC E 111)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha : Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por : H.L.A
		Técnico : H.L.A
DATOS DE LA MUESTRA		
Cantera	: --	Progresiva : --
Calicata	: --	Muestra : mab-02
		Material : Subrasante
		Profundidad : 0.00 - 1.50 m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	16	25	33
P.Suelo Húmedo+Rec.	42,16	40,89	42,42
P.Suelo Seco+Rec.	36,08	35,52	37,01
Peso del Recipiente	16,61	16,99	17,15
Peso Suelo Seco	19,47	18,53	19,86
Peso del Agua	6,08	5,37	5,41
C. de Humedad %	31,23	28,98	27,24



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	21,48	20,97
P.Suelo Seco+Rec.	20,77	20,25
Peso del Recipiente	15,06	14,62
Peso Suelo Seco	5,71	5,63
Peso del Agua	0,71	0,72
C. de Humedad %	12,43	12,79

Limite Líquido = **29**

Limite Plástico = **13**

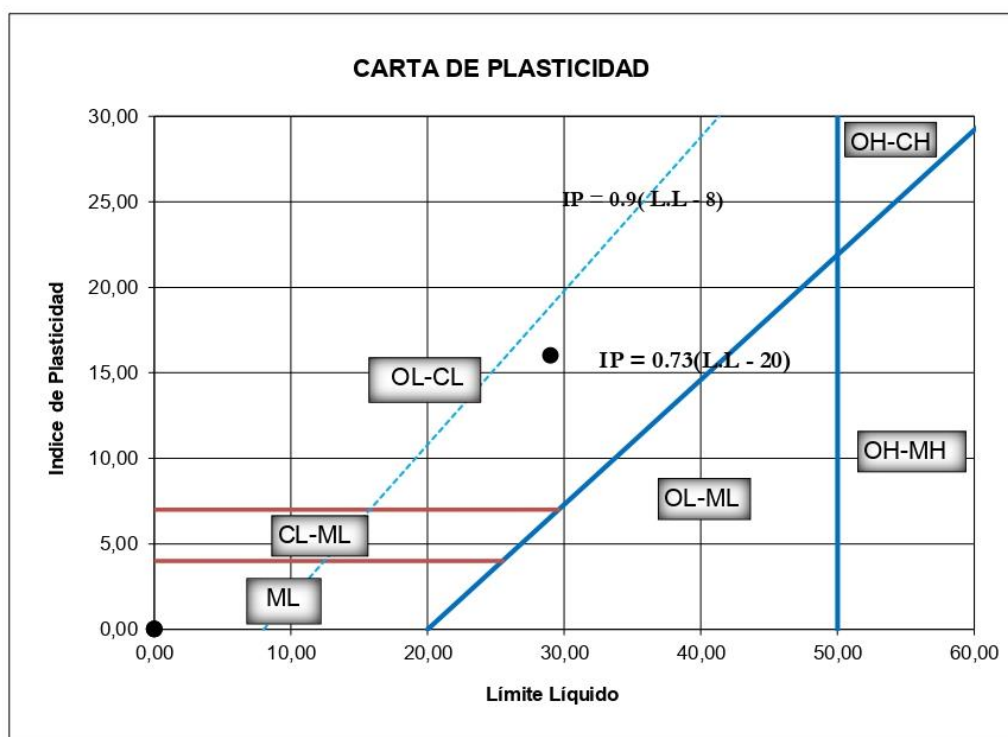
Índice Plasticidad = **16**

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N°

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha	: Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por	: H.L.A
		Técnico	: H.L.A
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: -.-	Progresiva	: -.-
Calicata	: -.-	Muestra	: mab-02
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00 - 1.50 m



Anexo 4: Hoja de Resumen de Clasificación SUCS y AASHTO.

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha : Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por : H.L.A Técnico : H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA	Calicata	-.-			
	Muestra	mab-01			
	Material	Subrasante			
	Profundidad	0.00 - 1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100,0			
	2"	100,0			
	1 1/2"	91,8			
	1"	91,1			
	3/4"	90,7			
	3/8"	88,0			
	# 4	84,6			
	# 10	78,0			
	# 20	74,1			
	# 40	70,0			
	# 60	67,0			
# 140	60,2				
# 200	55,9				
Coef. de Uniformidad Cu		-.-			
Coef. de Curvatura Cc		-.-			
Porcentaje de Material	Grava	15,4			
	Arena	28,7			
	Finos	55,9			
Mitad de Fracción Gruesa		22,0			
Limites de Consistencia	L.L.	29			
	L.P.	13			
	I.P.	16			
Humedad Natural (%)		13			
Indice de Grupo	IG - LL	3,04			
	IG - IP	2,46			
	Indice de Grupo	5			
Clasificación AASHTO		A-6(5)			
Clasificación SUCS		CL			
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava			

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	
Solicita	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha : Febrero 2020
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por : H.L.A Técnico : H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA	Calicata	--			
	Muestra	mab-02			
	Material	Subrasante			
	Profundidad	0.00 - 1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100,0			
	2"	100,0			
	1 1/2"	94,9			
	1"	91,6			
	3/4"	90,9			
	3/8"	89,1			
	# 4	85,9			
	# 10	79,5			
	# 20	75,4			
	# 40	71,2			
	# 60	68,2			
	# 140	61,4			
# 200	58,0				
Coef. de Uniformidad Cu		--			
Coef. de Curvatura Cc		--			
Porcentaje de Material	Grava	14,1			
	Arena	27,9			
	Finos	58,0			
Mitad de Fracción Gruesa		21,0			
Limites de	L.L.	29			
	L.P.	13			
Consistencia	I.P.	16			
Humedad Natural (%)		13			
Indice de Grupo	IG - LL	3,33			
	IG - IP	2,58			
	Indice de Grupo	6			
Clasificación AASHTO		A-6(6)			
Clasificación SUCS		CL			
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad			

Anexo 5: Energía Modificada (Proctor Modificado)

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2 700 kN-m/m³ - 56 000 pie-lb/pie³) (MTC E115)

Solicitud N°

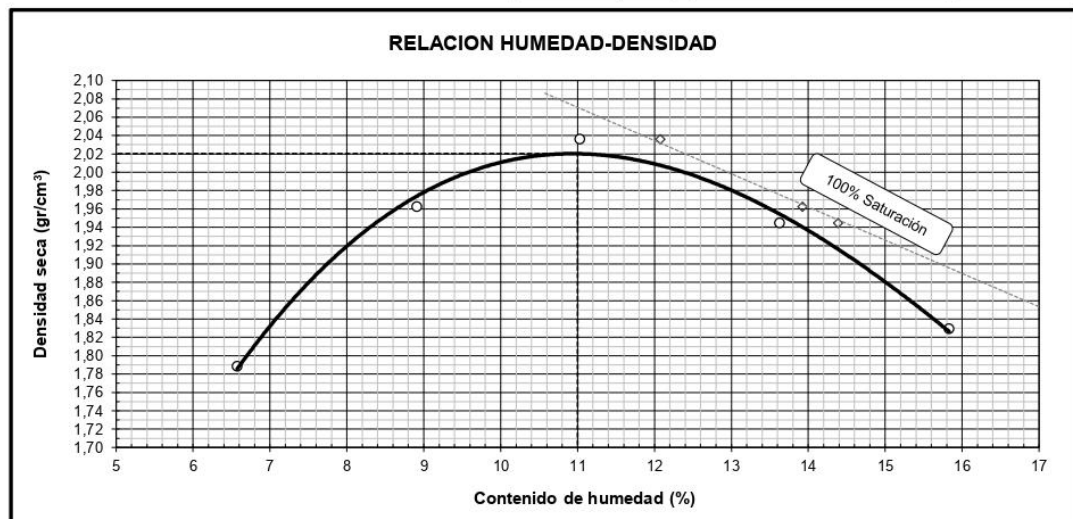
Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha: Febrero 2020
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: --	Progresiva	: --
Calicata	: --	Muestra	: mab-01
Material	: Subrasante	Clasif. (SUCS)	: --
		Clasif. (AASHTO)	: --

PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION:	A	Método de Preparación:	Húmedo	Molde N°:	<input type="text" value="04"/>
Pisón:	Manual	Gravedad Específica (Gs):	2,65	Tamiz N°:	# 4
Golpes por capa:	25	Capas:	Cinco	P _c (%):	19,00

Masa suelo húmedo + molde	gr	3725,6	3942,3	4058,2	4010,2	3925,2
Masa del molde	gr	1938,0	1938,0	1938,0	1938,0	1938,0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1787,6	2004,3	2120,2	2072,2	1987,2
Volumen del molde	cm ³	937,9	937,9	937,9	937,9	937,9
Densidad húmeda compactada	gr/cm ³	1,906	2,137	2,261	2,210	2,119
Cálculo Contenido de Humedad						
Masa del suelo húmedo+ recip.	gr	276,31	303,01	305,54	303,38	295,24
Masa del suelo seco + recipiente	gr	261,14	280,75	278,22	270,64	259,02
Masa del recipiente	gr	30,41	30,91	30,57	30,38	30,21
Masa del agua	gr	15,17	22,26	27,32	32,74	36,22
Masa del suelo seco	gr	230,73	249,84	247,65	240,26	228,81
Contenido de Humedad	%	6,6	8,9	11,0	13,6	15,8
Densidad seca compactada	gr/cm ³	1,79	1,96	2,04	1,94	1,83
				Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm ³) γ_d		2,02
				Peso Unitario Seco Compactado (kN/m ³) γ_d		19,8
				Humedad óptima (%)		11,0



Observaciones:

Anexo 6: Energía Estándar (Proctor Estándar)

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR (600 kN-m/m² (12 400 pie-lbf/pie²)) (MTC E116)

 Solicitud N°

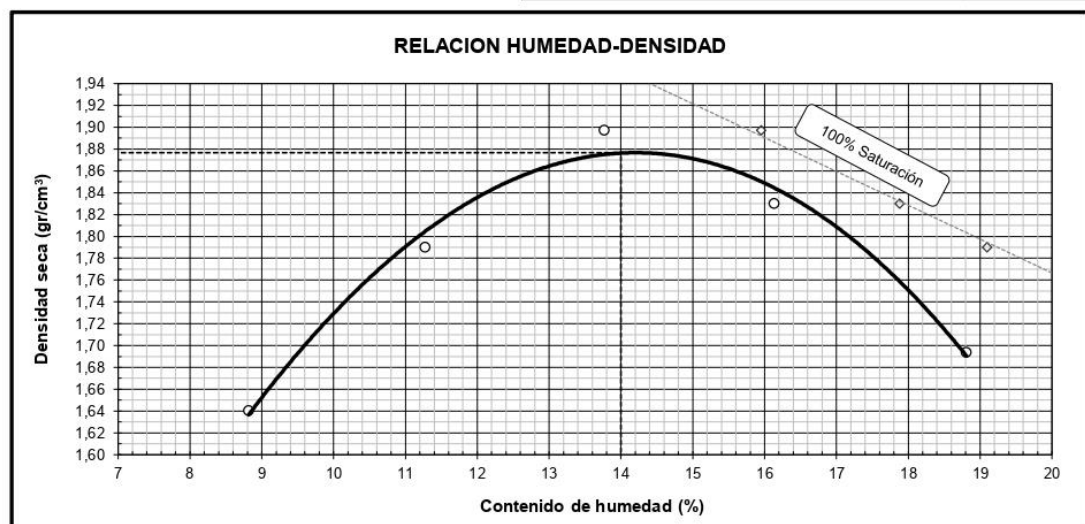
Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha	: Febrero 2020
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: --	Progresiva	: --
Calicata	: --	Muestra	: mab-01
Material	: Subrasante	Clasif. (SUCS)	: CL
		Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION:	A	Método de Preparación	: Húmedo	Molde N°	: 04
Pisón:	Manual	Gravedad Específica (Gs)	: 2,60	Tamiz N°	: # 4
Golpes por capa:	25	Capas	: Tres	P _c (%)	: 15,4

Masa suelo húmedo + molde	gr	3612,1	3806,1	3962,1	3931,3	3825,2	
Masa del molde	gr	1938,0	1938,0	1938,0	1938,0	1938,0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1674,1	1868,1	2024,1	1993,3	1887,2	
Volumen del molde	cm ³	937,9	937,9	937,9	937,9	937,9	
Densidad húmeda compactada	gr/cm ³	1,785	1,992	2,158	2,125	2,012	
Cálculo Contenido de Humedad							
Masa del suelo húmedo+ recip.	gr	303,56	306,88	313,64	364,48	352,52	
Masa del suelo seco + recipiente	gr	281,44	278,88	279,35	318,07	301,56	
Masa del recipiente	gr	30,61	30,47	30,34	30,44	30,64	
Masa del agua	gr	22,12	28,00	34,29	46,41	50,96	
Masa del suelo seco	gr	250,83	248,41	249,01	287,63	270,92	
Contenido de Humedad	%	8,8	11,3	13,8	16,1	18,8	
Densidad seca compactada	gr/cm ³	1,64	1,79	1,90	1,83	1,69	
						Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm ³) γ_d	1,88
						Peso Unitario Seco Compactado (kN/m ³) γ_d	18,4
						Humedad óptima (%)	14,0



Observaciones:

Anexo 7: Peso específico y Absorción de Agregado Grueso

PESO ESPECIFICO DE AGREGADOS GRUESOS

MTC 206

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha	Febrero 2020
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por	H.L.A
		Tecnico	H.L.A
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	--	Progresiva	--
Calicata	--	Muestra	mab-01
Material	Subrasante	Profundidad	0.00 - 1.50 m

Agregado	<i>GRUESO</i>	<i>GRUESO</i>
Tamaño máximo de la muestra	2"	2"
Tipo de frasco utilizado	Cesta	Cesta
Peso del frasco dentro del agua (gr) (A)	880,09	880,09
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr) (B)	1424,14	1425,98
Peso de la muestra saturada dentro del agua + frasco (gr) (C)	1756,33	1756,27
Peso de la muestra seca (gr) (D)	1394,21	1392,85
Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr) (E)	876,24	876,18
Peso específico de masa, $P_{em}=D/(B-E)$	2,54	2,53
Peso Específico Promedio	2,54	
Peso Especifica de masa SSS, $Pe_{SSS}= B/(B-E)$	2,60	2,59
Peso Específico Promedio	2,60	
Peso Específico Aparente, $Pe_a = D/(D-E)$	2,69	2,70
Peso Específico Aparente, $Pe_a = 0.9975D/(D-E)$	2,68	2,69
Peso Específico Aparente Promedio, D_a	2,69	
Absorción, $Ab = ((B - D) / D) \times 100, \%$	2,15	2,38
Absorción Promedio (Ab), %	2,26	

Observación:

Anexo 8: Gravedad específica de Sólidos de Suelos mediante picnómetro de agua

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(MTC E113)

Solicitud N°

Proyecto :	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash		
Solicita :	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Fecha :	Febrero 2020
Lugar :	Shancayan - Independencia - Huaraz	Muestreado por :	H.L.A
Calicata :	--	Muestra :	mab-01
		Profundidad :	0.00 - 1.50 m

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	637,80	640,00
Masa picnómetro+ agua + suelo	719,90	722,20
Masa muestra seco al horno + recip.	130,00	130,00
Masa recipiente	0,00	0,00
Masa muestra de suelo seco al horno ($M_0 = A-B$)	130,00	130,00
Gravedad Especifico de Sólidos ($G_s = M_0 / (M_0 + (M_a - M_b))$)	2,71	2,72
Gravedad Especifico de Sólidos (G_s) (B/E)	2,72	

