

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso  
Tambo Real Viejo – Cambio Puente, Chimbote 2022”**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autores:**

Bach. Iparraguirre Aquino, Alex Alexander

Bach. Morales Llaury, Raúl Alexander

**Asesor:**

Ms. Rivasplata Díaz, Julio César

**ORCID:** 0000-0002-4180-9362

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2023-06-06**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

Yo, Julio César Rivasplata Díaz, por intermedio de la presente y en mi condición de asesor, doy conformidad a la tesis titulada: **“Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente, Chimbote 2022”**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, habiéndose ejecutado según el reglamento general para obtener el título profesional de Ingeniero Civil mediante la modalidad de tesis de Investigación.

Ms. Rivasplata Díaz, Julio César

**DNI:** 32770844

**ORCID:** 0000-0002-4180-9362

**ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR**

Terminada la sustentación de la tesis titulada: **“Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente, Chimbote 2022”**, sustentada el 06 de junio de 2023. Tiene la aprobación del jurado evaluador, firmando en señal de conformidad.

Dr. León Bobadilla, Abner Itamar  
**DNI: 32942184**  
**ORCID: 0000-0003-2949-6591**  
**PRESIDENTE**

Ms. Saavedra Vera, Janet Verónica  
**DNI: 32964440**  
**ORCID: 0000-0002-4195-982X**  
**SECRETARIA**

Ms. Rivasplata Díaz, Julio César  
**DNI: 32770844**  
**ORCID: 0000-0002-4180-9362**  
**INTEGRANTE**



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 06 días del mes de junio del año dos mil veintitrés, siendo las 10: 00 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 261-2023-UNS-CFI, con fecha 15.05.2023, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), y Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria), y en base a la Resolución Decanal N° 318-2023-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO – CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022", presentado por los Bachilleres: IPARRAGUIRRE AQUINO ALEX ALEXANDER con cód. N° 0201313005 y MORALES LLAURY RAÚL ALEXANDER con cód. N° 0201313041, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Julio César Rivasplata Díaz, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 120-2022-UNS-FI, de fecha 28.02.2022

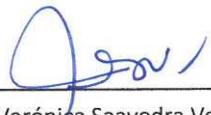
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
IPARRAGUIRRE AQUINO ALEX ALEXANDER	17	BUENO

Siendo las 11.00 del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 06 junio de 2023.

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Secretaria

  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Integrante



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
**- EPIC -**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 06 días del mes de junio del año dos mil veintitrés, siendo las 10: 00 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 261-2023-UNS-CFI, con fecha 15.05.2023, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), y Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria), y en base a la Resolución Decanal N° 318-2023-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO – CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022", presentado por los Bachilleres: IPARRAGUIRRE AQUINO ALEX ALEXANDER con cód. N° 0201313005 y MORALES LLAURY RAÚL ALEXANDER con cód. N° 0201313041, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Julio César Rivasplata Díaz, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 120-2022-UNS-FI, de fecha 28.02.2022

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

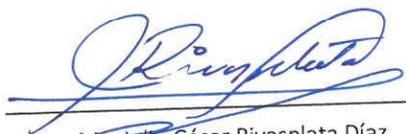
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MORALES LLAURY RAÚL ALEXANDER	17	BUENO

Siendo las 11.00 del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 06 junio de 2023.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Secretaria

  
\_\_\_\_\_  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Integrante

## DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, por brindarme la vida, salud y bienestar, en todo momento, en especial durante mi periodo universitario, que permitió, como uno de sus frutos, la presente investigación.

A mi familia, por ser el apoyo incondicional, de manera especial a mi madre, María Aquino, por creer en mi todo el tiempo, por estar allí, cual consejera y brazo de apoyo en tiempos difíciles.

A mi abuelo Manuel Aquino Vilcherrez, quien siempre apoyo a cada uno de sus nietos y familiares, enseñándonos, que cada objetivo logrado, es la suma de voluntades y esfuerzos.

A María Seminario Leyva, quien, a pesar de la distancia, estuvo más presente que nadie, con quien, entre sonrisas y enojos, nos sumergimos en una aventura única en la vida.

Alex Alexander Iparraguirre Aquino

## DEDICATORIA

A Dios, Admirable, Soberano, es innegable que esta más allá de todo conocimiento humano. Gracias, porque te place entregar sabiduría a tu entera voluntad.

A mi madre, Jesús Llaury, por su amor y cuidado, por formar parte de esas noches largas de estudio y que, sin saberlo el hecho de solo oírla, era la motivación que necesitaba.

A mi padre, Romel Morales, porque me enseñaste que no hay otra forma de salir adelante que no sea a través de los estudios. Gracias, porque en todas las limitaciones me enseñaste a trabajar con dignidad y honestidad.

A mi esposa, Beatriz, por ser mi ayuda, motivación y mi futuro eterno. Por regalarme la dicha de ser padre. Alessia

Raúl Alexander Morales Llaury

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios en primer lugar, regalarnos la vida, y permitirnos desarrollarnos en todo aspecto, por ser nuestro apoyo incondicional, el causante de nuestras alegrías y el soporte en tiempos difíciles.

A nuestro asesor, Ms. Julio Rivasplata Díaz, ya que despertó en nosotros el interés por esta rama de la Ingeniería Civil en las aulas, y nos guio para el desarrollo de la investigación.

A cada docente, tutor, compañero y persona, que compartió sus conocimientos, durante toda mi formación, cada uno de ellos, construyeron el conocimiento profesional y personal que hoy puedo gozar.

A nuestros padres y familiares, que, de algún modo, aun sin saberlo, contribuyeron en nuestro periodo universitario.

Raúl y Alexander

## Índice general

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	viii
Índice general.....	ix
Índice de tablas.....	xiv
Índice de figuras.....	xvi
Índice de ecuaciones.....	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRAC.....	xix
CAPÍTULO I.....	21
INTRODUCCIÓN.....	21
1.1. Antecedentes del Problema:.....	22
1.2. Formulación del Problema.....	24
1.2.1. Problema General.....	24
1.2.2. Problemas Específicos.....	24
1.3. Objetivos.....	25
1.3.1. Objetivo General.....	25
1.3.2. Objetivos Específicos.....	25
1.4. Justificación.....	25
1.4.1. Justificación Técnica.....	25
1.4.2. Justificación Socioeconómica.....	26
1.4.3. Justificación Ambiental.....	26
1.5. Limitaciones del Trabajo.....	27
1.5.1. Limitación Técnica.....	27
1.5.2. Limitación Social.....	27
1.5.3. Limitación Económica.....	27
1.6. Hipótesis de Investigación.....	27
CAPÍTULO II.....	28
MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	29

2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	29
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	31
2.2. Bases teóricas.....	36
2.2.1. Caminos de Acceso.....	36
2.2.1.1. Definición.....	36
2.2.1.2. Características.....	37
2.2.1.3. Componentes.....	38
2.2.1.4. Clasificación.....	40
2.2.1.4.1. Caminos de tierra.....	40
2.2.1.4.2. Caminos de grava.....	41
2.2.1.4.3. Caminos afirmados.....	42
2.2.1.4.3. Caminos Estabilizados.....	42
2.2.2. Propiedades geotécnicas de los suelos.....	43
2.2.2.1. Granulometría.....	43
2.2.2.2. Estados de Consistencia.....	53
2.2.2.2.1. Límite Líquido (MTCE 110).....	55
2.2.2.2.2. Límite Plástico (MTCE 111).....	56
2.2.2.3. Clasificación de suelos.....	57
2.2.2.3.1. Sistema de Clasificación AASHTO.....	57
2.2.2.3.2. Sistema Unificado de Clasificación de suelos SUCS.....	59
2.2.2.4. Compactación de suelos.....	61
2.2.2.4.1. Ensayo de Proctor Modificado (MTC E 115).....	62
2.2.3. Estabilización de suelos.....	63
2.2.3.1. Definición.....	63
2.2.3.2. Métodos de Estabilización de suelos.....	64
2.2.3.2.1. Estabilización física y mecánica.....	64
2.2.3.2.2. Estabilización química.....	65

2.2.3.2.3. Criterios geotécnicos de estabilización con NaCl.....	65
2.2.4. Cloruro de Sodio .....	67
2.2.4.1. Definición .....	67
2.2.4.2. Proceso de obtención .....	67
2.2.4.3. Propiedades .....	68
2.2.4.4. Aplicación de NaCl.....	69
2.2.4.5. Efectos de los suelos estabilizados con NaCl .....	71
CAPÍTULO III .....	72
MATERIALES Y MÉTODOS .....	72
3.1. Tipo de Investigación .....	73
3.2. Unidad de Análisis .....	73
3.3. Ubicación .....	73
3.4. Población y Muestra.....	73
3.4.1. Población.....	73
3.4.2. Muestra.....	73
3.5. Variables .....	76
3.5.1. Variable Independiente. ....	76
3.5.2. Variable Dependiente.....	76
3.5.3. Matriz de Consistencia.....	76
3.5.4. Operacionalización de Variables.....	76
3.6. Materiales Investigados.....	79
3.6.1. Suelo del acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente.....	79
3.6.2. Cloruro de Sodio NaCl.....	83
3.7. Diseño Experimental .....	83
3.8. Técnicas e Instrumentos .....	86
3.9. Procedimientos .....	90
3.9.1. Ensayos ejecutados en campo: .....	90
3.9.2. Ensayos ejecutados en Laboratorio:.....	96
3.10. Diseño de Carretera No Pavimentada .....	106

CAPÍTULO IV .....	114
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	114
4.1. Análisis e Interpretación de resultados.....	115
4.1.1. Conteo y Clasificación Vehicular. ....	115
4.1.2. Estudios Practicados al Suelo Natural.....	117
4.1.2.1. Propiedades Físicas .....	117
4.1.2.1.1. Granulometría por Tamizado .....	117
4.1.2.1.2. Ensayo de Gravedad Específica método Picnómetro .....	127
4.1.2.1.3. Ensayo de Contenido de Humedad.....	127
4.1.2.1.4. Ensayo de Límites de Consistencia.....	129
4.1.3.1.5. Clasificación de los suelos .....	130
4.1.3.2. Comportamiento Mecánico.....	131
4.1.3.2.1. Proctor Modificado. ....	131
4.1.3.2.2. CBR en laboratorio .....	133
4.1.3. Estudios Practicados al suelo mejorado con NaCl. ....	135
4.1.3.1. Propiedades Físicas .....	135
4.1.3.1.1. Granulometría por Tamizado .....	135
4.1.3.1.2. Ensayo de Gravedad Específica de muestras modificadas .....	139
4.1.3.1.3. Ensayo de Humedad de muestras modificadas .....	140
4.1.3.1.4. Ensayo de Límites de consistencia de muestras modificadas....	141
4.1.3.1.5. Clasificación de suelos modificados .....	142
4.1.3.2. Comportamiento Mecánico.....	143
4.1.3.2.1. Proctor Modificado. ....	143
4.1.3.2.2. CBR de laboratorio en muestras modificadas.....	147
4.1.4. Diseño de carretera no pavimentada. ....	149
4.1.4.1. Parámetros de diseño: .....	149
4.1.4.2. Estructura carretera no pavimentada propuesta. ....	150

4.1.5. Desempeño de tramos de prueba.....	150
4.1.5.1. Tramo de Prueba 01 .....	151
4.1.5.2. Tramo de Prueba 02.....	152
4.2. Discusión .....	154
CAPÍTULO V .....	158
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	158
5.1. Conclusiones .....	159
5.2. Recomendaciones.....	162
CAPÍTULO VI.....	163
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....	163
6.1. Referencias Bibliográficas y Virtuales:.....	164
CAPÍTULO VII.....	173
ANEXOS.....	173

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Clasificación Internacional.....	45
<b>Tabla 2</b> Clasificación M.I.T .....	45
<b>Tabla 3</b> Clasificación de Kopecky.....	46
<b>Tabla 4</b> Tamaños Estándar de Tamices .....	50
<b>Tabla 5</b> Clasificación de suelos según su Índice de Plasticidad.....	55
<b>Tabla 6</b> Estimados de Precisión.....	57
<b>Tabla 7</b> Símbolos SUCS.....	59
<b>Tabla 8</b> Tipología de suelos SUCS.....	60
<b>Tabla 9</b> Características Mineralógicas del Cloruro de Sodio (NaCl).....	69
<b>Tabla 10</b> Propiedades químicas.....	69
<b>Tabla 11</b> Características típicas de sal (NaCl).....	70
<b>Tabla 12</b> Numero de calicatas para exploración de suelo .....	74
<b>Tabla 13</b> Ubicación de Calicatas .....	75
<b>Tabla 14</b> Operacionalización de variables.....	77
<b>Tabla 15</b> Proporción de combinaciones y nomenclatura de muestras.....	85
<b>Tabla 16</b> Volumen Mínimo del Hoyo de Ensayo.....	95
<b>Tabla 17</b> Medida de juego de tamices .....	97
<b>Tabla 18</b> Cálculo de IDMA para año de ejecución del proyecto .....	116
<b>Tabla 19</b> Gravedad Específica de Perforaciones .....	127
<b>Tabla 20</b> Contenido de humedad de perforaciones .....	128
<b>Tabla 21</b> Resumen Límites de Consistencia Atterberg .....	129
<b>Tabla 22</b> Resumen Clasificación muestras de suelo.....	130
<b>Tabla 23</b> Consolidado resumen Proctor Modificado suelo natural .....	133
<b>Tabla 24</b> Consolidado resumen CBR 0.1 in .....	134
<b>Tabla 25</b> Gravedad Específica en muestras modificadas. ....	140
<b>Tabla 26</b> Contenido de Humedad Muestras modificadas.....	141
<b>Tabla 27</b> Límites de Atterberg Muestras modificadas .....	142
<b>Tabla 28</b> Clasificación suelos modificados .....	143
<b>Tabla 29</b> MDS y OCH de Muestras modificadas.....	147
<b>Tabla 30</b> CBR muestras alteradas NaCl.....	148
<b>Tabla 31</b> Parámetros diseño Carreteras no pavimentada.....	149
<b>Tabla 32</b> Características tramo de prueba 01 .....	151

<b>Tabla 33</b> Resultados Densidad In Situ .....	152
<b>Tabla 34</b> Características Tramo de Prueba 02.....	153
<b>Tabla 35</b> Resultados densidad In Situ Tramo 02.....	153
<b>Tabla 36</b> Propiedades físicas de suelo natural.....	159
<b>Tabla 37</b> Propiedades Mecánicas de suelo natural.....	160
<b>Tabla 38</b> Propiedades Mecánicas de suelo estabilizado.....	161

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Componentes de un camino.....	38
<b>Figura 2</b> Sección de un camino de tierra.....	41
<b>Figura 3</b> Sección de un camino de grava .....	41
<b>Figura 4</b> Sección de camino afirmado.....	42
<b>Figura 5</b> Camino Estabilizado .....	43
<b>Figura 6</b> Curva de distribución Granulometría .....	47
<b>Figura 7</b> Juego de Tamices.....	51
<b>Figura 8</b> Prueba de Hidrómetro.....	53
<b>Figura 9</b> Estados de consistencia del suelo .....	54
<b>Figura 10</b> Cuchara Casa Grande .....	56
<b>Figura 11</b> Clasificación de suelos AASHTO .....	58
<b>Figura 12</b> Curva humedad - Densidad seca.....	61
<b>Figura 13</b> <i>Ensayo Proctor</i> .....	63
<b>Figura 14</b> Ubicación de las calicatas en vía Tambo Real Viejo - Cambio Puente.....	76
<b>Figura 15</b> Diseño con grupo de control y posprueba .....	84
<b>Figura 16</b> Numero de Repeticiones acumuladas para Caminos No Pavimentados .....	106
<b>Figura 17</b> Taludes de Corte.....	107
<b>Figura 18</b> Taludes de Relleno .....	107
<b>Figura 19</b> Trafico proyectado al año horizonte .....	108
<b>Figura 20</b> Calculo referencial para periodos de 5 y 10 años.....	109
<b>Figura 21</b> Categoría de Subrasante .....	110
<b>Figura 22</b> Diseño por el método NAASRA .....	111
<b>Figura 23</b> Catálogo de capas para Trafico T1 .....	112
<b>Figura 24</b> Catálogo de capas para Trafico T2 .....	113
<b>Figura 25</b> Cálculo de EE para diseño de carretera no pavimentada.....	115
<b>Figura 26</b> Tráfico Vehiculas proyectado 2023 .....	117
<b>Figura 27</b> Granulometría de Calicata 01 - Estrato Único.....	118
<b>Figura 28</b> Granulometría de Calicata 02 - Estrato 01 .....	118
<b>Figura 29</b> Granulometría de Calicata 02 - Estrato 02 .....	119
<b>Figura 30</b> Granulometría de Calicata 03 - Estrato Único.....	120
<b>Figura 31</b> Granulometría de Calicata 04 - Estrato Único.....	120
<b>Figura 32</b> Granulometría de Calicata 05 - Estrato Único.....	121

<b>Figura 33</b>	Granulometría de Calicata 06 - Estrato Único.....	122
<b>Figura 34</b>	Granulometría de Calicata 07 - Estrato 01 .....	122
<b>Figura 35</b>	Granulometría de Calicata 07 - Estrato 02 .....	123
<b>Figura 36</b>	Granulometría de Calicata 08 - Estrato 01 .....	124
<b>Figura 37</b>	Granulometría de Calicata 08 - Estrato 02 .....	124
<b>Figura 38</b>	Granulometría de Calicata 09 - Estrato 01 .....	125
<b>Figura 39</b>	Granulometría de Calicata 09 - Estrato 02 .....	126
<b>Figura 40</b>	Granulometría de Calicata 10 - Estrato Único.....	126
<b>Figura 41</b>	Curva de compactación C01-E01 .....	132
<b>Figura 42</b>	Curva de compactación C08-E01 .....	132
<b>Figura 43</b>	Proctor Modificado C01-E01 .....	133
<b>Figura 44</b>	Proctor Modificado C08-E01 .....	134
<b>Figura 45</b>	Granulometría C01-1%NaCl .....	135
<b>Figura 46</b>	Granulometría C01-3%NaCl .....	136
<b>Figura 47</b>	Granulometría C01-5%NaCl .....	137
<b>Figura 48</b>	Granulometría C08-1%NaCl .....	137
<b>Figura 49</b>	Granulometría C08-3%NaCl .....	138
<b>Figura 50</b>	Granulometría C08-5%NaCl .....	139
<b>Figura 51</b>	Curva de compactación C01+1%NaCl.....	144
<b>Figura 52</b>	Curva de compactación C01+3%NaCl.....	144
<b>Figura 53</b>	Curva de compactación C01+5%NaCl.....	145
<b>Figura 54</b>	Curva de compactación C08+1%NaCl.....	145
<b>Figura 55</b>	Curva de compactación C08+3%NaCl.....	146
<b>Figura 56</b>	Curva de compactación C08+5%NaCl.....	146
<b>Figura 57</b>	Estructura de Carretera No Pavimentada.....	150

### Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Cálculo de coeficiente de uniformidad.....	48
<b>Ecuación 2.</b> Cálculo coeficiente de curvatura .....	48
<b>Ecuación 3.</b> Ley de STROKE .....	52
<b>Ecuación 4.</b> índice de Grupo .....	58
<b>Ecuación 5.</b> Cálculo de EE 8.2t.....	108

## RESUMEN

El presente Proyecto de Tesis, propone una investigación de enfoque cuantitativo-experimental, basada en la utilización de Cloruro de Sodio NaCl, para mejorar las propiedades del suelo presente en la vía de acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente. Se realizaron 10 calicatas a lo largo de los 4.85 km de la vía, cuyas muestras fueron evaluadas en laboratorio, siendo las calicatas 01 y 08 las que presentan los suelos más desfavorables; en consecuencia, las elegidas para ser estabilizadas con NaCl al 1%, 3% y 5%. En el caso de suelo granulares con presencia de arcilla, como el de la calicata 01, el óptimo porcentaje de NaCl, corresponde al 5% del peso seco de la muestra. Por otro lado, se determinó para suelos limosos de la calicata 08, el óptimo porcentaje de NaCl corresponde entre 3%-4% del peso seco de la muestra. Finalmente, con los resultados obtenidos, se evaluaron dos tramos de prueba In Situ.

**Palabras clave:** Cloruro de Sodio, propiedades, suelo natural, estabilización.

## ABSTRAC

This Thesis Project proposes a research with a quantitative-experimental approach, based on the use of NaCl Sodium Chloride, to improve the properties of the soil present in the access road Tambo Real Viejo – Cambio Puente. 10 test pits were made along the 4.85 km of the road, whose samples were evaluated in the laboratory, with test pits 01 and 08 being the ones with the most unfavorable soils; consequently, those chosen to be stabilized with 1%, 3% and 5% NaCl. In the case of granular soil with the presence of clay, such as that of pit 01, the optimal percentage of NaCl corresponds to 5% of the dry weight of the sample. On the other hand, it was determined for silty soils of pit 08, the optimal percentage of NaCl corresponds between 3%-4% of the dry weight of the sample. Finally, with the results obtained, two In Situ test sections were evaluated.

**Key words:** Sodium Chloride, properties, natural soil, stabilization.

# CAPÍTULO I

---

# INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes del Problema:

Actualmente la red vial nacional del Perú cuenta con tres tipos de carreteras, siendo aproximadamente sólo 300 km de autopistas, carreteras asfaltadas, y la gran mayoría son caminos afirmados, entre los que encontramos las trochas carrozables. Los suelos que conforman estos últimos, en su mayoría, presentan deficientes propiedades físicas y mecánicas, que dificultan el correcto tránsito vehicular y perjudican a las poblaciones que hacen uso de estos.

En la Región Ancash, Provincia del Santa, el acceso que une los centros poblados Tambo Real Viejo y Cambio Puente, actualmente se encuentra bastante deteriorado, muestra de esto, es la notoria presencia de grietas, baches, deformaciones, inestabilidad volumétrica y alta presencia de polvo, que dificultan el correcto tránsito de los vehículos que hacen uso de este tramo, como única vía de transporte de sus productos, maquinarias agrícolas y personal, ya que a lo largo de todo este tramo y en ambos márgenes, se desarrollan actividades del sector agropecuario.

Todo esto ocasiona demoras, desgaste de los vehículos y rechazo de los conductores a usar esta vía, causando pérdidas en la actividad agropecuaria que se desarrolla en la zona y el transporte. Se hizo necesario entonces el mejoramiento de las propiedades de este suelo, haciendo uso de métodos y técnicas de estabilización de suelos, siendo este tema el objeto de estudio de la presente investigación.

Según Acosta (2020), el IMDA de la zona de estudio es 180 vehículos por día, clasificando el camino como TP4 en función al tipo de tráfico pesado, por lo cual se recomendó un camino pavimentado, sin embargo, se hizo un nuevo estudio de tráfico,

que arrojo un numero de Ejes Equivalentes mucho menor, debido a la existencia de otra vía paralela, que permite el uso de caminos no pavimentados, según norma.

El manual para diseño de carreteras no pavimentadas, establece la posibilidad del uso de suelos que en un inicio no cumplen con requerimientos básicos, pero que, al efectuarse su estabilización, cumplen las condiciones de diseño como capa de subrasante o afirmado.

La estabilización de suelos se efectúa mediante procedimientos mecánicos o la incorporación de productos químicos, con el objetivo de garantizar un buen comportamiento mecánico del suelo, durante el periodo de vida útil del proyecto, Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC (2014)

En su investigación Gutiérrez (2010), determina que, en suelos con presencia de arcilla, se presentan problemas de inestabilidad volumétrica relacionados a la ganancia o perdida de humedad.

La principal característica del Cloruro de Sodio NaCl, es ser higroscópico, tiene la capacidad de retener la humedad y absorberla de su entorno, reduciendo así el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo.

En base a estas investigaciones y conocimientos, se planteó el uso de NaCl como agente estabilizador natural, a ser incorporado en el suelo del tramo de estudio, para el mejoramiento de su propiedades físicas y mecánicas. Se planteó esta alternativa ya que es una opción viable económica, ambiental y técnicamente; en función a la abundancia de este recurso, y características del NaCl.

Roldan (2010), determinó que el uso de Cloruro de Sodio, redujo la pérdida de humedad en los suelos y se originó una capa superficial cristalina y en los poros del suelo, que

controlaba la evaporación; todo esto dio como resultado mejor densificación y cohesión del suelo tratado con Cloruro de Sodio en comparación al suelo en su estado inicial. Resalta además la importancia de conocer las características del suelo a tratar, ya que el uso, porcentajes y resultados esperados, varía en función a estas condiciones.

Esta investigación resalta también que el uso de NaCl en suelos arcillosos mejora la estabilidad volumétrica y mantiene unidas las partículas no arcillosas, mejorando la capacidad de soporte del suelo, si se aplica en el porcentaje correcto.

En base a la información expuesta anteriormente. En la presente investigación, se buscó mejorar las propiedades y el estado actual del suelo en el acceso Tambo real Viejo – Cambio puente, aprovechando las ventajas y las propiedades que ofrece el Cloruro de Sodio.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General.**

- ¿El cloruro de sodio, mejorará las propiedades del suelo, en el camino de acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas y físicas de las muestras del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente?
- ¿Cuáles son las características propias del Cloruro de Sodio que la hacen ideal para el mejoramiento del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente?
- ¿Cuáles son las características mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, al aplicarles cloruro de sodio al 1%, 3%, 5%?

- ¿Cuál será el comportamiento mecánico del tramo de prueba realizado in situ al cabo de 15 días?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General.

- Mejorar las propiedades del suelo en la estabilización del camino de acceso Tambo Real Viejo- Cambio Puente, usando Cloruro de Sodio.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar las propiedades mecánicas y físicas de las muestras del suelo en el acceso Tambo Real Viejo- Cambio Puente.
- Identificar las características del Cloruro de Sodio que hacen ideal su uso para el mejoramiento del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente.
- Determinar las características mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, al aplicarles cloruro de sodio al 1%, 3%, 5% e identificar el óptimo.
- Evaluar el comportamiento mecánico del tramo de prueba realizado in situ al cabo de 15 días.

### 1.4. Justificación

#### 1.4.1. Justificación Técnica.

Esta investigación se justifica en la necesidad de mejorar las características mecánicas como: óptimo contenido de humedad, máxima densidad seca y CBR del actual suelo en el camino de acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente, por otro lado, el estudio de

tráfico actualizado, muestra que es posible el uso de un camino no pavimentado, para las solicitudes de Ejes Equivalentes esperados.

Es por ello que se realizó la investigación, en base a la estabilización con Cloruro de Sodio, ya que es una alternativa viable técnica y económicamente, que, en la óptima proporción, permitirá una superficie de rodadura que responda de manera eficiente a la demanda del tránsito y presente las características mecánicas necesarias para el correcto funcionamiento del camino no pavimentado.

#### **1.4.2. Justificación Socioeconómica.**

Esta investigación, responde a la necesidad de los pobladores, de los centros poblados Cambio Puente y Tambo Real, a contar con una vía, que permita transportar sus productos, propios de la actividad agropecuaria que se desarrolla en la zona, de manera eficiente, optimizando costos, y reduciendo el desgaste de sus vehículos.

En consecuencia, en la presente investigación, se presenta una de las alternativas económicamente más óptimas para mejorar las actuales condiciones del camino, promoviendo de esta manera el bienestar social.

#### **1.4.3. Justificación Ambiental.**

La Utilización de Cloruro de Sodio, debido a las características higroscópicas de este material, optimizan el uso del agua necesaria para su estabilización, ya que absorbe la humedad del medio ambiente y evita su evaporación, con la formación de una capa cristalina. La estabilización, además, evita la contaminación visual de los conductores, y más importante aún, evita que los distintos productos propios de la actividad agropecuaria, así como los pobladores, se vean afectados por el polvo que podría afectar su salud.

## **1.5. Limitaciones del Trabajo**

### **1.5.1. Limitación Técnica.**

El análisis de las muestras de suelo se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la “Universidad Nacional del Santa” y se tuvieron que reparar algunos instrumentos de medición y comprar otros, ya que estaban inutilizables. Asimismo, en la ejecución del tramo de prueba, la etapa de compactación del suelo, se hizo usando una plancha compactadora, en vez de un rodillo liso de compactación, ejerciendo menor fuerza que la prevista en los ensayos de laboratorio.

### **1.5.2. Limitación Social.**

Tanto para la ejecución de las 10 calicatas, como para los tramos de prueba, se tuvo que coordinar previamente con los pobladores aledaños, ya que algunos de ellos mostraban incomodidad, al desconocer el objetivo y forma de los procedimientos.

### **1.5.3. Limitación Económica.**

Para el desarrollo de la presente tesis, se presentaron gastos superiores a los previstos, por lo cual se presentó el proyecto a un programa de subsidio de la universidad, lamentablemente por gestiones internas, se declaró inviable, ya que no se había presentado el presupuesto por parte de la universidad al órgano del estado encargado, por lo cual los gastos fueron cubiertos en la totalidad por los investigadores.

## **1.6. Hipótesis de Investigación**

La adición de Cloruro de Sodio en el camino de acceso Tambo Real Viejo- Cambio Puente, mejorará las propiedades del suelo proporcionando una superficie de rodadura estabilizada.

## **CAPÍTULO II**

---

# **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Antecedentes de la Investigación

### 2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Eldin et al. (2022) en su artículo “*Mejora de suelos hinchados mediante el uso de lodos de cal y cloruro de Sodio*”, tuvieron como objetivo observar el comportamiento de los suelos expansivos al mezclarse con diversos porcentajes de cloruro de sodio (NaCl) y lodos de cal (LS). El diseño fue experimental, tomando muestras del suelo expansivo de la ciudad de Cairo – Egipto. De acuerdo a los resultados, al aumentar el porcentaje de LS y NaCl, evidencian una mejor significancia en las propiedades de hinchamiento y los límites de consistencia, por lo que, el resultado se obtuvo al emplear NaCl al 3% y al 20%, considerando un método eficiente para superar los problemas de suelos expansivos. Asimismo, existió reducción producida en PI de un 27.5%, lo que significa una reducción en la expansión libre y presión de expansión. En conclusión, la prueba de laboratorio que miden el hinchamiento y la infiltración en una prueba simple (el infiltrómetro de hinchamiento) consideran que cuando los porcentajes de NaCl y LS aumentan, el hinchamiento de LS disminuye y la infiltración aumenta.

Muhammad et al. (2021) en su artículo “*Impacto nocivo de la toxicidad del cloruro de sodio (NaCl) en las propiedades químicas del suelo y la composición iónica del arroz*”, plantearon evaluar el impacto nocivo de la salinidad de NaCl en los parámetros de crecimiento del arroz. El diseño empleado es de carácter experimental, seleccionando muestras de suelos con varios niveles de salinidad. Los resultados arrojan que la adición de NaCl demostró ser tóxica para diferentes

propiedades químicas del suelo, debido a que los valores de pH (7.23 A 8.44) y relación de adsorción de sodio – SAR se vieron afectados de manera negativa y sistemáticamente con el aumento porcentual de NaCl en el suelo y en todos los tratamientos en comparación con el control. Asimismo, se observó la misma tendencia para diversos cationes como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^{+}$  al ser analizadas en muestras de suelo. En conclusión, el impacto nocivo del NaCl fue más pronunciado a medida que aumentaba la concentración de sal en los tratamientos.

Pal et al. (2020) en su artículo “*Mejora de las propiedades de Ingeniería de suelo arcillosos utilizando cloruro de sodio*”, tuvieron como propósito evaluar el suelo disponible localmente de Punjab - India. Se empleó un trabajo experimental aplicado, utilizando el suelo seco al horno. Los resultados determinan que, la densidad seca máxima (DMS) del suelo aumenta mientras que el contenido de humedad óptima disminuye con el incremento de la dosis de cloruro sódico hasta un 2.5% y después disminuye. Asimismo, la DMS aumenta hasta un 9.02% respecto a la del suelo virgen. El límite líquido y el límite plástico del suelo disminuyen con la adición de cloruro sódico, además de mostrar diferencias respecto al suelo. Con la adición de cloruro de sodio el valor CBR (ensayo de relación de soporte California) del suelo es máximo al 2.5%, mientras que el valor CBR aumenta hasta un 98% en comparación con el suelo virgen. En conclusión, el estudio demuestra que el cloruro de sodio puede disolverse rápidamente en el agua proporcionando suficientes iones de sodio para las reacciones iónicas de intercambio con el suelo arcilloso.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Valdivia (2022) en su investigación “*Aplicación de Cloruro de Sodio en las propiedades del material de Afirmado para la carretera vecinal EMP. MO 534 El Hueso, Ilo, Moquegua, 2021*”, extrajo muestras de la cantera “El Hueso” para ser analizados en laboratorio con el fin de obtener datos sobre las propiedades mecánica del suelo que forma parte del terreno, los principales resultados determinaron la clasificación del material muestra natural perteneciente al grupo A-2-4 grava y arena arcillosa o limosa según la clasificación AASHTO; y fueron mezclados con cloruro de Sodio al 2%, 6%, 10%. teniendo como dosificación óptima un 10% de NaCl mejorando sus propiedades físicas reduciendo el %LL de 37.999% a 35.804%; el % LP de 31.494% a 31.222%; el %IP de 6.504% a 4.583%; también muestra mejoras en las propiedades mecánicas como su M.D.S. aumenta de 1.940 a 2.027 gr/cm<sup>3</sup> y su O.C.H. reduce de 6.56% a 5.83%; la capacidad portante aumenta el CBR al 100% de 36.830% a 49.190% y su resistencia a la compresión a 14 días aumenta de 9.772 a 15.585 kg/cm<sup>2</sup>.

Iparraguirre y Sánchez (2021) desarrolló su investigación “*Estabilización de la subrasante aplicando cloruro de sodio en las progresivas 0+000 – 5+000, Samanco - Ancash, 2021*”, en un camino de acceso con una longitud de 5km a Samanco, Ancash. Donde buscó determinar la influencia del Cloruro de Sodio en el proceso de estabilización de la Sub Rasante del camino y el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo a estabilizar añadiendo Cloruro de Sodio porcentualmente al 7%, 13% y 17%. Realizó un diseño experimental aplicado, generando la extracción de muestras de suelo a

través de 5 calicatas donde obtuvo un tipo de suelo para cada una SP-SM, CL, CL, SP-SM y SP-SM con valores de CBR del 10.8%, 17.2%, 13.2%, 20.8% y 17.0% por calicata respectivamente, concluyendo que la calicata C 01 con material tipo SP o arena pobremente graduada posee propiedades físico mecánicas más desfavorables por lo que fue objeto de verificar la influencia del cloruro de sodio al ser añadida porcentualmente al suelo.

Determinando que al añadir el 7%, 13% y 17% de cloruro de sodio las propiedades físicas y mecánicas del suelo mejoraron considerablemente, en lo que respecta del Ensayo de Proctor Modificado, la adición más óptima fue el 17%, por lo que, la muestra alcanzó un OCH de 4.9% respecto a 5.7% y una densidad máxima seca del 1.908 gr/cm<sup>3</sup> respecto a 1.874 gr/cm<sup>3</sup>, mientras para el Ensayo de CBR el valor de soporte más óptimo fue el de 17% obteniéndose un resultado de CBR de 14.9% respecto a 10.8%, concluyendo que Si existe estabilización de la subrasante aplicando cloruro de sodio en las progresivas 0+000 – 5+000, Samanco - Ancash, 2021

Ccala y García (2021) en su investigación “*Efecto del uso de Cloruro de Sodio en la estabilización de suelos, caso: Guadalupito, 2021*” especifica que la zona de estudio es el tramo 04 de la Vía de Evitamiento ubicado en el Distrito de Guadalupito-La Libertad. El material estudiado es arcilla limosa arenosa – CL ML. Para este caso se realizó 03 calicatas cuyas granulometrías resultaron ser homogéneas, de donde se obtienen muestras representativas para determinar las características físicas y mecánicas de las muestras con las pruebas: granulometría, limite plástico, limite líquido, Proctor modificado y CBR, siendo dosificadas en porcentajes del 2%, 4%, 6% de NaCl, concluyendo que se obtuvo

una gran mejoría en la aplicación del 4% de cloruro de sodio, pasando de ser un material regular a ser un material bueno.

Cieza (2021) en su investigación; *“Aplicación de Sal Industrial como Estabilizador del Suelo en el Acceso para Incrementar la Productividad del Acarreo en Mina Tantahuatay”* analiza la variación de las propiedades del material de cantera con adición de 2%, 4%, 6% de cloruro de sodio, aplicando sal en grano en peso de sal por peso seco de material de cantera. Concluyendo que, al agregar NaCl al material de cantera, se incrementa la densidad seca máxima y se reduce la humedad óptima, obteniendo que el porcentaje óptimo de NaCl es del 2% para la estabilización del suelo GM suelo granular limoso. Los costos de estabilización de suelo con sal para el acceso de \$3.12 x m<sup>3</sup>, mantenimiento de \$0.654 x m<sup>3</sup>.

De la Cruz y Rosas (2021) en su tesis: *“Efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo en carretera no pavimentada, Huamachuco”*, investiga el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, en carretera no pavimentada, Huamachuco, teniendo como referencia las normas ASTM, DG-2018, MTC y siguiendo la metodología SUCS y AASHTO. Para lograr esta investigación realizó el reconocimiento de la carretera de desvío Yamobamba – la florida, así como los diferentes estudios: topográfico, índice medio diario anual, mecánica de suelos, composición química de cloruro de sodio y ceniza agrícola. Así mismo se verificó el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, aplicando los diferentes porcentajes adicionados en 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio y el 10%, 15% y 20% de ceniza agrícola. Logrando obtener resultados favorables

para su investigación. Los ensayos de CBR realizados a las 3 calicatas, nos brindó resultados favorables en la C-1, adicionando 6% de cloruro de sodio, obteniendo un CBR de 26.70%, respecto al terreno natural de 20.50%, así mismo se obtiene un CBR menor al adicionar el 2% de Cloruro de Sodio, obteniendo un valor de CBR de 22.20%, con respecto al terreno natural. Para los ensayos con ceniza tenemos resultado favorable en la C-3, adicionando el 10% de Ceniza Agrícola obteniendo como valor de CBR 15.95% respecto al terreno natural de 15.60%, así mismo se obtiene un CBR desfavorable al adicionar el 20% de Ceniza Agrícola, obteniendo un valor de CBR de 12.55% con respecto al terreno natural. De esta manera se puede concluir que el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en una carretera no pavimentada es favorable utilizando el 6% de cloruro de sodio y el 10% de ceniza agrícola puesto que aumenta sus propiedades físicas y mecánicas del terreno, por ende, mejora el CBR para la estabilización de la carretera no pavimentada.

Flor y Torres (2020) en su investigación “*Estabilización de suelos arcillosos para el Mejoramiento de propiedades mecánicas con la adición de cloruro de sodio, Puente Piedra, Lima 2020*”, donde realizó en campo 9 calicatas a fin de obtener datos sobre el tipo de arcilla que forma parte del terreno, obteniendo 48 probetas que fueron sometidos a diferentes ensayos de laboratorio y fueron mezclados con cloruro de Sodio al 4%, 6%, 10%. Concluyendo que el cloruro de sodio si influye en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Así mismo, determinan que el porcentaje óptimo de NaCl para estabilizar suelos arcillosos es de 6%.

Quiroz (2020) en su investigación “*Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque*”, analiza las propiedades física y mecánicas de la sub rasante de un camino de bajo volumen de tránsito que conecta el caserío de Los Tubos y caserío Pozo en Morrope, Lambayeque. Con el objetivo de estabilizar este camino, compuesto por un suelo areno arcilloso y determinar su mejora al añadir cloruro de sodio al 1%, 1.5% y 2%. El camino tiene una longitud de 1.4 km y realiza la extracción de 5 muestras de suelo a través de calicatas ubicadas en el km 0+00, 0+350, 0+700, 1+050, 1+400.

Realizó ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, contenido de humedad, contenido de sales, peso específico, Proctor modificado y California Bearing Ratio a la muestra patrón y a las muestras añadiendo cloruro de sodio al 1%, 1.5% y 2% del peso de la muestra seca. Del resultado concluyó un suelo SC (areno arcilloso) que incrementando el porcentaje de NaCl el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad disminuye y el valor de CBR incrementa en un 0.35%, mejorando ligeramente la resistencia del suelo.

Analizó también el contenido de sales en las muestras de los suelos, obteniendo como resultado que la cantidad de sales en estado natural del suelo es de 5497 ppm pero que al añadir cloruro de sodio 1%, 1.5% y 2% incrementa a 12,118.02 ppm, 19,841.27 ppm y 23,536.56 ppm respectivamente. Por lo tanto concluye que el óptimo porcentaje de cloruro de sodio es el 1% debido a que la concentración de sal hallada en el suelo se encuentra dentro de los parámetros

establecidos por la Normativa ACI-83, el cual indica que el contenido de las sales totales no debe exceder los 15 000 ppm.

Eche y Peláez (2019) en su investigación *“Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019”*, estudió la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa - Ancash – 2019, Se realizó la excavación de 6 calicatas para posteriormente analizar las muestras de suelo que según sus características correspondió a un suelo limoso. Para el ensayo de capacidad de soporte realizaron 3 ensayos experimentales con la adición de 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio, para la muestra padrón obtuvieron una densidad seca de 1.777gr/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 12.2% y un CBR al 95% de 7%, y que al añadirle 2% de cloruro de sodio su densidad seca es de 1.8gr/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 13% y un CBR al 95% de 7.46% concluyendo que el cloruro de sodio si mejora la capacidad de soporte en un suelo limoso.

## **2.2.Bases teóricas**

### **2.2.1. Caminos de Acceso**

#### **2.2.1.1. Definición**

Debe entenderse por camino, a la franja de terreno destinada para el uso de tránsito vehicular, está denominación incluye a nivel rural las llamadas carreteras, y a nivel urbano las calles de la ciudad. (Cal y Cárdenas, 2018). Así también el Glosario De Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial del MTC, 2018, p.6, indica que, los caminos de acceso

son vías terrestres para el tránsito de vehículos motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

Los caminos, son medios útiles para el transporte de personas y bienes, permiten la conexión entre las comunidades, promueven el desarrollo social, económico, salud pública y educación. Es por eso, la importancia que los caminos sean diseñados y construidos de acuerdo a las propiedades del suelo, topografía, drenaje, vegetación, asegurando su resistencia, seguridad y calidad.

La caracterización mecánica de los suelos elegidos para ser estabilizados con el uso de NaCl, se realizó, ejecutándose dos ensayos básicos, el CBR en laboratorio y el ensayo de Compactación aplicando la energía de Proctor Modificado.

#### **2.2.1.2. Características**

- a) Capacidad de Carga: Garantiza la capacidad de soporte que posee la estructura del camino frente a la demanda vehicular.
- b) Espacio de Giro: Espacio disponible para que los vehículos puedan maniobrar y cambiar de dirección. Este espacio es importante para garantizar la seguridad del tráfico y evitar accidentes.
- c) Accesibilidad: Dependiendo su ubicación, los caminos a menudo cuentan con una accesibilidad limitada, lo que puede dificultar el tránsito, mantenimiento y reparación de los mismos.

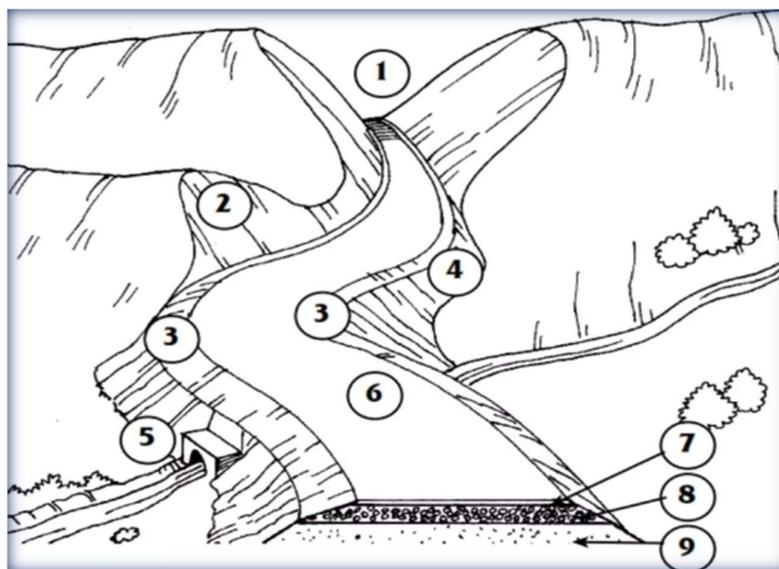
d) Señalización: Parte importante en el diseño y operación de los caminos, proporciona información a los conductores y otros usuarios sobre el entorno y condiciones de la vía. (Montaño et al., 2015).

La caracterización mecánica de los suelos elegidos para ser estabilizados con el uso de NaCl, se realizó, ejecutándose dos ensayos básicos, el CRB en laboratorio y el ensayo de Compactación aplicando la energía de Proctor Modificado.

### 2.2.1.3. Componentes

**Figura 1**

*Componentes de un camino*



*Nota.* Recuperado de Caminos de acceso y saca cosecha de SAGARPA, 2019, p.1.

Dónde: (1) Camino de acceso, (2) Talud de corte, (3) Berma (4) Talud de relleno, (5) Alcantarilla, (6) Superficie de rodadura, (7-8) Capa de base y Sub Base (9) Subrasante.

2. Talud de corte: Es un plano inclinado que estabiliza un corte o un terraplén. Su grado de inclinación se mide por el ángulo que forma con la vertical en cada sección de la vía.
3. Berma: Franja longitudinal que permite el confinamiento a la superficie de rodadura se utiliza como zona de seguridad en caso de emergencias.
4. Talud de relleno: Pendiente artificial creada por la acumulación de tierra u otro material de relleno que se colocan sobre una superficie específica para construir un camino o terraplén.
5. Alcantarilla: es uno de los muchos elementos que se puede emplear para un correcto sistema de drenaje en los caminos, estos ayudan a encauzar el agua de lluvia y dirigirlas fuera del camino evitando su estancamiento.
6. Superficie de Rodadura: Capa superior del camino que está en contacto directo con los neumáticos de los vehículos que transitan por ella. La superficie de rodadura debe ser resistente, duradera y proporcionar una buena adherencia para garantizar una conducción cómoda y segura.
7. Base y (8) Sub Base: Compuesta por materiales granulares como piedra chancada o grava y están diseñadas para proporcionar una base sólida y estable para los caminos.
9. Sub Rasante: Capa de suelo natural existente debajo de la estructura del camino; posee una capacidad de carga para resistir el peso del tráfico que circula sin sufrir deformaciones excesivas.

#### 2.2.1.4. Clasificación

El Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC p.15, clasifica a los Caminos en:

- Caminos superficie de rodadura no pavimentada
- Caminos con superficie pavimentada.

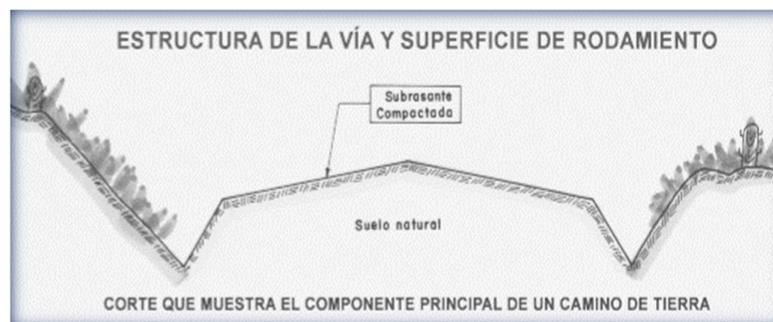
Por lo que, para efectos de la presente investigación se analizará los caminos con superficie de rodadura no pavimentada, clasificada en:

##### 2.2.1.4.1. Caminos de tierra

Se le denomina caminos de tierra a aquellos caminos rurales que poseen un reducido nivel de tránsito, pero entrelazan rutas con pueblos y comunidades pequeñas. Estos caminos se caracterizan por no estar pavimentados, es decir, está compuesta por el mismo material de la superficie (arcilla, arena o grava). El tránsito de los vehículos se realiza sobre el terreno natural, poseen un alineamiento y sistema de drenaje deficiente, tipo de camino requiere de un mayor mantenimiento a causa de su mismo material, puesto que, al exponerse al agua, genera barro y baches o grietas. (Peter y David, 1983).

**Figura 2**

*Sección de un camino de tierra*



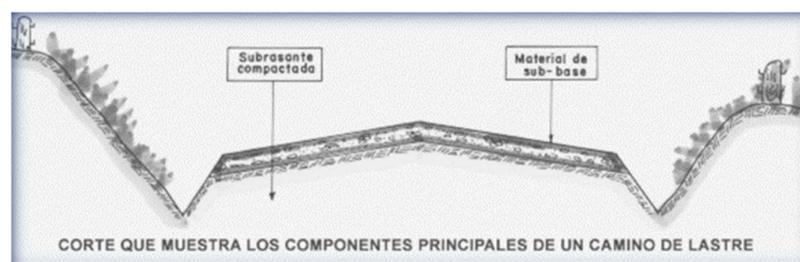
*Nota.* Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos, tomado de García y Aburto, 2003, p.20.

#### 2.2.1.4.2. Caminos de grava

Son caminos donde la superficie de rodadura está recubierta por una capa de revestimiento con material natural o seleccionado, proporcionando una superficie sólida y resistente al desgaste. Poseen alineamiento y drenaje adecuados permitiendo la transitabilidad de los vehículos durante todo el año, aún en épocas de lluvia. (Coveña et al., 2020).

**Figura 3**

*Sección de un camino de grava*



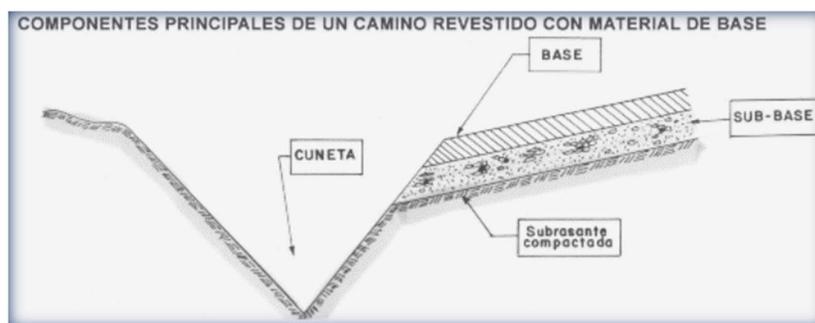
*Nota.* Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos, tomado de García y Aburto, 2003, p.20.

#### 2.2.1.4.3. Caminos afirmados

Es aquella que consiste en la composición de una capa compactada a base de material granular, ya sea de origen natural o procesado. Este tipo de camino soporta de forma directa cargas pesadas o esfuerzos generados por el tránsito, poseen una capa de revestimiento con materiales de cantera, compuesta por: piedra, arena y finos o arcilla, que aplicando energía de compactación se obtiene una resistencia adecuada a las sollicitaciones del tránsito y condiciones climáticas de la zona. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

#### Figura 4

*Sección de camino afirmado*



*Nota.* Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos, tomado de García y Aburto, 2003, p.21.

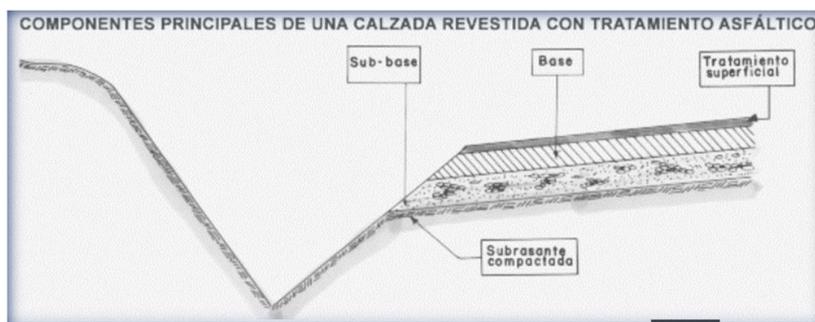
#### 2.2.1.4.3. Caminos Estabilizados

Son vías de alto volumen de tránsito, regularmente compuesto por la subrasante y una capa de subbase y base, cuyos espesores obedecen respectivamente a diseños previos de ingeniería. Debido a las características propias de este tipo de caminos, la superficie de rodadura, entre otras

opciones, está compuesta por afirmados con grava tratada con materiales como: asfalto, cemento, cal, aditivos químicos o suelos naturales estabilizados. (Okonkwo et al., 2022).

### Figura 5

#### *Camino Estabilizado*



*Nota.* Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos, tomado de García y Aburto, 2003, p.21.

## 2.2.2. Propiedades geotécnicas de los suelos

### 2.2.2.1. Granulometría

La granulometría se refiere al estudio de la distribución de los tamaños de partículas en un suelo, cuyos resultados influyen en las propiedades geotécnicas como: su capacidad de drenaje, resistencia a la compresión y capacidad de carga.

La granulometría se determina mediante el análisis de tamizado (Ensayo MTC E107), que implica pasar una muestra de suelo a través de una serie de tamices con aberturas de tamaño progresivamente más pequeñas. Las partículas de mayor tamaño quedan retenidas en los tamices más grandes,

mientras que las partículas más pequeñas pasan a través de los tamices más pequeños.

La distribución de tamaño de partículas se expresa en términos de curva granulométrica, que es un gráfico que muestra el porcentaje acumulado de partículas en función del tamaño de las partículas. La curva granulométrica se compone de tres partes principales:

- La fracción gruesa, que representa las partículas más grandes y se encuentra en la parte izquierda de la curva.
- La fracción fina, que representa las partículas más pequeñas y se encuentra en la parte derecha de la curva.
- La transición entre las fracciones gruesa y fina, que representa las partículas de tamaño intermedio y se encuentra en el centro de la curva.

La finalidad de este proceso es analizar su origen y las propiedades mecánicas que posee, por lo que, por medio de su curva se expresan las muestras de estudio determinando la proporción de cada tamaño de partículas (Bezuglova et al., 2021).

#### - Sistemas de clasificación de Suelos según Granulometría

Los sistemas de clasificación de suelos se establecen para predecir el comportamiento del suelo, los rendimientos esperados y para proporcionar un lenguaje común para los estudios del suelo. Propiedades como el tamaño de grano, la composición mineral, el contenido de materia orgánica y la

plasticidad del suelo son las preferidas como criterio principal de los sistemas de clasificación (Ngaggue et al., 2020).

A continuación, Juárez y Rico (2005), menciona algunas clasificaciones granulométricas de los suelos de acuerdo a sus tamaños:

#### A. Clasificación Internacional

La presente clasificación surge de otra desarrollada en Suecia:

**Tabla 1**

*Clasificación Internacional*

<b>Tamaño en mm</b>				
2	0.2	0.02	0.002	0.0002
Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	Ultra-arcilla (Coloides)

*Nota.* Mecánica de suelos tomo I: Fundamentos de la Mecánica de suelos.

Tomado de Juárez y Rico, 2005, p.99.

#### B. Clasificación M.I.T

Creada por Gilbo, adoptada por Massachusetts Institute of Technology:

**Tabla 2**

*Clasificación M.I.T*

<b>Tamaño en mm</b>								
2.0	0.6	0.2	0.6	0.02	0.006	.002	0.0006	0.0002
Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	Gruesa	Media	Fino
Arena			Limo			Arcilla		

*Nota.* Mecánica de suelos tomo I: Fundamentos de la Mecánica de suelos, tomado de Juárez y Rico, 2005, p.99.

C. Clasificación original de Kopecky

Empleada en Alemania a partir de 1936.

**Tabla 3**

*Clasificación de Kopecky*

Material	Características	Tamaño mm
Piedra	.....	Mayor de 70 mm
	Gruesa	30 a 70
Grava	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5
	Gruesa	1 a 2
Arena	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
	Grueso	0.05 a 0.1
Polvo	Fino	0.02 a 0.05
	Grueso	0.006 a 0.02
Limo	Fino	0.002 a 0.002
	Gruesa	0.0006 a 0.002
Arcilla	Fina	0.00002 a 0.0002
Ultra – Arcilla	.....	0.00002 a 0.0002

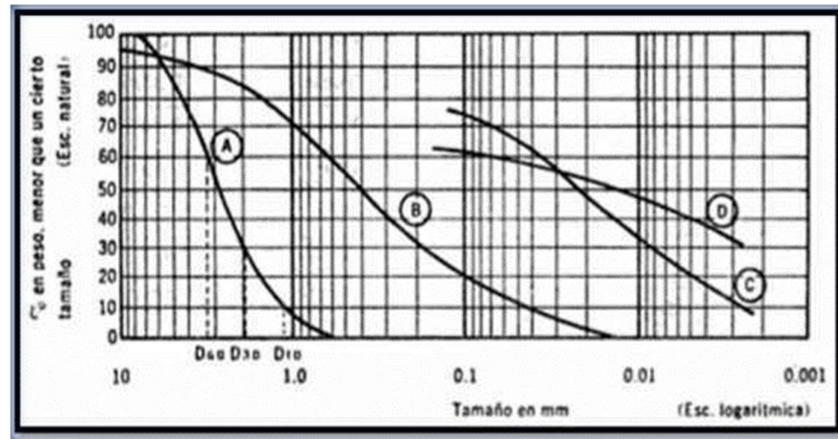
*Nota.* Mecánica de suelos tomo I: Fundamentos de la Mecánica de suelos,  
tomado Juárez y Rico, 2005, p.99

Gráfico de la distribución granulométrica

Las curvas de distribución granulométrico se grafican para representar la medición del tamaño de las partículas de la muestra que forman parte de la estructura del suelo, siendo la siguiente:

**Figura 6**

*Curva de distribución Granulometría*



*Nota.* Mecánica de suelos tomo I: Fundamentos de la Mecánica de suelos, tomado de Juárez y Rico, 2005, p.99.

**Donde:**

- A) Arena muy uniforme
- B) Suelo bien graduado
- C) Arcilla del valle (Curva obtenida con hidrómetro)
- D) Acilla del valle (Curva obtenida con hidrómetro)

A continuación, la interpretación de la curva permite comprender el comportamiento del suelo. En la figura 1, se puede observar algunas curvas granulométricas reales, por lo que, se emplea un parámetro del grado de uniformidad propuesto por Allen Hazen.

**Ecuación 1.** *Cálculo de coeficiente de uniformidad*

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

D60: el 60% representa el tamaño en peso del suelo, el cual debe ser igual o menor.

D60: Denominado por Hazen como diámetro efectivo, representa el tamaño del suelo tal que sea igual o mayor que el 10% en peso.

La relación en la ecuación expuesta anteriormente es un coeficiente de no uniformidad, ello debido a que su valor numérico disminuye cuando la uniformidad aumenta. Es por ello, que los suelos con  $C_u < 3$  son considerados muy uniformes, no obstante, es poco común que las arenas naturales muy uniformes presenten  $C_u < 2$ .

Asimismo, para definir la graduación se emplea el coeficiente de curvatura, siendo la siguiente expresión:

**Ecuación 2.** *Cálculo coeficiente de curvatura*

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} \dots\dots\dots (2)$$

D30 se determina de forma análogo en los D10 y D60. La relación existente presenta valores entre 1 y 3 en suelos graduados, expresando el margen de los tamaños de las partículas y las cantidades apreciables.

### 2.2.2.1.1. Ensayo Granulométrico

Los análisis o ensayos granulométricos permiten determinar el tamaño de las partículas de cantidades de muestra utilizadas, además, se utilizan otras propiedades de la muestra con la finalidad de poder clasificarlas. Existen dos métodos que permiten realizar los ensayos, siendo estos los siguientes:

#### A. Método por tamizado (MTC E107)

Este método permite de forma cuantitativa determinar la distribución de los tamaños de las partículas. El proceso de este método implica tener en constante agitación a la muestra mediante un conjunto de tamices, las cuales están conformadas por aberturas. Asimismo, los tamices de uso general para muestras de suelo son de 203 mm de dm, por lo que, para poder llevar a cabo el proceso se debe secar a horno la muestra para posterior a ello romper los grupos que aparecen en las partículas pequeñas. Por consiguiente, la muestra de estudio debe ser agitada por medio de pilas de tamices, para finalmente, determinar la masa de suelo retenida en cada tamiz. Cabe destacar que las muestras recolectadas deben guardarse por separado y secadas al horno para luego medir la cantidad encontrada (Braja, 2013).

**Tabla 4**

*Tamaños Estándar de Tamices*

<b>Tamiz núm.</b>	<b>Abertura (mm)</b>
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

*Nota.* Fundamentos de ingeniería geotécnica, tomado de Braja, 2014,  
p.34.

**Figura 7**

Juego de Tamices



*Nota.* Fundamentos de ingeniería geotécnica, tomado de Braja, 2014, p.34.