Anexo 9: Resumen de las características de CBR-Corrección

AGUA AÑADIDA (%)	COMPACTACIÓN :	Modificada					
	MÉTODO :	A					
	NÚMERO DE CAPAS :	5					
	N° DE GOLPES POR CAPA :	55		26		12	
ESTADO DE LA MUESTRA :		No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada
7,70	CH (%) :	8,65	14,00	8,52	15,64	8,69	17,69
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,98	2,00	1,84	1,87	1,66	1,71
	Expansión (mm) :	-	3,63	-	2,93	-	1,98
	Penetración (0,1") (%) :	-	8,03	-	5,08	-	3,72
	Penetración (0,2") (%) :	-	7,19	-	4,49	-	2,96
8,70	CH (%) :	9,07	11,64	9,05	12,59	9,10	15,62
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	2,02	2,04	1,90	1,94	1,71	1,78
	Expansión (mm) :	-	2,05	-	2,20	-	1,80
	Penetración (0,1") (%) :	-	14,02	-	8,19	-	5,27
	Penetración (0,2") (%) :	-	13,68	-	7,06	-	4,39
9,70	CH (%) :	10,41	11,10	10,24	12,91	10,78	16,29
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	2,07	2,10	1,92	1,95	1,74	1,75
	Expansión (mm) :	-	1,75	-	1,70	-	1,60
	Penetración (0,1") (%) :	-	23,00	-	12,59	-	5,05
	Penetración (0,2") (%) :	-	22,80	-	10,93	-	4,02
10,70	CH (%) :	11,24	10,21	11,09	11,36	10,96	13,83
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	2,04	2,09	1,96	2,00	1,80	1,85
	Expansión (mm) :	-	0,90	-	1,15	-	1,60
	Penetración (0,1") (%) :	-	28,69	-	16,58	-	6,01
	Penetración (0,2") (%) :	-	28,54	-	15,10	-	4,81
11,70	CH (%) :	12,32	12,89	12,86	12,79	12,64	13,38
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,99	1,99	1,98	1,99	1,89	1,92
	Expansión (mm) :	-	0,15	-	0,20	-	0,40
	Penetración (0,1") (%) :	-	16,60	-	14,53	-	12,58
	Penetración (0,2") (%) :	-	16,41	-	14,38	-	12,40
12,70	CH (%) :	12,86	11,89	13,05	11,87	13,03	12,17
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,97	1,99	1,97	2,00	1,88	1,93
	Expansión (mm) :	-	0,13	-	0,25	-	0,35
	Penetración (0,1") (%) :	-	14,92	-	12,43	-	10,60
	Penetración (0,2") (%) :	-	13,74	-	12,44	-	10,63
13,70	CH (%) :	14,61	14,18	14,92	14,09	14,70	14,19
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,93	2,00	1,91	1,93	1,85	1,82
	Expansión (mm) :	-	0,05	-	0,04	-	0,09
	Penetración (0,1") (%) :	-	6,72	-	5,75	-	5,50
	Penetración (0,2") (%) :	-	6,49	-	5,72	-	5,41
14,70	CH (%) :	15,18	15,34	15,07	15,58	15,23	15,37
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,84	1,85	1,84	1,84	1,82	1,86
	Expansión (mm) :	-	0,08	-	0,10	-	0,18
	Penetración (0,1") (%) :	-	4,39	-	3,88	-	3,89
	Penetración (0,2") (%) :	-	3,95	-	3,61	-	3,56

Anexo 10: Resumen de las características de CBR-Sin Corrección

AGUA AÑADIDA (%)	COMPACTACIÓN :	Modificada					
	MÉTODO :	A					
	NÚMERO DE CAPAS :	5					
	N° DE GOLPES POR CAPA :	55		26		12	
ESTADO DE LA MUESTRA :		No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada
7,70	CH (%) :	8,65	14,00	8,52	15,64	8,69	17,69
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,98	2,00	1,84	1,87	1,66	1,71
	Expansión (mm) :	-	3,63	-	2,93	-	1,98
	Penetración (0,1") (%) :	-	7,77	-	4,91	-	3,61
	Penetración (0,2") (%) :	-	6,75	-	4,14	-	2,58
8,70	CH (%) :	9,07	11,64	9,05	12,59	9,10	15,62
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	2,02	2,04	1,90	1,94	1,71	1,78
	Expansión (mm) :	-	2,05	-	2,20	-	1,80
	Penetración (0,1") (%) :	-	14,29	-	8,30	-	5,17
	Penetración (0,2") (%) :	-	13,17	-	6,23	-	3,79
9,70	CH (%) :	10,41	11,10	10,24	12,91	10,78	16,29
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	2,07	2,10	1,92	1,95	1,74	1,75
	Expansión (mm) :	-	1,75	-	1,70	-	1,60
	Penetración (0,1") (%) :	-	29,39	-	12,72	-	4,91
	Penetración (0,2") (%) :	-	20,64	-	9,70	-	3,45
10,70	CH (%) :	11,24	10,21	11,09	11,36	10,96	13,83
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	2,04	2,09	1,96	2,00	1,80	1,85
	Expansión (mm) :	-	0,90	-	1,15	-	1,60
	Penetración (0,1") (%) :	-	34,34	-	16,11	-	5,69
	Penetración (0,2") (%) :	-	26,19	-	13,86	-	4,14
11,70	CH (%) :	12,32	12,89	12,86	12,79	12,64	13,38
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,99	1,99	1,98	1,99	1,89	1,92
	Expansión (mm) :	-	0,15	-	0,20	-	0,40
	Penetración (0,1") (%) :	-	16,63	-	15,07	-	12,46
	Penetración (0,2") (%) :	-	15,77	-	13,00	-	12,48
12,70	CH (%) :	12,86	11,89	13,05	11,87	13,03	12,17
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,97	1,99	1,97	2,00	1,88	1,93
	Expansión (mm) :	-	0,13	-	0,25	-	0,35
	Penetración (0,1") (%) :	-	15,07	-	14,02	-	11,94
	Penetración (0,2") (%) :	-	12,48	-	11,95	-	9,87
13,70	CH (%) :	14,61	14,18	14,92	14,09	14,70	14,19
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,93	2,00	1,91	1,93	1,85	1,82
	Expansión (mm) :	-	0,05	-	0,04	-	0,09
	Penetración (0,1") (%) :	-	6,73	-	5,69	-	5,69
	Penetración (0,2") (%) :	-	6,23	-	5,53	-	4,84
14,70	CH (%) :	15,18	15,34	15,07	15,58	15,23	15,37
	Peso Unitario Seco (g/cm3) :	1,84	1,85	1,84	1,84	1,82	1,86
	Expansión (mm) :	-	0,08	-	0,10	-	0,18
	Penetración (0,1") (%) :	-	4,39	-	3,87	-	3,87
	Penetración (0,2") (%) :	-	3,62	-	3,27	-	3,27

Anexo 11: Preparación del espécimen (Compactación de CBR) - Resultados con Corrección

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E 132)

 Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 22-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	1	2	3			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12518,4	12785,5	12237,1	12588,9	11871,7	12323,1
Peso de molde (g)	7929,8	7929,8	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9
Peso del suelo húmedo (g)	4588,6	4855,7	4243,0	4594,8	3828,8	4280,2
Volumen del molde (cm ³)	2134,3	2134,3	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,15	2,28	2,00	2,16	1,80	2,01
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	311,87	244,00	310,22	245,53	324,58	260,13
Peso suelo seco + recipiente (g)	289,48	216,80	288,25	215,36	301,11	224,23
Peso del recipiente (g)	30,51	22,50	30,47	22,43	30,91	21,24
Peso de agua (g)	22,39	27,20	21,97	30,17	23,47	35,90
Peso de suelo seco (g)	258,97	194,30	257,78	192,93	270,20	202,99
Contenido de humedad (%)	8,65	14,00	8,52	15,64	8,69	17,69
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,98	2,00	1,84	1,87	1,66	1,71

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/01/2021	10:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
23/01/2021	10:00	24	0,086	2,150	1,7	0,042	1,050	0,8	0,017	0,425	0,3
24/01/2021	10:00	48	0,110	2,750	2,2	0,068	1,700	1,3	0,029	0,725	0,6
25/01/2021	10:00	72	0,126	3,150	2,5	0,097	2,425	1,9	0,045	1,125	0,9
26/01/2021	10:00	96	0,145	3,625	2,9	0,117	2,925	2,3	0,079	1,975	1,6

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		9	57,0			4	39,0			3	35,4		
1,250		16	82,2			8	53,4			5	42,6		
1,875		20	96,5			10	60,6			6	46,2		
2,540	70,31	23	107,3	110,9	8,0	12	67,8	70,2	5,1	7	49,8	51,3	3,7
5,080	105,46	32	139,7	148,8	7,2	17	85,8	93,0	4,5	8	53,4	61,3	3,0
7,500		36	154,1			20	96,5			9	57,0		
10,000		42	175,6			22	103,7			10	60,6		
12,500		47	193,6			24	110,9			11	64,2		

NOTA: 7,70%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	15-01-21
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)

Compactación	Modificado	Método	A			
Molde N°	1	2	3			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12643,8	12785,5	12401,6	12640,8	12009,4	12411,0
Peso de molde (g)	7929,8	7929,8	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9
Peso del suelo húmedo (g)	4714,0	4855,7	4407,5	4646,7	3966,5	4368,1
Volumen del molde (cm ³)	2134,3	2134,3	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,21	2,28	2,08	2,19	1,87	2,05
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	260,60	320,92	265,35	305,38	220,97	314,95
Peso suelo seco + recipiente (g)	240,71	290,64	245,32	274,66	204,31	276,53
Peso del recipiente (g)	21,51	30,57	23,98	30,65	21,24	30,61
Peso de agua (g)	19,89	30,28	20,03	30,72	16,66	38,42
Peso de suelo seco (g)	219,20	260,07	221,34	244,01	183,07	245,92
Contenido de humedad (%)	9,07	11,64	9,05	12,59	9,10	15,62
Peso Unitario seco (g/cm ³)	2,02	2,04	1,90	1,94	1,71	1,78
Datos del Ensayo Proctor Modificado	Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm ³		C.H.O. = 11,00 %			

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación =			4,54 Kg								
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/01/2021	16:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
16/01/2021	16:00	24	0,052	1,300	1,0	0,050	1,250	1,0	0,043	1,075	0,8
17/01/2021	16:00	48	0,065	1,625	1,3	0,058	1,450	1,1	0,051	1,275	1,0
18/01/2021	16:00	72	0,075	1,875	1,5	0,069	1,725	1,4	0,062	1,550	1,2
19/01/2021	16:00	96	0,082	2,050	1,6	0,088	2,200	1,7	0,072	1,800	1,4

PENETRACION

Sobrecarga de penetración =			4,54 Kg										
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		12	67,8			7	49,8			5	42,6		
1,250		26	118,1			16	82,2			9	57,0		
1,875		38	161,3			22	103,7			12	67,8		
2,540	70,31	48	197,2	193,5	14,0	25	114,5	113,1	8,2	13	71,4	72,8	5,3
5,080	105,46	69	272,7	283,2	13,7	29	128,9	146,2	7,1	15	78,6	90,9	4,4
7,500		81	315,9			34	146,9			18	89,4		
10,000		92	355,4			37	157,7			19	93,0		
12,500		104	398,5			42	175,6			20	96,5		

NOTA: 8,70%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 29-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		1	2	3			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12807,1	12907,7	12490,5	12674,0	12142,3	12365,8
Peso de molde (g)		7929,8	7929,8	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9
Peso del suelo húmedo (g)		4877,3	4977,9	4496,4	4679,9	4099,4	4322,9
Volumen del molde (cm ³)		2134,3	2134,3	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)		2,29	2,33	2,12	2,20	1,93	2,03
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		320,36	347,62	307,68	345,61	330,17	355,40
Peso suelo seco + recipiente (g)		293,02	315,96	281,92	309,58	300,98	309,91
Peso del recipiente (g)		30,47	30,64	30,46	30,51	30,31	30,65
Peso de agua (g)		27,34	31,66	25,76	36,03	29,19	45,49
Peso de suelo seco (g)		262,55	285,32	251,46	279,07	270,67	279,26
Contenido de humedad (%)		10,41	11,10	10,24	12,91	10,78	16,29
Peso Unitario seco (g/cm ³)		2,07	2,10	1,92	1,95	1,74	1,75
Datos del Ensayo Proctor Modificado		Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm ³		C.H.O. = 11,0 %			

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación =		4,54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/01/2021	16:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
30/01/2021	16:00	24	0,034	0,850	0,7	0,030	0,750	0,6	0,027	0,675	0,5
31/01/2021	16:00	48	0,056	1,400	1,1	0,047	1,175	0,9	0,035	0,875	0,7
01/02/2021	16:00	72	0,063	1,575	1,2	0,060	1,500	1,2	0,053	1,325	1,0
02/02/2021	16:00	96	0,070	1,750	1,4	0,068	1,700	1,3	0,064	1,600	1,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración =		4,54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		16	82,2			15	78,6			7	49,8		
1,250		36	154,1			30	132,5			9	57,0		
1,875		57	229,6			36	154,1			11	64,2		
2,540	70,31	106	405,7	317,6	23,0	42	175,6	173,8	12,6	12	67,8	69,8	5,1
5,080	105,46	112	427,3	472,2	22,8	49	200,8	226,2	10,9	13	71,4	83,3	4,0
7,500		139	524,4			57	229,6			15	78,6		
10,000		162	607,1			62	247,5			16	82,2		
12,500		181	675,4			69	272,7			17	85,8		

NOTA: 9,70%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	17-03-20
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación : **Modificado** Método: **A**

Molde N°	2	3	4
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	55	26	12

Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12820,7	12874,4	12667,5	12780,5	11759,8	12009,2
Peso de molde (g)	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9	7546,0	7546,0
Peso del suelo húmedo (g)	4826,6	4880,3	4624,6	4737,6	4213,8	4463,2
Volumen del molde (cm ³)	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7	2113,9	2113,9
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,27	2,30	2,18	2,23	1,99	2,11

Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	216,26	239,95	218,76	243,42	224,29	264,80
Peso suelo seco + recipiente (g)	196,83	219,69	199,16	220,87	204,24	235,46
Peso del recipiente (g)	23,98	21,24	22,50	22,43	21,24	23,26
Peso de agua (g)	19,43	20,26	19,60	22,55	20,05	29,34
Peso de suelo seco (g)	172,85	198,45	176,66	198,44	183,00	212,20
Contenido de humedad (%)	11,24	10,21	11,09	11,36	10,96	13,83
Peso Unitario seco (g/cm ³)	2,04	2,09	1,96	2,00	1,80	1,85

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2020	10:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
18/03/2020	10:00	24	0,024	0,600	0,5	0,037	0,925	0,7	0,049	1,225	1,0
19/03/2020	10:00	48	0,032	0,800	0,6	0,041	1,025	0,8	0,051	1,275	1,0
20/03/2020	10:00	72	0,034	0,850	0,7	0,043	1,075	0,8	0,053	1,325	1,0
21/03/2020	10:00	96	0,036	0,900	0,7	0,046	1,150	0,9	0,064	1,600	1,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		24	110,9			18	89,4			10	60,6		
1,250		48	197,2			41	172,0			13	71,4		
1,875		79	308,7			50	204,4			14	75,0		
2,540	70,31	125	474,0	396,1	28,7	55	222,4	228,9	16,6	15	78,6	83,0	6,0
5,080	105,46	144	542,4	591,0	28,5	73	287,1	312,7	15,1	17	85,8	99,6	4,8
7,500		179	668,2			86	333,8			20	96,5		
10,000		208	772,4			97	373,4			21	100,1		
12,500		238	880,3			111	423,7			23	107,3		

NOTA: 10,7%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	22-01-21
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación: Modificado Método: A

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12266,4	12288,6	12052,6	12094,2	11800,5	11889,0
Peso de molde (g)	7546,0	7546,0	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6
Peso del suelo húmedo (g)	4720,4	4742,6	4728,0	4769,6	4509,9	4598,4
Volumen del molde (cm ³)	2113,9	2113,9	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,23	2,24	2,23	2,25	2,13	2,17
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	293,68	263,42	307,77	255,77	289,44	276,60
Peso suelo seco + recipiente (g)	264,82	236,08	276,19	229,55	260,40	246,80
Peso del recipiente (g)	30,65	23,98	30,64	24,57	30,63	24,15
Peso de agua (g)	28,86	27,34	31,58	26,22	29,04	29,80
Peso de suelo seco (g)	234,17	212,10	245,55	204,98	229,77	222,65
Contenido de humedad (%)	12,32	12,89	12,86	12,79	12,64	13,38
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,99	1,99	1,98	1,99	1,89	1,92

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/01/2021	16:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
23/01/2021	16:00	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,005	0,125	0,1
24/01/2021	16:00	48	0,001	0,025	0,0	0,002	0,050	0,0	0,007	0,175	0,1
25/01/2021	16:00	72	0,003	0,075	0,1	0,004	0,100	0,1	0,010	0,250	0,2
26/01/2021	16:00	96	0,006	0,150	0,1	0,008	0,200	0,2	0,016	0,400	0,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°											
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		20	96,5			16	82,2			12	67,8		
1,250		35	150,5			32	139,7			21	100,1		
1,875		45	186,4			44	182,8			32	139,7		
2,540	70,31	57	229,6	229,2	16,6	51	208,0	200,5	14,5	41	172,0	173,7	12,6
5,080	105,46	84	326,6	339,8	16,4	68	269,1	297,7	14,4	65	258,3	256,8	12,4
7,500		101	387,8			85	330,2			72	283,5		
10,000		116	441,7			110	420,1			80	312,3		
12,500		128	484,8			112	427,3			87	337,4		

NOTA: 11,7%



CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	17-03-20
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación : Modificado Método: A

Molde N°	5		6		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12035,8	12055,3	11991,1	12016,2	11959,8	12034,0
Peso de molde (g)	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6	7400,8	7400,8
Peso del suelo húmedo (g)	4711,2	4730,7	4700,5	4725,6	4559,0	4633,2
Volumen del molde (cm ³)	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5	2139,9	2139,9
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,22	2,23	2,22	2,23	2,13	2,17
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	211,30	236,25	227,49	228,78	208,57	249,93
Peso suelo seco + recipiente (g)	189,88	213,54	204,02	207,06	189,16	225,41
Peso del recipiente (g)	23,26	22,50	24,15	24,15	40,25	23,98
Peso de agua (g)	21,42	22,71	23,47	21,72	19,41	24,52
Peso de suelo seco (g)	166,62	191,04	179,87	182,91	148,91	201,43
Contenido de humedad (%)	12,86	11,89	13,05	11,87	13,03	12,17
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,97	1,99	1,97	2,00	1,88	1,93

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2020	11:30	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
18/03/2020	11:30	24	0,001	0,025	0,0	0,001	0,025	0,0	0,002	0,050	0,0
19/03/2020	11:30	48	0,002	0,050	0,0	0,002	0,050	0,0	0,006	0,150	0,1
20/03/2020	11:30	72	0,004	0,100	0,1	0,005	0,125	0,1	0,010	0,250	0,2
21/03/2020	11:30	96	0,005	0,125	0,1	0,010	0,250	0,2	0,014	0,350	0,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°						MOLDE N°				MOLDE N°					
		CARGA		CORRECCION		kg	%	CARGA		CORRECCION		kg	%	CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%			Dial (div)	kg	kg	%			Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0					0	0					0	0		
0,625		18	89,4					9	57,0					8	53,4		
1,250		35	150,5					18	89,4					17	85,8		
1,875		44	182,8					29	128,9					25	114,5		
2,540	70,31	51	208,0	206,0	14,9	47	193,6	171,6	12,4	39	164,9	146,3	10,6	50	204,4	220,1	10,6
5,080	105,46	65	258,3	284,5	13,7	62	247,5	257,5	12,4	50	204,4	220,1	10,6	63	251,1		
7,500		77	301,5			73	287,1			63	251,1			75	294,3		
10,000		90	348,2			80	312,3			75	294,3			82	319,4		
12,500		96	369,8			84	326,6			82	319,4						

NOTA: 12,7%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 29-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	5	6	7			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12011,2	12160,3	11926,4	11949,2	11933,3	11854,7
Peso de molde (g)	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6	7400,8	7400,8
Peso del suelo húmedo (g)	4686,6	4835,7	4635,8	4658,6	4532,5	4453,9
Volumen del molde (cm ³)	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5	2139,9	2139,9
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,21	2,28	2,19	2,20	2,12	2,08
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	309,88	377,11	316,51	379,23	321,28	360,68
Peso suelo seco + recipiente (g)	274,29	334,09	279,36	336,15	284,04	319,67
Peso del recipiente (g)	30,61	30,63	30,38	30,47	30,65	30,65
Peso de agua (g)	35,59	43,02	37,15	43,08	37,24	41,01
Peso de suelo seco (g)	243,68	303,46	248,98	305,68	253,39	289,02
Contenido de humedad (%)	14,61	14,18	14,92	14,09	14,70	14,19
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,93	2,00	1,91	1,93	1,85	1,82

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,020 gr/cm³ C.H.O. = 11,00 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación =		4,54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/01/2021	15:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
30/01/2021	15:00	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,001	0,025	0,0
31/01/2021	15:00	48	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,002	0,050	0,0
01/02/2021	15:00	72	0,001	0,025	0,0	0,001	0,030	0,0	0,003	0,065	0,1
02/02/2021	15:00	96	0,002	0,050	0,0	0,002	0,040	0,0	0,003	0,085	0,1

PENETRACION

Sobrecarga de penetración =		4,54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		5	42,6			4	39,0			4	39,0		
1,250		10	60,6			8	53,4			8	53,4		
1,875		14	75,0			11	64,2			11	64,2		
2,540	70,31	19	93,0	92,7	6,7	15	78,6	79,3	5,7	15	78,6	75,9	5,5
5,080	105,46	29	128,9	134,3	6,5	25	114,5	118,5	5,7	21	100,1	112,0	5,4
7,500		35	150,5			31	136,1			30	132,5		
10,000		39	164,9			38	161,3			36	154,1		
12,500		43	179,2			42	175,6			40	168,4		

NOTA: 13,7%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 15-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: -	Progresiva	: -
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	: 4	5	6			
Capas N°	: 5	5	5			
Golpes por capa N°	: 55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12035,2	12055,4	11824,2	11843,3	11739,4	11818,2
Peso de molde (g)	7546,0	7546,0	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6
Peso del suelo húmedo (g)	4489,2	4509,4	4499,6	4518,7	4448,8	4527,6
Volumen del molde (cm ³)	2113,9	2113,9	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,12	2,13	2,12	2,13	2,10	2,14
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	235,70	352,92	242,62	383,11	258,68	374,26
Peso suelo seco + recipiente (g)	208,06	310,06	213,79	335,54	227,73	328,48
Peso del recipiente (g)	26,03	30,61	22,43	30,31	24,57	30,69
Peso de agua (g)	27,64	42,86	28,83	47,57	30,95	45,78
Peso de suelo seco (g)	182,03	279,45	191,36	305,23	203,16	297,79
Contenido de humedad (%)	15,18	15,34	15,07	15,58	15,23	15,37
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,84	1,85	1,84	1,84	1,82	1,86

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,020 gr/cm³ C.H.O. = 11,00 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación =		4,54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/01/2021	16:30	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
16/01/2021	16:30	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,002	0,050	0,0
17/01/2021	16:30	48	0,001	0,025	0,0	0,002	0,053	0,0	0,003	0,075	0,1
18/01/2021	16:30	72	0,002	0,050	0,0	0,003	0,075	0,1	0,005	0,125	0,1
19/01/2021	16:30	96	0,003	0,075	0,1	0,004	0,100	0,1	0,007	0,175	0,1

PENETRACION

Sobrecarga de penetración =		4,54 Kg															
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°						MOLDE N°				MOLDE N°					
		CARGA		CORRECCION				CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%				
0,000		0	0					0	0								
0,625		2	31,8					2	31,8					2	31,8		
1,250		5	42,6					4	39,0					4	39,0		
1,875		8	53,4					6	46,2					6	46,2		
2,540	70,31	10	60,6	60,5	4,4			8	53,4	53,6	3,9			8	53,4	53,8	3,9
5,080	105,46	14	75,0	81,9	4,0			12	67,8	74,7	3,6			12	67,8	73,6	3,6
7,500		17	85,8					16	82,2					15	78,6		
10,000		20	96,5					19	93,0					18	89,4		
12,500		22	103,7					20	96,5					19	93,0		

NOTA: 14,7%

Anexo 12: Preparación del espécimen (Compactación de CBR) - Resultados sin Corrección

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E 132)

 Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 22-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		1	2	3			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12518,4	12785,5	12237,1	12588,9	11871,7	12323,1
Peso de molde (g)		7929,8	7929,8	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9
Peso del suelo húmedo (g)		4588,6	4855,7	4243,0	4594,8	3828,8	4280,2
Volumen del molde (cm ³)		2134,3	2134,3	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)		2,15	2,28	2,00	2,16	1,80	2,01
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		311,87	244,00	310,22	245,53	324,58	260,13
Peso suelo seco + recipiente (g)		289,48	216,80	288,25	215,36	301,11	224,23
Peso del recipiente (g)		30,51	22,50	30,47	22,43	30,91	21,24
Peso de agua (g)		22,39	27,20	21,97	30,17	23,47	35,90
Peso de suelo seco (g)		258,97	194,30	257,78	192,93	270,20	202,99
Contenido de humedad (%)		8,65	14,00	8,52	15,64	8,69	17,69
Peso Unitario seco (g/cm ³)		1,98	2,00	1,84	1,87	1,66	1,71

 Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/01/2021	10:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
23/01/2021	10:00	24	0,086	2,150	1,7	0,042	1,050	0,8	0,017	0,425	0,3
24/01/2021	10:00	48	0,110	2,750	2,2	0,068	1,700	1,3	0,029	0,725	0,6
25/01/2021	10:00	72	0,126	3,150	2,5	0,097	2,425	1,9	0,045	1,125	0,9
26/01/2021	10:00	96	0,145	3,625	2,9	0,117	2,925	2,3	0,079	1,975	1,6

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		9	57,0			4	39,0			3	35,4		
1,250		16	82,2			8	53,4			5	42,6		
1,875		20	96,5			10	60,6			6	46,2		
2,540	70,31	23	107,3	107,3	7,8	12	67,8	67,8	4,9	7	49,8	49,8	3,6
5,080	105,46	32	139,7	139,7	6,7	17	85,8	85,8	4,1	8	53,4	53,4	2,6
7,500		36	154,1			20	96,5			9	57,0		
10,000		42	175,6			22	103,7			10	60,6		
12,500		47	193,6			24	110,9			11	64,2		

NOTA: 7,70%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	15-01-21
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación : Modificado Método: A

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12643,8	12785,5	12401,6	12640,8	12009,4	12411,0
Peso de molde (g)	7929,8	7929,8	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9
Peso del suelo húmedo (g)	4714,0	4855,7	4407,5	4646,7	3966,5	4368,1
Volumen del molde (cm ³)	2134,3	2134,3	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,21	2,28	2,08	2,19	1,87	2,05
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	260,60	320,92	265,35	305,38	220,97	314,95
Peso suelo seco + recipiente (g)	240,71	290,64	245,32	274,66	204,31	276,53
Peso del recipiente (g)	21,51	30,57	23,98	30,65	21,24	30,61
Peso de agua (g)	19,89	30,28	20,03	30,72	16,66	38,42
Peso de suelo seco (g)	219,20	260,07	221,34	244,01	183,07	245,92
Contenido de humedad (%)	9,07	11,64	9,05	12,59	9,10	15,62
Peso Unitario seco (g/cm ³)	2,02	2,04	1,90	1,94	1,71	1,78

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,00 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/01/2021	16:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
16/01/2021	16:00	24	0,052	1,300	1,0	0,050	1,250	1,0	0,043	1,075	0,8
17/01/2021	16:00	48	0,065	1,625	1,3	0,058	1,450	1,1	0,051	1,275	1,0
18/01/2021	16:00	72	0,075	1,875	1,5	0,069	1,725	1,4	0,062	1,550	1,2
19/01/2021	16:00	96	0,082	2,050	1,6	0,088	2,200	1,7	0,072	1,800	1,4

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°											
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		12	67,8			7	49,8			5	42,6		
1,250		26	118,1			16	82,2			9	57,0		
1,875		38	161,3			22	103,7			12	67,8		
2,540	70,31	48	197,2	197,2	14,3	25	114,5	114,5	8,3	13	71,4	71,4	5,2
5,080	105,46	69	272,7	272,7	13,2	29	128,9	128,9	6,2	15	78,6	78,6	3,8
7,500		81	315,9			34	146,9			18	89,4		
10,000		92	355,4			37	157,7			19	93,0		
12,500		104	398,5			42	175,6			20	96,5		

NOTA: 8,70%



CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 29-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación : Modificado Método: A

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12807,1	12907,7	12490,5	12674,0	12142,3	12365,8
Peso de molde (g)	7929,8	7929,8	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9
Peso del suelo húmedo (g)	4877,3	4977,9	4496,4	4679,9	4099,4	4322,9
Volumen del molde (cm ³)	2134,3	2134,3	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,29	2,33	2,12	2,20	1,93	2,03
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	320,36	347,62	307,68	345,61	330,17	355,40
Peso suelo seco + recipiente (g)	293,02	315,96	281,92	309,58	300,98	309,91
Peso del recipiente (g)	30,47	30,64	30,46	30,51	30,31	30,65
Peso de agua (g)	27,34	31,66	25,76	36,03	29,19	45,49
Peso de suelo seco (g)	262,55	285,32	251,46	279,07	270,67	279,26
Contenido de humedad (%)	10,41	11,10	10,24	12,91	10,78	16,29
Peso Unitario seco (g/cm ³)	2,07	2,10	1,92	1,95	1,74	1,75

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/01/2021	16:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
30/01/2021	16:00	24	0,034	0,850	0,7	0,030	0,750	0,6	0,027	0,675	0,5
31/01/2021	16:00	48	0,056	1,400	1,1	0,047	1,175	0,9	0,035	0,875	0,7
01/02/2021	16:00	72	0,063	1,575	1,2	0,060	1,500	1,2	0,053	1,325	1,0
02/02/2021	16:00	96	0,070	1,750	1,4	0,068	1,700	1,3	0,064	1,600	1,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		16	82,2			15	78,6			7	49,8		
1,250		36	154,1			30	132,5			9	57,0		
1,875		57	229,6			36	154,1			11	64,2		
2,540	70,31	106	405,7	405,7	29,4	42	175,6	175,6	12,7	12	67,8	67,8	4,9
5,080	105,46	112	427,3	427,3	20,6	49	200,8	200,8	9,7	13	71,4	71,4	3,4
7,500		139	524,4			57	229,6			15	78,6		
10,000		162	607,1			62	247,5			16	82,2		
12,500		181	675,4			69	272,7			17	85,8		