#### B. Método Hidrómetro (MTC E109)

Este método principalmente considera la sedimentación de las partículas de la muestra en contenido de agua, es decir, las partículas al tener contacto con el agua se dispersan, por lo que, las partículas se localizan a diferentes velocidades. De acuerdo a su simplicidad, estas partículas generadas adoptan forma de esferas, frente a ello la velocidad adquirida puede ser interpretada por la ley de Stoke, expresándose de la siguiente forma:

**Ecuación 3. Ley de STOKE**

$$v = \frac{p_x - p_w}{18\eta} D^2 \dots\dots\dots (3)$$

donde:

$v$ = velocidad

$p_x$ = densidad de las partículas

$p_w$ = densidad del agua

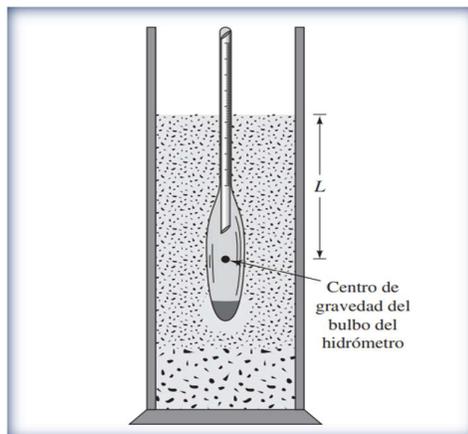
$\eta$ = viscosidad del fluido

$D$ =diámetro de las partículas de muestra

La muestra se lleva a cabo en cilindros de sedimentación conteniendo 50g de la muestra secada previamente al horno. El cilindro debe cumplir las medidas, oscilando entre 457 mm de altura y 63.5 mm de diámetro. Asimismo, se utiliza un agente dispersante siendo la solución de mayor frecuencia el hexametáfosfato de 125 cc al 4%, posterior a ello, se agrega agua destilada, agitando lo necesario, para seguidamente trasladarla a una probeta. Una vez reubicada la muestra se vuelve a agregar más agua hasta cubrir la superficie de la probeta. Finalmente se coloca el hidrómetro dentro de la probeta durante 24 horas, para lograr medir la densidad de sólidos (Braja, 2013).

**Figura 8**

*Prueba de Hidrómetro*



*Nota.* Fundamentos de ingeniería geotécnica, tomado de Braja, 2014, p.38.

#### **2.2.2.2. Estados de Consistencia**

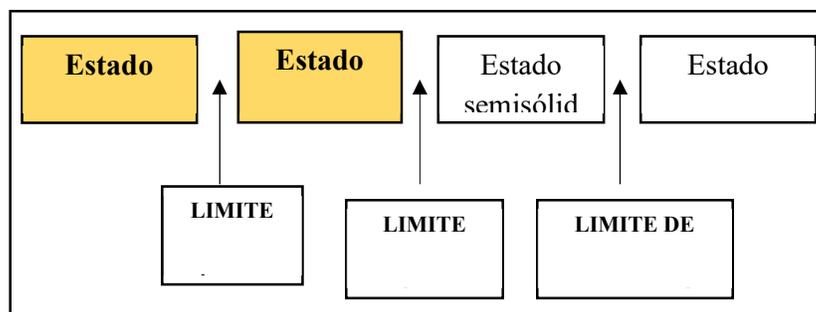
La consistencia del suelo indica su resistencia a la deformación cuando se expone a fuerzas mecánicas. Asimismo, los índices de consistencia del suelo representan los intervalos de contenido de agua en los que se producen comportamientos mecánicos específicos (Zolfaghari et al., 2015).

Las propiedades físicas del suelo y el diseño de la estructura geotécnica dependen en gran medida de la plasticidad del suelo, que puede expresarse mediante los límites de Atterberg: límite líquido y límite plástico. Existe un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino en relación al cambio del contenido de agua, es por ello, que se propusieron 4 estados siendo los siguientes: Sólido, Semisólido, Plástico y Líquido (Rand et al., 2020).

Los estados de consistencia en relación a la humedad pueden establecer puntos de transición entre cada uno teniendo en consideración los límites establecidos por Atterberg de forma respectiva (Bañón & Beviá, 2000).

### Figura 9

*Estados de consistencia del suelo*



*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento, tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.15.

La plasticidad de los suelos se considera una función del límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), la diferencia entre ellos se denomina Índice Plástico ( $IP = LL - LP$ ). Atterberg teóricamente define que el LL, es el contenido de agua ( $w$ ) por debajo del cual el suelo de grano fijo deja de fluir como líquido, mientras que el límite plástico, determina una transición observable genuina en el comportamiento del suelo (Kelly, 2021).

**Tabla 5**

*Clasificación de suelos según su Índice de Plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP>20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP<=20	Media	Suelos Arcillosos
IP>7	Baja	Suelos pocos Arcillosos
IP<7	No Plástico (NP)	Suelos Exentos de Arcillas

*Nota.* “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, de MTC, 2014, p.32, Lima, Perú.

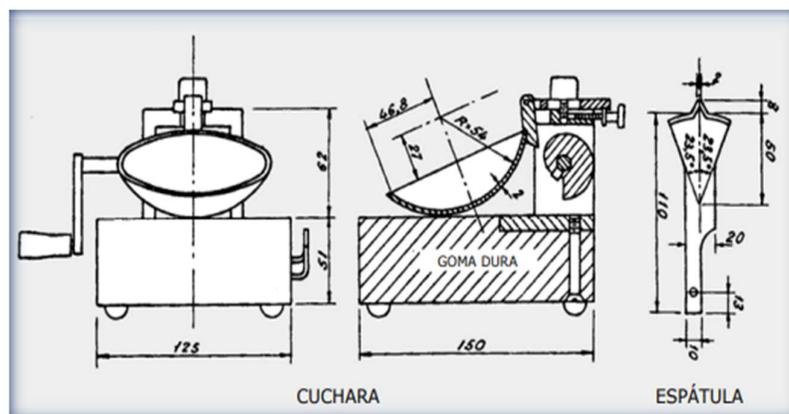
A continuación, se detalla ampliamente los límites mencionados:

#### **2.2.2.2.1. Límite Líquido (MTCE 110)**

Se puede describir por el contenido de agua que transmite el suelo del estado plástico al estado líquido, es decir, el suelo se transmite a un estado como un líquido si el contenido de agua pasa el límite líquido. La norma MTC E – 110 y ASTM D4318 especifica dos métodos para realizar la prueba del límite líquido. Estos dos métodos son el límite líquido de un punto y el límite líquido multipunto. El primer método no es muy preciso, debido a que solo cuenta con una prueba y el número de golpes oscila entre 20 y 30. Por lo tanto, el segundo método (Cuchara de Casagrande) es más preciso siempre que dependa más de un punto para evaluar el líquido límite, esta se realiza con contenido de agua correspondiente a un número de 25 a 35 golpes, de 20 a 30 golpes y de 15 a 25 golpes (Raad et al., 2020).

**Figura 10**

*Cuchara Casa Grande*



*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento,  
tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.15.

#### 2.2.2.2.2. Límite Plástico (MTCE 111)

Se sigue estrictamente bajo el procedimiento MTC E -111 y ASTM D4318.  
Se pueden seguir dos métodos para calcular el límite plástico. El primero se realiza moldeando la muestra con la mano a suficiente presión con la palma de la mano o los dedos hasta que tome la forma de bola, mientras que el segundo es el de máquina de laminación (Raad et al., 2020).

Asimismo, para calcular el promedio de humedad se debe tener en cuenta los siguientes valores:

**Tabla 6**

*Estimados de Precisión*

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite plástico	0,9	2,6
Precisión Multi laboratorio		
Límite plástico	3,7	10,6

*Nota.* Manual de ensayo de materiales, tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, p.73.

### 2.2.2.3. Clasificación de suelos

La clasificación de suelos permite establecer diferencias entre los tipos de suelos, atendiendo a las diferencias existentes entre las propiedades físicas y geomecánicas del suelo. Asimismo, una adecuada clasificación contribuye a que un ingeniero de carreteras tenga conocimiento previo del comportamiento del suelo partiendo de sus propiedades. En la actualidad existen variedades de clasificaciones, no obstante, se aborda aquellas que tienen una función directa en el campo de las ingenierías (Bañón & Beviá, 2000).

#### 2.2.2.3.1. Sistema de Clasificación AASHTO

Este sistema se apoyó en el modelo de clasificación de Casagrande, considerando 7 grupos de suelos, asignándoles numeraciones desde: A-1 hasta A-7, además de presentar subdivisiones.

La expresión de esta clasificación se presenta a continuación:

*Ecuación 4. índice de Grupo*

$$IG = 0.2 * a + 0.005 * a^2 * c + 0.01 * b * d \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

- “a” se expresa como un número entero entre 0 y 40 (% en exceso superior a 35 pero inferior a 75)
- “b” se expresa como un número entero entre 0 y 20 (% en exceso superior a 15 pero inferior a 55)
- “c” se expresa como un número entero entre 0 y 20 (exceso de LL superior a 40 pero inferior a 60)

A continuación, se presenta la tabla de clasificación de suelos AASHTO:

**Figura 11**

*Clasificación de suelos AASHTO*

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM	#10	≤ 50										
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
<b>ESTADO DE CONSISTENCIA</b> (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP<LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
<b>ÍNDICE DE GRUPO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>≤ 4</b>		<b>≤ 8</b>	<b>≤ 12</b>	<b>≤ 20</b>		<b>≤ 20</b>		
<b>TIPOLOGÍA</b>	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
<b>CALIDAD</b>	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA					

*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento, tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.25.

### 2.2.2.3.2. Sistema Unificado de Clasificación de suelos SUCS

Este sistema de clasificación hace uso de símbolos para representar la composición del suelo (prefijo) y de sufijos para matizar las propiedades respectivas. A continuación, se presenta la clasificación por símbolos:

**Tabla 7**

*Símbolos SUCS*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (> 50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (< 50)	H

*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento, tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.21.

Asimismo, en función a la tabla de símbolos, se establecen diversas combinaciones que pueden define uno u otro tipo de suelo:

**Tabla 8**

*Tipología de suelos SUCS*

SÍMBOLO		CARACTERÍSTICAS GENERALES	
GW	Gravas	Limpias	Bien graduadas
GP	(> 50% en tamiz #4 ASTM)	(Finos <5%)	Pobrementemente graduadas
GM		Con finos	Componente limoso
GC		(Finos >12%)	Componente arcilloso
SW	Arenas	Limpias	Bien graduadas
SP	(<50% en tamiz #4 ASTM)	(Finos <5%)	Pobrementemente graduadas
SM		Con finos	Componente limoso
SC		(Finos >12%)	Componente arcilloso
ML	Limos	Arcilloso	Baja plasticidad (LL <50)
MH			Alta plasticidad (LL >50)
CL	Arcillas	Limite líquido alto (> 50)	Baja plasticidad (LL <50)
CH			Alta plasticidad (LL >50)
OL	Suelos orgánicos	Límite líquido bajo (< 50)	Baja plasticidad (LL <50)
OH			Alta plasticidad (LL >50)
Pt	Turba		Suelos altamente orgánicos

*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento, tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.21.

Se puede observar en la tabla la existencia de separaciones entre 3 grupos de suelo:

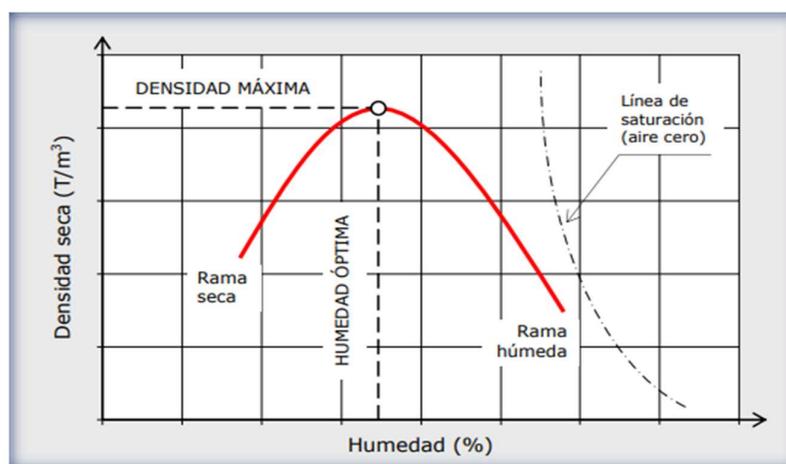
- Suelos de grano grueso (G y S), están compuestos por gravas y arenas con contenido en fino de menos de 50%
- Suelos de grano fino (M y C), compuesta por limos y arcillas de menos de 50%
- Suelos orgánicos (O, Pt), compuesta por materia orgánica.

#### 2.2.2.4. Compactación de suelos

La compactación se conceptualiza como la pérdida de volumen que tiene un área específica del suelo, ello a consecuencia de factores externos. La humedad asume un rol importante, debido a que el suelo seco requiere de cierta de energía compactada para eliminar los rozamientos internos generados entre sus partículas, es decir, el agua funciona como un lubricante para que el suelo realice menos esfuerzo (Bañón & Beviá, 2000).

**Figura 12**

*Curva humedad - Densidad seca*



*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento, tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.14.

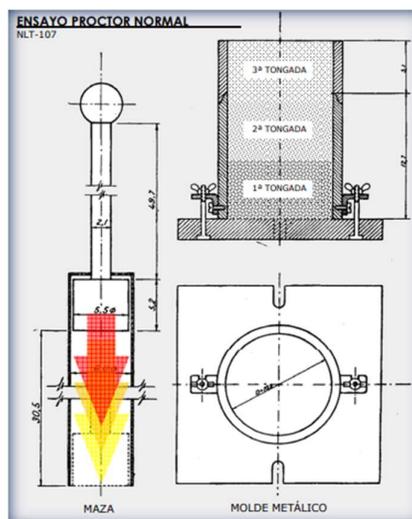
#### 2.2.2.4.1. Ensayo de Proctor Modificado (MTC E 115)

De acuerdo a Bañon y Beviá (2000), el ensayo trabaja en función de dos variantes, las cuales pueden denominarse Normal (NLT-107) y Modificado (NLT-108). La diferencia entre las variantes surge debido a que emplean energía de compactación, haciendo uso de 4.5 veces superior en la segunda variante que en la primera. Asimismo, la diferencia consiste en que el Proctor modificado surge de la evolución del Proctor natural. En cuestión al proceso de este ensayo, se lleva a cabo al comprimir en 3 tongas de forma consecutiva una cantidad de 15k de suelo, en caso de ser PM, se debe aplicar 5 y utilizar 35k de PM. Cabe mencionar que este primer paso se realiza siempre y cuando se tamice y divida la muestra de estudio en cuarteo de 6 partes iguales.

La muestra pasa por un proceso de humectación e introducida a un molde metálico. Por otro lado, para la compactación de la muestra se debe considerar una masa normalizada tanto en peso como en altura de caída garantizando así una compactación constante. De acuerdo a lo estipulado, se debe ejercer para ambos casos acciones diferentes, por lo que, para el Proctor normal se realizan 26 golpes de maza y para el Proctor modificado 56 golpes (Bañon & Beviá, 2000).

**Figura 13**

*Ensayo Proctor*



*Nota.* Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento, tomado de Bañón & Beviá, 2000, p.16.

### 2.2.3. Estabilización de suelos

#### 2.2.3.1. Definición

Es la alteración de los suelos para reforzar sus propiedades físicas, es decir, puede aumentar la resistencia al cizallamiento de un suelo y/o controlar las propiedades de retracción – hundimiento de un suelo, mejorando así la capacidad de carga de una subrasante para soportar pavimentos y cimientos. La estabilización de suelos puede definirse como la alteración o preservación de 1 o más propiedades del suelo para reforzar las características de ingeniería y el comportamiento del suelo (Nasir et al., 2020).

La estabilización del suelo es determinada como un proceso para mejorar las propiedades del suelo a través de una multitud de operaciones que pueden implicar la compactación, la mezcla con productos químicos/aditivos u otros

métodos no destructivos para tener mayor resistencia y durabilidad, además de otras mejoras (Omer & Yousuf, 2020).

La estabilización de suelos se refiere al procedimiento en el que un suelo especial, material cementante u otros materiales químicos se añaden a un suelo natural para mejorar una o más de sus propiedades. La estabilización puede conseguirse mezclando mecánicamente el suelo natural y el material estabilizado para obtener una mezcla homogénea, o añadiendo material estabilizador a un depósito de suelo inalterado y obteniendo interacción al dejarlo permeabilizar a través de los huecos del suelo (Afrin, 2017).

### **2.2.3.2. Métodos de Estabilización de suelos**

#### **2.2.3.2.1. Estabilización física y mecánica**

El proceso de estabilización mecánica es aquel que implica la mezcla de al menos dos o más tipos de suelo natural en un intento de cambiar su gradación y al hacerlo mejorar las propiedades del suelo. Este método trata de combinar las propiedades de ingeniería de los componentes de la mezcla, teniendo como propósito reducir la proporción de vacíos rellenando el espacio entre las propiedades granulares más grandes del suelo con partículas de suelo más finas a través de la combinación de suelos que poseen diferentes tamaños granulares seguido de una compactación completa (Archibong et al., 2020).

Este método de estabilización de suelos se conoce también como estabilización granular, por otro lado, el proceso de compactación garantiza la reducción de la proporción de vacíos y mejora los parámetros de resistencia del suelo, como la cohesión (C) y el ángulo de fricción interna (Afrin, 2017).

#### **2.2.3.2.2. Estabilización química**

La estabilización química mediante el uso de compuestos o mezclas químicas es muy común, se considera un método de estabilización de suelos rentables, eficiente y respetuoso con el medio ambiente. La modificación química implica partículas de suelo unidad mediante el uso de compuestos químicos o mezclas, por lo que, los cambios en las propiedades geotécnicas normalmente son más complejos que la modificación mecánica (Hie, 2020). Los estabilizantes químicos tradicionales más empleados son el cemento en polvo a base de calcio y la cal. Asimismo, los problemas comunes cuando se utilizan estos estabilizantes son los largos tiempos de curado y la gran cantidad necesaria para la mejora de la resistencia del suelo. Otro problema importante es el comportamiento frágil de los suelos tratados con calcio, que puede provocar grietas cuando se someten a cargas dinámicas (Barman & Dash, 2022).

#### **2.2.3.2.3. Criterios geotécnicos de estabilización con NaCl**

Desde el punto de la ingeniería, el principal objetivo es mejorar las características mecánicas del suelo, por lo que, en función a ello se toma en cuenta para la estabilización con NaCl, la abundancia, eficacia y bajo costo. En base a ello, se ha demostrado que el uso de este químico contribuye a incrementar los pesos volumétricos aproximadamente en un 11%, con una adición de 0.5% a 3% (Luczak et al., 2021).

Por otro lado, de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) los criterios a tener en cuenta para la estabilización de suelos son las siguientes:

- Se consideran como material apto aquellas capas de la subrasante que tengan  $CBR > 6\%$ , por lo que, en caso menor o se evidencian suelos húmedos se requerirá de la realización de un estudio especial con la finalidad de analizar las mejores opciones para lograr realizar la estabilización.
- Al determinarse que la capa de muestra sea de tipo limosa, arcillosa o humedad, ello generará cierta penetración en las capas granulares, por lo que, se debe de proyectar una capa de material anticontaminante de 10 cm de espesor, siendo la cantidad o el tipo decidido y ordenado por la persona a cargo.
- La subrasante debe localizarse en un nivel por encima de la capa freática siendo el mínimo a 0.60 (se aplica al tratarse de una subrasante extraordinaria), de 0.80 m (al tratarse de una subrasante buena o regular) y por último de 1.20 (al tratarse de una subrasante correcta).
- Al trabajar en zonas donde la altitud es de 4,000 msnm, es necesario la evaluación de la condición del suelo, ya que, el grado de congelamientos se vincula directamente con la profundidad de la napa freática y susceptibilidad del suelo. En dichos casos, se requiere de estudio para determinar si la estabilización tendrá un impacto positivo o por si por lo contrario no existirá ningún tipo de mejora.
- Previamente para establecer el tipo de estabilización se requiere conocer el tipo de suelo en el que se trabajará, en base a ello, se podrá poner en marcha en proceso de estabilización.

## 2.2.4. Cloruro de Sodio

### 2.2.4.1. Definición

El cloruro de sodio (NaCl), conocida como sal común, es un compuesto químico formado por átomos de cloro y sodio. Se caracteriza por su color blanco y por tener un origen natural, al poder encontrarse en lugares como ríos, mar o depósitos salinos. Este compuesto por lo general es conocido como sal, siendo el principal responsable de la salinidad de los alimentos. El cloruro de sodio es de fácil solución en agua, adoptando propiedades de atraer y mantener ya sea el agua en estado líquido o en vapor. Esta característica convierte al NaCl en un elemento importante entre partículas granulares (Reyes et al., 2006).

### 2.2.4.2. Proceso de obtención

La obtención del NaCl se da a través de depósitos naturales o agua del mar, la cual debe pasar por una serie de métodos para lograr su evaporación hasta llegar a la concentración de sales que tiene el mar. En base a ello se obtiene el cloruro de sodio considerado el componente mayor, seguido la formación de salmuera, la cual no es más que una solución con una alta concentración de NaCl. El método de evaporación implica la generación de salina, provocando la sobresaturación del mineral para posteriormente se dé paso a su cristalización. Al finalizar, todo el proceso se obtienen rocas evaporitas denominadas como sal bruta (Gómez et al., 2019).

Para obtener el cloruro de sodio se requiere de procesos que permitan generar en masa la evaporación ya sea de agua del mar o de otros recursos que sean útiles para extraer el NaCl. Las formas de obtención pueden darse de manera natural, la cual consiste en dejar que estanques o lagos con poca profundidad se sequen, formándose cristales de sal, mientras que, el método moderno implica colocar el agua en estanques de concentración, los cuales se encuentran diseñados para generar evaporación de forma rápida, obteniendo como producto granos de sal (Cittadini et al., 2020).

Este compuesto posee ciertas características mineralógicas, las cuales se expresan de la siguiente:

#### **2.2.4.3. Propiedades**

De acuerdo a sus propiedades el cloruro de sodio tiene una facilidad de solución en agua, por lo cual, se le considera soluble e insoluble dentro de otros líquidos. Asimismo, su estado se caracteriza por ser acuoso, por lo cual, el NaCl funciona como conductor de electricidad a causa del libre movimiento de iones (Ojangba et al., 2022).

Se puede caracterizar en propiedades físicas y químicas, descritas a continuación:

**Tabla 9**

*Características Mineralógicas del Cloruro de Sodio (NaCl)*

<b>Propiedades físicas</b>	
Dureza	2 a 2.5
Densidad	2.168 g/cm <sup>3</sup>
Gravedad específica	2.1
Propiedades ópticas (índice de retracción)	1.544
Exfoliación	Imperfecta – cubica
Tenacidad	Baja
Brillo	Vítreo algo mate

*Nota.* Minerales industriales NaCl, tomado de Garcés, 2010.

**Tabla 10**

*Propiedades químicas*

<b>Propiedades químicas</b>	
Solubilidad en el agua	317 g/L, Temp. 29 °C, pH = 7 <=10
Tensión superficial	72.8 Mn/M, Tem.20 °C, concentración de 1.46 g / L

*Nota.* Sodio Cloruro. Tomado de Quimipur (2020)

#### **2.2.4.4. Aplicación de NaCl**

La estabilización del suelo es un intento de cambiar o mejorar las propiedades técnicas del suelo con la finalidad de cumplir los requisitos técnicos establecidos. La estructura de NaCl incluye un anión en el centro y el catión ocupa la cavidad octaédrica, por lo que, la sal es un material higroscópico, permitiendo encapsular la humedad del aire, minimizando su evaporación y

mejorando su cohesión hasta poder generar una acción cementante. (Cahysadi & Puspasari, 2020).

Por otro lado, la sal tiene un poder coagulante, conllevando a que exista un menor esfuerzo mecánico para obtener la densidad máxima deseada del suelo.

Los suelos a usar en construcción de suelo – sal deben encontrarse en condiciones limpias y con un peso de materia orgánica no mayor al 3%. El Índice de plasticidad del suelo no debe ser mayor al 8% y la fracción de suelo que pasa la malla N° 200 debe ser mínimo el 12%. Por lo que, el tamaño del agregado grueso del suelo no debe exceder de 1/3 de espesor de la capa compactada de suelo-sal (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

**Tabla 11**

*Características típicas de sal (NaCl)*

<b>Características</b>	<b>Límites</b>
Cloruro de sodio %	98.00 – 99.70
Humedad %	2.00 – 3.60
Materia insoluble %	0.007 – 0.175
Ion calcio %	0.035 – 0.910
Ion magnesio %	0.002 – 0.074
Ion sulfato %	0.125 – 0.355
Tamiz 4.75 mm (N°4)	20 – 55%
Tamiz 1.18 mm (N°16)	50 – 70%
% pasa tamiz 1.10 mm (N°16)	10% máx.

*Nota.* Manual de carreteras – Suelos, geología, geotécnica y pavimentos.

Tomado de Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p.100.

La cantidad de sal por lo general oscila entre 50 y 80 kg/m<sup>3</sup> de suelo a estabilizar, sin embargo, la aplicación de NaCl va a depender de los resultados obtenidos durante el proceso de prueba.

#### **2.2.4.5. Efectos de los suelos estabilizados con NaCl**

La estabilización con NaCl influye positivamente en el comportamiento del suelo, puesto que, mejora óptimamente la compactación del material, ya que existe un aumento de la densidad seca máxima y una reducción en el contenido de humedad (Morales & Pailacura, 2019). Los efectos afectan directamente las propiedades físicas y mecánicas del suelo, alcanzando lo siguiente:

- Los límites establecidos por Atterberg (Líquido y plástico) sufren una reducción al adicionarse NaCl.
- Existe un aumento de tensión superficial producido después del endurecimiento, logrando alcanzar un aumento de densidad de suelo hasta un 15%.
- La retención de humedad posee una capacidad elevada en suelos estabilizados con NaCl

# **CAPÍTULO III**

---

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

### 3.1. Tipo de Investigación

- Por su propósito Aplicada, ya que estuvo orientada a mejorar las propiedades del suelo del acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente.
- Por su naturaleza Experimental, ya que se manipularon los porcentajes de Cloruro de Sodio en condiciones controladas para la estabilización de las muestras de suelo.

### 3.2. Unidad de Análisis

Suelo extraído del acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente (m<sup>2</sup>).

### 3.3. Ubicación

Localidad : Cambio Puente – Tambo Real  
Distrito : Chimbote  
Provincia : Santa  
Región : Ancash

### 3.4. Población y Muestra

#### 3.4.1. Población.

Se consideró como población a los 4.85 km de suelo, perteneciente al acceso que conecta los centros poblados Tambo Real Viejo – Cambio Puente.

#### 3.4.2. Muestra.

Para la selección de la muestra se empleó el tipo de muestreo no probabilístico, dicha muestra estuvo compuesta por la excavación de 10 calicatas de 1.50 m. de profundidad respecto al nivel de subrasante del proyecto.

Según el cuadro 4.1 (Numero de calicatas para exploración de suelos) Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. se deben realizar 1 Calicata por Kilómetro, por tratarse de una vía con bajo volumen de tránsito.

**Tabla 12**

*Numero de calicatas para exploración de suelo*

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

*Nota.* Recuperado del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, de MTC, 2014, p.26, Lima, Perú

Las calicatas, se realizaron en forma longitudinal y alternada, de modo que las muestras representaron de mejor manera las características del suelo en el tramo de estudio.

Las muestras de suelo, obtenidas de las calicatas, permitieron la caracterización de los estratos del suelo, así como sus propiedades físicas y mecánicas; además se tuvo en cuenta un reconocimiento previo que permita identificar los diferentes tipos de suelo.

**Tabla 13**

*Ubicación de Calicatas*

Calicata	Ubicación	Profundidad de Calicata
C - 01	9007523.98 m S 766140.82 m E	1.5 m.
C - 02	9007195.57 m S 766319.60 m E	1.5 m.
C - 03	9006795.67 m S 766608.69 m E	1.5 m.
C - 04	9006385.93 m S 766889.15 m E	1.5 m.
C - 05	9006011.45 m S 767210.49 m E	1.5 m.
C - 06	9006140.11 m S 767577.08 m E	1.5 m.
C - 07	9005895.56 m S 767963.29 m E	1.5 m.
C - 08	9005554.21 m S 768330.08 m E	1.5 m.
C - 09	9005162.10 m S 768575.57 m E	1.5 m.
C - 10	9004729.00 m S 768776.43 m E	1.5 m.

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 14**

*Ubicación de las calicatas en vía Tambo Real Viejo - Cambio Puente*



*Nota.* Elaboración propia. Imagen obtenida de Google Earth Pro 2022.

### 3.5. Variables

#### 3.5.1. Variable Independiente.

- Cloruro de Sodio NaCl

#### 3.5.2. Variable Dependiente.

- Propiedades físicas y mecánicas del suelo, en el camino de acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente.

#### 3.5.3. Matriz de Consistencia

- Ver Anexo 01

#### 3.5.4. Operacionalización de Variables.

- Ver Tabla 14

**Tabla 14**

*Operacionalización de variables*

Variable	Nombre de la Variable	Definición conceptual de la variable	Definición Operacional de la variable	Dimensiones	Indicadores	Método	Escala de Medición
<b>INDEPENDIENTE</b>	Porcentajes de adición de Cloruro de Sodio	Es un compuesto iónico, que, en estado sólido, presenta una estructura cristalina, soluble al agua. Podemos hallarla en forma de salmuera en los océanos y lagos salados u en su forma mineral Halita, comúnmente roca de sal. (Roldán, 2010)	Para fines del correcto análisis del Cloruro de Sodio, se hizo enfoque en el Método Cuantitativo: que permitió la realización de una óptima evaluación, con resultados numéricos en un estimado en peso al 1%, 3% y 5% del volumen total de la muestra.	Cloruro de Sodio al 1%, 3% y 5%, del peso total de la muestra de suelo a estabilizar.	Peso en KG  Análisis Químico	► Control de Peso  Investigación teórica de la composición química del NaCl	Porcentajes%
<b>DEPENDIENTE</b>	Propiedades físicas y mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	<b>Propiedades del Suelo:</b> Los suelos son caracterizados por sus propiedades físicas y mecánicas, siendo las primeras de carácter propio de los suelos y las segundas en cuanto al funcionamiento del suelo como estructura. (Escobar 2020) <b>Superficie de Rodadura</b>	Para fines de análisis detallado de las propiedades físicas y mecánicas de las muestras de suelo, se presentó el siguiente método: Método Cuantitativo: que permitió la realización de una óptima evaluación, con resultados numéricos que permitieron determinar las	Propiedades Físicas	► Análisis granulométrico ► Limite Líquido ► Limite Plástico ► Contenido de Humedad	<b>Aplicación de Manual Ensayo de Materiales</b> -Granulometría (MTC E 107) -Determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110) -Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (MTC E 111) -Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108)	Nominal

<p><b>estabilizada:</b> Se logró mediante procedimientos cuyo objetivo es mejorar las propiedades físicas y mecánicas de este, existe la estabilización mecánica o volumétrica, usando procedimientos químicos o físicos.</p>	<p>propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante ensayos realizados en laboratorio e in situ, para la obtención de un estimado del comportamiento mecánico del suelo.</p>	<p>Propiedades Mecánicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gravedad Especifica</li>   <li>▶ Proctor Modificado</li>   <li>▶ Ensayo CBR</li>   <li>▶ Densidad y peso unitario In Situ</li> </ul>	<p>Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua (MTC E 113)</p> <p>Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115)</p> <p>CBR en laboratorio (MTC E 132)</p> <p>Ensayo de densidad y peso unitario in situ, método del cono de arena (MTC E 117).</p>
---	---	------------------------------	---	---

*Nota.* Elaboración Propia

### 3.6. Materiales Investigados

#### 3.6.1. Suelo del acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente.

El suelo a estabilizar, que es objeto de estudio en la presente investigación, es el que presenta el camino de acceso que une los centros poblados Tambo Real Viejo – Cambio puente, Chimbote, Ancash. El ancho promedio de esta vía es 4.5 metros a lo largo de sus 5.1 kilómetros de longitud, siendo su condición actual de camino no pavimentado, con evidentes condiciones deficientes, a pesar de ser la única vía por la cual los ganaderos y agricultores apostados a ambos márgenes, movilizan sus productos.

Las muestras, se obtuvieron mediante exploración del suelo, ejecutándose calicatas a lo largo e intercalando la posición a ancho del camino, según lo establecido por las normativas vigentes. Se ejecutaron 10 calicatas, extrayendo un aproximado de 150 kg luego de la reducción de la muestra a la cantidad necesaria para los ensayos que se iban a realizar en laboratorio. Se denominó calicata 01 a la más próxima al Centro Poblado tambo Real, en tanto que calicata 10 a la más cercana al Centro Poblado Cambio Puente.

(INDECOPI, 2001, como se citó en Milla, 2019) la descripción manual – visual de las muestras, fue posible, siguiendo los criterios ya establecidos, identificar la presencia de un suelo arcilloso en la calicata 01, repitiéndose este patrón a lo largo de la vía, donde se encontraron arenas mal graduadas con poca presencia de gravas y arenas arcillosas, con excepción de la calicata 08, en la cual se evidenció la presencia de suelo limoso.

A continuación, se describen los estratos, profundidades y características encontradas en cada una de las 10 calicatas.

**Calicata 01**, a la profundidad explorada de 1.5 m. no presenta nivel freático, está compuesto estratigráficamente por una capa de 0.10 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el único estrato, con un espesor de 1.40 m, de arena arcillosa, color beige claro, en condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea.

**Calicata 02**, En el rango de profundidad de 1.5 m. no se evidencia la presencia de la capa freática, está compuesto por una estructura estratigráfica de una capa de 0.05 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el primer estrato, con un espesor de 0.80 m, de arena arcillosa, color beige, en condiciones de humedad seca, consistencia suave, cementación débil. Inmediatamente abajo encontramos un estrato de 0.65 m. de arena arcillosa, color marrón, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada.

**Calicata 03**, a la profundidad explorada de 1.5 m. no presenta nivel freático, está compuesto estratigráficamente por una capa de 0.05 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el único estrato, con un espesor de 1.45 m, de arena fina con casi nula presencia de grava, color amarillo, en condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea.

**Calicata 04**, a la profundidad explorada de 1.5 m. no presenta nivel freático, está compuesto estratigráficamente por una capa de 0.07 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el único estrato, con un espesor de 1.43 m, de arena fina, color marrón claro, en condición húmeda, consistencia suave, cementación moderada y estructura homogénea.

**Calicata 05**, a la profundidad explorada de 1.5 m. no presenta nivel freático, está compuesto estratigráficamente por una capa de 0.05 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el único estrato, con un espesor de 1.45 m, de arena fina, color amarillo, en condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea.

**Calicata 06**, a la profundidad explorada de 0.75 m. se encontró el nivel freático, está compuesto estratigráficamente por una capa de 0.10 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el único estrato, con un espesor de 0.65 m, de arena fina con casi nula presencia de grava, color marrón oscuro, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada y estructura homogénea.

**Calicata 07**, En el rango de profundidad de 1.5 m. no se evidencia la presencia de la capa freática, está compuesto por una estructura estratigráfica de una capa de 0.05 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el primer estrato, con un espesor de 0.40 m, de arena fina, color amarillo, en

condición seca, consistencia suave, cementación débil. Inmediatamente abajo encontramos un estrato de 1.05 m. de arena arcillosa, color beige, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada.

**Calicata 08**, En el rango de profundidad de 1.5 m. no se evidencia la presencia de la capa freática, está compuesto por una estructura estratigráfica de una capa de 0.05 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el primer estrato, con un espesor de 0.40 m, de arena limosa, color marrón oscuro, en condición húmeda, consistencia firme, cementación fuerte. Inmediatamente abajo encontramos un estrato de 1.05 m. de arena fina, color marrón, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada.

**Calicata 09**, En el rango de profundidad de 1.5 m. no se evidencia la presencia de la capa freática, está compuesto por una estructura estratigráfica de una capa de 0.05 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el primer estrato, con un espesor de 0.70 m, de arena fina, color amarillo, en condición seca, consistencia suave, cementación débil. Inmediatamente abajo encontramos un estrato de 0.75 m. de arena arcillosa, color beige, en condición seca, consistencia suave, cementación débil.

**Calicata 10**, a la profundidad explorada de 1.5 m. no presenta nivel freático, está compuesto estratigráficamente por una capa de 0.10 m de espesor de material suelto o escombros (este material no fue considerado en la clasificación), inmediatamente bajo esta capa se encuentra el único estrato, con un espesor de 1.40 m, de arena gravosa, color beige claro, en condición seca, consistencia muy

suave, cementación débil y estructura homogénea, a partir de esta profundidad, se encontró roca dura, por lo que no se continuo con la exploración.

### 3.6.2. Cloruro de Sodio NaCl.

El Cloruro de Sodio utilizado en la presente investigación fue adquirido de forma comercial, producto distribuido por la empresa Emsal. Las especificaciones técnicas del producto, establecen una humedad máxima del 0.50%, así como un máximo de 0.10% de partículas insolubles, su composición es 99% NaCl, y un 1% compuesto principalmente por calcio Ca, magnesio Mg y sulfatos SO. El uso de este material en la estabilización de suelos, está regulado por el Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimentos. para el desarrollo de la presente investigación, se hizo uso de 70 kilogramos aproximadamente.

### 3.7. Diseño Experimental

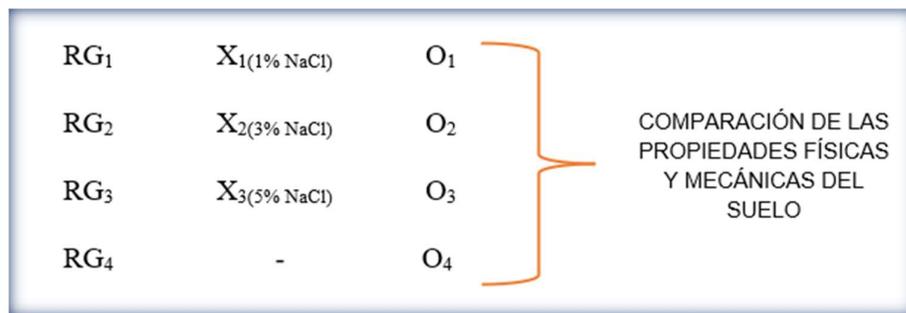
En principio se hizo la recolección de datos bibliográficos, artículos científicos, normas y otras fuentes físicas y virtuales, que orientaron y facilitaron la realización de los estudios a desarrollarse. Inmediatamente después, se hizo el reconocimiento de la zona, para empezar con los estudios exploratorios, que consistieron, en un estudio de tráfico, estudio topográfico y la realización de calicatas en puntos estratégicos a lo largo del tramo de estudio, dichas calicatas, conforme a las características que establecen las normas en cuanto a profundidad, diámetro y distancia entre ellas. Se procedió con la extracción de las muestras de suelo, para su posterior transporte al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional del Santa.

Simultáneamente se obtuvo el Cloruro de Sodio a utilizar como agente estabilizador, determinando sus características químicas, que fueron facilitadas por el proveedor.

Posteriormente se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de las muestras de suelo, mediante ensayos de laboratorio, respetando los procedimientos establecidos por el Manual de Ensayo de Materiales (MTC) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP). De igual modo se realizaron estos ensayos a las muestras de suelo, adicionando Cloruro de Sodio, en porcentajes de 1%, 3% y 5% del peso total de la muestra. Estableciendo así un grupo de control y otro, con las muestras alteradas.

**Figura 15**

*Diseño con grupo de control y posprueba*



*Nota.* Elaboración Propia, basado en Metodología de la Investigación, Hernández Sampieri 2014.

**Tabla 15**

*Proporción de combinaciones y nomenclatura de muestras*

Muestra	% Suelo	% NaCl	Simbología
Suelo Natural	100%	0%	S
Combinación 1- C01	99%	1%	C 01-1% NaCl
Combinación 2- C01	97%	3%	C 01-3% NaCl
Combinación 3- C01	95%	5%	C 01-5% NaCl
Combinación 1- C08	99%	1%	C 08-1% NaCl
Combinación 2- C08	97%	3%	C 08-3% NaCl
Combinación 3- C08	95%	5%	C 08-5% NaCl

*Nota.* Elaboración Propia

A partir de estos ensayos se procedió al procesamiento de datos, en los formatos correspondientes establecidos por norma, que permitieron la obtención de resultados confiables para nuestra investigación. Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se procedió a comparar los cambios en las propiedades del suelo, buscando el porcentaje óptimo de Cloruro de Sodio para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el tramo Tambo Real Viejo – Cambio Puente.

Finalmente, con esos resultados, se ejecutaron tramos de prueba, que fueron evaluados luego de 15 días, para comprobar la efectividad y la veracidad de los resultados obtenidos en laboratorio.

### 3.8. Técnicas e Instrumentos

Durante la ejecución de la presente investigación, se necesitaron distintos datos, los cuales fueron recogidos, mediante las siguientes técnicas:

- El Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos, establece la necesidad de un estudio de tráfico que determine características básicas como el IMDA o ESAL, este estudio permitirá la clasificación de la vía y su posterior diseño.
- Se hizo necesario de igual manera, un estudio topográfico, que establezca la zona y sus características, de manera tal que sea posible establecer las coordenadas exactas de los puntos a explorar, así como el diseño de la vía.
- Se realizaron ensayos de Mecánica de Suelos, in situ y en el laboratorio, cuyos resultados, permitieron identificar las características del suelo, tales como su clasificación, propiedades físicas, propiedades mecánicas, de igual modo, se sometieron a los ensayos de Mecánica de suelos a las muestras de suelo estabilizadas.

Se emplearon, además instrumentos, que permitieron la recolección de datos, el cual lo establece la normativa vigente:

- Ficha de conteo vehicular (ver formato 01)
- Ficha de descripción visual-manual de los suelos. (ver formato 02)
- Formato de recolección de datos de laboratorio de suelos. (ver formato 03)
- Ficha de observación de tramo de prueba. (ver formato 04)



Formato 03: Ficha de ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



---

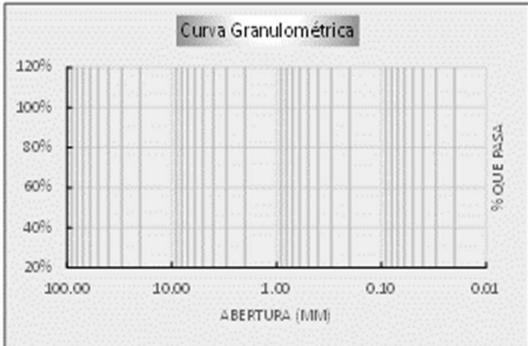
Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Localización: \_\_\_\_\_  
 Muestra: Calicata N° \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_ Profundidad: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Coordenadas: \_\_\_\_\_

---

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)**

Residual de la muestra (g)		
Peso fino de la muestra (g)		

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N°4	4.760		
N°10	2.000		
N°20	0.840		
N°40	0.425		
N°60	0.250		
N°140	0.149		
N°200	0.074		
> N°200			



CU: \_\_\_\_\_ UC: \_\_\_\_\_

---

**2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC [E 110 - MTC E 111]**

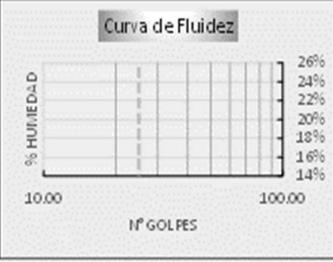
**A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes				
2. Peso de la tara (gr)				
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
4. Peso tara + Suelo seco (gr)				
5. Peso agua (gr)				
6. Peso Suelo seco (gr)				
7. Contenido Humedad (%)				

**B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)**

PARAMETRO	Tara N°		
	1	2	3
1. Peso de la tara (gr)			
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)			
3. Peso tara + Suelo seco (gr)			
4. Peso agua (gr)			
5. Peso Suelo seco (gr)			
6. Contenido Humedad (%)			

**Curva de Fluidez**



Grava %	
Arena %	
Finos %	
Límite Líquido	
Límite Plástico	
Índice de Plasticidad	
Contenido Humedad	
Clasificación SUCS	
Clasificación AAHSTO	
Gravedad Específica	
Índice de Grupo	

---

**3. CONTENIDO DE HUMEDAD [E 108]**

PARAMETROS	Tara N°		
	1	2	3
1. Peso de la tara (gr)			
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)			
3. Peso tara + Suelo seco (gr)			
4. Peso agua (gr)			
5. Peso Suelo seco (gr)			
6. Contenido Humedad (%)			

Nota. Elaboración Propia, basado en Manual de Ensayo de Materiales MTC 2014

**Formato 04: Ficha de recolección de datos de densidad en campo.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



**UNS**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Localización: \_\_\_\_\_  
 Muestra: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_      Coordenadas: \_\_\_\_\_

**1. CALIBRACION DE APARATO DE CONO DE ARENA Y DENSIDAD DE ARENA**

A. PESO DE ARENA EN APARATO DE CONO				B. PESO VOLUMETRICO DE ARENA					
Muestra	Wi (g)	Wf (g)	Wc (g)	Muestra	Wi (g)	Wf (g)	Wc (g)	Wm (kg)	dm(g/cm <sup>3</sup> )
N°01				N°01					
N°02				N°02					
N°03				N°03					
PROMEDIO				DENSIDAD PROMEDIO DE MUESTRA					
				DENSIDAD SECA:					

**2. DENSIDAD DE CAMPO MTC E 117**

1. Masa de arena necesaria para llenar frasco (g)		dato
2. Masa de arena luego de llenar el orificio (g)		dato
3. Masa de arena para llenar aparato de cono (g)		dato
4. Masa de arena necesaria para llenar orificio (g)		(1-2-3)
5. Peso volumétrico seco de arena de frasco (g/cm <sup>3</sup> )		dato
6. Volumen de orificio de prueba (cm <sup>3</sup> )		(4/5)
7. Masa de la arena extraída de orificio de prueba (g)		dato
8. Densidad húmeda de material probado (g/cm <sup>3</sup> )		(7/6)
9. Contenido de humedad de material probado (%)		dato
10. Peso de material retenido en tamiz 3/4"		dato
10. Densidad seca de material probado		(8/(1+9))

**3. EVALUACIÓN DE TRAMO DE PRUEBA**

1. Máxima densidad seca de tramo de prueba (g/cm <sup>3</sup> )	
2. Óptimo contenido de humedad de tramo (%)	
3. Densidad seca de material probado	
4. Contenido de humedad de material probado (%)	
5. Grado de compactación final.	

**4. CONTROL DE HUMEDAD MTC E 108**

A. HUMEDAD DE ARENA	Tara N°			B. HUMEDAD MATERIAL PROBADO	Tara N°		
	1	2	3		1	2	3
1. Peso de la tara (gr)				1. Peso de la tara (gr)			
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)				2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)			
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				3. Peso tara + Suelo seco (gr)			
4. Peso agua (gr)				4. Peso agua (gr)			
5. Peso Suelo seco (gr)				5. Peso Suelo seco (gr)			
6. Contenido Humedad (%)				6. Contenido Humedad (%)			

*Nota. Elaboración Propia, basado en Manual de Ensayo de Materiales MTC 2014*

### 3.9.Procedimientos

#### 3.9.1. Ensayos ejecutados en campo:

En primer lugar, se tuvieron en cuenta los estudios para conocer la demanda del tráfico vial y las características topográficas, de manera tal que se pudiera planificar y diseñar con suficiente precisión.

##### ➤ Estudio de la Demanda del Trafico Vial

##### Equipos y Materiales:

- Formatos de conteo vehicular según MTC
- 02 tablero
- 01 caseta de conteo
- 02 chalecos reflectores

##### Procedimiento:

- En primer lugar, se ubicó en la vía, tanto su estación de peaje y pesaje más cercana, para trabajar con los datos de proyección según el procedimiento descrito en el Capítulo VI del Manual de Carreteras
- En segundo lugar, se estableció una estación de conteo vehicular, haciéndose indispensable el uso de una caseta de conteo.
- Inmediatamente, se inició con el conteo de vehículos, en función a las horas y tipo de vehículos, así como la dirección en la que circulaban. Este procedimiento de realizo durante 7 días, pudiéndose hacer en solo dos días, según lo establece la norma, uno en un día laborable típico y otro en sábado.

- Se procedió al procesamiento de la data recogida en campo

➤ **Estudio Topográfico**

**Equipos y Materiales:**

- Estación total Topcon ES -105
- 01 trípode de aluminio
- 02 prismas
- 01 flexómetro de 5 metros.
- Navegador GPS Garmin e-Trex 10
- 10 estacas de madera
- Yeso

**Procedimiento:**

- Se inició, estacionando el equipo, de manera tal que este nivelado y sobre la estaca de la primera estación. Con la ayuda del GPS Garmin, se sondeó dos puntos cercanos, dejándolo por 3 horas para mayor exactitud, mediante el método de trisección se orientó el equipo, de manera que se pueda iniciar el levantamiento topográfico.
- Una vez orientada la estación total, se inició con el levantamiento tomando puntos en el eje de la vía cada 20 metros y a 3 metros a ambos márgenes.
- Se repitió el procedimiento, haciendo los cambios de estación necesarias, y haciendo vista atrás a los últimos puntos de cada estación, en los tramos

de curva horizontal de la vía, se tomó los puntos cada 10 metros, y se hizo lo mismo con los puntos a ambos márgenes.

- Se procedió al procesamiento de dato en gabinete, para el diseño y planificación de la vía.

➤ **Muestreo de Suelos**

**Equipos y Materiales:**

- 02 palas
- 02 barretas
- 01 flexómetro de 5 metros
- 01 flexómetro de 5 metros.
- 20 sobres de cierre hermético
- 20 sacos para muestras
- 01 marcador de tinta indeleble

**Procedimiento:**

- Se ubicó cada una de las 10 calicatas, intercalando el lado en la sección de vía. Se demarcó un área de excavación de 1.00 m x 1.00 m, haciéndose una limpieza de terreno antes de empezar a excavar.
- Se ejecuto la excavación, hasta llegar a una profundidad de 1.5 m aproximadamente, el nivel freático o roca dura. Se procedió con la identificación visual de cada estrato, así como el registro fotográfico y manual de cada uno de estos.

- Se procedió con la recolección de las muestras necesarias para los ensayos en laboratorio, las cuales fueron almacenadas en sacos para su posterior transporte. Se extrajeron también muestras en bolsas herméticamente cerrado para los ensayos de humedad.
- Se repitió el procedimiento en cada una de las 10 calicatas a lo largo de la vía, teniendo en cuenta en el registro de perforaciones, las características previstas en la norma MTC E 101.

➤ **Ensayo de Densidad In Situ**

**Equipos y Materiales:**

- Cloruro de Sodio NaCl
- 01 plancha compactadora 3.5 HP
- 02 rastrillos
- 01 aparato de densidad de cono de arena (Frasco desarmable, válvula cilíndrica, embudo de metal y plato de metal cuadrado)
- 01 cincel
- 01 cuchara metálica
- 01 brocha
- Balanza de capacidad mínima de 20 kg, sensibilidad 5.0 gr.
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Baldes

**Procedimiento:**

- El tramo de prueba de ejecuto en función a la calicata 01 y calicata 08, ubicados en el primer y cuarto kilometro en dirección Tambo Real Viejo – Cambio Puente, se hizo el traslado de equipos, herramientas y personal hasta la zona.
- Se delimitó el área de tramo de prueba de 3 x 6 metros y 15 centímetros de profundidad, inmediatamente después, se hizo la escarificación y nivelación del terreno, haciendo uso de 02 rastrillos y 02 palanas.
- Se procedió a cuantificar el material necesario para la estabilización de dicho tramo, considerando una profundidad de 0.15 metros, los requisitos de optima humedad  $\pm 2\%$  y optimo porcentaje de Cloruro de Sodio.
- Haciendo uso de una balanza, se pesó la cantidad de NaCl, luego se vertió está en la cantidad de agua ya cuantificada, para posteriormente ser esparcida de manera uniforme en el tramo de prueba a modo de salmuera.
- Se ejecutó la compactación de los tramos de prueba considerados, haciendo uso de una plancha compactadora de 3.5 H de potencia, el operario, desplazo la maquina a lo largo del tramo tantas veces como fue necesario para lograr condiciones similares a las de laboratorio.
- Se procedió a la colocación y fijación por medio de clavos, del plato de base, sobre la superficie ya preparada y nivelada. Inmediatamente después se excavó el hoyo de prueba, en el orificio central de plato, el volumen de tierra excavado obedece a la tabla 01 de MTE E - 117.

**Tabla 16**

*Volumen Mínimo del Hoyo de Ensayo*

Tamaño Máximo de las Partículas		Volumen mínimo del orificio de ensayo	
Pulgada	Mm	Cm <sup>3</sup>	Pic <sup>3</sup>
1/2	12.5	1420	0.05
1	25	2120	0.075
2	50	2830	0.1

*Nota.* Recuperado del “Manual de ensayo de materiales MTC E 117”  
MTC 2014, pág. 137, Lima, Perú.

- Se limpio el borde del orificio, para proceder a voltear el aparato del cono de arena, colocándose el embudo sobre el orificio, y accionando la válvula de salida, dejando caer la arena por gravedad, para rellenar el hoyo anteriormente mencionado.
- Se calculo la masa de arena utilizada, considerando la restante, se registró la masa de la arena humedad retirada del hoyo, cuidando la pérdida de humedad.
- Se llevo una muestra del suelo, al laboratorio para determinar su humedad y poder hacer los cálculos necesarios.

### 3.9.2. Ensayos ejecutados en Laboratorio:

#### ➤ Obtención en Laboratorio de Muestras Representativas

##### Equipos y Materiales:

- Tamices N°4, N°10, N°40
- Lona para cubrir 2m x 2m
- 01 pala
- 01 badilejo
- 01 varilla metálica lisa

##### Procedimiento:

- Luego de recibido el material en Laboratorio, este fue esparcido sobre la lona y aireada por un periodo de tiempo. Se procedió con el cuarteo manual, en primer lugar, se formó una pila en forma de cono, haciendo lo mismo 4 veces para uniformizar el material. Inmediatamente después, se aplanó y extiende la pila cónica con la ayuda de una pala y badilejo.
- Se procedió a dividir el material en cuatro sectores circulares, de las cuales se descartaron dos diametralmente opuestas, y los dos sobrantes, se volvieron a mezclar, hasta que se obtuvo la cantidad requerida.

#### ➤ Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

##### Equipos y Materiales:

- 01 balanza de 0.01 gramos y 01 de 0.1 gramos

- 01 juego de tamices de malla cuadrada
- Cepillo y Brocha
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$

**Tabla 17**

*Medida de juego de tamices*

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

*Nota.* Recuperado del “Manual de ensayo de materiales MTC E 107”

MTC 2014, pág. 44, Lima, Perú.

**Procedimiento:**

- En primer lugar, se hizo una inspección visual de los diferentes suelos a ensayar, para determinar la necesidad de separación de finos por lavado.
- En los casos en que, si fue necesario la separación de finos por lavado, inicialmente se pesó una cantidad de muestra para luego, haciendo uso del tamiz N°200, esta sea ensayada, vertiendo agua y frotándola sobre la superficie de la malla 200, dejando pasar todo el material del diámetro menor al de dicha malla. Posteriormente la muestra retenida, se colocó sobre un recipiente y fue ingresada al horno para secar.
- Tanto en el caso de la muestra no separada por lavado, así como el sí ensayado por lavado, pero luego de secada en horno se procedió a deshacer lo terrones que podrían dar resultados erróneos.
- Luego se procedió a separar la muestra con el tamiz N°4, estableciendo así dos nuevos grupos de mallas, esto se hace por practicidad.
- Se pesó la muestra total a ensayar, y se veteó sobre el juego de mallas ya ensamblado con su respectiva tapa y cazoleta, se procedió al tamizado manual, haciendo un movimiento circular hasta comprobar que la operación haya terminado.
- De procedió a desmontar cuidadosamente los tamices, con la ayuda de recipientes, brocha y cepillo, se pesó la cantidad retenida en cada uno de estos, tanto de la fracción fina como de la gruesa.

- Finalmente, para comprobar la validez del ensayo, se comprobó que la suma de las cantidades no difiera en más de 1% del peso inicial.

➤ **Determinación del contenido de humedad de un suelo**

**Equipos y Materiales:**

- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Balanzas con aproximaciones de 0.1 y 0.01gramos
- Recipientes
- 01 espátula

**Procedimiento:**

- Las muestras destinadas a este ensayo, fueron recogidas en bolsas herméticamente selladas, y transportadas hasta el laboratorio en condiciones apropiadas para conservar la humedad real.
- Para es espécimen a ensayar, se tuvo en cuenta la cantidad mínima recomendada en función al tamaño máximo de partícula, y para su selección, se empleó el método de cuarteo, teniendo en cuenta los cuidados necesarios.
- Se determinó y registro la masa del contenedor vacío, luego se registró también el peso del recipiente con en espécimen correspondiente, inmediatamente después, de coloco el recipiente en el horno eléctrico por un periodo de 24 horas.
- Pasado el periodo de secado, se retiró el recipiente del horno, y se dejó enfriar a temperatura ambiente, para luego ser pesado, y hacer los cálculos correspondientes.

➤ **Determinación del límite líquido del suelo**

**Equipos y Materiales:**

- Aparato de límite líquido o Copa Casagrande
- Acanalador
- Calibrador
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Balanzas con aproximaciones de 0.1 y 0.01gramos
- Agua destilada
- Recipientes y espátula.

**Procedimiento:**

- Se selecciona una porción de muestra retenida en el tamiz N°40
- Se procedió a ensayar la muestra evaluando varios puntos que permitan extrapolar la humedad necesaria para que la ranura de 13 mm cierre con 25 golpes a razón de 2 golpes por segundo.
- Se preparo una muestra con una cantidad de agua destilada conocida, para luego esparcir dicha muestra sobre la Copa Casagrande, luego de hacer la ranura, se giró el manubrio hasta que las dos mitades entren en contacto en la base de la ranura.
- Se registra el número de golpes, y se procede a determinar la humedad de dicha muestra según la norma MTE E 108.
- En función al número de golpes registrado, se seca o humedece la muestra, para repetir el procedimiento hasta obtener dos puntos por encima y por debajo de los 25 golpes y extrapolar luego.

➤ **Determinación de Gravedad Especifica de suelo.**

**Equipos y Materiales:**

- Picnómetro
- Matraz Taponado 250 ml.
- Balanzas con aproximaciones a 0.01 gramo
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Agua destilada
- Estufa eléctrica
- Pipeta y embudo
- Termómetro con aproximación a 0.1 gramo

**Procedimiento:**

- Se determinó el peso del picnómetro completamente vacío, se tomó varias lecturas para mayor precisión.
- Con la ayuda de la estufa eléctrica, se des aireó el agua destilada, para utilizarla llenando el picnómetro hasta la marca de calibración.
- Se registró la temperatura, del agua, usando el termómetro.
- Se vertió hasta  $\frac{3}{4}$  de la maraca de graduación, para introducir la muestra de suelo, con ayuda de la estufa eléctrica se eliminaron las burbujas existentes, haciendo un movimiento circular sobre esta, por un periodo de tiempo aproximado de 15 minutos.
- Finalmente se vertió agua destilada, para completar nuevamente el nivel de la marca de graduación, y se dejó reposar el picnómetro, para volver a rellenarlo y anotar su peso, para los cálculos correspondientes.

➤ **Determinación del límite plástico del suelo**

**Equipos y Materiales:**

- Espátula
- Recipiente de porcelana
- Balanzas con aproximaciones de 0.01 gramos
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tamiz N°40
- Agua destilada
- Vidrio grueso esmerilado

**Procedimiento:**

- De la muestra preparada para la determinación del límite líquido, se tomó un aproximado de 20 gramos para la determinación del límite plástico.
- Se amasó con agua destilada la porción de muestra, de tal manera que sea posible formar una esfera de aproximadamente 2 gramos.
- Se moldeó la mitad de la muestra en forma de elipsoide, para poder deslizarla sobre el vidrio esmerilado tratando de formar un cilindro de 3.2 mm de diámetro.
- Cuando se produjo el desmoronamiento del material antes de llegar al diámetro deseado, se repetía el ensayo hasta lograrlo trozos de 6 mm de longitud del cilindro.
- Inmediatamente se determinó la humedad de estos trozos de muestra, en función a la norma MTC E 108, y se repitió este procedimiento con cada una de las muestras.

➤ **Compactación de suelos, Proctor Modificado**

**Equipos y Materiales:**

- Ensamblaje de Molde de 4" (molde tipo ahusado, plato base, collar de extensión)
- Pisón o Martillo Manual
- Balanzas con aproximaciones a 1 gramo
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tamices
- 01 regla metálica
- Cucharas, mezclador, espátula

**Procedimiento:**

- En primer lugar, se determinó el método a utilizar en función a la cantidad de material retenido en el tamiz N°4, para las muestras seleccionadas, se empleó el Método A, ya que este porcentaje era menor al 20% de la muestra total.
- Se preparo la cantidad necesaria, en función al método elegido, siendo esta de 30 kg en peso húmedo para todos los casos.
- Se ensamblaron los moldes necesarios, determinando con la ayuda de un vernier y una regla metálica sus dimensiones y volumen, así como su, pero sin considerar la extensión.
- Se empleo el método de preparación húmeda de los suelos, por lo cual, conociendo la humedad natural del suelo, se hizo el cálculo para la preparación de cinco especímenes con humedades que varíen en 2%, teniendo en cuenta investigaciones previas que sugieren rangos para la humedad optima en función al tipo de suelo.