NOTA: 9,70%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	17-03-20
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	Modificado	Método	A			
Molde N°	2	3	4			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12820,7	12874,4	12667,5	12780,5	11759,8	12009,2
Peso de molde (g)	7994,1	7994,1	8042,9	8042,9	7546,0	7546,0
Peso del suelo húmedo (g)	4826,6	4880,3	4624,6	4737,6	4213,8	4463,2
Volumen del molde (cm ³)	2123,1	2123,1	2125,7	2125,7	2113,9	2113,9
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,27	2,30	2,18	2,23	1,99	2,11
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	216,26	239,95	218,76	243,42	224,29	264,80
Peso suelo seco + recipiente (g)	196,83	219,69	199,16	220,87	204,24	235,46
Peso del recipiente (g)	23,98	21,24	22,50	22,43	21,24	23,26
Peso de agua (g)	19,43	20,26	19,60	22,55	20,05	29,34
Peso de suelo seco (g)	172,85	198,45	176,66	198,44	183,00	212,20
Contenido de humedad (%)	11,24	10,21	11,09	11,36	10,96	13,83
Peso Unitario seco (g/cm ³)	2,04	2,09	1,96	2,00	1,80	1,85

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2020	10:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
18/03/2020	10:00	24	0,024	0,600	0,5	0,037	0,925	0,7	0,049	1,225	1,0
19/03/2020	10:00	48	0,032	0,800	0,6	0,041	1,025	0,8	0,051	1,275	1,0
20/03/2020	10:00	72	0,034	0,850	0,7	0,043	1,075	0,8	0,053	1,325	1,0
21/03/2020	10:00	96	0,036	0,900	0,7	0,046	1,150	0,9	0,064	1,600	1,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		24	110,9			18	89,4			10	60,6		
1,250		48	197,2			41	172,0			13	71,4		
1,875		79	308,7			50	204,4			14	75,0		
2,540	70,31	125	474,0	474,0	34,3	55	222,4	222,4	16,1	15	78,6	78,6	5,7
5,080	105,46	144	542,4	542,4	26,2	73	287,1	287,1	13,9	17	85,8	85,8	4,1
7,500		179	668,2			86	333,8			20	96,5		
10,000		208	772,4			97	373,4			21	100,1		
12,500		238	880,3			111	423,7			23	107,3		

NOTA: 10,7%



CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 22-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	4	5	6			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12266,4	12288,6	12052,6	12094,2	11800,5	11889,0
Peso de molde (g)	7546,0	7546,0	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6
Peso del suelo húmedo (g)	4720,4	4742,6	4728,0	4769,6	4509,9	4598,4
Volumen del molde (cm ³)	2113,9	2113,9	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,23	2,24	2,23	2,25	2,13	2,17
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	293,68	263,42	307,77	255,77	289,44	276,60
Peso suelo seco + recipiente (g)	264,82	236,08	276,19	229,55	260,40	246,80
Peso del recipiente (g)	30,65	23,98	30,64	24,57	30,63	24,15
Peso de agua (g)	28,86	27,34	31,58	26,22	29,04	29,80
Peso de suelo seco (g)	234,17	212,10	245,55	204,98	229,77	222,65
Contenido de humedad (%)	12,32	12,89	12,86	12,79	12,64	13,38
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,99	1,99	1,98	1,99	1,89	1,92

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/01/2021	16:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
23/01/2021	16:00	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,005	0,125	0,1
24/01/2021	16:00	48	0,001	0,025	0,0	0,002	0,050	0,0	0,007	0,175	0,1
25/01/2021	16:00	72	0,003	0,075	0,1	0,004	0,100	0,1	0,010	0,250	0,2
26/01/2021	16:00	96	0,006	0,150	0,1	0,008	0,200	0,2	0,016	0,400	0,3

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		20	96,5			16	82,2			12	67,8		
1,250		35	150,5			32	139,7			21	100,1		
1,875		45	186,4			44	182,8			32	139,7		
2,540	70,31	57	229,6	229,6	16,6	51	208,0	208,0	15,1	41	172,0	172,0	12,5
5,080	105,46	84	326,6	326,6	15,8	68	269,1	269,1	13,0	65	258,3	258,3	12,5
7,500		101	387,8			85	330,2			72	283,5		
10,000		116	441,7			110	420,1			80	312,3		
12,500		128	484,8			112	427,3			87	337,4		

NOTA: 11,7%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 17-03-20
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECÍMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		5	6	7			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12035,8	12055,3	11991,1	12016,2	11959,8	12034,0
Peso de molde (g)		7324,6	7324,6	7290,6	7290,6	7400,8	7400,8
Peso del suelo húmedo (g)		4711,2	4730,7	4700,5	4725,6	4559,0	4633,2
Volumen del molde (cm ³)		2120,4	2120,4	2115,5	2115,5	2139,9	2139,9
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)		2,22	2,23	2,22	2,23	2,13	2,17
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		211,30	236,25	227,49	228,78	208,57	249,93
Peso suelo seco + recipiente (g)		189,88	213,54	204,02	207,06	189,16	225,41
Peso del recipiente (g)		23,26	22,50	24,15	24,15	40,25	23,98
Peso de agua (g)		21,42	22,71	23,47	21,72	19,41	24,52
Peso de suelo seco (g)		166,62	191,04	179,87	182,91	148,91	201,43
Contenido de humedad (%)		12,86	11,89	13,05	11,87	13,03	12,17
Peso Unitario seco (g/cm ³)		1,97	1,99	1,97	2,00	1,88	1,93

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,02 gr/cm³ C.H.O. = 11,0 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación =		4,54 Kg										
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
17/03/2020	11:30	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	
18/03/2020	11:30	24	0,001	0,025	0,0	0,001	0,025	0,0	0,002	0,050	0,0	
19/03/2020	11:30	48	0,002	0,050	0,0	0,002	0,050	0,0	0,006	0,150	0,1	
20/03/2020	11:30	72	0,004	0,100	0,1	0,005	0,125	0,1	0,010	0,250	0,2	
21/03/2020	11:30	96	0,005	0,125	0,1	0,010	0,250	0,2	0,014	0,350	0,3	

PENETRACION

Sobrecarga de penetración =		4,54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		18	89,4			9	57,0			8	53,4		
1,250		35	150,5			18	89,4			17	85,8		
1,875		44	182,8			29	128,9			25	114,5		
2,540	70,31	51	208,0	208,0	15,1	47	193,6	193,6	14,0	39	164,9	164,9	11,9
5,080	105,46	65	258,3	258,3	12,5	62	247,5	247,5	12,0	50	204,4	204,4	9,9
7,500		77	301,5			73	287,1			63	251,1		
10,000		90	348,2			80	312,3			75	294,3		
12,500		96	369,8			84	326,6			82	319,4		

NOTA: 12,7%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	29-01-21
Solicitado	Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	H.L.A
Lugar	Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	--	Progresiva	--
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)

Compactación: Modificado Método: A

Molde N°	5		6		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12011,2	12160,3	11926,4	11949,2	11933,3	11854,7
Peso de molde (g)	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6	7400,8	7400,8
Peso del suelo húmedo (g)	4686,6	4835,7	4635,8	4658,6	4532,5	4453,9
Volumen del molde (cm ³)	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5	2139,9	2139,9
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)	2,21	2,28	2,19	2,20	2,12	2,08
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	309,88	377,11	316,51	379,23	321,28	360,68
Peso suelo seco + recipiente (g)	274,29	334,09	279,36	336,15	284,04	319,67
Peso del recipiente (g)	30,61	30,63	30,38	30,47	30,65	30,65
Peso de agua (g)	35,59	43,02	37,15	43,08	37,24	41,01
Peso de suelo seco (g)	243,68	303,46	248,98	305,68	253,39	289,02
Contenido de humedad (%)	14,61	14,18	14,92	14,09	14,70	14,19
Peso Unitario seco (g/cm ³)	1,93	2,00	1,91	1,93	1,85	1,82

Datos del Ensayo Proctor Modificado Peso Unitario Seco = 2,020 gr/cm³ C.H.O. = 11,00 %

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación = 4,54 Kg

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/01/2021	15:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
30/01/2021	15:00	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,001	0,025	0,0
31/01/2021	15:00	48	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,002	0,050	0,0
01/02/2021	15:00	72	0,001	0,025	0,0	0,001	0,030	0,0	0,003	0,065	0,1
02/02/2021	15:00	96	0,002	0,050	0,0	0,002	0,040	0,0	0,003	0,085	0,1

PENETRACION

Sobrecarga de penetración = 4,54 Kg

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		5	42,6			4	39,0			4	39,0		
1,250		10	60,6			8	53,4			8	53,4		
1,875		14	75,0			11	64,2			11	64,2		
2,540	70,31	19	93,0	93,0	6,7	15	78,6	78,6	5,7	15	78,6	78,6	5,7
5,080	105,46	29	128,9	128,9	6,2	25	114,5	114,5	5,5	21	100,1	100,1	4,8
7,500		35	150,5			31	136,1			30	132,5		
10,000		39	164,9			38	161,3			36	154,1		
12,500		43	179,2			42	175,6			40	168,4		

NOTA: 13,7%

CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
(MTC E 132)

Solicitud N°

Proyecto	: Incidencia del Contenido de Humedad en la Determinación del CBR en suelos Cohesivos en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz - Ancash	Fecha de Ensayo	: 15-01-21
Solicitado	: Bach. Huaman Livia Alfredo Rolando	Muestreado por	: H.L.A
Lugar	: Shancayan - Independencia - Huaraz	Técnico	: H.L.A

DATOS DE LA MUESTRA			
Calicata	: --	Progresiva	: --
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		4	5	6			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12035,2	12055,4	11824,2	11843,3	11739,4	11818,2
Peso de molde (g)		7546,0	7546,0	7324,6	7324,6	7290,6	7290,6
Peso del suelo húmedo (g)		4489,2	4509,4	4499,6	4518,7	4448,8	4527,6
Volumen del molde (cm ³)		2113,9	2113,9	2120,4	2120,4	2115,5	2115,5
Peso Unitario húmedo (g/cm ³)		2,12	2,13	2,12	2,13	2,10	2,14
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		235,70	352,92	242,62	383,11	258,68	374,26
Peso suelo seco + recipiente (g)		208,06	310,06	213,79	335,54	227,73	328,48
Peso del recipiente (g)		26,03	30,61	22,43	30,31	24,57	30,69
Peso de agua (g)		27,64	42,86	28,83	47,57	30,95	45,78
Peso de suelo seco (g)		182,03	279,45	191,36	305,23	203,16	297,79
Contenido de humedad (%)		15,18	15,34	15,07	15,58	15,23	15,37
Peso Unitario seco (g/cm ³)		1,84	1,85	1,84	1,84	1,82	1,86
Datos del Ensayo Proctor Modificado		Peso Unitario Seco = 2,020 gr/cm ³		C.H.O. = 11,00 %			

INMERSIÓN

Sobrecarga de saturación =		4,54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/01/2021	16:30	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
16/01/2021	16:30	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,002	0,050	0,0
17/01/2021	16:30	48	0,001	0,025	0,0	0,002	0,053	0,0	0,003	0,075	0,1
18/01/2021	16:30	72	0,002	0,050	0,0	0,003	0,075	0,1	0,005	0,125	0,1
19/01/2021	16:30	96	0,003	0,075	0,1	0,004	0,100	0,1	0,007	0,175	0,1

PENETRACION

Sobrecarga de penetración =		4,54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,625		2	31,8			2	31,8			2	31,8		
1,250		5	42,6			4	39,0			4	39,0		
1,875		8	53,4			6	46,2			6	46,2		
2,540	70,31	10	60,6	60,6	4,4	8	53,4	53,4	3,9	8	53,4	53,4	3,9
5,080	105,46	14	75,0	75,0	3,6	12	67,8	67,8	3,3	12	67,8	67,8	3,3
7,500		17	85,8			16	82,2			15	78,6		
10,000		20	96,5			19	93,0			18	89,4		
12,500		22	103,7			20	96,5			19	93,0		

NOTA: 14,7%

Anexo 13: Resultados los Contenidos de humedad antes y después de la Saturación por 96 horas, Densidades y CBRs de los valores obtenidos con corrección a 0.1" y 0.2" de penetración

N° Golpes			
55			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
8,65	8,03	7,19	1,98
9,07	14,02	13,68	2,02
10,41	23,00	22,80	2,07
11,24	28,69	28,54	2,04
12,32	16,60	16,41	1,99
12,86	14,92	13,74	1,97
14,61	6,72	6,49	1,93
15,18	4,39	3,95	1,84

N° Golpes			
26			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
8,52	5,08	4,49	1,84
9,05	8,19	7,06	1,90
10,24	12,59	10,93	1,92
11,09	16,58	15,10	1,96
12,86	14,53	14,38	1,98
13,05	12,43	12,44	1,97
14,92	5,75	5,72	1,91
15,07	3,88	3,61	1,84

N° Golpes			
12			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
8,69	3,72	2,96	1,66
9,10	5,27	4,39	1,71
10,78	5,05	4,02	1,74
10,96	6,01	4,81	1,80
12,64	12,58	12,40	1,89
13,03	10,60	10,63	1,88
14,70	5,50	5,41	1,85
15,23	3,89	3,56	1,82

N° Golpes			
55			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
14,00	8,03	7,19	1,98
11,64	14,02	13,68	2,02
11,10	23,00	22,80	2,07
10,21	28,69	28,54	2,04
12,89	16,60	16,41	1,99
11,89	14,92	13,74	1,97
14,18	6,72	6,49	1,93
15,34	4,39	3,95	1,84

N° Golpes			
26			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
15,64	5,08	4,49	1,84
12,59	8,19	7,06	1,90
12,91	12,59	10,93	1,92
11,36	16,58	15,10	1,96
12,79	14,53	14,38	1,98
11,87	12,43	12,44	1,97
14,09	5,75	5,72	1,91
15,58	3,88	3,61	1,84

N° Golpes			
12			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
17,69	3,72	2,96	1,66
15,62	5,27	4,39	1,71
16,29	5,05	4,02	1,74
13,83	6,01	4,81	1,80
13,38	12,58	12,40	1,89
12,17	10,60	10,63	1,88
14,19	5,50	5,41	1,85
15,37	3,89	3,56	1,82

Anexo 14: Resultados los Contenidos de humedad antes y después de la Saturación por 96 horas, Densidades y CBRs de los valores obtenidos sin corrección a 0.1" y 0.2" de penetración

N° Golpes			
55			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
8,65	7,77	6,75	1,98
9,07	14,29	13,17	2,02
10,41	29,39	20,64	2,07
11,24	34,34	26,19	2,04
12,32	16,63	15,77	1,99
12,86	15,07	12,48	1,97
14,61	6,73	6,23	1,93
15,18	4,39	3,62	1,84

N° Golpes			
26			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
8,52	4,91	4,14	1,84
9,05	8,30	6,23	1,90
10,24	12,72	9,70	1,92
11,09	16,11	13,86	1,96
12,86	15,07	13,00	1,98
13,05	14,02	11,95	1,97
14,92	5,69	5,53	1,91
15,07	3,87	3,27	1,84

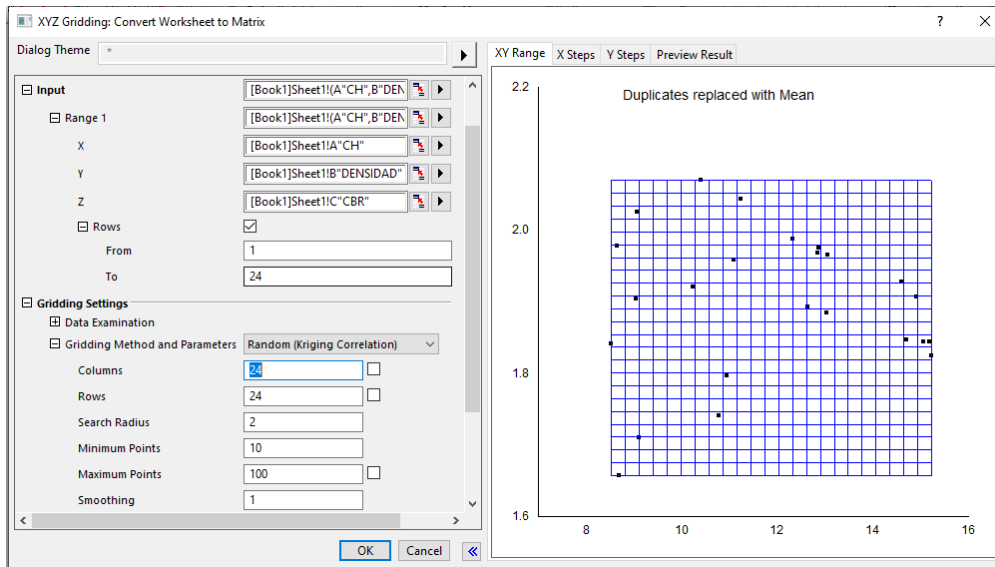
N°Golpes			
12			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
8,69	3,61	2,58	1,66
9,10	5,17	3,79	1,71
10,78	4,91	3,45	1,74
10,96	5,69	4,14	1,80
12,64	12,46	12,48	1,89
13,03	11,94	9,87	1,88
14,70	5,69	4,84	1,85
15,23	3,87	3,27	1,82

N° Golpes			
55			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
14,00	7,77	6,75	1,98
11,64	14,29	13,17	2,02
11,10	29,39	20,64	2,07
10,21	34,34	26,19	2,04
12,89	16,63	15,77	1,99
11,89	15,07	12,48	1,97
14,18	6,73	6,23	1,93
15,34	4,39	3,62	1,84

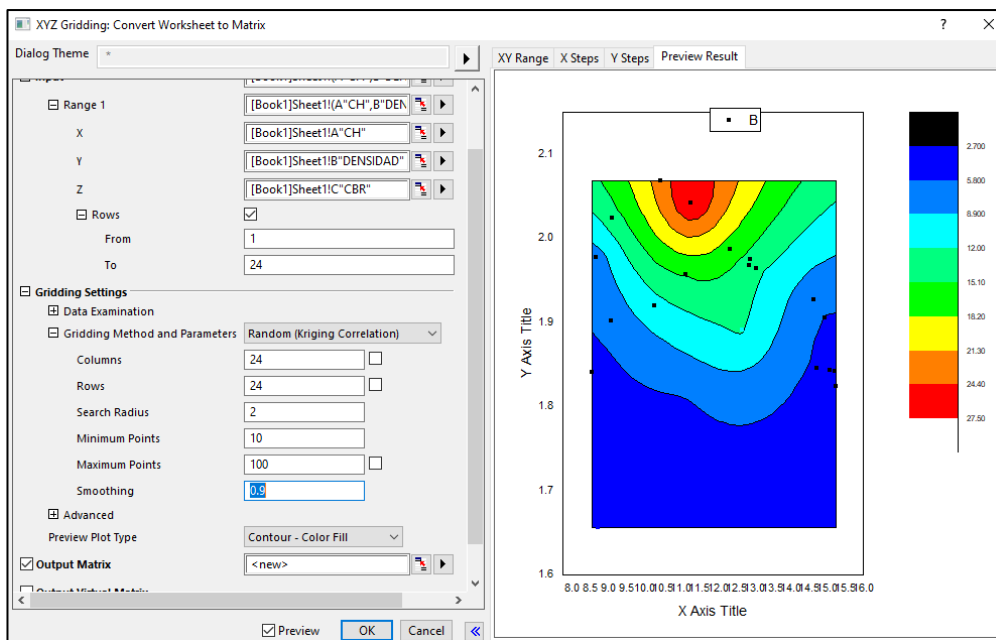
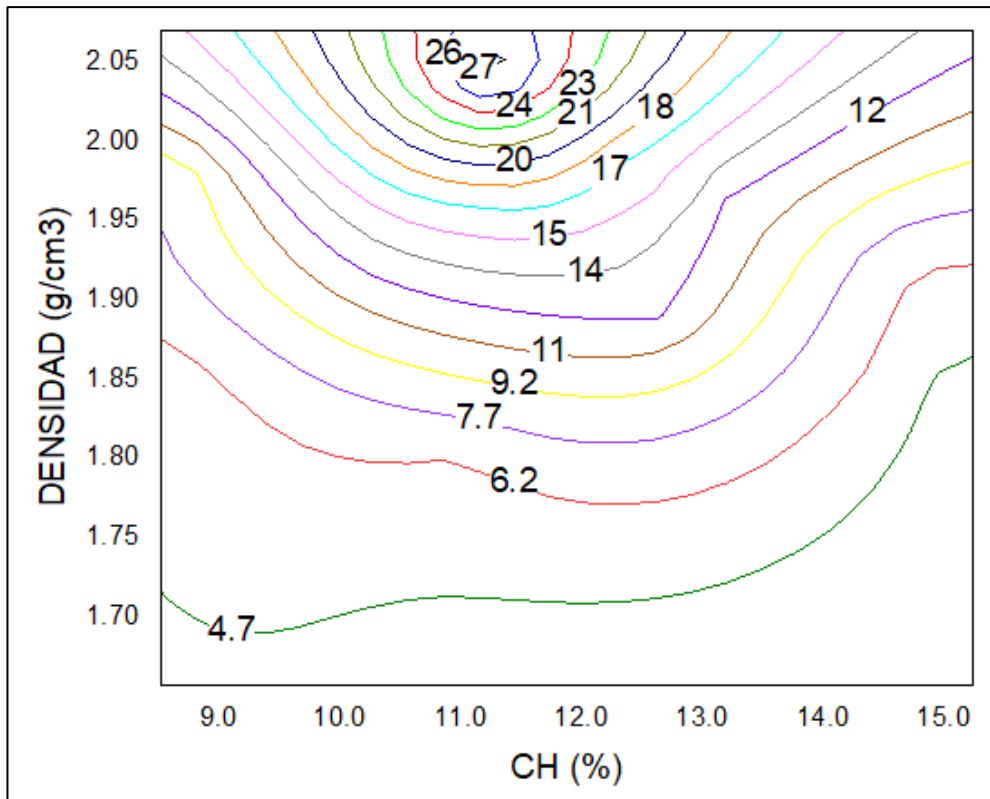
N° Golpes			
26			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
15,64	4,91	4,14	1,84
12,59	8,30	6,23	1,90
12,91	12,72	9,70	1,92
11,36	16,11	13,86	1,96
12,79	15,07	13,00	1,98
11,87	14,02	11,95	1,97
14,09	5,69	5,53	1,91
15,58	3,87	3,27	1,84

N° Golpes			
12			
CH (%)	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad (g/cm3)
17,69	3,61	2,58	1,66
15,62	5,17	3,79	1,71
16,29	4,91	3,45	1,74
13,83	5,69	4,14	1,80
13,38	12,46	12,48	1,89
12,17	11,94	9,87	1,88
14,19	5,69	4,84	1,85
15,37	3,87	3,27	1,82

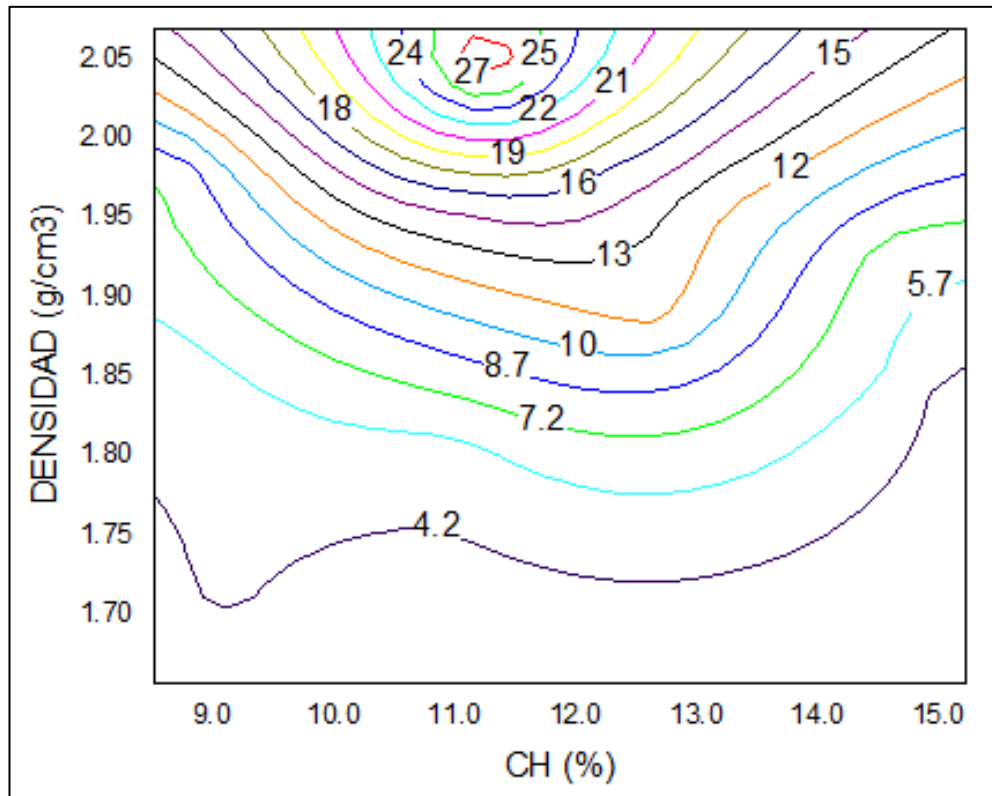
Anexo 15: Cálculo de Isolénea de CBR con corrección para 0.1" y 0.2" de penetración



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3.71503	3.80701	3.96268	4.04219	4.05906	4.03543	3.995	3.94935	3.90493	3.86394	3.82565	3.78737	3.7455	3.69649
2	4.0516	4.20169	4.3485	4.40116	4.37632	4.31942	4.25689	4.19701	4.14732	4.10724	4.07395	4.0424	4.00663	3.96112
3	4.38944	4.61901	4.80116	4.78794	4.69393	4.59675	4.51168	4.44314	4.3928	4.35928	4.33734	4.31869	4.29413	4.25651
4	4.64548	4.93768	5.27264	5.10151	4.95966	4.84439	4.75187	4.68265	4.63909	4.6204	4.61884	4.62161	4.61496	4.58753
5	4.78591	5.03899	5.22672	5.22639	5.14402	5.05493	4.97599	4.91638	4.88709	4.89357	4.92451	4.95996	4.97929	4.96722
6	4.84815	5.05747	5.21947	5.29025	5.28855	5.25094	5.20014	5.15564	5.14393	5.18568	5.26526	5.34778	5.40175	5.40817
7	4.88276	5.08033	5.25774	5.38483	5.45422	5.4741	5.45676	5.42304	5.42025	5.50741	5.66112	5.80751	5.90236	5.92699
8	4.91628	5.12902	5.34886	5.54153	5.68482	5.76963	5.79416	5.76428	5.72783	5.88383	6.15438	6.37307	6.5056	6.54178
9	4.95852	5.21172	5.50268	5.78	6.01033	6.17645	6.26953	6.29495	6.22982	6.46741	6.8228	7.08254	7.23393	7.26845
10	5.01047	5.33889	5.73542	6.11814	6.44946	6.71498	6.90954	7.04289	7.16899	7.40115	7.70011	7.94895	8.09646	8.11622
11	5.0674	5.55743	6.08293	6.57246	7.00914	7.39263	7.69063	7.94626	8.1853	8.44605	8.71967	8.94538	9.08291	9.0857
12	5.49151	5.986	6.57269	7.14819	7.684	8.16427	8.57996	8.93523	9.24892	9.53989	9.8069	10.02717	10.16544	10.16859
13	6.03894	6.55449	7.17884	7.82553	8.45603	9.04275	9.55879	9.99296	10.35665	10.66747	10.93253	11.14614	11.29291	11.3341
14	6.54356	7.13507	7.84075	8.5613	9.29597	10.00263	10.6215	11.1636	11.5666	11.82032	12.06941	12.25549	12.37902	12.44465
15	6.97225	7.64313	8.46733	9.29308	10.16763	11.02733	11.77442	12.30262	12.69731	12.99798	13.21254	13.33474	13.3581	13.26411
16	7.30419	8.0272	8.96025	9.99013	11.04629	12.06818	12.95957	13.5264	13.93213	14.21509	14.38805	14.4175	14.28539	13.97246
17	7.54536	8.33433	9.45306	10.70531	11.95521	13.11814	14.09891	14.81073	15.25301	15.50966	15.66611	15.58103	15.28535	14.76156
18	7.71518	8.59868	10.01982	11.51783	12.95766	14.27796	15.41115	16.28078	16.81557	17.04757	17.1933	16.9231	16.32209	15.60309
19	8.09554	9.11971	10.85012	12.51346	14.09372	15.56714	16.88704	17.97934	18.75078	19.13929	19.09606	18.5423	17.53752	16.34226
20	9.53014	10.54289	12.07223	13.70781	15.33689	16.92887	18.44534	19.81493	20.90046	21.47905	21.33778	20.4904	19.15293	17.66939
21	11.03104	12.08082	13.47211	14.98424	16.58747	18.24634	19.93387	21.60538	23.11823	24.06315	23.84259	22.62671	21.02809	19.43915
22	12.3754	13.43900	14.74793	16.16814	17.71793	19.3791	21.15313	23.05913	25.05464	26.30972	26.341	24.51908	22.55743	20.93489
23	13.54217	14.59265	15.80713	17.16804	18.64552	20.22034	21.93352	23.84637	25.93379	27.8529	27.38161	25.54947	23.72264	22.02035
24	14.54497	15.55269	16.7084	17.9862	19.36151	20.80903	22.29457	23.98252	25.70674	26.84334	26.74427	25.63235	24.17391	22.67433