- Se prepararon entonces 5 especímenes, que fueron compactados en cinco capas, 25 golpes por capa, colocando previamente la extensión, que permitió pasar el límite superior del molde para la última capa.
- El pistón manual fue operado a una velocidad de 25 golpes por minuto aproximadamente.
- Terminada la compactación, se quitó la extensión y enrasó el molde, posterior a esto, se limpió las partículas excedentes con la ayuda de una brocha, y se procedió a pesar el espécimen con el molde.
- Para la determinación de la humedad, se obtuvo una porción representativa de 500 gramos del material, cortando axialmente hacia el centro del espécimen. La humedad se determinó en función a lo establecido en el MTC E 108.

➤ **CBR de suelos en Laboratorio**

**Equipos y Materiales:**

- Equipo CBR (Molde de metal 6”, placa base, disco espaciador placa de metal perforado, pesas o sobrecarga, trípode, diales de recorrido 1”, collar de extensión)
- Prensa hidráulica
- Pisón de compactación de Proctor Modificado
- Balanzas con aproximaciones a 1 gramo
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tamices
- 02 tinas de 100 L
- Papel filtro
- Cucharas, espátula

**Procedimiento:**

- Se inició, tamizando el material por la malla N°3/4, utilizando el porcentaje de muestra que pasa, y reemplazando el que queda retenido, en igual proporción.
- Se procedió a preparar 20 kg de muestra por cada CBR, (6.5 kg por molde). Se humedece la muestra, de tal manera que logre el óptimo contenido de humedad establecido en el ensayo Proctor, tanto para muestras alteradas como las que están en estado natural.
- Se procedió a pesar los moldes vacíos y registrar estos valores, así también como dimensionarlos con ayuda del vernier y regla metálica.
- Se procedió a colocar el disco espaciador y papel filtro, para introducir las muestras de suelo ya preparadas, a los moldes, en 5 capas compactadas con 55, 26 y 12 golpes cada molde respectivamente.
- Inmediatamente después, se invirtió el molde, retirando el disco espaciador y limpiando las partículas libres para poder pesar el molde más la muestra ya compactada y registrar este dato.
- Se procedió a colocar papel filtro, una placa de metal perforado y las sobrecargas, así también el trípode con vástago y el deformímetro, que nos permitirá controlar la expansión del suelo.
- Tal y como lo recomienda la normativa, se hizo un periodo de inmersión de 96 horas, para lograr la saturación del suelo, en este periodo, también se controlaron las lecturas del deformímetro.
- Transcurrido este periodo, se retiraron los especímenes del agua y se les quito la humedad superficial para ser ensayados en la prensa hidráulica, previamente se pesaron para controlar la absorción del suelo.

- Este procedimiento se repitió para cada tipo de suelo, y con los suelos modificados con NaCl.

### 3.10. Diseño de Carretera No Pavimentada

Para la propuesta de carretera no pavimentada, se tuvo en cuenta el bajo volumen de tránsito, resultado del conteo y clasificación vehicular. Esta es una opción de bajo costo, evitando excesivos trabajos de movimientos de tierras.

**Figura 16**

*Numero de Repeticiones acumuladas para Caminos No Pavimentados*

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>NP1</sub>	≤ 25,000 EE
T <sub>NP2</sub>	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T <sub>NP3</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>NP4</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Nota: T<sub>NPX</sub>: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño  
NPX = No Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3)

*Nota.* Recuperado del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, de MTC, 2014, p.74, Lima, Perú

#### ➤ Geología

Para el diseño se tuvo en cuenta también aspectos geológicos y morfológicos que abarcan:

- Topografía
- Unidades Geomorfológicas
- Materiales componentes del talud de corte
- Materiales constituyentes del suelo

➤ **Estabilidad de Taludes**

Para el diseño de los taludes de corte o relleno, se tuvieron en cuenta las características del terreno, definida mediante el estudio de mecánica de suelos, así también como de los materiales a usarse en el relleno, el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas, recomendando algunos parámetros.

**Figura 17**

*Taludes de Corte*

CLASE DE TERRENO	TALUD (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad  
 (\*\*) Requiere análisis de estabilidad

*Nota.* Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.83, Lima, Perú

**Figura 18**

*Taludes de Relleno*

TALUDES DE RELLENO			
MATERIALES	TALUD ( V : H )		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad  
 (\*\*) Requiere análisis de estabilidad

*Nota.* Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.83, Lima, Perú

➤ **Suelos y Capas de Revestimiento**

En función a las capas y superficie de rodadura, nuestro proyecto estaría a la clasificación de:

- Carretera con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales
- Afirmados con grava con superficie estabilizada
- Suelos naturales estabilizados

➤ **Tráfico**

Para el diseño del camino no pavimentado se determinó en primer lugar el bajo volumen de tránsito, con especial énfasis en los buses y camiones, ya que estos causan un efecto importante sobre la capa de rodadura.

**Figura 19**

*Trafico proyectado al año horizonte*

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5 x 10 <sup>4</sup>	2.6x10 <sup>4</sup> –7.8x10 <sup>4</sup>	7.9x10 <sup>4</sup> - 1.5x10 <sup>5</sup>	1.6x10 <sup>5</sup> -3.1x10 <sup>5</sup>

*Nota.* Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.95, Lima, Perú

Para el cálculo de ejes equivalentes de 8.2 t, se consideró la siguiente formula:

**Ecuación 5.** *Cálculo de EE 8.2t.*

$$Nrep EE_{8,2t} = \Sigma [EE_{dia-carril} x 365 x (1 + t)^{n-1}] / (t) \dots \dots (5)$$

Donde:

$N_{rep EE_{8,2t}}$  : Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2t

$EE_{dia-caril}$  : Ejes equivalentes por día para el carril de diseño

T : Tiempo

EE : Ejes equivalentes

Factor direccional : 0.5 carreteras de dos direcciones por calzada

Factor Carril : 1 corresponde a un carril por sentido

Factor presión llantas : 1 valor estimado para CBVT

### Figura 20

*Calculo referencial para periodos de 5 y 10 años*

ambos sentidos)	(carril de diseño)	Nº Repeticiones EE 8.2tn			
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

*Nota.* Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.97, Lima, Perú

➤ **Subrasante**

En esta investigación se analizó a profundidad las características del suelo, ya que la norma recomienda analizar a profundidades de 0.45 y 0.20 para construcción y rehabilitación, respectivamente. Y se identificó la categoría en función al CBR.

**Figura 21**

*Categoría de Subrasante*

<b>S0 : SUBRASANTE MUY POBRE</b>	<b>CBR &lt; 3%</b>
<b>S1 : SUBRASANTE POBRE</b>	<b>CBR = 3% - 5%</b>
<b>S2 : SUBRASANTE REGULAR</b>	<b>CBR = 6 - 10%</b>
<b>S3 : SUBRASANTE BUENA</b>	<b>CBR = 11 - 19%</b>
<b>S4 : SUBRASANTE MUY BUENA</b>	<b>CBR &gt; 20%</b>

*Nota.* Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.97, Lima, Perú

Se tuvieron en cuenta otros aspectos como:

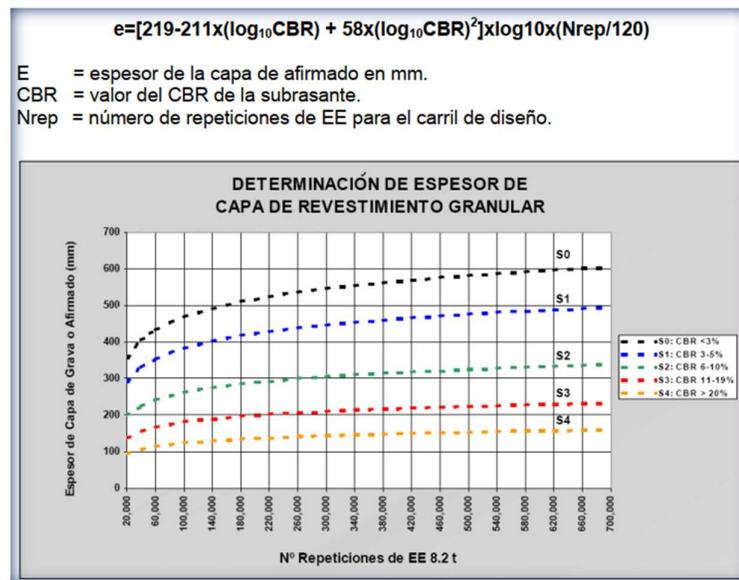
- El nivel freático, debe estar por debajo de 0.60 m cuando la subrasante sea buena o muy buena, 0.80 m en caso sea regular, 1.00 m de ser pobre y 1.20 m de ser muy pobre.
- Se consideran sub drenes para interceptar filtraciones o rebajar en nivel freático, en los tramos que sean necesarios.
- Se consideró tramos homogéneos de 500 metros, donde las características del suelo fueron homogéneas.

➤ **Diseño Estructural de la superficie de rodadura.**

En el diseño del espesor y características de la superficie de rodadura, se tomó en cuenta la ecuación de NAASRA, el cual están en función al CBR del suelo y el número de repeticiones del EE<sub>8.2T</sub>.

**Figura 22**

*Diseño por el método NAASRA*

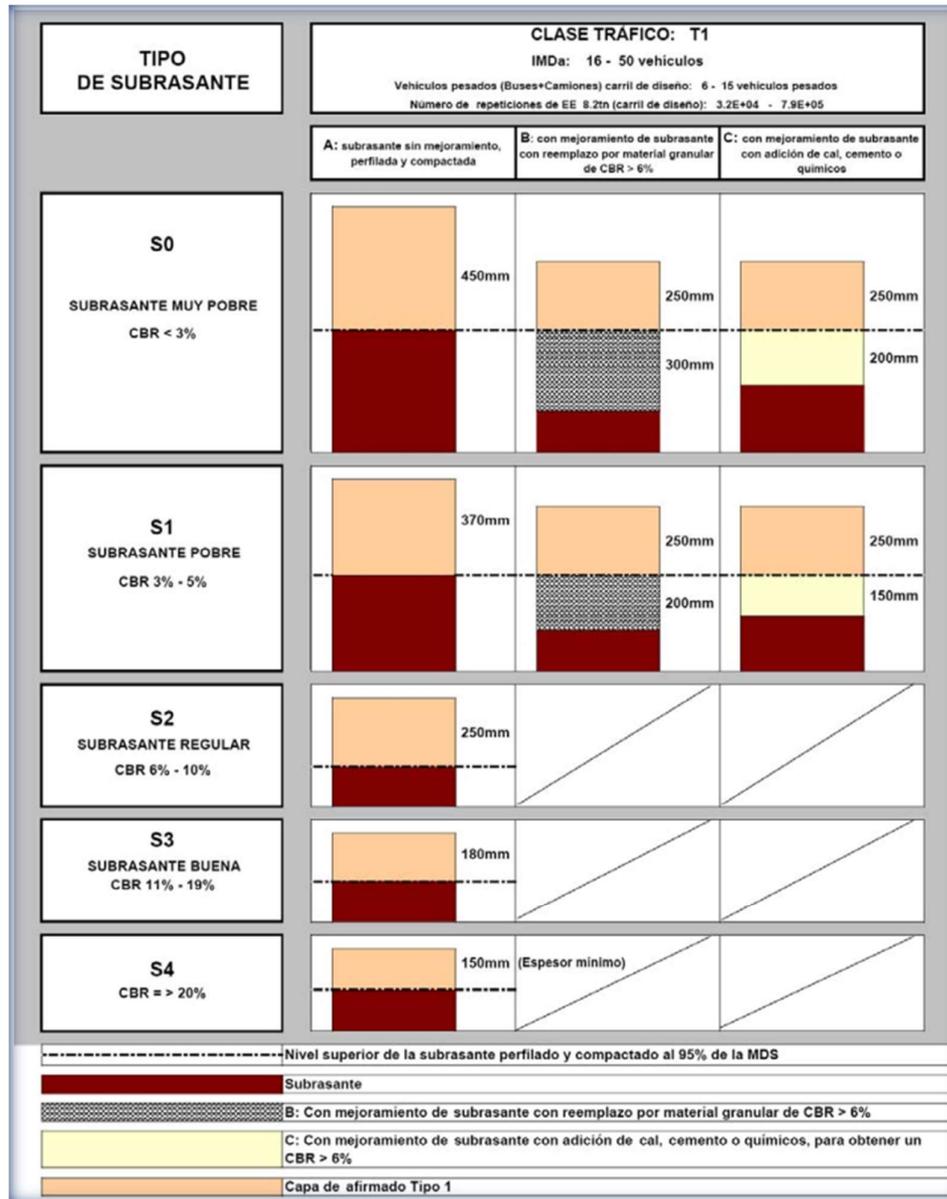


*Nota.* Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.106, Lima, Perú

Se consideraron los diseños estructurales propuestos por la norma, con el fin de asemejar alguno de estos diseños a las características de nuestra investigación.

Figura 23

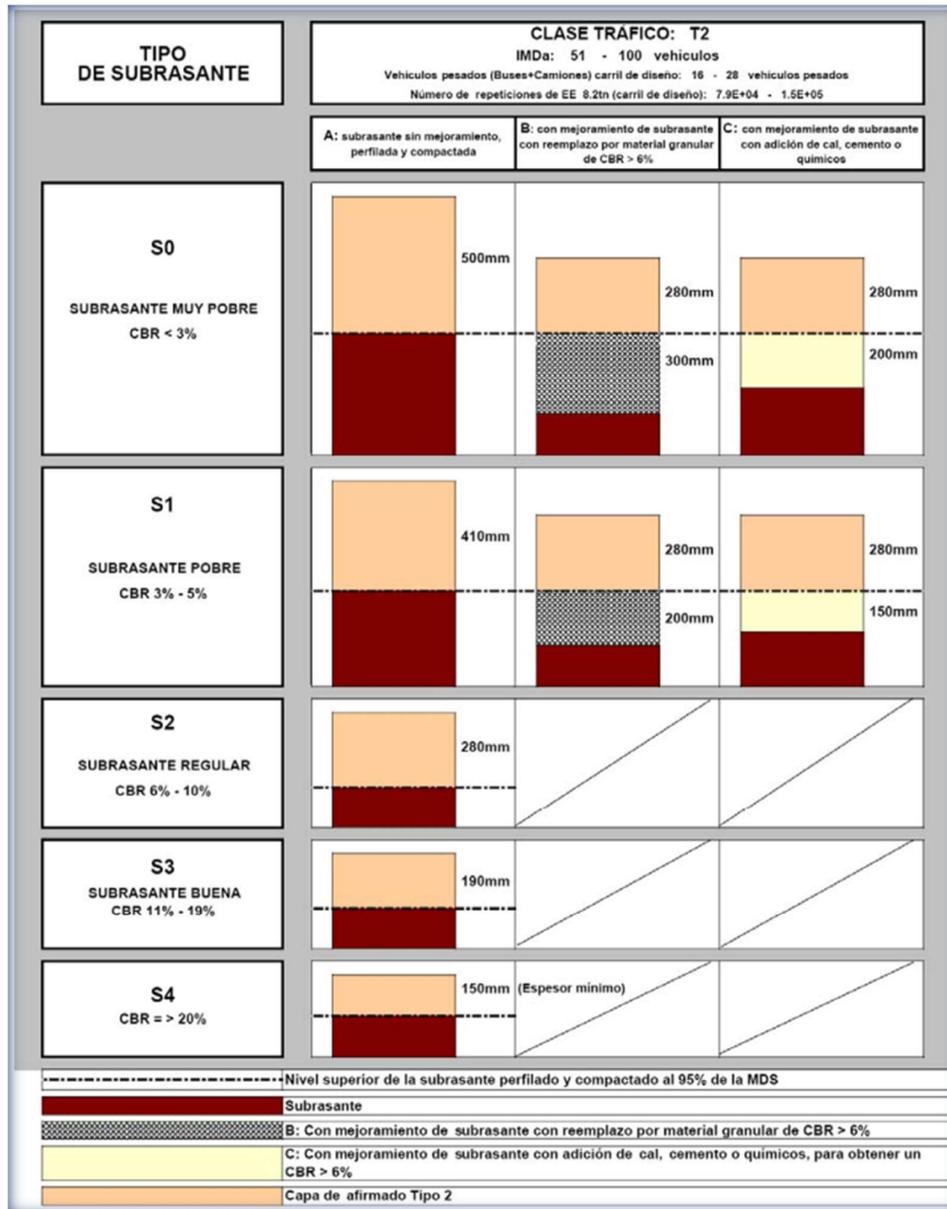
Catálogo de capas para Trafico T1



Nota. Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.109, Lima, Perú

Figura 24

Catálogo de capas para Trafico T2



Nota. Recuperado del “Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas”, de MTC, 2014, p.110, Lima, Perú

## **CAPÍTULO IV**

---

# **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### 4.1. Análisis e Interpretación de resultados

En el presente capítulo se presentan resultados obtenidos en campo, laboratorio y gabinete, luego de haberse realizado el procesamiento de toda la data obtenida a lo largo del periodo de ejecución de los ensayos.

##### 4.1.1. Conteo y Clasificación Vehicular.

**Figura 25**

*Cálculo de EE para diseño de carretera no pavimentada*

Factor crecimiento acumulado Veh. Pesados	$Factor\ Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	22.13
Factor Direccional		Fd	0.5
Factor Carril		Fc	1
Factor Ponderado para carril de diseño		Fd x Fc	0.5
Sumatoria de Ejes equivalentes por tipo de Vehículo Pesado, por día para el carril de diseño. PAVIMENTO FLEXIBLE		$\Sigma EE$ día-carril	60.539
Sumatoria de Ejes equivalentes por tipo de Vehículo Pesado, por día para el carril de diseño. PAVIMENTO RIGIDO		$\Sigma EE$ día-carril	71.047
Numero de repeticiones EE 8.2 Tn PAVIMENTO FLEXIBLE	$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = \Sigma [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$		244,460.22
Numero de repeticiones EE 8.2 Tn PAVIMENTO RIGIDO	$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = \Sigma [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$		286,895.67

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Como se observa en la figura, para un periodo de diseño de 20 años, el número de EE, determinadas según el ESAL, no supera los 300 000, lo cual indica que es una vía de bajo volumen de tránsito, clasificada según el Manual de Carreteras en la categoría TP1 y según la Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas como T1, para el cálculo, se referenció a la estación de peaje más cercana, así como la tasa de crecimiento dada por el INEI para la región Ancash

**Tabla 18**

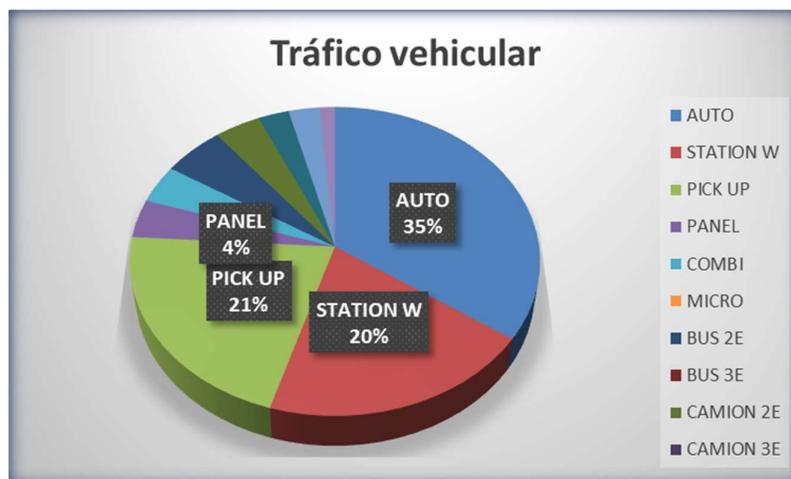
*Cálculo de IDMA para año de ejecución del proyecto*

<b>Tipo Vehículo</b>	<b>Sentido</b> ▶◀	<b>Auto</b>	<b>Station Wagon</b>	<b>Camioneta</b>	<b>Micro</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión</b>	<b>Semi Trayler</b>	<b>Trayler</b>	<b>Total</b>
<b>IMDs</b>	TR - CP	12	7	10	0	2	2	1	0	<b>32</b>
	CP - TR	11	7	10	0	2	2	1	1	<b>32</b>
	Total	23	14	20	0	4	4	2	1	<b>64</b>
<b>IMDa</b>	TR - CP	13	7	11	0	2	2	1	1	<b>35</b>
	CP - TR	13	8	11	0	2	3	1	0	<b>35</b>
	Total	26	15	22	0	4	5	2	1	<b>70</b>
<b>2023</b>	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>75</b>

*Nota. Elaboración propia*

**Figura 26**

*Tráfico Vehicular proyectado 2023*



*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa en el gráfico que el 85% de vehículos que transitan por esta vía, son vehículos livianos, y solo el 15 % son vehículos pesados, en esta investigación, se hizo énfasis en vehículos pesados, ya que estos desgastan la vía, por eso tuvieron gran influencia en el diseño.

#### **4.1.2. Estudios Practicados al Suelo Natural.**

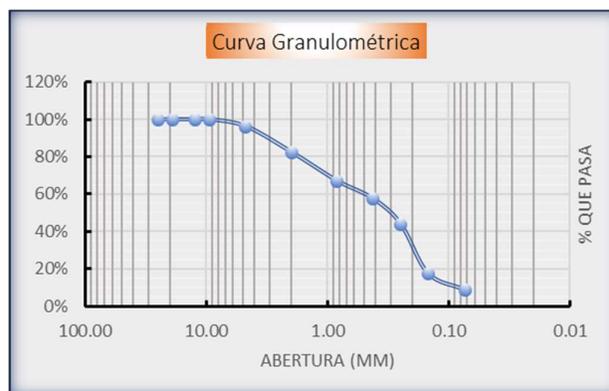
##### **4.1.2.1. Propiedades Físicas**

###### **4.1.2.1.1. Granulometría por Tamizado**

Este ensayo se ejecutó en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Nacional del Santa, con la aprobación del asesor y siguiendo los procedimientos establecidos en la norma MTC E 107.

**Figura 27**

*Granulometría de Calicata 01 - Estrato Único*

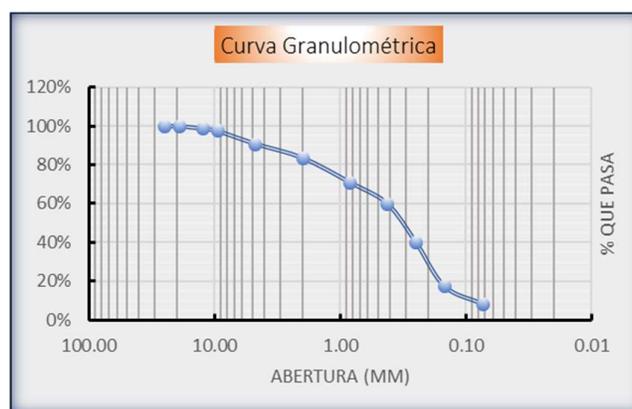


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** En la figura 28, la curva granulométrica del único estrato de la calicata 01, muestra la presencia de 3.65% de grava, 87.71% de arena y 8.64% de finos, además, presenta un coeficiente uniformidad de 5.97 y coeficiente de curvatura de 0.90, lo cual indica que es un suelo granular (arena) poco uniforme y mal graduado.

**Figura 28**

*Granulometría de Calicata 02 - Estrato 01*

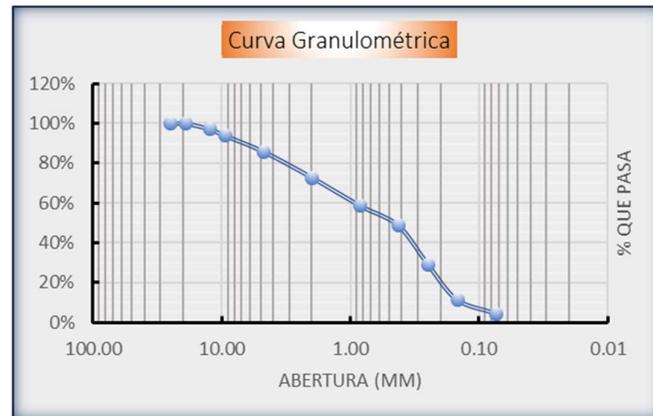


*Nota.* Elaboración propia



**Figura 30**

*Granulometría de Calicata 03 - Estrato Único*

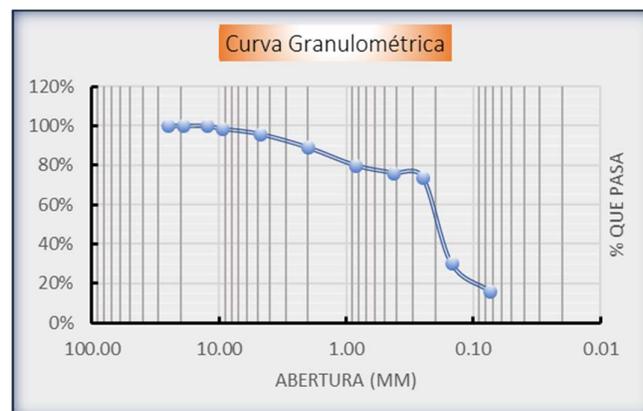


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, la curva granulométrica del único estrato de la calicata 03, la cual muestra presencia de 13.99% de grava, 81.34% de arena y 4.67% de finos, además, presenta un coeficiente uniformidad de 6.98 y coeficiente de curvatura de 0.51, lo cual indica que es un suelo granular (arena) poco uniforme y mal graduado.

**Figura 31**

*Granulometría de Calicata 04 - Estrato Único*

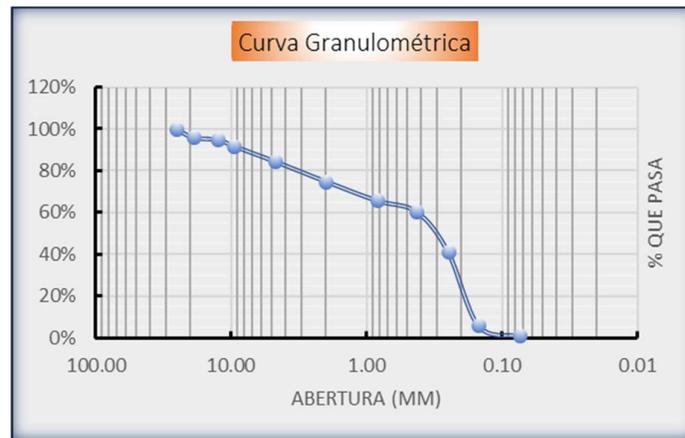


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, la curva granulométrica del único estrato de la calicata 04, la cual muestra presencia de 4.13% de grava, 79.97% de arena y 15.90% de finos, además, no presenta coeficiente de uniformidad ni coeficiente de curvatura, lo cual indica que es un suelo granular (arena).

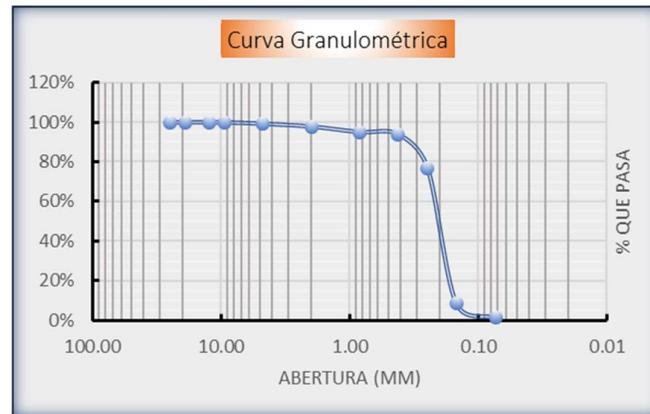
**Figura 32**

*Granulometría de Calicata 05 - Estrato Único*



**Figura 33**

*Granulometría de Calicata 06 - Estrato Único*

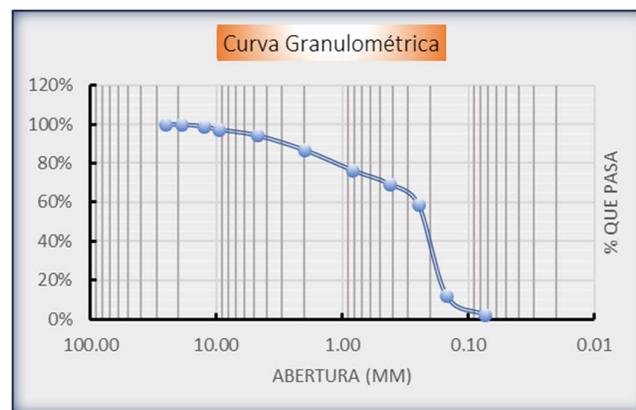


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, la curva granulométrica del único estrato de la calicata 06, la cual muestra presencia de 0.51% de grava, 97.59% de arena y 1.70% de finos, además, presenta un coeficiente uniformidad de 1.54 y coeficiente de curvatura de 1.15, lo cual indica que es un suelo granular (arena) muy uniforme y mal graduado.

**Figura 34**

*Granulometría de Calicata 07 - Estrato 01*

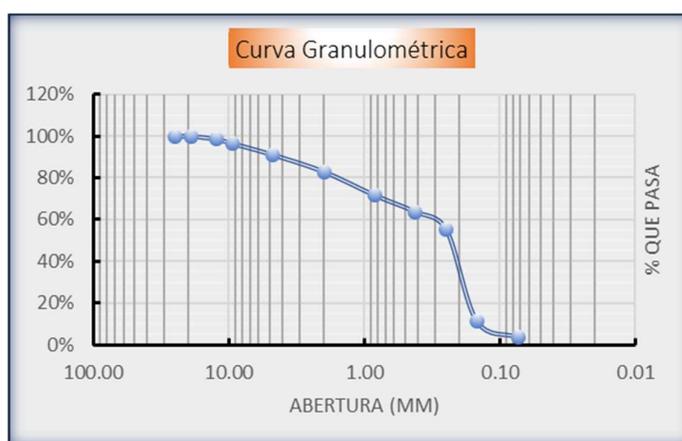


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, la curva granulométrica del estrato 01 de la calicata 07, la cual muestra presencia de 5.58% de grava, 92.27% de arena y 2.15% de finos, además, presenta un coeficiente uniformidad de 1.89 y coeficiente de curvatura de 1.14, lo cual indica que es un suelo granular (arena) muy uniforme y mal graduado.

**Figura 35**

*Granulometría de Calicata 07 - Estrato 02*



*Nota.* Elaboración propia

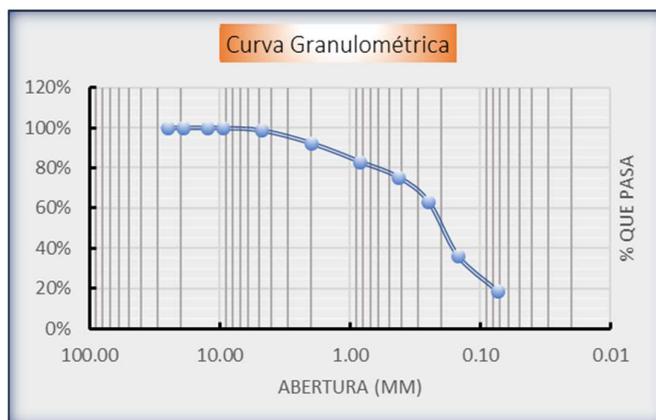
**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, la curva granulométrica del estrato 02 de la calicata 07, la cual muestra presencia de 8.85% de grava, 87.29% de arena y 3.86% de finos, además, presenta un coeficiente uniformidad de 2.50 y coeficiente de curvatura de 0.92, lo cual indica que es un suelo granular (arena) muy uniforme y mal graduado.





**Figura 39**

*Granulometría de Calicata 09 - Estrato 02*

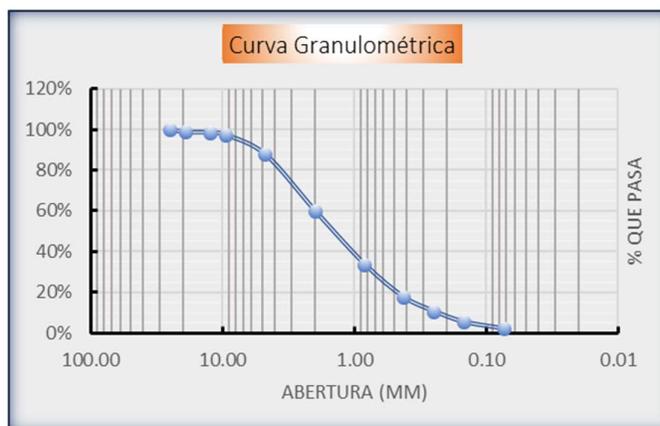


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, la curva granulométrica del estrato 02 de la calicata 09, la cual muestra presencia de 1.34% de grava, 79.69% de arena y 18.97% de finos, además, no presenta coeficiente de uniformidad ni coeficiente de curvatura, lo cual indica que es un suelo fino, mal graduado, muy uniforme.

**Figura 40**

*Granulometría de Calicata 10 - Estrato Único*



*Nota.* Elaboración propia

#### 4.1.2.1.2. Ensayo de Gravedad Específica método Picnómetro

Se siguió lo estipulado en la norma MTC E 113.

**Tabla 19**

*Gravedad Específica de Perforaciones*

<b>Perforación</b>	<b>Gravedad Específica</b>
C01-E01	2.672
C02-E01	2.712
C02-E02	2.687
C03-E01	2.563
C04-E01	2.598
C05-E01	2.614
C06-E01	2.693
C07-E01	2.714
C07-E02	2.657
C08-E01	2.252
C08-E02	2.572
C09-E01	2.728
C09-E02	2.687
C10-E01	2.742

*Nota. Elaboración propia*

#### 4.1.2.1.3. Ensayo de Contenido de Humedad

Las muestras transportadas en bolsas herméticamente cerradas, fueron ensayadas, tres veces, en función a lo descrito en la norma MTC E 108.

**Tabla 20**

*Contenido de humedad de perforaciones*

<b>Perforación</b>	<b>Contenido de humedad</b>
C01-E01	4.24%
C02-E01	11.79%
C02-E02	31.47%
C03-E01	13.3%
C04-E01	17.12%
C05-E01	5.53%
C06-E01	17.39%
C07-E01	2.18%
C07-E02	1.80%
C08-E01	19.00%
C08-E02	10.71%
C09-E01	2.35%
C09-E02	1.88%
C10-E01	1.55%

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se distingue en el cuadro, la humedad natural de las muestras, siendo mayor en las calicatas 02, 04, 06, 08, esto debido a la presencia de canales cerca a estas zonas y la presencia del nivel freático no muy profundo, por el contrario, en las otras calicatas el contenido de humedad es moderado.

#### 4.1.2.1.4. Ensayo de Límites de Consistencia

Para determinar los límites de Atterberg, se emplearon muestras preparadas, según lo estipula la norma MTC E 110 y MTC E 111.

**Tabla 21**

*Resumen Límites de Consistencia Atterberg*

Perforación	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad
C01-E01	19%	17%	2
C02-E01	18%	14%	4
C02-E02	30%	23%	7
C03-E01	NP	NP	NP
C04-E01	NP	NP	NP
C05-E01	NP	NP	NP
C06-E01	24%	NP	NP
C07-E01	NP	NP	NP
C07-E02	21%	NP	NP
C08-E01	16%	NP	NP
C08-E02	19%	NP	NP
C09-E01	20%	NP	NP
C09-E02	12%	23%	0
C10-E01	11%	NP	NP

*Nota.* Elaboración propia

#### 4.1.3.1.5. Clasificación de los suelos

**Tabla 22**

*Resumen Clasificación muestras de suelo*

Perforación	Clasificación SUCS		Clasificación AASHTO	
	Simbología	Nombre típico	Simbología	Nombre típico
C01-E01	SP-SC	Arena mal graduada, arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
C02-E01	SP-SC	Arena mal graduada, arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
C02-E02	SP-SC	Arena mal graduada, arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
C03-E01	SP	Arena mal graduada	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C04-E01	SC	Arena arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
C05-E01	SP	Arena mal graduada	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C06-E01	SP	Arena mal graduada	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C07-E01	SP	Arena mal graduada	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C07-E02	SP	Arena mal graduada	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C08-E01	ML	Limo inorgánico	A-4 (0)	Suelo limoso, pobre o malo
C08-E02	SP	Arena mal graduada	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C09-E01	SP-SM	Arena mal graduada, limosa	A-3 (0)	Arena fina, suelo bueno.
C09-E02	SC	Arena arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
C10-E01	SW	Arena bien graduada	A-1-b	Fragmentos de grava, suelo excelente

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Nos enfocamos en el tipo de suelo, para elegir los estratos a mejorar, en función a lo recomendado por la guía referencial dada en el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos. Se eligió en estrato 01 de la calicata 01, por ser el tipo de suelo recomendado, además, se eligió el estrato 01 de la calicata 08, por ser el más desfavorable, de acuerdo a sus propiedades, a pesar de no estar recomendado en el cuadro referencial, por lo cual ambos serán modificados y evaluados.

#### **4.1.3.2. Comportamiento Mecánico**

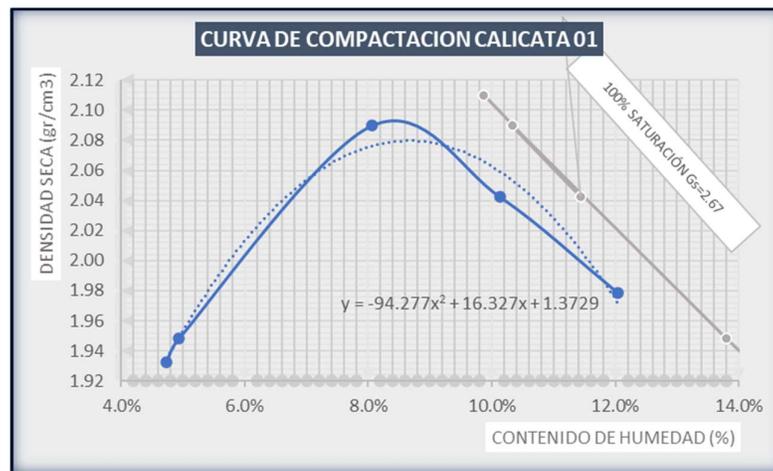
La caracterización mecánica de los suelos elegidos para ser estabilizados con el uso de NaCl, se realizó, ejecutándose dos ensayos básicos, el CBR en laboratorio y el ensayo de Compactación aplicando la energía de Proctor Modificado.

##### **4.1.3.2.1. Proctor Modificado.**

Ya que menos del 30% de las muestras de suelo, quedaron retenida en el tamiz  $\frac{3}{4}$ ", se procedió con el ensayo de Proctor Modificado, de acuerdo a lo establecido en la MC E 115, a continuación, se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio de la Universidad Nacional del Santa.

**Figura 41**

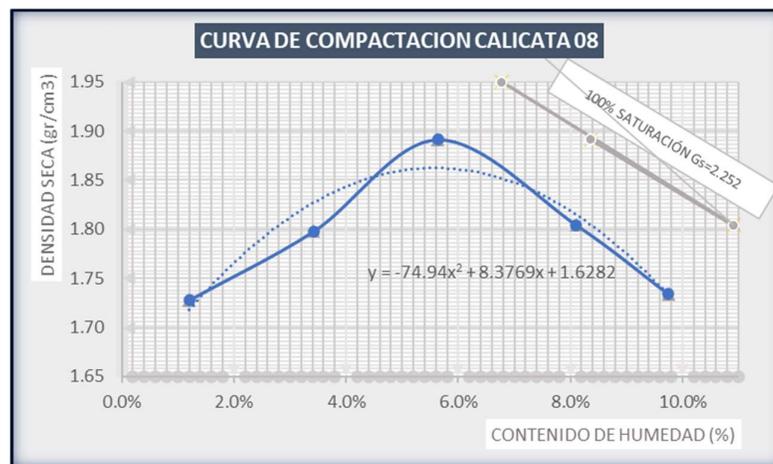
*Curva de compactación C01-E01*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 42**

*Curva de compactación C08-E01*



*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Para la corroboración del trazo de la curva de compactación, se empleó la recta de saturación 100%, demostrando así el paralelismo entre uno de los lados de la curva y esta.

**Tabla 23**

*Consolidado resumen Proctor Modificado suelo natural*

Perforación	Proctor Modificado MTC E 115	
	% OCH	MDS g/cm <sup>3</sup>
C01-E01	8.02	2.094
C08-E01	5.61	1.894

*Nota.* Elaboración propia

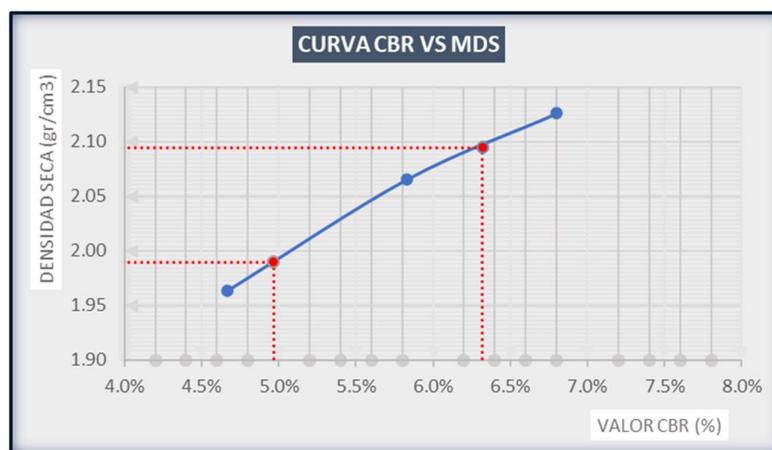
**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** El ensayo Proctor Modificado, mostró que la C01 E01, llega a mejores valores de compactación, con una humedad dentro de los parámetros para suelos granulares, de otro lado la C08 E01, mostró valores bajos de MDS, y OCH bastante menor a su humedad natural.

**4.1.3.2.2. CBR en laboratorio**

El ensayo de CBR, se realizó siguiendo los lineamientos del MTC E 132.

**Figura 43**

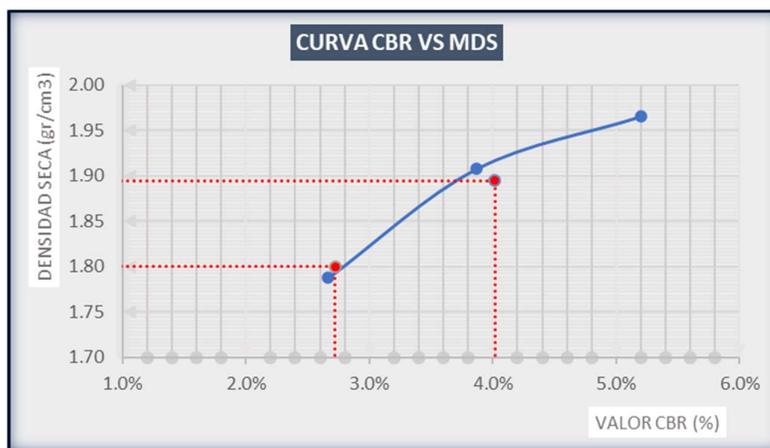
*Proctor Modificado C01-E01*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 44**

*Proctor Modificado C08-E01*



*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Mediante el ensayo CBR, aproximamos el % CBR, al 95% y 100% de la MDS, determinado previamente mediante el ensayo Proctor Modificado.

**Tabla 24**

*Consolidado resumen CBR 0.1 in*

Perforación	%CBR 0.1 in	
	95% MDS	100%MDS
C01-E01	4.79	6.32
C08-E01	2.72	4.01

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Por los resultados obtenidos, decimos que la C01 E01, presenta un suelo pobre, y la C08 E01, un suelo inadecuado, siendo ambos no recomendables por el bajo CBR que presentan.

#### 4.1.3. Estudios Practicados al suelo mejorado con NaCl.

Una vez estudiados los suelos, y determinado las propiedades físico y mecánicas de los estratos más desfavorables, se procedió con la incorporación de NaCl, en porcentajes de 1%, 3% y 5% del peso seco de la muestra.

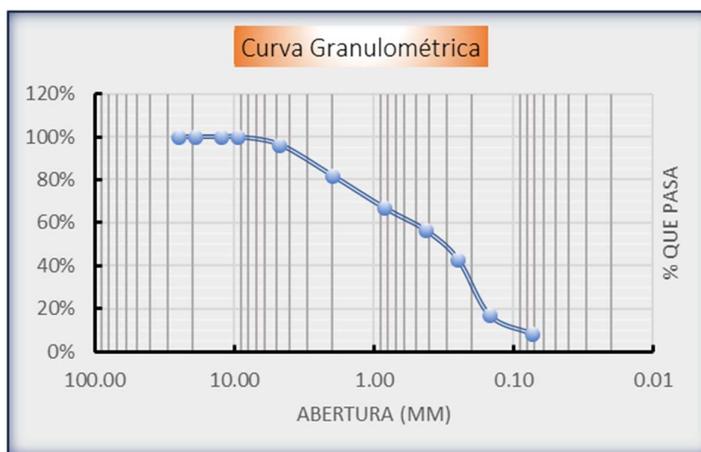
##### 4.1.3.1. Propiedades Físicas

###### 4.1.3.1.1. Granulometría por Tamizado

Luego de modificar la composición de las muestras, mediante la adición de NaCl a las calicatas 01 y 08, se realizó la granulometría nuevamente, siguiendo lo estipulado en la MTC E 107.

**Figura 45**

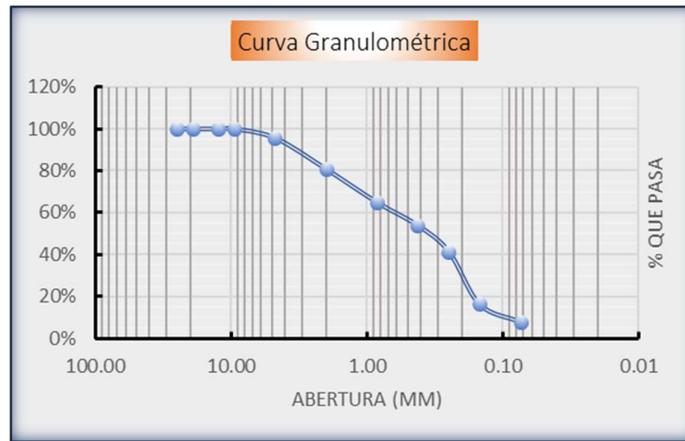
*Granulometría C01-1%NaCl*





**Figura 47**

*Granulometría C01-5%NaCl*

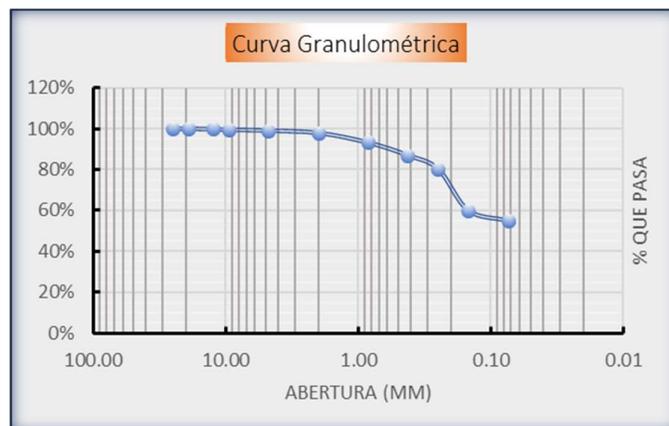


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Con la adición de 5% de NaCl respecto al peso de muestra, la calicata 01, mostró la presencia de 4.37% de grava, 87.62% de arena y 8.01% de finos, además, presenta un coeficiente uniformidad de 6.82 y coeficiente de curvatura de 0.71, condición propia de los suelos granulares (arena) poco uniforme y mal graduado.

**Figura 48**

*Granulometría C08-1%NaCl*

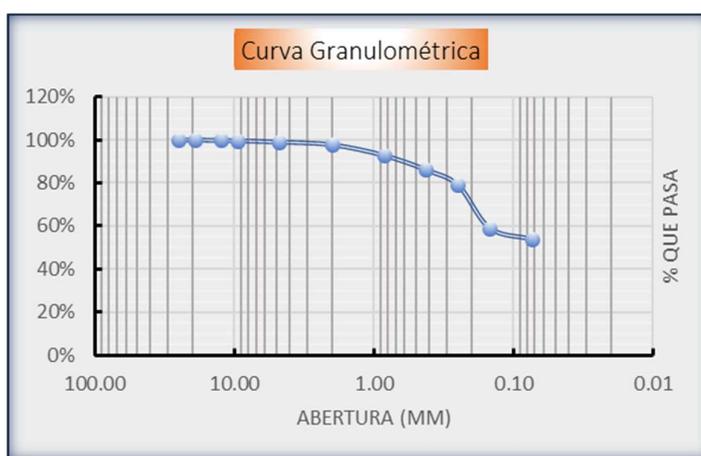


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Luego de añadir el 1% de NaCl, en referencia al peso seco de la muestra de C08, mostró la presencia de 0.90% de grava, 44.09% de arena y 55.02% de finos, además, no se obtuvo coeficiente de uniformidad ni curvatura, lo cual indica que es un suelo fino mal graduado.

**Figura 49**

*Granulometría C08-3%NaCl*

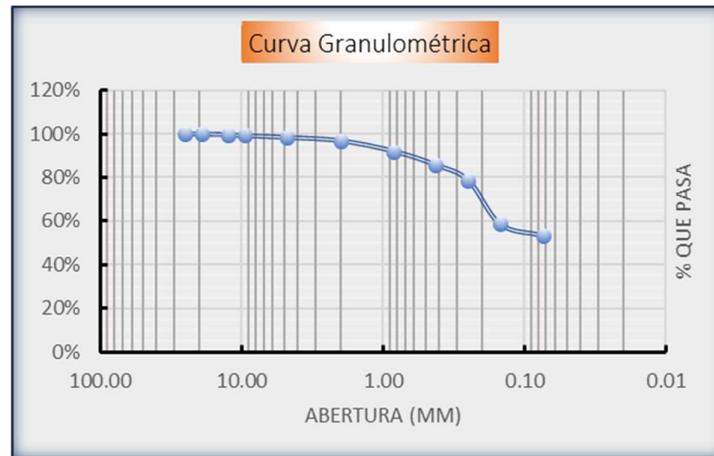


*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Con la adición de 3% de NaCl respecto al peso seco de muestra, la calicata 08, mostró la presencia de 0.99% de grava, 45.10% de arena y 53.91% de finos, en los ensayos, se determinó la ausencia de coeficiente de uniformidad y curvatura

**Figura 50**

*Granulometría C08-5%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** una vez modificada la muestra del suelo de la C08, con la adición del 5% de NaCl, se evidenció la presencia de 1.56% de grava, 45.01% de arena y 53.43% de finos, no se pudo determinar los coeficientes de curvatura ni de uniformidad.

#### **4.1.3.1.2. Ensayo de Gravedad Específica de muestras modificadas**

Para determinar la gravedad específica de los suelos modificados con NaCl, se empleó el método del picnómetro, descrito en la norma MTC E 113.

**Tabla 25**

*Gravedad Específica en muestras modificadas.*

<b>Muestra</b>	<b>Gravedad Específica</b>
C 01-1% NaCl	2.672
C 01-3% NaCl	2.651
C 01-5% NaCl	2.672
C 08-1% NaCl	2.483
C 08-3% NaCl	2.687
C 08-5% NaCl	2.540

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Se observa, en el cuadro, que la gravedad específica varió de manera proporcional a la cantidad de NaCl contenida por las muestras de la calicata 01, mientras que en el caso de la calicata 08, muestra un comportamiento poco predictivo y difícil de analizar.

#### **4.1.3.1.3. Ensayo de Humedad de muestras modificadas**

Las muestras modificadas con NaCl, en proporciones específicas, fueron ensayadas para determinar su contenido de humedad, considerando la capacidad higroscópica del NaCl.

**Tabla 26**

*Contenido de Humedad Muestras modificadas*

<b>Muestra</b>	<b>Contenido de Humedad %</b>
C 01-1% NaCl	4.17%
C 01-3% NaCl	2.48%
C 01-5% NaCl	2.69%
C 08-1% NaCl	17.73%
C 08-3% NaCl	15.53%
C 08-5% NaCl	13.51%

*Nota. Elaboración propia*

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** La humedad en las muestras de suelo, en función al peso seco de la muestra, disminuye a medida que el porcentaje de NaCl aumenta, eso debido a que parte del agua reacciona a este compuesto, de manera que sea soluble.

#### **4.1.3.1.4. Ensayo de Límites de consistencia de muestras modificadas**

Una vez, realizada la adición de NaCl a las muestras de suelo de las calicatas 01 y 08, se determinó nuevamente los límites de consistencia, considerando la influencia de la adición del compuesto.

**Tabla 27**

*Límites de Atterberg Muestras modificadas*

<b>Muestra</b>	<b>LL %</b>	<b>LP%</b>	<b>IP</b>
C 01-1% NaCl	20%	15%	5
C 01-3% NaCl	19%	18%	1
C 01-5% NaCl	20%	20%	0
C 08-1% NaCl	17	NP	NP
C 08-3% NaCl	18	NP	NP
C 08-5% NaCl	18	NP	NP

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Los Límites de Consistencia, muestran un comportamiento decreciente, luego de la adición de NaCl, aunque esto no determina una relación clara con los porcentajes adicionados, sin embargo, en los casos en los que no se presentan los límites, el comportamiento es repetitivo cuando se hace la adición.

#### **4.1.3.1.5. Clasificación de suelos modificados**

Las muestras de suelo, al ser modificadas, variaron en su granulometría y propiedades físicas, sin embargo, estos cambios fueron pequeños, de manera tal que no influyeron para el cambio en su clasificación SUCS o AASHTO, por lo cual se puede observar en la tabla que la clasificación del suelo permanece constante a pesar de la modificación con NaCl.

**Tabla 28**

*Clasificación suelos modificados*

Perforación	Clasificación SUCS		Clasificación AASHTO	
	Simbología	Nombre típico	Simbología	Nombre típico
<i>C 01-1% NaCl</i>	SP-SC	Arena mal graduada, arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
<i>C 01-3% NaCl</i>	SP-SC	Arena mal graduada, arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
<i>C 01-5% NaCl</i>	SP-SC	Arena mal graduada, arcillosa	A-2-4 (0)	Arena arcillosa, suelo bueno.
<i>C 08-1% NaCl</i>	ML	Limo inorgánico	A-4 (0)	Suelo limoso, pobre o malo
<i>C 08-3% NaCl</i>	ML	Limo inorgánico	A-4 (0)	Suelo limoso, pobre o malo
<i>C 08-5% NaCl</i>	ML	Limo inorgánico	A-4 (0)	Suelo limoso, pobre o malo

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.1.3.2. Comportamiento Mecánico**

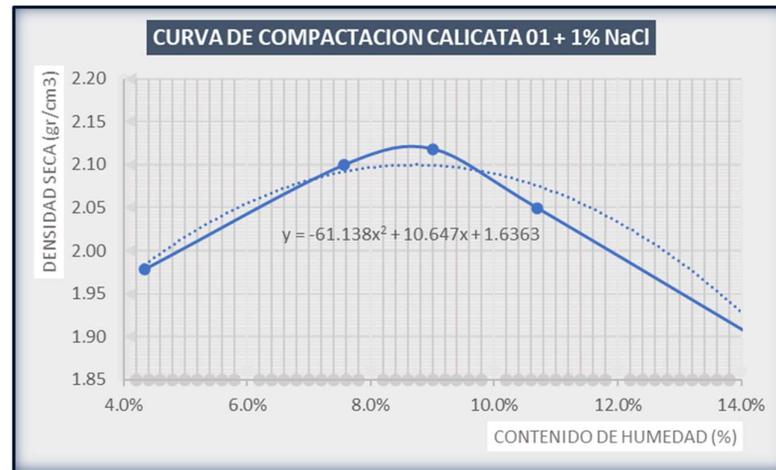
Las características mecánicas del suelo modificado, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, porcentaje de CBR alcanzado, se determinaron mediante los ensayos estipulados en la norma, en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa.

##### **4.1.3.2.1. Proctor Modificado.**

Para determinar la MDS y OCH, de las muestras modificadas, se adiciono el NaCl en forma de salmuera, con los porcentajes estipulados.

**Figura 51**

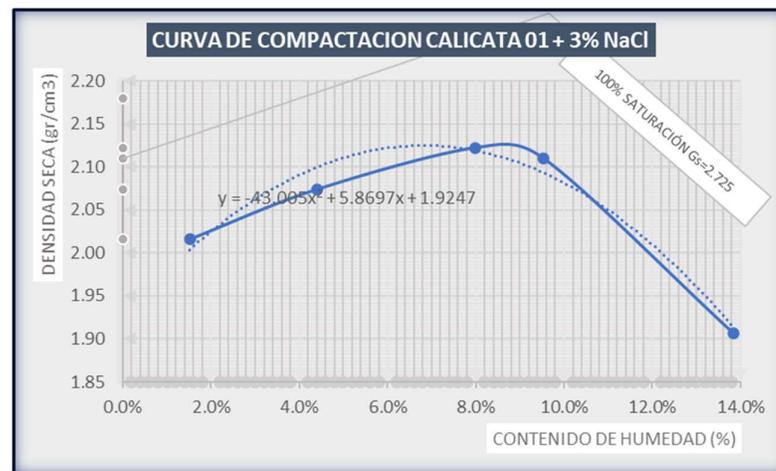
*Curva de compactación C01+1%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 52**

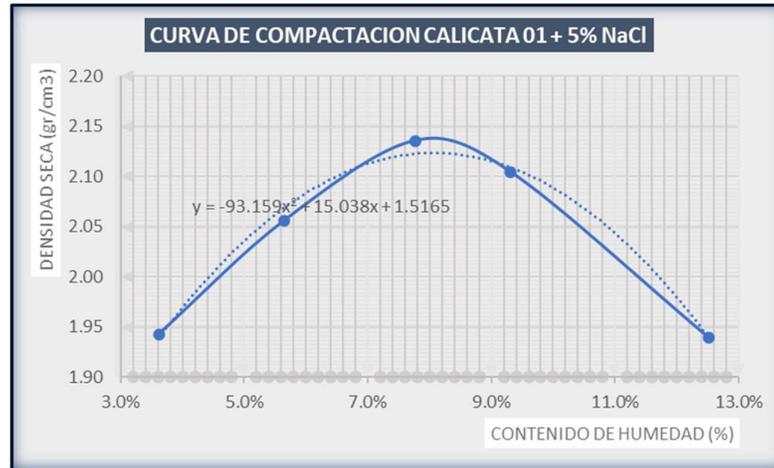
*Curva de compactación C01+3%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 53**

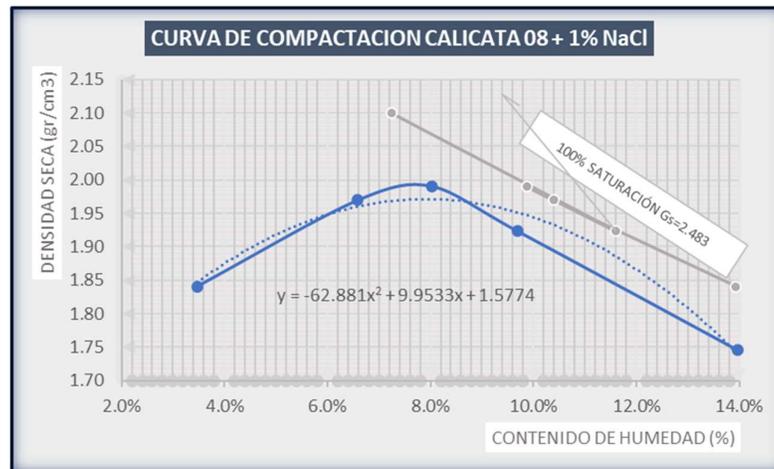
*Curva de compactación C01+5%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 54**

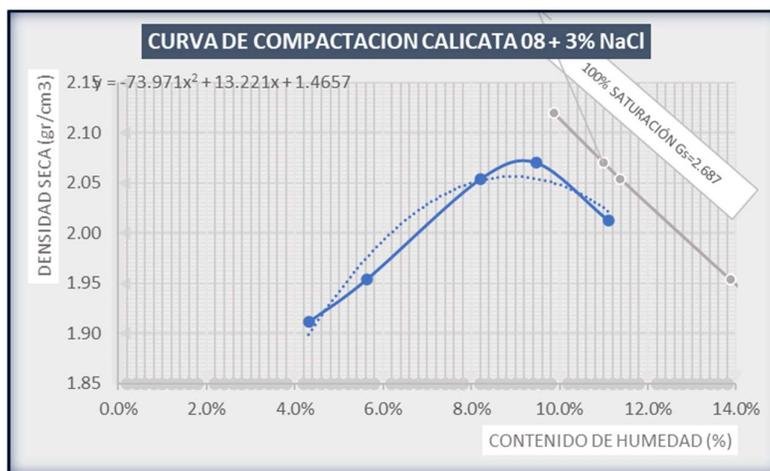
*Curva de compactación C08+1%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 55**

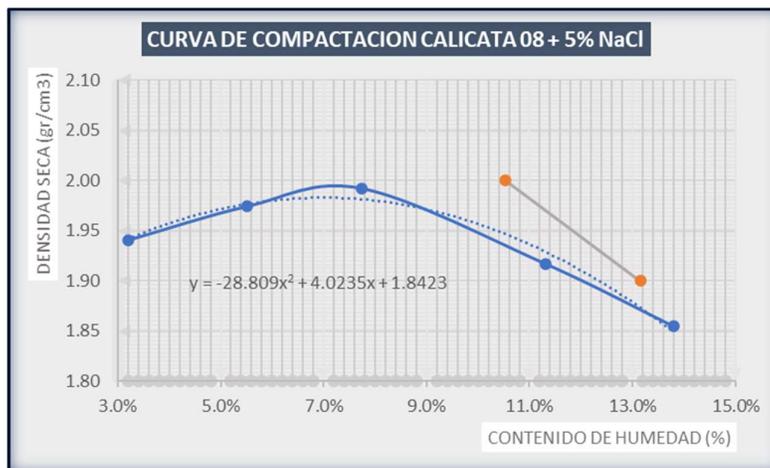
*Curva de compactación C08+3%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 56**

*Curva de compactación C08+5%NaCl*



*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** Como se observa en las figuras de las curvas de saturación de las calicatas 01 y 08, ya que en estas se encontró las condiciones más desfavorables de propiedades físicas y mecánicas, la MDS y el OCH varía en función al porcentaje de NaCl añadido.