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3.00426	3.04667	3.18126	3.24522	3.25538	3.23666	3.20898	3.18443	3.16914	3.16466	3.1691	3.17819	3.18669	3.18952	3.18262
2	3.31047	3.4044	3.51517	3.54731	3.5153	3.46182	3.41081	3.37351	3.35483	3.35482	3.3691	3.3904	3.41056	3.42217	3.41961
3	3.62678	3.79126	3.92561	3.88562	3.78157	3.68532	3.61017	3.56151	3.54295	3.55331	3.58472	3.62538	3.66315	3.68766	3.69153
4	3.87273	4.09255	4.38302	4.16553	4.0075	3.88995	3.79797	3.74312	3.73019	3.76028	3.81948	3.88924	3.9522	3.99446	4.00678
5	4.01864	4.19553	4.31994	4.27554	4.16594	4.06103	3.97546	3.91923	3.91531	3.97972	4.06071	4.19175	4.28981	4.35381	4.37598
6	4.10001	4.23081	4.32291	4.338	4.29533	4.22932	4.1612	4.11061	4.11803	4.22382	4.38097	4.54789	4.68844	4.7802	4.81195
7	4.16279	4.27791	4.37704	4.43595	4.45052	4.42964	4.38568	4.342	4.3572	4.50167	4.73957	4.98033	5.17179	5.29115	5.32924
8	4.22974	4.35341	4.48383	4.59431	4.66911	4.70168	4.69071	4.64156	4.60662	4.82491	5.19731	5.52326	5.76381	5.90562	5.94277
9	4.30793	4.46182	4.64763	4.82704	4.97534	5.07932	5.13082	5.12227	5.0503	5.36377	5.83772	6.21579	6.4872	6.64016	6.66582
10	4.39546	4.60331	4.8795	5.14576	5.39235	5.5782	5.72985	5.84765	5.93082	6.29053	6.89676	7.60991	7.35007	7.50407	7.50818
11	4.47953	4.82581	5.20178	5.56058	5.8925	6.19113	6.45735	6.70699	6.97886	7.3132	7.82228	8.05366	8.33926	8.49685	8.47622
12	4.86156	5.2072	5.63848	6.07408	6.49933	6.90101	7.276	7.63296	7.99117	8.36832	8.7514	9.11707	9.42229	9.60689	9.5751
13	5.33717	5.69756	6.16342	6.6731	7.19089	7.69377	8.16772	8.61081	9.03172	9.44002	9.83584	10.20866	10.5412	10.79487	10.81217
14	5.78409	6.20237	6.7395	7.33413	7.95448	8.59345	9.13127	9.64434	10.108	10.5336	10.92582	11.28156	11.60095	11.89938	12.19831
15	6.18832	6.67789	7.32201	8.03347	8.78313	9.51412	10.17974	10.7484	11.23414	11.65739	12.02508	12.32242	12.55549	12.65006	12.523
16	6.53402	7.0964	7.87447	8.79711	9.80401	10.56966	11.33024	11.94846	12.42504	12.83884	13.17225	13.38341	13.42476	13.26996	12.84651
17	6.80903	7.46045	8.44816	9.5697	10.68489	11.71747	12.60779	13.29989	13.76342	14.10478	14.45447	14.57045	14.41072	14.01012	13.37146
18	7.00598	7.77835	9.11254	10.50351	11.82447	13.0315	14.07809	14.89853	15.40846	15.67051	16.05535	16.00687	15.58651	14.93775	14.17527
19	7.40965	8.36383	10.06695	11.64607	13.1221	14.49423	15.73234	16.77315	17.53395	17.98824	18.11156	17.77453	17.00218	15.98814	15.26965
20	9.01056	9.9609	11.45046	13.00536	14.53903	16.03902	17.48204	18.80529	19.89017	20.52964	20.51775	19.85887	18.75645	17.49805	16.55646
21	10.63993	11.65422	13.02335	14.44595	15.95716	17.53929	19.16635	20.79904	22.31259	23.31087	23.17581	22.08587	20.65899	19.23925	17.98472
22	12.06029	13.11607	14.41056	15.75224	17.23275	18.84416	20.58035	22.45217	24.45063	26.30328	25.83966	24.03559	22.27742	20.68205	19.26939
23	13.26279	14.29214	15.4967	16.82191	18.26831	19.84184	21.54966	23.42848	25.47719	27.46802	26.94902	25.08346	23.31686	21.71239	20.26829
24	14.27544	15.27169	16.41328	17.67611	19.04652	20.51339	22.0547	23.70038	25.31029	26.99416	26.26399	25.14962	23.73532	22.30849	20.95836



Anexo 16: Cálculo de Isolénea de CBR sin corrección para 0.1" y 0.2" de penetración

XYZ Gridding: Convert Worksheet to Matrix

Dialog Theme

XY Range X Steps Y Steps Preview Result

Range 1 [Book1]Sheet1!(A"CH",B"DEN")

X [Book1]Sheet1!A"CH"

Y [Book1]Sheet1!B"DENSIDAD"

Z [Book1]Sheet1!C"CBR"

Rows

From 1

To 24

Gridding Settings

Data Examination

Gridding Method and Parameters Random (Kriging Correlation)

Columns 24

Rows 24

Search Radius 2

Minimum Points 10

Maximum Points 100

Smoothing 0.9

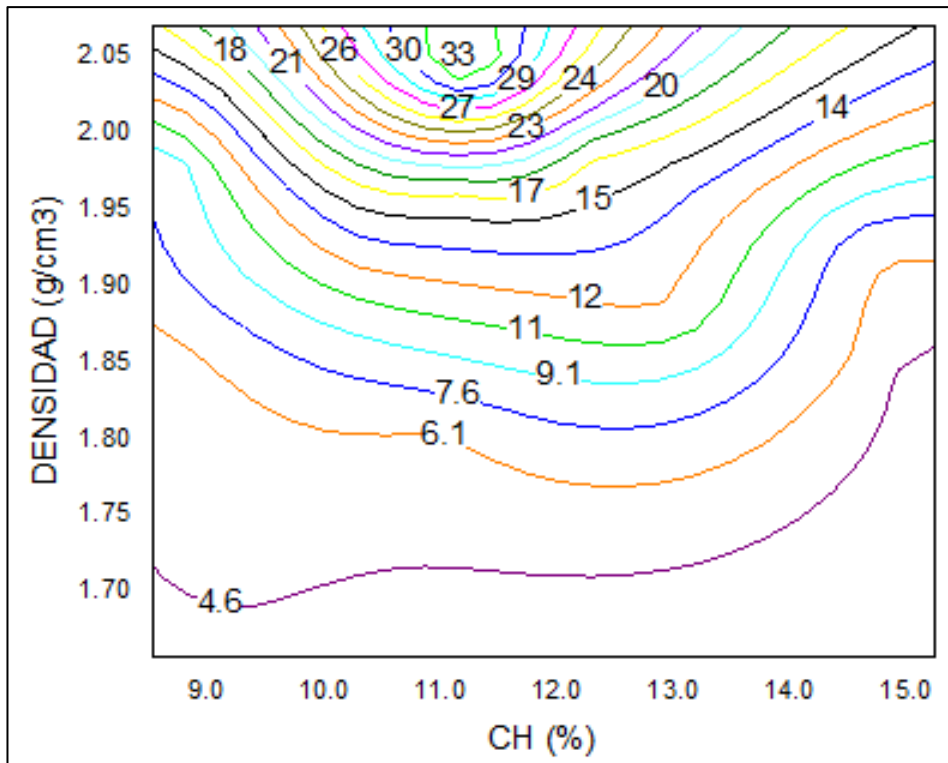
Advanced

OK Cancel

MBook3:1/1 CBR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3.63885	3.70599	3.86197	3.9409	3.95973	3.9445	3.91556	3.88476	3.85778	3.8363	3.8192	3.80352	3.78531	3.76059	3.726
2	3.96238	4.08859	4.22639	4.27549	4.25244	4.20317	4.15214	4.1094	4.0785	4.05927	4.04864	4.04141	4.03129	4.01219	3.979
3	4.29113	4.48828	4.66936	4.64531	4.54894	4.45842	4.38619	4.33483	4.30397	4.29218	4.29411	4.3018	4.3051	4.29572	4.266
4	4.53905	4.81064	5.16055	4.94645	4.79715	4.68696	4.60691	4.55504	4.53148	4.53455	4.55771	4.58875	4.61333	4.61881	4.596
5	4.67288	4.90003	5.07085	5.05501	4.96616	4.88049	4.81255	4.77013	4.76081	4.78731	4.84369	4.9104	4.9655	4.99177	4.978
6	4.73149	4.91086	5.05087	5.10683	5.09792	5.06062	5.01692	4.98615	4.99239	5.05283	5.16031	5.27897	5.37541	5.42808	5.425
7	4.76545	4.93121	5.08457	5.19476	5.25367	5.26874	5.25148	5.22225	5.22949	5.33763	5.52524	5.71538	5.86211	5.94427	5.951
8	4.79963	4.97988	5.17495	5.34872	5.47745	5.55101	5.56664	5.52856	5.4855	5.66457	5.98041	6.2525	6.44889	6.55809	6.571
9	4.84138	5.06317	5.33111	5.58881	5.8006	5.9486	6.02362	6.01943	5.93591	6.19955	6.60745	6.92759	7.15602	7.28412	7.299
10	4.88725	5.19079	5.57226	5.9355	6.24457	6.4848	6.65237	6.75941	6.85704	7.10663	7.44141	7.75088	7.98811	8.12787	8.1
11	4.919	5.41635	5.93765	6.40996	6.82023	7.16045	7.43093	7.64953	7.86072	8.11403	8.40589	8.69068	8.92725	9.07987	9.105
12	5.39978	5.88594	6.46631	7.02233	7.52669	7.96516	8.33034	8.63157	8.89829	9.16244	9.43414	9.70003	9.93685	10.11272	10.171
13	6.01495	6.51747	7.1316	7.75493	8.34979	8.88828	9.33983	9.69659	9.98572	10.24453	10.49442	10.73771	10.96717	11.16858	11.29
14	6.56896	7.16167	7.86941	8.56118	9.26152	9.92288	10.46684	10.85196	11.12869	11.35947	11.57428	11.77701	11.96551	12.14573	12.327
15	7.02423	7.70923	8.56134	9.36236	10.22208	11.06067	11.74055	12.10484	12.33009	12.51269	12.68252	12.82277	12.91578	12.95883	12.898
16	7.35439	8.08783	9.05965	10.11942	11.2038	12.23692	13.08368	13.42715	13.59608	13.72319	13.86403	13.9315	13.87824	13.7248	13.455
17	7.56681	8.36932	9.56119	10.91004	12.24764	13.45302	14.37649	14.88813	15.01291	15.03452	15.2421	15.224	14.94941	14.56023	14.141
18	7.67361	8.58143	10.15235	11.83526	13.45342	14.89432	16.03422	16.75155	16.9486	16.8242	17.1344	16.88411	16.21626	15.46655	14.964
19	7.99601	9.06231	11.03894	12.99669	14.88795	16.61481	18.06826	19.13816	19.74255	19.94537	19.79787	19.08474	17.81606	16.34973	15.859
20	9.62465	10.62214	12.35614	14.41621	16.53937	18.56239	20.37963	21.89035	22.96753	23.42258	23.05313	21.87339	20.13476	18.31426	17.436
21	11.36854	12.32399	13.81988	16.00705	18.32765	20.61134	22.77728	24.74535	26.38471	27.27804	26.73041	25.00672	22.9183	20.99653	19.537
22	13.07185	14.09431	15.56333	17.74598	20.13816	22.58925	25.01334	27.32665	29.53964	31.44763	30.467	27.8605	25.38955	23.25215	21.49
23	14.71008	15.8847	17.46104	19.47947	21.80062	24.29918	26.85682	29.19821	31.34506	33.34431	32.26462	29.57951	27.10312	24.93718	23.087
24	16.19646	17.45352	19.03218	20.94014	23.12413	25.5198	28.08367	30.1259	31.53498	32.36803	31.76528	30.01727	27.90093	26.02071	24.244

MSheet1



XYZ Gridding: Convert Worksheet to Matrix

Dialog Theme: []

XY Range: X Steps: Y Steps: Preview Result

Duplicates replaced with Mean

Input: [Book]Sheet1!A:CH, B:DEN

Range 1: [Book]Sheet1!A:CH

X: [Book]Sheet1!A:CH

Y: [Book]Sheet1!B:DENSIDAD

Z: [Book]Sheet1!C:CBR

Rows: From 1 To 24

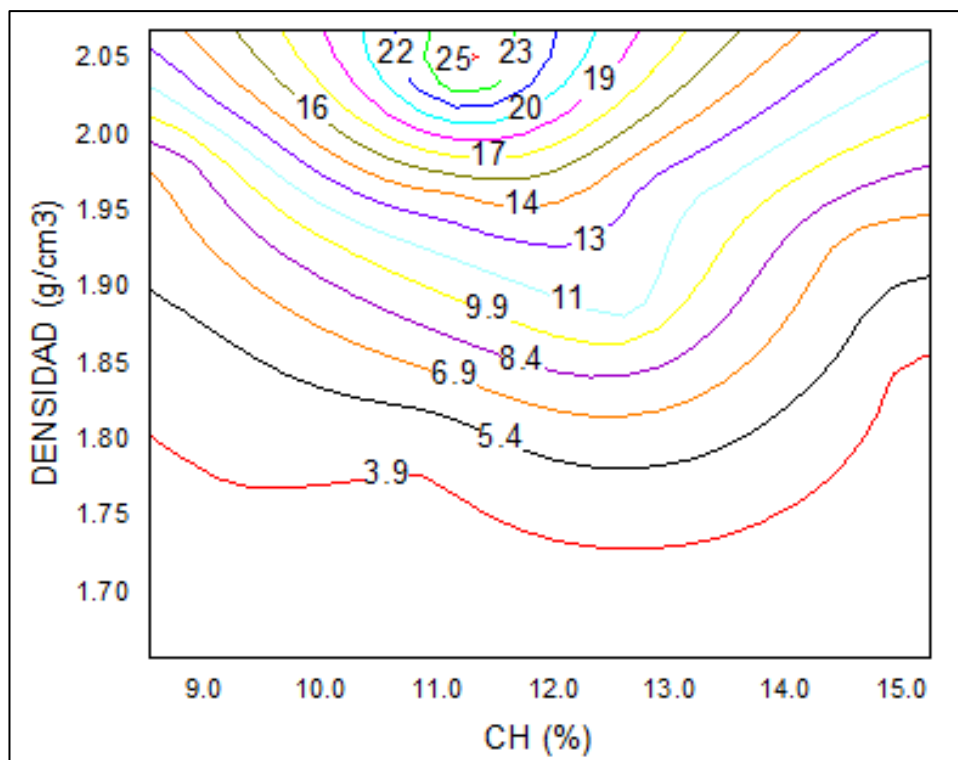
Gridding Settings: Data Examination, Gridding Method and Parameters: Random (Kriging Correlation)

Columns: 24, Rows: 24, Search Radius: 2, Minimum Points: 10, Maximum Points: 100, Smoothing: 0.5

OK Cancel

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2.62326	2.64514	2.74331	2.78364	2.78078	2.75629	2.72747	2.7049	2.69384	2.69533	2.70706	2.72446	2.74197	2.75429	2.75
2	2.89211	2.95609	3.03373	3.04617	3.00665	2.95202	2.90325	2.87045	2.85805	2.86579	2.88902	2.92014	2.95067	2.97291	2.98
3	3.17079	3.29297	3.38961	3.33995	3.23846	3.14667	3.07701	3.03509	3.02465	3.04449	3.08655	3.1387	3.18831	3.22462	3.24
4	3.39249	3.55996	3.78707	3.58612	3.43739	3.32361	3.24127	3.19426	3.19071	3.23172	3.30337	3.38654	3.46304	3.51829	3.5
5	3.53264	3.66243	3.7477	3.69112	3.58135	3.47881	3.39765	3.34874	3.35485	3.43312	3.54679	3.67379	3.7865	3.86577	3.90
6	3.62173	3.71122	3.76748	3.75925	3.70396	3.63202	3.56319	3.51751	3.53458	3.65398	3.82933	4.016	4.17507	4.29245	4.32
7	3.69908	3.77399	3.83444	3.86146	3.85291	3.81728	3.7662	3.72269	3.74609	3.90825	4.17075	4.43707	4.65086	4.78722	4.83
8	3.78437	3.86508	3.94985	4.01922	4.06123	4.07103	4.0471	3.99376	3.96391	4.20614	4.61376	4.97327	5.24098	5.40102	5.44
9	3.88406	3.98817	4.11709	4.24365	4.34964	4.42428	4.45948	4.4462	4.3787	4.72528	5.24577	5.66631	5.97077	6.14309	6.17
10	3.97719	4.14627	4.34236	4.54212	4.72742	4.88924	5.0245	5.1432	5.3052	5.64454	6.10363	6.52936	6.85109	7.02656	7.02
11	4.11492	4.36035	4.63901	4.91919	5.19289	5.45472	5.70657	5.96481	6.26802	6.65426	7.09898	7.52862	7.87108	8.05706	8.02
12	4.4394	4.69142	5.01962	5.37394	5.73745	6.10063	6.46351	6.83691	7.23912	7.68171	8.15107	8.6084	8.99798	9.23285	9.17
13	4.83398	5.10153	5.46985	5.89889	6.35188	6.81254	7.27429	7.74114	8.21935	8.71195	9.21272	9.70482	10.16184	10.52201	10.53
14	5.21988	5.52911	5.9571	6.47823	7.03273	7.58798	8.13613	8.68022	9.21541	9.74068	10.25468	10.75145	11.22901	11.70605	12.20
15	5.59517	5.96494	6.48173	7.12382	7.79224	8.44044	9.06019	9.6748	10.246	10.7784	11.27661	11.72116	12.09175	12.36303	12.31
16	5.94968	6.40456	7.06525	7.84905	8.66632	9.41767	10.10827	10.77852	11.34582	11.85289	12.32	12.67402	12.8503	12.79659	12.41
17	6.2619	6.81622	7.68115	8.6696	9.65097	10.5621	11.37438	12.0595	12.59931	13.0003	13.47973	13.73821	13.69833	13.35327	12.7
18	6.51504	7.19807	8.39569	9.6308	10.7932	11.85847	12.80298	13.57704	14.09708	14.42612	14.94372	15.05222	14.7714	14.15322	13.2
19	6.9724	7.84564	9.39844	10.79839	12.08459	13.28255	14.38441	15.3423	16.08323	16.58953	16.83841	16.68263	16.12039	15.24464	14.22
20	8.56432	9.49752	10.82316	12.17295	13.47445	14.76111	16.02884	17.23144	18.2903	18.92715	19.03467	18.57116	17.70506	16.62183	15.52
21	10.15931	11.1703	12.45308	13.60474	14.83565	16.16429	17.57825	19.05013	20.46532	21.45186	21.43061	20.54641	19.33561	18.05766	16.82
22	11.50475	12.54254	13.75477	14.82376	16.00987	17.34442	18.8381	20.52029	22.38043	24.1458	23.81288	22.25451	20.71532	19.27935	17.96
23	12.59052	13.55774	14.63378	15.73934	16.91624	18.2082	19.65001	21.33665	23.26378	25.16289	24.77361	23.14641	21.58959	20.15218	18.83
24	13.47631	14.38282	15.3843	16.44944	17.578	18.77703	20.03395	21.51207	23.07297	24.14754	24.10713	23.15717	21.91715	20.64626	19.42





Anexo 17: Calibraciones de equipos

17.1 Balanza de 500 g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 16363 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-13

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNIC EST ÁNCASH- HUARAZ- HUARAZ

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : YA501
N° de Serie : No Indica
Capacidad Máxima : 500 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 2 g
Procedencia : CHINA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 16363 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250	250,0	0,07	-0,02	1	500	500,0	0,04	0,01
2		250,0	0,06	-0,01	2		500,0	0,05	0,00
3		250,0	0,07	-0,02	3		500,0	0,04	0,01
4		250,0	0,07	-0,02	4		500,0	0,04	0,01
5		250,0	0,08	-0,03	5		500,0	0,03	0,02
6		250,0	0,06	-0,01	6		500,0	0,03	0,02
7		250,0	0,06	-0,01	7		500,0	0,05	0,00
8		250,0	0,07	-0,02	8		500,0	0,03	0,02
9		250,0	0,07	-0,02	9		500,0	0,04	0,01
10		250,0	0,08	-0,03	10		500,0	0,03	0,02
Emax - Emin (g)				0,02	Emax - Emin (g)				0,02
e.m.p. ± (g)				0,3	e.m.p. ± (g)				0,3

PGC-16-r09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 2 de 3

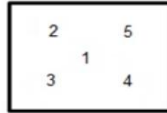


Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 16363 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1	1,0	0,08	-0,03	150	150,0	0,07	-0,02	0,01	0,2
2		1,0	0,06	-0,01		150,0	0,04	0,01	0,02	
3		1,0	0,04	0,01		150,0	0,06	-0,01	-0,02	
4		1,0	0,06	-0,01		150,0	0,06	-0,01	0,00	
5		1,0	0,07	-0,02		150,0	0,05	0,00	0,02	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,5 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,07	-0,02	0,00	2,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
50,00	50,0	0,08	-0,03	-0,01	50,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
100,00	100,0	0,07	-0,02	0,00	100,0	0,07	-0,02	0,00	0,2
150,00	150,0	0,06	-0,01	0,01	150,0	0,07	-0,02	0,00	0,2
200,00	200,0	0,06	-0,01	0,01	200,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
300,00	300,0	0,05	0,00	0,02	300,0	0,06	-0,01	0,01	0,3
350,00	350,0	0,05	0,00	0,02	350,0	0,06	-0,01	0,01	0,3
400,00	400,0	0,05	0,00	0,02	400,0	0,05	0,00	0,02	0,3
450,00	450,0	0,05	0,00	0,02	450,0	0,05	0,00	0,02	0,3
500,00	500,0	0,04	0,01	0,03	500,0	0,04	0,01	0,03	0,3

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga incrementada Eo : Error en cero
e.m.p. : Error máximo permitido E : Error encontrado Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R - 4,54 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{1,74 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 4,71 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 499,4 g para una carga de valor nominal 500 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



17.2 Balanza de 6000 g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 16370 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-13

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNIC EST ÁNCASH- HUARAZ- HUARAZ

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : SE6001F
N° de Serie : 8346710543
Capacidad Máxima : 6000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 20 g
Procedencia : U.S.A
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 16370 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-07381-2021 Mayo 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,1 °C	17,0 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000	3 000,0	0,04	0,01	1	6000	6 000,1	0,07	0,08
2		3 000,0	0,05	0,00	2		6 000,1	0,07	0,08
3		3 000,0	0,04	0,01	3		6 000,1	0,08	0,07
4		3 000,0	0,03	0,02	4		6 000,1	0,07	0,08
5		3 000,1	0,08	0,07	5		6 000,0	0,04	0,01
6		3 000,1	0,08	0,07	6		6 000,0	0,03	0,02
7		3 000,0	0,04	0,01	7		6 000,1	0,07	0,08
8		3 000,0	0,05	0,00	8		6 000,1	0,07	0,08
9		3 000,0	0,04	0,01	9		6 000,0	0,03	0,02
10		3 000,0	0,04	0,01	10		6 000,1	0,07	0,08
Emax - Emin (g)				0,07	Emax - Emin (g)				0,07
e.m.p. ± (g)				3	e.m.p. ± (g)				3



17.3 Balanza de 30000 g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 16368 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-13

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNICO EST ÁNCASH- HUARAZ- HUARAZ

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
N° de Serie : 8335450121
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informs@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 16368 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-222-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-223-2021 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,8 °C
Humedad Relativa	50 %	51 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000,0	15 000	0,7	-0,2	1	30 000,0	29 999	0,4	-0,9
2		15 000	0,6	-0,1	2		29 999	0,4	-0,9
3		15 000	0,7	-0,2	3		29 999	0,3	-0,8
4		15 000	0,6	-0,1	4		30 000	0,5	0,0
5		15 000	0,6	-0,1	5		30 000	0,5	0,0
6		15 000	0,5	0,0	6		29 999	0,3	-0,8
7		15 001	0,8	0,7	7		29 999	0,3	-0,8
8		15 000	0,5	0,0	8		29 999	0,3	-0,8
9		15 000	0,5	0,0	9		30 000	0,5	0,0
10		15 000	0,6	-0,1	10		30 000	0,5	0,0
Emáx - Emin (g)				0,9	Emáx - Emin (g)				0,9
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 16412 - 2021

Proforma : 5471A Fecha de Emisión : 2021-10-18

SOLICITANTE : **EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**
 Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNICO EST ÁNCASH-HUARAZ

EQUIPO : **HORNO**
 Marca : ELE
 Modelo : 40GC - 1
 Número de Serie : G41 - 2756
 Identificación : NO INDICA
 Procedencia : NO INDICA
 Circulación del aire : Ventilación natural
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	ANALÓGICO	0 °C a 225 °C	25 °C
Selector	ANALÓGICO	0 °C a 225 °C	25 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,2 °C	63 %hr	219 V
Final	18,1 °C	63 %hr	218 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

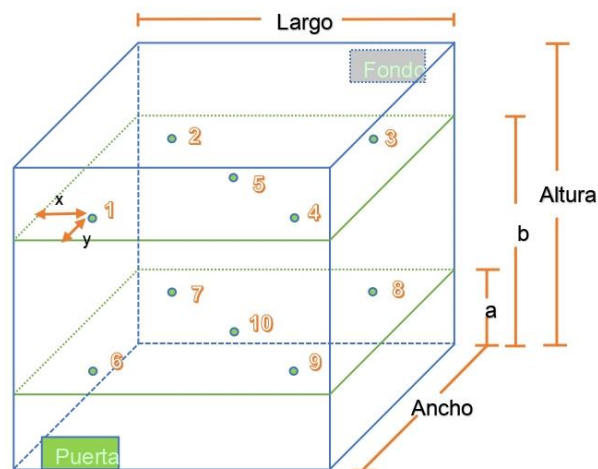

Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316


Certificado : TC - 16412 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT - 0346 - 2021 Abril 2021

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Largo : 40,0 cm a : 13,0 cm x : 5,0 cm
 Ancho : 35,0 cm b : 42,0 cm y : 6,0 cm
 Altura : 55,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
 El medio isoterma tenía 2 bandejas al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
l	: Indicación del termómetro del equipo.	Tprom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MÍN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

Certificado : TC - 16412 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
110 °C ± 10 °C	110 °C	60 min	40%	Envase de Acero con muestras

t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} - T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110,5	110,9	110,2	105,7	115,1	108,9	107,8	108,8	108,9	106,5	109,3	9,4
00:02	110	110,7	111,2	110,7	105,6	113,7	108,9	107,6	109,0	108,9	105,4	109,2	8,3
00:04	110	108,6	107,7	107,8	104,0	111,9	107,1	105,3	107,7	107,1	104,4	107,2	7,9
00:06	110	110,1	109,9	110,1	104,8	114,8	108,6	107,9	108,5	108,3	105,6	108,9	10,0
00:08	110	112,1	112,7	112,3	107,4	116,8	114,8	109,3	110,4	110,6	106,6	111,3	10,2
00:10	110	110,3	110,5	110,8	106,4	114,8	110,6	107,3	109,1	109,1	105,6	109,4	9,2
00:12	110	108,0	106,8	106,9	103,3	111,7	108,6	105,1	107,2	106,6	104,6	106,9	8,4
00:14	110	110,8	111,1	111,2	106,6	116,2	110,6	108,6	109,2	109,4	106,5	110,0	9,7
00:16	110	112,1	112,8	112,4	107,3	116,7	110,6	109,3	110,6	110,7	106,4	110,9	10,3
00:18	110	111,0	110,2	110,4	106,0	115,0	109,8	107,0	109,3	109,0	106,6	109,4	9,0
00:20	110	107,7	106,8	106,7	103,0	111,8	107,4	105,1	106,9	106,6	103,5	106,6	8,8
00:22	110	110,7	111,2	111,3	106,1	114,8	110,4	108,6	109,2	109,6	103,5	109,5	11,3
00:24	110	111,0	111,2	110,9	106,3	114,5	110,2	107,8	109,6	109,4	106,6	109,7	8,2
00:26	110	108,8	107,9	108,2	104,1	113,3	108,1	105,9	108,2	107,5	103,7	107,6	9,6
00:28	110	109,2	109,9	108,5	104,5	113,4	108,2	107,1	107,7	107,7	104,1	108,0	9,3
00:30	110	110,3	111,2	111,0	105,8	114,5	109,6	107,9	109,2	109,4	105,4	109,4	9,1
00:32	110	109,2	108,6	109,0	104,9	113,5	108,1	106,0	107,9	107,7	104,5	107,9	9,0
00:34	110	108,1	107,9	107,8	103,0	112,9	107,7	106,0	106,7	106,9	102,6	107,0	10,3
00:36	110	111,8	112,2	111,8	107,2	117,3	111,2	108,9	110,1	110,4	106,8	110,8	10,5
00:38	110	110,7	110,3	111,3	106,5	116,4	110,4	107,6	109,6	109,6	106,1	109,8	10,3
00:40	110	108,6	107,9	108,1	103,9	112,8	108,2	105,6	107,7	107,4	104,6	107,5	8,9
00:42	110	109,6	109,7	109,1	104,6	114,3	108,9	107,7	108,3	108,1	104,1	108,4	10,2
00:44	110	111,5	111,9	111,8	107,0	116,2	111,1	108,8	110,2	110,3	106,1	110,5	10,1
00:46	110	110,4	109,7	109,8	105,8	115,2	109,9	107,3	108,9	109,1	104,9	109,1	10,3
00:48	110	107,8	106,9	106,9	103,0	112,2	107,4	105,1	106,9	106,6	103,5	106,6	9,2
00:50	110	110,6	111,1	110,8	105,9	115,7	110,1	108,3	109,1	109,3	105,8	109,7	9,9
00:52	110	110,1	110,7	110,6	105,9	115,2	110,1	107,5	109,1	109,3	106,6	109,5	9,3
00:54	110	108,4	107,6	107,5	103,8	112,7	108,0	105,5	107,7	107,2	106,5	107,5	8,9
00:56	110	109,2	109,7	108,9	104,1	113,2	108,6	107,5	108,0	107,8	105,6	108,3	9,1
00:58	110	111,9	112,5	112,6	107,5	117,8	111,4	109,3	110,5	110,6	106,2	111,0	11,6
01:00	110	110,6	110,3	110,8	106,8	115,5	110,4	107,5	109,1	109,6	107,0	109,8	8,7
T.PROM	110	110,0	110,0	109,9	105,4	114,5	109,5	107,3	108,7	108,7	105,4	108,9	
T.MAX	110	112,1	112,8	112,6	107,5	117,8	114,8	109,3	110,6	110,7	107,0		
T.MIN	110	107,7	106,8	106,7	103,0	111,7	107,1	105,1	106,7	106,6	102,6		
DTT	0	4,4	5,9	5,9	4,4	6,0	7,7	4,2	4,0	4,1	4,4		