**Tabla 29**

*MDS y OCH de Muestras modificadas*

<b>Muestra</b>	<b>MDS (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>OCH (%)</b>
<i>C 01-1% NaCl</i>	2.106 gr/cm <sup>3</sup>	8.45%
<i>C 01-3% NaCl</i>	2.114 gr/cm <sup>3</sup>	8.77%
<i>C 01-5% NaCl</i>	2.117 gr/cm <sup>3</sup>	8.54%
<i>C 08-1% NaCl</i>	1.976 gr/cm <sup>3</sup>	7.50%
<i>C 08-3% NaCl</i>	2.046 gr/cm <sup>3</sup>	9.59%
<i>C 08-5% NaCl</i>	1.953 gr/cm <sup>3</sup>	9.52%

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** De los resultados obtenidos en laboratorio del suelo de la calicata 01, se verifica el incremento de la máxima densidad seca conforme se añade porcentualmente el cloruro de sodio, y que la humedad optima sufre variaciones muy pequeñas, mientras que en la calicata 08, el óptimo contenido de humedad es mucho menor a su humedad natural (19%) y se observa un aumento en la máxima densidad seca al añadir NaCl hasta el 3%.

#### **4.1.3.2.2. CBR de laboratorio en muestras modificadas.**

Para determinar la MDS y OCH, de las muestras modificadas, se adiciono el NaCl en forma de salmuera, con los porcentajes estipulados, para obtener las mejoras esperadas.

**Tabla 30**

*CBR muestras alteradas NaCl*

Perforación	%CBR 0.1 in	
	95% MDS	100%MDS
<i>C 01-1% NaCl</i>	3.86	6.16
<i>C 01-3% NaCl</i>	6.15	10.90
<i>C 01-5% NaCl</i>	7.82	12.11
<i>C 08-1% NaCl</i>	1.98	3.42
<i>C 08-3% NaCl</i>	3.24	7.83
<i>C 08-5% NaCl</i>	1.52	5.48

*Nota.* Elaboración propia

**ANÁLISIS Y COMENTARIO:** La tabla muestra como el CBR de la calicata 01 aumenta directamente proporcional al aumento de porcentaje de NaCl al peso seco de la muestra, hasta llegar al 5 % de NaCl, en el cual el CBR alcanza el valor de 12.11%, lo cual indica que paso de ser un suelo regular a bueno. Por otro lado, en la muestra de suelo en la calicata 08, se muestra un comportamiento de incremento máximo en el valor de CBR hasta el 3% de NaCl. Por lo cual se determina el óptimo porcentaje de adición como en 5% para suelos de características parecidas a la calicata 01 y 3% para para suelos de características parecidas a la calicata 08.

#### 4.1.4. Diseño de carretera no pavimentada.

Según el Manual de Carreteras No Pavimentadas, en función a ciertos parámetros de diseño, obtenidos del estudio de tráfico, estudio topográfico y estudio de suelos, es posible sugerirse, el diseño de una estructura no pavimentada, en este caso mejorando las características del suelo con NaCl.

##### 4.1.4.1. Parámetros de diseño:

**Tabla 31**

*Parámetros diseño Carreteras no pavimentada*

<b>Criterio de diseño</b>	<b>Valor numérico</b>
Periodo de diseño	20 años
N° de repeticiones EE 8.2Tn	244 460
Estabilidad de taludes	V:H 3:1
Taludes de relleno	V:H 1:1.5
CBR subrasante	10% - 19%
Nivel Freático mínimo	1.20 m.
Orografía	Terreno ondulado
Pendiente Longitudinal media	1.5%

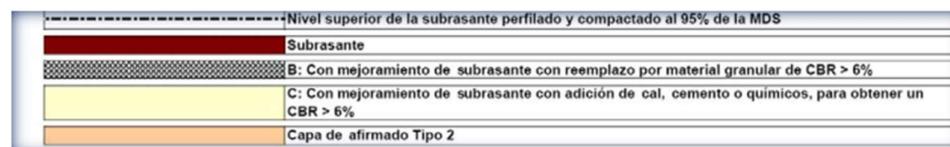
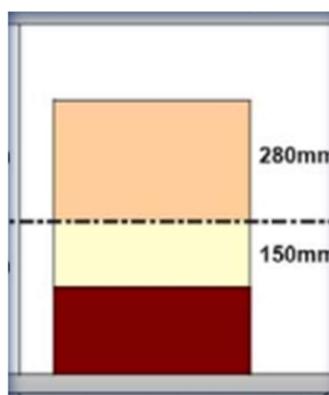
*Nota.* Elaboración propia

#### 4.1.4.2. Estructura carretera no pavimentada propuesta.

Con los resultados obtenidos en laboratorio, CBR mejorado al adicionar NaCl, se pudo obtener una subrasante al 95% de MDS, con CBR por encima del 6%, por lo cual se propone la siguiente estructura, como una opción viable para la construcción del camino no pavimentado.

**Figura 57**

*Estructura de Carretera No Pavimentada*



*Nota.* Elaboración propia

#### 4.1.5. Desempeño de tramos de prueba.

Con el porcentaje de NaCl óptimo determinado, mediante los ensayos realizados en laboratorio, se procedió a ejecutar dos tramos de prueba con la adición de 5% y 3%, para la muestra de suelo de calicata 01 y 08 respectivamente, estos tramos cumplen con los requisitos recomendados en la norma que regula la estabilización con NaCl.

#### 4.1.5.1. Tramo de Prueba 01

Se le adiciono 5% de NaCl, al suelo de la calicata 01, teniendo en cuenta las siguientes características del tramo de Prueba.

**Tabla 32**

*Características tramo de prueba 01*

Característica	Descripción
Vía	Tambo Real - Cambio Puente
Clasificación	Trocha Carrozable
Dosificación	C01+5%NaCl
Largo de tramo	6.00 m.
Ancho de Tramo	3.00 m.
Profundidad de tramo	0.15 m.
Volumen de tramo	2.70 m <sup>3</sup>
Dosificación NaCl	285.80 kg
OCH (%)	8.54%
MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.117gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 95% MDS	7.82%
CBR al 100% MDS	12.11%

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 33**

*Resultados Densidad In Situ*

<b>Ensayo como densidad In Situ</b>	<b>Valor numérico</b>
% Compactación	95.34%

*Nota.* Elaboración propia

**Evaluación de tramo de Prueba 01 al cabo de 15 días:**

- ✓ **COMPACTACIÓN**, transcurrido el periodo de 15 días de estabilizado el suelo, este se muestra semi compactado, con evidente firmeza, esto debido al bajo volumen de tránsito de la vía, además presenta estabilidad volumétrica y poca presencia de polvo, resultados esperados en la presente investigación.
- ✓ **ESPESOR**, el espesor de la capa de 15 centímetros estabilizada con NaCl, presento una variación mínima, manteniendo la integridad del 95 % del espesor compactado inicialmente.
- ✓ **REGULARIDAD SUPERFICIAL**, el tramo de prueba, no presentó muestras de ahuellamiento, ni grietas notorias, así también, mediante inspección visual se descartó la presencia de deflexiones a lo largo y ancho del tramo de prueba 01; la presencia mínima de polvo.

**4.1.5.2. Tramo de Prueba 02**

Se ejecutó un segundo tramo de prueba donde se le adiciono 3% de NaCl, al suelo de la calicata 08, teniendo en cuenta las siguientes características del tramo de Prueba.

**Tabla 34**

*Características Tramo de Prueba 02*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Vía	Tambo Real - Cambio Puente
Clasificación	Trocha Carrozable
Dosificación	C08+3%NaCl
Largo de tramo	6.00 m.
Ancho de Tramo	3.00 m.
Profundidad de tramo	0.15 m.
Volumen de tramo	2.70 m <sup>3</sup>
Dosificación NaCl	290.65 kg
OCH (%)	9.59%
MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.046gr/cm <sup>3</sup>
CBR al 95% MDS	3.24%
CBR al 100% MDS	7.83%

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 35**

*Resultados densidad In Situ Tramo 02*

<b>Ensayo como densidad In Situ</b>	<b>Valor numérico</b>
% Compactación	94.16%

*Nota.* Elaboración propia

#### **Evaluación de tramo de Prueba 02 al cabo de 15 días:**

- ✓ COMPACTACIÓN, el nivel de compactación, luego se hacer una evaluación visual, es semi compactado, resaltando que al ejecutarse la compactación solo se llegó al 94.16% de la MDS, esto debido a que solo se usó una plancha compactadora manual, y no se logró igualar la fuerza de compactación aplicada mediante Proctor en laboratorio.
- ✓ ESPESOR, se mantuvo uniforme a lo largo de los 6.00 metros de largo y 3.00 metros de ancho, presentando algunos ahuellamientos sobre todo en la parte central del tramo de prueba.
- ✓ REGULARIDAD SUPERFICIAL, la superficie del tramo de prueba N° 02 luego de 15 días, presenta aparente uniformidad y ausencia de deflexiones, así también se evidenció la reducción de presencia de polvo, al transitar los vehículos por este tramo, resultados esperados en la presente investigación.

#### **4.2. Discusión**

Iparraguirre y Sánchez (2021), determinaron las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural SUCS: SP (arena pobremente graduada) y con las combinaciones de 5%, 13% y 17% de Cloruro de Sodio (NaCl), concluyendo que la mejora de las propiedades del suelo es proporcional al incremento porcentual de Nacl. Determinó que el óptimo contenido de humedad aumentó de 4.9% a 5.7%, y la máxima densidad seca disminuyó de 1.908 gr/cm<sup>3</sup> a 1.874 gr/cm<sup>3</sup>. Y, con respecto al valor de CBR se obtuvo un considerable aumento de 10.60% a 14.90% aumentando en 40.56%, donde determinó también, que a medida que aumenta el porcentaje de cloruro de Sodio se incrementa el valor de CBR. Por lo que, la presente investigación comprueba dicha información, para suelos SP (arena pobremente graduada) –

calicata 01, a medida que se añade proporcionalmente el cloruro de sodio, el óptimo contenido de humedad aumenta, la máxima densidad seca aumenta y el valor de CBR incrementa.

Ccala y García (2021), analizaron los efectos del uso del Cloruro de Sodio en la estabilización de suelos en el Tramo 04 de la Vía de Evitamiento ubicado en Guadalupito. Realizando la extracción de 03 calicatas para el estudio de sus propiedades mecánicas, determinando que las 3 calicatas presentan granulometrías homogéneas, y un resultado de CBR de 10.80 % del suelo clasificado según SUCS: CL-ML (Arcilla Limosa con Arena). Para luego analizar con las combinaciones de 2%, 4% y 6% de Cloruro de Sodio, determinando un significativo aumento del CBR a 17.00% incrementando en 57.41% con relación al suelo natural, para una adición de 4% de Cloruro de Sodio. Posteriormente, añadieron 6% de Cloruro de Sodio ocasionando que el valor de CBR sea 9.3%, observando una caída en un 43.50% respecto al valor de CBR obtenido al 4%. La presente investigación coincide con los datos obtenidos por Ccala y García (2021), debido a que en la presente investigación se realizó las combinaciones 1%, 3% y 5% de NaCl respecto al peso seco del suelo de la calicata 08, clasificado según ML (Limo Orgánico) y un resultado de CBR de 4.01% de la muestra patrón. Se determinó que existe un crecimiento del valor del CBR hasta el 3% NaCl donde se obtuvo su crecimiento máximo de 7.83% aumentando en 95.26%. Luego, al añadir cloruro de sodio al 5% se verifica que también existe un incremento del valor de CBR al 5.48% aumentando en un 36.65% pero nótese que el incremento del valor de CBR al 5% respecto al 3% significó una caída de 58.61%.

Flor y Torres (2020) describen al cloruro de sodio como un compuesto formado por cristales que son fácilmente solubles en contacto con el agua, y que además poseen la propiedad de atraer el agua de su propio entorno y mantenerlo. La presente investigación coincide en esta afirmación, y además indica que esta característica hace que el cloruro de sodio sirva como

aditivo cementante entre las partículas de suelo y los finos que la componen. Así también esto se pudo comprobar de los tramos de prueba realizados donde se observó la formación de una rasante dura y la disminución de polvo en la zona.

Valdivia (2022) analiza las propiedades de estabilización de suelos del grupo SP, A-2-4 (Arena Arcillosa – pobremente graduada) en un rango de adición de cloruro de sodio de 2%, 6%, 10%, determinando que el porcentaje óptimo de adición del cloruro de sodio es el 10% debido a que se evidencia una notoria mejora de las propiedades físicas del suelo, disminuyendo el valor de los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e Índice de Plasticidad). Así también, mejora las propiedades mecánicas del suelo, aumentando la máxima densidad seca, reduciendo el óptimo contenido de humedad y aumentando el valor de CBR. Iparraguirre y Sánchez (2021) determina para el mismo tipo de suelo que, el óptimo porcentaje de adición de cloruro de sodio es de 17 % para un rango porcentual de 7%, 13% y 17% de NaCl. De la presente investigación se determinó un óptimo porcentaje de adición de cloruro de sodio es de 5% para la calicata N° 01 para un rango porcentual de 1%, 3% y 5% de NaCl, de todo ello se infiere que a medida que se incrementa las concentraciones de cloruro de sodio en la muestra de suelo los valores de CBR aumentarán considerablemente, eso no significa que se puede añadir NaCl sin ningún control técnico o límite superior, pues, debe tener en cuenta que altas concentraciones de sal puede ser perjudicial para los vehículos y el medio ambiente, por lo que de ser el caso debe evaluarse otras opciones para la mejora de las propiedades del suelo (Quiroz,2020). Es por eso que el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, de MTC, 2014, p.105, indica el uso de cloruro de sodio entre 50 a 80 kg/m<sup>3</sup> y la Normativa ACI 318-83, indica que el contenido de sales totales en suelos no debe ser mayor a 150 000 ppm.

Eche y Peláez (2019) determinó que para adiciones porcentuales de 2%, 4%, 6% de cloruro de sodio, el porcentaje óptimo para mejorar sus propiedades mecánicas en suelos limosos es del 2% del peso de la muestra de suelo seco, lo cual incrementa el valor de CBR de 7% a 7.46% lo que representa un incremento de 1.29% y que para cantidades de cloruro de sodio de 4% y 6% el valor de CBR disminuye progresivamente. Estos datos antes mencionados no están conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación donde el óptimo contenido de cloruro de sodio para suelos limosos es de hasta el 5%, logrando el incremento del valor de CBR en 95.26% al 3% de NaCl y 5.48% al 5% de NaCl, lo cual también es validado por Ccala y García (2021) donde concluye que para suelos limosos y porcentajes de adición de 2%, 4%, 6% de cloruro de sodio; menciona que el valor de CBR presentó un aumento significativo de 57.41% al 4% de NaCl pero que al 6% de NaCl el valor de CBR presentó una caída de 43.50%. En base a estos antecedentes y los datos de la presente investigación para suelos limosos, el óptimo porcentaje de cloruro de sodio se encuentra entre el 3% - 4% de NaCl ocasionando el incremento del valor de CBR y que para concentraciones mayores a 5% de NaCl el valor de CBR posee una tendencia a disminuir.

## **CAPÍTULO V**

---

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- ✓ Mediante la estabilización con NaCl, se logró mejorar las propiedades mecánicas del suelo de la vía de acceso Tambo Real Viejo – Cambio puente, se determinó que el 5% de NaCl respecto al peso seco del suelo, es la cantidad óptima para la estabilización; alcanzando un CBR en la calicata 01 de 12.11 %, respecto al CBR de 6.32% alcanzado en condiciones normales, aumentando en un 91.61%, lo cual permite, según los parámetros establecidos, pasar de un suelo pobre, a un suelo regular que puede ser usado como parte de la estructura de un camino no pavimentado.
- ✓ El suelo natural del acceso, presentó las siguientes características físicas:

**Tabla 36**

*Propiedades físicas de suelo natural.*

Perforación	Clasificación SUCS		Límites Atterberg			%W
	SUCS	AASHTO	LL	LP	IP	
C01-E01	SP-SC	A-2-4 (0)	19%	17%	2	4.24%
C02-E01	SP-SC	A-2-4 (0)	18%	14%	4	11.79%
C03-E01	SP	A-3 (0)	NP	NP	NP	13.30%
C04-E01	SC	A-2-4 (0)	NP	NP	NP	17.12%
C05-E01	SP	A-3 (0)	NP	NP	NP	5.53%
C06-E01	SP	A-3 (0)	24%	NP	NP	17.39%
C07-E01	SP	A-3 (0)	NP	NP	NP	2.18%
C08-E01	ML	A-4 (0)	16%	NP	NP	19.00%
C09-E01	SP-SM	A-3 (0)	20%	NP	NP	2.35%
C10-E01	SW	A-1-b	11%	NP	NP	1.55%

*Nota.* Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, los suelos mejorados, fueron los de C01 y C08, por presentar deficientes características físicas y estos, presentaron las siguientes características mecánicas:

**Tabla 37**

*Propiedades Mecánicas de suelo natural.*

Perforación	CBR	OCH	MDS
C 01	6.32%	8.02%	2.094 gr/cm <sup>3</sup>
C 08	4.01%	5.61%	1.894 gr/cm <sup>3</sup>

*Nota.* Elaboración propia

- ✓ Las principales características del cloruro de sodio NaCl son, en primer lugar, ser un material higroscópico con la capacidad de retener el agua y evitar su rápida evaporación. En segundo lugar, al ser mezclado con el suelo y agua, adquiere un poder coagulante, es decir, incrementa los niveles de enlace y adherencia entre las partículas del suelo conllevando a que exista un menor esfuerzo mecánico para obtener la densidad máxima deseada del suelo.
- ✓ Se realizaron 6 modificaciones a las dos calicatas seleccionadas para estabilizar, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 38**

*Propiedades Mecánicas de suelo estabilizado.*

Combinación	CBR	OCH	MDS
C01 + 1% NaCl	6.16%	8.45%	2.106 gr/cm <sup>3</sup>
C01 + 3% NaCl	10.90%	8.77%	2.114 gr/cm <sup>3</sup>
C01 + 5% NaCl	12.11%	8.54%	2.117 gr/cm <sup>3</sup>
C08 + 1% NaCl	3.42%	7.50%	1.976 gr/cm <sup>3</sup>
C08 + 3% NaCl	7.83%	9.59%	2.046 gr/cm <sup>3</sup>
C08 + 5% NaCl	5.48%	9.52%	1.953 gr/cm <sup>3</sup>

*Nota.* Elaboración propia

Después de evaluar los resultados, se determinó que la estabilización era optima al 5% NaCl del peso seco, para suelos arenosos con presencia de arcilla. Así también, se determinó que el 3% de NaCl respecto al peso seco del suelo, es la cantidad óptima para la estabilización de suelo ML de la calicata N° 08.

- ✓ Se ejecutaron dos tramos de prueba in situ de 6.00 x 3.00 x 0.15 m. Tramo 01 de la calicata N° 01 adicionando el 5% NaCl del peso seco y Tramo 02 de la calicata N° 08 adicionando el 3% NaCl del peso seco, se empleó plancha compactadora en vez de rodillo, esto debido a limitaciones económicas, por lo que al evaluar el resultado de compactación usando el ensayo de cono de densidad se obtuvo los siguientes resultados de grado de compactación tramo 01: 95.34% y tramo 02: 94.16%.

## 5.2.Recomendaciones

- ✓ Se recomienda a los investigadores, el uso de la estabilización con NaCl al 5% del peso seco de la muestra, en suelos granulares con presencia de arcilla, como pueden ser las arenas mal graduadas, asimismo que recomienda aplicar otras dosificaciones en otro tipo de suelos, de manera que se obtengan mejores resultados.
- ✓ Para suelos granulares con presencia de limos, se recomienda a los investigadores el uso de la estabilización con NaCl al 3% - 4% del peso seco de la muestra con el objetivo de tener resultados favorables.
- ✓ Se debe tener en cuenta que altas concentraciones de cloruro de Sodio puede ser perjudicial para los vehículos y el medio ambiente, por lo que de ser el caso debe evaluarse otras opciones para la mejora de las propiedades del suelo
- ✓ Se recomienda a los investigadores, analizar los costos y beneficios de la estabilización con Cloruro de Sodio y compararlo con otras formas de estabilización, pudiendo determinar así, el método óptimo, que brinde mejores beneficios.
- ✓ Para la ejecución de los tramos de prueba, se recomienda a los investigadores uso de maquinaria, como plancha compactadora, que garantice alcanzar el 100% de la MDS, y replicar así, condiciones similares a las ensayadas en laboratorio.

## **CAPÍTULO VI**

---

# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES**

### 6.1. Referencias Bibliográficas y Virtuales:

- Acosta Games, C., Collave Espinoza, G. (2020). “*Diseño del pavimento flexible camino vecinal de Cambio Puente hasta Tambo Real, Chimbote, Ancash - 2020*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Chimbote, Perú.
- Afrin, H. (2017). A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques . *International Journal of Transportation Engineering and Technology*, 3(2), 19-24.  
doi:doi: 10.11648/j.ijtet.20170302.12
- Amarsanaa, S., Lkhagva, A., Chogsom, B., Bayaraa, B., Damdin, B., Tsooj, B., . . . Jamsranjav, C. (2022). Quantifying the Spatial Extent of Roads and Their Effects on the Vegetation in Mongolia’s Gobi Desert. *Land*, 11(1), 1-14.  
doi:https://doi.org/10.3390/land11060820
- Bañón, L., & Beviá, J. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento* (Vol. 2). España: Constratista de obras S.A. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>
- Barman, D., & Dash, S. (2022). Stabilization of expansive soils using chemical additives: A review. *Journal of rock mechanics and geotechnical*, 1319-1342.  
Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775522000658>
- Bezuglova, O., Boldyreva, V., Minnaeva, E., & Morozov, I. (2021). Interpretation of the results of particle-size distribution determination using various soil texture classifications. *The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society*, 862(1), 1-8. doi:doi:10.1088/1755-1315/862/1/012018

- Braja, D. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4 ed.). Santa fé, México: Cengage Learning Editores, S.A. Obtenido de <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2022/01/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica-BMD.pdf>
- Cahysadi, H., & Puspasari, N. (2020). The Use of Salt as Clay Soil Stabilization Agent in Central Kalimantan. *International Conference on Environment and Technology*, 469(1), 1-10. doi:doi:10.1088/1755-1315/469/1/012097
- Carrasco Huaman L., Padilla Briones C. (2021). “*Análisis de estabilización de un suelo arcilloso incorporando cloruro de sodio, Bella Unión - Cajamarca - 2021*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Trujillo, Perú.
- Ccala Merma, D., García León, A. (2021). “*Efecto del uso de Cloruro de Sodio en la estabilización de suelos, caso: Guadalupito, 2021*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Lima, Perú.
- Cieza Zamora, A., (2021). “*Aplicación de Sal Industrial como Estabilizador del Suelo en el Acceso para Incrementar la Productividad del Acarreo en Mina Tantahuatay*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Chiclayo, Perú.
- Campos Valenzuela, M., Loayza Echaccaya, W. (2022). “*Influencia del cloruro de magnesio y de sodio en las propiedades de la subrasante del CC.PP. El Rosario, Ica 2022*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Lima, Perú.
- Cittadini, A., Domínguez, R., Gómez, B., Pateiro, M., Pérez, C., López, O., & Sarriés, M. (2020). Effect of NaCl replacement by other chloride salts on physicochemical

parameters, proteolysis and lipolysis of dry-cured foal “cecina”. *J Food Sci Technol.* , 57(5), 1-18. doi:doi: 10.1007/s13197-019-04195-6

Coveña, A., Chancay, D., Burgos, C., & Romero, J. (2020). Uso de la grava y su incidencia en la ingeniería civil. *Artículo*, 1(1), 1-5. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/343332627\\_USO\\_DE\\_LA\\_GRAVA\\_Y\\_SU\\_INSIDENCIA\\_EN\\_LA\\_INGENIERIA\\_CIVIL](https://www.researchgate.net/publication/343332627_USO_DE_LA_GRAVA_Y_SU_INSIDENCIA_EN_LA_INGENIERIA_CIVIL)

Dashpurev, B., Bendix, J., & Lehnert, L. (2020). Monitoring Oil Exploitation Infrastructure and Dirt Roads with Object-Based Image Analysis and Random Forest in the Eastern Mongolian Steppe. *Remote Sens*, 12(1), 1-19. doi:<https://doi.org/10.3390/rs12010144>

De la Cruz Guevara, A., Rosas Rubio, I. (2021). “*Efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo en carretera no pavimentada, Huamachuco*” (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Trujillo, Perú.

Demir, Z. (2019). Alleviation of Adverse Effects of Sodium on Soil Physicochemical Properties by Application of Vermicompost. *Compost Science & Utilization*, 28(2), 1-19. doi:<https://doi.org/10.1080/1065657X.2020.1789011>

Eche Oroya, K., Peláez Loyola A. (2019). “*Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Chimbote, Perú.

- Eldin, M., Sharaf, M., & Abdelaziz, T. (2022). Improvement of swelling soil by using lime sludge and sodium chloride. *Arabian Journal of Geosciences volume, 15*(17), 1-14. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-022-11042-0>
- Figueroa, M., Martínez, M., Ortiz, C., & Fernández, D. (2018). Influencia de los factores formadores en las propiedades de los suelos en la Mixteca, Oaxaca, México. *Terra Latinoamericana, 36*(3), 287-299. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v36i3.259>
- Flor Salazar, S., Torres Rivera C. (2020). “*Estabilización de suelos arcillosos para el Mejoramiento de propiedades mecánicas con la adición de cloruro de sodio, Puente Piedra, Lima 2020*”. (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Ciudad de Lima, Perú.
- Gambini Zelada, Jampier A. (2021). “*Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Chimbote, Perú.
- Garcés, I. (2010). *Minerales industriales NaCl*. Universidad de Antofagata. Obtenido de <https://intranetua.uantof.cl/salares/fichas/halita.pdf>
- Gómez, Y., Villanueva, S., & Henríquez, M. (2019). Tecnologías para la obtención del cloruro de sodio (NaCl). *Revista Científica A.S.A*(1), 44-61. Obtenido de [https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/download/2190/1231/2209#:~:text=El%20cloruro%20de%20sodio%2C%20se,las%20salmueras%20\(soluci%C3%B3n%20con%20alta](https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/download/2190/1231/2209#:~:text=El%20cloruro%20de%20sodio%2C%20se,las%20salmueras%20(soluci%C3%B3n%20con%20alta)

- Hie, T. (2020). A review of chemical stabilisation in road construction. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering* , 943(1), 1-8.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/943/1/012005>
- Iparraguirre Mori, J., Sánchez Pinchi, W. (2021). “*Estabilización de la subrasante aplicando cloruro de sodio en las progresivas 0+000 – 5+000, Samanco - Ancash, 2021*”. (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Ciudad de Chimbote, Perú.
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de suelos - Tomo 1 Fundamentos de la mecánica de suelos* (Vol. 1). México : Limusa S.A. Obtenido de [https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod\\_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf](https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf)
- Litman, T. (2022). *Evaluating Accessibility for Transport Planning - Measuring People's Ability to Reach Desired Services and Activities*. Victoria transport policy institute. Obtenido de <https://www.vtpi.org/access.pdf>
- Mbiyana, K., Kans, M., Campos, J., & Hakansson, L. (2022). Literature Review on Gravel Road Maintenance: Current State and Directions for Future Research. *Transportation Research Record*, 1(1), 1-17.  
doi:<https://doi.org/10.1177/03611981221133102>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2011). *Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil*. Forma e imagen. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/transp\\_orte/guiacaminos1.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/transp_orte/guiacaminos1.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Servicios gráficos JMD. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos*. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras - Suelos, geología, geotécnica y pavimentos*. Huaraz: Servicios Gráficos Squadrito EIRL. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú. (2006). *Manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada*. Obtenido de [https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualmatenimiento\\_rutinario\\_para\\_la\\_red\\_vial\\_departamental\\_no\\_pavimentada.pdf](https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental_no_pavimentada.pdf)

- Montaño, J., León, D., & Rodríguez, A. (2015). Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geométrico de carreteras. *Vías terrestres*, 12(57), 42-52. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7137425>
- Morales, E., & Pailacura, C. (2019). Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio. *Obras y Proyectos*, 26(1), 1-19. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132019000200027>
- Muhammad, H., Sarwar, G., Sabah, N., & Ali, M. (2021). Deleterious Impact of Sodium Chloride (NaCl) Toxicity on Chemical Properties of Soil and Ionic Composition of Rice. *Pakistan Journal of Agricultural Research* , 34(1), 169-175. doi:<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.1.169.175>
- Nasir, A., Ansari, Y., Mahvi, S., Junaid, M., & Iqbal, K. (2020). Different Soil Stabilization Techniques. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(9), 7778-7791. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/350630921\\_Different\\_Soil\\_Stabilization\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/350630921_Different_Soil_Stabilization_Techniques)
- Ngapgue, F., Guimezap, W., Keyangue, J., Keubou, V., & Mbakop, Y. (2020). Geotechnical Identification and Classification of Soils as Flexible Pavement Subgrade of the Section Fongo Tongo-Melong. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8(1), 183-200. doi:DOI: 10.4236/gep.2020.811012
- Ojangba, T., Boamah, S., Gao, Y., Wang, Z., & Kweku, F. (2022). Effect of Partial Substitution of Sodium Chloride (NaCl) with Potassium Chloride (KCl) Coupled with High-Pressure Processing (HPP) on Physicochemical Properties and Volatile

Compounds of Beef Sausage under Cold Storage at 4 °C. *Processes*, 10(2), 1-23.

doi:<https://doi.org/10.3390/pr10020431>

Okonkwo, V., Omaliko, I., & Ezema, N. (2022). Stabilization of Lateritic Soil with Portland Cement and Sand for Road Pavement. *Open Access Library Journal*, 9(1),

1-15. doi:<https://doi.org/10.4236/oalib.1108560>

Omer, S., & Yousuf, A. (2020). Stabilisation of Soils with Lime: A Review. *Journal of Materials and Environmental Science*, 11(9), 1538-1551. Obtenido de

[https://www.jmaterenvirosci.com/Document/vol11/vol11\\_N9/JMES-2020-11133-Manzoor.pdf](https://www.jmaterenvirosci.com/Document/vol11/vol11_N9/JMES-2020-11133-Manzoor.pdf)

Pal, H., Singh, J., Singh, G., Singh, H., & Singh, M. (2020). Improvement in the

Engineering Properties of Clayey Soil Using Sodium Chloride. *International Conference of Advance Research & Innovation*, 1(1), 127-129. Obtenido de

[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3569450](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3569450)

Pozo Carbajal, Davis Paul (2019), “*Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo - Aeropuerto - Cajamarca*”. (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Ciudad de Cajamarca, Perú.

Quiroz Alcántara, A. (2020). “*Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el*

*camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento*

*Lambayeque*.”. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Ciudad de Lambayeque, Perú.

# **CAPÍTULO VII**

---

## **ANEXOS**

**ANEXO 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

# MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO – CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Proyecto: "MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO – CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022"

	Pregunta de Investigación	Objetivo	Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensiones	Indicadores	Método	Escala Medición	
P R E G U N T A  P R I N C I P A L	¿El cloruro de sodio, mejorará las propiedades del suelo, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022?	Mejorar las propiedades del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente usando Cloruro de Sodio	La adición de Cloruro de Sodio en el camino de acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, mejorara las propiedades del suelo proporcionando una superficie de rodadura estabilizada.	INDEPENDIENTE	Porcentajes de adición de Cloruro de Sodio	Es un compuesto iónico, que en estado solido, presenta una estructura cristalina, soluble al agua. Podemos hallarla en forma de salmuera en los océanos y lagos salados u en su forma mineral Halita, comúnmente roca de sal. (Roldán, 2010)	Cloruro de Sodio al 1%, 3% y 5%, del peso total de la muestra de suelo a estabilizar.	Peso en KG ► Control de peso	Formato de procesamiento de datos para el ensayo de Laboratorio	Porcentajes%
				DEPENDIENTE	Propiedades físicas y mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	Propiedades del Suelo: Los suelos son caracterizados por sus propiedades físicas y mecánicas, siendo las primeras de carácter propio de los suelos y las segundas en cuanto al funcionamiento del suelo como estructura. (Escobar 2020) Superficie de Rodadura estabilizada: Se logra mediante procedimientos cuyo objetivo es lograr mejores propiedades físicas y mecánicas de este, existe la estabilización mecánica o volumétrica, usando procedimientos químico o	► Análisis granulométrico ► Límite Líquido ► Límite Plástico ► Contenido de Humedad ► Gravedad Específica	Análisis granulo métrico de suelos por tamizado (MTC E 107) Determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110) Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (MTC E 111) Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108) Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua (MTC E 113)	► Proctor Modificado ► Ensayo CBR	Nominal

MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO – CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022



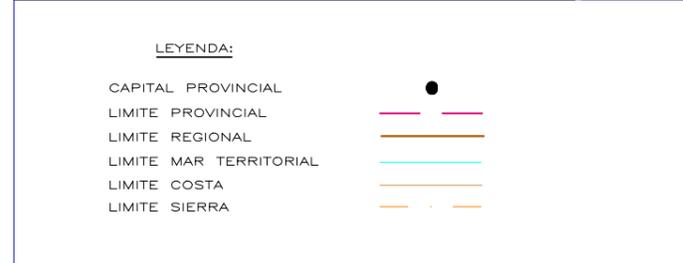
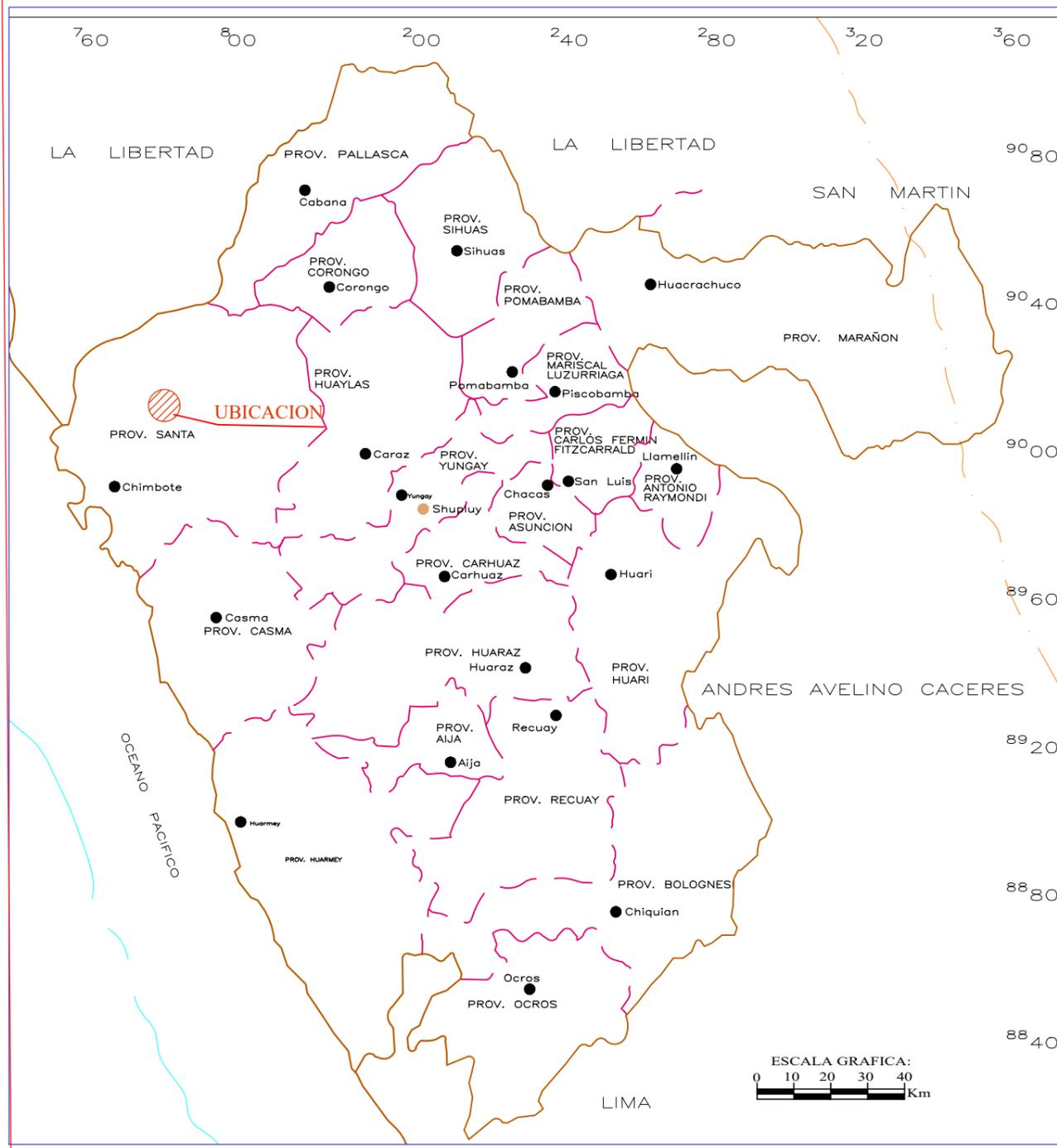
PREGUNTA ESPECIFICA 01	¿Cuáles son las propiedades de las muestras del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente?	Determinar las propiedades mecánicas y físicas de las muestras del suelo en el acceso Tambo Real Viejo- Cambio Puente	Las muestras obtenidas, presentan propiedades no optimas para su utilización, es decir, presenta un suelo de baja calidad.	INDEPENDIENTE	Muestras de suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	Para el muestreo de suelos, el manual de carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", establece el numero de calicatas en función al volumen de transito de la vía.		►Numero de Calicatas (Muestreo)	Muestreo de Rocas y Suelos (MTC E 132)	Nominal
				DEPENDIENTE	Propiedades mecánicas y físicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo- Cambio Puente	Para el muestreo de suelos, el manual de carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", establece el numero de calicatas en función al volumen de transito de la vía.	Propiedades Físicas	►Análisis granulométrico ►Limite Líquido ►Limite Plástico ►Contenido de Humedad ►Gravedad Especifica	Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107) Determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110) Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (MTC E 111) Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108) Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua (MTC E 113)	Nominal
PREGUNTA ESPECIFICA 02	¿Cuáles son las características propias del Cloruro de Sodio que la hacen ideal para el mejoramiento del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente?	Identificar las características del Cloruro de Sodio que hacen ideal su uso para el mejoramiento del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente.	El uso de Cloruro de Sodio presentó importantes ventajas, en el mejoramiento del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	INDEPENDIENTE	Ventajas y limitaciones del uso de Cloruro de Sodio	Ver Variable (Hipótesis Principal)				
				DEPENDIENTE	Mejoramiento del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	Ver Variable (Hipótesis Principal)				

# MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO – CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022



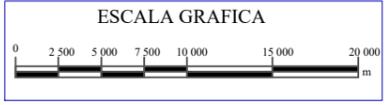
PREGUNTA ESPECIFICA 03	¿Cuáles son las características del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, al aplicarles cloruro de sodio al 1%, 3%, 5%?	Determinar las características mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, al aplicarles cloruro de sodio al 1%, 3%, 5% e identificar el óptimo.	La dosificación de 1% a 3% de Cloruro de Sodio, mejora las propiedades mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	INDEPENDIENTE	Dosificación de Cloruro de Sodio	Es un compuesto iónico, que en estado sólido, presenta una estructura cristalina, soluble al agua. Podemos hallarla en forma de salmuera en los océanos y lagos salados u en su forma mineral Halita, comúnmente roca de sal.	Cloruro de Sodio al 1%, 3% y 5%, del peso total de la muestra de suelo a estabilizar.	Peso en KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tamiz #200 (ASTM D422)</li> <li>▶ 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr</li> <li>▶ Recipiente</li> </ul>	Porcentajes%
				DEPENDIENTE				Características mecánicas del suelo en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente	El mejoramiento de las características mecánicas del suelo, garantiza una adecuada estabilidad a las cargas y una escasa variación volumétrica.	
PREGUNTA ESPECIFICA 04	¿Cuál será el comportamiento mecánico del tramo de prueba realizado in situ al cabo de 15 días?	Evaluar el comportamiento mecánico del tramo de prueba realizado in situ al cabo de 15 días.	El uso Cloruro de Sodio, mejoró el comportamiento mecánico del tramo de prueba, realizado in situ al cabo de 15 días.	INDEPENDIENTE	Cloruro de Sodio	Es un compuesto iónico, que en estado sólido, presenta una estructura cristalina, soluble al agua. Podemos hallarla en forma de salmuera en los océanos y lagos salados u en su forma mineral Halita, comúnmente roca de sal.	Dosificación óptima de la mezcla con Cloruro de Sodio determinada en laboratorio	Peso en KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tamiz #200 (ASTM D422)</li> <li>▶ 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr</li> <li>▶ Recipiente</li> </ul>	Porcentajes%
				DEPENDIENTE	Comportamiento Mecánico del Tramo de Prueba	El comportamiento de las características mecánicas del suelo, garantiza una adecuada estabilidad a las cargas y una escasa variación volumétrica.	Variación de la resistencia Volumétrica del Tramo de Prueba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Proctor Modificado</li> <li>▶ Ensayo CBR</li> <li>▶ Densidad en campo</li> </ul>	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115) CBR en laboratorio (MTC E 132) Ensayo de densidad y peso unitario IN SITU mediante cono de arena (MTC E 117)	Nominal

**ANEXO 02**  
**PLANO DE LOCALIZACIÓN**



**UBICACION DEL PROYECTO**

**UBICACION**  
Esc. 1/150 000



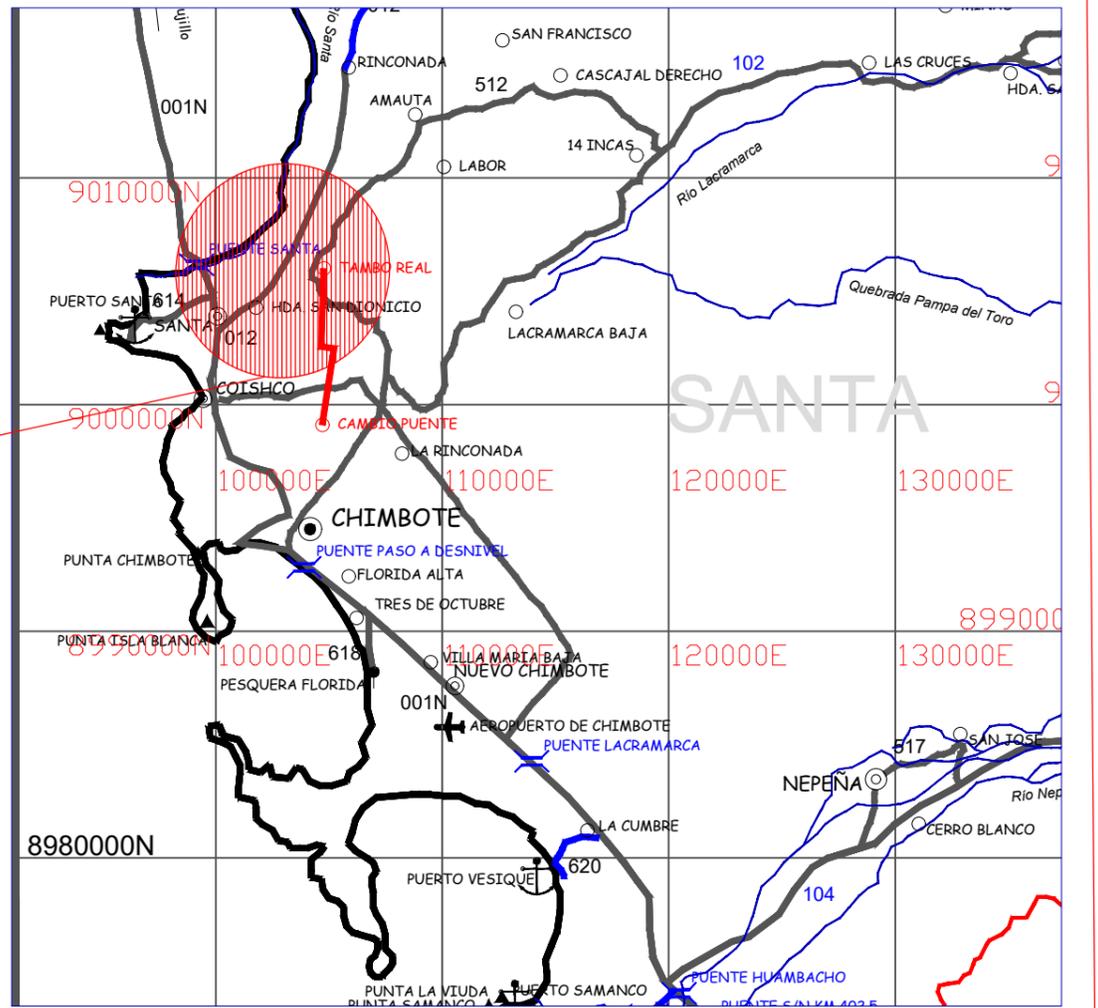
**LEYENDA**

Ruta	Código
Nacional	001N
Departamental	100
Vecinal	500

**Signos Convencionales**

Superficie de Rodadura	
Asfaltado	Trocha Carrozable
Afirmado	En Proyecto
Sin Afirmar	

Capital Departamental	Caleta
Capital Provincial	Embarcadero
Capital Distrital	Puerto Fluvial
Pueblo	Muelle
Puente	Acc. Geográficos
Pontón	Abra
Tunel	Mina
Badén	Planta Eléctrica
Aeropuerto	Otros
Aeródromo	Planta
	Puerto
Limite Departamental	Rio
Limite Distrital	



**IMAGEN SATELITAL DEL PROYECTO**

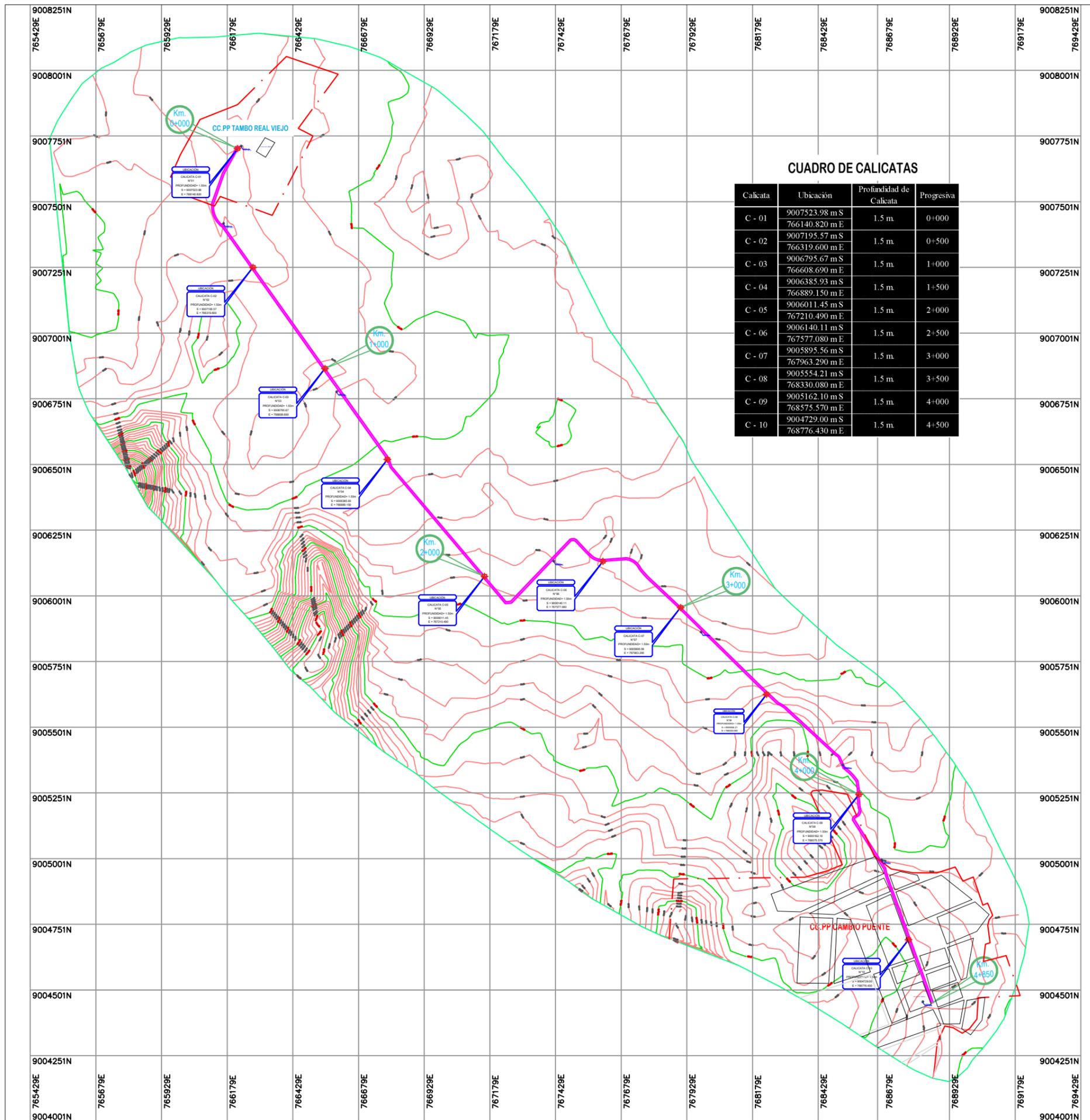
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCALA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Proyecto:**  
**MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO - CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022"**

**Plano:**  
**PLANO UBICACIÓN**  
**KM 0+000 @ 4+850**

<b>Aprobado:</b> Ms. JULIO CESAR RIVAS PLATA DIAZ ASESOR DE PROYECTO TESIS	<b>Ubicación:</b> Departamento: ANCASH Provincia: SANTA Distrito: CHIMBOTE	<b>Fecha:</b> OCTUBRE - 2022	<b>N° Lámina:</b> U - 01
<b>Tesisistas:</b> IPARRAGUIRE AQUINO ALEX ALEXANDER MORALES LLARY RAUL ALEXANDER	<b>Escala:</b> INDICADA	<b>Archivo:</b> D:/TESIS	
	<b>Cod:</b> Ramolla		

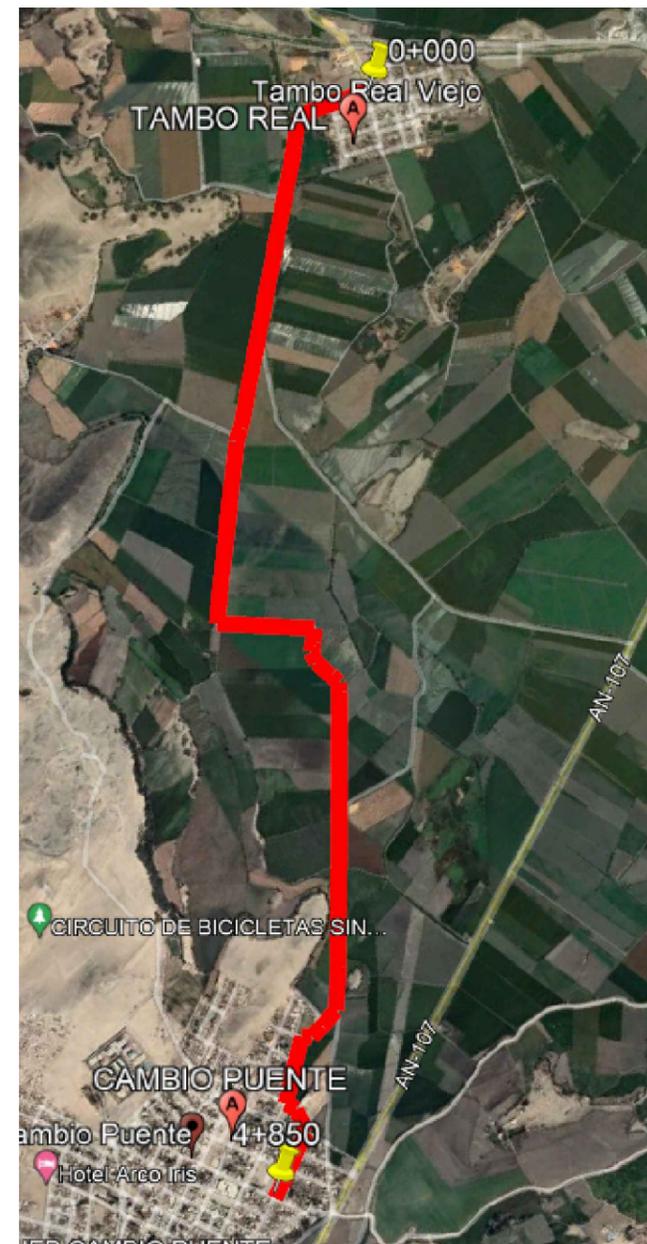
**ANEXO 03**  
**PLANO TOPOGRÁFICO DE**  
**ZONA DE ESTUDIO**



CUADRO DE CALICATAS

Calicata	Ubicación	Profundidad de Calicata	Progresiva
C - 01	9007523.98 m S 766140.820 m E	1.5 m.	0+000
C - 02	9007195.57 m S 766319.600 m E	1.5 m.	0+500
C - 03	9006795.67 m S 766608.690 m E	1.5 m.	1+000
C - 04	9006385.93 m S 766889.150 m E	1.5 m.	1+500
C - 05	9006011.45 m S 767210.490 m E	1.5 m.	2+000
C - 06	9006140.11 m S 767577.080 m E	1.5 m.	2+500
C - 07	9005895.56 m S 767963.290 m E	1.5 m.	3+000
C - 08	9005554.21 m S 768330.080 m E	1.5 m.	3+500
C - 09	9005162.10 m S 768575.570 m E	1.5 m.	4+000
C - 10	9004729.00 m S 768776.430 m E	1.5 m.	4+500

IMAGEN SATELITAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO - CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022\***

**PLANO TOPOGRÁFICO**  
**KM 0+000 @ 4+850**

Ubicación:	Departamento: ANCASH	Provincia: SANTA	Distrito: CHIMBOTE
M. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ ASESOR DE PROYECTO TESIS	Escala: <b>1/7500</b>	Fecha: <b>OCTUBRE - 2022</b>	N° Lámina: <b>PT - 01</b>
IPARRAGUIRE AQUINO ALEX ALEXANDER MORALES LAURY RAUL ALEXANDER	CAD: <b>Ramolla</b>	Archivo: <b>D:/TESIS</b>	

**ANEXO 04**  
**ESTUDIO DE TRÁFICO**

## Estudio de Trafico (Resumen IMDs)

Tramo:	Cambio Puente - Tambo Real
Cod. Estación:	E1
Estacion:	Cambio Puente

Año de Estudio:	2022
Tiempo de Estudio a Ejecucion de Proyecto:	1

Factor de Correccion Estacional	Veh. Liviano:	Fe:	1.0827
	Veh. Pesado:	Fe:	1.0182

DIA	Sentido	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
Miercoles 24/08/2022	T.R. - C.P.	7	5	7	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	C.P - T.R.	7	6	4	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	<b>Total:</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>
Jueves 25/08/2022	T.R. - C.P.	10	6	5	1	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	C.P - T.R.	10	6	8	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	<b>Total:</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>
Viernes 26/08/2022	T.R. - C.P.	11	6	6	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	C.P - T.R.	13	6	5	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	<b>Total:</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57</b>
Sabado 27/08/2022	T.R. - C.P.	12	8	7	2	1	0	3	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	38
	C.P - T.R.	14	11	7	1	1	0	3	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	42
	<b>Total:</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>80</b>
Domingo 28/08/2022	T.R. - C.P.	11	6	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	C.P - T.R.	7	4	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	<b>Total:</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>
Lunes 29/08/2022	T.R. - C.P.	14	8	9	2	1	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
	C.P - T.R.	15	9	11	1	1	0	3	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
	<b>Total:</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>85</b>
Martes 30/08/2022	T.R. - C.P.	17	8	8	1	1	0	3	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
	C.P - T.R.	14	6	11	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
	<b>Total:</b>	<b>31</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>79</b>
IMDs	T.R. - C.P.	11.7143	6.71429	7	1.28571	1	0	1.71429	0	1	0	0.85714	0	0.85714	0	0	0.14286	0	0	0	0	0	0	32.2857
	C.P - T.R.	11.4286	6.85714	7.57143	0.85714	1	0	1.57143	0	1	0	0.85714	0	0.85714	0	0	0.14286	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total:</b>	<b>23.1429</b>	<b>13.5714</b>	<b>14.5714</b>	<b>2.14286</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3.28571</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1.71429</b>	<b>0</b>	<b>1.71429</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.28571</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>64.4286</b>
IMDa	T.R. - C.P.	12.6831	7.26956	7.5789	1.39204	1.0827	0	1.74549	0	1.0182	0	0.87274	0	0.87274	0	0	0.14546	0	0	0	0	0	0	34.6609
	C.P - T.R.	12.3737	7.42423	8.19759	0.92803	1.0827	0	1.60003	0	1.0182	0	0.87274	0	0.87274	0	0	0.14546	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total:</b>	<b>25.0568</b>	<b>14.6938</b>	<b>15.7765</b>	<b>2.32007</b>	<b>2.1654</b>	<b>0</b>	<b>3.34551</b>	<b>0</b>	<b>2.0364</b>	<b>0</b>	<b>1.74549</b>	<b>0</b>	<b>1.74549</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.29091</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>69.1763</b>
2022	total vehiculo	26	15	16	3	3	0	4	0	3	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	75

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_

## Calculo de Esal's de diseño:

### Calculo de Poblacion Futura de Vehiculos al periodo de ejecucion del Proyecto

2023	total vehiculo	26.00	15.00	16.00	3.00	3.00	0.00	4.00	0.00	3.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	75.00
------	----------------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Tipo de Vehiculo		IMDa 2023	Tipo Eje	Número Ruedas	Carga Eje Tn	Tipo EE 8.2 tn	EE 8.2Tn Flexible	EE 8.2Tn Rigido	EE IMDa Flexible	EE IMDa Rigido		
Vehiculos Ligeros	Auto	1 EJE	26.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.0137	0.01135	
		2 EJE	26.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.0137	0.01135	
	Station Wagon	1 EJE	15.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00791	0.00655	
		2 EJE	15.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00791	0.00655	
	Pick Up	1 EJE	16.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00843	0.00698	
		2 EJE	16.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00843	0.00698	
	Panel	1 EJE	3.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00158	0.00131	
		2 EJE	3.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00158	0.00131	
	Camioneta Rural	1 EJE	3.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00158	0.00131	
		2 EJE	3.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0.00158	0.00131	
	Micro	1 EJE	0.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0	0	
		2 EJE	0.00	Simple	2	1	EES1	0.000527	0.000436	0	0	
	Bus	2 EJE	1 EJE	4.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	5.06147	5.09134
			2 EJE	4.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	12.9531	13.3393
>=3E		1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Tandem	6	16	EETA1	1.365945	2.342740	0	0	
Caniones	2 EJE	1 EJE	3.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	3.7961	3.8185	
		2 EJE	3.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	9.71486	10.0045	
	3 EJE	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	
	4E	1 EJE	2.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	2.53073	2.54567	
		2 EJE	2.00	Tridem	10	23	EETR1	1.508184	3.685352	3.01637	7.3707	
Semi Traylor	2S1/2S2	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
		3 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
	2S3	1 EJE	2.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	2.53073	2.54567	
		2 EJE	2.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	6.47657	6.66965	
		3 EJE	2.00	Tridem	12	25	EETR2	1.706026	4.164931	3.41205	8.32986	
	3S1/3S2	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	
		3 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
	>= 3S3	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	
		3 EJE	0.00	Tridem	12	25	EETR2	1.706026	4.164931	0	0	
Traylor	2T2	1 EJE	1.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	1.26537	1.27283	
		2 EJE	1.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	3.23829	3.33483	
		3 EJE	1.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	3.23829	3.33483	
		4 EJE	1.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	3.23829	3.33483	
	2T3	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
		3 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
		4 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	
	3T2	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	
		3 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
		4 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
	3T3	1 EJE	0.00	Simple	2	7	EES1	1.265367	1.272834	0	0	
		2 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	
		3 EJE	0.00	Simple	4	11	EES2	3.238287	3.334826	0	0	
		4 EJE	0.00	Tandem	8	18	EETA2	2.019213	3.458004	0	0	

Tn    Transito Projectado el año "n" en Veh/dia  
 To    Transito actual (año base) en Veh/dia  
 r      Tasa Anual de Crecimiento de Transito  
 n      Numero de años del periodo de diseño

Tasa Anual de Crecimiento de Vehiculos livianos	r:	0.59%
Tasa Anual de Crecimiento de Vehiculos pesado	r:	1.05%
Tiempo que pasa de el estudio a Ejecucion (años)	n	1

$$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$$

N° Calzadas	1	N° Sentidos	2	N° Carriles	1
Tiempo en años de vida util del pavimento				Pd	20
Tasa Anual de Crecimiento				r	1.05%

### Calculo de Esal para Pavimento Rigido y Flexible

Factor crecimiento acumulado Pesados	Factor Fca = $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	22.13
Factor Direccional		Fd	0.5
Factor Carril		Fc	1
Factor Ponderado para carril de diseño		Fd x Fc	0.5
Sumatoria de Ejes equivalentes por tipo de Vehiculo Pesado, por dia para el carril de diseño. PAVIMENTO FLEXIBLE		Σ EE dia-carril	60.5387
Sumatoria de Ejes equivalentes por tipo de Vehiculo Pesado, por dia para el carril de diseño. PAVIMENTO RIGIDO		Σ EE dia-carril	71.0475
Numero de repeticiones EE 8.2 Tn PAVIMENTO FLEXIBLE	Nrep de EE 8.2 tn = Σ [EE dia-carril X Fca x 365]		244,460.22
Numero de repeticiones EE 8.2 Tn PAVIMENTO RIGIDO	Nrep de EE 8.2 tn = Σ [EE dia-carril X Fca x 365]		286,895.67

## FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
SENTIDO	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
UBICACIÓN	Chimbote-Ancash-Perú

ESTACION	Cambio Puente
DIA	Miércoles
FECHA	24/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
7-8	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
9-10	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
10-11	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
13-14	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
14-15	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
15-16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
16-17	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
19-20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
21-22	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>		

parraguirre Aquino Alexander  
Tesis

Morales Llaury Raúl  
Tesis

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

### FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Miércoles
<b>FECHA</b>	24/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL														
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3																		
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
5-6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
7-8	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
10-11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
11-12	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
12-13	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
15-16	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
18-19	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
19-20	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
20-21	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Llaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Jueves
<b>FECHA</b>	25/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
4-5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
5-6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		
7-8	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
10-11	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
13-14	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3		
14-15	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
15-16	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5		
16-17	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
17-18	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
19-20	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>28</b>								

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Jueves
<b>FECHA</b>	25/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
5-6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		
7-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
9-10	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
10-11	-	-	-	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
11-12	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3		
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
13-14	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
14-15	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4		
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
17-18	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
19-20	-	1	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6		
20-21	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>30</b>								

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Viernes
<b>FECHA</b>	26/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4-5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
6-7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
7-8	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
10-11	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
11-12	-	1	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
13-14	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
14-15	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
15-16	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
17-18	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
19-20	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
20-21	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>28</b>										

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Viernes
<b>FECHA</b>	26/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6-7	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
7-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
8-9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
11-12	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
12-13	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13-14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14-15	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17-18	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
18-19	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
19-20	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
20-21	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21-22	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>29</b>										

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Sábado
<b>FECHA</b>	27/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
5-6	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
7-8	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	
8-9	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
9-10	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
10-11	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
11-12	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
13-14	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
14-15	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
15-16	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
17-18	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
18-19	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
19-20	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>		

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Sábado
<b>FECHA</b>	27/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL													
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3																	
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4-5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
7-8	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
9-10	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
10-11	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
13-14	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
14-15	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
15-16	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
16-17	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
17-18	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
18-19	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
19-20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>42</b>																	

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Domingo
<b>FECHA</b>	28/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
7-8	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
10-11	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
13-14	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
14-15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
15-16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
16-17	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
19-20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>		

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Domingo
<b>FECHA</b>	28/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL													
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3																	
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7-8	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10-11	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13-14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14-15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
15-16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16-17	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>										

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Liaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Lunes
<b>FECHA</b>	29/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
5-6	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
6-7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
7-8	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
10-11	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
13-14	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
14-15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
15-16	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
16-17	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
17-18	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
18-19	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
19-20	-	2	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
20-21	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>40</b>										

parraguire Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Llaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Lunes
<b>FECHA</b>	29/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL													
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3																	
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7-8	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10-11	-	2	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
11-12	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
12-13	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
13-14	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
14-15	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
15-16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16-17	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
17-18	-	2	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
19-20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
20-21	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	

parraguirre Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Llaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Martes
<b>FECHA</b>	30/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7-8	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
8-9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10-11	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12-13	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13-14	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
14-15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
15-16	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
16-17	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18-19	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
19-20	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>42</b>								

parraguire Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Llaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	Camino de Acceso Cambio Puente - Tambo Real Viejo
<b>SENTIDO</b>	C.P. Tambo Real Viejo - C.P. Cambio Puente
<b>UBICACIÓN</b>	Chimbote-Ancash-Perú

<b>ESTACION</b>	Cambio Puente
<b>DIA</b>	Martes
<b>FECHA</b>	30/08/2022

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
																								
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1-2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5-6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7-8	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
8-9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9-10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10-11	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12-13	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13-14	-	2	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
14-15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
15-16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16-17	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
17-18	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
19-20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>37</b>										

parraguire Aquino Alexander  
Tesisista

Morales Llaury Raúl  
Tesisista

Ms. Rivasplata Diaz Julio  
Asesor de Tesis

**ANEXO 05**  
**ESTUDIO DE SUELOS**

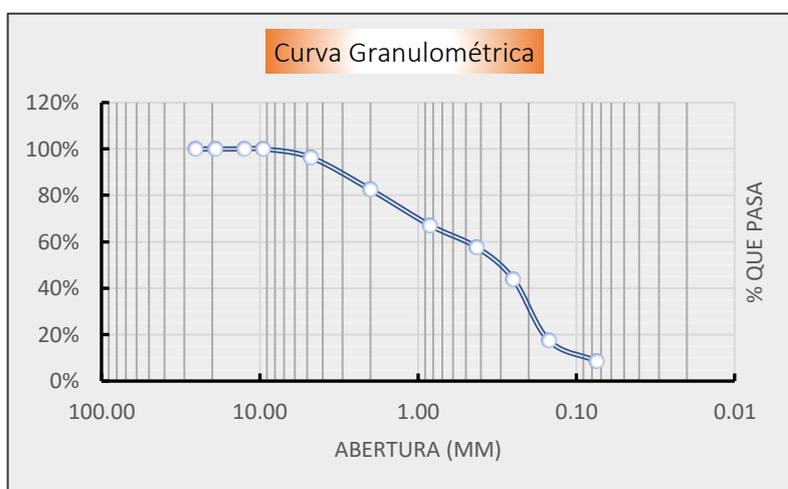
**ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA  
CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DEL  
SUELO NATURAL Y MEJORADO.**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007523.98 m S - 766140.82 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1050.00
Peso final de la muestra (g)	1043.71

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	0.000	100.00%
N°4	4.760	38.120	96.35%
N°10	2.000	144.250	82.53%
N°20	0.840	160.890	67.11%
N°40	0.425	99.120	57.61%
N°60	0.250	142.750	43.94%
N°140	0.149	276.320	17.46%
N°200	0.074	92.120	8.64%
> N°200		90.140	0.00%



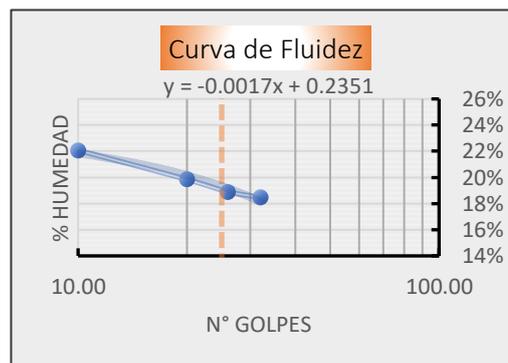
**Cu:** 5.97

**Cc:** 0.90

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	32.000	26.000	20.000	10.000
2. Peso de la tara (gr)	21.550	20.500	22.610	18.160
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	43.160	40.440	43.260	41.550
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	39.790	37.270	39.840	37.320
5. Peso agua (gr)	3.370	3.170	3.420	4.230
6. Peso Suelo seco (gr)	18.240	16.770	17.230	19.160
7. Contenido Humedad (%)	18.48%	18.90%	19.85%	22.08%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			17%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	23.780	21.580	22.360	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	30.300	33.840	29.970	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	29.390	31.960	28.890	
4. Peso agua (gr)	0.910	1.880	1.080	
5. Peso Suelo seco (gr)	5.610	10.380	6.530	
6. Contenido Humedad (%)	16.22%	18.11%	16.54%	

Grava %	3.65%
Arena %	87.71%
Finos %	8.64%
Límite Líquido	19%
Límite Plástico	17%
Índice de Plasticidad	2
Contenido Humedad	4.24%
Clasificación SUCS	SP-SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Específica	2.672
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			4.24%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	20.400	22.220	18.120	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	111.790	126.050	139.410	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	108.240	121.830	134.240	
4. Peso agua (gr)	3.550	4.220	5.170	
5. Peso Suelo seco (gr)	87.840	99.610	116.120	
6. Contenido Humedad (%)	4.04%	4.24%	4.45%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".		
<b>Localización:</b>	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.		
<b>Muestra:</b>	Calicata N° 01	Estrato 01	Profundidad: 1.50 m
<b>Fecha:</b>	Setiembre del 2022		Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 8.64%

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 96.35%

%FINOS<50%  
**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**  
%ARENA>50%  
**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** 5%<=%FINOS<=12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

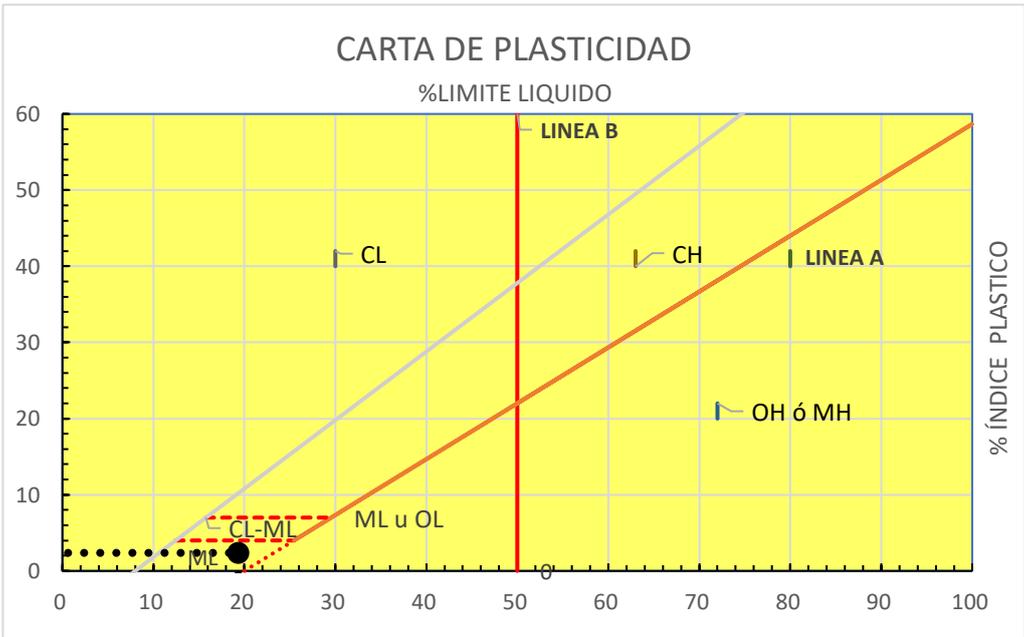
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 5.97

**LL:** 19.32%

**CC:** 0.90

**IP:** 2



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SC**

*ARENA MAL GRADUADO- ARCILLOSO*





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 01 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 8.64%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 67.11%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 82.53%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 5.97

CC: 0.90

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 19.32%

IP: 2

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

A-2-4(0)



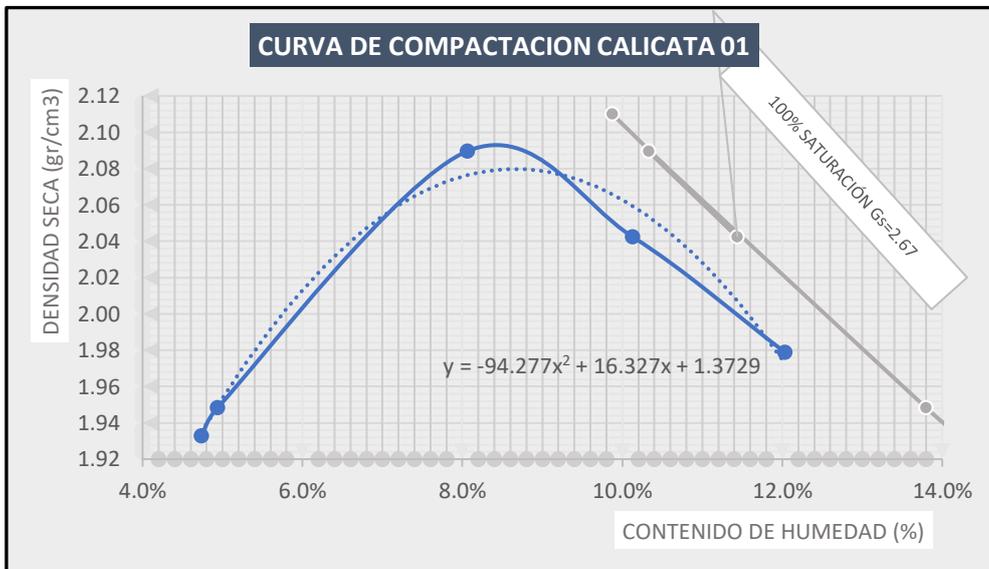
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".					
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.					
<b>Muestra:</b>	Calicata N°	01	Estrato	01	Profundidad:	1.50 m
<b>Fecha:</b>	Setiembre del 2022			<b>Coordenadas:</b>	9007523.98 m S - 766140.82 m E	

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4109.00	4109.00	4109.00	4109.00	4109.00
2. Peso molde + muestra humeda	6023.00	6042.00	6244.00	6235.56	6205.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1914.00	1933.00	2135.00	2126.56	2096.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.024	2.045	2.258	2.249	2.217
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	211.25	179.44	85.25	185.95	211.32
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	791.18	655.54	730.59	717.40	781.34
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	764.94	633.14	682.43	668.52	720.11
4. Peso agua (gr)	26.24	22.40	48.16	48.88	61.23
5. Peso Suelo seco (gr)	553.69	453.70	597.18	482.57	508.79
Contenido Humedad (%)	4.739%	4.937%	8.065%	10.129%	12.034%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.933	1.948	2.090	2.042	1.979



Densidad Maxima	<b>2.094 gr/cm<sup>3</sup></b>
Humedad Optima	<b>8.02%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

Densidad Máxima	2.094 gr/cm3
Humedad Optima	8.02%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	7174	7160	6720
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11738	11909	11671
3. Peso muestra húmeda (gr)	4564.00	4749.00	4951.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.122	2.232	2.302
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	432.34	365.94	436.15
4. Peso agua (gr)	17.91	16.60	18.56
5. Peso Suelo seco (gr)	221.64	206.12	224.31
Contenido Humedad (%)	8.08%	8.05%	8.27%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.963	2.065	2.126

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.00	LI: 0.56
LF: 3.78	LF: 2.88	LF: 2.76
2.98%	2.27%	1.73%

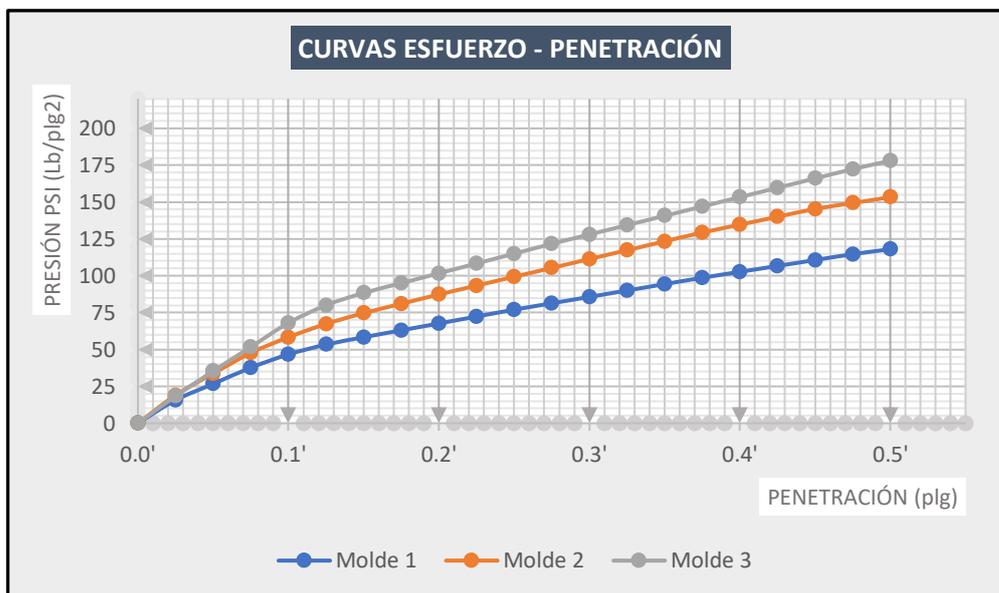
4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,738 gr	Pl: 11,909 gr	Pl: 11,671 gr
PF: 12,218 gr	PF: 12,370 gr	PF: 12,085 gr
WI: 8.08%	WI: 8.05%	WI: 8.27%
WF: 19.45%	WF: 18.54%	WF: 17.33%
11.37%	10.49%	9.05%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		47	15.67	57	19.00	55	18.33
0.050	1.270		80	26.67	101	33.67	106	35.33
0.075	1.905		113	37.67	143	47.67	155	51.67
0.100	2.540	1000.00	140	46.67	175	58.33	204	68.00
0.125	3.175		160	53.33	202	67.33	240	80.00
0.150	3.810		175	58.33	224	74.67	265	88.33
0.175	4.445		189	63.00	243	81.00	285	95.00
0.200	5.080	1500.00	203	67.67	262	87.33	305	101.67
0.225	5.715		217	72.33	280	93.33	325	108.33
0.250	6.350		231	77.00	298	99.33	345	115.00
0.275	6.985		244	81.33	316	105.33	365	121.67
0.300	7.620	1900.00	257	85.67	334	111.33	384	128.00
0.325	8.255		270	90.00	352	117.33	403	134.33
0.350	8.890		283	94.33	370	123.33	422	140.67
0.375	9.525		296	98.67	388	129.33	441	147.00
0.400	10.160	2300.00	308	102.67	404	134.67	460	153.33
0.425	10.795		320	106.67	420	140.00	479	159.67
0.450	11.430		332	110.67	436	145.33	498	166.00
0.475	12.065		344	114.67	448	149.33	517	172.33
0.500	12.700	2600.00	354	118.00	460	153.33	534	178.00

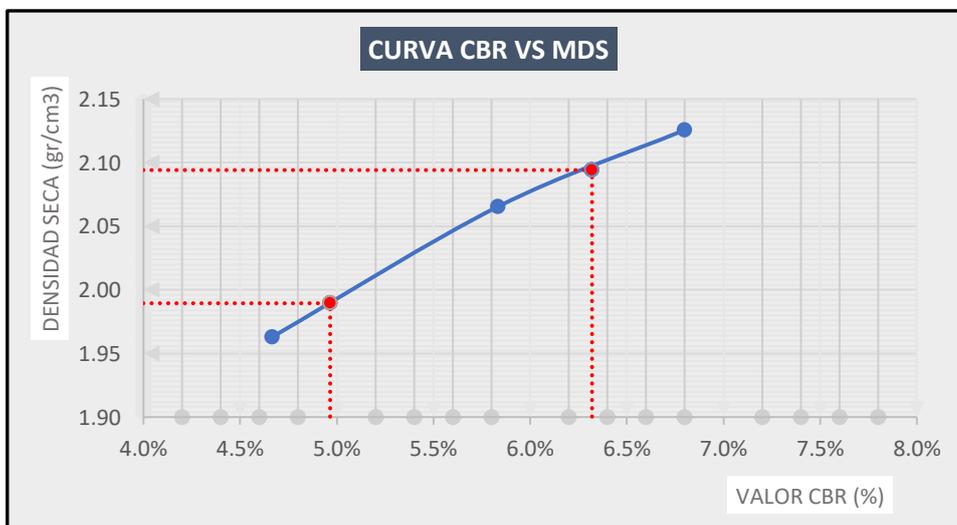
**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".					
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.					
<b>Muestra:</b>	<b>Calicata N°</b>	<b>01</b>	<b>Estrato</b>	<b>01</b>	<b>Profundidad:</b>	<b>1.50 m</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Setiembre del 2022</b>			<b>Coordenadas:</b>	<b>9007523.98 m S - 766140.82 m E</b>	



**CORRECCIÓN DEL CBR**

Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	46.67	4.67%	58.33333	5.83%	68	6.80%	CURVA CBR CORRECTA
0.2	1500	67.67	4.51%	87.33	5.82%	101.67	6.78%	



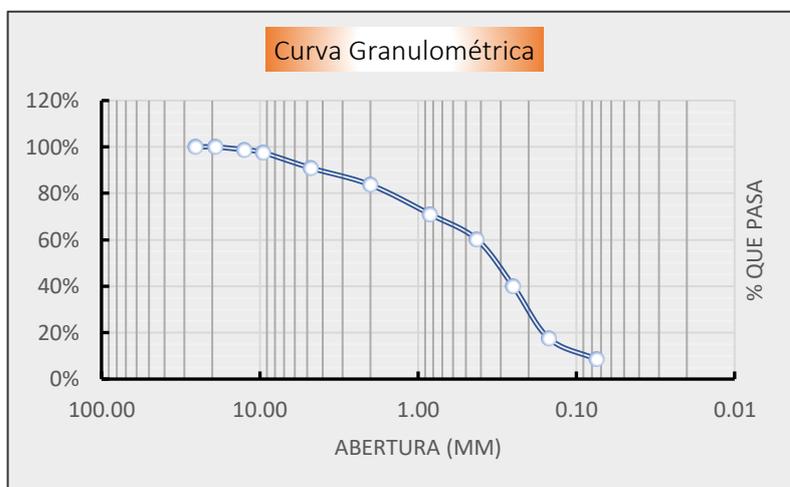
<b>CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>1.989 gr/cm3</b>	<b>4.97%</b>
<b>CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>2.094 gr/cm3</b>	<b>6.32%</b>

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 02 Estrato 01 **Profundidad:** 0.80 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007195.57 m S-766319.60 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1078.00
Peso final de la muestra (g)	1075.33

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	13.110	98.78%
3/8"	9.525	12.950	97.58%
N°4	4.760	71.210	90.95%
N°10	2.000	78.040	83.70%
N°20	0.840	136.120	71.04%
N°40	0.425	116.850	60.17%
N°60	0.250	217.120	39.98%
N°140	0.149	241.560	17.52%
N°200	0.074	97.130	8.48%
> N°200		91.240	0.00%



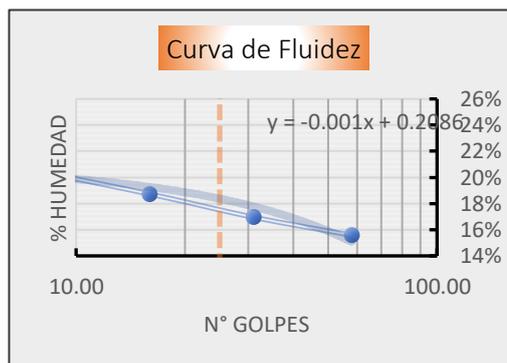
**Cu:** 4.66

**Cc:** 1.20

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	58.000	31.000	16.000	6.000
2. Peso de la tara (gr)	22.150	22.100	20.800	22.520
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	38.170	41.690	34.240	44.820
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	36.010	38.850	32.120	40.930
5. Peso agua (gr)	2.160	2.840	2.120	3.890
6. Peso Suelo seco (gr)	13.860	16.750	11.320	18.410
7. Contenido Humedad (%)	15.58%	16.96%	18.73%	21.13%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	21.570	20.820	19.890	<b>14%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	31.620	30.910	33.160	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	30.910	29.230	31.430	
4. Peso agua (gr)	0.710	1.680	1.730	
5. Peso Suelo seco (gr)	9.340	8.410	11.540	
6. Contenido Humedad (%)	7.60%	19.98%	14.99%	

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	21.530	23.700	21.550	<b>11.8%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	120.500	154.080	126.700	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	110.610	140.210	115.130	
4. Peso agua (gr)	9.890	13.870	11.570	
5. Peso Suelo seco (gr)	89.080	116.510	93.580	
6. Contenido Humedad (%)	11.10%	11.90%	12.36%	

Grava %	9.05%
Arena %	82.47%
Finos %	8.48%
Limite Líquido	18%
Limite Plástico	14%
Índice de Plasticidad	4
Contenido Humedad	11.79%
Clasificación SUCS	SP-SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.712
Índice de Grupo	0.00



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 02 Estrato 01 **Profundidad:** 0.80 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007195.57 m S-766319.60 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 8.48%

**%FINOS<50%**

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 90.95%

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**  $5\% \leq \%FINOS \leq 12\%$

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

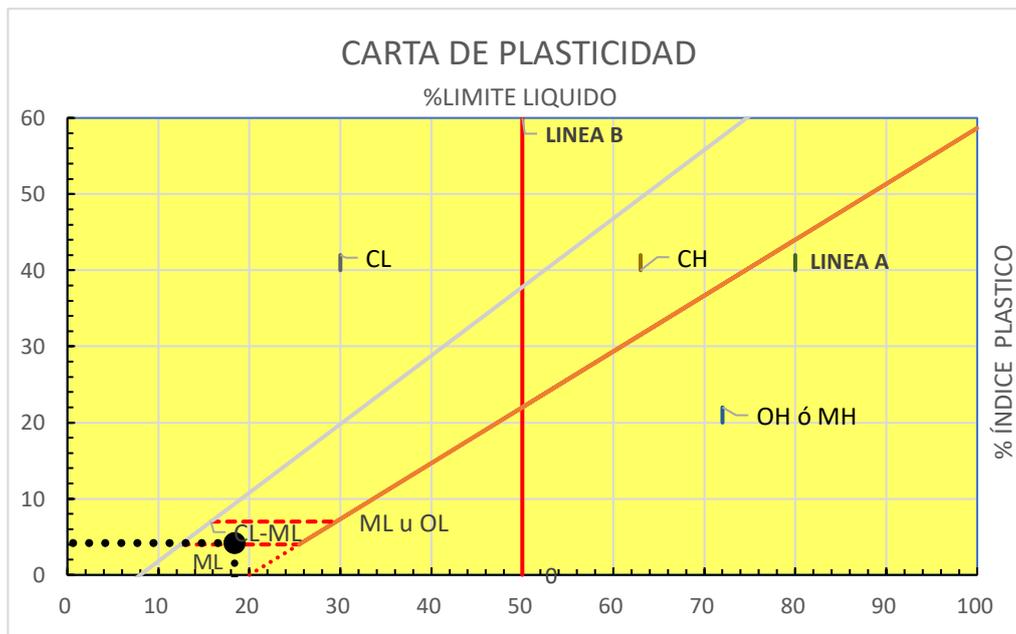
**CU:** 4.66

**CC:** 1.20

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 18.37%

**IP:** 4



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SC**

**ARENA MAL GRADUADO- ARCILLOSO**





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 02 Estrato 01 Profundidad: 0.80 m  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007195.57 m S-766319.60 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 8.48%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 71.04%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 83.70%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 4.66

CC: 1.20

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 18.37%

IP: 4

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**

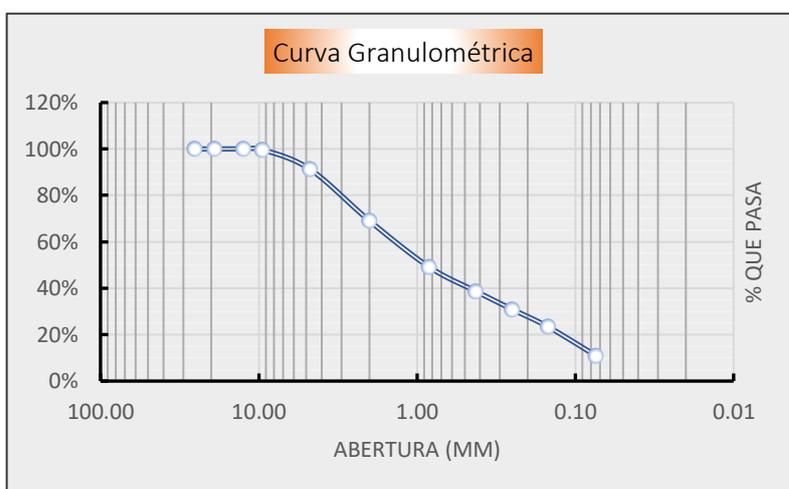


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 02 Estrato 02 **Profundidad:** 0.80--1.50  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007195.57 m S-766319.60 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1059.00
Peso final de la muestra (g)	1051.78

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	3.110	99.70%
N°4	4.760	88.040	91.33%
N°10	2.000	233.950	69.09%
N°20	0.840	209.320	49.19%
N°40	0.425	110.210	38.71%
N°60	0.250	82.450	30.87%
N°140	0.149	78.350	23.42%
N°200	0.074	131.240	10.94%
> N°200		115.110	0.00%



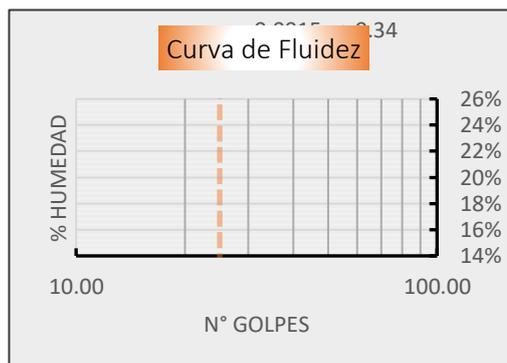
**Cu:** NP

**Cc:** NP

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	38.000	33.000	21.000	11.000
2. Peso de la tara (gr)	21.380	21.700	22.350	22.730
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	40.120	34.070	39.000	40.590
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	35.940	31.310	35.140	36.180
5. Peso agua (gr)	4.180	2.760	3.860	4.410
6. Peso Suelo seco (gr)	14.560	9.610	12.790	13.450
7. Contenido Humedad (%)	28.71%	28.72%	30.18%	32.79%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.020	22.340	21.800	<b>23%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	30.280	31.960	29.450	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	28.700	30.150	28.030	
4. Peso agua (gr)	1.580	1.810	1.420	
5. Peso Suelo seco (gr)	6.680	7.810	6.230	
6. Contenido Humedad (%)	23.65%	23.18%	22.79%	

Grava %	8.67%
Arena %	80.39%
Finos %	10.94%
Limite Líquido	30%
Limite Plástico	23%
Índice de Plasticidad	7
Contenido Humedad	31.47%
Clasificación SUCS	SP-SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.687
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.290	22.490	21.390	<b>31.5%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	122.140	112.930	127.510	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	97.630	91.460	102.560	
4. Peso agua (gr)	24.510	21.470	24.950	
5. Peso Suelo seco (gr)	75.340	68.970	81.170	
6. Contenido Humedad (%)	32.53%	31.13%	30.74%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 02 Estrato 02 Profundidad: 0.80--1.50

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007195.57 m S-766319.60 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 10.94%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 91.33%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** 5%<=%FINOS<=12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

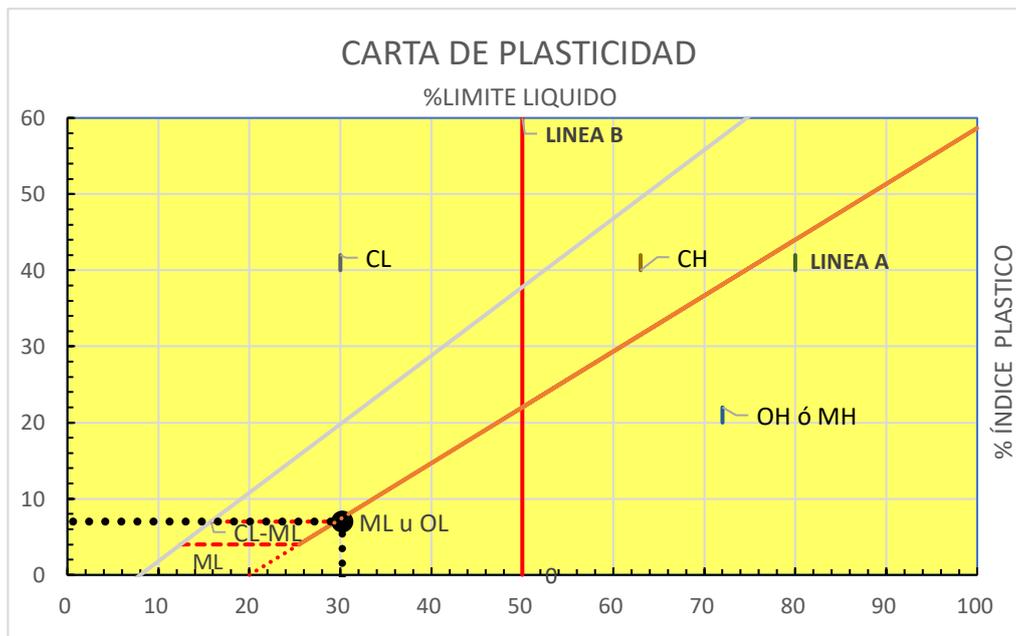
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** NP

**LL:** 30.21%

**CC:** NP

**IP:** 7



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SC**

**ARENA MAL GRADUADO- ARCILLOSO**





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 02 Estrato 02 Profundidad: 0.80--1.50  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007195.57 m S-766319.60 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 10.94%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 49.19%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 69.09%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: NP

CC: NP

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 30.21%

IP: 7

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**

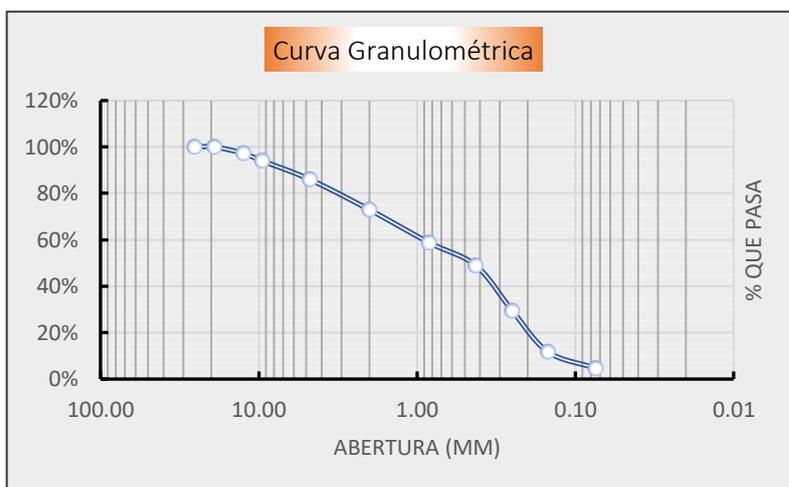


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 03 Estrato 01 **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006795.67 m S - 766608.69 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1136.00
Peso final de la muestra (g)	1129.51

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	31.140	97.24%
3/8"	9.525	36.410	94.02%
N°4	4.760	90.450	86.01%
N°10	2.000	147.240	72.98%
N°20	0.840	160.130	58.80%
N°40	0.425	111.650	48.91%
N°60	0.250	220.310	29.41%
N°140	0.149	199.560	11.74%
N°200	0.074	79.840	4.67%
> N°200		52.780	0.00%



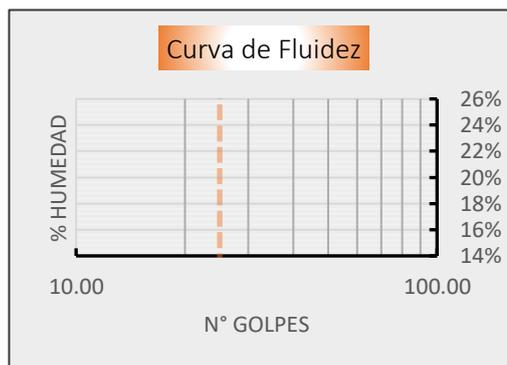
**Cu:** 6.98      **Cc:** 0.51

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes				
2. Peso de la tara (gr)				
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
4. Peso tara + Suelo seco (gr)				
5. Peso agua (gr)				
6. Peso Suelo seco (gr)				
7. Contenido Humedad (%)				

NP



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

NP

Grava %	13.99%
Arena %	81.34%
Finos %	4.67%
Limite Líquido	NP
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	13.32%
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.563
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.190	21.210	22.450	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	133.920	148.330	130.460	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	120.340	133.980	117.700	
4. Peso agua (gr)	13.580	14.350	12.760	
5. Peso Suelo seco (gr)	98.150	112.770	95.250	
6. Contenido Humedad (%)	13.84%	12.73%	13.40%	13.3%



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 03 Estrato 01 **Profundidad:** 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006795.67 m S - 766608.69 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 4.67%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 86.01%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS<5%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

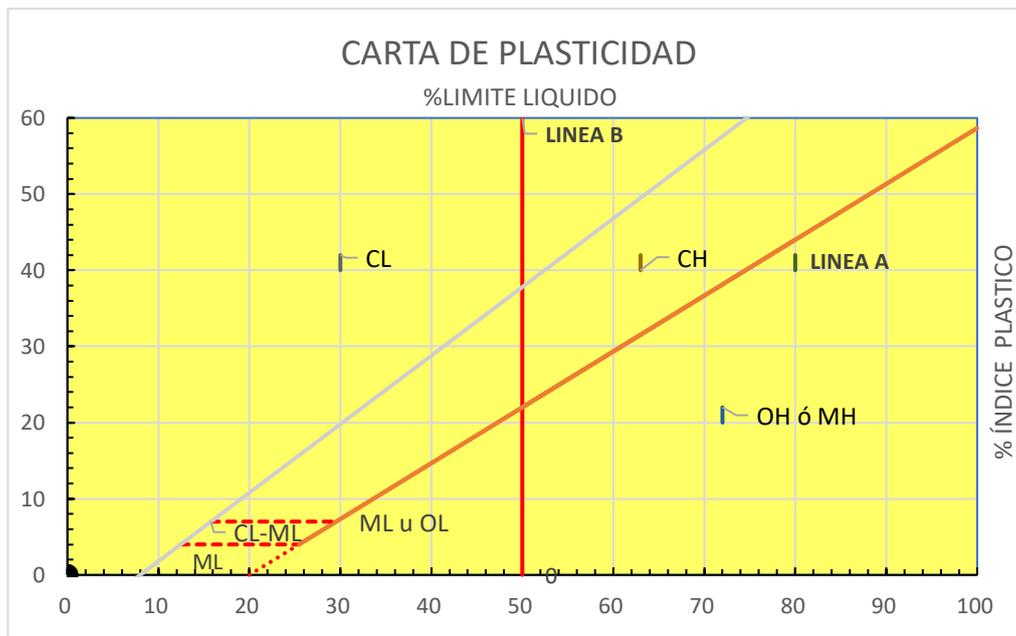
**CU:** 6.98

**CC:** 0.51

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** NP

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP**

**ARENA MAL GRADUADO**



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
 Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
 Muestra: Calicata N° 03 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m  
 Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9006795.67 m S - 766608.69 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 4.67%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 58.80%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 72.98%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 6.98

CC: 0.51

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: NP

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-3(0)**

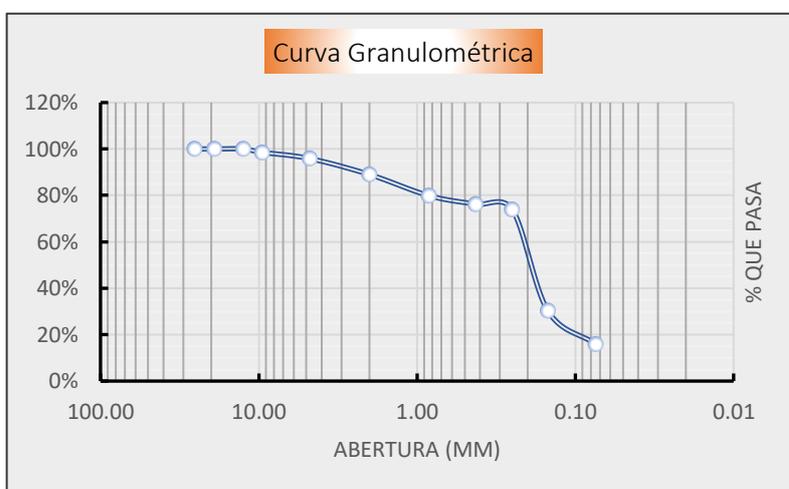


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 04 Estrato 01 **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006385.93 m S-766889.15 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1245.00
Peso final de la muestra (g)	1241.37

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	18.110	98.54%
N°4	4.760	33.210	95.87%
N°10	2.000	85.120	89.01%
N°20	0.840	113.380	79.88%
N°40	0.425	45.520	76.21%
N°60	0.250	29.410	73.84%
N°140	0.149	541.280	30.24%
N°200	0.074	177.980	15.90%
> N°200		197.360	0.00%



Cu: NP

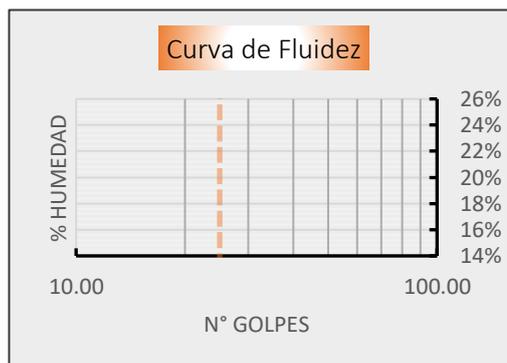
Cc: NP

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes				
2. Peso de la tara (gr)				
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
4. Peso tara + Suelo seco (gr)				
5. Peso agua (gr)				
6. Peso Suelo seco (gr)				
7. Contenido Humedad (%)				

NP



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				NP
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	4.13%
Arena %	79.97%
Finos %	15.90%
Limite Líquido	NP
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	17.12%
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.598
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	20.800	20.020	21.620	17.1%
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	134.450	134.700	139.480	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	118.860	116.040	123.210	
4. Peso agua (gr)	15.590	18.660	16.270	
5. Peso Suelo seco (gr)	98.060	96.020	101.590	
6. Contenido Humedad (%)	15.90%	19.43%	16.02%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 04 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9006385.93 m S-766889.15 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 15.90%

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 95.87%

**%FINOS<50%**

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS>12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

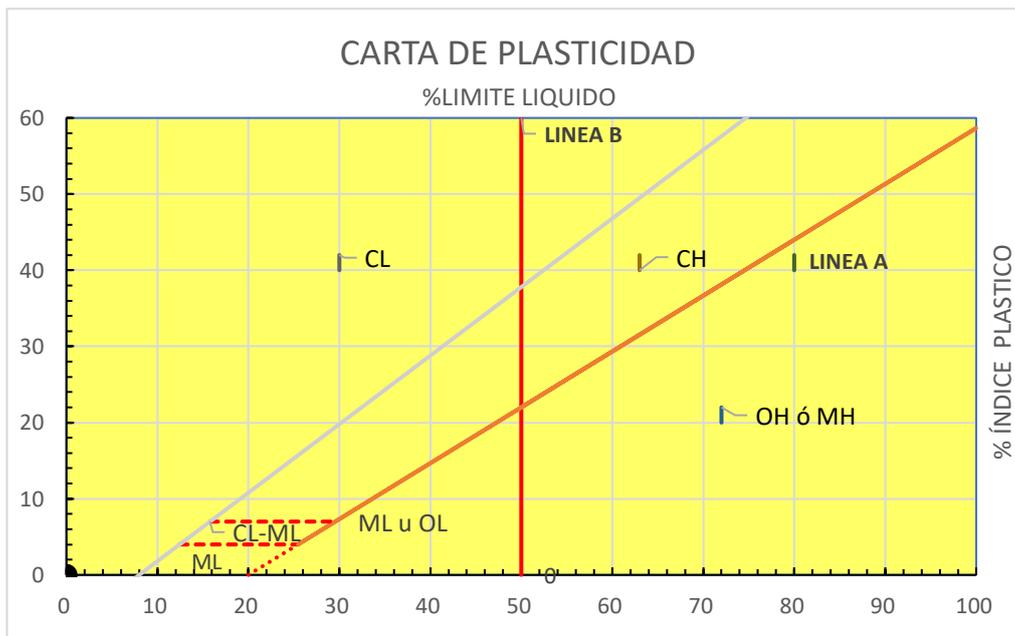
**CU:** NP

**CC:** NP

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** NP

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SC**

**ARENA ARCILLOSO**



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO**

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".				
Localización:	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.				
Muestra:	Calicata N°	04	Estrato	01	Profundidad: 1.50 m
Fecha:	Setiembre del 2022			Coordenadas:	9006385.93 m S-766889.15 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 15.90%

**%FINOS<=35%**

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 79.88%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 89.01%

CRITERIO GRANULOMETRÍA

**CU:** NP

**CC:** NP

CRITERIO LIMITES ATTERBEG

**LL:** NP

**IP:** NP

ÍNDICE DE GRUPO

0

CARACTERÍSTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**

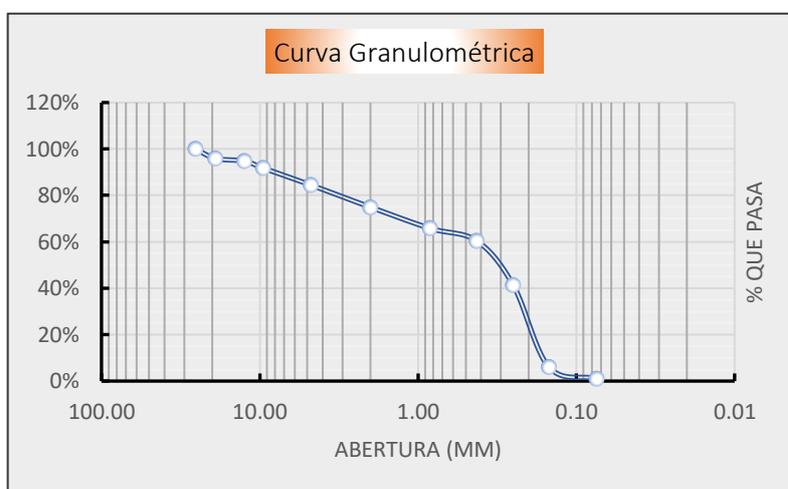


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 05 Estrato 01 **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006011.45 m S-767210.49 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	964.00
Peso final de la muestra (g)	963.79

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	39.580	95.89%
1/2"	12.500	10.510	94.80%
3/8"	9.525	29.030	91.79%
N°4	4.760	70.470	84.48%
N°10	2.000	91.880	74.95%
N°20	0.840	88.130	65.80%
N°40	0.425	52.020	60.40%
N°60	0.250	184.390	41.27%
N°140	0.149	339.650	6.03%
N°200	0.074	48.230	1.03%
> N°200		9.900	0.00%



**Cu:** 2.40

**Cc:** 0.73

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

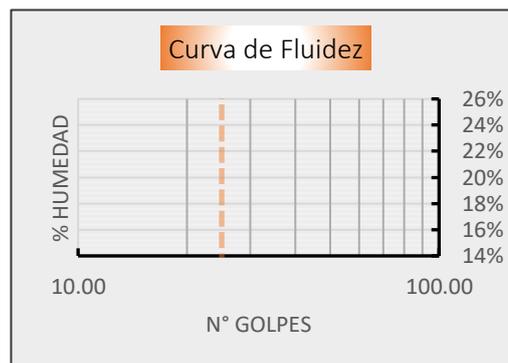
PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes				
2. Peso de la tara (gr)				
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
4. Peso tara + Suelo seco (gr)				
5. Peso agua (gr)				
6. Peso Suelo seco (gr)				
7. Contenido Humedad (%)				

**NP**

#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

**NP**



Grava %	15.52%
Arena %	83.45%
Finos %	1.03%
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	5.53%
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.614
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.250	22.580	21.230	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	122.170	135.630	135.360	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	116.800	129.870	129.380	
4. Peso agua (gr)	5.370	5.760	5.980	
5. Peso Suelo seco (gr)	94.550	107.290	108.150	
6. Contenido Humedad (%)	5.68%	5.37%	5.53%	<b>5.5%</b>



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 05 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9006011.45 m S-767210.49 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 1.03%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 84.48%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**

**%FINOS<5%**

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

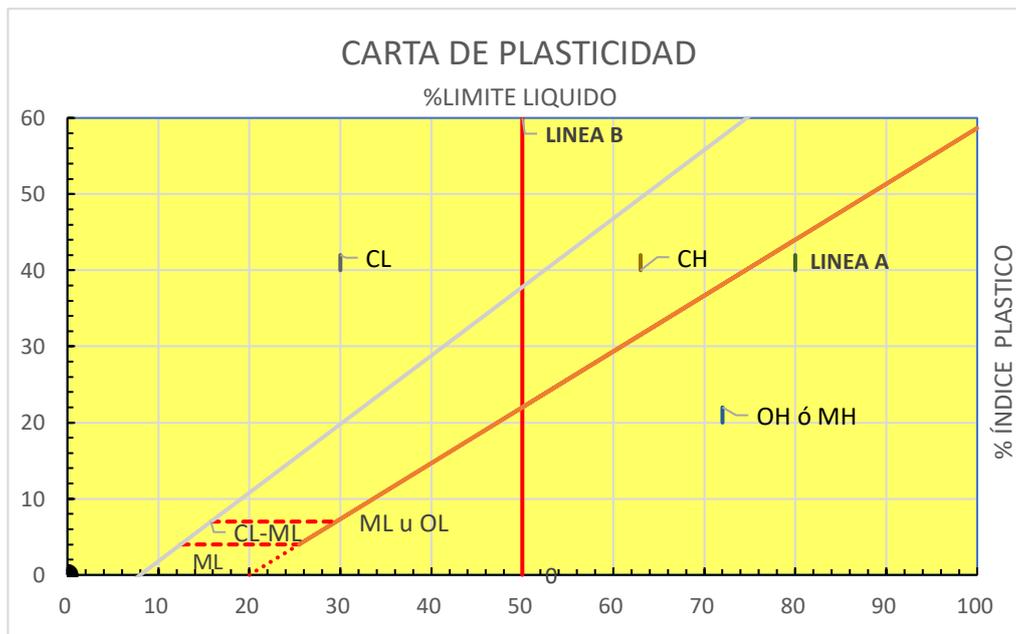
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 2.40

**LL:** NP

**CC:** 0.73

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP**

**ARENA MAL GRADUADO**



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".		
Localización:	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.		
Muestra:	Calicata N° 05	Estrato 01	Profundidad: 1.50 m
Fecha:	Setiembre del 2022		Coordenadas: 9006011.45 m S-767210.49 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 1.03%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 65.80%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 74.95%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 2.40

CC: 0.73

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: NP

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-3(0)**

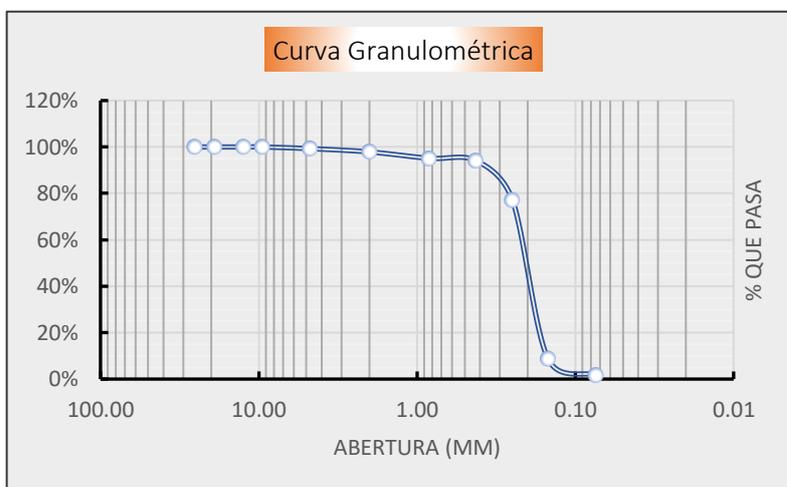


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 06 Estrato 01 **Profundidad:** 0.75 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006140.11 m S-767577.08 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1025.00
Peso final de la muestra (g)	1032.27

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	0.000	100.00%
N°4	4.760	7.340	99.29%
N°10	2.000	14.560	97.88%
N°20	0.840	28.450	95.12%
N°40	0.425	10.160	94.14%
N°60	0.250	174.500	77.23%
N°140	0.149	706.330	8.81%
N°200	0.074	73.420	1.70%
> N°200		17.510	0.00%



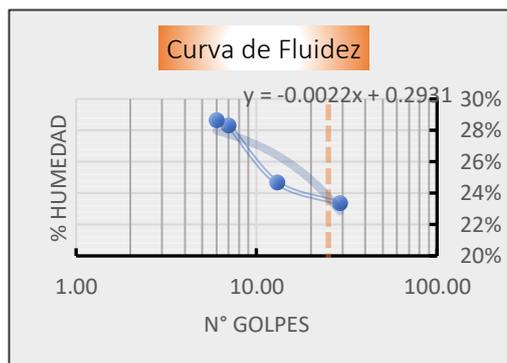
**Cu:** 1.54

**Cc:** 1.15

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	29.000	13.000	7.000	6.000
2. Peso de la tara (gr)	22.530	22.190	21.440	21.250
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	41.710	40.990	39.070	40.430
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	38.080	37.270	35.180	36.160
5. Peso agua (gr)	3.630	3.720	3.890	4.270
6. Peso Suelo seco (gr)	15.550	15.080	13.740	14.910
7. Contenido Humedad (%)	23.34%	24.67%	28.31%	28.64%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	0.71%
Arena %	97.59%
Finos %	1.70%
Límite Líquido	24%
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	17.39%
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.693
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	21.860	22.220	21.260	<b>17.4%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	133.810	147.630	147.560	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	118.160	128.720	128.140	
4. Peso agua (gr)	15.650	18.910	19.420	
5. Peso Suelo seco (gr)	96.300	106.500	106.880	
6. Contenido Humedad (%)	16.25%	17.76%	18.17%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 06 Estrato 01 **Profundidad:** 0.75 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006140.11 m S-767577.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 1.70%

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 99.29%

**%FINOS<50%**

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS<5%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

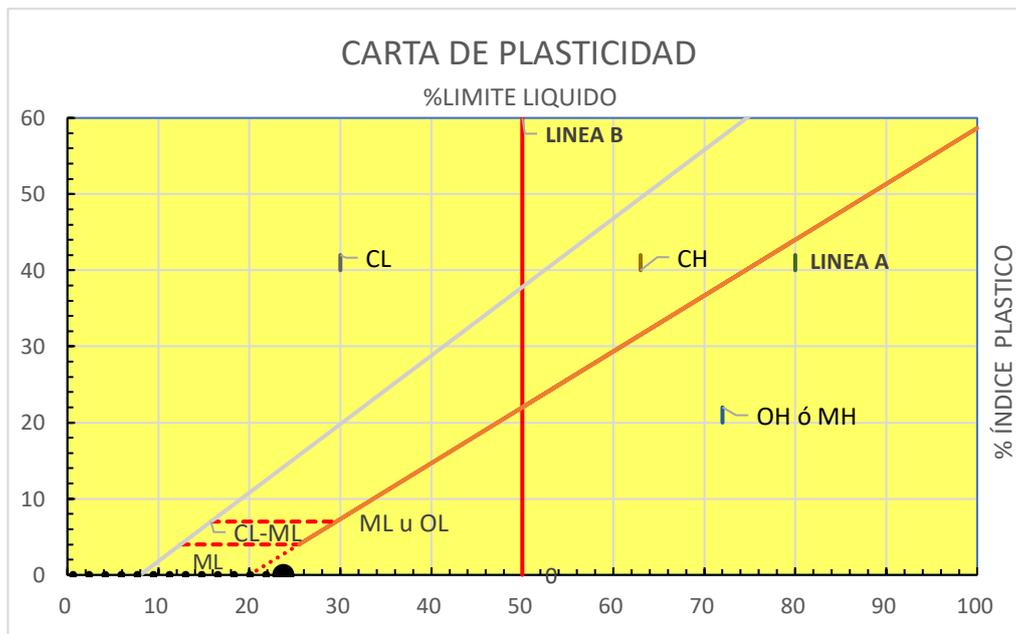
**CU:** 1.54

**CC:** 1.15

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 23.73%

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP**

**ARENA MAL GRADUADO**



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
 Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
 Muestra: Calicata N° 06 Estrato 01 Profundidad: 0.75 m  
 Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9006140.11 m S-767577.08 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 1.70%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 95.12%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 97.88%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 1.54

CC: 1.15

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 23.73%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-3(0)**

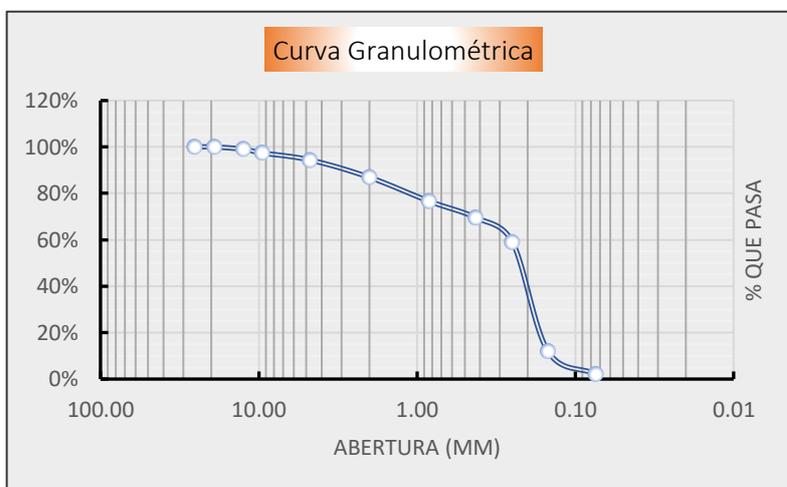


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 07 Estrato 01 **Profundidad:** 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005895.56 m S-767963.29 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	938.00
Peso final de la muestra (g)	936.65

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	9.020	99.04%
3/8"	9.525	15.110	97.42%
N°4	4.760	28.120	94.42%
N°10	2.000	70.140	86.93%
N°20	0.840	96.340	76.65%
N°40	0.425	66.540	69.54%
N°60	0.250	97.830	59.10%
N°140	0.149	440.870	12.03%
N°200	0.074	92.560	2.15%
> N°200		20.120	0.00%



**Cu:** 1.89

**Cc:** 1.14

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

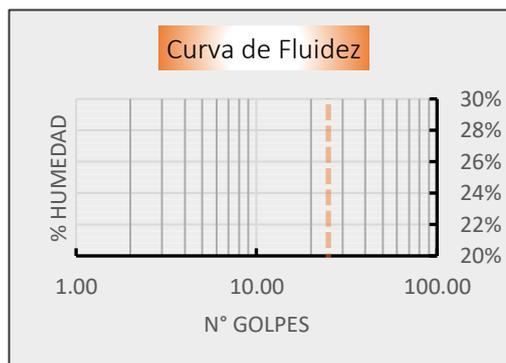
PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes				
2. Peso de la tara (gr)				
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
4. Peso tara + Suelo seco (gr)				
5. Peso agua (gr)				
6. Peso Suelo seco (gr)				
7. Contenido Humedad (%)				

NP

#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

NP



Grava %	5.58%
Arena %	92.27%
Finos %	2.15%
Limite Líquido	NP
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	2.18%
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.714
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.540	22.160	26.650	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	135.840	133.150	124.760	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	133.340	130.930	122.620	
4. Peso agua (gr)	2.500	2.220	2.140	
5. Peso Suelo seco (gr)	110.800	108.770	95.970	
6. Contenido Humedad (%)	2.26%	2.04%	2.23%	2.2%



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 07 Estrato 01 Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005895.56 m S-767963.29 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 2.15%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 94.42%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS<5%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

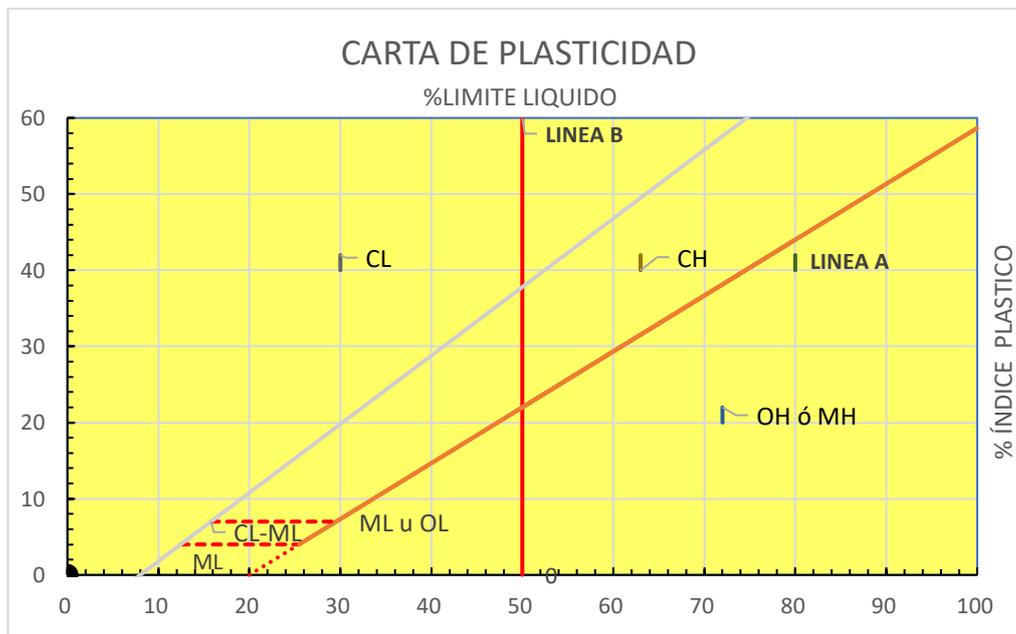
**CU:** 1.89

**CC:** 1.14

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** NP

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP**

**ARENA MAL GRADUADO**



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO**

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".		
Localización:	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.		
Muestra:	Calicata N° 07	Estrato 01	Profundidad: 0.40 m
Fecha:	Setiembre del 2022		Coordenadas: 9005895.56 m S-767963.29 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 2.15%

**%FINOS<=35%**

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 76.65%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 86.93%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

**CU:** 1.89

**CC:** 1.14

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** NP

**IP:** NP

**ÍNDICE DE GRUPO**

**0**

**CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO**

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

**En conclusión es un suelo:**

**A-3(0)**

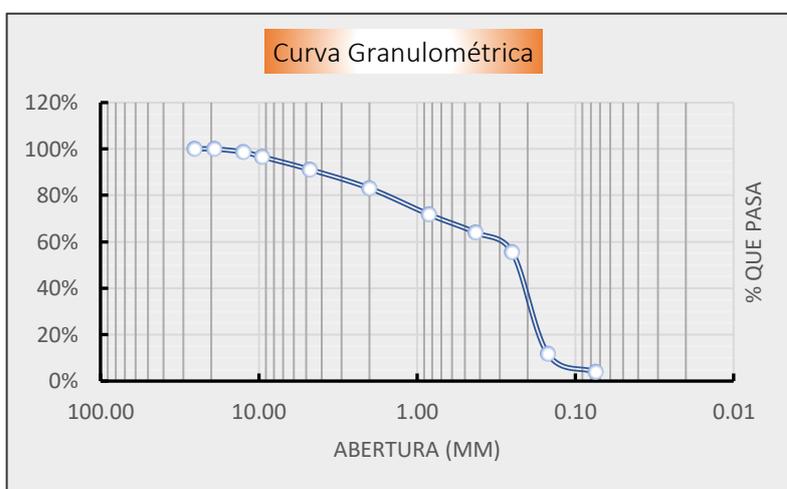


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 07 Estrato 02 **Profundidad:** 0.40 m-1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005895.56 m S-767963.29 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	884.00
Peso final de la muestra (g)	882.70

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	11.710	98.67%
3/8"	9.525	18.100	96.62%
N°4	4.760	48.310	91.15%
N°10	2.000	71.140	83.09%
N°20	0.840	99.810	71.78%
N°40	0.425	69.000	63.97%
N°60	0.250	75.050	55.46%
N°140	0.149	386.540	11.67%
N°200	0.074	68.940	3.86%
> N°200		34.100	0.00%



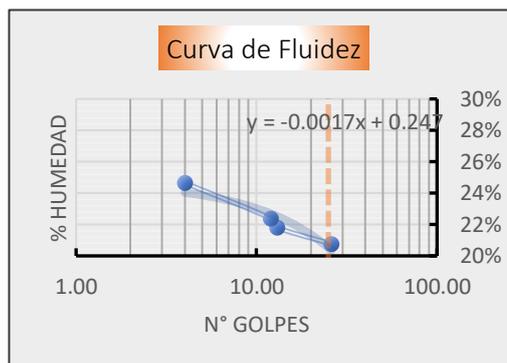
**Cu:** 2.50

**Cc:** 0.92

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	26.000	13.000	12.000	4.000
2. Peso de la tara (gr)	22.370	21.350	22.710	21.710
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	43.600	46.830	44.250	51.190
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	39.950	42.270	40.310	45.360
5. Peso agua (gr)	3.650	4.560	3.940	5.830
6. Peso Suelo seco (gr)	17.580	20.920	17.600	23.650
7. Contenido Humedad (%)	20.76%	21.80%	22.39%	24.65%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	8.85%
Arena %	87.29%
Finos %	3.86%
Limite Líquido	21%
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	1.80%
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.657
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	27.580	27.120	27.180	<b>1.8%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	150.860	121.780	141.620	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	149.960	119.660	138.970	
4. Peso agua (gr)	0.900	2.120	2.650	
5. Peso Suelo seco (gr)	122.380	92.540	111.790	
6. Contenido Humedad (%)	0.74%	2.29%	2.37%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 07 Estrato 02 Profundidad: 0.40 m-1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005895.56 m S-767963.29 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 3.86%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 91.15%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS<5%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

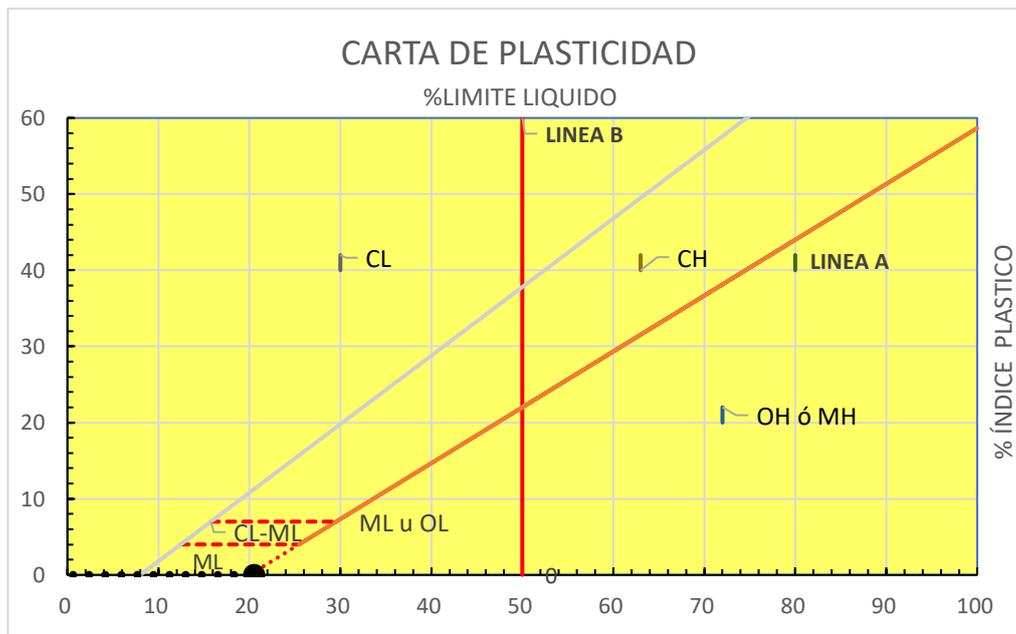
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 2.50

**LL:** 20.52%

**CC:** 0.92

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP**

**ARENA MAL GRADUADO**





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 07 Estrato 02 Profundidad: 0.40 m-1.50 m  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005895.56 m S-767963.29 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 3.86%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 71.78%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 83.09%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 2.50

CC: 0.92

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 20.52%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-3(0)**

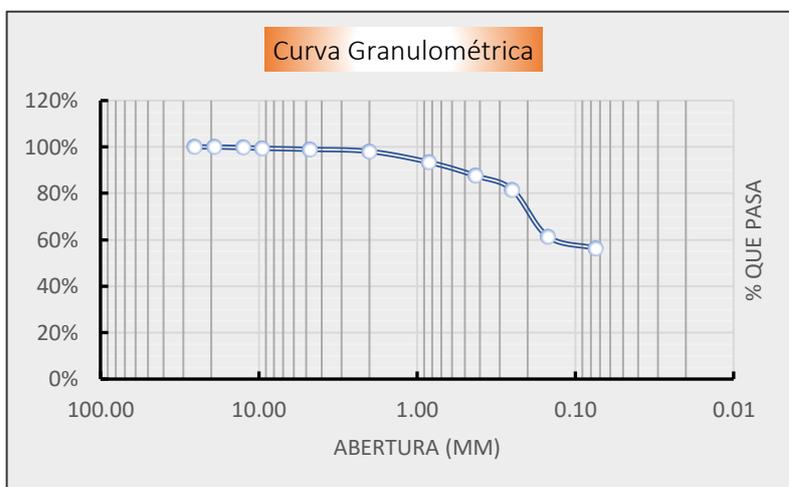


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 **Profundidad:** 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1238.00
Peso final de la muestra (g)	1236.73

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	3.570	99.71%
3/8"	9.525	3.310	99.44%
N°4	4.760	5.820	98.97%
N°10	2.000	10.840	98.10%
N°20	0.840	57.670	93.43%
N°40	0.425	72.330	87.59%
N°60	0.250	74.220	81.58%
N°140	0.149	249.910	61.38%
N°200	0.074	61.890	56.37%
> N°200		697.170	0.00%



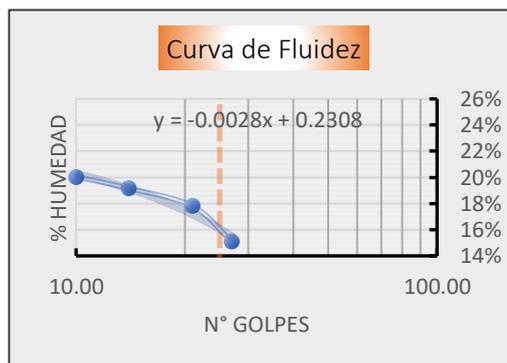
**Cu:** NP

**Cc:** NP

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	27.000	21.000	14.000	10.000
2. Peso de la tara (gr)	20.070	23.690	20.820	22.450
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	43.250	42.940	39.350	44.370
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	40.210	40.030	36.370	40.710
5. Peso agua (gr)	3.040	2.910	2.980	3.660
6. Peso Suelo seco (gr)	20.140	16.340	15.550	18.260
7. Contenido Humedad (%)	15.09%	17.81%	19.16%	20.04%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	1.03%
Arena %	42.60%
Finos %	56.37%
Limite Líquido	16%
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	19.00%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AAHSTO	A-4(0)
Gravedad Especifica	2.252
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	26.840	27.550	27.380	<b>19.0%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	125.780	135.160	151.400	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	109.300	118.690	131.650	
4. Peso agua (gr)	16.480	16.470	19.750	
5. Peso Suelo seco (gr)	82.460	91.140	104.270	
6. Contenido Humedad (%)	19.99%	18.07%	18.94%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 **Profundidad:** 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 56.37%

**%FINOS>50%**

**SUELO DE PARTICULAS FINAS**

**POR LO TANTO**

LA CLASIFICACIÓN SE HACE EN FUNCIÓN A GRANULOMETRÍA Y CONSISTENCIA

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**

**GRÁFICA**

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

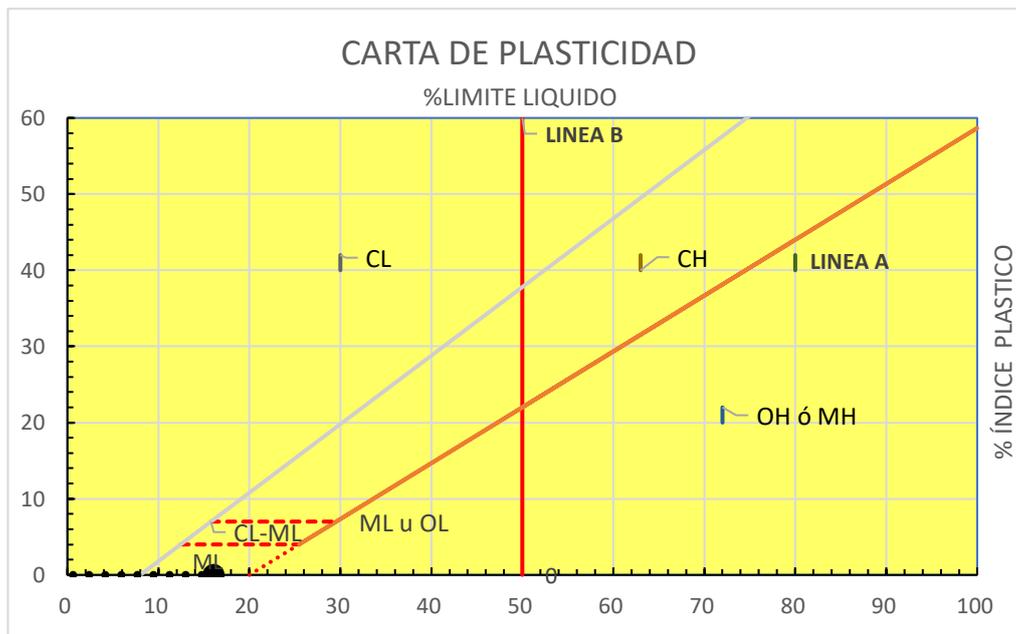
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** NP

**LL:** 16.06%

**CC:** NP

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**ML**

*LIMO INORGÁNICO*





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 08 Estrato 01 Profundidad: 0.40 m  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 56.37%

%FINOS>35%

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO

2. Limites de Consistencia: 93.43%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 98.10%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: NP

CC: NP

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 16.06%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-4	SUELO LIMOSO	POBRE A MALO

En conclusión es un suelo:

~~A-4~~(0)

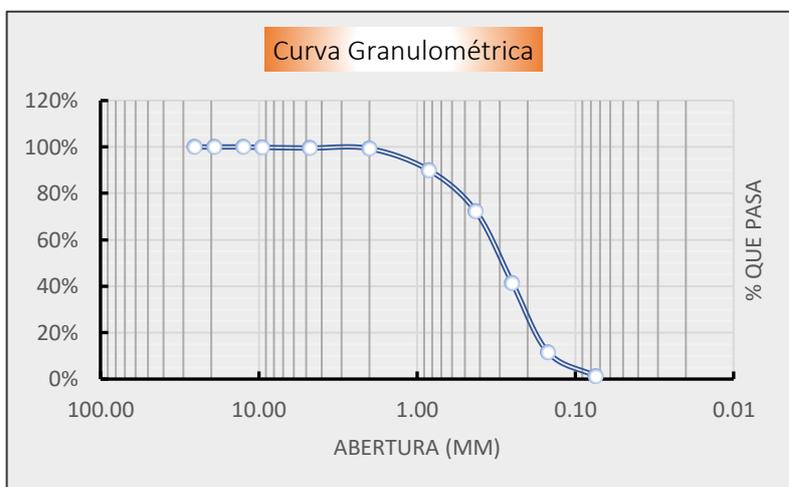


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 02 **Profundidad:** 0.40 m-1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1044.00
Peso final de la muestra (g)	1036.60

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	1.830	99.82%
N°4	4.760	2.980	99.54%
N°10	2.000	2.300	99.31%
N°20	0.840	96.500	90.00%
N°40	0.425	184.400	72.22%
N°60	0.250	319.240	41.42%
N°140	0.149	309.200	11.59%
N°200	0.074	107.050	1.26%
> N°200		13.100	0.00%

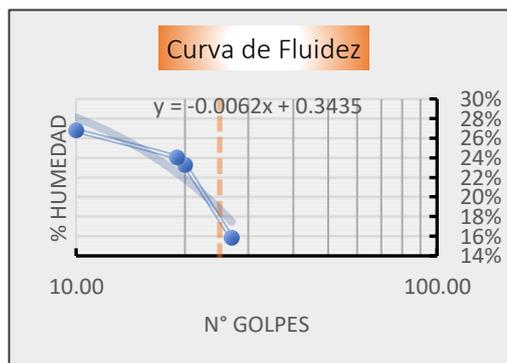


**Cu:** 2.55      **Cc:** 0.95

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	27.000	20.000	19.000	10.000
2. Peso de la tara (gr)	20.580	22.610	21.590	18.180
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	41.150	59.150	38.920	43.980
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	38.340	52.250	35.560	38.530
5. Peso agua (gr)	2.810	6.900	3.360	5.450
6. Peso Suelo seco (gr)	17.760	29.640	13.970	20.350
7. Contenido Humedad (%)	15.82%	23.28%	24.05%	26.78%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	0.46%
Arena %	98.27%
Finos %	1.26%
Límite Líquido	19%
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	10.71%
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.572
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	27.150	27.220	27.590	<b>10.7%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	134.250	137.820	133.610	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	123.900	127.180	123.290	
4. Peso agua (gr)	10.350	10.640	10.320	
5. Peso Suelo seco (gr)	96.750	99.960	95.700	
6. Contenido Humedad (%)	10.70%	10.64%	10.78%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 02 Profundidad: 0.40 m-1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 1.26%

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 99.54%

**%FINOS<50%**

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**

**%FINOS<5%**

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

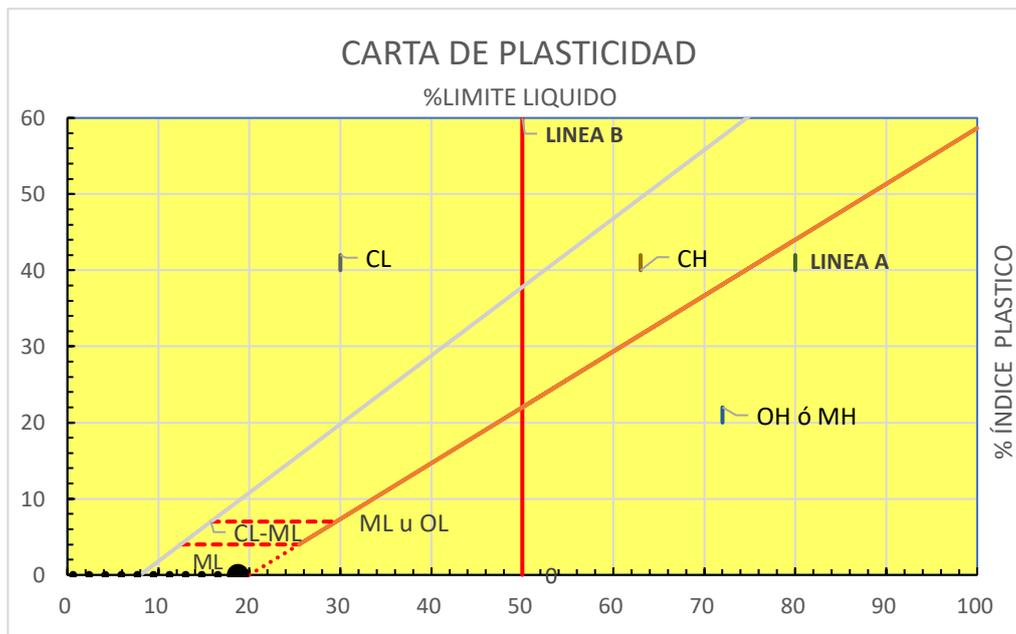
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 2.55

**LL:** 18.74%

**CC:** 0.95

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP**

**ARENA MAL GRADUADO**



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO**

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".		
Localización:	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.		
Muestra:	Calicata N° 08	Estrato 02	Profundidad: 0.40 m-1.50 m
Fecha:	Setiembre del 2022		Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 1.26%

**%FINOS<=35%**

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 90.00%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 99.31%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

**CU:** 2.55

**CC:** 0.95

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 18.74%

**IP:** NP

**ÍNDICE DE GRUPO**

**0**

**CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO**

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

**En conclusión es un suelo:**

**A-3(0)**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

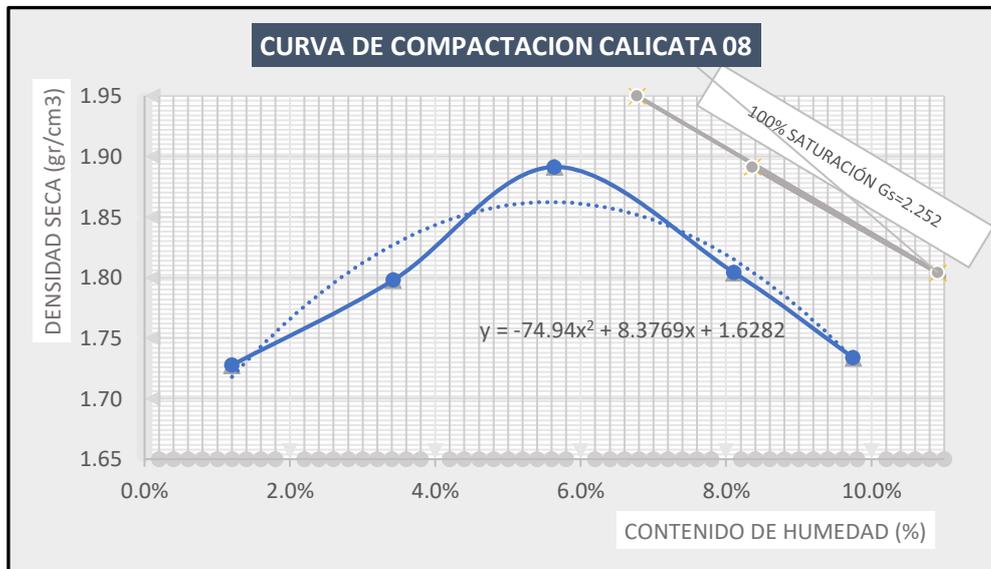
**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4109.00	4109.00	4109.00	4109.00	4109.00
2. Peso molde + muestra humeda	5762.00	5867.00	5998.00	5953.00	5908.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1653.00	1758.00	1889.00	1844.00	1799.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.748	1.859	1.998	1.950	1.903
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	217.67	243.41	240.58	179.39	179.44
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	749.36	742.05	813.17	692.30	754.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	743.05	725.55	782.61	653.84	703.62
4. Peso agua (gr)	6.31	16.50	30.56	38.46	51.09
5. Peso Suelo seco (gr)	525.38	482.14	542.03	474.45	524.18
Contenido Humedad (%)	1.201%	3.422%	5.638%	8.106%	9.747%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.798	1.891	1.804	1.734



Densidad Maxima	<b>1.894 gr/cm<sup>3</sup></b>
Humedad Optima	<b>5.61%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

Densidad Máxima	1.894 gr/cm3
Humedad Optima	5.61%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	7172	7162	6725
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11246	11437	11195
3. Peso muestra húmeda (gr)	4074.00	4275.00	4470.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.894	2.009	2.078
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	220.250	164.870	204.550
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	437.34	371.54	441.14
4. Peso agua (gr)	12.91	11.00	13.57
5. Peso Suelo seco (gr)	217.09	206.67	236.59
Contenido Humedad (%)	5.95%	5.32%	5.74%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.788	1.907	1.965

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.00	LI: 0.56
LF: 3.88	LF: 2.98	LF: 2.66
3.06%	2.35%	1.65%

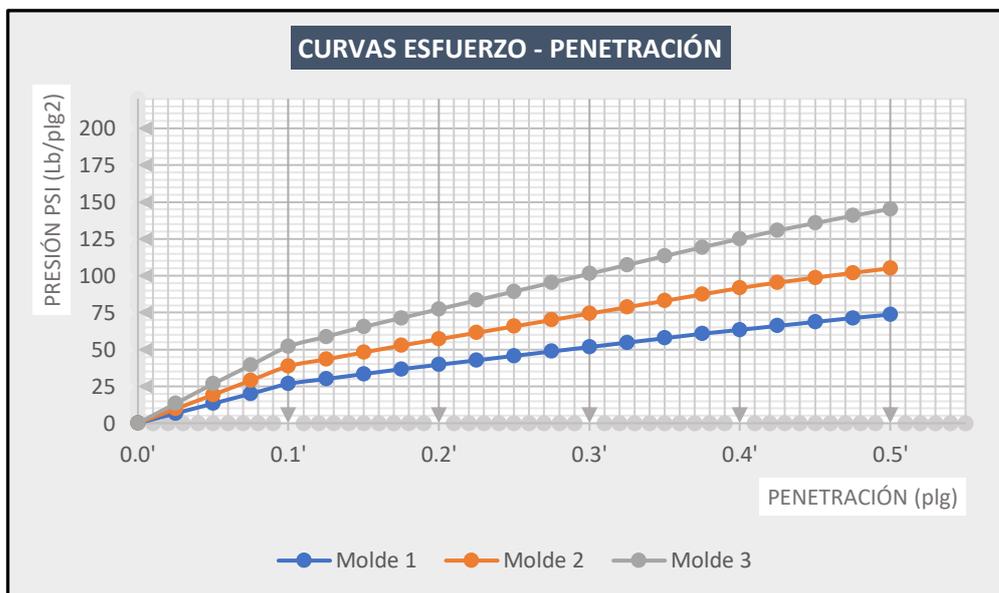
4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,246 gr	Pl: 11,437 gr	Pl: 11,195 gr
PF: 11,659 gr	PF: 11,822 gr	PF: 11,545 gr
WI: 5.95%	WI: 5.32%	WI: 5.74%
WF: 16.69%	WF: 14.81%	WF: 14.01%
10.74%	9.49%	8.28%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		20	6.67	29	9.67	40	13.33
0.050	1.270		40	13.33	58	19.33	80	26.67
0.075	1.905		60	20.00	87	29.00	118	39.33
0.100	2.540	1000.00	80	26.67	116	38.67	156	52.00
0.125	3.175		90	30.00	130	43.33	176	58.67
0.150	3.810		100	33.33	144	48.00	196	65.33
0.175	4.445		110	36.67	158	52.67	214	71.33
0.200	5.080	1500.00	119	39.67	171	57.00	232	77.33
0.225	5.715		128	42.67	184	61.33	250	83.33
0.250	6.350		137	45.67	197	65.67	268	89.33
0.275	6.985		146	48.67	210	70.00	286	95.33
0.300	7.620	1900.00	155	51.67	223	74.33	304	101.33
0.325	8.255		164	54.67	236	78.67	322	107.33
0.350	8.890		173	57.67	249	83.00	340	113.33
0.375	9.525		182	60.67	262	87.33	358	119.33
0.400	10.160	2300.00	190	63.33	275	91.67	375	125.00
0.425	10.795		198	66.00	286	95.33	392	130.67
0.450	11.430		206	68.67	296	98.67	407	135.67
0.475	12.065		214	71.33	306	102.00	422	140.67
0.500	12.700	2600.00	221	73.67	315	105.00	436	145.33

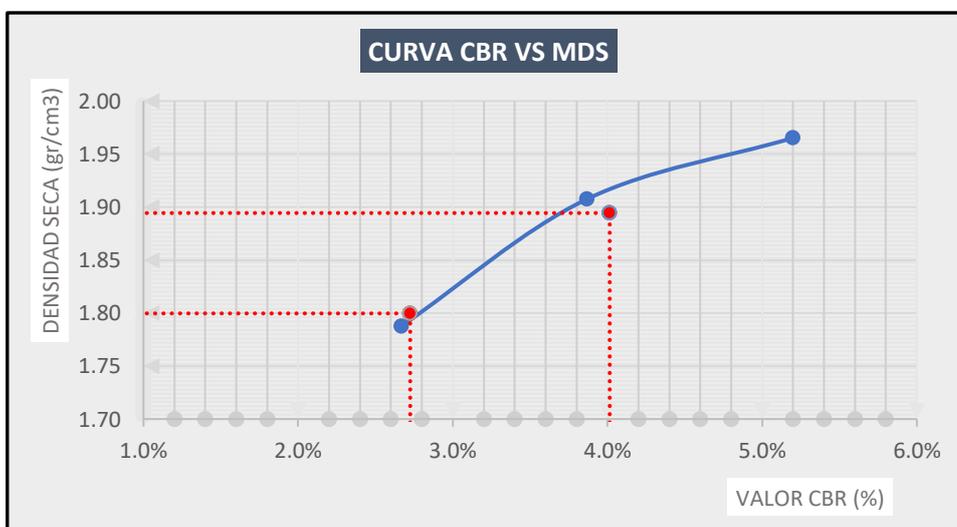
**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".					
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.					
<b>Muestra:</b>	<b>Calicata N°</b>	<b>08</b>	<b>Estrato</b>	<b>01</b>	<b>Profundidad:</b>	<b>0.40 m</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Setiembre del 2022</b>			<b>Coordenadas:</b>	<b>9005554.21 m S-768330.08 m E</b>	



**CORRECCIÓN DEL CBR**

Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	26.67	2.67%	38.66667	3.87%	52	5.20%	<b>CURVA CBR CORRECTA</b>
0.2	1500	39.67	2.64%	57.00	3.80%	77.33	5.16%	



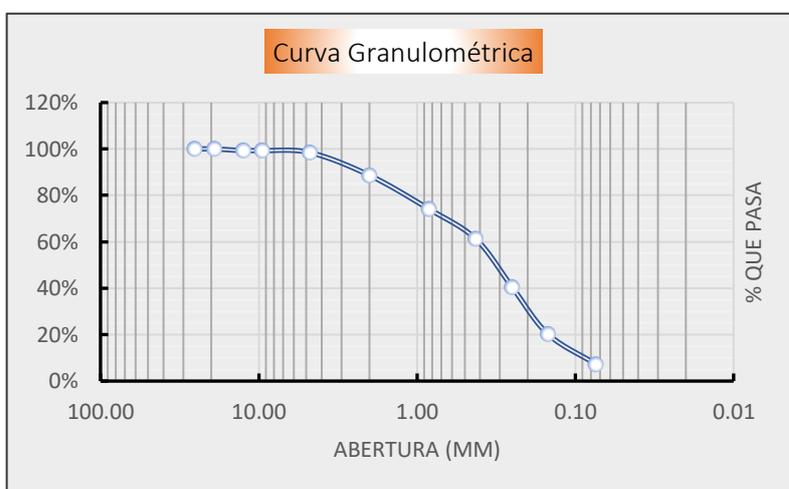
<b>CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>1.800 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.72%</b>
<b>CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>1.894 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>4.01%</b>

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 09 Estrato 01 **Profundidad:** 0.70 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005162.10 m S-768575.57 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1055.00
Peso final de la muestra (g)	1048.55

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	7.380	99.30%
3/8"	9.525	0.000	99.30%
N°4	4.760	8.650	98.47%
N°10	2.000	102.690	88.68%
N°20	0.840	152.730	74.11%
N°40	0.425	135.390	61.20%
N°60	0.250	218.410	40.37%
N°140	0.149	211.170	20.23%
N°200	0.074	135.830	7.28%
> N°200		76.300	0.00%

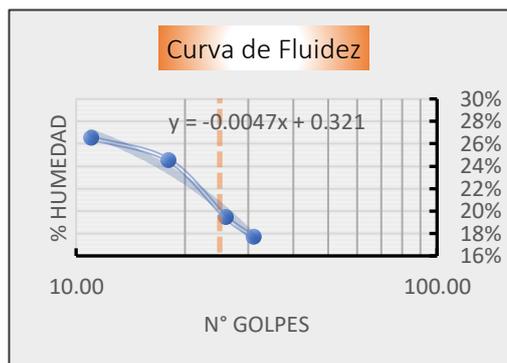


**Cu:** 4.28      **Cc:** 1.05

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	31.000	26.000	18.000	11.000
2. Peso de la tara (gr)	22.570	21.770	21.990	22.280
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	43.260	43.810	40.550	41.840
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	40.150	40.220	36.890	37.740
5. Peso agua (gr)	3.110	3.590	3.660	4.100
6. Peso Suelo seco (gr)	17.580	18.450	14.900	15.460
7. Contenido Humedad (%)	17.69%	19.46%	24.56%	26.52%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	1.53%
Arena %	91.19%
Finos %	7.28%
Límite Líquido	20%
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	2.35%
Clasificación SUCS	SP-SM
Clasificación AAHSTO	A-3(0)
Gravedad Especifica	2.728
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.170	28.620	27.920	<b>2.3%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	132.320	142.430	140.330	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	130.030	139.760	137.570	
4. Peso agua (gr)	2.290	2.670	2.760	
5. Peso Suelo seco (gr)	107.860	111.140	109.650	
6. Contenido Humedad (%)	2.12%	2.40%	2.52%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 09 Estrato 01 Profundidad: 0.70 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005162.10 m S-768575.57 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 7.28%

**%FINOS<50%**

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 98.47%

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** 5%<=%FINOS<=12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

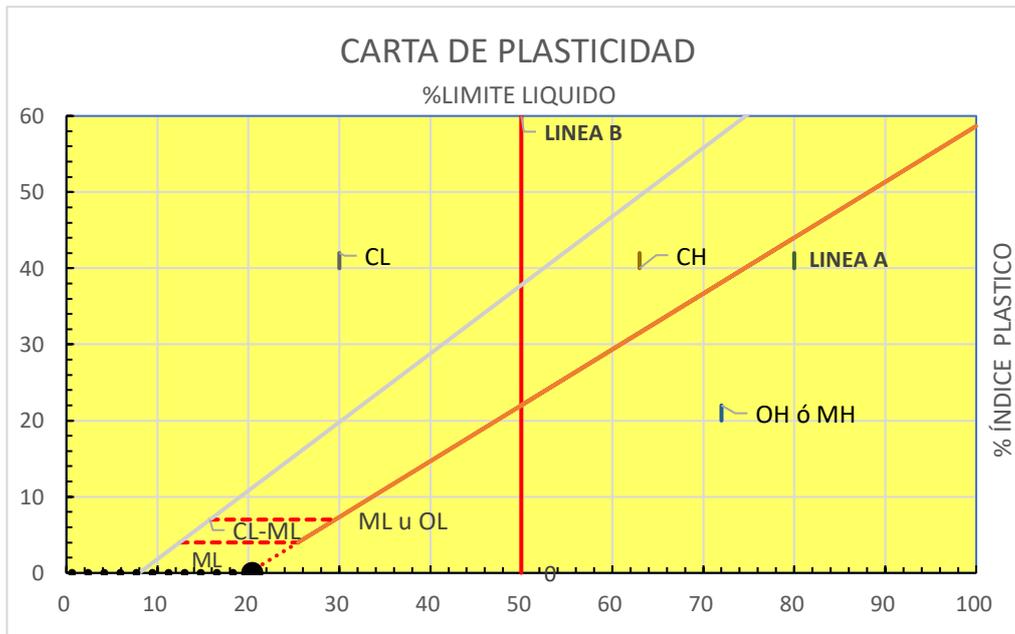
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 4.28

**LL:** 20.42%

**CC:** 1.05

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SM**

**ARENA MAL GRADUADO- LIMOSO**



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".		
Localización:	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.		
Muestra:	Calicata N° 09	Estrato 01	Profundidad: 0.70 m
Fecha:	Setiembre del 2022		Coordenadas: 9005162.10 m S-768575.57 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 7.28%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 74.11%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 88.68%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 4.28

CC: 1.05

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 20.42%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-3	ARENA FINA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-3(0)**

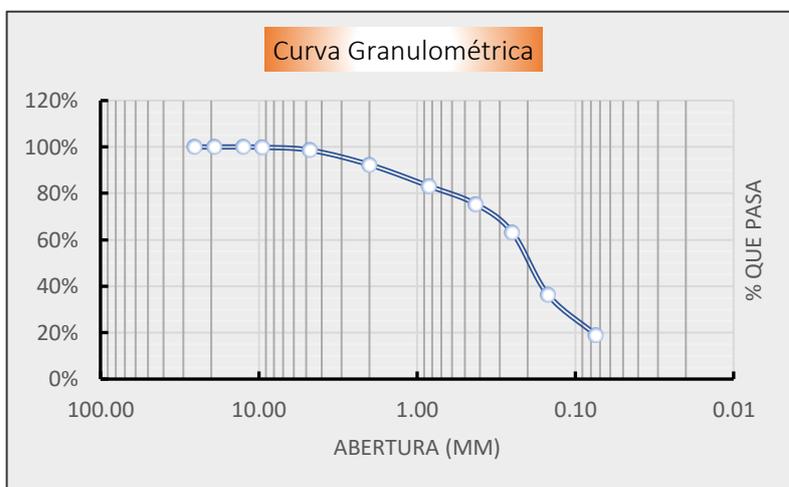


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 09 Estrato 02 **Profundidad:** 0.70 m-1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005162.10 m S-768575.57 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1110.00
Peso final de la muestra (g)	1107.48

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	1.820	99.84%
N°4	4.760	13.070	98.66%
N°10	2.000	69.600	92.37%
N°20	0.840	102.170	83.15%
N°40	0.425	85.970	75.38%
N°60	0.250	135.150	63.18%
N°140	0.149	296.400	36.42%
N°200	0.074	193.250	18.97%
> N°200		210.050	0.00%



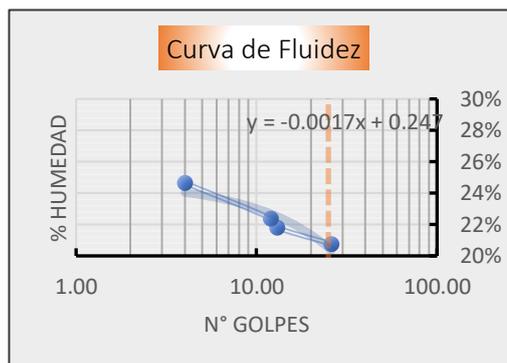
**Cu:** NP

**Cc:** NP

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	26.000	13.000	12.000	4.000
2. Peso de la tara (gr)	22.370	21.350	22.710	21.710
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	43.600	46.830	44.250	51.190
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	39.950	42.270	40.310	45.360
5. Peso agua (gr)	3.650	4.560	3.940	5.830
6. Peso Suelo seco (gr)	17.580	20.920	17.600	23.650
7. Contenido Humedad (%)	20.76%	21.80%	22.39%	24.65%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	1.34%
Arena %	79.69%
Finos %	18.97%
Limite Líquido	21%
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	1.80%
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.657
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	27.580	27.120	27.180	<b>1.8%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	150.860	121.780	141.620	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	149.960	119.660	138.970	
4. Peso agua (gr)	0.900	2.120	2.650	
5. Peso Suelo seco (gr)	122.380	92.540	111.790	
6. Contenido Humedad (%)	0.74%	2.29%	2.37%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 09 Estrato 02 Profundidad: 0.70 m-1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005162.10 m S-768575.57 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 18.97%

**%FINOS<50%**

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 98.66%

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS>12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

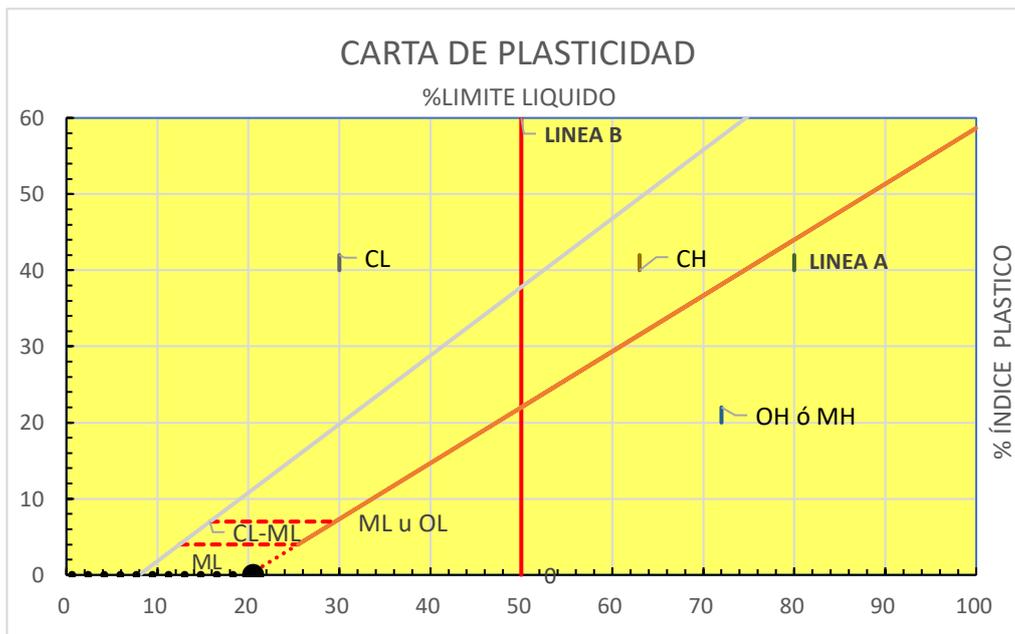
**CU:** NP

**CC:** NP

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 20.52%

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SC**

**ARENA ARCILLOSO**



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".		
Localización:	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.		
Muestra:	Calicata N° 09	Estrato 02	Profundidad: 0.70 m-1.50 m
Fecha:	Setiembre del 2022		Coordenadas: 9005162.10 m S-768575.57 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 18.97%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 83.15%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 92.37%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: NP

CC: NP

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 20.52%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**

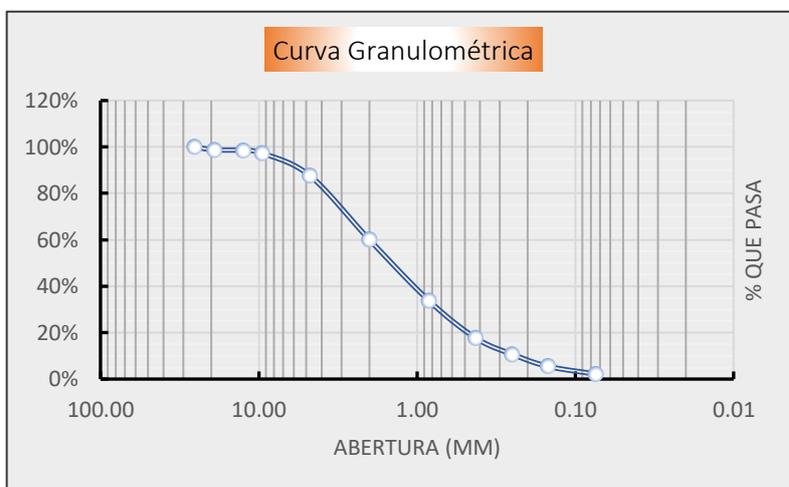


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 10 Estrato 01 **Profundidad:** 0.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9004729.00 m S-768776.43 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1060.00
Peso final de la muestra (g)	1058.78

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	12.820	98.79%
1/2"	12.500	2.560	98.55%
3/8"	9.525	12.750	97.34%
N°4	4.760	102.300	87.68%
N°10	2.000	292.470	60.06%
N°20	0.840	278.800	33.73%
N°40	0.425	170.230	17.65%
N°60	0.250	73.800	10.68%
N°140	0.149	55.050	5.48%
N°200	0.074	35.250	2.15%
> N°200		22.750	0.00%



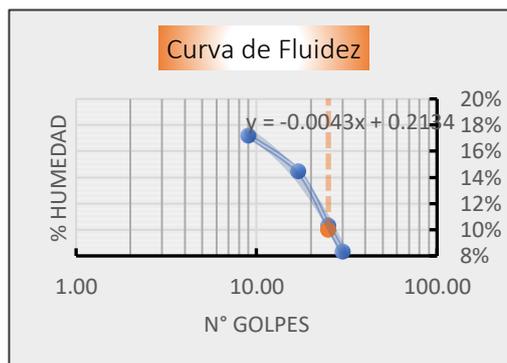
**Cu:** 8.32

**Cc:** 1.22

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	30.000	25.000	17.000	9.000
2. Peso de la tara (gr)	23.750	21.580	22.330	22.490
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	44.280	40.850	40.530	44.230
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	42.700	39.050	38.230	41.040
5. Peso agua (gr)	1.580	1.800	2.300	3.190
6. Peso Suelo seco (gr)	18.950	17.470	15.900	18.550
7. Contenido Humedad (%)	8.34%	10.30%	14.47%	17.20%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	12.32%
Arena %	85.53%
Finos %	2.15%
Limite Líquido	11%
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	1.55%
Clasificación SUCS	SW
Clasificación AAHSTO	A-1-b(0)
Gravedad Especifica	2.728
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	28.870	27.050	27.630	<b>1.6%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	137.790	135.440	128.300	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	136.290	133.470	126.900	
4. Peso agua (gr)	1.500	1.970	1.400	
5. Peso Suelo seco (gr)	107.420	106.420	99.270	
6. Contenido Humedad (%)	1.40%	1.85%	1.41%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 10 Estrato 01 Profundidad: 0.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9004729.00 m S-768776.43 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 2.15%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 87.68%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** %FINOS<5%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

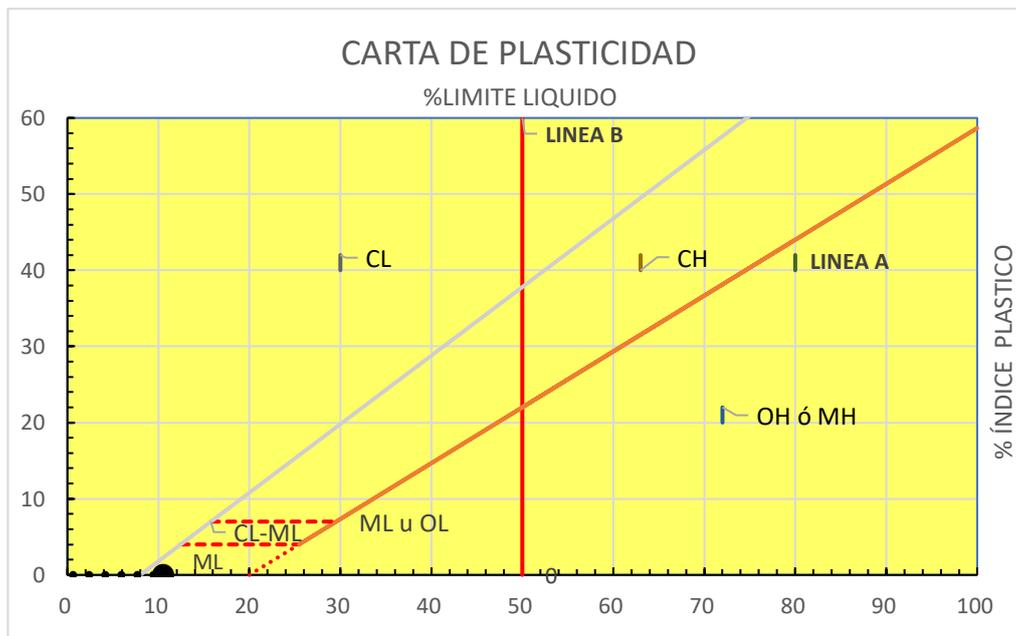
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 8.32

**LL:** 10.52%

**CC:** 1.22

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**SW**

**ARENA BIEN GRADUADO**





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 10 Estrato 01 Profundidad: 0.50 m  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9004729.00 m S-768776.43 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 2.15%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 33.73%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 60.06%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 8.32

CC: 1.22

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 10.52%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-1-b	FRAGMENTOS DE ROCA O GRAVA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-1-B(0)**

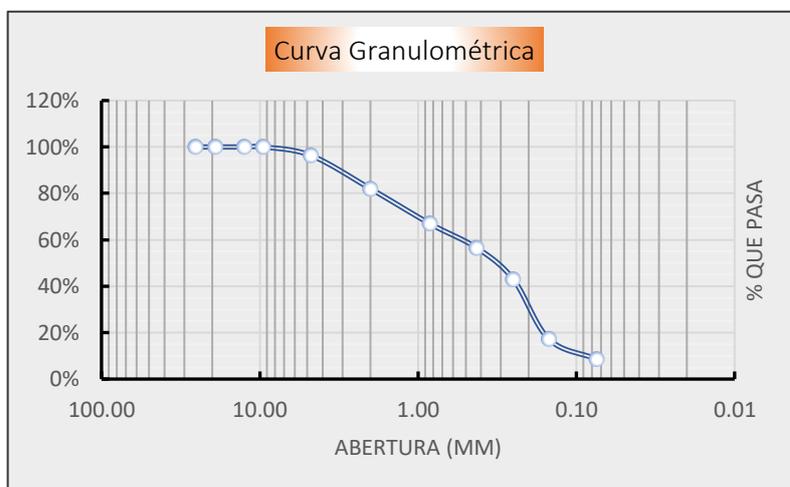


**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (1% NaCl) **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007523.98 m S - 766140.82 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1100.00
Peso final de la muestra (g)	1108.45

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	0.000	100.00%
N°4	4.760	40.150	96.38%
N°10	2.000	158.910	82.04%
N°20	0.840	167.540	66.93%
N°40	0.425	115.450	56.51%
N°60	0.250	150.260	42.96%
N°140	0.149	285.640	17.19%
N°200	0.074	95.630	8.56%
> N°200		94.870	0.00%

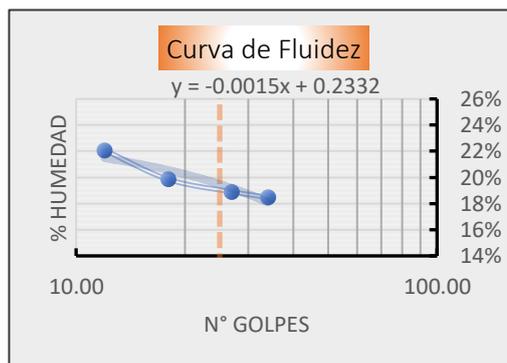


**Cu:** 6.30      **Cc:** 0.85

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	34.000	27.000	18.000	12.000
2. Peso de la tara (gr)	20.450	19.400	21.510	17.060
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	42.060	39.340	42.160	40.450
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	38.690	36.170	38.740	36.220
5. Peso agua (gr)	3.370	3.170	3.420	4.230
6. Peso Suelo seco (gr)	18.240	16.770	17.230	19.160
7. Contenido Humedad (%)	18.48%	18.90%	19.85%	22.08%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			15%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	24.880	22.680	23.460	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	31.400	34.940	31.070	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	30.590	33.160	30.190	
4. Peso agua (gr)	0.810	1.780	0.880	
5. Peso Suelo seco (gr)	5.710	10.480	6.730	
6. Contenido Humedad (%)	14.19%	16.98%	13.08%	

Grava %	3.62%
Arena %	87.82%
Finos %	8.56%
Limite Líquido	19%
Limite Plástico	15%
Índice de Plasticidad	5
Contenido Humedad	4.17%
Clasificación SUCS	SP-SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.672
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			4.17%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	19.050	20.870	16.770	
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	110.440	124.700	138.060	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	107.090	121.540	131.680	
4. Peso agua (gr)	3.350	3.160	6.380	
5. Peso Suelo seco (gr)	88.040	100.670	114.910	
6. Contenido Humedad (%)	3.81%	3.14%	5.55%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 8.56%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 96.38%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** 5%<=%FINOS<=12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

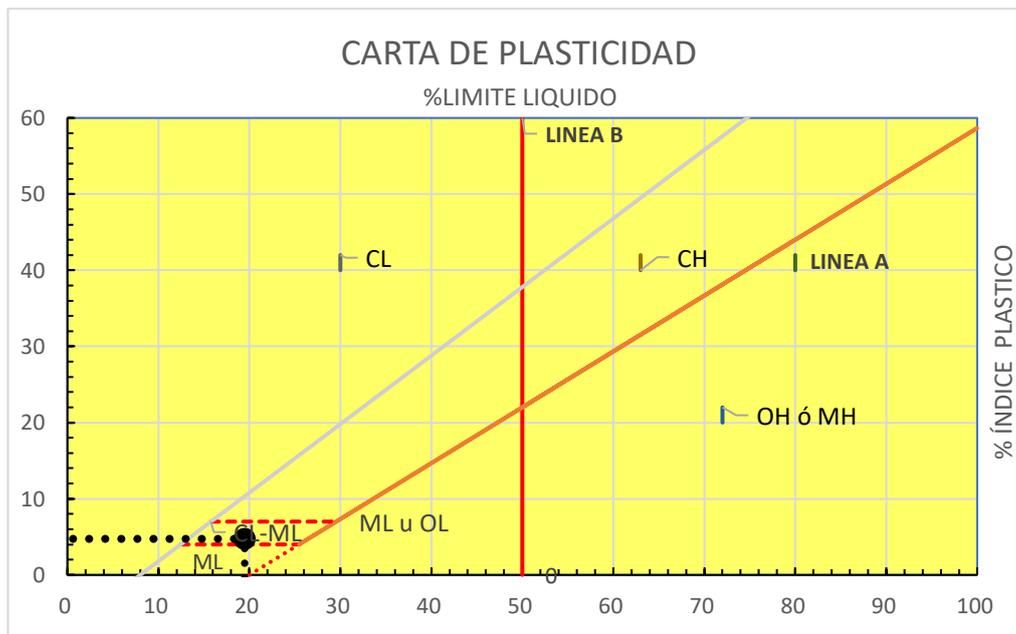
**CU:** 6.30

**CC:** 0.85

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 19.48%

**IP:** 5



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SC**

**ARENA MAL GRADUADO- ARCILLOSO**





### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
Localización: Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
Muestra: Calicata N° 01 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m  
Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 8.56%

%FINOS<=35%

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 66.93%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 82.04%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: 6.30

CC: 0.85

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 19.48%

IP: 5

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

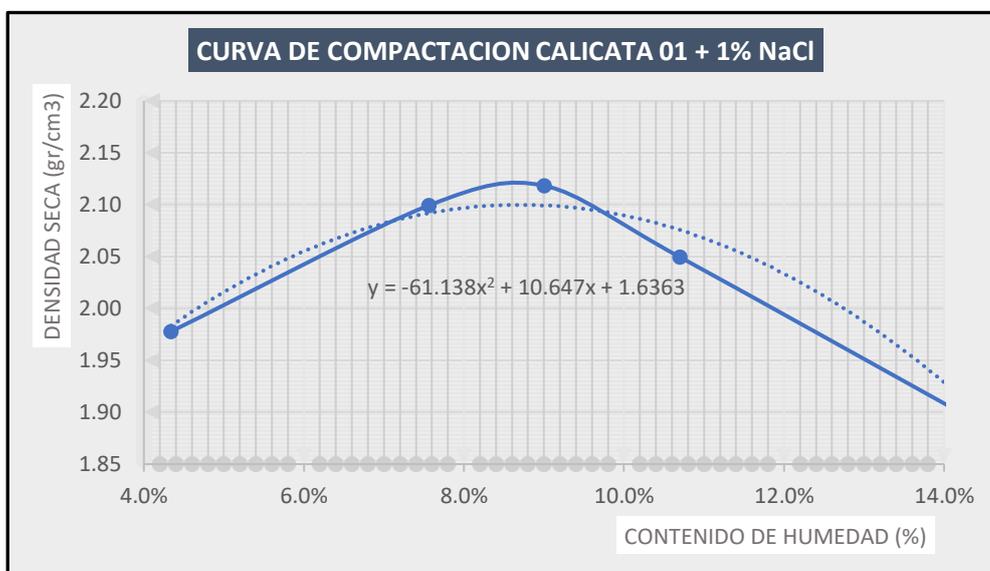
**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4109.00	4130.00	4130.00	4130.00	4119.00
2. Peso molde + muestra humeda	6060.00	6265.00	6313.00	6275.00	6150.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1951.00	2135.00	2183.00	2145.00	2031.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.064	2.258	2.309	2.269	2.148
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	234.60	211.84	210.70	159.82	87.05
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	857.96	800.20	816.01	760.58	784.37
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	832.04	758.82	766.01	702.52	693.87
4. Peso agua (gr)	25.92	41.38	50.00	58.06	90.50
5. Peso Suelo seco (gr)	597.44	546.98	555.31	542.70	606.82
Contenido Humedad (%)	4.339%	7.565%	9.004%	10.698%	14.914%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.978	2.099	2.118	2.049	1.869



Densidad Maxima	<b>2.106 gr/cm<sup>3</sup></b>
Humedad Optima	<b>8.45%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007523.98 m S - 766140.82 m E

Densidad Máxima	2.106 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	8.45%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	7174	7160	6720
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11710	11925	11803
3. Peso muestra húmeda (gr)	4536.00	4765.00	5083.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.109	2.239	2.363
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	431.34	364.51	436.05
4. Peso agua (gr)	18.91	18.03	18.66
5. Peso Suelo seco (gr)	220.64	204.69	224.21
Contenido Humedad (%)	8.57%	8.81%	8.32%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.942	2.058	2.181

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.00	LI: 0.56
LF: 2.73	LF: 1.96	LF: 2.18
2.15%	1.54%	1.28%

4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,710 gr	Pl: 11,925 gr	Pl: 11,803 gr
PF: 12,113 gr	PF: 12,252 gr	PF: 12,074 gr
WI: 8.57%	WI: 8.81%	WI: 8.32%
WF: 18.22%	WF: 16.28%	WF: 14.10%
9.65%	7.47%	5.78%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		23	7.67	53	17.67	65	21.67
0.050	1.270		43	14.33	88	29.33	127	42.33
0.075	1.905		61	20.33	122	40.67	182	60.67
0.100	2.540	1000.00	78	26.00	152	50.67	235	78.33
0.125	3.175		95	31.67	175	58.33	265	88.33
0.150	3.810		105	35.00	195	65.00	294	98.00
0.175	4.445		112	37.33	210	70.00	323	107.67
0.200	5.080	1500.00	117	39.00	225	75.00	352	117.33
0.225	5.715		122	40.67	240	80.00	381	127.00
0.250	6.350		126	42.00	255	85.00	410	136.67
0.275	6.985		130	43.33	270	90.00	439	146.33
0.300	7.620	1900.00	134	44.67	285	95.00	468	156.00
0.325	8.255		138	46.00	300	100.00	495	165.00
0.350	8.890		142	47.33	315	105.00	522	174.00
0.375	9.525		146	48.67	327	109.00	549	183.00
0.400	10.160	2300.00	149	49.67	339	113.00	576	192.00
0.425	10.795		152	50.67	351	117.00	601	200.33
0.450	11.430		155	51.67	363	121.00	626	208.67
0.475	12.065		158	52.67	373	124.33	651	217.00
0.500	12.700	2600.00	161	53.67	383	127.67	676	225.33



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

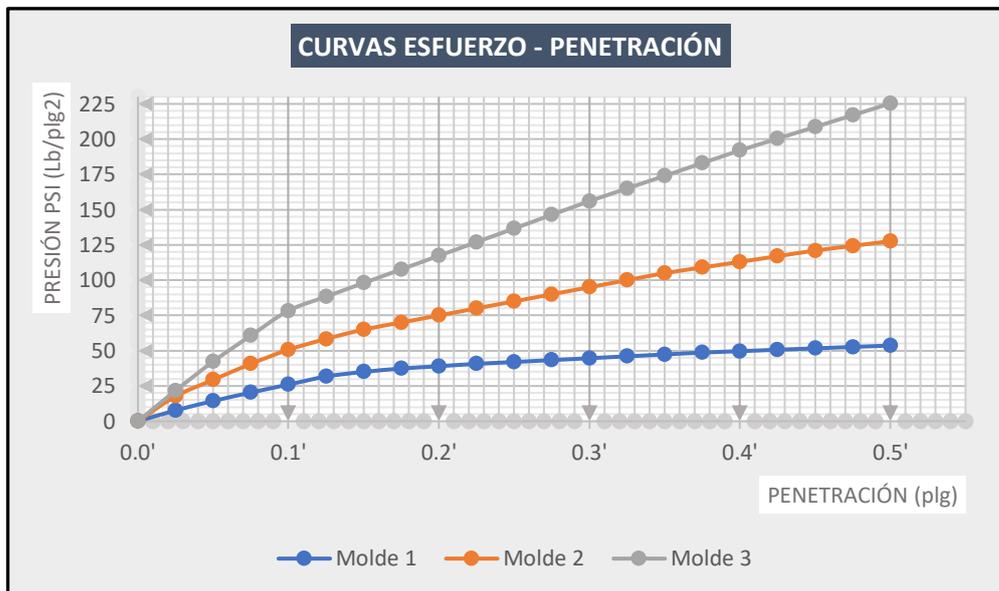
CBR

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

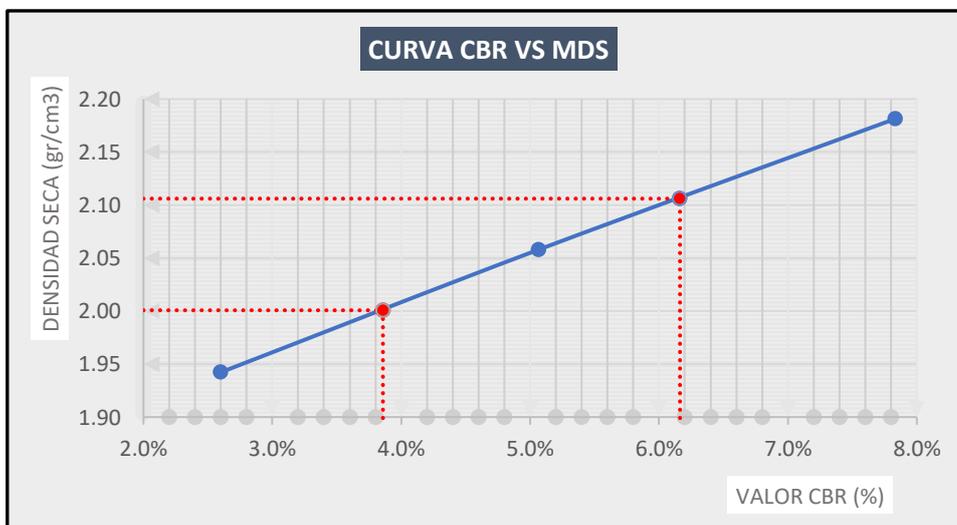
#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".					
Localización:	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.					
Muestra:	Calicata N°	01	Estrato	01	(1% NaCl)	Profundidad: 1.50 m
Fecha:	Setiembre del 2022				Coordenadas:	9007523.98 m S - 766140.82 m E



CORRECCIÓN DEL CBR								
Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	26.00	2.60%	50.66667	5.07%	78.33333	7.83%	CURVA CBR CORRECTA
0.2	1500	39.00	2.60%	75.00	5.00%	117.33	7.82%	



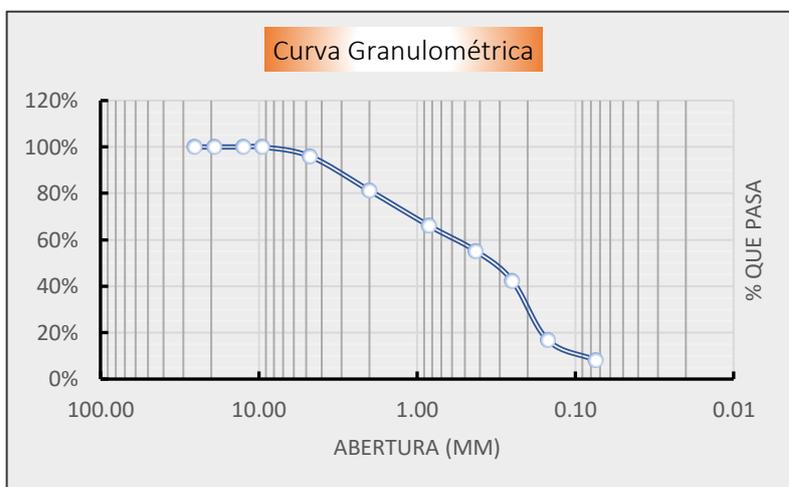
CBR 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	2.001 gr/cm <sup>3</sup>	3.86%
CBR 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	2.106 gr/cm <sup>3</sup>	6.16%

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (3% NaCl) **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007523.98 m S - 766140.82 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1150.00
Peso final de la muestra (g)	1145.56

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	0.000	100.00%
N°4	4.760	45.620	96.02%
N°10	2.000	168.950	81.27%
N°20	0.840	174.210	66.06%
N°40	0.425	124.570	55.19%
N°60	0.250	146.980	42.36%
N°140	0.149	293.450	16.74%
N°200	0.074	98.570	8.14%
> N°200		93.210	0.00%



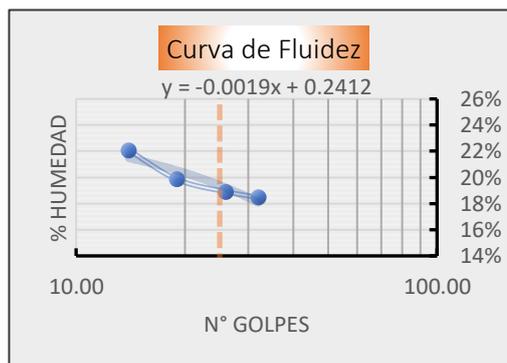
**Cu:** 6.47

**Cc:** 0.77

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	32.000	26.000	19.000	14.000
2. Peso de la tara (gr)	21.680	20.630	22.740	18.290
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	43.290	40.570	43.390	41.680
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	39.920	37.400	39.970	37.450
5. Peso agua (gr)	3.370	3.170	3.420	4.230
6. Peso Suelo seco (gr)	18.240	16.770	17.230	19.160
7. Contenido Humedad (%)	18.48%	18.90%	19.85%	22.08%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			18%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	23.340	21.140	21.920	18%
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	29.860	33.400	29.530	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	29.164	32.060	27.790	
4. Peso agua (gr)	0.696	1.340	1.740	
5. Peso Suelo seco (gr)	5.824	10.920	5.870	
6. Contenido Humedad (%)	11.95%	12.27%	29.64%	

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			2.48%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	22.700	24.520	20.420	2.48%
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	114.090	128.350	141.710	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	112.350	126.340	137.580	
4. Peso agua (gr)	1.740	2.010	4.130	
5. Peso Suelo seco (gr)	89.650	101.820	117.160	
6. Contenido Humedad (%)	1.94%	1.97%	3.53%	

Grava %	3.98%
Arena %	87.88%
Finos %	8.14%
Limite Líquido	19%
Limite Plástico	18%
Índice de Plasticidad	1
Contenido Humedad	2.48%
Clasificación SUCS	SP-SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.672
Índice de Grupo	0.00



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 8.14%

**%FINOS<50%**

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 96.02%

**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**

**%ARENA>50%**

**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**  $5\% \leq \%FINOS \leq 12\%$

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

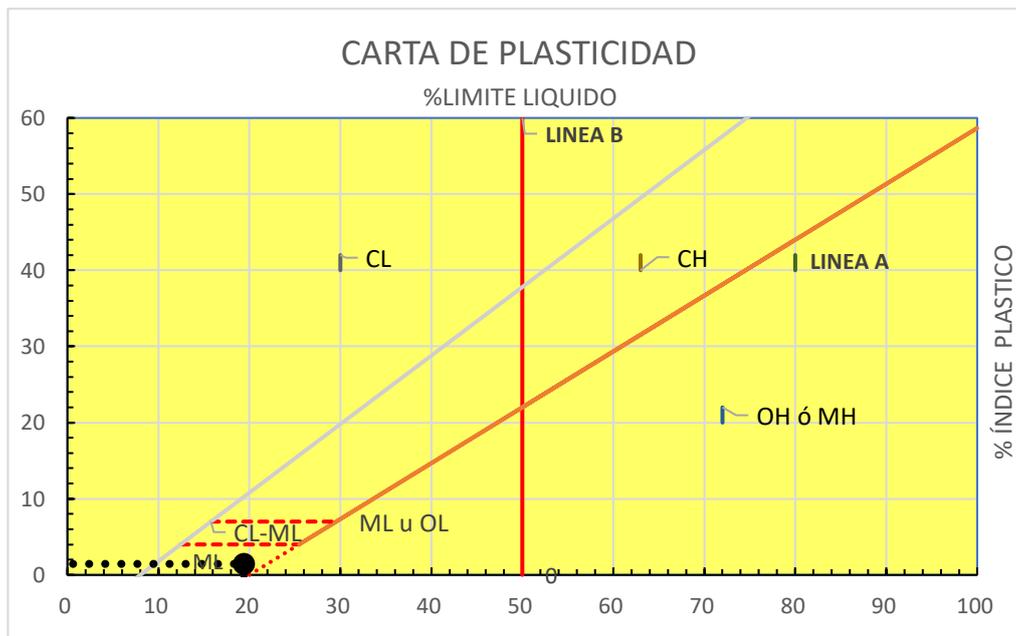
**CU:** 6.47

**CC:** 0.77

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 19.40%

**IP:** 1



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SC**

**ARENA MAL GRADUADO- ARCILLOSO**



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 8.14%

**%FINOS<=35%**

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 66.06%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 81.27%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

**CU:** 6.47

**CC:** 0.77

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 19.40%

**IP:** 1

**ÍNDICE DE GRUPO**

0

**CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO**

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

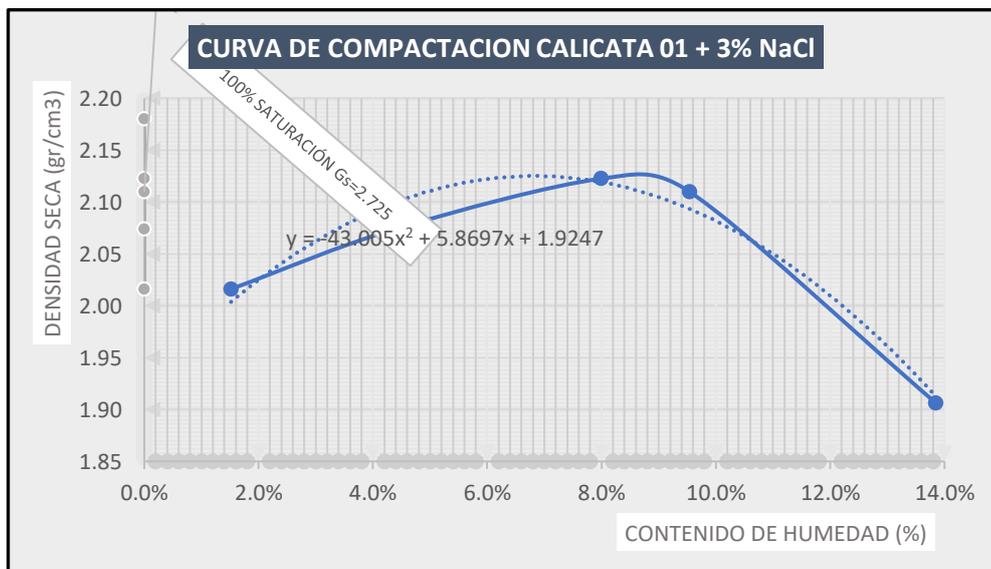
**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (3% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4130.00	4119.00	4130.00	4110.00	4110.00
2. Peso molde + muestra humeda	6065.00	6166.00	6297.00	6295.00	6162.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1935.00	2047.00	2167.00	2185.00	2052.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.047	2.165	2.292	2.311	2.170
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	210.93	86.56	234.87	212.20	158.17
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	709.08	692.55	791.73	795.30	774.61
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	701.64	667.04	750.52	744.52	699.64
4. Peso agua (gr)	7.44	25.51	41.21	50.78	74.97
5. Peso Suelo seco (gr)	490.71	580.48	515.65	532.32	541.47
Contenido Humedad (%)	1.516%	4.395%	7.992%	9.539%	13.846%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.016	2.074	2.122	2.110	1.906



Densidad Maxima	<b>2.114 gr/cm<sup>3</sup></b>
Humedad Optima	<b>8.77%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (3% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

Densidad Máxima	2.114 gr/cm3
Humedad Optima	8.77%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	7174	7160	6720
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11764	11996	11760
3. Peso muestra húmeda (gr)	4590.00	4836.00	5040.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.134	2.273	2.343
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	431.34	364.51	436.05
4. Peso agua (gr)	18.91	18.03	18.66
5. Peso Suelo seco (gr)	220.64	204.69	224.21
Contenido Humedad (%)	8.57%	8.81%	8.32%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.965	2.089	2.163

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.00	LI: 0.56
LF: 2.55	LF: 1.90	LF: 1.95
2.01%	1.50%	1.09%

4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
PI: 11,764 gr	PI: 11,996 gr	PI: 11,760 gr
PF: 12,090 gr	PF: 12,265 gr	PF: 11,749 gr
WI: 8.57%	WI: 8.81%	WI: 8.32%
WF: 16.28%	WF: 14.86%	WF: 8.09%
7.71%	6.05%	-0.24%

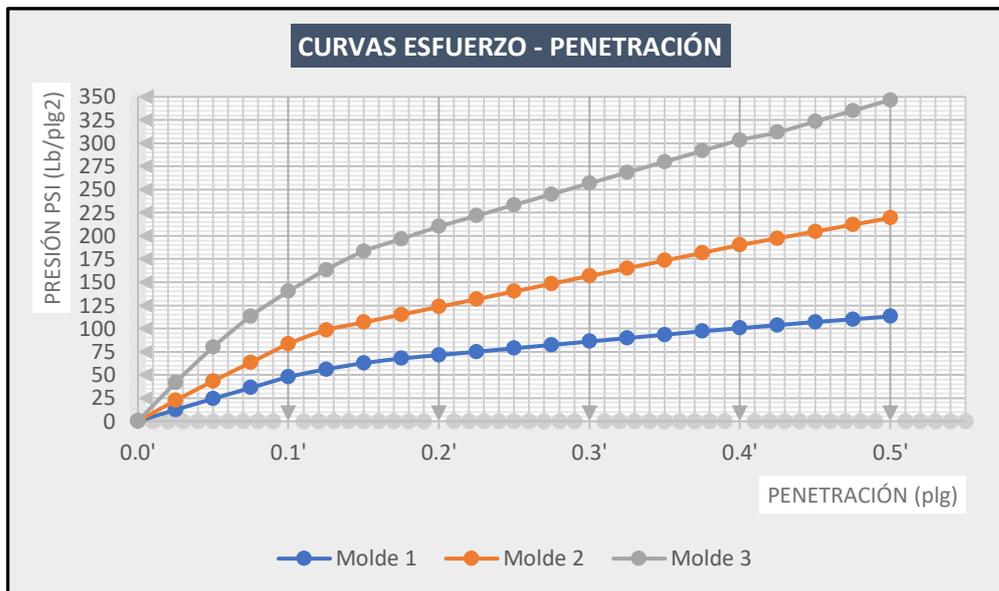
Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		37	12.33	67	22.33	125	41.67
0.050	1.270		73	24.33	130	43.33	240	80.00
0.075	1.905		108	36.00	190	63.33	340	113.33
0.100	2.540	1000.00	143	47.67	250	83.33	420	140.00
0.125	3.175		168	56.00	295	98.33	490	163.33
0.150	3.810		188	62.67	320	106.67	550	183.33
0.175	4.445		203	67.67	345	115.00	590	196.67
0.200	5.080	1500.00	214	71.33	370	123.33	630	210.00
0.225	5.715		225	75.00	395	131.67	665	221.67
0.250	6.350		236	78.67	420	140.00	700	233.33
0.275	6.985		247	82.33	445	148.33	735	245.00
0.300	7.620	1900.00	258	86.00	470	156.67	770	256.67
0.325	8.255		269	89.67	495	165.00	805	268.33
0.350	8.890		280	93.33	520	173.33	840	280.00
0.375	9.525		291	97.00	545	181.67	875	291.67
0.400	10.160	2300.00	301	100.33	570	190.00	910	303.33
0.425	10.795		311	103.67	592	197.33	935	311.67
0.450	11.430		321	107.00	614	204.67	970	323.33
0.475	12.065		330	110.00	636	212.00	1005	335.00
0.500	12.700	2600.00	339	113.00	658	219.33	1040	346.67

935  
960  
995  
1030

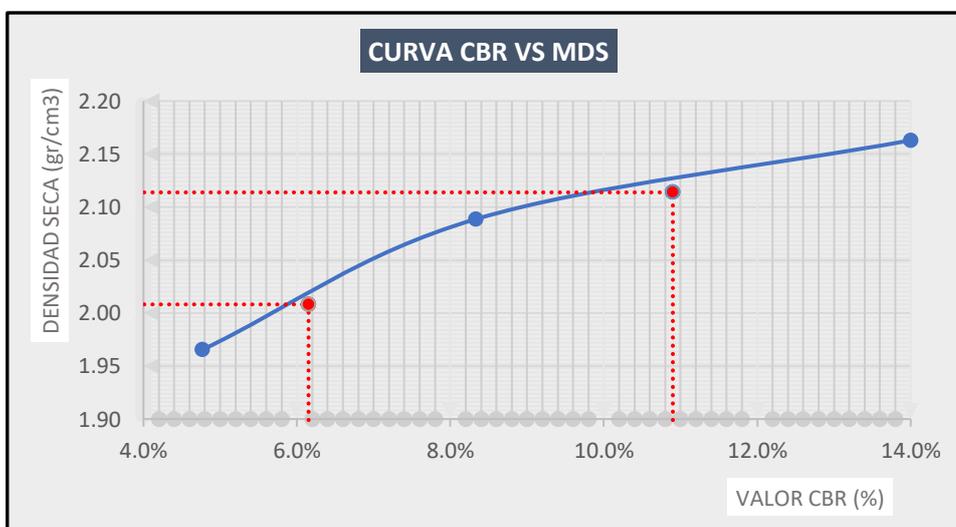
**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".						
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.						
<b>Muestra:</b>	<b>Calicata N°</b>	<b>01</b>	<b>Estrato</b>	<b>01</b>	<b>(3% NaCl)</b>	<b>Profundidad:</b>	<b>1.50 m</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Setiembre del 2022</b>					<b>Coordenadas:</b>	<b>9007523.98 m S - 766140.82 m E</b>



**CORRECCIÓN DEL CBR**

Penetración (pulg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	47.67	4.77%	83.33333	8.33%	140	14.00%	<b>CORRECCIÓN POR TANGENTE</b>
0.2	1500	71.33	4.76%	123.33	8.22%	210.00	14.00%	



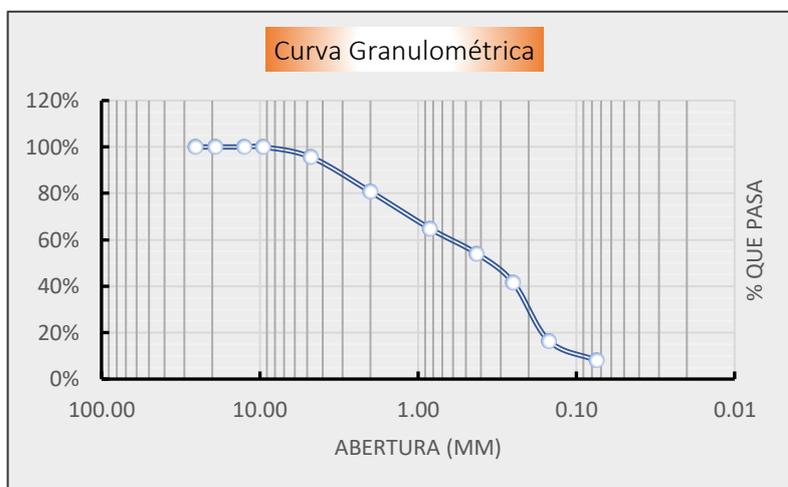
<b>CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>2.008 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>6.15%</b>
<b>CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>2.114 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>10.90%</b>

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (5% NaCl) **Profundidad:** 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007523.98 m S - 766140.82 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1180.00
Peso final de la muestra (g)	1177.34

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	0.000	100.00%
3/8"	9.525	0.000	100.00%
N°4	4.760	51.490	95.63%
N°10	2.000	174.870	80.77%
N°20	0.840	187.540	64.84%
N°40	0.425	126.890	54.07%
N°60	0.250	147.850	41.51%
N°140	0.149	294.780	16.47%
N°200	0.074	99.670	8.01%
> N°200		94.250	0.00%

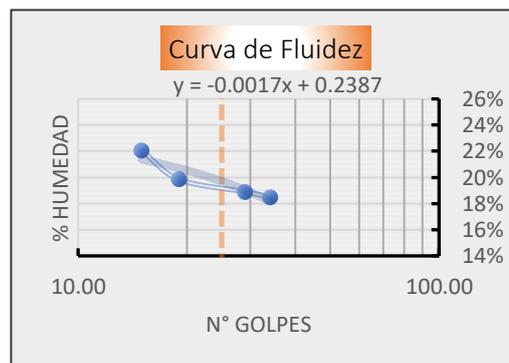


**Cu:** 6.82      **Cc:** 0.71

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	34.000	29.000	19.000	15.000
2. Peso de la tara (gr)	20.160	19.110	21.220	16.770
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	41.770	39.050	41.870	40.160
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	38.400	35.880	38.450	35.930
5. Peso agua (gr)	3.370	3.170	3.420	4.230
6. Peso Suelo seco (gr)	18.240	16.770	17.230	19.160
7. Contenido Humedad (%)	18.48%	18.90%	19.85%	22.08%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			20%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	24.750	22.550	23.330	20%
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	31.270	34.810	30.940	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	30.014	34.120	29.200	
4. Peso agua (gr)	1.256	0.690	1.740	
5. Peso Suelo seco (gr)	5.264	11.570	5.870	
6. Contenido Humedad (%)	23.86%	5.96%	29.64%	

Grava %	4.37%
Arena %	87.62%
Finos %	8.01%
Limite Líquido	20%
Limite Plástico	20%
Índice de Plasticidad	0
Contenido Humedad	2.69%
Clasificación SUCS	SP-SC
Clasificación AAHSTO	A-2-4(0)
Gravedad Especifica	2.672
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			2.69%
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	24.170	25.990	21.890	2.69%
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	115.560	129.820	143.180	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	113.210	128.150	138.740	
4. Peso agua (gr)	2.350	1.670	4.440	
5. Peso Suelo seco (gr)	89.040	102.160	116.850	
6. Contenido Humedad (%)	2.64%	1.63%	3.80%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".				
<b>Localización:</b>	Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.				
<b>Muestra:</b>	Calicata N°	01	Estrato	01	(5% NaCl)
<b>Fecha:</b>	Setiembre del 2022			<b>Profundidad:</b>	1.50 m
				<b>Coordenadas:</b>	9007523.98 m S - 766140.82 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 8.01%

**2. Porcentaje que pasa la malla N°4:** 95.63%

%FINOS<50%  
**SUELO DE PARTICULAS GRUESAS**  
%ARENA>50%  
**ARENA**

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:** 5%<=%FINOS<=12%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

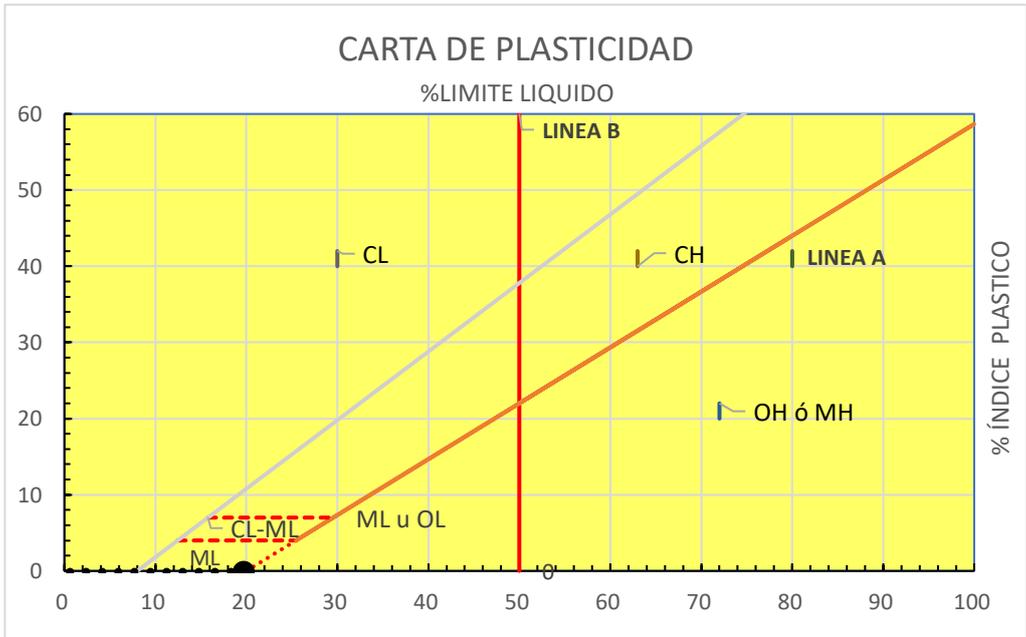
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** 6.82

**LL:** 19.70%

**CC:** 0.71

**IP:** 0



**En conclusión es un suelo:**

**SP-SC**

**ARENA MAL GRADUADO- ARCILLOSO**



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 Profundidad: 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 8.01%

**%FINOS<=35%**

MATERIALES GRANULARES

2. Porcentaje que pasa la malla N°40: 64.84%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 80.77%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

**CU:** 6.82

**CC:** 0.71

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**LL:** 19.70%

**IP:** 0

**ÍNDICE DE GRUPO**

0

**CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO**

MATERIALES GRANULARES		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-2-4	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	EXCELENTE O BUENO

En conclusión es un suelo:

**A-2-4(0)**



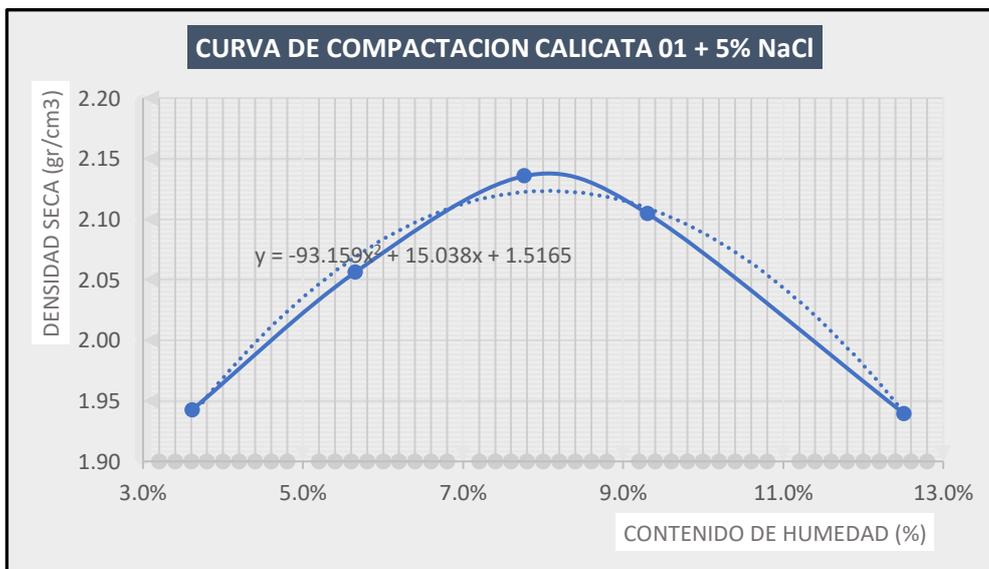
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".						
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.						
<b>Muestra:</b>	Calicata N°	01	Estrato	01	(5% NaCl)	<b>Profundidad:</b>	1.50 m
<b>Fecha:</b>	Setiembre del 2022				<b>Coordenadas:</b>	9007523.98 m S - 766140.82 m E	

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4114.00	4114.00	4129.00	4114.00	4116.00
2. Peso molde + muestra humeda	6017.00	6168.00	6305.00	6289.00	6179.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1903.00	2054.00	2176.00	2175.00	2063.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.013	2.173	2.302	2.300	2.182
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	234.86	212.34	158.17	85.57	210.93
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	883.76	724.99	684.20	653.36	843.05
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	861.13	697.56	646.29	605.03	772.76
4. Peso agua (gr)	22.63	27.43	37.91	48.33	70.29
5. Peso Suelo seco (gr)	626.27	485.22	488.12	519.46	561.83
Contenido Humedad (%)	3.613%	5.653%	7.767%	9.304%	12.511%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.943	2.056	2.136	2.105	1.939



Densidad Maxima	2.117 gr/cm3
Humedad Optima	8.54%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 01 Estrato 01 (5% NaCl) Profundidad: 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9007523.98 m S - 766140.82 m E

Densidad Máxima	2.117 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	8.54%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	6716	7182	6776
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11155	11871	11753
3. Peso muestra húmeda (gr)	4439.00	4689.00	4977.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.064	2.204	2.314
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	430.34	365.51	436.07
4. Peso agua (gr)	19.91	17.03	18.64
5. Peso Suelo seco (gr)	219.64	205.69	224.23
Contenido Humedad (%)	9.06%	8.28%	8.31%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.892	2.035	2.136

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.76	LI: 0.56
LF: 1.94	LF: 1.96	LF: 1.21
1.53%	0.94%	0.51%

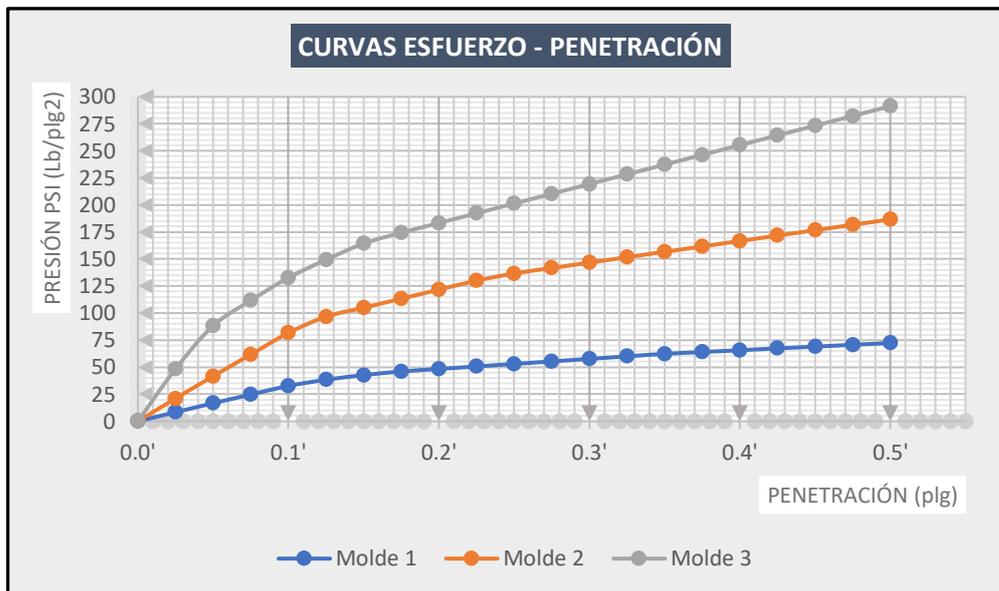
4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,155 gr	Pl: 11,871 gr	Pl: 11,753 gr
PF: 11,460 gr	PF: 12,148 gr	PF: 12,003 gr
WI: 9.06%	WI: 8.28%	WI: 8.31%
WF: 16.56%	WF: 14.68%	WF: 13.75%
7.49%	6.40%	5.44%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		25	8.33	63	21.00	145	48.33
0.050	1.270		50	16.67	125	41.67	265	88.33
0.075	1.905		74	24.67	185	61.67	335	111.67
0.100	2.540	1000.00	98	32.67	245	81.67	398	132.67
0.125	3.175		115	38.33	290	96.67	448	149.33
0.150	3.810		128	42.67	315	105.00	493	164.33
0.175	4.445		138	46.00	340	113.33	523	174.33
0.200	5.080	1500.00	145	48.33	365	121.67	550	183.33
0.225	5.715		152	50.67	390	130.00	577	192.33
0.250	6.350		159	53.00	410	136.67	604	201.33
0.275	6.985		166	55.33	425	141.67	631	210.33
0.300	7.620	1900.00	173	57.67	440	146.67	658	219.33
0.325	8.255		180	60.00	455	151.67	685	228.33
0.350	8.890		187	62.33	470	156.67	712	237.33
0.375	9.525		192	64.00	485	161.67	739	246.33
0.400	10.160	2300.00	197	65.67	500	166.67	766	255.33
0.425	10.795		202	67.33	515	171.67	793	264.33
0.450	11.430		207	69.00	530	176.67	820	273.33
0.475	12.065		212	70.67	545	181.67	847	282.33
0.500	12.700	2600.00	217	72.33	560	186.67	874	291.33

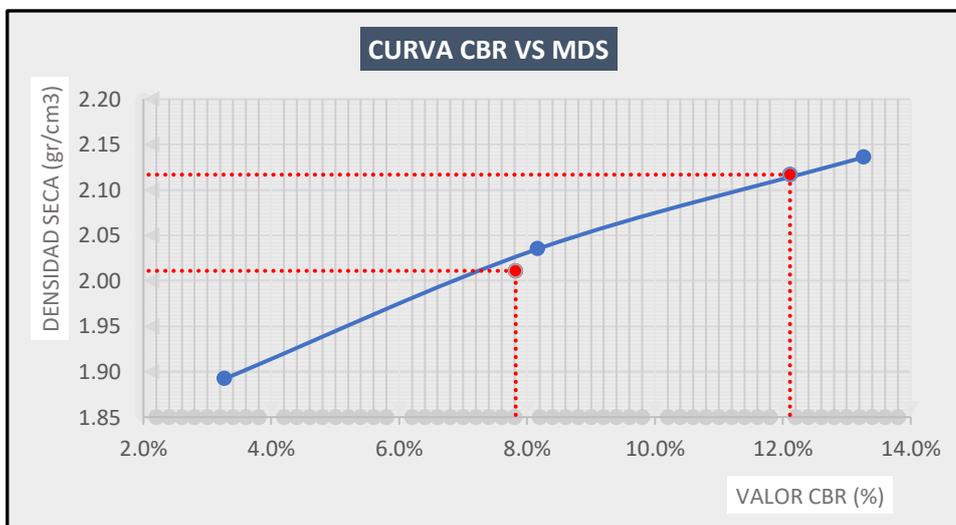
**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".					
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.					
<b>Muestra:</b>	<b>Calicata N°</b>	<b>01</b>	<b>Estrato</b>	<b>01</b>	<b>(5% NaCl)</b>	<b>Profundidad:</b> 1.50 m
<b>Fecha:</b>	Setiembre del 2022				<b>Coordenadas:</b>	9007523.98 m S - 766140.82 m E



**CORRECCIÓN DEL CBR**

Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	32.67	3.27%	81.66667	8.17%	132.6667	13.27%	CURVA CBR CORRECTA
0.2	1500	48.33	3.22%	121.67	8.11%	183.33	12.22%	



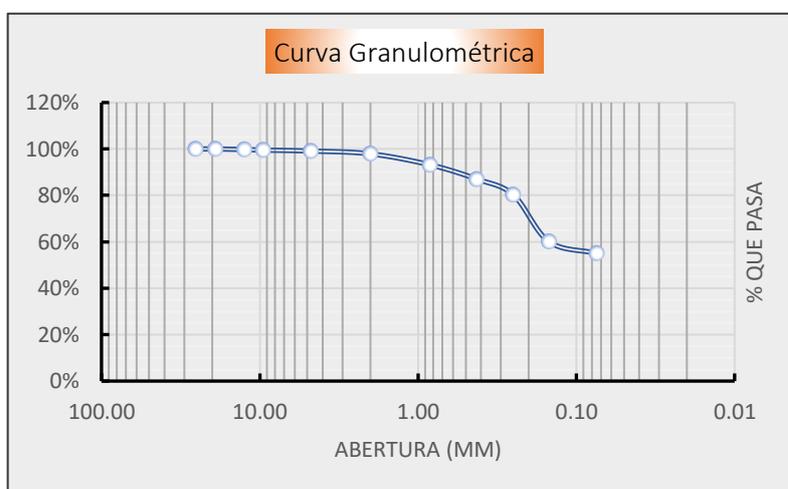
<b>CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>2.011 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>7.82%</b>
<b>CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>2.117 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>12.11%</b>

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (1% NaCl) **Profundidad:** 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1300.00
Peso final de la muestra (g)	1298.74

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	3.020	99.77%
3/8"	9.525	3.140	99.53%
N°4	4.760	5.470	99.10%
N°10	2.000	15.470	97.91%
N°20	0.840	61.540	93.17%
N°40	0.425	79.850	87.03%
N°60	0.250	88.170	80.24%
N°140	0.149	261.700	60.09%
N°200	0.074	65.870	55.02%
> N°200		714.510	0.00%



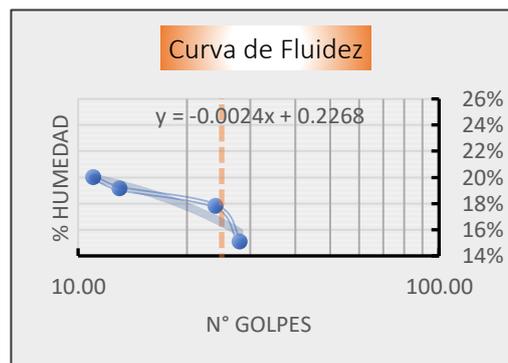
**Cu:** NP

**Cc:** NP

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	28.000	24.000	13.000	11.000
2. Peso de la tara (gr)	21.240	24.860	21.990	23.620
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	44.420	44.110	40.520	45.540
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	41.380	41.200	37.540	41.880
5. Peso agua (gr)	3.040	2.910	2.980	3.660
6. Peso Suelo seco (gr)	20.140	16.340	15.550	18.260
7. Contenido Humedad (%)	15.09%	17.81%	19.16%	20.04%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	0.90%
Arena %	44.09%
Finos %	55.02%
Limite Líquido	17%
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	17.73%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AAHSTO	A-4(0)
Gravedad Especifica	2.483
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	28.970	29.680	29.510	<b>17.7%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	127.910	137.290	153.530	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	112.650	121.340	135.010	
4. Peso agua (gr)	15.260	15.950	18.520	
5. Peso Suelo seco (gr)	83.680	91.660	105.500	
6. Contenido Humedad (%)	18.24%	17.40%	17.55%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 55.02%**

**%FINOS>50%**

**SUELO DE PARTICULAS FINAS**

**POR LO TANTO**

LA CLASIFICACIÓN SE HACE EN FUNCIÓN A GRANULOMETRÍA Y CONSISTENCIA

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**

**GRÁFICA**

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

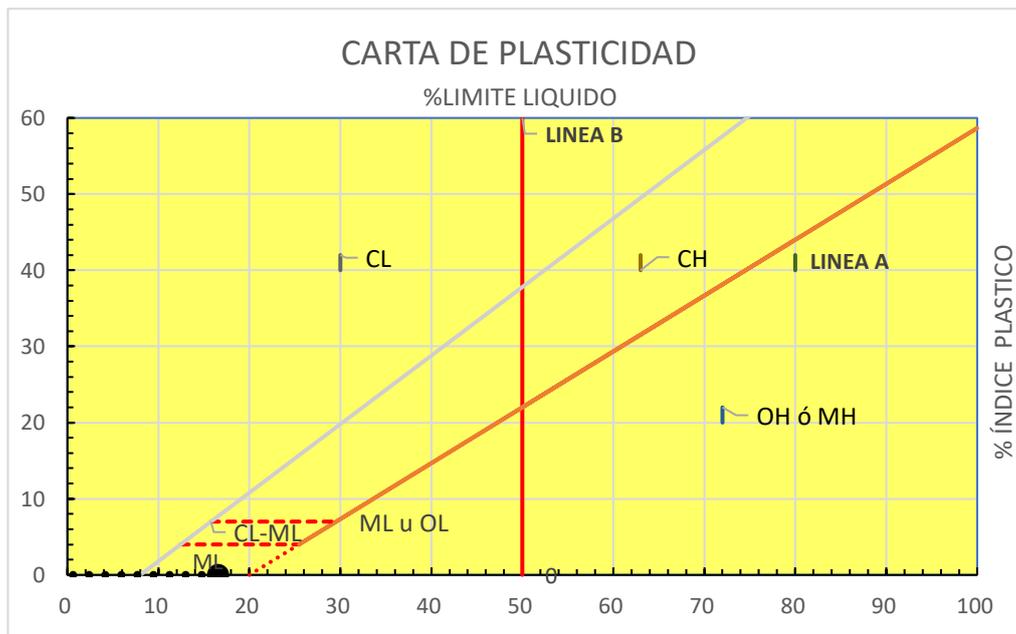
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU: NP**

**LL: 16.56%**

**CC: NP**

**IP: NP**



**En conclusión es un suelo:**

**ML**

*LIMO INORGÁNICO*



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200:** 55.02%

**%FINOS>35%**

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO

**2. Limites de Consistencia:** 93.17%

**3. Porcentaje que pasa la malla N°10:** 97.91%

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

<b>CU:</b>	NP
<b>CC:</b>	NP

**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

<b>LL:</b>	16.56%
<b>IP:</b>	NP

**ÍNDICE DE GRUPO**

0

**CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO**

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-4	SUELO LIMOSO	POBRE A MALO

**En conclusión es un suelo:**

**A-4(0)**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

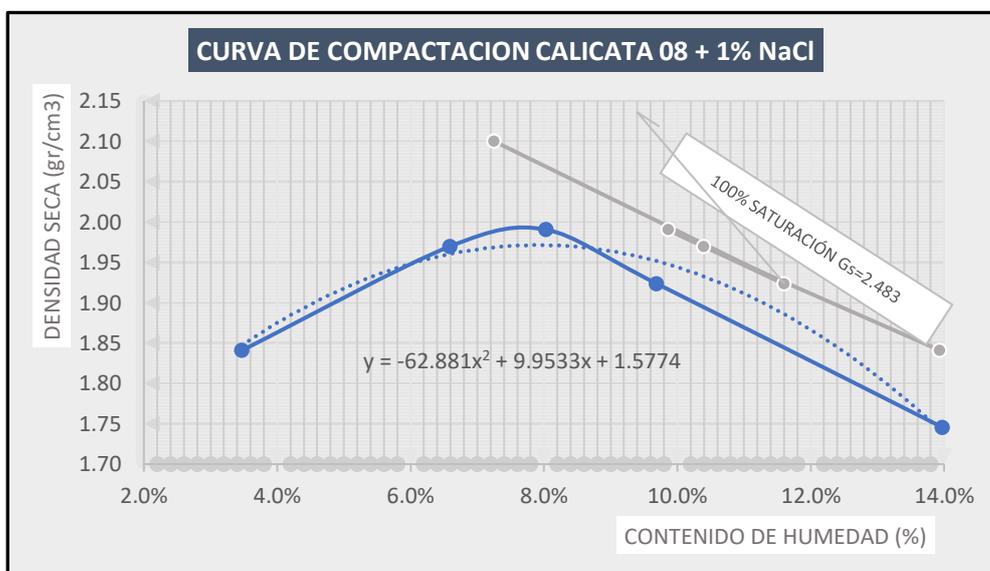
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4109.00	4130.00	4130.00	4130.00	4119.00
2. Peso molde + muestra humeda	5910.00	6115.00	6163.00	6125.00	6000.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1801.00	1985.00	2033.00	1995.00	1881.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.905	2.100	2.150	2.110	1.990

CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	234.60	211.84	210.70	159.82	87.05
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	857.96	800.20	816.01	760.58	784.37
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	837.04	763.82	771.01	707.52	698.87
4. Peso agua (gr)	20.92	36.38	45.00	53.06	85.50
5. Peso Suelo seco (gr)	602.44	551.98	560.31	547.70	611.82
Contenido Humedad (%)	3.473%	6.591%	8.031%	9.688%	13.975%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.841	1.970	1.990	1.924	1.746



Densidad Maxima	1.976 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	7.50%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (1% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

Densidad Máxima	1.976 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	7.50%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	6743	6774	7172
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11075	11378	11992
3. Peso muestra húmeda (gr)	4332.00	4604.00	4820.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.014	2.164	2.241
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	445.32	354.78	364.21
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	428.31	339.96	353.15
4. Peso agua (gr)	17.01	14.82	11.06
5. Peso Suelo seco (gr)	217.61	180.14	141.31
Contenido Humedad (%)	7.82%	8.23%	7.83%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.868	1.999	2.078

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.00	LI: 0.56
LF: 3.45	LF: 2.66	LF: 2.47
2.72%	2.09%	1.50%

4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,075 gr	Pl: 11,378 gr	Pl: 11,992 gr
PF: 11,505 gr	PF: 11,739 gr	PF: 12,264 gr
WI: 7.82%	WI: 8.23%	WI: 7.83%
WF: 18.52%	WF: 16.71%	WF: 13.91%
10.70%	8.49%	6.08%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		18	6.00	27	9.00	40	13.33
0.050	1.270		33	11.00	54	18.00	80	26.67
0.075	1.905		48	16.00	78	26.00	120	40.00
0.100	2.540	1000.00	60	20.00	100	33.33	155	51.67
0.125	3.175		69	23.00	113	37.67	173	57.67
0.150	3.810		77	25.67	126	42.00	191	63.67
0.175	4.445		84	28.00	137	45.67	209	69.67
0.200	5.080	1500.00	90	30.00	148	49.33	226	75.33
0.225	5.715		96	32.00	159	53.00	241	80.33
0.250	6.350		102	34.00	170	56.67	256	85.33
0.275	6.985		108	36.00	181	60.33	271	90.33
0.300	7.620	1900.00	114	38.00	192	64.00	286	95.33
0.325	8.255		120	40.00	203	67.67	301	100.33
0.350	8.890		126	42.00	214	71.33	316	105.33
0.375	9.525		132	44.00	225	75.00	331	110.33
0.400	10.160	2300.00	138	46.00	236	78.67	345	115.00
0.425	10.795		144	48.00	247	82.33	359	119.67
0.450	11.430		149	49.67	257	85.67	372	124.00
0.475	12.065		154	51.33	267	89.00	385	128.33
0.500	12.700	2600.00	158	52.67	275	91.67	397	132.33



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

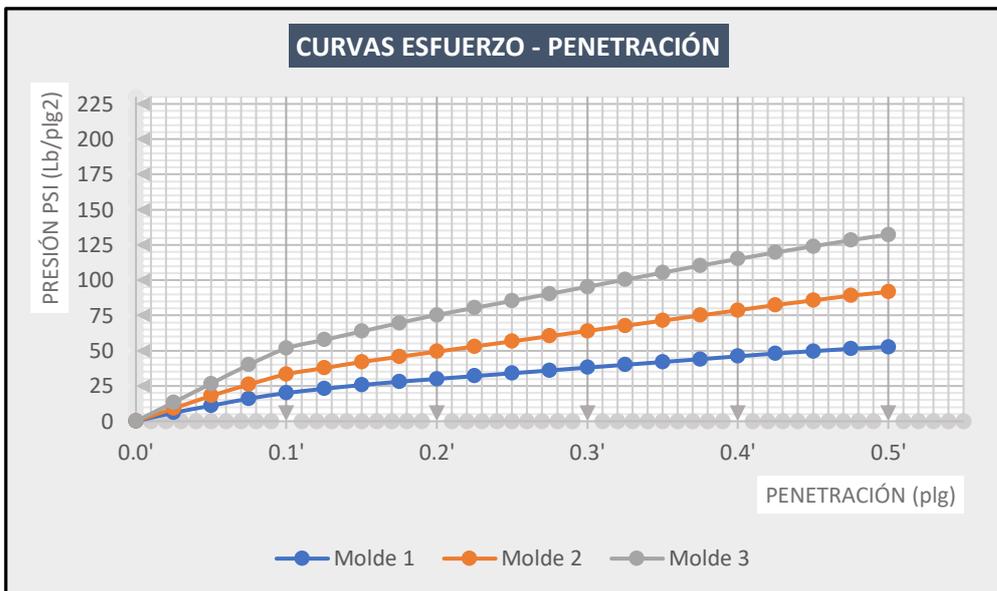
CBR

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

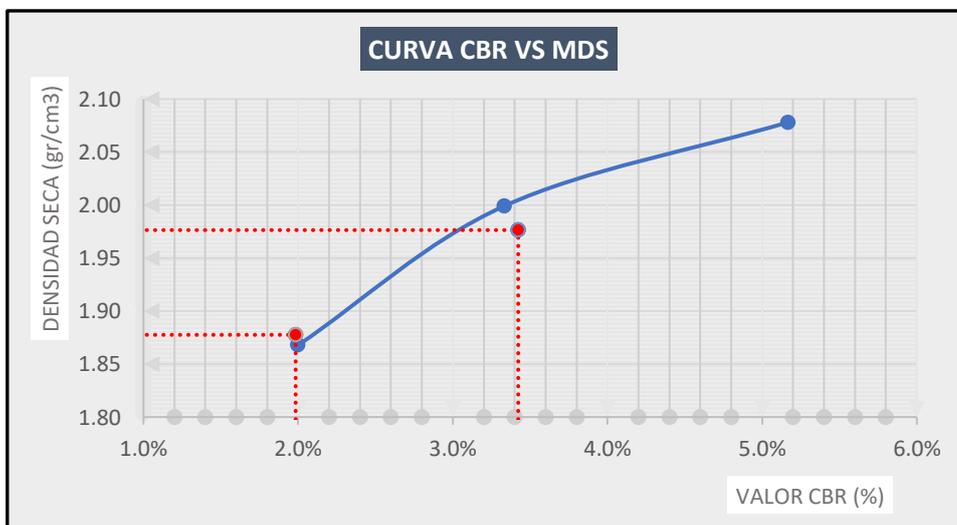
### VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".						
Localización:	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.						
Muestra:	Calicata N°	08	Estrato	01	(1% NaCl)	Profundidad:	0.40 m
Fecha:	Setiembre del 2022				Coordenadas:	9005554.21 m S-768330.08 m E	



#### CORRECCIÓN DEL CBR

Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	20.00	2.00%	33.33333	3.33%	51.66667	5.17%	CURVA CBR CORRECTA
0.2	1500	30.00	2.00%	49.33	3.29%	75.33	5.02%	



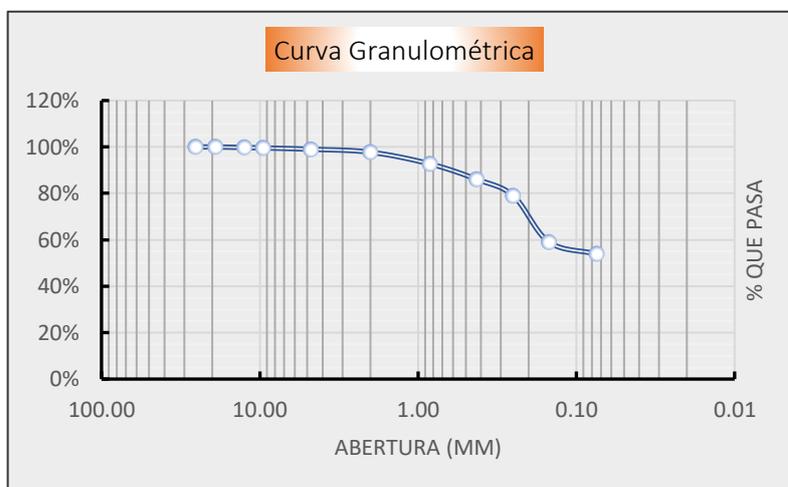
CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	1.878 gr/cm <sup>3</sup>	1.98%
CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	1.976 gr/cm <sup>3</sup>	3.42%

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (3% NaCl) **Profundidad:** 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1350.00
Peso final de la muestra (g)	1346.53

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	3.020	99.78%
3/8"	9.525	2.470	99.59%
N°4	4.760	7.870	99.01%
N°10	2.000	16.980	97.75%
N°20	0.840	67.840	92.71%
N°40	0.425	89.650	86.05%
N°60	0.250	95.640	78.95%
N°140	0.149	267.870	59.05%
N°200	0.074	69.320	53.91%
> N°200		725.870	0.00%



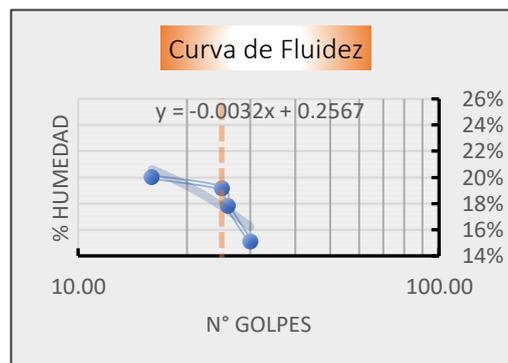
Cu: NP

Cc: NP

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	30.000	26.000	25.000	16.000
2. Peso de la tara (gr)	21.240	24.860	21.990	23.620
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	44.420	44.110	40.520	45.540
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	41.380	41.200	37.540	41.880
5. Peso agua (gr)	3.040	2.910	2.980	3.660
6. Peso Suelo seco (gr)	20.140	16.340	15.550	18.260
7. Contenido Humedad (%)	15.09%	17.81%	19.16%	20.04%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				NP
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	0.99%
Arena %	45.10%
Finos %	53.91%
Límite Líquido	18%
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	15.53%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AAHSTO	A-4(0)
Gravedad Especifica	2.687
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			Resultado
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	25.630	26.340	26.170	15.5%
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	124.570	133.950	150.190	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	111.520	119.650	133.010	
4. Peso agua (gr)	13.050	14.300	17.180	
5. Peso Suelo seco (gr)	85.890	93.310	106.840	
6. Contenido Humedad (%)	15.19%	15.33%	16.08%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (3% NaCl) Profundidad: 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 53.91%**

**%FINOS>50%**

**SUELO DE PARTICULAS FINAS**

**POR LO TANTO**

LA CLASIFICACIÓN SE HACE EN FUNCIÓN A GRANULOMETRÍA Y CONSISTENCIA

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**

**GRÁFICA**

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

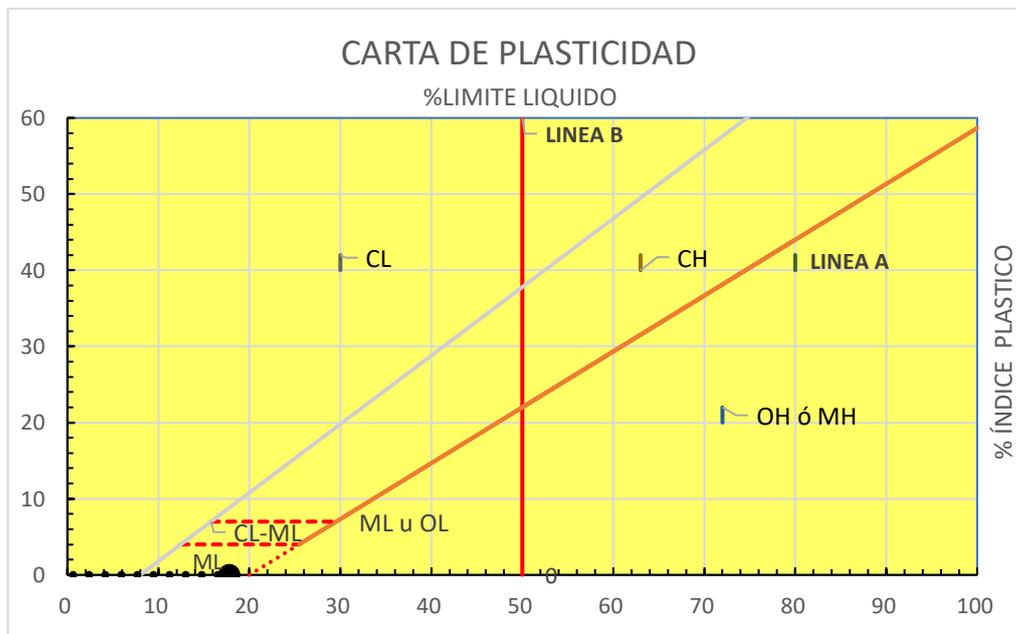
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU: NP**

**LL: 17.79%**

**CC: NP**

**IP: NP**



**En conclusión es un suelo:**

**ML**

*LIMO INORGÁNICO*



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto:	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".						
Localización:	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.						
Muestra:	Calicata N°	08	Estrato	01	(3% NaCl)	Profundidad:	0.40 m
Fecha:	Setiembre del 2022				Coordenadas:	9005554.21 m S-768330.08 m E	

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 53.91%

%FINOS>35%

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO

2. Limites de Consistencia: 92.71%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 97.75%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU:	NP
CC:	NP

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL:	17.79%
IP:	NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-4	SUELO LIMOSO	POBRE A MALO

En conclusión es un suelo:

**A-4(0)**



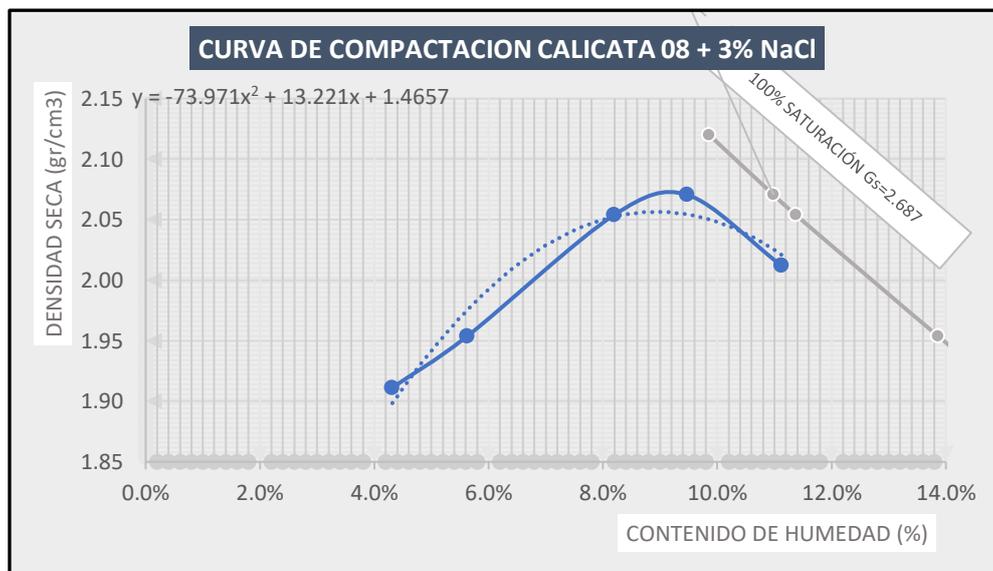
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

<b>Proyecto:</b>	"Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".						
<b>Localización:</b>	Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.						
<b>Muestra:</b>	Calicata N°	08	Estrato	01	(3% NaCl)	<b>Profundidad:</b>	0.40 m
<b>Fecha:</b>	Setiembre del 2022				<b>Coordenadas:</b>	9005554.21 m S-768330.08 m E	

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4126.00	4117.00	4126.00	4117.00	4126.00
2. Peso molde + muestra humeda	6011.00	6068.00	6227.00	6260.00	6240.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1885.00	1951.00	2101.00	2143.00	2114.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.994	2.064	2.222	2.267	2.236
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	234.80	212.25	159.93	85.59	210.98
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	708.17	794.89	641.04	618.23	698.60
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	688.59	763.87	604.60	572.16	649.80
4. Peso agua (gr)	19.58	31.02	36.44	46.07	48.80
5. Peso Suelo seco (gr)	453.79	551.62	444.67	486.57	438.82
Contenido Humedad (%)	4.315%	5.623%	8.195%	9.468%	11.121%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.911	1.954	2.054	2.071	2.012



Densidad Maxima	<b>2.046 gr/cm3</b>
Humedad Optima	<b>9.59%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (3% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

Densidad Máxima	2.046 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	9.59%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	7174	7160	6720
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11764	11996	11760
3. Peso muestra húmeda (gr)	4590.00	4836.00	5040.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.134	2.273	2.343
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	431.34	364.51	436.05
4. Peso agua (gr)	18.91	18.03	18.66
5. Peso Suelo seco (gr)	220.64	204.69	224.21
Contenido Humedad (%)	8.57%	8.81%	8.32%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.965	2.089	2.163

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.00	LI: 0.56
LF: 2.55	LF: 1.90	LF: 1.95
2.01%	1.50%	1.09%

4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,764 gr	Pl: 11,996 gr	Pl: 11,760 gr
PF: 12,090 gr	PF: 12,265 gr	PF: 11,749 gr
WI: 8.57%	WI: 8.81%	WI: 8.32%
WF: 16.28%	WF: 14.86%	WF: 8.09%
7.71%	6.05%	-0.24%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		37	12.33	67	22.33	125	41.67
0.050	1.270		73	24.33	130	43.33	240	80.00
0.075	1.905		108	36.00	190	63.33	340	113.33
0.100	2.540	1000.00	143	47.67	250	83.33	420	140.00
0.125	3.175		168	56.00	295	98.33	490	163.33
0.150	3.810		188	62.67	320	106.67	550	183.33
0.175	4.445		203	67.67	345	115.00	590	196.67
0.200	5.080	1500.00	214	71.33	370	123.33	630	210.00
0.225	5.715		225	75.00	395	131.67	665	221.67
0.250	6.350		236	78.67	420	140.00	700	233.33
0.275	6.985		247	82.33	445	148.33	735	245.00
0.300	7.620	1900.00	258	86.00	470	156.67	770	256.67
0.325	8.255		269	89.67	495	165.00	805	268.33
0.350	8.890		280	93.33	520	173.33	840	280.00
0.375	9.525		291	97.00	545	181.67	875	291.67
0.400	10.160	2300.00	301	100.33	570	190.00	910	303.33
0.425	10.795		311	103.67	592	197.33	935	311.67
0.450	11.430		321	107.00	614	204.67	970	323.33
0.475	12.065		330	110.00	636	212.00	1005	335.00
0.500	12.700	2600.00	339	113.00	658	219.33	1040	346.67

935  
960  
995  
1030



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

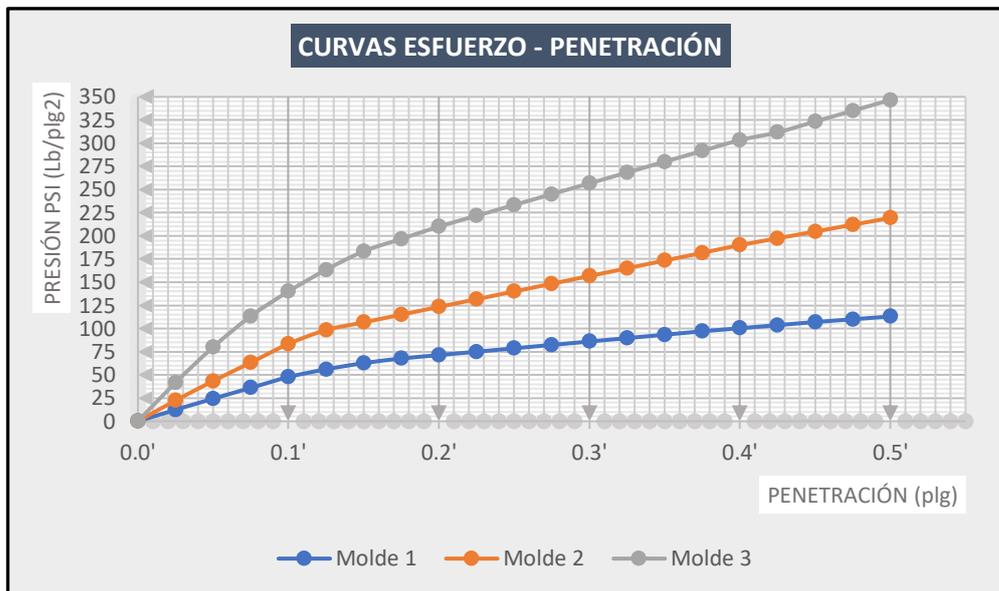
CBR

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

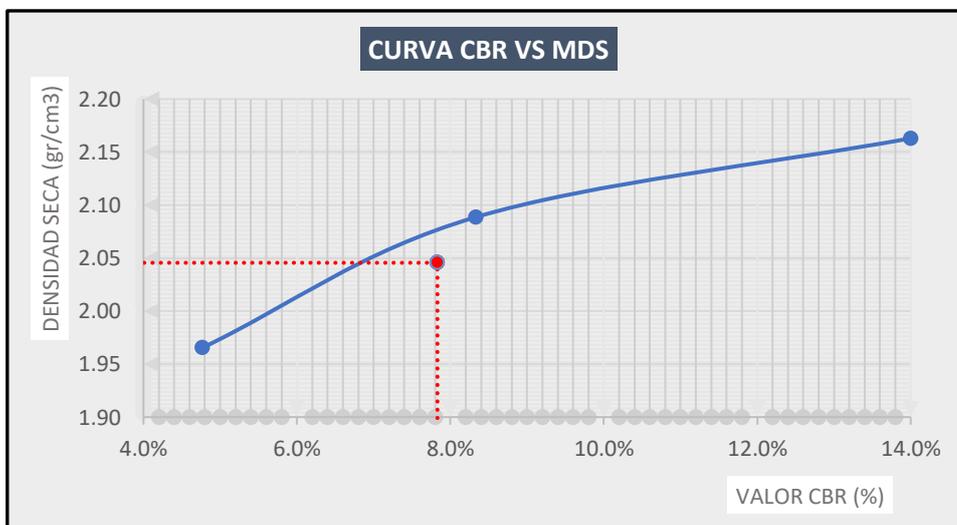
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (3% NaCl) Profundidad: 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E



CORRECCIÓN DEL CBR								
Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	47.67	4.77%	83.33333	8.33%	140	14.00%	CORRECCIÓN POR TANGENTE
0.2	1500	71.33	4.76%	123.33	8.22%	210.00	14.00%	



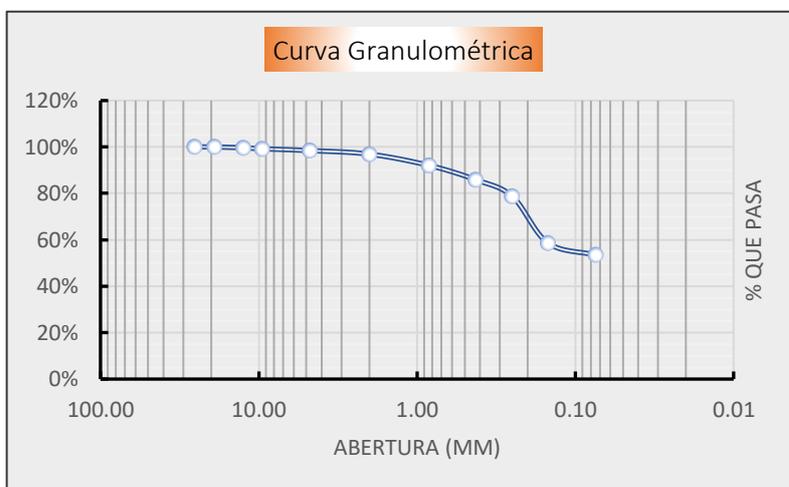
CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	1.943 gr/cm <sup>3</sup>	3.24%
CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	2.046 gr/cm <sup>3</sup>	7.83%

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puesto, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puesto - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (5% NaCl) **Profundidad:** 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E107)

Peso total de la muestra (g)	1350.00
Peso final de la muestra (g)	1349.31

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasa
1"	25.400	0.000	100.00%
3/4"	19.050	0.000	100.00%
1/2"	12.500	4.560	99.66%
3/8"	9.525	5.870	99.23%
N°4	4.760	10.650	98.44%
N°10	2.000	20.540	96.92%
N°20	0.840	65.480	92.06%
N°40	0.425	83.750	85.86%
N°60	0.250	96.570	78.70%
N°140	0.149	270.540	58.65%
N°200	0.074	70.480	53.43%
> N°200		720.870	0.00%



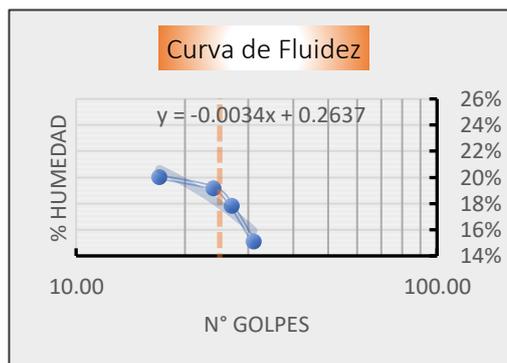
Cu: **NP**

Cc: **NP**

### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA MTC (E 110 - MTC E 111)

#### A. LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	4
1. Numero de golpes	31.000	27.000	24.000	17.000
2. Peso de la tara (gr)	22.340	25.960	23.090	24.720
3. Peso tara + Suelo humedo (gr)	45.520	45.210	41.620	46.640
4. Peso tara + Suelo seco (gr)	42.480	42.300	38.640	42.980
5. Peso agua (gr)	3.040	2.910	2.980	3.660
6. Peso Suelo seco (gr)	20.140	16.340	15.550	18.260
7. Contenido Humedad (%)	15.09%	17.81%	19.16%	20.04%



#### B. LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

PARAMETRO	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)				<b>NP</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)				
3. Peso tara + Suelo seco (gr)				
4. Peso agua (gr)				
5. Peso Suelo seco (gr)				
6. Contenido Humedad (%)				

Grava %	1.56%
Arena %	45.01%
Finos %	53.43%
Limite Líquido	18%
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Contenido Humedad	13.51%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AAHSTO	A-4(0)
Gravedad Especifica	2.540
Índice de Grupo	0.00

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (E 108)

PARAMETROS	Tara N°			
	1	2	3	
1. Peso de la tara (gr)	24.170	24.880	24.710	<b>13.5%</b>
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	123.110	132.490	148.730	
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	111.600	120.650	132.540	
4. Peso agua (gr)	11.510	11.840	16.190	
5. Peso Suelo seco (gr)	87.430	95.770	107.830	
6. Contenido Humedad (%)	13.16%	12.36%	15.01%	



**CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO SUCS**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puento, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puento - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (5% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

**1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 53.43%**

**%FINOS>50%**

**SUELO DE PARTICULAS FINAS**

**POR LO TANTO**

LA CLASIFICACIÓN SE HACE EN FUNCIÓN A GRANULOMETRÍA Y CONSISTENCIA

**CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN:**

**GRÁFICA**

**CRITERIO GRANULOMETRÍA**

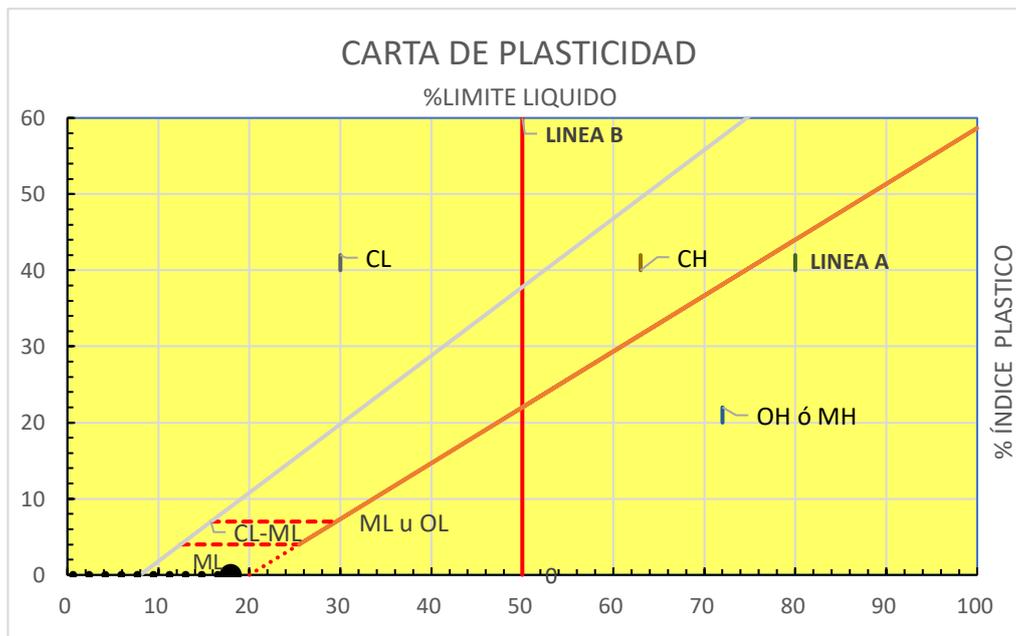
**CRITERIO LIMITES ATTERBEG**

**CU:** NP

**LL:** 17.94%

**CC:** NP

**IP:** NP



**En conclusión es un suelo:**

**ML**

*LIMO INORGÁNICO*



### CLASIFICACION DE SUELOS POR EL METODO AASHTO

Proyecto: "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
 Localización: Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
 Muestra: Calicata N° 08 Estrato 01 (5% NaCl) Profundidad: 0.40 m  
 Fecha: Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

1. Porcentaje que pasa la malla N°200: 53.43%

%FINOS>35%

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO

2. Limites de Consistencia: 92.06%

3. Porcentaje que pasa la malla N°10: 96.92%

#### CRITERIO GRANULOMETRÍA

CU: NP

CC: NP

#### CRITERIO LIMITES ATTERBEG

LL: 17.94%

IP: NP

#### ÍNDICE DE GRUPO

0

#### CARACTERISTICAS SEGÚN CUADRO AASHTO

MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO		
GRUPO	TIPOLOGÍA	CALIDAD
A-4	SUELO LIMOSO	POBRE A MALO

En conclusión es un suelo:

**A-4(0)**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - ASTM D 1557)**

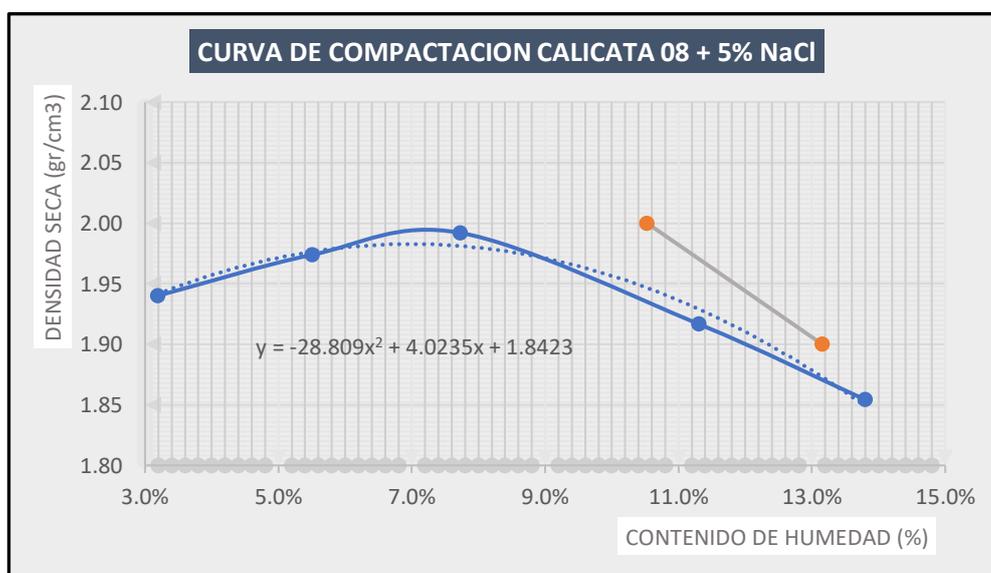
**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (5% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E

PESO ESPECIFICO					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
1. Peso del molde (gr)	4114.00	4126.00	4126.00	4122.00	4117.00
2. Peso molde + muestra humeda	6017.00	6095.00	6155.00	6139.00	6112.00
3. Peso muestra humeda (gr)	1893.00	1969.00	2029.00	2017.00	1995.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	945.45	945.45	945.45	945.45	945.45
5. Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.002	2.083	2.146	2.133	2.110
CONTENIDO HUMEDAD					
Porcion de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5
1. Peso de la tara (gr)	207.35	198.62	234.84	160.01	211.26
2. Peso tara + Suelo humedo (gr)	855.34	705.34	739.33	679.61	744.31
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	835.27	678.90	703.12	626.83	679.66
4. Peso agua (gr)	20.07	26.44	36.21	52.78	64.65
5. Peso Suelo seco (gr)	627.92	480.28	468.28	466.82	468.40
Contenido Humedad (%)	3.196%	5.505%	7.733%	11.306%	13.802%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.940	1.974	1.992	1.917	1.854



Densidad Maxima	<b>1.953 gr/cm3</b>
Humedad Optima	<b>9.52%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CBR**

**VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Punte, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Punte - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (5% NaCl) Profundidad: 0.40 m

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 900554.21 m S-768330.08 m E

Densidad Máxima	1.953 gr/cm3
Humedad Optima	9.52%

1. COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES CBR			
Molde N°	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Altura de Molde (cm)	11.70	11.65	11.70
Diámetro de Molde (cm)	15.30	15.25	15.30
Numero de capas	5	5	5
Numero de Golpes por capa	12	26	55
Condiciones de la Muestra		Humedad Optima antes de Inmersión	
1. Peso del molde (gr)	6716	7182	6776
2. Peso molde + muestra húmeda (gr)	11155	11871	11753
3. Peso muestra húmeda (gr)	4439.00	4689.00	4977.00
4. Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2151.090	2127.921	2151.090
5. Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.064	2.204	2.314
2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA			
Porción de Espécimen	Tara 1	Tara 2	Tara 3
1. Peso de la tara (gr)	210.700	159.820	211.840
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	450.25	382.54	454.71
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	430.34	365.51	436.07
4. Peso agua (gr)	19.91	17.03	18.64
5. Peso Suelo seco (gr)	219.64	205.69	224.23
Contenido Humedad (%)	9.06%	8.28%	8.31%
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.892	2.035	2.136

3. CONTROL DE EXPANSIÓN		
Lecturas deformímetro durante periodo de inmersión 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
LI: 0.00	LI: 0.76	LI: 0.56
LF: 1.94	LF: 1.96	LF: 1.21
1.53%	0.94%	0.51%

4. AGUA ABSORVIDA		
Pesos de Especímenes pre y post inmersión de 96 horas.		
Molde 1	Molde 2	Molde 3
Pl: 11,155 gr	Pl: 11,871 gr	Pl: 11,753 gr
PF: 11,460 gr	PF: 12,148 gr	PF: 12,003 gr
WI: 9.06%	WI: 8.28%	WI: 8.31%
WF: 16.56%	WF: 14.68%	WF: 13.75%
7.49%	6.40%	5.44%

Area de Piston: 3 plg<sup>2</sup> = 19.355 cm<sup>2</sup>

PRUEBA DE PENETRACION								
PENETRACION		Carga Estándar (Lb/plg2)	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
pulg.	mm.		LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION	LECTURA	PRESION
0.000	0.000		0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	0.635		25	8.33	63	21.00	145	48.33
0.050	1.270		50	16.67	125	41.67	265	88.33
0.075	1.905		74	24.67	185	61.67	335	111.67
0.100	2.540	1000.00	98	32.67	245	81.67	398	132.67
0.125	3.175		115	38.33	290	96.67	448	149.33
0.150	3.810		128	42.67	315	105.00	493	164.33
0.175	4.445		138	46.00	340	113.33	523	174.33
0.200	5.080	1500.00	145	48.33	365	121.67	550	183.33
0.225	5.715		152	50.67	390	130.00	577	192.33
0.250	6.350		159	53.00	410	136.67	604	201.33
0.275	6.985		166	55.33	425	141.67	631	210.33
0.300	7.620	1900.00	173	57.67	440	146.67	658	219.33
0.325	8.255		180	60.00	455	151.67	685	228.33
0.350	8.890		187	62.33	470	156.67	712	237.33
0.375	9.525		192	64.00	485	161.67	739	246.33
0.400	10.160	2300.00	197	65.67	500	166.67	766	255.33
0.425	10.795		202	67.33	515	171.67	793	264.33
0.450	11.430		207	69.00	530	176.67	820	273.33
0.475	12.065		212	70.67	545	181.67	847	282.33
0.500	12.700	2600.00	217	72.33	560	186.67	874	291.33



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

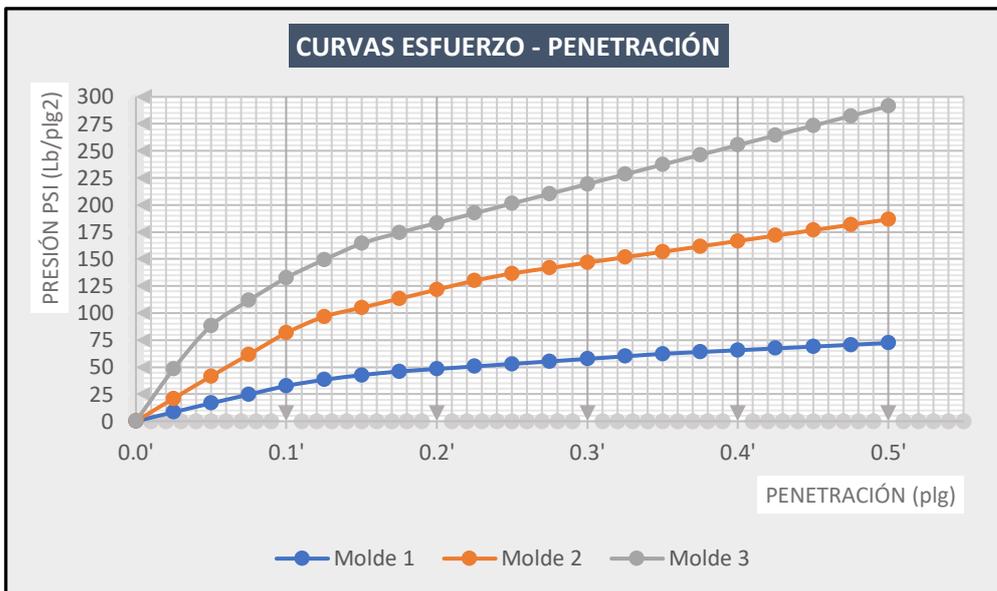
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

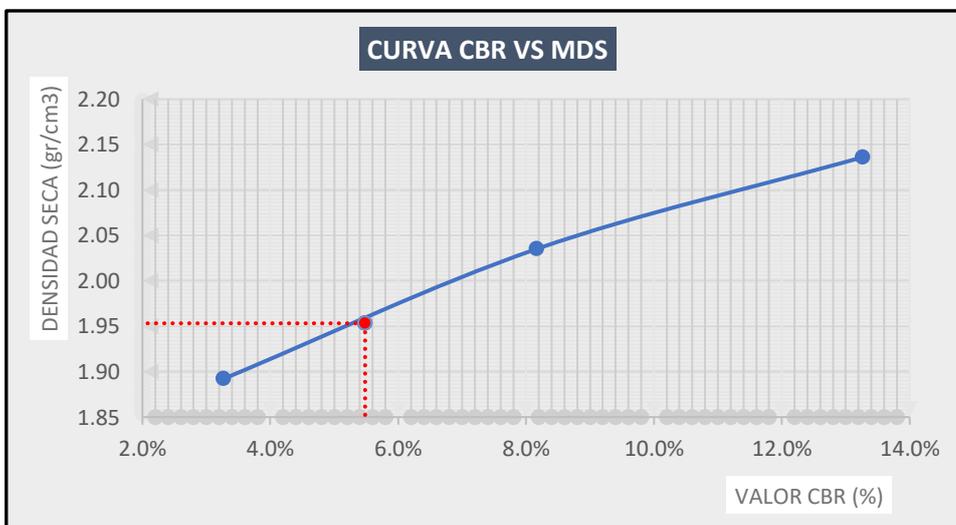
CBR

## VALOR DE LA RESISTENCIA DE SOPORTE CBR (MTC E 132 - ASTM D 1883)

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata N° 08 Estrato 01 (5% NaCl) Profundidad: 0.40 m  
**Fecha:** Setiembre del 2022 Coordenadas: 9005554.21 m S-768330.08 m E



CORRECCIÓN DEL CBR								
Penetración (plg)	Carga Estándar	Molde 01		Molde 02		Molde 03		Conclusión
		Presión	% CBR	Presión	% CBR	Presión	% CBR	
0.1	1000	32.67	3.27%	81.66667	8.17%	132.6667	13.27%	CURVA CBR CORRECTA
0.2	1500	48.33	3.22%	121.67	8.11%	183.33	12.22%	



CBR 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	1.856 gr/cm <sup>3</sup>	1.52%
CBR 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	1.953 gr/cm <sup>3</sup>	5.48%

**ENSAYOS DE DENSIDAD DE SUELO IN SITU EN  
TRAMOS DE PRUEBA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** TRAMO DE PRUEBA 01 + 5%NaCl **MDS= 2117 kg/m<sup>3</sup>** **OCH = 8.54%**  
**Fecha:** Mar-23 **Coordenadas:** 9007195.57 m S-766319.60 m E

**1. CALIBRACIÓN DE APARATO DE CONO DE ARENA Y DENSIDAD DE ARENA**

A. PESO DE ARENA EN APARATO DE CONO			
Muestra	Wi (g)	Wf (g)	Wc (g)
N°01	7700	6090	1610
N°02	7690	6059	1631
N°03	7693	6064	1629
PROMEDIO			<b>1623</b>

B. PESO VOLUMETRICO DE ARENA						
Muestra	Wi(g)	Wf(g)	Wc(g)	Wm(kg)	dm(g/cm <sup>3</sup> )	
N°01	7698	3225	1623	2850	1.330	
N°02	7691	3220	1623	2848	1.330	
N°03	7714	3234	1623	2857	1.334	
DENSIDAD PROMEDIO DE MUESTRA					<b>1.331</b>	
DENSIDAD SECA:					<b>1.321</b>	

**2. DENSIDAD DE CAMPO MTC E 117**

1. Masa de arena necesaria para llenar frasco (g)	7698.4	dato
2. Masa de arena luego de llenar el orificio (g)	4171.2	dato
3. Masa de arena para llenar aparato de cono (g)	1623	dato
4. Masa de arena necesaria para llenar orificio (g)	1903.9	(1-2-3)
5. Peso volumétrico seco de arena de frasco (g/cm <sup>3</sup> )	1.321	dato
6. Volumen de orificio de prueba (cm <sup>3</sup> )	1441.37	(4/5)
7. Masa de la arena extraída de orificio de prueba (g)	3150.1	dato
8. Densidad húmeda de material probado (g/cm <sup>3</sup> )	2.185	(7/6)
9. Contenido de humedad de material probado (%)	8.29%	dato
10. Peso de material retenido en tamiz 3/4"	0.00	dato
10. Densidad seca de material probado	2.018	(8/(1+9))

**3. EVALUACIÓN DE TRAMO DE PRUEBA**

1. Máxima densidad seca de tramo de prueba (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.117</b>
2. Óptimo contenido de humedad de tramo (%)	<b>8.54%</b>
3. Densidad seca de material probado	<b>2.018</b>
4. Contenido de humedad de material probado (%)	<b>8.29%</b>
5. Grado de compactación final.	<b>95.34%</b>

**4. CONTROL DE HUMEDAD MTC E 108**

A. HUMEDAD DE ARENA				B. HUMEDAD MATERIAL PROBADO			
<b>0.78%</b>				<b>8.29%</b>			
PARÁMETROS	Tara N°			PARÁMETROS	Tara N°		
	1	2	3		1	2	3
1. Peso de la tara (gr)	27.811	26.546	27.841	1. Peso de la tara (gr)	27.828	27.812	28.355
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	54.254	57.814	58.987	2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	74.292	57.797	70.024
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	54.001	57.561	58.811	3. Peso tara + Suelo seco (gr)	70.879	55.336	66.941
4. Peso agua (gr)	0.253	0.253	0.176	4. Peso agua (gr)	3.413	2.461	3.083
5. Peso Suelo seco (gr)	26.190	31.015	30.970	5. Peso Suelo seco (gr)	43.051	27.524	38.586
6. Contenido Humedad (%)	0.97%	0.82%	0.57%	6. Contenido Humedad (%)	7.93%	8.94%	7.99%

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** TRAMO DE PRUEBA 02 + 5%NaCl **MDS= 2047 kg/m<sup>3</sup>** **OCH = 8.43%**  
**Fecha:** Mar-23 **Coordenadas:** 9007195.57 m S-766319.60 m E

**1. CALIBRACIÓN DE APARATO DE CONO DE ARENA Y DENSIDAD DE ARENA**

A. PESO DE ARENA EN APARATO DE CONO			
Muestra	Wi (g)	Wf (g)	Wc (g)
N°01	7700	6090	1610
N°02	7690	6059	1631
N°03	7693	6064	1629
PROMEDIO			<b>1623</b>

B. PESO VOLUMETRICO DE ARENA					
Muestra	Wi(g)	Wf(g)	Wc(g)	Wm(kg)	dm(g/cm <sup>3</sup> )
N°01	7698	3225	1623	2850	1.330
N°02	7691	3220	1623	2848	1.330
N°03	7714	3234	1623	2857	1.334
DENSIDAD PROMEDIO DE MUESTRA					<b>1.331</b>
DENSIDAD SECA:					<b>1.321</b>

**2. DENSIDAD DE CAMPO MTC E 117**

1. Masa de arena necesaria para llenar frasco (g)	<b>7227.9</b>	dato
2. Masa de arena luego de llenar el orificio (g)	<b>3687.1</b>	dato
3. Masa de arena para llenar aparato de cono (g)	<b>1623</b>	dato
4. Masa de arena necesaria para llenar orificio (g)	<b>1917.5</b>	(1-2-3)
5. Peso volumétrico seco de arena de frasco (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.321</b>	dato
6. Volumen de orificio de prueba (cm <sup>3</sup> )	<b>1451.67</b>	(4/5)
7. Masa de la arena extraída de orificio de prueba (g)	<b>3095.2</b>	dato
8. Densidad húmeda de material probado (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.132</b>	(7/6)
9. Contenido de humedad de material probado (%)	<b>8.12%</b>	dato
10. Peso de material retenido en tamiz 3/4"	<b>0.00</b>	dato
10. Densidad seca de material probado	<b>1.972</b>	(8/(1+9))

**3. EVALUACIÓN DE TRAMO DE PRUEBA**

1. Máxima densidad seca de tramo de prueba (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.117</b>
2. Óptimo contenido de humedad de tramo (%)	<b>8.54%</b>
3. Densidad seca de material probado	<b>1.972</b>
4. Contenido de humedad de material probado (%)	<b>8.12%</b>
5. Grado de compactación final.	<b>93.16%</b>

**4. CONTROL DE HUMEDAD MTC E 108**

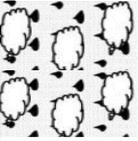
A. HUMEDAD DE ARENA				B. HUMEDAD MATERIAL PROBADO			
<b>0.78%</b>				<b>8.12%</b>			
PARÁMETROS	Tara N°			PARÁMETROS	Tara N°		
	1	2	3		1	2	3
1. Peso de la tara (gr)	27.811	26.546	27.841	1. Peso de la tara (gr)	28.786	27.864	28.184
2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	54.254	57.814	58.987	2. Peso tara + Suelo húmedo (gr)	98.684	101.004	99.319
3. Peso tara + Suelo seco (gr)	54.001	57.561	58.811	3. Peso tara + Suelo seco (gr)	93.547	95.127	94.246
4. Peso agua (gr)	0.253	0.253	0.176	4. Peso agua (gr)	5.137	5.877	5.073
5. Peso Suelo seco (gr)	26.190	31.015	30.970	5. Peso Suelo seco (gr)	64.761	67.263	66.062
6. Contenido Humedad (%)	0.97%	0.82%	0.57%	6. Contenido Humedad (%)	7.93%	8.74%	7.68%

**ANEXO 06**  
**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata 01  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007523.98 m S - 766140.82 m E

**Profundidad de Excavación:** 1.50 m.

**Nivel Freático:** NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LIMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %		
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS
0.00 0.10	Material escombros (no considerado en la clasificación)										
1.50	con un espesor de 1.40 m, de arena arcillosa, color beige claro, en condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea.	SP-SC	A-2-4 (0)		4.24%	19.00%	17.00%	2	3.65%	87.71%	8.64%

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata 02  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9007195.57 m S-766319.60 m E

**Profundidad de Excavación:** 1.50 m.

**Nivel Freático:** NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LÍMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
0.80	Con un espesor de 0.80 m, de arena arcillosa, color beige, en condiciones de humedad seca, consistencia suave, cementación débil..	SP-SC	A-2-4 (0)		<u>11.79%</u>	<u>18.00%</u>	<u>14.00%</u>	<u>4</u>	<u>9.05%</u>	<u>82.47%</u>	<u>8.48%</u>	
1.50	Estrato de 0.65 m. de arena arcillosa, color marrón, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada.	SP-SC	A-2-4 (0)		<u>31.47%</u>	<u>30.00%</u>	<u>23.00%</u>	<u>7</u>	<u>8.67%</u>	<u>80.39%</u>	<u>10.94%</u>	

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata 03

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006795.67 m S - 766608.69 m E

**Profundidad de Excavación:** 1.50 m.

**Nivel Freático:** NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LIMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
1.50	Con un espesor de 1.45 m, de arena fina con casi nula presencia de grava, color amarillo, en condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea.	SP	A-3 (0)		13.32%	NP	NP	NP	13.99%	81.34%	4.67%	

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

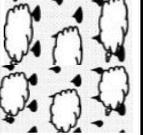
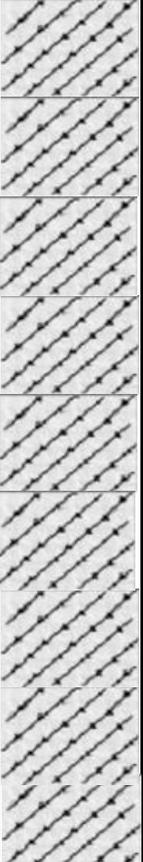
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata 04

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006385.93 m S-766889.15 m E

**Profundidad de Excavación:** 1.50 m.

**Nivel Freático:** NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LIMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.07	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
1.50	Con un espesor de 1.43 m, de arena fina, color marrón claro, en condición húmeda, consistencia suave, cementación moderada y estructura homogénea.	SC	A-2-4 (0)		17.12%	NP	NP	NP	4.13%	79.97%	15.90%	

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".

**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.

**Muestra:** Calicata 05

**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9006011.45 m S-767210.49 m E

**Profundidad de Excavación:**

1.50 m.

**Nivel Freático:**

NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LÍMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
1.50	Con un espesor de 1.45 m, de arena fina, color amarillo, en condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea.	SP	A-3 (0)		5.53%	NP	NP	NP	15.52%	83.45%	1.03%	



**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata 07  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005895.56 m S-767963.29 m E

**Profundidad de Excavación:** 1.50 m.

**Nivel Freático:** NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LÍMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
0.45	Arena fina, color amarillo, en condición seca, consistencia suave, cementación débil.	SP	A-3 (0)		<u>2.18%</u>	<u>NP</u>	<u>NP</u>	<u>NP</u>	<u>5.58%</u>	<u>92.27%</u>	<u>2.15%</u>	
1.50	Estrato de 1.05 m. de arena arcillosa, color beige, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada.	SP	A-3 (0)		<u>1.80%</u>	<u>21.00%</u>	<u>NP</u>	<u>NP</u>	<u>8.85%</u>	<u>87.29%</u>	<u>3.86%</u>	

**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata 08  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005554.21 m S-768330.08 m E

**Profundidad de Excavación:**

1.50 m.

**Nivel Freático:**

NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LÍMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
0.45	Arena fina, color amarillo, en condición seca, consistencia suave, cementación débil.	ML	A-4 (0)		19.00%	16.00%	NP	NP	1.03%	42.60%	56.37%	
1.50	Estrato de 1.05 m. de arena arcillosa, color beige, en condición húmeda, consistencia firme, cementación moderada.	SP	A-3 (0)		10.71%	19.00%	NP	NP	0.46%	98.27%	1.26%	

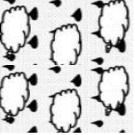
**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata 09  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9005162.10 m S-768575.57 m E

**Profundidad de Excavación:**

1.50 m.

**Nivel Freático:**

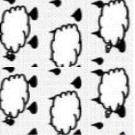
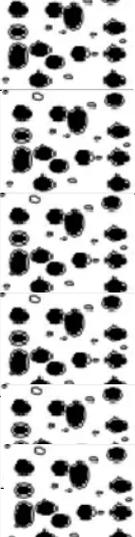
NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LÍMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
0.75	Con un espesor de 0.70 m, de arena fina, color amarillo, en condición seca, consistencia suave, cementación débil.	SP-SM	A-3 (0)		<u>2.35%</u>	<u>20.00%</u>	<u>NP</u>	<u>NP</u>	<u>1.53%</u>	<u>91.19%</u>	<u>7.28%</u>	
1.50	Encontramos un estrato de 0.75 m. de arena arcillosa, color beige, en condición seca, consistencia suave, cementación débil.	SP-SC	A-2-4 (0)		<u>31.47%</u>	<u>30.00%</u>	<u>23.00%</u>	<u>7</u>	<u>8.67%</u>	<u>80.39%</u>	<u>10.94%</u>	

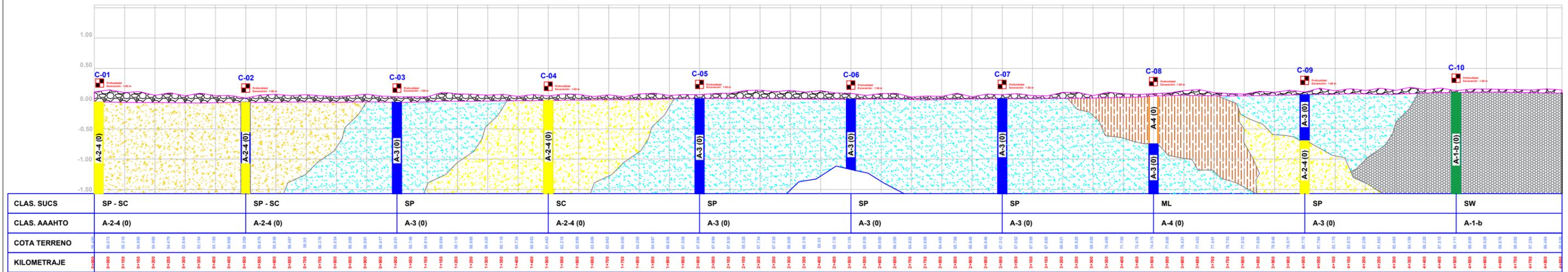
**Proyecto:** "Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo - Cambio Puente, Chimbote 2022".  
**Localización:** Cambio Puente - Tambo Real Viejo, distrito Chimbote, Provincia Santa, Ancash.  
**Muestra:** Calicata 10  
**Fecha:** Setiembre del 2022 **Coordenadas:** 9004729.00 m S-768776.43 m E

**Profundidad de Excavación:** 1.50 m.

**Nivel Freático:** NP

Prof. (m)	Descripción visual	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA GRÁFICA	Hum. Nat.	LÍMITES ATTERBEG			GRANULOMETRÍA %			
		SUCS	AASHTO			LL %	LP %	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
0.00 0.05	Material escombros (no considerado en la clasificación)											
0.50	Arena gravosa, color beige, condición seca, consistencia muy suave, cementación débil y estructura homogénea	SW	A-1-b (0)		1.55%	11.00%	NP	NP	12.32%	85.53%	2.15%	
ROCA DURA	ROCA DURA	GP	A-1									

# PERFIL GEOTÉCNICO CP TAMBO REAL - CP CAMBIO PUENTE



**Perfil Estratigráfico: 0+000 - 4+850 Km**  
Esc.H.: 1/5000.0 Esc.V.: 1/50.0

LITOSTRATIGRAFÍA (AASHTO)			
	MATERIAL DE RELLENO		A-2-4 (0)
	A-3 (0)		A-4 (0)
	A-1-b (0)		

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
Proyecto: <b>MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, CON CLORURO DE SODIO, EN EL ACCESO TAMBO REAL VIEJO - CAMBIO PUENTE, CHIMBOTE 2022*</b>			
Plano: <b>PERFIL GEOTÉCNICO</b> KM 0+000 @ 4+850			
Aprobado: Ms. JULIO CESAR RIVAS PLATA DIAZ USUARIO DE PROYECTO TESIS	Elaborado: Departamento: ANCASH	Provincia: SANTA	Distrito: CHIMBOTE
Todavía: IPARRAGUI TERESA ALEJANDRA MORALES LAU DE RUI ALEXANDER	Cod.: E.G.E.S	Fecha: OCTUBRE - 2022	N Lám.: D:/TESIS
			<b>PG - 01</b>

**ANEXO 07**  
**DISEÑO DE CARRETERA**  
**NO PAVIMENTADA**

### 1. Numero de repeticiones para carreteras no pavimentadas:

**Figura 1.**

*Numero de Repeticiones acumuladas para Caminos No Pavimentados*

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>NP1</sub>	≤ 25,000 EE
T <sub>NP2</sub>	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T <sub>NP3</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>NP4</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Nota: T<sub>NPX</sub>: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño  
NPX = No Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3)

Fuente. Recuperado del "Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", de MTC, 2014, p.74, Lima, Perú

### 2. Geología:

**Tabla 1.**

*Topografía del terreno*

CARACTERISTICA	CONDICION
Orografía	Terreno ondulado
Pendiente longitudinal media	1.5%
Pendiente longitudinal máxima	5.5%
Pendiente Transversal media	4%
Pendiente Transversal máxima	12%

Fuente: *Elaboración propia*

### 3. Estabilidad de Taludes:

**Figura 2.**

*Taludes de Corte*

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	hasta 1 : 3	(*)	(**)

(\*) Requiere banqueta o análisis de estabilidad  
(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

Fuente. Recuperado del "Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas", de MTC, 2014, p.83, Lima, Perú

### Figura 3.

*Taludes de Relleno*

TALUDES DE RELLENO			
MATERIALES	TALUD ( V : H )		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere banqueteta o análisis de estabilidad  
(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

Fuente. Recuperado del "Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas", de MTC, 2014, p.83, Lima, Perú

## 4. Tráfico:

### Figura 4.

*Trafico proyectado al año horizonte*

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5 x 10 <sup>4</sup>	2.6x10 <sup>4</sup> -7.8x10 <sup>4</sup>	7.9x10 <sup>4</sup> - 1.5x10 <sup>5</sup>	1.6x10 <sup>5</sup> -3.1x10 <sup>5</sup>

Fuente. Recuperado del "Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas", de MTC, 2014, p.95, Lima, Perú

## 5. Cálculo referencial de ejes equivalentes:

### Figura 5.

*Cálculo de EE para diseño de carretera no pavimentada*

Factor crecimiento acumulado Veh. Pesados	Factor Fca = $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	22.13
Factor Direccional		Fd	0.5
Factor Carril		Fc	1
Factor Ponderado para carril de diseño		Fd x Fc	0.5
Sumatoria de Ejes equivalentes por tipo de Vehiculo Pesado, por dia para el carril de diseño. PAVIMENTO FLEXIBLE		$\Sigma$ EE dia-carril	60.539
Sumatoria de Ejes equivalentes por tipo de Vehiculo Pesado, por dia para el carril de diseño. PAVIMENTO RIGIDO		$\Sigma$ EE dia-carril	71.047
Numero de repeticiones EE 8.2 Tn PAVIMENTO FLEXIBLE	Nrep de EE 8.2 tn = $\Sigma [EE_{\text{dia-carril}} \times Fca \times 365]$		244,460.22
Numero de repeticiones EE 8.2 Tn PAVIMENTO RIGIDO	Nrep de EE 8.2 tn = $\Sigma [EE_{\text{dia-carril}} \times Fca \times 365]$		286,895.67

Fuente: *Elaboración propia*

## 6. Características de subrasante:

Figura 6.

Categoría de Subrasante

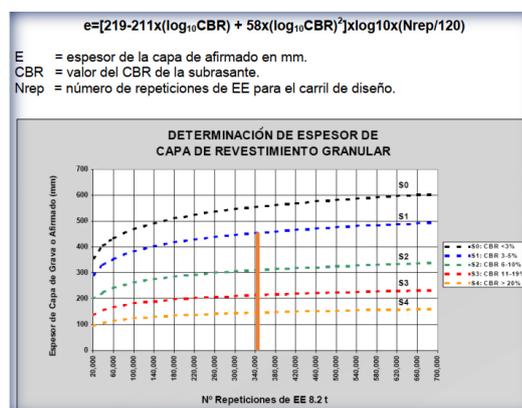
S0 : SUBRASANTE MUY POBRE	CBR < 3%
S1 : SUBRASANTE POBRE	CBR = 3% - 5%
S2 : SUBRASANTE REGULAR	CBR = 6 - 10%
S3 : SUBRASANTE BUENA	CBR = 11 - 19%
S4 : SUBRASANTE MUY BUENA	CBR > 20%

Fuente. Recuperado del "Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas", de MTC, 2014, p.97, Lima, Perú

## 7. Diseño estructural de la superficie de rodadura:

Figura 7.

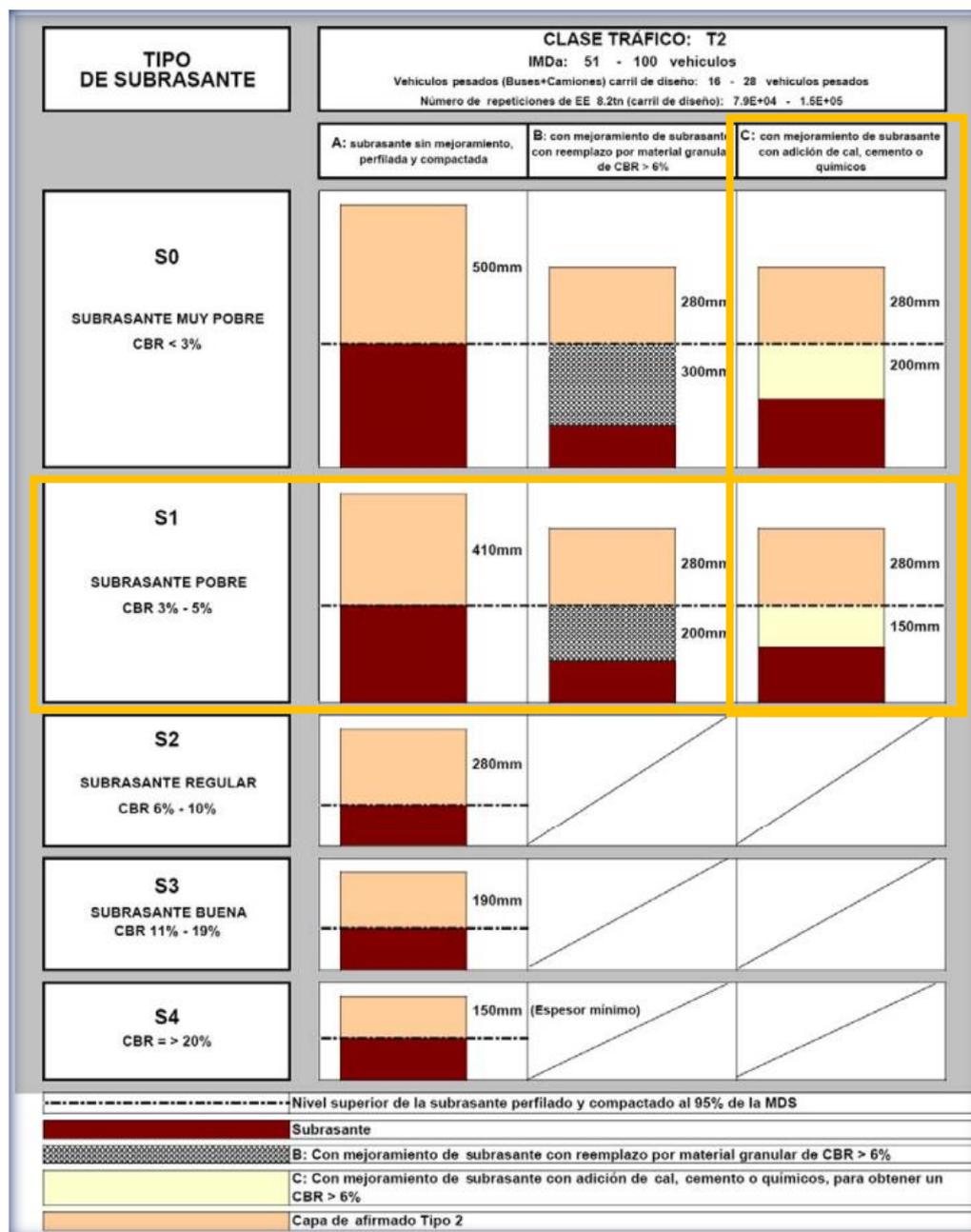
Diseño por el método NAASRA



Fuente. Recuperado del "Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas", de MTC, 2014, p.106, Lima, Perú

Figura 8.

Catálogo de capas para Trafico T2



Fuente. Recuperado del "Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas", de MTC, 2014, p.110, Lima, Perú

**ANEXO 08**  
**PANEL FOTOGRAFICO**

### Trabajos realizados en Campo



**Figura N°01:** Muestreo de suelos mediante calicata C-01, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°02:** Muestreo de suelos mediante calicata C-02, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°03:** Muestreo de suelos mediante calicata C-03, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°04:** Muestreo de suelos mediante calicata C-04, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°05:** Muestreo de suelos mediante calicata C-05, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°06:** Muestreo de suelos mediante calicata C-06, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°07:** Muestreo de suelos mediante calicata C-07, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°08:** Muestreo de suelos mediante calicata C-08, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°09:** Muestreo de suelos mediante calicata C-09, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°10:** Muestreo de suelos mediante calicata C-10, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E 101



**Figura N°11 y 12:** Conservación y Transporte de muestras de suelos, en la via Tambo Real Viejo – Cambio Puente. MTC E-104



**Figura N°13 y 14:** Ubicación y delimitación de los 02 Tramos de Prueba de magnitudes 6.00 m. x 3.00 m. y 0.15 m. de profundidad.



**Figura N° 15, 16, 17 y 18:** Limpieza y escarificación de material propio en los Tramos de Prueba haciendo uso de palas y rastrillos, así como una cuadrilla de 02 peones.





**Figura N° 19, 20, 21 y 22:** Dosificación al 5% de NaCl en funcion al peso seco de la muestra, preparado a modo de salmuera en OCH obtenido el laboratorio.





**Figura N°(23 al 25):**  
Humectación de los tramos de prueba, en función al OCH establecido mediante las pruebas de laboratorio.



**Figura N°(26, 27 y 28):** Compactación de tramo de prueba 01, haciendo uso de plancha compactadora, de manera longitudinal y con las repeticiones necesarias.





**Figura N°(29, 30 y 31):** Compactación de tramo de prueba 02, luego de alcanzar la máxima humedad óptima con el 5% de NaCl en función al peso seco del tramo.





**Figura N°(32 al 34):**  
Calibración de aparato de cono  
de densidad empleando el  
Método A. MTC E 117.





**Figura N°(35, 36 y 37):**  
Calibración de densidad de arena  
siguiendo el metodo A,  
establecido en la MTC E 117.





Figura N°(38 al 42): Deyerminación de la densidad de sueloen In Situ en el tramo de prueba 01, haciendo uso del método de cono de arena, MTC E 117.





Figura N°(43 al 47): Deyerminación de la densidad de sueloen In Situ en el tramo de prueba 02, haciendo uso del método de cono de arena, MTC E 117.





**Figura N°48:** Extracción de muestra de suelo de aparato de cono de densidad, para determinación de peso y humedad.



**Figura N°(43 al 47):** Determinación de humedad de suelo el laboratorio, para comparación con la humedad óptima, obtenida en laboratorio.

Trabajos realizados en Laboratorio

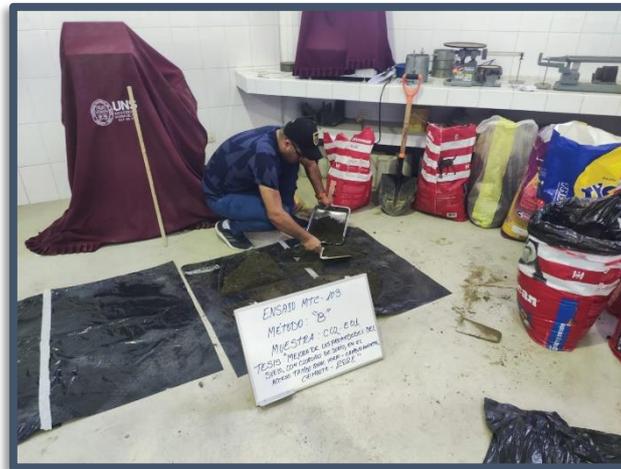


Figura N°50, 51, 52 y 53: Obtención en laboratorio de muestras representativas, mediante Cuarteo Manual. MTC

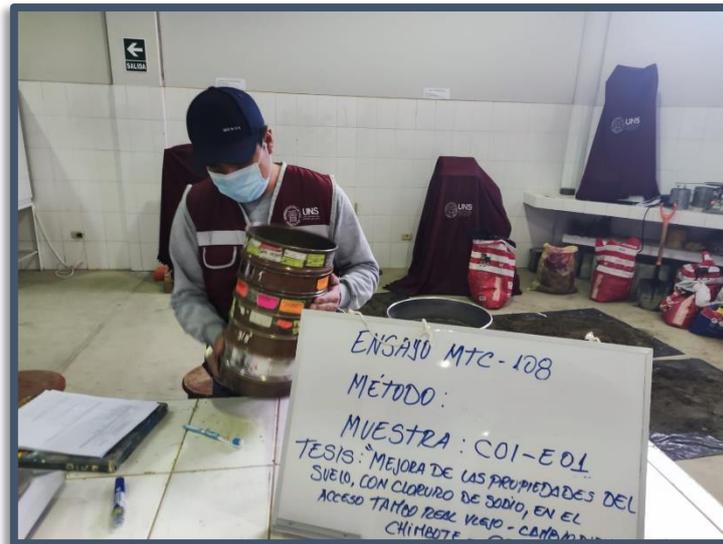
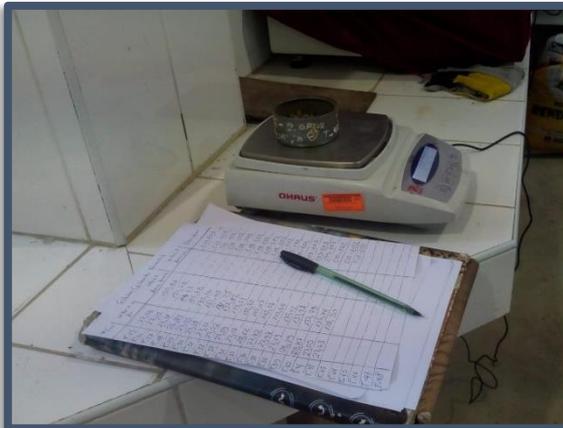


Figura N°(54 al 58): Análisis granulométrico de suelos por tamizado con muestra completa. MTC E-107



Figura N°(59 al 63): Análisis granulométrico de suelos por tamizado con separación de finos por lavado. MTC E-107



**Figura N°(64 al 68):** Determinación del contenido de humedad del suelo. MTC E-108



**Figura N°(69 al 71):**  
Determinación del Límite Líquido del suelo, mediante procedimiento Copa Casa Gande MTC E-110.





**Figura N°(72 al 76):** Determinación del contenido de humedad de las muestras multipunto para el Límite Líquido.



Figura N°(77 al 81): Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad de las muestras de suelo . MTC E-111



**Figura N°(82 al 86):** Determinación de la Gravedad Específica de solidos de las muestras de suelo mediante Picnómetro de agua. MTC E-111

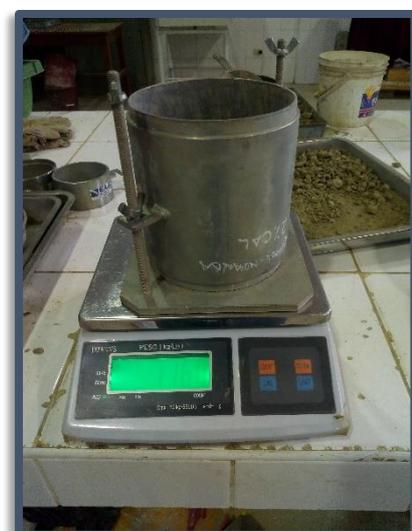


**Figura N°(87 y 88):** Ensayo de compactación de suelo en estado natural, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115, pesaje de los materiales recomendados por norma.





**Figura N°(89, 90 y 91):** Calibración y preparación de aparatos de acuerdo a norma para el Ensayo de compactación de suelo en estado natural, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115,



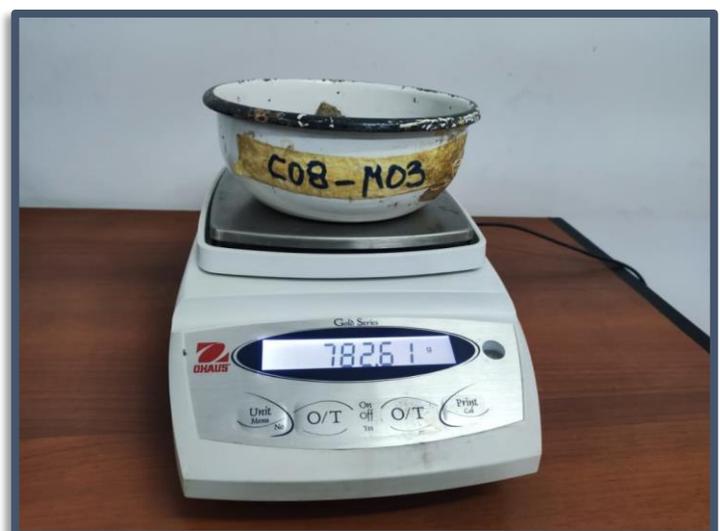


**Figura N°(92 al 96):** Proceso de compactación, enrase y pesaje para el Ensayo de compactación de suelo natural, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115.





**Figura N°(97, 98 y 99):** Control de humedad para Ensayo de compactación de suelo natural, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115.





**Figura N°(100, 101 y 102):** Ensayo de compactación de suelo adicionando porcentajes de NaCl, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115, pesaje de los materiales recomendados por norma.





**Figura N°(103 y 104):** Calibración y preparación de aparatos de acuerdo a norma para el Ensayo de compactación de suelo usando NaCl, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115.



**Figura N°(105 y 106):** Preparación de NaCl para su aplicación en las muestras de suelo en forma de salmuera para el Ensayo de compactación de suelo mejorado, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115.



**Figura N°(107 al 111):** Proceso de compactación, enrase y pesaje para el Ensayo de compactación de suelo mejorado, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115.





**Figura N°(112, 113 y 114):** Control de humedad para Ensayo de compactación de suelo modificado, usando Proctor Modificado (Metodo A) MTC E 115.



**Figura N°(115, 116 y 117):** Preparacion de la muestra natural, en función a los resultados de Proctor de Laboratorio y dimensionamiento de moldes y accesorios, CBR En Laboratorio MTC E 132.





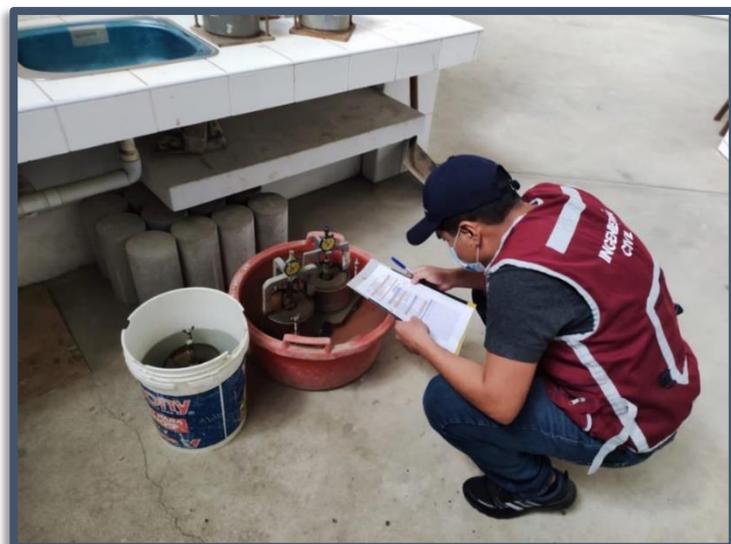
**Figura N°(118 al 121):** Elaboración de especímenes aplicando compactación dinámica a 55, 26 y 12 golpes por capa, CBR En Laboratorio MTC E 132.



**Figura N°(122, 123 y 124):**  
Compactación, enrase y montaje  
invertido de especimenes, CBR En  
Laboratorio MTC E 132



**Figura N°(125 al 128):** Proceso de Inmersión y control de lecturas para Hinchamiento durante 96 horas, CBR En Laboratorio MTC E 132.





**Figura N°(129 al 131)** Penetración en prensa con velocidad y carga controladas, CBR En Laboratorio MTC E 132.



Figura N°(132 al 134):  
Determinación de Húmedad, CBR  
En Laboratorio MTC E 132.





**Figura N°(135 al 137) Preparación del Cloruro de Sodio para los especímenes, CBR En Laboratorio MTC E 132.**



**Figura N°(138 al 141):** Preparacion de la muestra mejorada, en función a los resultados de Proctor de Laboratorio, CBR en Laboratorio MTC E 132.





**Figura N°(142, 143):** Elaboración de especímenes aplicando compactación dinámica a 55, 26 y 12 golpes por capa, CBR En Laboratorio MTC E 132.





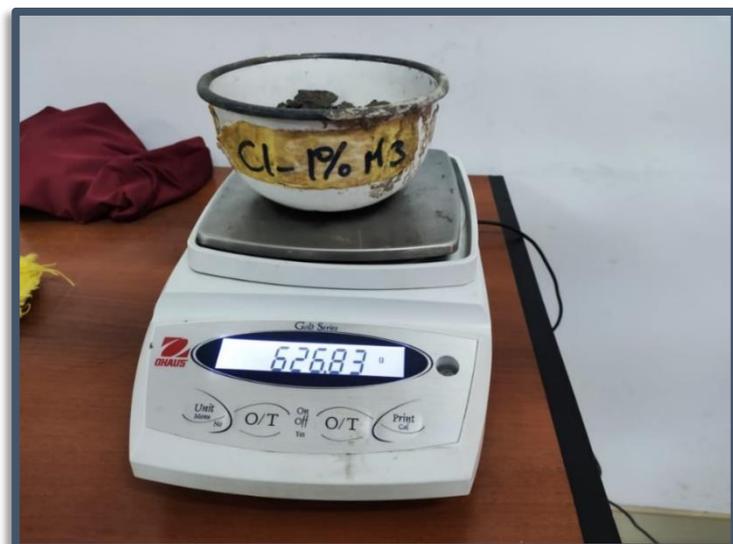
**Figura N°(144 al 147):** Proceso de Inmersión y control de lecturas para Hinchamiento durante 96 horas, CBR En Laboratorio MTC E 132.



Figura N°(148 al 150) Retiro de especimenes mejorados, y preparacion para penetración, CBR Laboratorio MTC E 132.



Figura N°(151 al 153) Penetración en prensa con velocidad y carga controladas, CBR En Laboratorio MTC E 132.



**Figura N°(154 al 157):**  
Determinación de Húmedad, CBR  
En Laboratorio MTC E 132.

# “Mejora de las propiedades del suelo, con Cloruro de Sodio, en el acceso Tambo Real Viejo – Cambio Puente, Chimbote 2022”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
3	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Sampablo Contreras Alejandro. "Estudio comparativo de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo granular bien y mal graduado", TESIUNAM, 2005 Publicación	<1%
7	<a href="https://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%