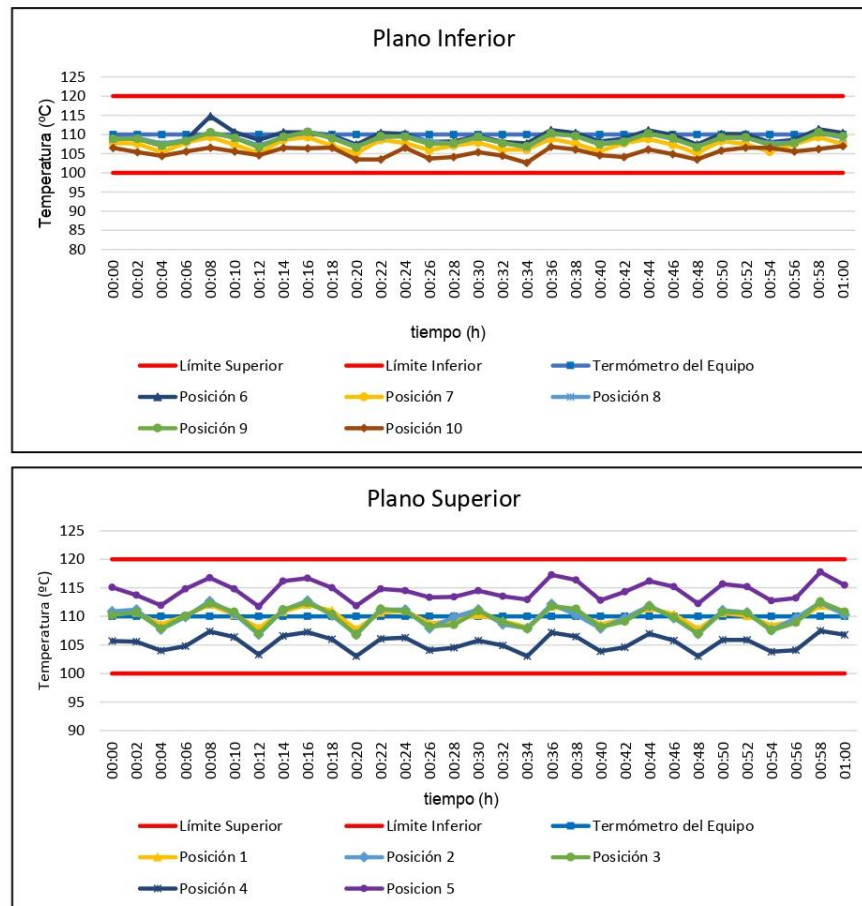
RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	117,8	0,9
Temperatura Mínima Medida	102,6	0,4
Desviación de Temperatura en el Espacio	9,2	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	7,7	0,1
Estabilidad Medida (±)	3,8	0,05
Uniformidad Medida	11,6	0,6



Certificado : TC - 16412 - 2021

GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 10 °C



DECLARACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

Certificado : TC - 16412 - 2021

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 2,89 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

17.5 Comparador de Cuadrante para la lectura del CBR



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16614 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión: 2021 - 10 - 07 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huaraz-Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COMPARADOR DE CUADRANTE
Tipo : Analógico
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : 88-4100
N° de Serie : 0601355728
Intervalo de Indicación : 0 in a 1 in
División de Escala : 0,001 in
Procedencia : U.S.A.
Identificación : No Indica
Fecha de Calibración : 2021 - 10 - 07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con nuestros bloques patrón según procedimiento PC - 014 "Procedimiento para la calibración de comparadores utilizando bloques patrón de longitud" Edición 3 - Julio 2019 INACAL

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	58,7 %	56,2 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r07/ Diciembre 2019/Rev.03



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-013-2021

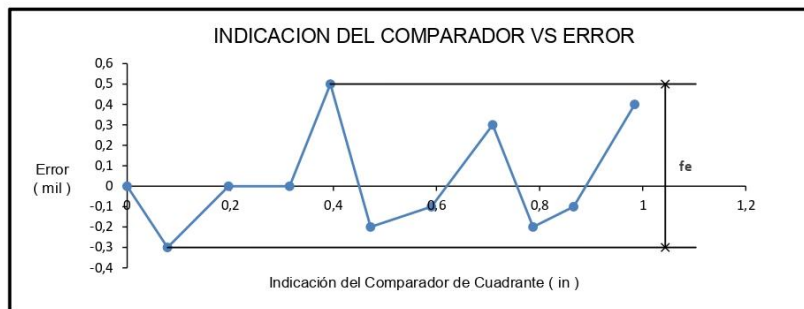
RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de referencia inicial = 0,0 mil

Error de Indicación

Valor Patrón (in)	Indicación del Comparador (in)	Error (mil)
0,0787	0,0784	-0,3
0,1968	0,1968	0,0
0,3150	0,3150	0,0
0,3937	0,3942	0,5
0,4724	0,4722	-0,2
0,5905	0,5904	-0,1
0,7086	0,7089	0,3
0,7874	0,7872	-0,2
0,8661	0,8660	-0,1
0,9842	0,9846	0,4

Alcance de error de indicación (f_e): 0,8 mil
Incertidumbre del error de indicación: 0,3 mil



PGC-16-r07/ Diciembre 2019/Rev.03



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

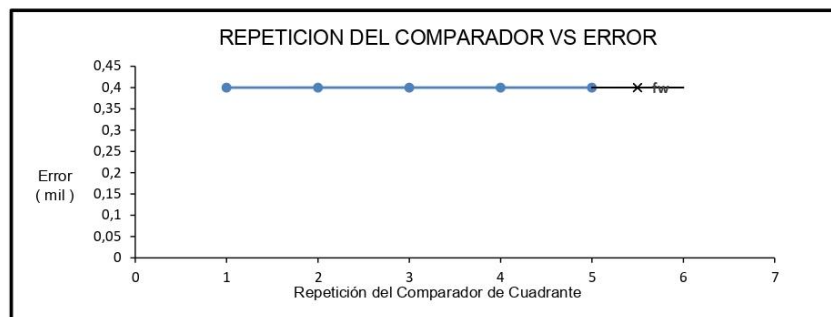
informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de Repetibilidad

Valor Patrón (in)	Indicación del Comparador (in)	Error (mil)
0,9842	0,9846	0,4
	0,9846	0,4
	0,9846	0,4
	0,9846	0,4
	0,9846	0,4

Alcance de error de indicación (f_w): 0 mil
Incertidumbre del error de indicación: 0,3 mil



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la división de escala en 5 partes. El instrumento tiene un error máximo permisible (f_e) de 2 mil, según especificaciones del fabricante.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-07/ Diciembre 2019/Rev.03



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

17.6 Molde de Compactación



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 16406 - 2021

PROFORMA : 5471AC1 Fecha de emisión : 2021-10-20 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash - Huaraz - Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE DE COMPACTACIÓN

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Identificación : MC - 07
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : NO INDICA
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la Norma ASTM D-698 / ASTM D 1557

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,1 °C	18,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	62 % HR	61 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MOLDE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,40	152,01	-0,39	0,01
Altura	116,43	116,40	-0,03	0,01

COLLAR

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,40	151,90	-0,50	0,01
Altura	60,33	60,67	0,34	0,01

PLACA BASE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Longitud	200,00	184,23	-15,77	0,01
Altura	12,70	12,65	-0,05	0,01

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

17.7 Martillo de Compactación



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16407 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión: 2021 - 10 - 20 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MARTILLO DE COMPACTACIÓN MODIFICADO

Marca : ELE International
Modelo : No Indica
N° de Serie : No Indica
Alcance : 10 lb / 18" caída
4535,9 g / 457 mm caída
Procedencia : No Indica
Identificación : PI - 05
Fecha de Calibración : 2021-10-06
Ubicación¹ : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma ASTM D-1557.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,5 °C
Humedad Relativa	66,7 %	65,6 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 16407 - 2021

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-7935-2020 Agosto 2020
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020 Diciembre 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Altura de Caída del Pistón

Valor Nominal (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)
457,00	457,00	0,00	0,05

Diametro del Pistón

Valor Nominal (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)
50,80	50,87	-0,07	0,05

Masa del Pistón

Valor Nominal (g)	Valor Medido (g)	Desviación (g)	Incertidumbre (g)
4535,9	4540,9	-5,0	0,1

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-16409-2021

PROFORMA : 5471AC1 Fecha de emisión : 2021-10-20 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash - Huaraz - Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR

Marca : NO INDICA
 Modelo : NO INDICA
 N° de Serie : NO INDICA
 Identificación : MCBR-01
 Procedencia : NO INDICA
 Ubicación : NO INDICA
 Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia las Normas ASTM D-698, NTC 2122, ASTM D 1883.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2 °C	19,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	62 % HR	61 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolas Ramos Paucar
 Gerente Técnico.
 CFP :0316

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN
MOLDE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	152,29	152,40	0,11	0,66	0,01
Altura (h_M)	177,48	177,80	0,32	0,46	0,01

COLLAR

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	152,25	152,40	0,15	0,66	0,01
Altura (h_c)	59,71	60,06	0,35	0,40	0,01

PLACA BASE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)
Diámetro (L)	200,3	200,00	-0,30
Espesor	11,05	12,70	1,65

MASAS

	Valor Nominal (g)
PESA ANULAR	2 272,7
PESA RANURADA	2 276,1


OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 16392 - 2021
PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : **EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash-Huarazhuaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **TAMIZ**
 Marca : ELE INTERNATIONAL
 Modelo : NO INDICA
 N° de serie : 175010506
 N° de tamiz : 3/4"
 Tamaño de abertura : 19 mm
 Identificación : NO INDICA
 Procedencia : NO INDICA
 Ubicación : NO INDICA
 Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,8 °C	18,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	53,3%	54,3%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP : 0316


TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. (*) (mm)
Horizontal	19,00	19,25	-0,25	0,07	0,522
Vertical		19,18	-0,18	0,07	0,522

(*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	20,01	19,59	0,393	0,18
Vertical		19,49		0,19

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	3,150	3,170	-0,020	0,069
Vertical		3,148	0,002	0,079

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	3,600	3,510	2,700	2,820
Vertical		3,590		2,800

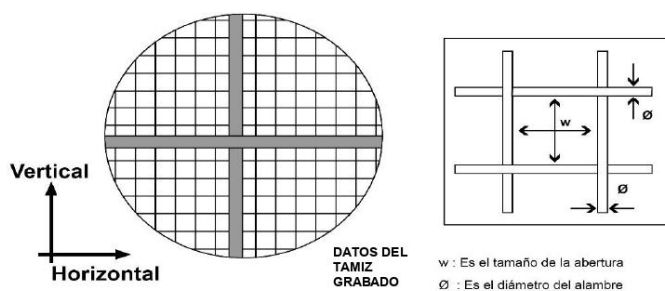
OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima



(01) 2629545



990089889



informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

17.10 Tamiz 3/8" ELE INTERNATIONAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 16393 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash-Huarazhuaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : NO INDICA
N° de serie : 174726865
N° de tamiz : 3/8"
Tamaño de abertura : 9,5 mm
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : NO INDICA
Fecha de Calibración : 2021-10-06

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,6 °C	18,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	53,3%	52,3%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP : 0316

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. ^(*) (mm)
Horizontal	9,50	9,52	-0,02	0,08	0,265
Vertical		9,40	0,10	0,10	0,265

(*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	10,11	9,97	0,211	0,21
Vertical		9,92		0,27

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	2,240	2,243	-0,003	0,054
Vertical		2,208	0,032	0,051

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	2,600	2,490	1,900	2,040
Vertical		2,500		2,000

OBSERVACIONES

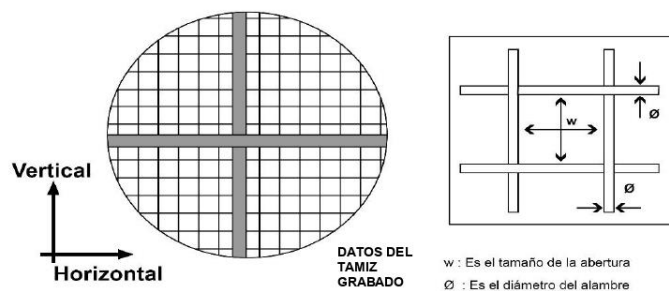
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 16390 - 2021
PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : **EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huarazhwarz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **TAMIZ**
 Marca : ELE INTERNATIONAL
 Modelo : NO INDICA
 N° de serie : 174727895
 N° de tamiz : No. 4
 Tamaño de abertura : 4,75 mm
 Identificación : NO INDICA
 Procedencia : NO INDICA
 Ubicación : NO INDICA
 Fecha de Calibración : 2021-10-06

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,7 °C	17,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	54,3%	53,3%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP : 0316


Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima (01) 2629545 990089889 informes@testcontrol.com.pe

 Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. ^(*) (mm)
Horizontal	4,75	4,70	0,05	0,05	0,135
Vertical		4,76	-0,01	0,06	0,135

(*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	5,12	4,92	0,118	0,12
Vertical		5,03		0,14

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	1,600	1,488	0,112	0,042
Vertical		1,589	0,011	0,051

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	1,900	1,750	1,300	1,340
Vertical		1,850		1,310

OBSERVACIONES

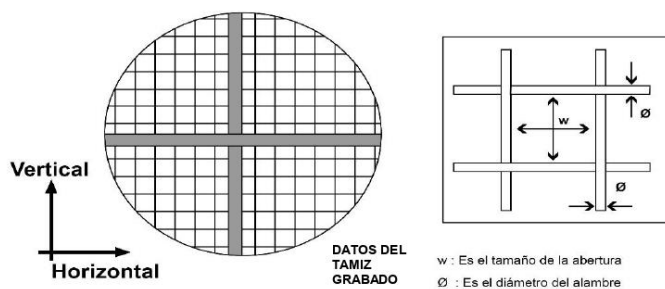
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 16395 - 2021
PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : NO INDICA
N° de serie : 172312674
N° de tamiz : No. 40
Tamaño de abertura : 425 µm
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : NO INDICA
Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,4 °C	17,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	51,8%	51,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP : 0316

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm Incertidumbre de 1,4 μm	LLA-062-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	Valor Nominal (μm)	Promedio (μm)	Error (μm)	Incertidumbre (μm)	E.M.P. ^(*) (μm)
Horizontal	425,0	428,1	-3,1	14,7	14
Vertical		428,8	-3,8	14,7	14

(*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (μm)	Abertura Máxima Encontrada (μm)	Desviación Estandar Nominal (μm)	Desviación Estandar Encontrada (μm)
Horizontal	498,0	451,2	22,43	9,8
Vertical		464,7		12,4

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,280	0,270	0,010	0,015
Vertical		0,290	-0,010	0,015

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,320	0,290	0,240	0,250
Vertical		0,310		0,270

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

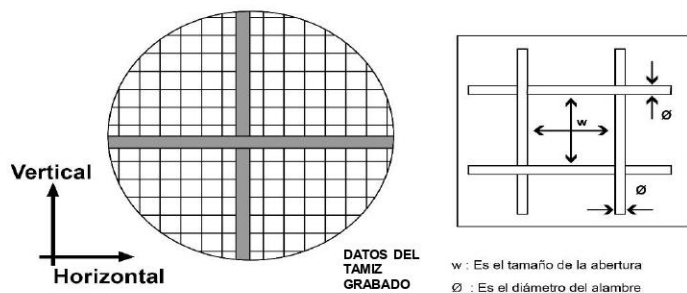
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Certificado : TC - 16395 - 2021

Página : 3 de 3

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO