



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante,
suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-
Arequipa, Moquegua 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Cruz Quispe, Katherine Edith

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

Lima – Perú

2018

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) Katherine Edith Cruz Quispe cuyo título es:

"CONTROL DE CALIDAD PARA ASEGURAR EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE, SUELO DE FUNDACIÓN CENIZA VOLCÁNICA - CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, MOQUEGUA 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:14..... (número)Catorce..... (Letras).

Lima Norte,

Lima, 15 de Diciembre de 2018


Mg. RODOLFO MARQUINA
CALLACNA
(PRESIDENTE)


Dr. GERARDO CANCHO ZÚÑIGA
(VOCAL)


Mg. LUIS QUIROZ TORRES
(SECRETARIO)

DEDICATORIA

La presente tesis dedico a mis padres que me apoyaron económicamente y siempre apoyarme moralmente para culminar mi formación profesional.

A mis abuelos, a quien los quiero como si fueran mis padres, por compartir momentos muy importantes para mí.

A mi pareja Abel que siempre ha estado junto a mí y brindarme su apoyo.

Y sobre todo a Dios por darme la salud y bienestar, y darme fuerzas para superar obstáculos a lo largo de toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

Al Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, gratitud eterna por darme la oportunidad de estudiar la carrera que me apasiona.

A mi asesor de tesis el Dr. Gerardo Cancho Zúñiga, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis.

A mis padres por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A todos ellos, gracias totales.

El autor.

DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD

Yo, Katherine Edith Cruz Quispe, identificado con el DNI N° 72526135, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable de Desarrollo de Proyecto de Investigación se ha desarrollado la Tesis “Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante, suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua 2018”.

A efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que:

La tesis desarrollada es de mi autoría.

Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no existe plagio ni total ni parcialmente.

El trabajo no ha sido publicado, ni presentado anteriormente como producto académico de otra materia.

Toda la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son originales.

Por lo expuesto, asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar vallejo.

Los olivos, 15 de Diciembre de 2018



CRUZ QUISPE, Katherine Edith
DNI N° 72526135

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, se presenta ante ustedes la Tesis titulada: Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante, suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua 2018, en cumplimiento a las normas establecidas en la Guía de Productos Observables de la Universidad “César Vallejo” a realizar en la Experiencia Curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación.

En el capítulo I, Introducción, En todo inicio de obra se requiere de un adecuado control de calidad, para su finalización exitosa del proyecto, de tal manera que se debe seguir un amplio cumplimiento de las especificaciones técnicas y acabar en el tiempo previsto, estos controles no solo son visuales sino que la parte más importante es el trabajo realizado en laboratorio de mecánica de suelos. Con respecto a este caso peruano en el 2013, Peche mencionó que Se vienen dando muchos casos de sobredimensionamiento de las alturas de mejoramiento y otros casos de mejoramientos deficientes generando sobre costo, pero eso se debe a la falta de criterio por parte del personal técnico al momento de realizar mejoramientos de terrenos por presencia de materiales inadecuados a nivel de subrasante, sin tomar en cuenta que la subrasante es la base principal que soporta las cargas de las siguientes capas y brinda una buena estabilidad; Asimismo, Alzavieta, afirma que los controles no solamente son observaciones visuales, ni mediciones de campo, sino que la parte más importante para lograr el grado de calidad requerido es el trabajo en laboratorio de mecánica de suelos. Es por ello, que se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera el control de calidad incide para asegurar el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua? en la presente investigación se plantea desarrollar la influencia al utilizar el control de calidad sobre el mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica, de esta manera verificaré el proceso constructivo y los materiales del banco de préstamo, para ello se realizara los procedimientos y ensayos de laboratorio de mecánica de suelos que me sirven para realizar el control de la calidad de la obra en construcción desde la fundación hasta la subrasante. Así mismo se describe los diferentes ensayos realizados a las diferentes materiales que se utilizaron en los tramos de prueba, mismos que se encuentran dentro de la obra y que se utilizaron para la estabilización del suelo de fundación. La estabilización del suelo de fundación, se le colocará un material que cumpla con las características de una subrasante mejorada. Para ellos

después de realizar el mejoramiento, se debe de realizar los ensayos correspondientes en campo tales como el uso de la viga benkelman y el densímetro nuclear, de este modo se planteó la siguiente hipótesis “La aplicación del control de calidad mejora la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.”.

En el capítulo II, Método, la presente investigación se ubica en el diseño experimental, la variable independiente es “control de calidad” y la variable dependiente es “mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica”, la muestra está representada por la carretera y compuesto en algunos casos por un perfil estratigráfico de ceniza volcánica, limos y arcillas, comprendido por cuatro tramos de prueba, que se encuentran dentro de la carretera mencionada y con diferentes alturas de mejoramiento de la carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua, los instrumentos de recolección de datos son la ficha de recolección de información, en la cual se desarrolla cada variable y la medición a través de sus respectivos indicadores.

En el capítulo III, Resultados, Se obtuvo los resultados esperados, ya que después de analizar los materiales de acopio todos cumplieron con las especificaciones generales, por lo tanto no hubo problemas para realizar el reemplazo del material inadecuado (ceniza volcánica) por el material bueno, para esto se realizó 4 tramos de prueba, con el objetivo de lograr un diseño de subrasante con diferentes alturas de mejoramiento (0.40, 0.60, 0.80, 1.00 metros) sobre un terreno de fundación compuesta por ceniza volcánica, de los cuales una de ellas resultará ser la óptima, el cual será tomado en cuenta para estabilizar suelos con presencia de ceniza volcánica en el proyecto; por último se realizó los ensayos correspondientes tales como: La prueba de compactación con el método nuclear, la prueba de deflectometría, el ensayo de CBR, cabe mencionar que la ubicación del material de acopio en relación a la ubicación del tramo de prueba influye en la selección de altura óptima, es por eso que la altura optima es de 0.80 mts.

En el capítulo VI, Conclusiones y Recomendaciones, después de realizar la tabla de registros de actividades y diagrama de bloques del control de calidad de la actividad mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación de ceniza volcánica, se logró determinar que este sirvió para realizar un mejoramiento de la subrasante de forma secuencial y con esto obtener buenos resultados ahorrando tiempo; por otro lado los ensayos realizados para el material de préstamo o cantera, dieron buenos resultados, ese material fue usado para realizar tramos de prueba con diferentes alturas de mejoramiento hasta lograr

determinar el óptimo, para esto se tomó en cuenta los ensayos correspondientes (deflectometría y densidades) de las cuales la más principal fue la viga, que nos dio una lectura de diales dentro de los rangos permitidos, para una profundidad de 0.80m de mejoramiento.

Se recomienda utilizar en cada proyecto un registro de actividades o diagrama de bloques, ya que con este instrumento se puede identificar la solución a los problemas ocasionadas durante la conformación de la subrasante, a su vez determinar qué actividades son innecesarias para eliminarlos, con esto obtener un buen control de calidad; por otro lado se recomienda utilizar el deflectometro de impacto (FWD), debido a que las lecturas de sus diales son más precisas, para una adecuada evaluación de la subrasante, con ello determinar con mayor exactitud si es que amerita un mejoramiento.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
I: INTRODUCCIÓN	20
1.1 Realidad problemática	21
1.2 Trabajos previos	22
1.2.1 Antecedentes Nacionales	22
1.2.2 Antecedentes Internacionales	24
1.3 Teorías relacionadas al tema	27
1.3.1 Control de calidad	27
1.3.1.1 Estudio de suelos	28
A. Granulometría	28
○ Tamaño máximo (mm)	28
○ Porcentaje de finos	28
B. Plasticidad (límites)	28
○ Limite Líquido	28
○ Limite Plástico	29
○ Índice de plasticidad	29
C. Proctor Estándar	29
D. Humedad natural	30
1.3.1.2 Evaluación estadística de la calidad	31
A. Promedio aritmético	31
B. Desviación Estándar	31
1.3.1.3 Evaluación de procesos constructivos	31
A. Especificaciones Técnicas	31
B. Normas	31
1.3.1.4 Calidad del suelo	32
A. Grava y Arena	32
B. Material fino (limo)	32
C. Material fino (arcilla)	32

1.3.1.5	Condiciones en la ejecución de las obras	32
1.3.1.6	Control de ejecución de la obra	33
1.3.1.7	Organización del personal.....	33
1.3.1.8	Rutina de trabajo	33
1.3.1.9	Ventajas y desventajas	34
1.3.1.10	Funciones que debe cumplir un control de calidad.....	34
1.3.1.11	Las actividades para el control de calidad	34
•	Preventivas	34
•	Control de procesos	35
•	Verificación	35
•	Motivación.....	35
•	Pruebas para materiales	35
1.3.2	Subrasante.....	35
1.3.1.1	Compactación (%)	36
A.	Máxima Densidad Seca	36
B.	Humedad optima.....	36
1.3.1.2	Deformación vertical.....	36
A.	Deflexión del suelo	36
1.3.1.3	Espesor de mejoramiento.....	36
A.	Capacidad Portante del suelo.....	37
1.3.1.4	Mejoramiento de suelos.....	37
1.3.1.5	Estabilización de suelos.....	37
A.	Estabilización mecánica de suelos	37
B.	Estabilización por combinación de suelos.....	37
C.	Estabilización por sustitución de los suelos.....	38
D.	Suelos estabilizados con cal.....	38
E.	Suelos estabilizados con cemento	38
F.	Suelos estabilizados con escoria	38
G.	Suelos estabilizados con cloruro de sodio	38
H.	Estabilización de suelos con cloruro de calcio.....	39
I.	Estabilización de suelos con cloruro de magnesio	39
J.	Estabilización con productos asfálticos	39
K.	Estabilización con geosintéticos	39
1.3.1.6	Tipos de muestra	39

1.3.1.7	Muestra alterada en bolsa de plástico	39
1.4	Formulación del problema.....	40
1.4.1	Problema general	40
1.4.2	Problemas específicos.....	40
1.5	Justificación de la investigación	40
1.6	Hipótesis de la investigación.....	42
1.6.1	Hipótesis general.....	42
1.6.2	Hipótesis específicas.....	42
1.7	Objetivos de la investigación	42
1.7.1	Objetivo general.....	42
1.7.2	Objetivos específicos	42
II:	MÉTODO	44
2.1.	Diseño, tipo, enfoque y nivel de investigación:.....	45
2.1.1.	Diseño de investigación	45
2.1.2.	Tipo de investigación.....	45
2.1.3.	Enfoque de investigación	45
2.1.4.	Nivel de investigación	45
2.2.	Variables, operacionalización.....	46
2.2.1.	Variables	46
2.2.1.1.	Variable Independiente	46
2.2.1.2.	Variable Dependiente	46
2.2.2.	Operacionalización de las variables	46
2.3.	Población	49
2.4.	Muestra.....	49
2.5.	Muestreo	49
2.6.	Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	49
2.6.1.	Técnicas	49
2.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	50
2.6.2.1.	Según AASHTO.....	50
2.6.2.2.	Según SUCS	51
2.6.2.3.	Densímetro Nuclear	52
2.6.2.4.	Viga Benkelman	52
2.6.2.5.	Ensayo de C.B.R.....	53
2.6.3.	Validez	54

2.6.4.	Confiabilidad.....	55
2.7.	Métodos de análisis de datos.....	55
2.8.	Aspectos éticos	55
III.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	56
3.1.	Descripción de la zona de estudio	56
3.2.	Trabajos previos	57
3.2.1.	Trabajos de Campo	57
IV:	DISCUSION	136
V:	CONCLUSIÓN.....	139
VI:	RECOMENDACIONES	146
VII:	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
VIII:	ANEXOS.....	158
8.1.	Matriz de consistencia.....	159
8.2.	Panel fotográfico del ensayo granulometría.	161
8.3.	Panel fotográfico de Límites.	162
8.4.	Panel fotográfico del ensayo Proctor estándar.	163
8.5.	Panel fotográfico del proceso constructivo de un mejoramiento.	164
8.6.	Ensayos para el material de las canteras (km. 76+500, 84+500, 53+670). ...	165
8.7.	Ensayo de compactación para cada tramo de prueba después de mejorarla..	178
8.8.	Ensayo de deflectometría para cada tramo de prueba después de mejorarla..	189
8.9.	Ensayo de CBR para cada tramo de prueba antes de mejorarla.....	213
8.10.	Certificados de calibración de los equipos.	238

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de la Variable independiente.....	47
Tabla 2: Matriz de Operacionalización de la Variable dependiente.....	48
Tabla 3: Rangos y magnitud de validez	54
Tabla 4: rango y magnitud de confiabilidad	55
Tabla 5. Matriz de consistencia (General)	159
Tabla 6. Matriz de consistencia (Específicos)	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura principal del Sistema de Control de Calidad	27
Figura 2. Valores de calidad para materiales de la capa Subrasante	30
Figura 3. Resumen de tiempos requeridos para la realización de los ensayos y muestreos.	30
Figura 4. Clasificación y Simbología de diferentes tipos de suelos según AASHTO	51
Figura 5. Clasificación y simbología de diferentes tipos de suelos según SUCS .	51
Figura 6. Densímetro Nuclear	52
Figura 7: Ensayo de deflectometría con la viga Benkelman.....	53
Figura 8: Ensayo de la prensa de C.B.R	54
Figura 9. Ubicación local, nacional y regional	56
Figura 10. Tramo de prueba 79+840 - 79+940 Plataforma completa.....	57
Figura 11. Tabla ASME-VM (Registro de actividades)	58
Figura 12. Diagrama de bloques.	59
Figura 13. Ensayo de granulometría, Tramo: 79+840 – 79+940.....	61
Figura 14. Ensayo del contenido de humedad, Tramo: 79+840 – 79+940.....	62
Figura 15. Ensayo de Limites, Tramo: 79+840 – 79+940.....	63
*Figura 16. Ensayo de Proctor, Tramo: 79+840 – 79+940.	64
Figura 17. Ensayo de granulometría, Tramo: 86+120 - 86+170.....	65
Figura 18. Ensayo del Contenido de humedad, Tramo: 86+120 - 86+170.....	66
Figura 19. Ensayo de Limites, Tramo: 86+120 - 86+170.	67
Figura 20. Ensayo de Proctor, Tramo: 86+120 - 86+170.	68
Figura 21. Ensayo de granulometría, Tramo: 54+550 - 54+660.....	69
Figura 22. Ensayo del Contenido de humedad, Tramo: 54+550 - 54+660.....	70
Figura 23. Ensayo de Limites, Tramo: 54+550 - 54+660.	71
Figura 24. Ensayo de Proctor, Tramo: 54+550 - 54+660.	72
Figura 25. Ensayo de granulometría, Tramo: 68+820 - 68+920.....	73
Figura 26. Ensayo del Contenido de humedad, Tramo: 68+820 - 68+920.....	74
Figura 27. Ensayo de Limites, Tramo: 68+820 - 68+920.	75
Figura 28. Ensayo de Proctor, Tramo: 68+820 - 68+920.	76
Figura 29. Cuadro de resumen de calidad del suelos mejorado.	77
Figura 30. Compactación del terreno de fundación- Tramo: 79+840 - 79+940. ...	78
Figura 31. 1ra capa relleno con over – Tramo: 79+840 – 79+940.....	79
Figura 32. Resultados de compactación de la 2da capa – Tramo: 79+840 – 79+940	80
Figura 33. Resultados de compactación de la 3ra y 4ta – Tramo: 79+840 – 79+940.	81
Figura 34. Resultados de compactación de la 1ra y 2da capa – Tramo: 86+120 – 86+170.	82
Figura 35. Resultados de compactación de la 3ra y 4ta capa – Tramo: 86+120 – 86+170.	83

Figura 36. Compactación del terreno de fundación- Tramo: 54+550 - 54+660. ...	84
Figura 37. Resultados de compactación de la 1ra capa – Tramo: 54+550 – 54+660.	85
Figura 38. Resultados de compactación de la 2da y 3ra capa – Tramo: 54+550 – 54+660.	86
Figura 39. Compactación del terreno de fundación- Tramo: 68+820 - 68+920. ...	87
Figura 40. Resultados de compactación de la 1ra y 2da capa – Tramo: 68+820 – 68+920.	88
Figura 41. Ensayo de compactación, mediante el densímetro nuclear.	89
Figura 42. Cuadro de deflexiones – Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Derecho). .	89
Figura 43. Grafica de la Curva de deflexiones – Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Derecho).....	90
Figura 44. Grafica del radio de curvatura – Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Derecho).....	90
Figura 45. Ensayo de deflectometría km. 79+840 - 79+940.....	91
Figura 46. Ensayo de deflectometría Km. 86+120 - 86+170.	91
Figura 47. Cuadro de deflexiones - Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Izquierdo)..	91
Figura 48. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Izquierdo).	92
Figura 49. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Izquierdo)..	92
Figura 50. Cuadro de deflexiones – Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Derecho). .	93
Figura 51. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Derecho).....	93
Figura 52. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Derecho).....	94
Figura 53. Cuadro de deflexiones – Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Izquierdo). 94	94
Figura 54. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Izquierdo).	95
Figura 55. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Izquierdo).	95
Figura 56. Cuadro de deflexiones – Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado derecho) ...	96
Figura 57. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado derecho).	96
Figura 58. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Derecho).....	97
Figura 59. Cuadro de deflexiones – Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Izquierdo) .	97
Figura 60. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Izquierdo).	98
Figura 61. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Izquierdo).	98
Figura 62. Cuadro de deflexiones – Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado derecho) ...	99
Figura 63. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado derecho).	99
Figura 64. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado derecho).	100
Figura 65. Cuadro de deflexiones – Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado Izquierdo) 100	100

Figura 66. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado Izquierdo).	101
Figura 67. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado Izquierdo).	101
Figura 68. Cuadro resumen de las deflexiones obtenidas para cada tramo de prueba.	102
Figura 69. Calicata del suelo inadecuado (ceniza volcánica)	102
Figura 70. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.	103
Figura 71. Tamizado de la ceniza volcánica.	104
Figura 72. Equipo de granulometría.	104
Figura 73. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 -79+940.	105
Figura 74. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.	106
Figura 75. Casa grande, ranuradora y espátula.	107
Figura 76. Agua embotellada.	107
Figura 77. Ceniza volcánica alterada con agua.....	107
Figura 78. Ensayo de Límites.	107
Figura 79. Balanza.	107
Figura 80. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.	108
Figura 81. Mezcla homogénea de la ceniza volcánica con agua.	109
Figura 82. Ensayo de Proctor estándar.	109
Figura 83. Ceniza volcánica, adicionando agua.	109
Figura 84. Suelo inadecuado (ceniza volcánica).	109
Figura 85. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.	110
Figura 86. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.	111
Figura 87. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.	112
Figura 88. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 -86+170.	113
Figura 89. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.	114
Figura 90. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.	116
Figura 91. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.	117
Figura 92. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.	118
Figura 93. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.	120
Figura 94. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 - 54+660.	121

Figura 95. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.	122
Figura 96. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.	123
Figura 97. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.	124
Figura 98. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.	125
Figura 99. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.	127
Figura 100. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 - 68+920.	128
Figura 101. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.	129
Figura 102. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.	131
Figura 103. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.	132
Figura 104. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.	133
Figura 105. Clasificación CBR según MTC.	134
Figura 106. Cuadro resumen de calidad del material inadecuado a eliminar (Ceniza Volcánica).	135
Figura 107. Cuadro resumen del porcentaje de compactación.	141
Figura 108. Cuadro resumen de las deflexiones en el carril derecho.	144
Figura 109. Cuadro resumen de las deflexiones en el carril izquierdo.	144
Figura 110. Deflectograma de las lecturas máximas de la viga Benkelman.	145

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue “Evaluar cómo asegurar el control de calidad del mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”, fue una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El nivel de investigación es explicativo con un diseño experimental. El tamaño de la muestra para esta investigación está compuesto por la vía, el cual dentro de ella se encuentra 4 tramos de prueba con diferentes alturas de mejoramiento con diferentes materiales de préstamos de la carretera Moquegua- Omate- Arequipa.

Se lograron los objetivos planteados en la presente investigación al realizar la evaluación de la vía usando la viga Benkelman, y el comportamiento mecánico a través de los ensayos del laboratorio de mecánica de suelos.

PALABRAS CLAVE:

Mejoramiento, ceniza volcánica, diseño, subrasante, deflexión.

ABSTRACT

The general objective of the research was "To evaluate the influence of quality control in the improvement of the subgrade with foundation soil volcanic ash-road Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua", was an applied research with a quantitative approach. The level of research is explanatory with an experimental design. The size of the sample for this investigation is made up of the road, which within it is 4 test sections with different heights of improvement with different loan materials from the Moquegua-Omate-Arequipa highway.

The objectives set out in the present investigation were achieved by carrying out the evaluation of the track using the Benkelman beam, and the mechanical behavior through the tests of the soil mechanics laboratory.

KEYWORDS:

Improvement, volcanic ash, design, subgrade, deflection.

I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En todo inicio de obra se requiere de un adecuado control de calidad, para su finalización exitosa del proyecto, de tal manera que se debe seguir un amplio cumplimiento de las especificaciones técnicas y acabar en el tiempo previsto, estos controles no solo son visuales, sino que la parte más importante es el trabajo realizado en laboratorio de mecánica de suelos.

En los tiempos actuales es ya difícil concebir el buen término de una obra de magnitudes regulares (digamos fraccionamientos) sin la intervención de la empresa supervisora, la cual ha surgido como una necesidad de la construcción; para llevar a cabo un mejor control del costo, tiempo y calidad en el durante el proceso constructivo.

La finalidad de un adecuado control de calidad durante la ejecución de los procesos constructivos es muy importante, ya que esto trae consecuencias positivas para que el proyecto cumpla con los estándares exigidos y se, garantice la vida útil de la carretera, esto a su vez debe estar regido bajo parámetros o normas técnicas para su construcción.

Para optar por la solución más económica en la estabilización de suelos por presencia de material inadecuado, es decir capacidad portante baja, se debe realizar una serie de evaluaciones para determinar el tipo idóneo de la solución, que generaría beneficios al proyecto en distintos aspectos. (Alzavieta, 2016, p.49)

Por otro lado, en la obra de carreteras construcción de la ruta del sol sector 2 en Colombia menciona que: el área de control de calidad es la responsable de buscar las soluciones frente a las características de suelos no aptos para la construcción de la vía encontrados a lo largo de la zona de ejecución de obra. La función del área de control de calidad se enfoca en realizar el control de los materiales tanto en el laboratorio como en el campo, con sus respectivos ensayos. (Forero, 2016, p.16-17):

El Perú al poseer características geográficas variadas (costa, sierra y selva) presenta suelos de distintas características por ello construir carreteras es un reto de ingeniería ya que puede haber suelos arenosos, arcillosos y limosos, entonces es importante realizar un adecuado estudio de suelos para poder realizar un mejoramiento y luego un adecuado control de calidad, en este caso a nivel de la subrasante. Los beneficios que se obtienen al controlar adecuadamente los procesos de conformación de la subrasante son realmente satisfactorios dado que tenemos muchas mejoras tanto físicas como mecánicas, estas mejoras se reflejan

hasta la carpeta de rodadura del pavimento. Con esto se ahorraría tiempo y dinero al ejecutar una obra, para ello es importante que la supervisión esté al tanto de las especificaciones y la norma técnica peruana, para hacer cumplir a la empresa contratista.

Según Peche (2013, p. 43) menciona que:

Se realizó una serie de pruebas con la viga benkelman para saber si es que los tramos evaluados ameritaban mejoramiento, al notar que las lecturas de los diales arrojaban resultados que estaban por encima de la deflexión máxima admisible, se determinó que se debe ejecutar mejoramiento a dicho tramo de estudio.

En lo que concierne a nivel local; la provincia de Sánchez Cerro-Moquegua cuenta con distintos tipos de suelos, pero en particular en el proyecto Mejoramiento de la carretera Moquegua-Omate-Arequipa, cuenta con una variedad de tipos de suelos, desde la presencia de ceniza volcánica, suelos granulares, arenosos, arcillosos hasta limosos, por ende es de suma importancia estabilizar suelos con presencia de material inadecuado es decir realizar un mejoramiento para ello se va optar por realizar un adecuado control de calidad a nivel de subrasante como son controles de densidad y controles de deflectometría. Por otro lado, también se realizará los ensayos pertinentes para determinar alturas de mejoramiento y calidad del suelo ya que será el soporte de la estructura del pavimento.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes Nacionales

Saavedra Guzmán, Luis Alonso (2015). En su tesis título "Aseguramiento y control de calidad de los elementos de concreto en la obra **"Mejoramiento y ampliación de espacios educativos para la Institución Educativa primaria secundaria-Sara A. Bullón N° 10110" en Dist. Lambayeque - Prov. Lambayeque - Dpto. Lambayeque**", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, su **objetivo** principal fue desarrollar y describir las características de un sistema de control de calidad de componentes del concreto en la obra: ampliación y mejoramiento ambientes Educativos para la Institución Educativa Primaria Secundaria Sara A. Bullón N° 10110" en Dist. Lambayeque - prov. Lambayeque - Dpto. Lambayeque, el de tipo de investigación es aplicada, experimental, Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones:** a) Se aplicó la norma ISO 9001:2008 durante el desarrollo del Control de Calidad de elementos de Concreto en la Obra. b) Se desarrolló planes de calidad para la satisfacción del cliente. c) Se realizó una

adecuada capacitación a los personales encargados en cada área según sea la actividad a ejecutar de tal forma que empleen un control técnico de los procesos constructivos. d) Los certificados de calidad brindados por los proveedores de los equipos y materiales fueron inspeccionados satisfactoriamente. e) Se cumplieron a cabalidad con lo requerido por las normas técnicas peruanas en temas de resistencia del concreto, para lograr el control de calidad se siguieron los planeamientos y el cumplimiento de los protocolos. f) Se lograron aplicar las no conformidades por parte de la supervisión para la mejora continua del proyecto a ejecutar. g) Para prevenir las fallas y bajar el índice de los productos no conformes se controló los procesos. h) Para evitar las no conformidades. Se hizo, un seguimiento y cumplimiento a la normativa vigente, a las especificaciones técnicas, planos, entre otros.

Fernandez Honorio, Margarita (2013). En la tesis de maestría **título "Experiencias en la supervisión de obra del camino vecinal Lucanas-Pampahuasi"**, Universidad de Piura, el cual su **objetivo** principal es dar solución a los problemas que se pueden encontrar en obra durante el proceso constructivo y difundir las experiencias de la supervisión de obra. Su tipo de investigación es descriptiva, experimental, Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones**: a) La obras viales generan desarrollo en el campo social y económico de los pueblos, es por eso que se debe seguir con la construcción de estos caminos ya que esto sirve para que estén conectados entre sí, en consecuencia logran surgir y alcanzar el progreso. b) Durante la ejecución de la obra se ha logrado constatar que existen deficiencias pero esto debe mejorar, por otro lado se pudo apreciar que es fundamental mantener comunicado a los pueblos a pesar que estén en construcción ya que esto garantiza la transitabilidad y el desarrollo económico de estas comunidades. c) Se debe tener en cuenta que las redes viales son patrimonio para un país ya que conectan las ciudades, por tal motivo es primordial cumplir con las metas y objetivos que se propone antes de la ejecución de la obra para tener vías de comunicación en buen estado a futuro.

Flores González, Leonardo. En la tesis de maestría titulada **“Evaluación estructural de pavimentos flexibles de carreteras de bajo volumen de tránsito”**. Universidad Nacional de Ingeniería, el cual su **objetivo** principal: Determinar las condiciones estructurales del pavimento que se encuentran en campo, para eso es necesario una metodología que me ayude

a determinar aproximadamente, pero no equipos tradicionales o modernos, sino con métodos numéricos. Su tipo de investigación es descriptiva, experimental, Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones**: a) Una opción para determinar las deformaciones verticales del suelo es utilizar el modelo analítico de Boussinesq. b) Para poder emplear con éxito el cálculo inverso con FEM 3D, se deben de medir más parámetros que los que se obtienen en un ensayo deflectométrico tradicional.

Peche Zegarra, Edwin (2013). En la tesis de Licenciatura titulada “**Evaluación de espesores de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima- Canta**”, Universidad Nacional de Cajamarca, el cual su **objetivo** principal: Evaluar la relación a los tipos de suelos y los espesores de mejoramiento de la subrasante encontrados en obra, primeramente se realizó ensayos de laboratorio (contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, CBR) y en campo el ensayo de viga benkelman con el fin de analizarlos, luego se ha realizado 2 tramos, pero los resultados en ambos espesores de mejoramiento no coincidieron. Su tipo de investigación es descriptiva, experimental, Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones**: a) A pesar de realizar los ensayos correspondientes de deflectometría antes y después de realizar el mejoramiento al suelo inadecuado, las lecturas de diales resultaron ser mayor a la deflexión máxima admisible después de realizar el mejoramiento.

1.2.2 Antecedentes Internacionales

Forero Ramírez, Edison (2016). En la tesis **título “Apoyo en la caracterización y control de calidad en canteras y en vía de los materiales utilizados en la construcción de la doble calzada ruta del sol sector 2”**, Universidad Francisco de Pula Santander Ocaña-Colombia, su **objetivo** principal fue, realizar el control de calidad a las canteras y tipificar las propiedades de los materiales que usará. Durante la edificación de la vía de doble calzada en el sector Ruta del Sol Sector 2. El tipo de investigación es descriptiva, experimental. Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones**: a) Luego de realizar los estudios pertinentes a la cantera Paraíso se hizo el transporte a la obra para la colocación de las distintas capas que conforman el pavimento, luego se realizaron las pruebas de campo después de la compactación y se concluyó que no cumplen con los parámetros exigidos por el control de calidad, en consecuencia se tomó la decisión de estabilizar con cal para mejorar el suelo. b) Se realizó los estudios necesarios y el análisis en laboratorio a los

materiales encontrados en la cantera para determinar cuál sería el porcentaje de cal a utilizar para estabilizarlo. c) Al realizar los estudios pertinentes se determinó el PH que presenta el suelo esto se debe a que existe un alto porcentaje de humedad natural, por ellos se utilizó mayor cantidad de cal para lograr su estabilización con esto se garantizará una mejor compactación hasta llegar a su estado óptimo, por lo tanto la producción e incrementará. d) Con el uso de formatos de control de calidad y los procesos constructivos, se garantiza que los trabajadores puedan afianzar en mayor proporción sus conocimientos, entonces se podrá controlar adecuadamente los procesos constructivos evitando fallas a futuro, en la estructura del pavimento, en consecuencia quedar bien con el cliente.

Sitaví Tuyuc, Leonel A. (2012), en la tesis título "**Guía práctica para supervisión y control de calidad en la construcción de puentes para carreteras de primer orden**", Universidad de San Carlos de Guatemala- Guatemala, tiene como **objetivo** principal, generar un instrumento práctico en el cual se definan los criterios que el profesional debe tomar en cuenta para controlar la calidad de los materiales de construcción de puentes vehiculares de concreto reforzado, fundido en carreteras nacionales de primer orden y su supervisión. El tipo de investigación es descriptiva, cuasi experimental. Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones**: a) La elaboración de una guía de control de calidad para construcción de puentes, es una herramienta que nos permite controlar los trabajos de una manera adecuada para asegurar que el producto final sea de calidad. b) La supervisión de los trabajos de campo, como la topografía, mecánica de suelos o geología, ambiental, hidrología, deben ser realizados correctamente para obtener un control de calidad apropiado del proyecto. c) La supervisión controlará, evaluará y verificará documentalmente y por medio, de ensayos así como también pedirá a la empresa constructora los datos de algunos ensayos para ser corroborados en los laboratorios independientes. d) Es fundamental tener en cuenta el porcentaje y la calidad de los agregados disponibles para la elaboración del concreto, igualmente la relación de agua y cemento, el personal adecuado, los EPP. todo lo necesario para realizar el proyecto y de esta manera obtener un concreto, con las proporciones necesarias para su elaboración. e) Es de suma importancia que el supervisor conozca los estudios preliminares para la construcción de puentes vehiculares de concreto reforzado, por ello en la guía práctica encontrará los lineamientos para una correcta supervisión y evaluación con ello garantizar una etapa de ejecución eficiente.

Prada Millán, Daniel C. (2011), en la tesis título "**Control de calidad y seguimiento a los materiales utilizados en la estructura del pavimento flexible**", Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga- Colombia, tiene como **objetivo** principal, realizar un adecuado seguimiento y controlar los materiales usados durante el proceso constructivo de la estructura del pavimento flexible. Obteniendo las siguientes **conclusiones**: a) Se realizó los ensayos pertinentes en el laboratorio del CONSORCIO INTERVIAL y se obtuvo resultados favorables con respecto a los materiales que fueron usados para la edificación de la carretera, y se logró determinar que los agregados cumplen con las especificaciones técnicas que requiere la norma INVIAS. por otro, lado una de las recomendaciones que se le exige a la empresa es trabajar en los ajustes necesarios para cumplir con las exigencias de normas tanto nacionales como internacionales. b) Los avances de los procesos constructivos de la obra se plasmaron en registros fotográficos.

Betancur Guirales, Yuliana, Builes Brand, Manuel, Millán Ángel, Álvaro. (2013). En su artículo titulado "**Variación de las propiedades mecánicas de arcillas alófanas en Colombia al variar el grado de saturación**", tuvo como **objetivo** analizar las propiedades del suelo (cenizas) y de los sedimentos (finos, arcillas, grava, etc), originado por las erupciones volcánicas.

En sus **conclusiones** manifiesta:

Su caracterización geotécnica se requiere de métodos poco convencionales, ya que la ceniza volcánica son suelos altamente sensibles, los resultados obtenidos en laboratorio no tienen una relación coherente con respecto a las propiedades in situ del mismo, también presentan baja plasticidad o no son plásticos. Por lo tanto los criterios de diseño y construcción de estructuras geotécnicas deben ser manejados con mucha precaución en presencia de ceniza volcánica.

Alzavieta Calle, Ortega. En su tesis titula "**Control de calidad y análisis del material a utilizar para la estabilización de suelos de fundación en una carretera en el proyecto: "construcción de la doble vía Rio Seco – Huarina": "tramo urbano (construcción de diez carriles): Rio Seco – San Roque km 0+250 a 8+500 prolongación Juan Pablo II"**", tuvo como **objetivo**: Es demostrar que mi actividad realizada haya cumplido un control de calidad de los materiales de préstamo que se utilizará para realizar el mejoramiento del suelo de fundación, pero para eso primero se controlará a través de los

ensayos de mecánica de suelos y verificar si estos cumplen con las especificaciones, de esa manera poder continuar mi proceso constructivo (conformación de la capa de fundación de un terraplén) y por último la construcción de la carretera en estudio. Su tipo de investigación es descriptiva, cuasi experimental, Teniendo como resultado las siguientes **conclusiones**: a) Es importante realizar los ensayos de laboratorio y control de calidad a los suelos de fundación, con el fin de obtener su comportamiento geotécnico. b) Se debe realizar el control de calidad de todos y cada uno de los bancos de préstamo. c) Se debe analizar e interpretar los resultados del control de calidad de los bancos, ya que no todos los bancos de préstamos cumplen de acuerdo a los resultados de laboratorio de mecánica de suelos y especificaciones del Proyecto. d) Los controles de calidad y análisis de laboratorio de los materiales colocados en la plataforma, deben ser permanentes y en cada capa, esto en las distintas etapas de la construcción (antes, durante y después).

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Control de calidad

Es la verificación de los procesos constructivos los cuales deben cumplir con las normativas vigentes para su óptimo rendimiento, como por ejemplo durante la conformación de la subrasante se debe controlar las densidades y las deflexiones de obra y estos bajo parámetros ya establecidos por las normas.

El Control de Calidad son actividades y métodos determinados para lograr una finalidad el cual consiste en realizar un seguimiento a los procesos (cumplir, verificar y actuar) con esto se establece los límites de aceptación de los materiales utilizados para la construcción, para lograr resultados con calidad. (Maldonado, 2006, p.30).

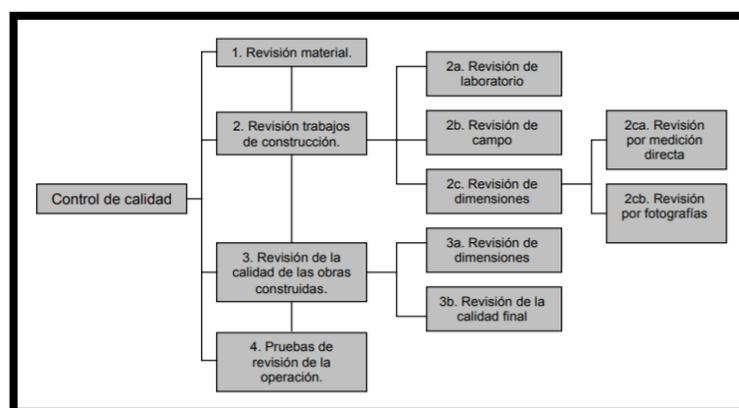


Figura 1. Estructura principal del Sistema de Control de Calidad

1.3.1.1 Estudio de suelos

El primer estudio realizado fue el Estudio de Suelos para definir el tipo de cimentación y calidad del suelo portante. (Acuña y Macciotta, 2005, p.14)

A. Granulometría

Según el Manual de carreteras: Ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y comunicaciones (2016, p. 44) menciona que "consiste en determinar las partículas de suelo de forma cuantitativa. De este modo se determinan la proporción de suelo que pasa por los distintos tamices, también el de 74 mm (N° 200)."

○ Tamaño máximo (mm)

Es la magnitud de la partícula más grande que se solicita en el material según su calidad ya sea subrasante, sub-base, base, entre otros.

○ Porcentaje de finos

Es la porción que pasa la malla N°. 0.075 o malla N° 200, y logra la clasificación del material de acuerdo a su cantidad en el mismo.

B. Plasticidad (limites)

Tanto en el SUCS como en el AASHTO se requiere definir los límites de Atterberg con el fin de clasificar adecuadamente el suelo a estudiar.

○ Limite Líquido

Es el contenido de agua que presenta el suelo, estos limitan con el estado plástico y líquido de manera arbitraria es designado al contenido de humedad al surco que separa dos mitades de una porción de suelo que se cierra en el fondo a una longitud de 1/2 pulgada cuando cae la copa 25 series de una altura de un centímetro, esto a dos caídas por segundo. (Manual de carreteras: Ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2016, p. 67).

○ **Limite Plástico**

Es definido el límite plástico (L.P.) como el contenido de humedad mínima con la que pueden realizarse unas barritas de suelo de 1/8" de diámetro esto rodando sobre una placa de vidrio realizado manualmente, si es que no se desase la barra, entonces no presentaría plasticidad. (Manual de carreteras: Ensayo de materiales, Ministerio de Transportes, 2016, p. 67)

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

○ **Índice de plasticidad**

Es la definición del estado plástico del suelo y se representa mediante el porcentaje de humedad el cual deben contar las arcillas para conservarse en estado plástico. (Manual de carreteras: Ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2016, p. 67)

$$\text{IP} = \text{LL} - \text{LP}$$

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras: Ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y comunicaciones

C. Proctor Estándar

En la prueba Proctor, el suelo es compactado en un molde que tiene un volumen de 943.3 cm³. El diámetro del molde es de 101.6mm. Durante la prueba de laboratorio, el molde se une a una placa de base en el fondo y a una extensión en la parte superior (figura 11 a) El suelo se mezcla con cantidades variables de agua y luego se compacta en tres capas iguales por medio de un pisón que transmite 25 golpes a cada capa. El pisón pesa 24.4 N y tiene una altura de caída de 304.8mm. (Leiva, 2016, p. 21)

D. Humedad natural

El diferente grado de humedad de la subrasante afecta en forma determinante su capacidad de carga, pudiendo además llegar a provocar inclusive contracciones y/o expansiones indeseables, especialmente en el caso de la presencia de suelos finos. (Leiva, 2016, p.14).

CARACTERÍSTICAS	CALIDAD		
	DESEABLE	ADECUADA	TOLERABLE
GRANULOMETRIA TAMAÑO MÁXIMO	76 mm (3")	76 mm (3")	76 mm (3")
% DE FINOS MAT. < 0.074mm - #200	25 max.	35 max.	40 max.
LIMITE LIQUIDO (%)	30 max.	40 max.	50 max.
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	10 max.	20 max.	25 max.
COMPACTACION (%) (AASHTO) ESTÁNDAR	100 MIN.	100±2	100±2
V.R.S. (%)	30 max.	20 min.	15 min.

Figura 2. Valores de calidad para materiales de la capa Subrasante

ENSAYOS	NORMAS			Descripción	Cantidad mínima de material para el ensayo
	ASTM	AASHTO	MTC		
Granulometría por tamizado	D-422 y C-117	T-88 y T-27	E-107	Clasificación del material por el tamaño de sus partículas	8 Kg
Límites de <u>Atterberg</u>	D-4318	T-89 y T-90	E-110 y E-111	Determinación de las consistencia para su clasificación	300 g para cada prueba
<u>Proctor Estándar</u>	D-698 y D-1557	T-180	E-115 y E-116	Densidad en función del contenido de humedad	15 Kg
C.B.R	D-1883	T-193	E-132	Relación de capacidad de soporte	100 Kg
Contenido de humedad	D-2216	-	E-108	Debe cumplir los materiales para su clasificación en calidad	

Figura 3. Resumen de tiempos requeridos para la realización de los ensayos y muestreos.

1.3.1.2 Evaluación estadística de la calidad

Se definen los procedimientos para determinar la estadística para los ensayos de los materiales, y dependiendo con las especificaciones, se les toma las un espécimen y se realizan los estudios pertinentes para su aprobación.

Se establecen los parámetros para cada una de las actividades y en su correspondiente especificación.

A. Promedio aritmético

Calcular el promedio aritmético (X) de los resultados obtenidos para cada una de las muestras (n) que forma una prueba.

B. Desviación Estándar

La desviación estándar es una medida estadística de la dispersión de los resultados de los ensayos que representan a una determinada clase y tipo del proceso constructivo. La desviación estándar debe ser calculada utilizando resultados de ensayos correspondientes a un período menor de tres meses. (Carrasco, 2011, p. 13).

1.3.1.3 Evaluación de procesos constructivos

Definir y entender que se va a controlar, es de mucha importancia para orientarse al fin que se persigue. En este caso en particular se tratará la definición de lo que se entiende por Proceso Constructivo y las variables que se propone estudiar, para mantener dicho proceso bajo control. Pero antes de definir que es proceso constructivo. (Maldonado, 2006, p. 60).

A. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas son documentos del contrato de vital importancia en un proyecto de construcción porque definen las normas, exigencias y procedimientos que van a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción. (Lora, 2011, p.2)

B. Normas

Esta norma hace alusión a su carácter de aplicabilidad al producto obtenido, unidad de obra o instalación, según sea requerido y forme parte de la obra en ejecución.

La norma aplicable para la ejecución de proyecto son las siguientes: ASTM, AASHTO, MTC.

1.3.1.4 Calidad del suelo

Los materiales de buena calidad simplemente no están disponibles para la construcción de caminos, por lo que se recurre a los materiales de préstamo pero en muchos casos el costo de transporte es bastante significativo lo que ha promovido el desarrollo de técnicas de estabilización para poder utilizar los recursos más cercanos posibles. (Laurente, 2011, p. 13)

A. Grava y Arena

Tienen una alta fricción interna lo que lo hacen soportar grandes esfuerzos, pero esta cualidad no hace que sea estable como para ser firme de una carretera ya que al no tener cohesión sus partículas se mueven libremente y con el paso de los vehículos se pueden separar e incluso salirse del camino. (De la Cruz Gutierrez y Salcedo Rojas, 2016, p. 24)

B. Material fino (limo)

Suelo que pasa la malla estándar N°200 (75 - μm), que es no plástico o muy poco plástico y que exhibe poca o ninguna resistencia cuando se seca al aire. Con propósitos de clasificación, un limo es un suelo de grano fino, o la porción de grano fino de un suelo. (De la Cruz Gutiérrez y Salcedo Rojas, 2016, p. 46)

C. Material fino (arcilla)

Tienen una gran cohesión y muy poca fricción lo que provoca que pierdan estabilidad cuando hay mucha humedad. La mezcla adecuada de estos dos tipos de suelo puede dar como resultado un material estable en el que se puede aprovechar la gran fricción interna de uno y la cohesión del otro para que las partículas se mantengan unidas. (De la Cruz Gutiérrez y Salcedo Rojas, 2016, p. 25)

1.3.1.5 Condiciones en la ejecución de las obras

En el proceso constructivo de una obra el ingeniero supervisor deberá controlar dichos procesos de acuerdo a la normativa vigente, para lograr un producto de calidad, estos controles se mencionan a continuación:

- a) Los equipos, productos, y sistemas que se suministren en obra deberán tener un adecuado control.
- b) Durante la ejecución de obra deberán ser controlados.

1.3.1.6 Control de ejecución de la obra

En la edificación de una obra civil, el replanteo será verificado por el director de la obra y controlará los procesos constructivos, como por ejemplo los insumos que se usen, la adecuada ejecución, la disponibilidad de los elementos edificables y de los establecimientos, así como el cumplimiento con la norma y las especificaciones según lo indicado en el proyecto.

1.3.1.7 Organización del personal

El control de calidad se deberá ejecutar en paralelo con estructura durante la ejecución de obra.

La organización deberá estar compuesta por un mínimo como se muestra a continuación:

- Director de calidad: Ingeniero Civil con especialidad en carreteras, pavimentos o mecánica de suelos, con práctica en la carrera de diez (10) años. Incluido esta también los años utilizados en capacitaciones.
- Laboratorista Jefe: Puede ser ingeniero o técnico, con mínima experiencia. De cinco (5,) años en la utilización del laboratorio de suelos y pavimentos.
- Laboratorista Inspectores: Técnicos con experiencia en Supervisión. La cantidad de laboratoristas será designado de acuerdo a la longitud de la carretera. Como mínimo cada frente de trabajo deberá contar con un laboratorista.
- Ayudante de Laboratorio: Para el laboratorio y el campo se contara con un personal Auxiliar.

1.3.1.8 Rutina de trabajo

Para realizar los trabajos con relación a los materiales, estos deben estar aprobados con respecto a los manuales de control de calidad, hechos de acuerdo a normas vigentes. Las tareas que se ejecutan en obra deberán estar en los formatos de control aprobados.

La ubicación de la actividad que se va a controlar deberá estar colocada en los formatos como son la progresiva, número de capa, distancia al eje, entre otros. Si se tomara muestra para su comprobación y se debe señalar en tipo de control a realizar.

1.3.1.9 Ventajas y desventajas

A. Ventajas Competitivas

Las ventajas competitivas se evidencian por dos variables: por variables internas el cual consiste en el nivel de prestación brindado por la empresa esto gracias a los años en el campo laboral, lograr que el cambio se identifique con la gerencia, esto es un atractivo para lograr pactos por experiencia profesional y corporativa; por variables externas, consiste en la experiencia obtenida por la supervisión en contratos de concesión, en consecuencia lograr el crecimiento del gobierno ya sea local o regional. (Bermúdez, 2010, p. 45).

B. Desventajas competitivas

Dos agentes son las que manifiestan las desventajas competitivas los cuales con: variables internas, consiste en que no se cuenta con un sistema de información gerencial con esto se tiene limitado información de la gerencia, personal de servicios, área logística y almacén sin licencia; variable externa, consiste en la empresa cuenta con un nivel de posicionamiento en el mercado, notoriedad en la competencia y se informa de los planes de mediano y corto plazo. (Bermúdez, 2010, p. 45).

1.3.1.10 Funciones que debe cumplir un control de calidad

- Las normas de calidad deben estar establecidos.
- Las normas deberán ser concordantes.
- Se deberá tomar una acción al no coincidir con las normas.

1.3.1.11 Las actividades para el control de calidad

- **Preventivas**

Se realiza investigación y se produce las especificaciones y el proyecto deberá ser real.

- **Control de procesos**

En este sentido se deberá exhortar con la ejecución de las especificaciones técnicas en la etapa intermedia del desarrollo del proyecto.

- **Verificación**

Una vez concluido la producción se realizará los pagos correspondientes y con ello realizar los ajustes necesarios si es que se requiere, del mismo modo se debe explorar cómo es el comportamiento durante la ejecución y termino del producto elaborado.

- **Motivación**

El control de calidad no debe ser un desaliento, al contrario deberá motivar de forma positiva al personal desde la gerencia hasta los operarios para lograr la meta propuesta.

Las experiencias obtenidas durante la ejecución del proyecto deberán ser tomados en cuenta para corregir parcial o totalmente las especificaciones técnicas del proyecto.

- **Pruebas para materiales**

El uso de laboratorio es de suma importancia para verificar si el material es de buena calidad que se usarán en el proceso constructivo del proyecto.

En el control de calidad durante los procesos constructivos se deberán definir las pruebas pertinentes para la clasificación de los materiales y la verificación de la calidad de los mismos y con eso poder proyectar la estructura a construir. Ya que estos proporcionan la base metodológica y técnica del programa

Deberán estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales:

- a) Estar estandarizadas ser sencillas.
- B) Ser presto en su realización.
- C) Ser de sencilla interpretación.
- D) Requiere ser económico fácil de corregir, calibrar y manejar.

1.3.2 Subrasante

La subrasante es la parte más importante del pavimento ya que soporta directamente todo el peso del pavimento, está conformada por suelos estables libre de presencia de material inadecuado; por lado, esta capa debe estar compactada cumpliendo estándares de calidad

exigidos por la norma para que no se vea afectado por el tráfico que recibirá. (Chapoñan y Quispe, 2017, p. 25)

1.3.1.1 Compactación (%)

Es la relación expresada en porcentaje entre el peso volumétrico seco del lugar y el correspondiente peso volumétrico seco máximo obtenido en el laboratorio. El método de prueba para obtener el P.V.S máx. Es la prueba AASHTO ESTANDAR, por cada calidad de material S.C.T. Especifica un porcentaje de compactación mínimo.

A. Máxima Densidad Seca

Define como densidad seca la relación entre el contenido de humedad óptimo y su densidad de ésta al ser expuesto a una variación por trabajo mecánico externo.

B. Humedad optima

Es el contenido de agua al que el suelo será compactado al peso unitario seco máximo utilizando un esfuerzo de compactación modificado o estándar.

1.3.1.2 Deformación vertical

Que por una falta de resistencia a consecuencia de una deficiencia estructural o falta de capacidad portante, se origina una deformación permanente (ahuellamiento) la cual se refleja en la superficie del pavimento. (Balarezo, 2017, p. 61).

A. Deflexión del suelo

La deflexión es la medida de la deformación superficial que experimenta un pavimento al paso de una carga, y es función no solo del tipo y estado del pavimento, sino también del método y equipo de medida. (Olarate, 2015, p. 24).

1.3.1.3 Espesor de mejoramiento

Este procedimiento de cálculo para determinar en sectores localizados, el espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de subrasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$. (Olarate, 2015, p. 46).

A. Capacidad Portante del suelo

La subrasante debe tener la capacidad de soportar las cargas transmitidas por la estructura del pavimento. La capacidad de carga es función del tipo de suelo, del grado de compactación y de su contenido de humedad.

1.3.1.4 Mejoramiento de suelos

El suelo es parte fundamental para todo tipo de construcciones ya sea carreteras o edificaciones, entonces es importante tener conocimiento de los distintos tipos de suelo ya que según eso se aplicará un tipo de mejoramiento factible, esto evitará gastos innecesarios por las fallas que se puedan presentar a futuro.

1.3.1.5 Estabilización de suelos

La estabilización de suelos es importante cuando se presentan suelos con presencia de material fino, el cual no presenta una adecuada capacidad portante, esto en carreteras se manifiesta hasta la capa superficial de la estructura del pavimento por tal motivo se debe estabilizar, ahora bien, existe varias técnicas para estabilizar los suelos.

Un mejoramiento en otras palabras se refiere a una estabilización de los suelos para recuperar su capacidad portante, de este modo, soportar las capas posteriores a la subrasante, así como también una vez mejorado el suelo y compactado con relación a su máxima densidad seca, esto, evitara que haya filtraciones y también hundimientos en el terreno. (Hernández, 2016, p. 9).

A continuación se describirá los distintos tipos de estabilizaciones:

A. Estabilización mecánica de suelos

Esta técnica solo se realiza con el material existente del terreno al realizar una escarificación y luego compactar para obtener su máxima compactación. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p.113).

B. Estabilización por combinación de suelos

Es la práctica más común, al encontrar material inadecuado solo se adiciona un suelo granular para su posterior escarificación y luego su compactación, de esta manera se

contara con un suelo en optimo estado. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p. 113).

C. Estabilización por sustitución de los suelos

Esto se da por sustitución de material inadecuado por material bueno (granular o integral), no necesita adiciones químicas solo material, granular para mejorar su capacidad portante, más bien su retiro y reemplazo con suelo adecuado. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p. 113).

D. Suelos estabilizados con cal

Al combinarse el suelo con agua y cal, esto reacciona químicamente logrando que se adhiera y mejore el suelo volviéndose estable. (Angulo y Rojas, 2016, p. 16)

E. Suelos estabilizados con cemento

Estabilizar con cemento, es una técnica que sirve para elevar la capacidad portante del suelo inadecuado esto debido a su característica del cemento para conseguir una compactación optima del suelo estabilizado. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p. 118).

F. Suelos estabilizados con escoria

Para la elaboración cemento, hormigón, hasta para mejoramiento de la subrasante y en general para las capas del pavimento, es usado, la escoria que es obtenido de la fundición de hornos, el cual sirve para estabilizar el suelo inadecuado. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p. 119).

G. Suelos estabilizados con cloruro de sodio

La sal es usado principalmente en controles de base y capas de rodadura para tránsito bajo. Por otro lado, también es usado para prevenir la perdida de humedad de la compactación del suelo". (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p.120).

H. Estabilización de suelos con cloruro de calcio

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos (2013, p. 122) menciona que "la forma de comportamiento de este material es similar a la sal, pero se prefiere por el efecto oxidante que tiene el cloruro de sodio [...]".

I. Estabilización de suelos con cloruro de magnesio

El cloruro de magnesio ($MgCl$) tiene color blanco y la forma de cristales, presenta mayor eficacia que el cloruro de calcio porque causa una superficie de rodadura más rígida debido al incremento de la tensión superficial. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos, 2013, p.122).

J. Estabilización con productos asfálticos

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos (2013, p. 124) la finalidad de la mezcla de un producto asfáltico con un suelo es: Un incremento de la estabilidad por las características aglomerantes del ligante ya que estos envuelven al suelo; también consigue que el suelo se encuentre impermeabilizado, logrando que presente mayor rechazo a la humedad y logra ser más estable a condiciones adversas.

K. Estabilización con geosintéticos

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos (2013, p. 124) menciona que "los geosintéticos le proporcionan una mejor resistencia a la tracción y aumenta la capacidad portante de los pavimentos con contraste con los suelos".

1.3.1.6 Tipos de muestra

1.3.1.7 Muestra alterada en bolsa de plástico

Esta muestra se acoge a la NTP 339.51 o en su semejante ASTM D4220 una vez obtenidas es transportado en bolsas de plástico, se considera una muestra alterada; pero, en su estado natural no se debe alterar la granulometría del suelo durante el muestreo.

1.4 Formulación del problema

Una interrogación de un concepto desconocido, y al resolver se crea un nuevo tipo de conocimiento, el cual es llamado problema (Arias, 2012, p. 39).

1.4.1 Problema general

- ¿De qué manera el control de calidad me asegura el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?

1.4.2 Problemas específicos

- PE1: ¿Cómo la aplicación del control de calidad me asegura la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?
- PE2: ¿Cómo la aplicación del control de calidad me asegura la deformación vertical mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?
- PE3: ¿Cómo la aplicación del control de calidad me asegura la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?

1.5 Justificación de la investigación

Esta investigación será avalada por los expertos en temas de suelos y pavimentos, es decir contará con la aprobación de especialistas en el rubro, con el fin de brindar garantía a la tesis a elaborar, por ello también se recurrirá a libros y otras fuentes para reforzar más e temas de control de calidad. Las justificaciones, en diferentes campos se mencionan a continuación:

(i) Conveniencia: El tema a estudiar está basado en llevar a cabo el control de las ejecuciones de las diferentes partidas con el propósito de lograr un adecuado trabajo. Esto a su vez deberá cumplir con lo requerido en el expediente técnico, así como los plazos establecido, para la entrega del proyecto.

(II) Relevancia social: Los beneficiados a futuro serían los mismos pobladores de la localidad, ya que gracias a ese mejoramiento de la carretera ya que al aplicar el control de calidad a ese mejoramiento de la carretera logramos un buen diseño y construcción de la carretera.

(III) Justificación económica: cuando se realiza el mejoramiento de una carretera surgen problemas cuando se ejecutan inadecuadamente los controles de calidad, cuando sucede esto se duplican algunos procesos constructivos, esto a su vez ocasiona un gasto innecesario para la empresa, en consecuencia es importante realizar un seguimiento al proceso constructivo para que cumpla con las especificaciones técnicas de este modo se estaría ahorrando tiempo y dinero. A nivel regional traerá grandes beneficios la construcción de la carretera ya que reducirán el tiempo de viaje que toma desde pueblos aledaños a la carretera con las ciudades importantes, también el transporte de mercantillas será de manera más seguro

(IV) Aporte teórico: la implementación del control de calidad nos va ayudar en la verificación del producto u obra a su terminación en que se debe cumplir la meta propuesta y de acuerdo con lo alcanzado se realizarán los pagos y ajustes correspondientes.

(V) Aporte práctico: La investigación en el Perú es aplicado en los diferentes procesos constructivos, que en su mayoría son los consorcios supervisores y contratista, lo cual siguen a las normas o especificaciones, que determinarán el éxito o fracaso de los programas y objetivos de la obra.

(VI) Aporte metodológico: Para garantizar el cumplimiento de los objetivos de estudio, se elaborarán instrumentos de medición tanto para la variable independiente (aplicación del control de calidad) y la variable dependiente (Mejoramiento del suelo a nivel de su rasante.). Estos instrumentos son: Formato de laboratorio CSVA/Tamices/ranuradora y casa grande/ moldes de proctor Estándar y pizón/ balanza, horno y Probeta milimetrada, Formato de laboratorio CSVA I hojas de cálculo (Excel), Normas del MTC-ASTM-.AASHTO y clasificación del suelo por el método de SUCS Y AASHTO, Cono de arena y Densímetro Nuclear, Viga Benkelman y ensayo de C.B.R.

1.6 Hipótesis de la investigación

1.6.1 Hipótesis general

- H_i : La aplicación del control de calidad me asegura el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

1.6.2 Hipótesis específicas

- H_{i1} : La aplicación del control de calidad me asegura la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.
- H_{i2} : La aplicación del control de calidad me asegura la deformación vertical de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.
- H_{i3} : La aplicación del control de calidad me asegura en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

1.7 Objetivos de la investigación

1.7.1 Objetivo general

- Evaluar cómo me asegura el control de calidad para el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

1.7.2 Objetivos específicos

- OE1: Evaluar cómo me asegura el control de calidad la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.
- OE2: Evaluar cómo me asegura el control de calidad la deformación vertical mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

- OE3: Evaluar cómo me asegura el control de calidad en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

II: MÉTODO

2.1. Diseño, tipo, enfoque y nivel de investigación:

2.1.1. Diseño de investigación

El diseño para la presente investigación será **experimental** ya que se manipula la variable independiente para fijar el posible efecto de la causa que se manipula, por otro lado mi variable está en función a resultados de ensayos de laboratorio y ensayos de campo.

En este sentido, Arias (2012, p. 35) afirma que el diseño experimental es netamente explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Es decir, se pretende establecer con precisión una relación causa-efecto.

2.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es **Aplicada**, por que resolverá problemas.

Según Arias (2012, p. 22), menciona que la investigación aplicada crea un conocimiento nuevo, este puede estar enfocado a ampliar las supuestas conjeturas de un establecido ciencia, este puede ser una investigación pura o básica; por otro lado puede dar una **solución** rápida a los problemas.

2.1.3. Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación será de tipo **cuantitativo** ya que prevalecen los valores numéricos, busca las causas, la aclaración de los datos obtenidos y usa evaluaciones in situ.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pp.4-5) señala que un enfoque cuantitativo debe ser demostrado y se rige bajo un orden de procesos y a la vez, no deben ser dejado de lado los pasos, en consecuencia se van construyendo las preguntas, objetivos, hipótesis y variables de investigación, luego se inicia a revisar las teorías existentes y se procede a idear el marco teórico, se elabora un diseño, para relacionar las hipótesis con las conclusiones se usa un sistema estadístico.

2.1.4. Nivel de investigación

El nivel de investigación es **Explicativa**, ya que explica la causa y efecto del comportamiento de una variable dependiente en función de otra variable independiente.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.95) hacen hincapié en que “el nivel explicativo no solo se concentra en la descripción de los sucesos sino que se centra a responder las causas, el meollo, de los fenómenos (físicos o sociales)”.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 105) menciona que “una variable es una cualidad que puede ser medida, estos pueden ser seres vivos, objetos o fenómenos; para la investigación científica es importante relacionar las variables debido a que a esto se le llama construcción hipotética”.

2.2.1.1. Variable Independiente

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 105) menciona que “la variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables [...]”.

Entonces en esta investigación, la variable independiente vendría a ser la aplicación del control de calidad.

2.2.1.2. Variable Dependiente

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 105) menciona que “la variable independiente [...] es la condición antecedente, al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente)”.

Entonces en esta investigación, la variable dependiente vendría a ser el subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica.

2.2.2. Operacionalización de las variables

Arias afirma (2012, pp. 62-63) que “la operacionalización de variables es usado para dar una explicación del proceso que requiere la modificación de una variable ya sea de conceptos o juicios concretos (observar y medir) o abstractos, generalmente se representa en una tabla”.

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de la Variable independiente.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Control de calidad	Según Caicoya y Aitor mencionan que : [...] el control de calidad en la construcción. Su objetivo es garantizar la verificación y el cumplimiento de la normativa vigente, creando el mecanismo necesario para realizar el control de calidad que avale la idoneidad técnica de los materiales, unidades de obra e instalaciones empleadas en la ejecución y su correcta puesta en obra, conforme a los documentos del proyecto (2010, p. 6).	Para comprender la variable 1, se segrega de los siguientes componentes como Dimensiones del control de calidad.	Características del suelo	Granulometría	Formato de laboratorio CSVA/Tamices/ranuradora y casa grande/moldes de proctor Estándar y pizón/ balanza y Probeta milimetrada.
				Plasticidad (Límites)	
				Próctor Estándar	
				Humedad natural	
			Evaluación estadística de la calidad	Promedio aritmético	Formato de laboratorio CSVA / hojas de cálculo (Excel)
				Desviación estándar	
			Evaluación de procesos constructivos	Especificaciones Técnicas	MTC/ ASTM/ AASHTO
			Calidad del suelo	grava	SUCS, AASHTO
				arena	
				Material fino (limo)	
				Material fino (arcilla)	

Fuente: Propia

Tabla 2: Matriz de Operacionalización de la Variable dependiente.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica	Según Kukko el autor original, citado por Pérez, R. menciona que: [...]. El mejoramiento de las zonas con presencia de arcilla débil o compresible se hace comúnmente mediante la eliminación de los suelos arcillosos de baja capacidad de soporte y se reemplazan por otros más competentes, tales como la grava arenosa compactada, piedra triturada, o agregados livianos para aumentar la capacidad de carga. [...] (2012, p.13).	Para la comprensión de la variable 2, se puede calcular a través de sus dimensiones como compactación del suelo a nivel de subrasante, deformación vertical de la subrasante y espesor de mejoramiento.	Compactación del suelo a nivel de subrasante	Máxima densidad seca	Densímetro Nuclear
				Humedad optima	
			Deformación vertical de la subrasante	Deflexión del suelo	Viga Benkelman
			Espesor de mejoramiento	Capacidad portante del suelo	Ensayo de CBR

Fuente: Propia

2.3. Población

Según Arias (2012, p. 81) “la población es un conjunto pequeño o absoluto con cualidades equivalentes para los cuales las conclusiones de la investigación serán amplias. El cual queda limitada por los objetivos y el problema de investigación”.

En esta investigación, el universo poblacional está compuesto por todos los controles de calidad del proceso constructivo en la carretera Moquegua-Omate-Arequipa a nivel de subrasante

2.4. Muestra

Arias (2012, p. 82) menciona que es “la muestra es un subconjunto específico y limitado que se separa de la población”.

Esta investigación presenta como muestra todos los controles de calidad a nivel de subrasante en la carretera Moquegua-Omate-Arequipa en tramo Km. 79+840 – 79+940 (H=1.00 mejoramiento), 86+120 – 86+170 (H= 0.80 mejoramiento), 54+550 – 54+660 (H= 0.60 mejoramiento), 68+820 – 68+920 (H= 0.40 mejoramiento)

2.5. Muestreo

El tipo de muestreo para la presente investigación es muestreo no probabilístico intencional. Según Arias (2012, p. 82) resalta del muestreo no probabilístico intencional en que: “el investigador es quien escoge los elementos con base en juicios y criterios ya establecidos”.

2.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.6.1. Técnicas

Arias (2012, p. 67) hace mención en este aspecto en que la técnica sirve como un medio para alcanzar datos del proyecto a investigar, del método científico es su complemento, el cual es aplicado de uso de forma universal.

La presente investigación contará con las siguientes técnicas para recopilar información:

- **Revisión de Documentos:** para examinar, manuales, tesis, normas libros revistas y especificaciones técnicas en función de control de calidad en carreteras, para constituir los pasos a seguir por ende fijar el mejoramiento que se debe dar a la subrasante con el fin de lograr su óptima compactación.
- **Observación:** esto nos servirá para seleccionar información del laboratorio y del campo de los ensayos realizados a la subrasante con el fin de llegar a su compactación requerida en las especificaciones, usando para eso instrumentos correspondientes a cada ensayo como por ejemplo. El densímetro nuclear para la compactación, la viga Benkelman para la deflectometría del terreno, el CBR para determinar las alturas de mejoramiento en la carretera ya mencionada en la presente tesis.

2.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012, p. 68). Menciona que un recurso que favorece para recolectar datos ya sea un formato en papel o digital y que sirve para almacenar información se denomina instrumento.

Esta investigación cuenta con los siguientes instrumentos:

2.6.2.1. Según AASHTO

Los suelos granulares según la clasificación de AASHTO son aquellos suelos que sus partículas pasan el tamiz n° 200 representan el 35% o menos del total de la muestra. De lo contrario los suelos son considerados finos.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

Figura 4. Clasificación y Simbología de diferentes tipos de suelos según AASHTO

2.6.2.2. Según SUCS

En el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), aquellos suelos que sus partículas pasan por el tamiz n° 200 son considerados suelos granulares, estos son menores que 50% del global de la muestra. En todo caso, el suelo es considerado fino.

Figura 5. Clasificación y simbología de diferentes tipos de suelos según SUCS

	Grava bien graduada, mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección Suelos y Pavimentos

2.6.2.3. Densímetro Nuclear

Este método es utilizado para calcular en campo la máxima densidad seca y el contenido de humedad del suelo compactado, el cual debe ser hasta el 95% de la MDS y la humedad debe encontrarse +/- 2% de la humedad óptima; es similar al método del cono de arena, pero es más rápido su uso ya que arroja los resultados en cuestión de segundos por medio de la atenuación de radiación gamma estas lecturas arrojan a profundidades de 30, 20 y 10 cm dependiendo del espesor de la capa compactada; por otro lado también detecta la humedad en el terreno natural para los estudios de suelo que se realizan en el anteproyecto.



Figura 6. Densímetro Nuclear

2.6.2.4. Viga Benkelman

La viga Benkelman es utilizado para calcular la deflexión de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento es de fácil manejo, en campo, aunque el instrumento no es novedoso, es el de mayor uso en el país por su mayor Accesibilidad. Tiene como meta indicar bajo condiciones estándares, las proporciones relativas de finos plásticos o suelos arcillosos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm).



Figura 7: Ensayo de deflectometría con la viga Benkelman

2.6.2.5. Ensayo de C.B.R.

Según el manual de ensayo de materiales (2016, p. 130) acota para este ensayo lo siguiente: se establece los procedimientos que se debe tener en cuenta para lograr la relación del soporte de CBR en el lugar de los hechos por medio de la carga de penetración del suelo y la de un material estándar.

Este ensayo es utilizado para calcular y diseñar la estructura del pavimento flexible (subrasante, sub base y base). Para los cuales el CBR es el parámetro de resistencia indicada.



Figura 8: Ensayo de la prensa de C.B.R

2.6.3. Validez

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) especifican en este aspecto en que es el valor real para la evaluación de una variable que se intenta medir.

Esta investigación será escudriñada de forma minuciosa por tres ingenieros civiles especialistas en suelos y pavimentos los cuales con la vasta experiencia que poseen darán juicio crítico y validarán el presente proyecto de investigación.

Tabla 3: Rangos y magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Valides de instrumento de investigación, 2013, p.13)

2.6.4. Confiabilidad

Hernández, Fernández y Baptista señalan que “El grado en que un instrumento trae como producto la solidez y la coherencia, se denomina confiabilidad” (2014, p. 200).

En consecuencia, este proyecto de investigación será interpretado con la tabla de rango y magnitud de:

Tabla 4: rango y magnitud de confiabilidad

Rangos	Magnitud
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumentos de investigación, 2013 pág. 5)

2.7. Métodos de análisis de datos

Debido a que el presente proyecto de investigación es cuantitativo se hará un análisis a los datos obtenidos en campo y con ellos se elaborará las pruebas necesarias al producto obtenido en el laboratorio.

Arias (2012, p. 111) hace alusión a que “en el análisis de datos especifican a las diversos métodos a los que estará sujeto los resultados que se obtengan (registro, clasificación y tabulación) los datos recolectados serán interpretadas con las técnicas estadísticas y lógicas”.

2.8. Aspectos éticos

La presente investigación será redactada considerando la originalidad de los autores tomados en cuenta para su redacción; por otro lado la elaboración de las referencias bibliográficas estará regida por la norma ISO 690 – 690 – 2.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación

La zona donde se pretende aplicar el control de calidad a nivel de subrasante durante su proceso constructivo se encuentra ubicado en el distrito de Omate, en la Provincia de General Sánchez Cerro, en el Departamento De Moquegua, esta región cuenta con suelos de características heterogéneas (grava, arena, limo y arcilla) y en especial cuenta con la presencia de cenizas volcánicas, es por ello que se pretende aplicar un adecuado control de calidad al momento de evaluar y en la en la ejecución de su mejoramiento.

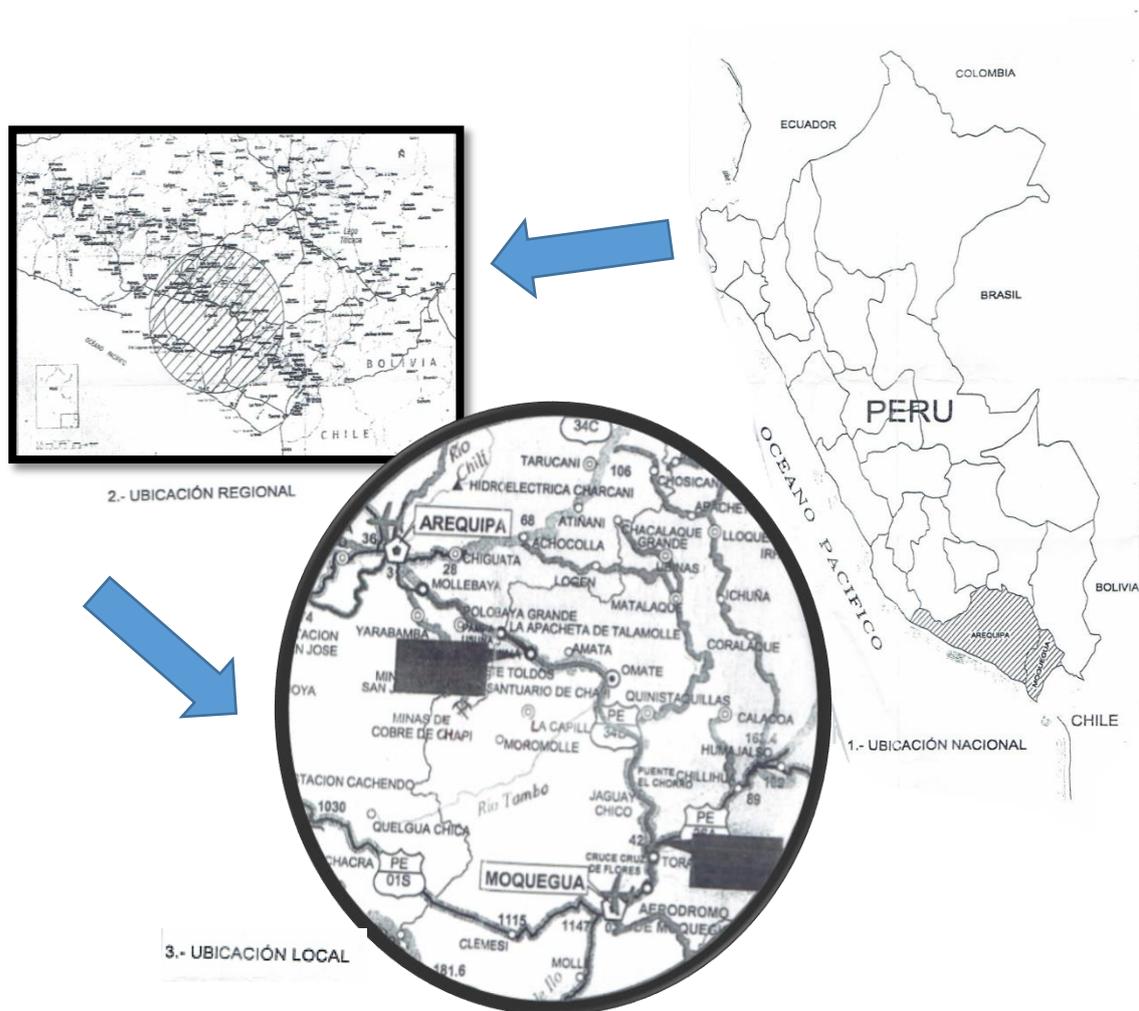


Figura 9. Ubicación local, nacional y regional



Figura 10. Tramo de prueba 79+840 - 79+940 Plataforma completa.

3.2. Trabajos previos

3.2.1. Trabajos de Campo

Objetivo General: Evaluar cómo me asegura el control de calidad para el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

- Obtención de los resultados de la compactación del suelo a nivel de subrasante con suelo de fundación de ceniza volcánica y sin ceniza volcánica, usando el densímetro nuclear; así como también obtener los resultados de la deflexión a nivel de subrasante usando la viga Benkelman; por ultimo determinar el espesor de mejoramiento usando ensayos de CBR, para ello se realizará cuatro pruebas (espesores de 0.40m, 0.60m, 0.80m y 1m de profundidad) para determinar el espesor optimo a aplicar en el mejoramiento de la carretera por presencia de cenizas volcánicas.

APROBACION DE MATERIAL DE CANTERA PARA CONSTRUCCION DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, MOQUEGUA.

TABLA ASME VM (REGISTRO DE ACTIVIDADES)

PASO	ACTIVIDAD	AREA	TIEMPO MINUTOS	CONTADOR RECURSOS									TIPO DE ACTIVIDAD					TIPO DE VALOR				
				RECURSOS HUMANOS				OTROS RECURSOS					OPERACIÓN	REVISIÓN	TRASLADO	ESPERA	ARCHIVO	VA	CONTROL	SVA		
				TECNICO	INGENIERO	DIGITADOR	PROFESIONAL	PAPEL	COMPUTADORA	BOLIGRAFO	ENERGIA ELECT.	MATERIAL AGREGADOS										
1	Ingeniero evalua e inspecciona material para construcción del pavimento	QC	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1						1			
2	Técnicos recopilan materiales de campo evaluados	QC	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1							1		
3	Transporte de la muestra al laboratorio	QC	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1						1			
4	Verificación y clasificación de la muestra en laboratorio	QC	5	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1									
5	Se registra y archiva la muestra	QC	2	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1							1		
6	Se almacena la muestra en laboratorio	QC	60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1								1	
7	Procesamiento de ensayo físico, mecánico y químico del material	QC	600	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1						1		1	
8	Espera de resultado de ensayos de los materiales	QC	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1						1			
9	Se registra y verifica resultados de ensayos en certificados de control de calidad	QC	10	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1								1	
10	Trazo de los tramos de prueba para hallar la altura óptima, de esa manera estabilizarlo.	PRODUCCION	120	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1						1		1	
11	Reemplazar el material inadecuado por el material de acopio bueno.	PRODUCCION	120	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1						1			
12	Realizar el ensayo de compactación	PRODUCCION	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1						1			
13	Realizar el ensayo de deflectometría	PRODUCCION	22	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1						1			
14	Realizar el ensayo de CBR.	PRODUCCION	6	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1						1			
			1036	13	1	2	0	8	3	6	2	14							9		4	1
	OT= OFICINA TECNICA																					
	QC= CONTROL DE CALIDAD																					
	SUPERV. = SUPERVISIÓN																					
	PRODUCCION																					
	GERENCIA																					

Figura 11. Tabla ASME-VM (Registro de actividades)

Al realizar mi tabla de ASME-VM puedo enlistar mis actividades las cuales voy a realizar, identificando el tipo (operación, revisión, traslado, espera o archivo), el personal encargado de cada área y el tiempo que toma en promedio y el tipo de valor que se otorga al trámite. De esa manera puedo detectar que actividades son innecesarias y si se debe replantear la misma actividad.

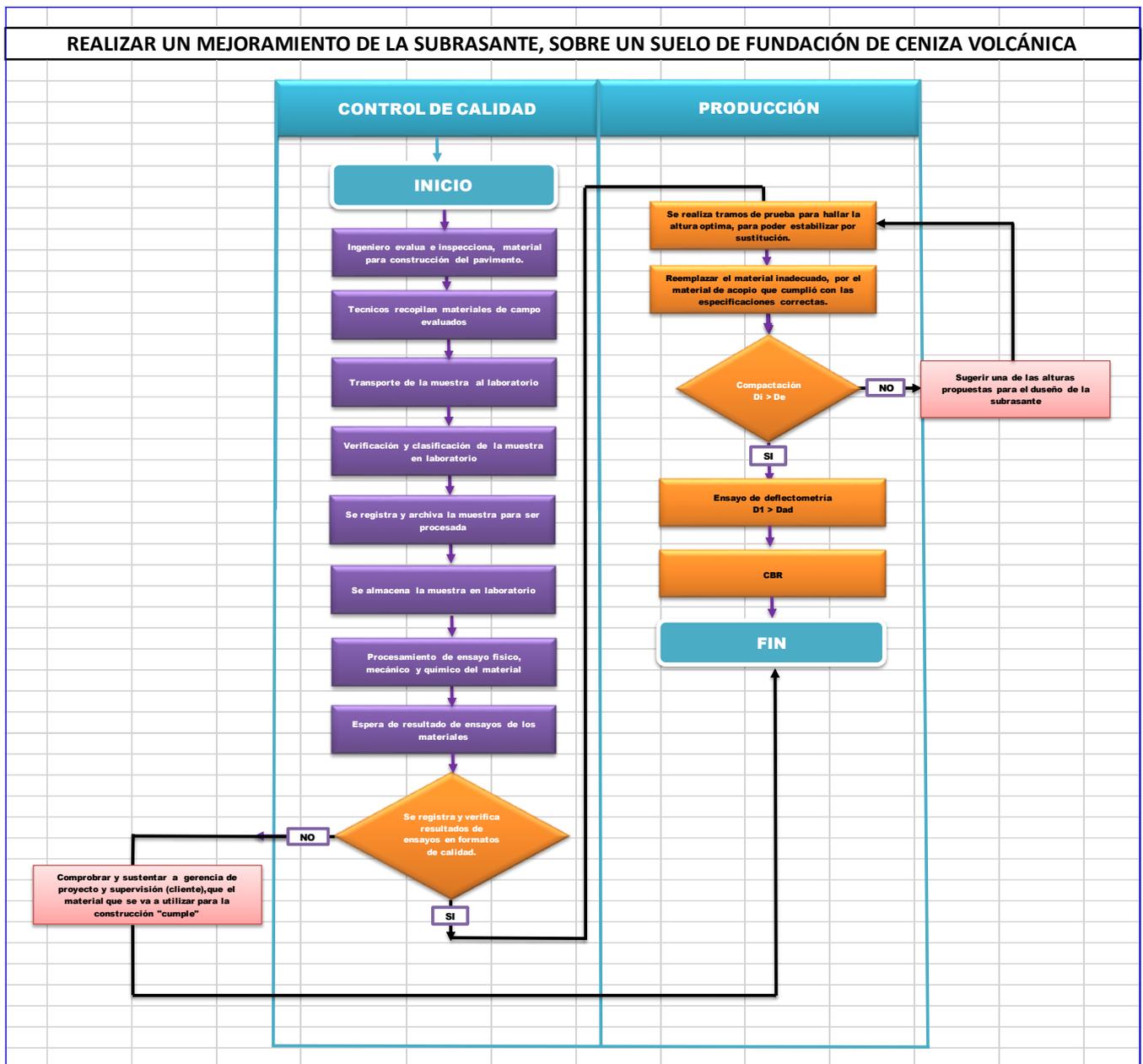


Figura 12. Diagrama de bloques.

Este esquema es similar a la tabla ASME-VM, solo que es interpretado por diagrama de bloque o también llamado flujograma. Es la representación gráfica de mi proceso constructivo del mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica.

Objetivo Específico 1: Evaluar cómo me asegura el control de calidad la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

Tramo: 79+840 – 79+940 (H= 1.00 MT mejoramiento)

- Se realizaron 1 calicata en el Km. 79+840 – 79+940 P.C.
- Luego de realizar la calicata, se tomaron las muestras correspondientes.
- Para calcular las características del suelo, se realizaron los siguientes ensayos:

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector:	79+840 - 79+940	Calicata :	M 01		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Material :	Cantera	Prof. :	De 0.00 m a 1.00 m	Fecha :	22/06/2018	Ing. Control Calidad : -
Km:	76+500 L.D.	Estrato			Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 16,695.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 890.0
2 1/2"	60.300				100.0		
2"	50.800	295.0	1.8	1.8	98.2		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	679.0	4.1	5.8	94.2		Tamaño Maximo 2 1/2"
1"	25.400	1,028.0	6.2	12.0	88.0		Tamaño Maximo Nominal 2"
3/4"	19.000	1,028.0	6.2	18.2	81.8		Grava (%) 43.4
1/2"	12.700	1,469.0	8.8	27.0	73.0		Arena (%) 56.6
3/8"	9.520	799.0	4.8	31.8	68.3		Finos (%) 8.1
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	1,943.0	11.6	43.4	56.6		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	140.6	8.9	52.3	47.7		Limite Liquido (%) 16.55
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) NP
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.600						Clasificacion SUCS SP-SM
N° 40	0.420	370.6	23.6	75.9	24.1		Clasificacion AASHTO A-1-a (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	251.2	16.0	91.9	8.1		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		127.6	8.1	100.0			

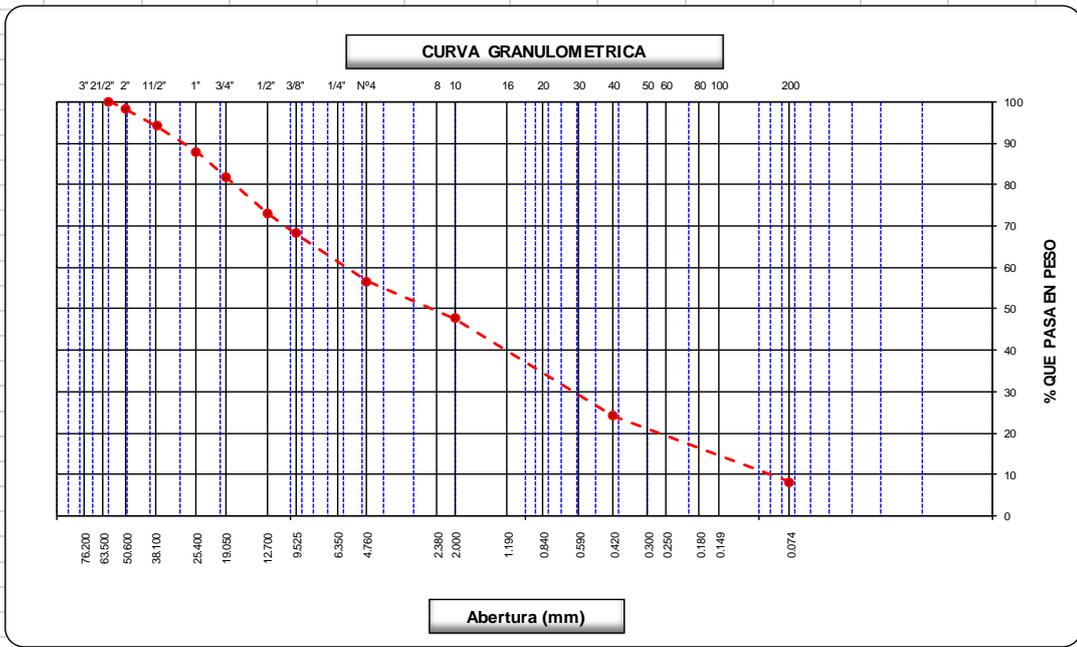


Figura 13. Ensayo de granulometría, Tramo: 79+840 – 79+940.

compactación. En este caso la humedad óptima 5.85 es menor a la humedad natural 6.76, por lo tanto, no se propondrá compactar más.

$$\%h = \left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \right) \times 100$$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																		
FORMATO																		
LIMITES DE CONSISTENCIA																		
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)																		
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa					Codigo Ensayo N° :												
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																	
Sector:	79+840 - 79+940	Calicata :	M 01			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.											
Material :	Cantera	Prof. :	De 0.00 m a 1.00 m	Fecha :	22/06/2018	Ing. Control Calidad :												
Km:	76+500 L.D.	Estrato				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.											
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO																		
N° de Tarro			42	36	46													
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		48.21	42.15	45.00													
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.		45.36	38.56	42.04													
Peso de Tarro	gr.		27.58	17.67	26.24													
Peso de Agua	gr.		2.85	3.59	2.96													
Peso del Suelo Seco	gr.		17.78	20.89	15.80	Limite Liquido												
Contenido de Humedad	%		16.03	17.19	18.73		16.55											
Numero de Golpes			29	21	13													
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD																		
N° de Tarro																		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.																	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.																	
Peso de Tarro	gr.																	
Peso de Agua	gr.																	
Peso de Suelo seco	gr.					Limite Plastico												
Contenido de Humedad	%		NP	NP			NP											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Constantes Físicas de la Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limite Liquido</td> <td>16.55</td> </tr> <tr> <td>Limite Plastico</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Observaciones</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Pasante Tamiz N° 40</td> </tr> </tbody> </table>							Constantes Físicas de la Muestra		Limite Liquido	16.55	Limite Plastico	NP	Indice de Plasticidad	NP	Observaciones		Pasante Tamiz N° 40	
Constantes Físicas de la Muestra																		
Limite Liquido	16.55																	
Limite Plastico	NP																	
Indice de Plasticidad	NP																	
Observaciones																		
Pasante Tamiz N° 40																		

Figura 15. Ensayo de Limites, Tramo: 79+840 – 79+940.

El ensayo Límites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no plástico y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento riesgoso en un suelo de subrasante.

FORMATO										
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)										
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)										
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Codigo Ensayo N° :			
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500										
Sector : 79+840 - 79+940		Calicata : 01		Fecha : 22/06/2018		Ing. Responsable : Percy Quispe S.				
Material : Cantera		Prof. : De 0.00 m a 1.00 m				Ing. Control Calidad :				
Km: 76+500 L.D.		Estrato				Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.				
Molde N° 1	Diametro Molde	4"		Volumen Molde	2121	m ³ .	N° de capas	5		
	Metodo	A		Peso Molde	6685	gr.	N° de golpes	25Glp.		
NUMERO DE ENSAYOS				1	2	3	4			
Peso Suelo + Molde				gr.	11,180	11,328	11,411	11,458		
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	4,495	4,643	4,726	4,773		
Peso Volumetrico Humedo				gr.	2,119	2,189	2,228	2,250		
Recipiente Numero					-	-	-	-		
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	891.50	785.40	861.80	875.60		
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	868.60	754.20	813.30	815.30		
Peso de la Tara				gr.	157.20	153.00	148.20	158.60		
Peso del agua				gr.	22.9	31.2	48.5	60.3		
Peso del suelo seco				gr.	711	601	665	657		
Contenido de agua				%	3.2	5.2	7.3	9.2		
Densidad Seca				gr/cc	2.053	2.081	2.077	2.061		
RESULTADOS										
Densidad Máxima Seca				2.082	(gr/cm ³)	Humedad óptima		5.85	%	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA										

*Figura 16. Ensayo de Proctor, Tramo: 79+840 – 79+940.

Tramo: 86+120 – 86+170 (H= 0.80 MT mejoramiento)

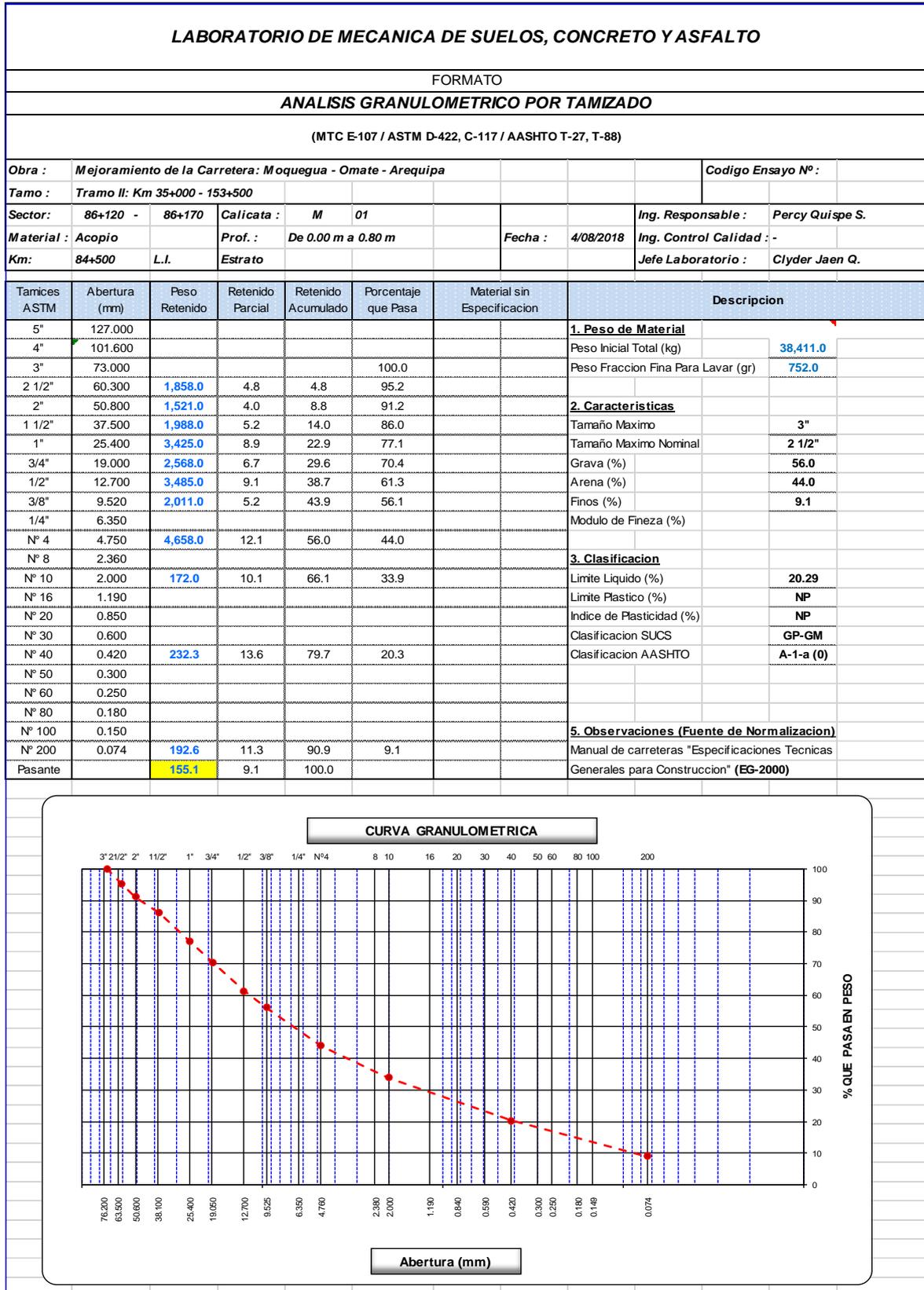


Figura 17. Ensayo de granulometría, Tramo: 86+120 - 86+170.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, el porcentaje que pasa de finos debe ser 15% a más. En este caso es 9.1% (Acopio Km. 84+500), y su clasificación según SUCS es GP-GM Y según AASHTO es A-1-a(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología,

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																																	
FORMATO																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD																																	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)																																	
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Código Ensayo Nº :																									
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																																
Sector:	86+120 -	86+170	Calicata :	M	01			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.																								
Material :	Acopio		Prof. :	De 0.00 m a 0.80 m		Fecha :	4/08/2018		Ing. Control Calidad :	-																							
Km:	84+500.00	L.I.	Estrato					Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.																								
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripcion</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td>156.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>1212.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td>1133.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>78.50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>977.40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>8.03</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td>8.03</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)	156.4		Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1212.3		Peso de la tara + muestra seca (gr)	1133.8		Peso del agua contenida (gr)	78.50		Peso de la muestra seca (gr)	977.40		Contenido de Humedad (%)	8.03		Contenido de Humedad Promedio (%)	8.03	
Descripcion	1	2																															
Peso de tara (gr)	156.4																																
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1212.3																																
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1133.8																																
Peso del agua contenida (gr)	78.50																																
Peso de la muestra seca (gr)	977.40																																
Contenido de Humedad (%)	8.03																																
Contenido de Humedad Promedio (%)	8.03																																
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripcion</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)			Peso de la tara + muestra húmeda (gr)			Peso de la tara + muestra seca (gr)			Peso del agua contenida (gr)			Peso de la muestra seca (gr)			Contenido de Humedad (%)			Contenido de Humedad Promedio (%)		
Descripcion	1	2																															
Peso de tara (gr)																																	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)																																	
Peso de la tara + muestra seca (gr)																																	
Peso del agua contenida (gr)																																	
Peso de la muestra seca (gr)																																	
Contenido de Humedad (%)																																	
Contenido de Humedad Promedio (%)																																	

Figura 18. Ensayo del Contenido de humedad, Tramo: 86+120 - 86+170.

Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación. En este caso la humedad óptima 9.29 es mayor a la humedad natural 8.03, por lo tanto, se propondrá compactar más el suelo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
FORMATO										
LIMITES DE CONSISTENCIA										
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)										
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Codigo Ensayo N° :		
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500									
Sector:	86+120 - 86+170	Calicata :	M	01	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.				
Material :	Acopio	Prof. :	De 0.00 m a 0.80 m		Fecha :	4/08/2018		Ing. Control Calidad :		
Km:	84+500.00	L.I.	Estrato		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.				
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO										
N° de Tarro			41	47	39					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		38.25	40.48	40.25					
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.		33.84	35.64	35.10					
Peso de Tarro	gr.		10.99	11.79	11.52					
Peso de Agua	gr.		4.41	4.84	5.15					
Peso del Suelo Seco	gr.		22.85	23.85	23.58	Limite Liquido				
Contenido de Humedad	%		19.30	20.29	21.84	20.29				
Numero de Golpes			32	25	17					
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD										
N° de Tarro										
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.									
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.									
Peso de Tarro	gr.									
Peso de Agua	gr.									
Peso de Suelo seco	gr.					Limite Plastico				
Contenido de Humedad	%		NP	NP		NP				
						Constantes Fisicas de la Muestra				
						Limite Liquido	20.29			
						Limite Plastico	NP			
						Indice de Plasticidad	NP			
						Observaciones				
						Pasante Tamiz N° 40				

Figura 19. Ensayo de Limites, Tramo: 86+120 - 86+170.

El ensayo Limites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad

es igual a 0 se clasifica en no pastico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante.

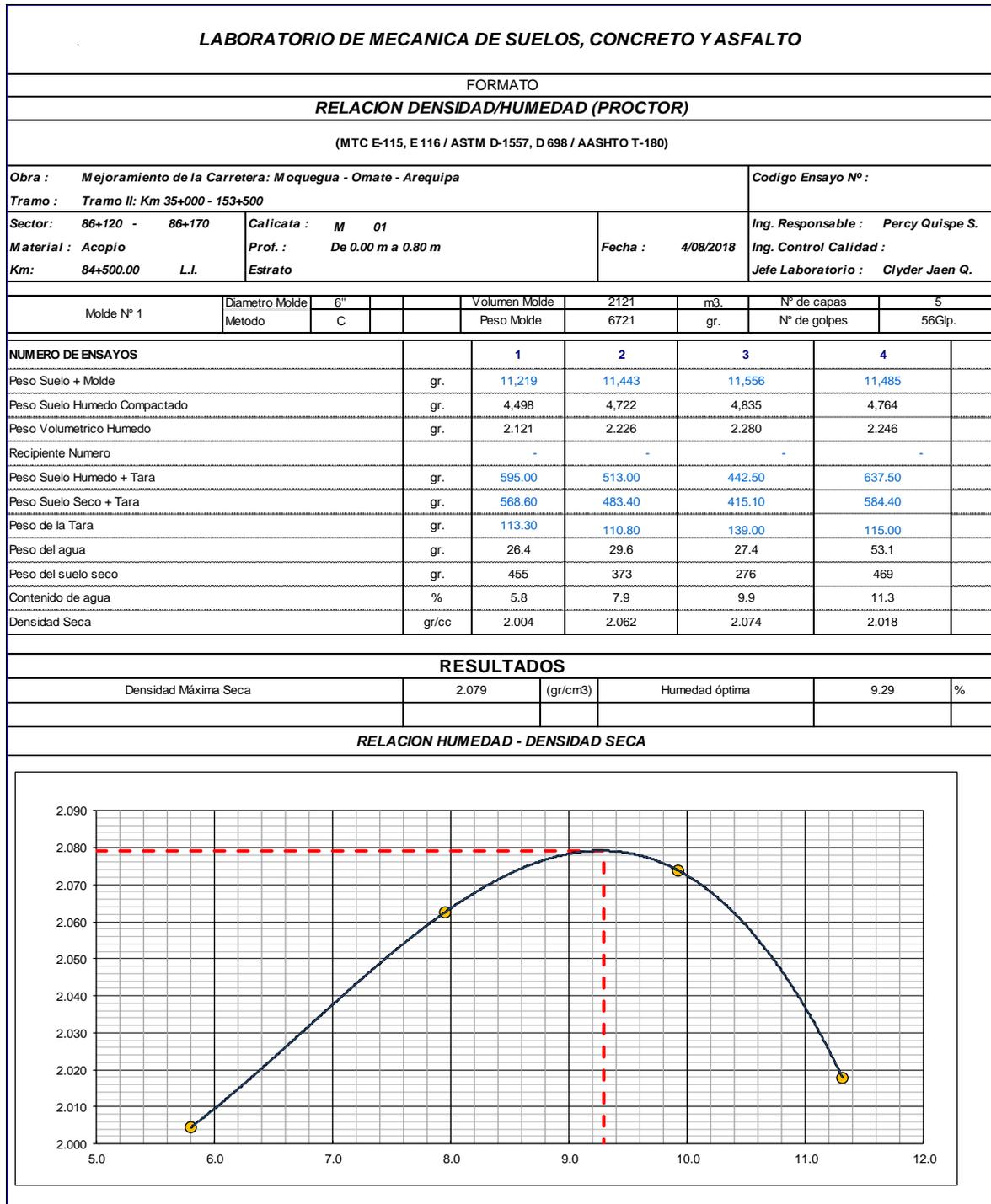


Figura 20. Ensayo de Proctor, Tramo: 86+120 - 86+170.

Tramo: 54+550 – 54+660 (H= 0.60 MT mejoramiento)

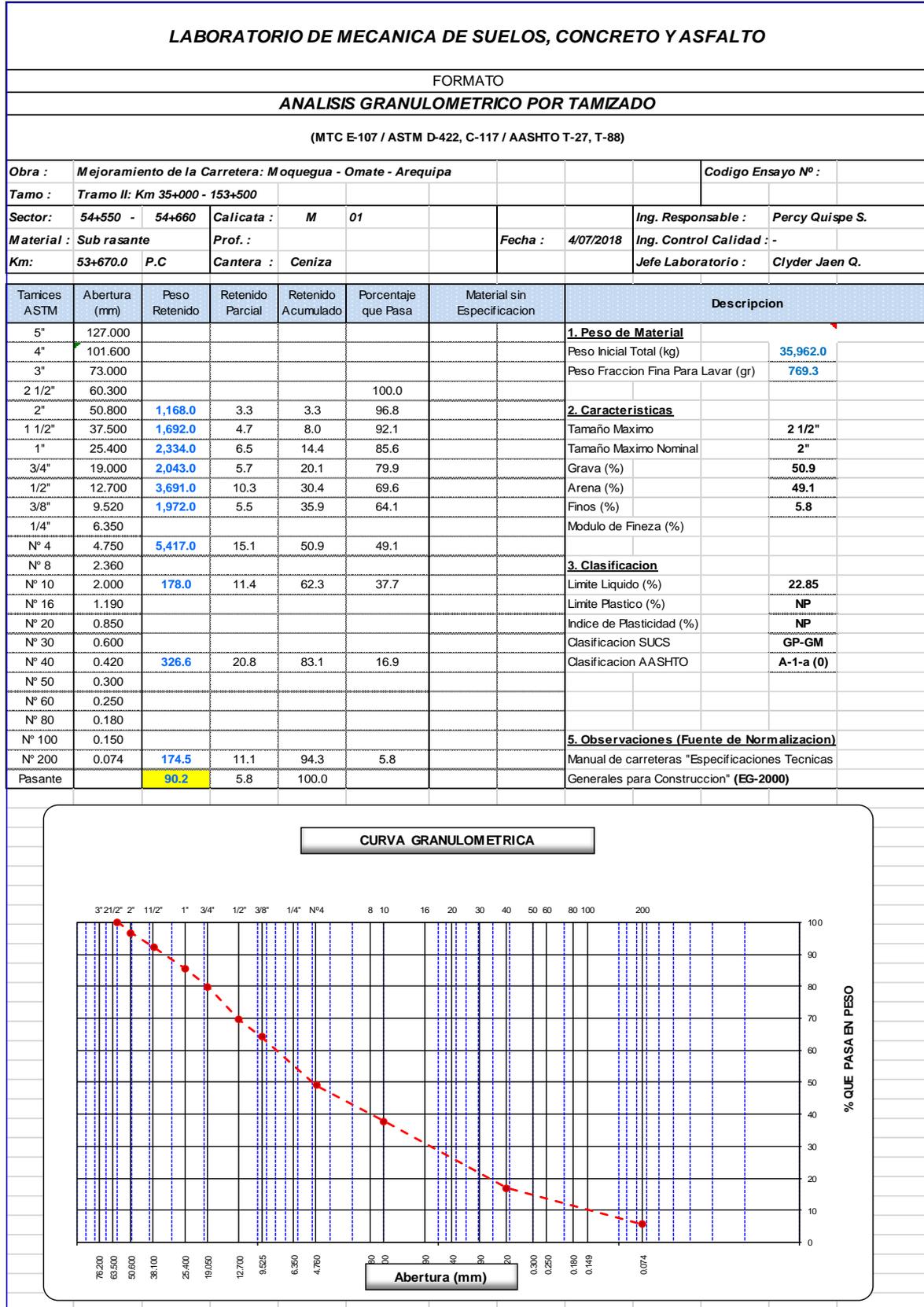


Figura 21. Ensayo de granulometría, Tramo: 54+550 - 54+660.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, el porcentaje que pasa de finos debe ser 15% a más. En este caso es 5.8% (Acopio Km. 53+670), y su clasificación según SUCS es GP-GM Y según AASHTO es A-1-a(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
CONTENIDO DE HUMEDAD							
(MTC E-108 / ASTM D-2216)							
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa					Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500						
Sector:	54+550 - 54+660	Calicata :	M 01		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.	
Material :	Sub rasante	Prof. :		Fecha :	4/07/2018	Ing. Control Calidad :	-
Km:	53+670.0	Cantera :	Ceniza		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.	
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :							
Descripcion		1	2				
Peso de tara (gr)		141.8					
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		1001.6					
Peso de la tara + muestra seca (gr)		951.3					
Peso del agua contenida (gr)		50.30					
Peso de la muestra seca (gr)		809.50					
Contenido de Humedad (%)		6.21					
Contenido de Humedad Promedio (%)		6.21					
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :							
Descripcion		1	2				
Peso de tara (gr)							
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)							
Peso de la tara + muestra seca (gr)							
Peso del agua contenida (gr)							
Peso de la muestra seca (gr)							
Contenido de Humedad (%)							
Contenido de Humedad Promedio (%)							

Figura 22. Ensayo del Contenido de humedad, Tramo: 54+550 - 54+660.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de

compactación. En este caso la humedad óptima 7.25 es mayor a la humedad natural 6.21, por lo tanto, se propondrá compactar más el suelo.

Figura 23. Ensayo de Limites, Tramo: 54+550 - 54+660.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
FORMATO										
LIMITES DE CONSISTENCIA										
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)										
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa						Codigo Ensayo N° :			
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500									
Sector:	54+550 - 54+660	Calicata :	M	01				Ing. Responsable :	Percy Quispe S.	
Material :	Sub rasante	Prof. :			Fecha :	4/07/2018		Ing. Control Calidad :		
Km:	53+670.0	Cantera :	Ceniza					Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.	
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO										
N° de Tarro			61	56	50					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.96	35.08	34.47						
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.84	30.62	29.76						
Peso de Tarro	gr.	11.11	11.65	10.98						
Peso de Agua	gr.	4.12	4.46	4.71						
Peso del Suelo Seco	gr.	18.73	18.97	18.78	Limite Liquido					
Contenido de Humedad	%	22.00	23.51	25.08	22.85					
Numero de Golpes		30	22	15						
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD										
N° de Tarro										
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	N.P.								
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	N.P.								
Peso de Tarro	gr.	N.P.								
Peso de Agua	gr.	N.P.								
Peso de Suelo seco	gr.	N.P.								
Contenido de Humedad	%	NP	NP		Limite Plastico					
					NP					
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES										
Constantes Fisicas de la Muestra										
Limite Liquido					22.85					
Limite Plastico					NP					
Indice de Plasticidad					NP					
Observaciones										
Pasante Tamiz N° 40										

El ensayo Límites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no pastico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante.

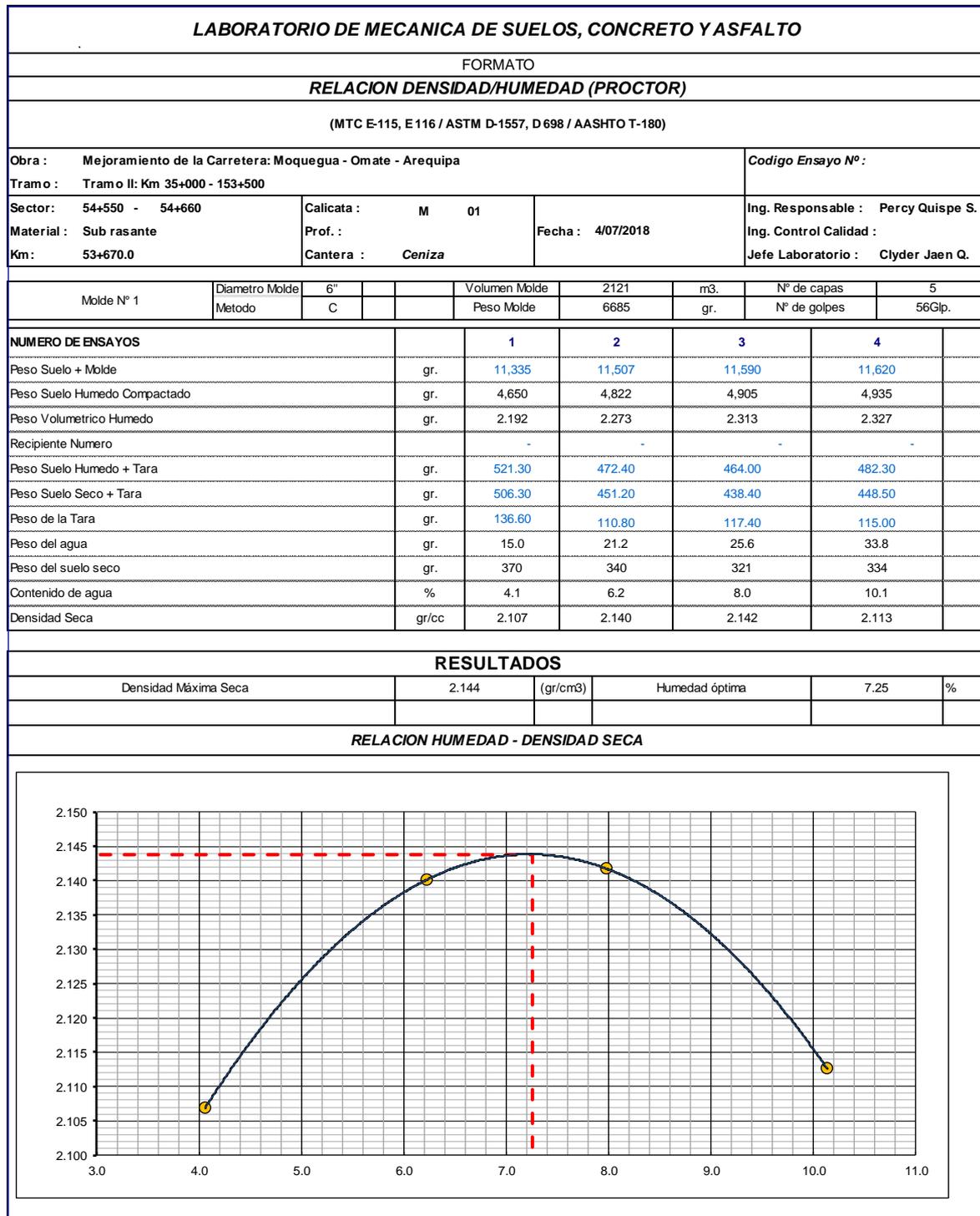


Figura 24. Ensayo de Proctor, Tramo: 54+550 - 54+660.

Tramo: 68+820 – 69+920 (H= 0.40 MT mejoramiento)

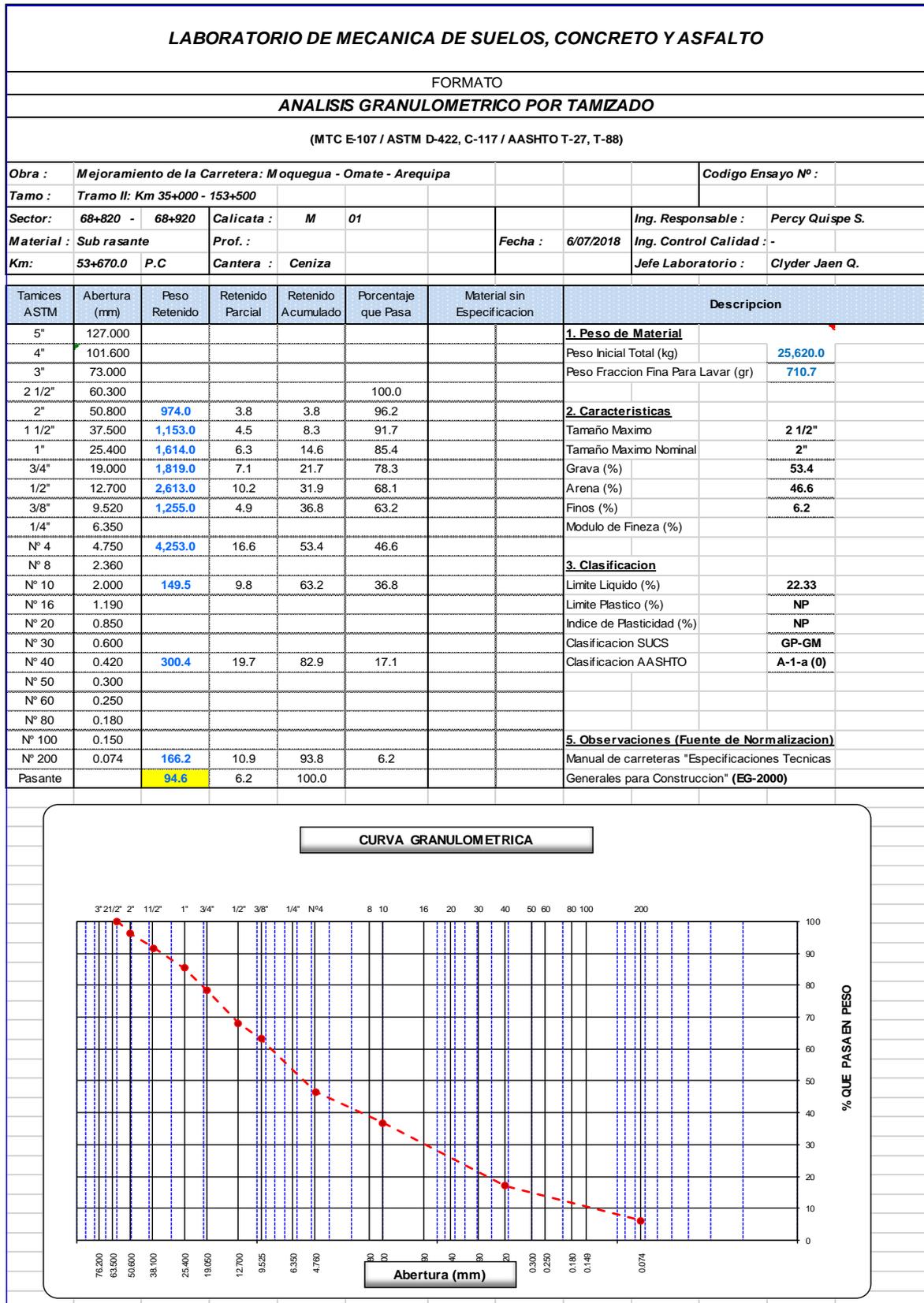


Figura 25. Ensayo de granulometría, Tramo: 68+820 - 68+920.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, el porcentaje que pasa de finos debe ser 15% a más. En este caso es 6.2% (Acopio Km. 53+670), y su clasificación según SUCS es GP-GM Y según AASHTO es A-1-a(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
FORMATO										
CONTENIDO DE HUMEDAD										
(MTC E-108 / ASTM D-2216)										
Obra :	Mejoramiento de la Carretera : Moquegua - Omate - Arequipa							Código Ensayo Nº :		
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500									
Sector:	68+820 - 68+920	Calicata :	M	01			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Material :	Sub rasante	Prof. :			Fecha :	6/07/2018	Ing. Control Calidad :	-		
Km:	53+670.0	Cantera :	Ceniza				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :										
Descripcion					1	2				
Peso de tara (gr)					135.5					
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)					535.5					
Peso de la tara + muestra seca (gr)					510.7					
Peso del agua contenida (gr)					24.80					
Peso de la muestra seca (gr)					375.20					
Contenido de Humedad (%)					6.61					
Contenido de Humedad Promedio (%)					6.61					
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :										
Descripcion					1	2				
Peso de tara (gr)										
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)										
Peso de la tara + muestra seca (gr)										
Peso del agua contenida (gr)										
Peso de la muestra seca (gr)										
Contenido de Humedad (%)										
Contenido de Humedad Promedio (%)										

Figura 26. Ensayo del Contenido de humedad, Tramo: 68+820 - 68+920.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de

compactación. En este caso la humedad óptima 7.08 es mayor a la humedad natural 6.61, por lo tanto, se propondrá compactar más el suelo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																					
FORMATO																					
LIMITES DE CONSISTENCIA																					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)																					
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa						Código Ensayo N° :														
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																				
Sector:	68+820 - 68+920	Calicata :	M	01				Ing. Responsable :	Percy Quispe S.												
Material :	Sub rasante	Prof. :			Fecha :	6/07/2018		Ing. Control Calidad :													
Km:	53+670.0	Cantera :	Ceniza					Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.												
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO																					
N° de Tarro			35	36	37																
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		47.87	38.66	39.79																
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.		43.85	34.80	36.49																
Peso de Tarro	gr.		27.25	17.67	21.22																
Peso de Agua	gr.		4.02	3.86	3.30																
Peso del Suelo Seco	gr.		16.60	17.13	15.27	Limite Liquido															
Contenido de Humedad	%		24.22	22.53	21.61	22.33															
Numero de Golpes			15	24	30																
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD																					
N° de Tarro																					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.																				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.																				
Peso de Tarro	gr.																				
Peso de Agua	gr.																				
Peso de Suelo seco	gr.					Limite Plastico															
Contenido de Humedad	%		NP	NP		NP															
						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Constantes Físicas de la Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limite Liquido</td> <td>22.33</td> </tr> <tr> <td>Limite Plastico</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Observaciones</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Pasante Tamiz N° 40</td> </tr> </tbody> </table>				Constantes Físicas de la Muestra		Limite Liquido	22.33	Limite Plastico	NP	Indice de Plasticidad	NP	Observaciones		Pasante Tamiz N° 40	
Constantes Físicas de la Muestra																					
Limite Liquido	22.33																				
Limite Plastico	NP																				
Indice de Plasticidad	NP																				
Observaciones																					
Pasante Tamiz N° 40																					

Figura 27. Ensayo de Limites, Tramo: 68+820 - 68+920.

El ensayo Límites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no plástico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante.

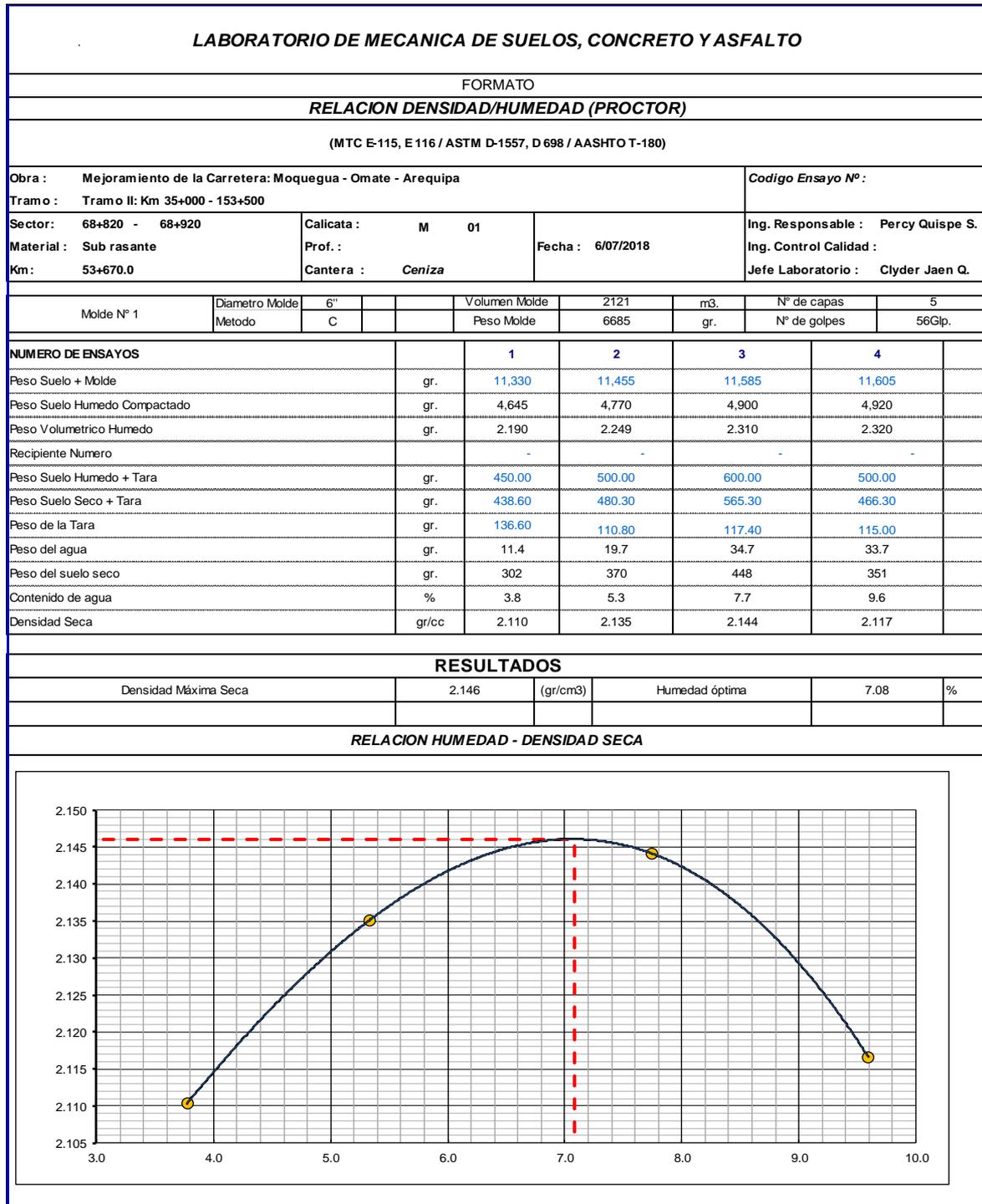


Figura 28. Ensayo de Proctor, Tramo: 68+820 - 68+920.

Obra :		Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa																					
Tramo :		Tramo II: Km 35+000 - 153+500																					
CUADRO RESUMEN DE CALIDAD DEL SUELO MEJORADO - MEJORAMIENTO																							
Altura del mejoramiento (m)	Fecha	Sector		Ubicación Muestreo	CARRIL	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										L.L.	I.P.	Clasificación		Humedad Natural	MDS	CHO	
		Inicial	Final			3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40			Nº 200	SUCS				AASHTO
H=1.00	22-jun.-18	79+840.0	79+940.0	76+500.0	L.D	100.0	98.2	94.2	88.0	81.8	73.0	68.3	56.6	47.7	24.1	8.1	16.6	NP	SP-SM	A-1-a (0)	6.76	2.082	5.9
H= 0.80	1-sep.-18	86+120.0	86+170.0	84+500.0	L.I	100.0	91.2	86.0	77.1	70.4	61.3	56.1	44.0	33.9	20.3	9.1	20.3	NP	GP-GM	A-1-a (0)	8.03	2.079	9.3
H= 0.60	4-jul.-18	54+550.0	54+660.0	53+670.0	P.C	100.0	96.8	92.1	85.6	79.9	69.6	64.1	49.1	37.7	16.9	5.8	22.9	NP	GP-GM	A-1-a (0)	6.21	2.144	7.3
H= 0.40	6-jul.-18	68+820.0	68+920.0	53+670.0	P.C	100.0	96.8	92.1	85.6	79.9	69.6	64.1	49.1	37.7	16.9	5.8	22.9	NP	GP-GM	A-1-a (0)	6.61	2.146	7.1
Resumen Estadístico	Cantidad					4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0				4.0	4.0	4.0
	Suma					400	383	364	336	312	274	253	199	157	78	29	83				28	8	29
	Promedio					100.0	95.7	91.1	84.1	78.0	68.4	63.2	49.7	39.3	19.5	7.2	20.6				6.9	2.1	7.4
	min					100.00	91.20	86.02	77.10	70.41	61.34	56.10	43.97	33.91	16.88	5.75	16.55				6.21	2.08	5.85
	max					100.00	98.20	94.20	88.00	81.80	73.00	68.30	56.60	47.70	24.10	9.07	22.85				8.03	2.15	9.29
	Des. Estandar					0.00	3.09	3.52	4.78	5.14	4.97	5.11	5.20	5.90	3.44	1.68	2.98				0.79	0.04	1.43

Figura 29. Cuadro de resumen de calidad del suelos mejorado.

Como se puede apreciar en el cuadro resumen de calidad del suelo mejorado, todos los datos de laboratorio cumplen con los parámetros permisibles según el manual del MTC.

Tramo: 79+840 – 79+940 (H= 1.00 MT mejoramiento)

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción: Relleno de plataforma										Ing. Responsable : Percy Quispe S.					
Estructura: Terreno de fundación del mejoramiento										Ing. Control de Calidad :					
Vía : 79+840 - 79+940 Plataforma Completa										Jefe de Laboratorio: Clyder Jaen Q.					
Cantera : Terreno Natural - Ceniza volcanica															
Localización	Ubicación prueba	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificador	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
79+850	I		01	01-jun.-18	-	19.2	23.2	20.4	1.003	1.101	91.1	92.4	95	-1.2	NO CUMPLE
79+875	D		01	01-jun.-18	-	19.2	22.0	19.5	1.000	1.101	90.8	92.2	95	-0.3	NO CUMPLE
79+900	E		01	01-jun.-18	-	19.2	21.9	19.4	0.992	1.101	90.1	91.6	95	-0.2	NO CUMPLE
79+925	I		01	01-jun.-18	-	19.2	22.3	19.7	1.028	1.101	93.4	94.1	95	-0.5	NO CUMPLE
				N		4	4	4	4	4	4	4			
				SUMA		76.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
				XP		19.20	22.35	19.75	1.01	1.10	91.35	92.59			
				MIN		19.20	21.90	19.40	0.99	1.10	90.10	91.62	95.00	0.00	
				MAX		19.20	23.20	20.40	1.03	1.10	93.37	94.14	95.00	0.00	
				DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.592	0.453	0.016	0.000	1.412	1.086			
				COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	2.647	2.295	1.545	0.000	1.545	1.173			

Figura 30. Compactación del terreno de fundación- Tramo: 79+840 - 79+940.

El ensayo de compactación, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, se compactará al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

El porcentaje de compactación no cumple a nivel de terreno de fundación, ya que antes de rellenar con el acopio Km. 76+500. Ya que el porcentaje de compactación en ni un punto de prueba no llegó al mínimo 95%.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa												
Tramo II: Km 35+000 - 153+500												
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler												
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)												
Descripción:		Relleno de plataforma				Ing. Responsable :					Percy Quispe S.	
Estructura:		Mejoramiento (colocación de over)				Ing. Control de Calidad :						
Vía :		79+840 - 79+940 Plataforma Completa				Jefe de Laboratorio :					Clyder Jaen Q.	
Cantera :		76+500 L.D.										
Localización		Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificador	H. OPTIMA - CAMPO
Ubicación prueba	Lado			humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo corregido a cono		
				optima	campo	campo	densímetro		densímetro			
						corregida						
		%	%	%	(gr/cc)		%	%				
79+840	E	17-jun.-18	0.40	COLOCACIÓN DE OVER								
79+940	E	18-jun.-18	0.40	COLOCACIÓN DE OVER								

Figura 31. 1ra capa relleno con over – Tramo: 79+840 – 79+940

Primera capa se construye una cama con Over, después se compacta para que no haya deslizamiento entre ellas.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma								Ing. Responsable : Percy Quispe S.				
Estructura:		Mejoramiento								Ing. Control de Calidad :				
Vía :		79+840 - 79+940 Plataforma Completa								Jefe de Laboratorio: Clyder Jaen Q.				
Cantera :		Material Integral, 76+500 L.D.												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
79+840	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.2	7.4	2.042	2.082	98.1	97.8	95	-1.5	CUMPLE
79+850	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.7	7.8	2.061	2.082	99.0	98.5	95	-1.9	CUMPLE
79+860	I	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.4	7.5	2.099	2.082	100.8	99.9	95	-1.6	CUMPLE
79+870	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.2	7.4	2.049	2.082	98.4	98.0	95	-1.5	CUMPLE
79+880	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.7	7.8	2.038	2.082	97.9	97.6	95	-1.9	CUMPLE
79+890	I	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.4	7.5	2.067	2.082	99.3	98.7	95	-1.6	CUMPLE
79+900	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.0	7.2	2.055	2.082	98.7	98.2	95	-1.3	CUMPLE
79+910	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	7.2	8.1	2.020	2.082	97.0	96.9	95	-2.2	CUMPLE
79+920	I	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.5	7.6	2.080	2.082	99.9	99.2	95	-1.7	CUMPLE
79+930	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.0	7.2	2.063	2.082	99.1	98.5	95	-1.3	CUMPLE
79+940	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.3	7.5	2.045	2.082	98.2	97.9	95	-1.6	CUMPLE
			N		11	11	11	11	11	11	11			
			SUMA		64.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
			XP		5.90	6.42	7.54	2.06	2.08	98.76	98.29			
			MIN		5.90	6.00	7.22	2.02	2.08	97.02	96.95	95.00	0.00	
			MAX		5.90	7.20	8.14	2.10	2.08	100.82	99.87	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.352	0.269	0.021	0.000	1.031	0.793			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	5.478	3.570	1.044	0.000	1.044	0.807			

Figura 32. Resultados de compactación de la 2da capa – Tramo: 79+840 – 79+940

Segunda capa a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 53+670 L.D. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.082 y Hop=5.9, con unas alturas de 0.30 m.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma										Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Estructura:		Subrasante (2 capas)										Ing. Control de Calidad :		
Vía :		79+840 - 79+940 Plataforma Completa										Jefe de Laboratorio: Clyder Jaen Q.		
Cantera :		Material Integral, 76+500 L.D.												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo corregido a cono			
					óptima	campo	campo corregida	densímetro		densímetro				
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
79+840	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.079	2.098	99.1	98.5	95	-0.6	CUMPLE
79+850	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.067	2.098	98.5	98.1	95	-0.9	CUMPLE
79+860	D	03	26-jun.-18	0.15	6.9	7.1	8.1	2.090	2.098	99.6	98.9	95	-1.2	CUMPLE
79+870	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.062	2.098	98.3	97.9	95	-0.7	CUMPLE
79+880	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.6	7.7	2.052	2.098	97.8	97.6	95	-0.8	CUMPLE
79+890	D	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.9	7.9	2.056	2.098	98.0	97.7	95	-1.0	CUMPLE
79+900	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.046	2.098	97.5	97.3	95	-0.7	CUMPLE
79+910	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.8	7.8	2.073	2.098	98.8	98.3	95	-0.9	CUMPLE
79+920	D	03	26-jun.-18	0.15	6.9	7.2	8.1	2.083	2.098	99.3	98.7	95	-1.2	CUMPLE
79+930	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	7.0	8.0	2.092	2.098	99.7	99.0	95	-1.1	CUMPLE
79+940	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.102	2.098	100.2	99.4	95	-0.9	CUMPLE
79+840	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.2	7.4	2.092	2.098	99.7	95.0	95	-0.5	CUMPLE
79+850	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.106	2.098	100.4	95.0	95	-0.7	CUMPLE
79+860	I	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.100	2.098	100.1	95.0	95	-0.6	CUMPLE
79+870	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.073	2.098	98.8	95.0	95	-0.6	CUMPLE
79+880	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.087	2.098	99.5	95.0	95	-0.9	CUMPLE
79+890	I	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.3	7.5	2.081	2.098	99.2	95.0	95	-0.6	CUMPLE
79+900	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.052	2.098	97.8	95.0	95	-0.7	CUMPLE
79+910	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.9	7.9	2.083	2.098	99.3	95.0	95	-1.0	CUMPLE
79+920	I	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.077	2.098	99.0	95.0	95	-0.6	CUMPLE
79+930	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.064	2.098	98.4	95.0	95	-0.9	CUMPLE
79+940	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	7.1	8.1	2.094	2.098	99.8	95.0	95	-1.2	CUMPLE
			N		22	22	22	22	22	22	22			
			SUMA		151.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
			XP		6.90	6.66	7.73	2.08	2.10	99.04	96.66			
			MIN		6.90	6.20	7.38	2.05	2.10	97.52	95.00	95.00	0.00	
			MAX		6.90	7.20	8.14	2.11	2.10	100.38	99.38	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.281	0.215	0.017	0.000	0.823	1.758			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	4.213	2.781	0.831	0.000	0.831	1.819			

Figura 33. Resultados de compactación de la 3ra y 4ta – Tramo: 79+840 – 79+940.

Tercera y cuarta capa, las ultimas capas a nivel de subrasante a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 53+670 L.D. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.098 y Hop=6.9, con unas alturas de 0.15 m.

Tramo: 86+120 – 86+170 (H= 0.80 MT mejoramiento)

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma								Ing. Responsable : Percy Quispe S.				
Estructura:		Subrasante								Ing. Control de Calidad :				
Vía :		86+120 - 86+170 Plataforma Completa								Jefe de Laboratorio : Clyder Jaen Q.				
Cantera :		Material granular zarandeado, 84+500 L.I.												
Localización		N° CAPAS	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo			
					optima	campo	campo	densimetro		densimetro	corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
86+120	D	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.7	9.3	2.050	2.079	98.6	98.2	95	0.0	CUMPLE
86+130	I	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.4	9.1	2.056	2.079	98.9	98.4	95	0.2	CUMPLE
86+140	E	01	03-ago.-18	0.25	9.3	9.0	9.5	2.029	2.079	97.6	97.4	95	-0.2	CUMPLE
86+150	D	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.7	9.3	2.027	2.079	97.5	97.3	95	0.0	CUMPLE
86+160	I	01	03-ago.-18	0.25	9.3	7.9	8.7	2.071	2.079	99.6	98.9	95	0.6	CUMPLE
86+170	E	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.1	8.8	2.048	2.079	98.5	98.1	95	0.5	CUMPLE
86+120	I	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.1	8.8	2.029	2.079	97.6	97.4	95	0.5	CUMPLE
86+130	E	02	04-ago.-18	0.25	9.3	9.1	9.6	2.067	2.079	99.4	98.8	95	-0.3	CUMPLE
86+140	D	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.5	9.1	2.052	2.079	98.7	98.2	95	0.2	CUMPLE
86+150	I	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.3	9.0	2.069	2.079	98.5	98.1	95	0.3	CUMPLE
86+160	E	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.9	9.4	2.029	2.079	97.6	97.4	95	-0.1	CUMPLE
86+170	D	02	04-ago.-18	0.25	9.3	7.9	8.7	2.056	2.079	98.9	98.4	95	0.6	CUMPLE
					N	12	12	12	12	12	12			
					SUMA	111.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
					XP	9.30	8.47	9.11	2.05	2.08	98.45	98.05		
					MIN	9.30	7.90	8.68	2.03	2.08	97.50	97.31	95.00	0.00
					MAX	9.30	9.10	9.60	2.07	2.08	99.62	98.94	95.00	0.00
					DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.419	0.321	0.017	0.000	0.728	0.560		
					COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	4.943	3.517	0.806	0.000	0.740	0.571		

Figura 34. Resultados de compactación de la 1ra y 2da capa – Tramo: 86+120 – 86+170.

Primera y segunda capa a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 84+500 L.I. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.079 y Hop=9.3, con una altura de 0.25 m.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción:		Relleno de plataforma								Ing. Responsable : Percy Quispe S.					
Estructura:		Subrasante								Ing. Control de Calidad :					
Vía :		86+120 - 86+170 Plataforma Completa								Jefe de Laboratorio : Clyder Jaen Q.					
Cantera :		Material granular zarandeado, 84+500 L.I.													
Localización	Ubicación prueba	Lado	N° CAPAS	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificador	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
86+120	D		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.6	9.2	2.035	2.079	97.9	97.6	95	0.1	CUMPLE
86+130	I		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.3	9.0	2.048	2.079	98.5	98.1	95	0.3	CUMPLE
86+140	E		03	06-ago.-18	0.15	9.3	9.2	9.7	2.052	2.079	98.7	98.2	95	-0.4	CUMPLE
86+150	D		03	06-ago.-18	0.15	9.3	7.9	8.7	2.069	2.079	99.5	98.9	95	0.6	CUMPLE
86+160	I		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.7	9.3	2.029	2.079	97.6	97.4	95	0.0	CUMPLE
86+170	E		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.5	9.1	2.050	2.079	98.6	98.2	95	0.2	CUMPLE
86+120	I		04	06-ago.-18	0.15	9.3	7.8	8.6	2.051	2.079	98.5	98.1	95	0.7	CUMPLE
86+130	E		04	06-ago.-18	0.15	9.3	8.1	8.8	2.056	2.079	98.9	98.4	95	0.5	CUMPLE
86+140	D		04	06-ago.-18	0.15	9.3	8.6	9.2	2.062	2.079	99.2	98.6	95	0.1	CUMPLE
86+150	I		04	06-ago.-18	0.15	9.3	9.2	9.7	2.050	2.079	98.6	98.2	95	-0.4	CUMPLE
86+160	E		04	06-ago.-18	0.15	9.3	8.8	9.4	2.031	2.079	97.7	97.5	95	-0.1	CUMPLE
86+170	D		04	06-ago.-18	0.15	9.3	7.6	8.5	2.033	2.079	97.8	97.5	95	0.9	CUMPLE
				N		12	12	12	12	12	12	12			
				SUMA		111.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
				XP		9.30	8.44	9.09	2.05	2.08	98.46	98.05			
				MIN		9.30	7.60	8.45	2.03	2.08	97.59	97.39	95.00	0.00	
				MAX		9.30	9.20	9.68	2.07	2.08	99.52	98.87	95.00	0.00	
				DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.518	0.397	0.013	0.000	0.607	0.467			
				COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	6.134	4.361	0.620	0.000	0.617	0.476			

Figura 35. Resultados de compactación de la 3ra y 4ta capa – Tramo: 86+120 – 86+170.

Tercera y cuarta capa, las ultimas capas a nivel de subrasante a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 53+670 L.D. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.079 y Hop=9.3, con unas alturas de 0.15 m.

Tramo: 54+550 – 54+660 (H= 0.60 MT mejoramiento)

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma								Ing. Responsable : Percy Quispe S.				
Estructura:		Terreno de fundación del mejoramiento								Ing. Control de Calidad :				
Vía :		54+550 - 54+660 Plataforma Completa								Jefe de Laboratorio : Clyder Jaen Q.				
Cantera :		Terreno Natural - Ceniza volcanica												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
54+550	I	01	21-jul.-18	-	16.9	7.0	8.0	1.159	1.223	94.8	95.2	95	8.9	NO CUMPLE
54+575	D	01	21-jul.-18	-	16.9	6.6	7.7	1.113	1.223	91.0	92.3	95	9.2	NO CUMPLE
54+600	E	01	21-jul.-18	-	16.9	6.7	7.8	1.171	1.223	95.7	96.0	95	9.1	CUMPLE
54+625	I	01	21-jul.-18	-	16.9	6.4	7.5	1.138	1.223	93.0	93.9	95	9.3	NO CUMPLE
54+650	D	01	21-jul.-18	-	16.9	6.6	7.7	1.162	1.223	95.0	95.4	95	9.2	CUMPLE
			N		5	5	5	5	5	5	5			
			SUMA		84.3	33.3	38.6	5.7	6.1	469.6	472.8			
			XP		16.86	6.66	7.73	1.15	1.22	93.92	94.56			
			MIN		16.86	6.40	7.53	1.11	1.22	91.01	92.32	95.00	0.00	
			MAX		16.86	7.00	7.99	1.17	1.22	95.75	95.97	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.219	0.168	0.023	0.000	1.904	1.464			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	3.290	2.171	2.027	0.000	2.027	1.549			

Figura 36. Compactación del terreno de fundación- Tramo: 54+550 - 54+660.

El ensayo de compactación, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, se compactará al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

El porcentaje de compactación no cumple a nivel de terreno de fundación, ya que antes de rellenar con el acopio Km. 53+670. Ya que el porcentaje de compactación en ni un punto de prueba no llegó al mínimo 95%.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma					Ing. Responsable :		Percy Quispe S.					
Estructura:		Mejoramiento					Ing. Control de Calidad :							
Vía :		54+550 - 54+660 Plataforma Completa					Jefe de Laboratorio :		Clyder Jaen Q.					
Cantera :		Material Integral, 53+670 L.D.												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
54+550	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.3	7.5	2.044	2.144	95.3	95.7	95	-0.2	CUMPLE
54+560	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.5	7.6	2.060	2.144	96.1	96.2	95	-0.3	CUMPLE
54+570	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.2	7.4	2.098	2.144	97.9	97.6	95	-0.1	CUMPLE
54+580	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.3	7.5	2.048	2.144	95.5	95.8	95	-0.2	CUMPLE
54+590	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.8	7.8	2.037	2.144	95.0	95.4	95	-0.5	CUMPLE
54+600	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.5	7.6	2.066	2.144	96.4	96.4	95	-0.3	CUMPLE
54+610	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.1	7.3	2.054	2.144	95.8	96.0	95	0.0	CUMPLE
54+620	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	7.1	8.1	2.045	2.144	95.4	95.7	95	-0.8	CUMPLE
54+630	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.6	7.7	2.079	2.144	97.0	96.9	95	-0.4	CUMPLE
54+640	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	5.9	7.1	2.065	2.144	96.3	96.4	95	0.2	CUMPLE
54+650	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.2	7.4	2.071	2.144	96.6	96.6	95	-0.1	CUMPLE
54+660	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.4	7.5	2.050	2.144	95.6	95.9	95	-0.2	CUMPLE
			N		12	12	12	12	12	12	12			
			SUMA		87.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
			XP		7.30	6.41	7.54	2.06	2.14	96.07	96.22			
			MIN		7.30	5.90	7.15	2.04	2.14	95.01	95.40	95.00	0.00	
			MAX		7.30	7.10	8.07	2.10	2.14	97.85	97.59	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.323	0.248	0.017	0.000	0.805	0.619			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	5.044	3.285	0.838	0.000	0.838	0.643			

Figura 37. Resultados de compactación de la 1ra capa – Tramo: 54+550 – 54+660.

Primera capa a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 53+670 L.D. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.144 y Hop=7.3, con una altura de 0.30 m.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma								Ing. Responsable : Percy Quispe S.				
Estructura:		Mejoramiento								Ing. Control de Calidad :				
Vía :		54+550 - 54+660 Plataforma Completa								Jefe de Laboratorio : Clyder Jaen Q.				
Cantera :		Material Integral, 53+670 L.D.												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
54+550	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.4	7.5	2.046	2.144	95.4	95.7	95	-0.2	CUMPLE
54+560	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.061	2.144	96.1	96.3	95	-0.4	CUMPLE
54+570	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.1	7.3	2.099	2.144	97.9	97.6	95	0.0	CUMPLE
54+580	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.0	7.2	2.047	2.144	95.5	95.8	95	0.1	CUMPLE
54+590	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.046	2.144	95.4	95.7	95	-0.5	CUMPLE
54+600	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.064	2.144	96.3	96.4	95	-0.4	CUMPLE
54+610	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.2	7.4	2.052	2.144	95.7	95.9	95	-0.1	CUMPLE
54+620	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	7.2	8.1	2.040	2.144	95.1	95.5	95	-0.8	CUMPLE
54+630	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.074	2.144	96.7	96.7	95	-0.5	CUMPLE
54+640	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.0	7.2	2.066	2.144	96.4	96.4	95	0.1	CUMPLE
54+650	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.3	7.5	2.070	2.144	96.5	96.6	95	-0.2	CUMPLE
54+660	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.5	7.6	2.047	2.144	95.5	95.8	95	-0.3	CUMPLE
54+550	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.062	2.144	96.2	96.3	95	-0.5	CUMPLE
54+560	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.4	7.5	2.068	2.144	96.5	96.5	95	-0.2	CUMPLE
54+570	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.2	7.4	2.071	2.144	96.6	96.6	95	-0.1	CUMPLE
54+580	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.0	7.2	2.039	2.144	95.1	95.5	95	0.1	CUMPLE
54+590	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	5.9	7.1	2.055	2.144	95.8	96.0	95	0.2	CUMPLE
54+600	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.3	7.5	2.095	2.144	97.7	97.5	95	-0.2	CUMPLE
54+610	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.048	2.144	95.5	95.8	95	-0.5	CUMPLE
54+620	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.5	7.6	2.050	2.144	95.6	95.9	95	-0.3	CUMPLE
54+630	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.1	7.3	2.055	2.144	95.8	96.0	95	0.0	CUMPLE
54+640	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.066	2.144	96.4	96.4	95	-0.4	CUMPLE
54+650	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.4	7.5	2.073	2.144	96.7	96.7	95	-0.2	CUMPLE
54+660	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.054	2.144	95.8	96.0	95	-0.4	CUMPLE
			N		24	24	24	24	24	24	24			
			SUMA		175.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
			XP		7.30	6.40	7.53	2.06	2.14	96.10	96.24			
			MIN		7.30	5.90	7.15	2.04	2.14	95.10	95.47	95.00	0.00	
			MAX		7.30	7.20	8.14	2.10	2.14	97.90	97.62	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.309	0.236	0.015	0.000	0.718	0.552			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	4.818	3.137	0.747	0.000	0.747	0.574			

Figura 38. Resultados de compactación de la 2da y 3ra capa – Tramo: 54+550 – 54+660.

Segunda y tercera capa, las ultimas capas a nivel de subrasante a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 53+670 L.D. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.144 y Hop=7.3, con unas alturas de 0.15 m.

Tramo: 68+820 – 68+920 (H= 0.40 MT mejoramiento)

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma					Ing. Responsable :		Percy Quispe S.					
Estructura:		Terreno de fundación del mejoramiento					Ing. Control de Calidad :							
Vía :		68+820 - 68+920 Plataforma Completa					Jefe de Laboratorio :		Clyder Jaen Q.					
Cantera :		Terreno Natural - Ceniza volcanica												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificador	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo			
					óptima	campo	campo	densímetro		densímetro	corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
68+820	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.9	7.9	1.145	1.245	92.0	93.1	95	9.3	NO CUMPLE
68+830	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.4	7.5	1.155	1.245	92.8	93.7	95	9.7	NO CUMPLE
68+840	E	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.6	7.7	1.192	1.245	95.7	96.0	95	9.5	CUMPLE
68+850	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.3	7.5	1.177	1.245	94.5	95.0	95	9.7	NO CUMPLE
68+860	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.5	7.6	1.189	1.245	95.5	95.8	95	9.6	CUMPLE
68+870	E	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.7	7.8	1.173	1.245	94.2	94.8	95	9.4	NO CUMPLE
68+880	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.5	7.6	1.180	1.245	94.8	95.2	95	9.6	NO CUMPLE
68+890	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.3	7.5	1.162	1.245	93.3	94.1	95	9.7	NO CUMPLE
68+900	E	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.8	7.8	1.182	1.245	94.9	95.3	95	9.4	NO CUMPLE
68+910	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.9	7.9	1.182	1.245	94.9	95.3	95	9.3	NO CUMPLE
68+920	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.2	7.4	1.181	1.245	94.9	95.3	95	9.8	NO CUMPLE
			N		11	11	11	11	11	11	11			
			SUMA		189.2	72.1	84.1	12.9	13.7	1037.6	1043.6			
			XP		17.20	6.55	7.65	1.17	1.25	94.33	94.87			
			MIN		17.20	6.20	7.38	1.15	1.25	91.97	93.06	95.00	0.00	
			MAX		17.20	6.90	7.91	1.19	1.25	95.74	95.96	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.246	0.189	0.015	0.000	1.169	0.899			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	3.760	2.468	1.239	0.000	1.239	0.947			

Figura 39. Compactación del terreno de fundación- Tramo: 68+820 - 68+920.

El ensayo de compactación, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, se compactará al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

El porcentaje de compactación no cumple a nivel de terreno de fundación, ya que antes de rellenar con el acopio Km. 53+670. Ya que el porcentaje de compactación en ni un punto de prueba no llegó al mínimo 95%.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma										Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Estructura:		Mejoramiento										Ing. Control de Calidad :		
Vía :		68+820 - 68+920 Plataforma Completa										Jefe de Laboratorio: Clyder Jaen Q.		
Cantera :		Material Integral, Cantera Ceniza Km. 53+670 L.D.												
Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo corregido a cono			
					optima	campo	campo corregida	densímetro		densímetro				
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
68+820	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.185	2.146	95.2	95.5	95	9.3	CUMPLE
68+830	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.4	7.5	1.185	2.146	95.2	95.5	95	9.7	CUMPLE
68+840	E	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.6	7.7	1.192	2.146	95.7	96.0	95	9.5	CUMPLE
68+850	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.3	7.5	1.187	2.146	95.3	95.7	95	9.7	CUMPLE
68+860	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.5	7.6	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.6	CUMPLE
68+870	E	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.7	7.8	1.183	2.146	95.0	95.4	95	9.4	CUMPLE
68+880	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.5	7.6	1.194	2.146	95.9	96.1	95	9.6	CUMPLE
68+890	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.3	7.5	1.188	2.146	95.4	95.7	95	9.7	CUMPLE
68+900	E	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.8	7.8	1.190	2.146	95.6	95.8	95	9.4	CUMPLE
68+910	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.187	2.146	95.3	95.7	95	9.3	CUMPLE
68+920	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.2	7.4	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.8	CUMPLE
68+820	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.4	7.5	1.199	2.146	96.3	96.4	95	9.7	CUMPLE
68+830	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.6	7.7	1.184	2.146	95.1	95.5	95	9.5	CUMPLE
68+840	E	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.3	CUMPLE
68+850	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.1	7.3	1.188	2.146	95.4	95.7	95	9.9	CUMPLE
68+860	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.8	7.8	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.4	CUMPLE
68+870	E	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.7	7.8	1.186	2.146	95.3	95.6	95	9.4	CUMPLE
68+880	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.2	7.4	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.8	CUMPLE
68+890	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.6	7.7	1.193	2.146	95.8	96.0	95	9.5	CUMPLE
68+900	E	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.197	2.146	96.1	96.3	95	9.3	CUMPLE
68+910	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.4	7.5	1.186	2.146	95.3	95.6	95	9.7	CUMPLE
68+920	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.1	7.3	1.190	2.146	95.6	95.8	95	9.9	CUMPLE
			N		22	22	22	22	22	22	22			
			SUMA		156.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
			XP		7.10	6.54	7.64	1.19	2.15	95.51	95.78			
			MIN		7.10	6.10	7.30	1.18	2.15	95.02	95.41	95.00	0.00	
			MAX		7.10	6.90	7.91	1.20	2.15	96.31	96.40	95.00	0.00	
			DESVIACION ESTANDAR		0.000	0.268	0.205	0.004	0.000	0.322	0.247			
			COEFICIENTE DE VARIACION		0.000	4.104	2.691	0.337	0.000	0.337	0.258			

Figura 40. Resultados de compactación de la 1ra y 2da capa – Tramo: 68+820 – 68+920.

Primera y segunda capa a reemplazar con el material de la cantera ceniza km. 53+670 L.D. y su proctor utilizado es de una DMS= 2.146 y Hop=7.1, con unas alturas de 0.20 m.



Figura 41. Ensayo de compactación, mediante el densímetro nuclear.

- **Objetivo Específico 2:** Evaluar cómo me asegura el control de calidad la deformación vertical mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

Tramo: 79+840 – 79+940 (H= 1.00 MT mejoramiento)

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO															
REGISTRO DE CAMPO															
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 1.00 m)															
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Carga Eje:	4160	Kg		
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500										Presión:	80	PSI		
VIA :	Moquegua - Arequipa										Factor Conversión:	4			
Carril :	Derecho										Factor Estacional:	1			
PROGRESIVA :	79+840 - 79+940														
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL						SEGUNDO DIAL			PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP. °C	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL						L ₁	L ₂	Do	D25	Rc			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	0.01 mm	0.01 mm	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(m)			
79+840	05-sep.-18	0.0	2.0	3.0	4.0	7.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	25	0.30	
79+850	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	0.0	3.0	28	12	195	25	0.30	
79+860	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30	
79+870	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	0.0	4.0	28	16	260	25	0.30	
79+880	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30	
79+890	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30	
79+900	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	0.0	4.0	28	16	260	25	0.30	
79+910	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30	
79+920	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30	
79+930	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30	
79+940	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	0.0	5.0	32	20	260	25	0.30	
										N	11	11	11		
										Σ	316	168	2604		
										PROMEDIO:	28.7	15.3	236.7		
										MINIMO	24	12	195		
										MAXIMO	36	20	260		
										DESVIACION ESTÁNDAR	4.7	3.5	32.8		
										VARIANZA	21.8	12.2	1078.9		
										COEFICIENTE DE VAR.	16.3	22.9	13.9		
										VALOR CARACTERISTICO	36.4	21.0			
										VALOR ADMISIBLE	120.0				

Figura 42. Cuadro de deflexiones – Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Derecho).

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra

en la figura 50. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril derecho fue de 36×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 79+840 – 79+940.

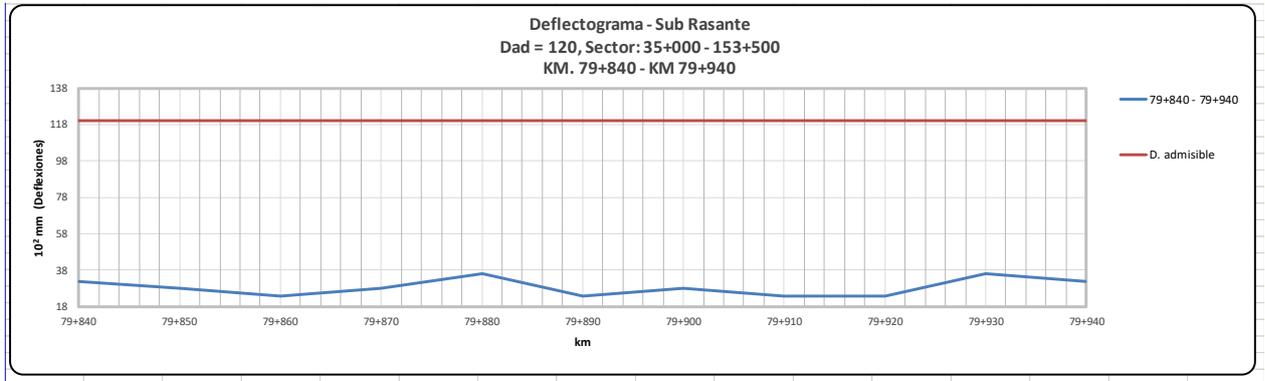


Figura 43. Grafica de la Curva de deflexiones – Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Derecho).

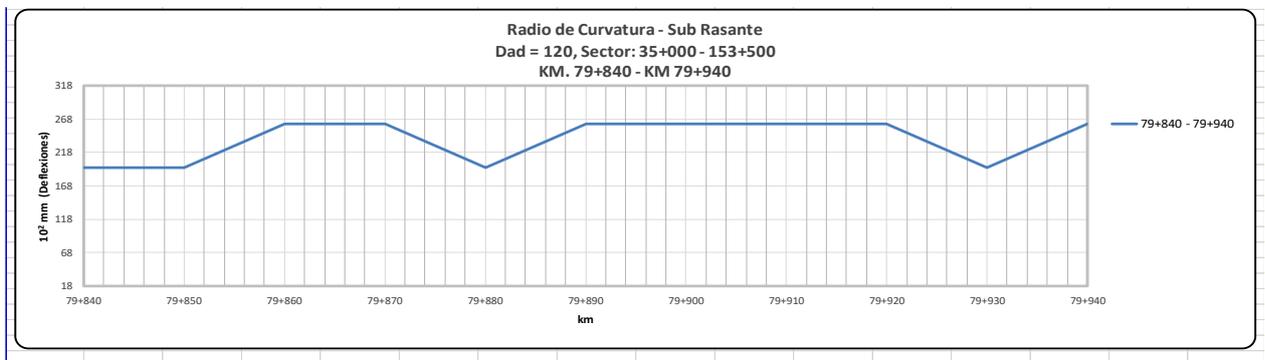


Figura 44. Grafica del radio de curvatura – Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Derecho).



Figura 45. Ensayo de deflectometría km. 79+840 - 79+940



Figura 46. Ensayo de deflectometría Km. 86+120 - 86+170.

LADO IZQUIERDO

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 1.00m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa											Carga Eje:	4160	Kg
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500											Presión:	80	PSI
VIA :	Moquegua - Arequipa											Factor Conversión:	4	
Carril :	Izquierdo											Factor Estacional:	1	
PROGRESIVA :	79+840 - 79+940													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
79+840	05-sep.-18	0.0	3.0	4.0	5.0	7.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	25	0.30
79+850	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	26	0.30
79+860	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	6.0	7.0	8.0	0.0	5.0	32	20	260	26	0.30
79+870	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	26	0.30
79+880	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	26	0.30
79+890	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	26	0.30
79+900	05-sep.-18	0.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	0.0	5.0	32	20	260	26	0.30
79+910	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	26	0.30
79+920	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.30
79+930	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	0.0	6.0	44	24	156	26	0.30
79+940	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.30
										N	11	11	11	
										Σ	416	236	2161	
										PROMEDIO:	37.8	21.5	196.5	
										MINIMO	32	16	156	
										MAXIMO	48	28	260	
										DESVIACION ESTÁNDAR	6.5	4.5	36.1	
										VARIANZA	42.8	20.1	1303.9	
										COEFICIENTE DE VAR.	17.3	20.9	18.4	
										VALOR CARACTERISTICO	48.6	28.8		
										VALOR ADMISIBLE	120.0			

Figura 47. Cuadro de deflexiones - Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Izquierdo).

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 53. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril Izquierdo fue de 48×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 79+840 – 79+940.

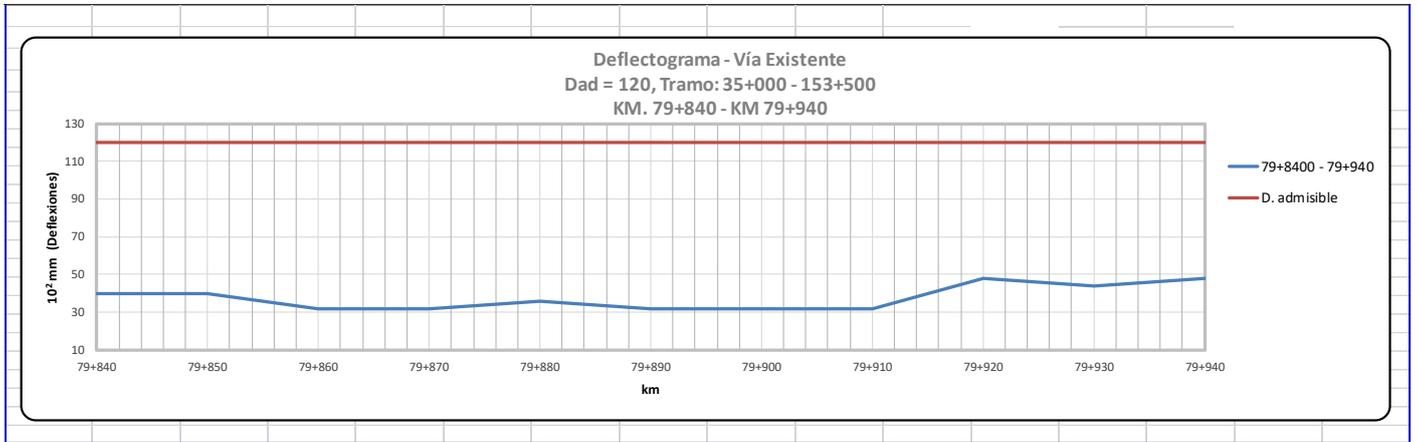


Figura 48. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Izquierdo).

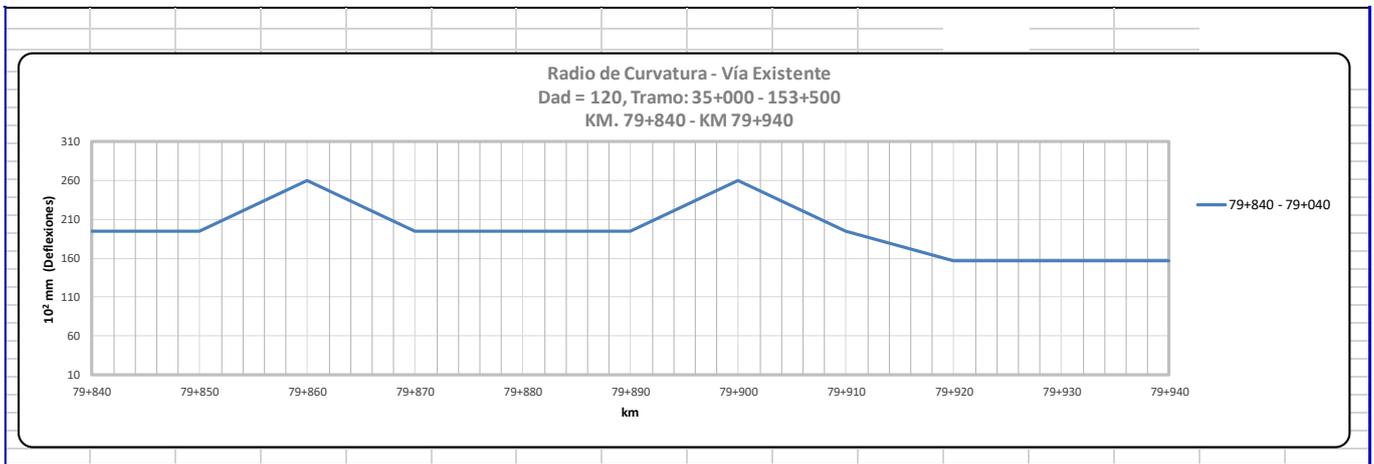


Figura 49. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 79+840 – 79+940 (Lado Izquierdo).

Tramo: 86+120 – 86+170 (H= 0.80 MT mejoramiento)

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO																	
REGISTRO DE CAMPO																	
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.80 m)																	
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa											Carga Eje:	4160	Kg			
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500											Presión:	80	PSI			
VIA :	Moquegua	-	Arequipa												Factor Conversión:	4	
Carril :	Derecho													Factor Estacional:	1		
PROGRESIVA :	86+120 - 86+170																
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP. Amb °C	Espesor SR (m)			
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)					
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-150 0.01 mm	L-200 0.01 mm	L-250 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm						
86+120	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	25	0.30			
86+130	05-sep.-18	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30			
86+140	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	25	0.30			
86+150	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	0.0	7.0	44	28	195	25	0.30			
86+160	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	7.0	10.0	14.0	0.0	8.0	56	32	130	25	0.30			
86+170	05-sep.-18	0.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10.0	0.0	5.0	40	20	156	25	0.30			
										N	6	6	6				
										Σ	248	140	1068				
										PROMEDIO:	41.3	23.3	178.0				
										MINIMO	32	16	130				
										MAXIMO	56	32	195				
										DESVIACION ESTÁNDAR	8.3	5.9	28.1				
										VARIANZA	68.3	34.7	791.2				
										COEFICIENTE DE VAR.	20.0	25.2	15.8				
										VALOR CARACTERISTICO	54.9	33.0					
										VALOR ADMISIBLE	120.0						

Figura 50. Cuadro de deflexiones – Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Derecho).

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 56. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril derecho fue de 56×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 86+120 – 86+170.

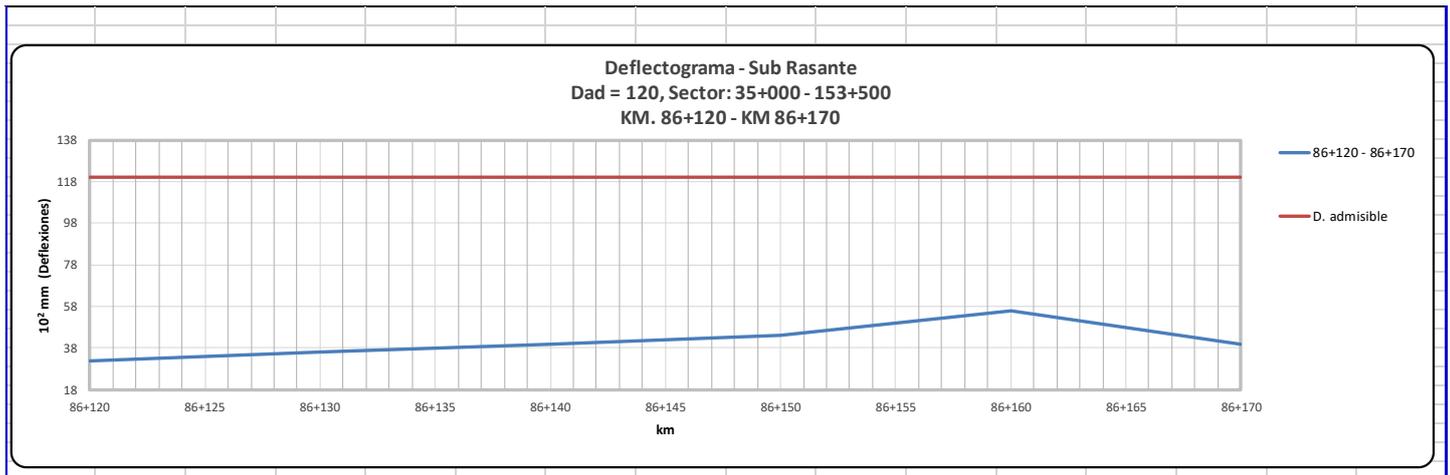


Figura 51. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Derecho).

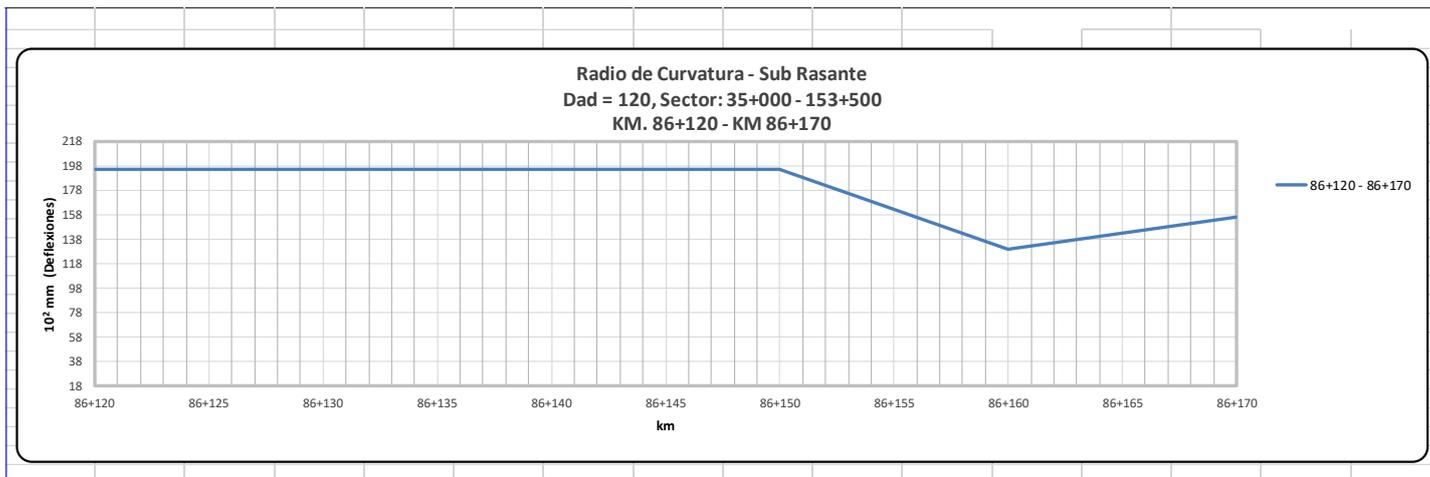


Figura 52. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Derecho).

LADO IZQUIERDO

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.80m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa											Carga Eje:	4160	Kg
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500											Presión:	80	PSI
VIA :	Moquegua - Arequipa											Factor Conversión:	4	
Carril :	Izquierdo											Factor Estacional:	1	
PROGRESIVA :	86+120 - 86+170													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
86+120	05-sep.-18	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	13.0	0.0	7.0	52	28	130	25	0.30
86+130	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	26	0.30
86+140	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	26	0.30
86+150	05-sep.-18	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	26	0.30
86+160	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	0.0	2.0	20	8	260	26	0.30
86+170	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	26	0.30
										N	6	6	6	
										Σ	208	112	1237	
										PROMEDIO:	34.7	18.7	206.2	
										MINIMO	20	8	130	
										MAXIMO	52	28	260	
										DESVIACION ESTÁNDAR	11.5	7.4	49.0	
										VARIANZA	132.3	55.5	2401.8	
										COEFICIENTE DE VAR.	33.2	39.9	23.8	
										VALOR CARACTERÍSTICO	53.6	30.9		
										VALOR ADMISIBLE	120.0			

Figura 53. Cuadro de deflexiones – Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Izquierdo).

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra

en la figura 59. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril Izquierdo fue de 52×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 86+120 – 86+170

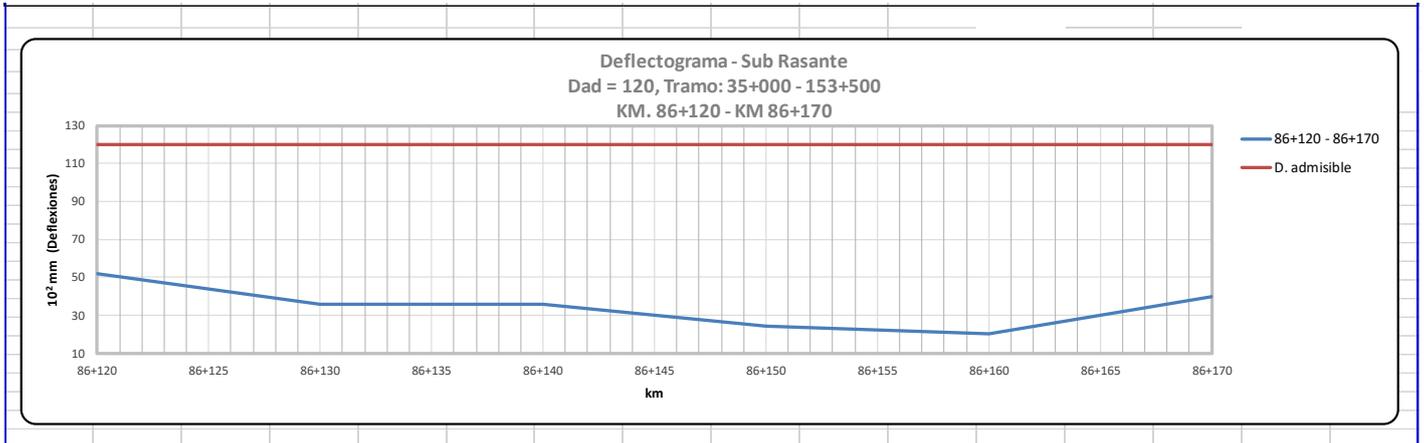


Figura 54. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Izquierdo).

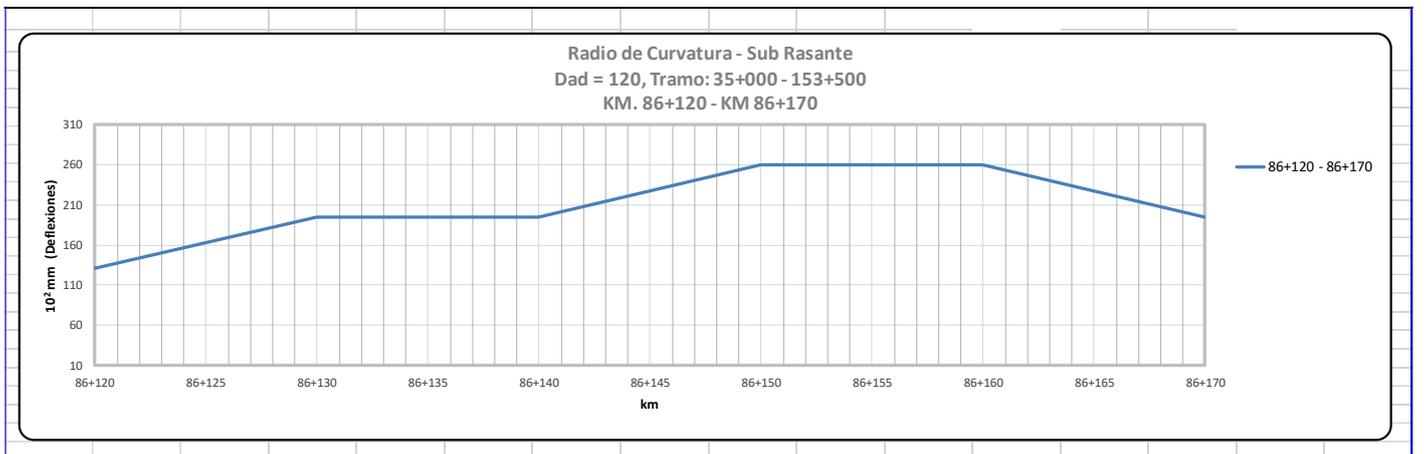


Figura 55. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 86+120 – 86+170 (Lado Izquierdo).

Tramo: 54+550 – 54+660 (H= 0.60 MT mejoramiento)

Figura 56. Cuadro de deflexiones – Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado derecho)

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.60 m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa											Carga Eje:	4160	Kg
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500											Presión:	80	PSI
VIA :	Moquegua - Arequipa											Factor Conversión:	4	
Carril :	Derecho											Factor Estacional:	1	
PROGRESIVA :	54+550 - 54+660													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
54+560	29-jul.-18	0.0	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	0.0	11.0	80	44	87	25	0.30
54+580	29-jul.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	22.0	0.0	10.0	88	40	65	25	0.30
54+600	29-jul.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	14.0	18.0	0.0	9.0	72	36	87	25	0.30
54+620	29-jul.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	16.0	0.0	8.0	64	32	98	25	0.30
54+640	29-jul.-18	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	0.0	12.0	100	48	60	25	0.30
54+660	29-jul.-18	0.0	6.0	11.0	16.0	19.0	24.0	0.0	12.0	96	48	65	25	0.30
										N	6	6	6	
										Σ	500	248	462	
										PROMEDIO:	83.3	41.3	76.9	
										MINIMO	64	32	60	
										MAXIMO	100	48	98	
										DESVIACION ESTÁNDAR	14.0	6.5	15.4	
										VARIANZA	194.7	42.7	237.5	
										COEFICIENTE DE VAR.	16.7	15.8	20.0	
										VALOR CARACTERISTICO	106.3	52.1		
										VALOR ADMISIBLE	120.0			

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 62. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril derecho fue de 100×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 54+550 – 54+660.

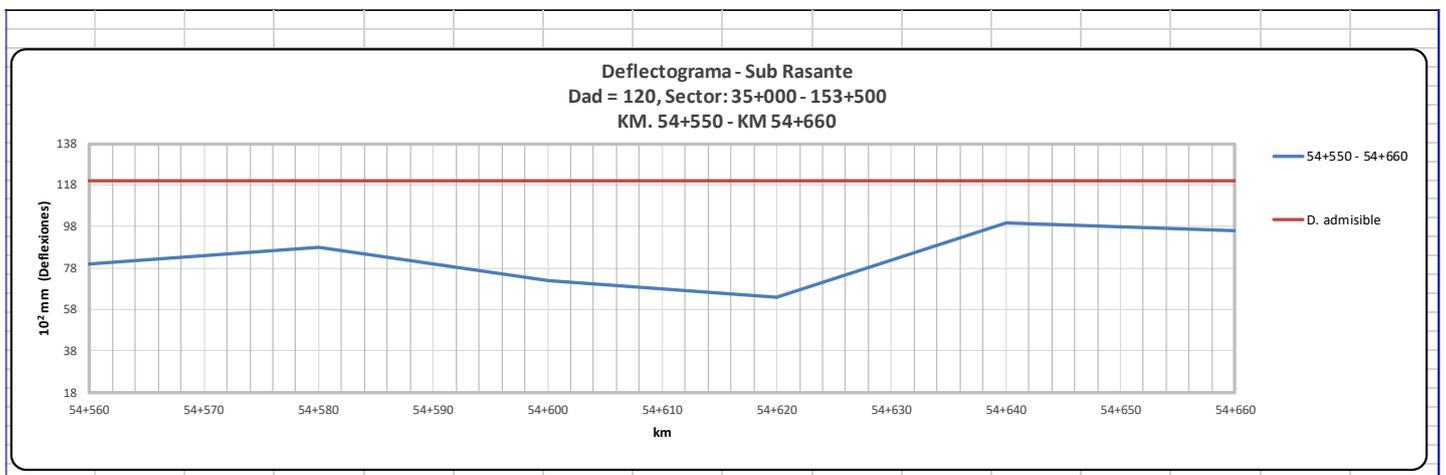


Figura 57. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado derecho).

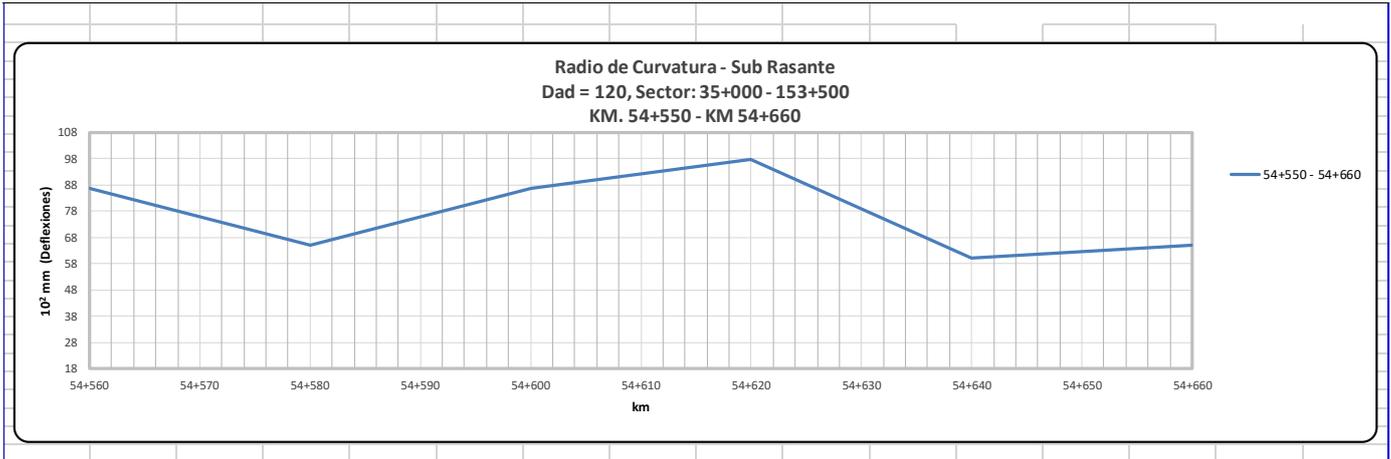


Figura 58. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Derecho).

LADO IZQUIERDO

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.60m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Carga Eje:	4160	Kg	
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500										Presión:	80	PSI	
VIA :	Moquegua - Arequipa										Factor Conversión:	4		
Carril :	Izquierdo										Factor Estacional:	1		
PROGRESIVA :	54+550 - 54+660													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
54+550	29-jul.-18	0.0	4.0	7.0	11.0	14.0	17.0	0.0	8.0	68	32	87	25	0.30
54+570	29-jul.-18	0.0	6.0	10.0	15.0	20.0	24.0	0.0	13.0	96	52	71	25	0.30
54+590	29-jul.-18	0.0	5.0	10.0	14.0	17.0	21.0	0.0	10.0	84	40	71	25	0.30
54+610	29-jul.-18	0.0	4.0	9.0	11.0	14.0	16.0	0.0	8.0	64	32	98	25	0.30
54+630	29-jul.-18	0.0	4.0	8.0	12.0	15.0	18.0	0.0	9.0	72	36	87	25	0.30
54+650	29-jul.-18	0.0	6.0	12.0	16.0	23.0	27.0	0.0	14.0	108	56	60	25	0.30
Σ										6	6	6		
PROMEDIO:										492	248	473		
MINIMO										82.0	41.3	78.9		
MAXIMO										64	32	60		
DESVIACION ESTÁNDAR										108	56	98		
VARIANZA										17.3	10.3	13.8		
COEFICIENTE DE VAR.										299.2	106.7	190.9		
VALOR CARACTERISTICO										21.1	25.0	17.5		
VALOR ADMISIBLE										110.5	58.3			
VALOR ADMISIBLE										120.0				

Figura 59. Cuadro de deflexiones – Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Izquierdo)

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 65. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril derecho fue de 108×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 54+550 – 54+660.

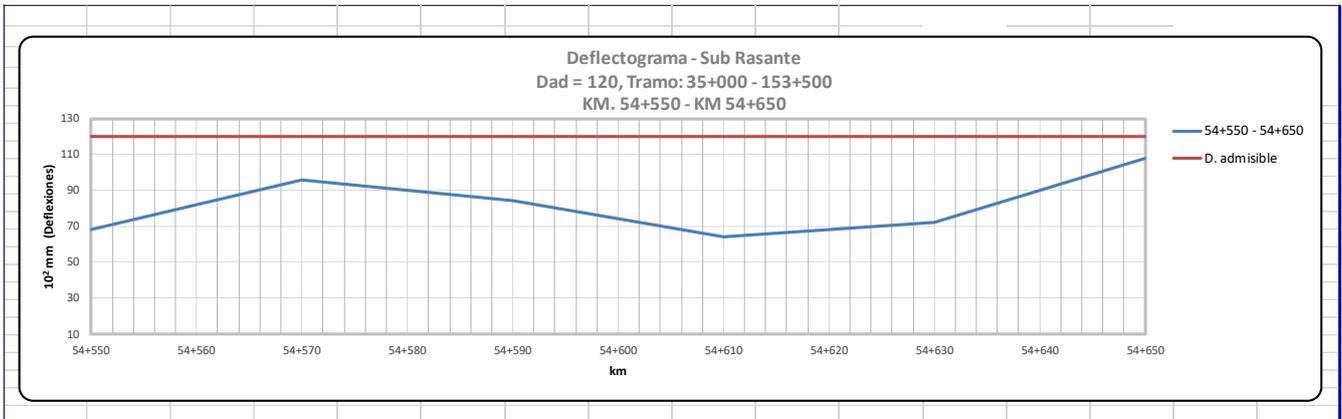


Figura 60. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Izquierdo).

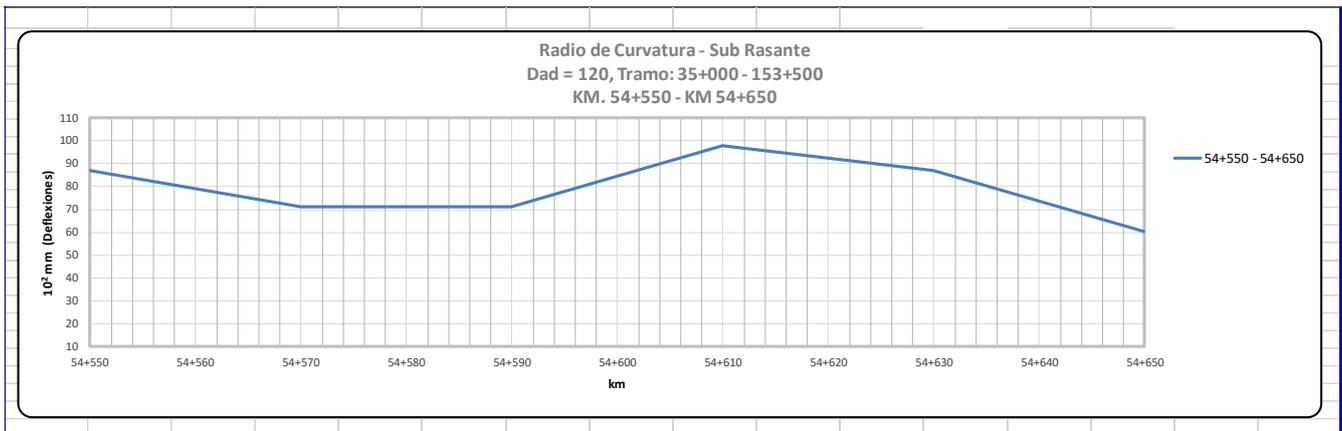


Figura 61. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 54+550 – 54+660 (Lado Izquierdo).

Tramo: 68+820 – 68+920 (H= 0.40 MT mejoramiento)

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.40 m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Carga Eje:	4160	Kg	
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500										Presión:	80	PSI	
VIA :	Moquegua	-	Arequipa									Factor Conversión:	4	
Carril :	Derecho										Factor Estacional:	1		
PROGRESIVA :	68+820 - 68+920													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
68+820	23-jun.-18	0.0	3.0	7.0	11.0	15.0	21.0	0.0	12.0	84	48	87	25	0.30
68+840	23-jun.-18	0.0	4.0	8.0	12.0	16.0	23.0	0.0	11.0	92	44	65	25	0.30
68+860	23-jun.-18	0.0	4.0	7.0	9.0	15.0	25.0	0.0	10.0	100	40	52	25	0.30
68+880	23-jun.-18	0.0	2.0	7.0	8.0	13.0	20.0	0.0	9.0	80	36	71	25	0.30
68+900	23-jun.-18	0.0	7.0	12.0	17.0	22.0	27.0	0.0	15.0	108	60	65	25	0.30
68+920	23-jun.-18	0.0	13.0	18.0	23.0	28.0	33.0	0.0	12.0	132	48	37	25	0.30
										N	6	6	6	
										Σ	596	276	377	
										PROMEDIO:	99.3	46.0	62.9	
										MINIMO	80	36	37	
										MAXIMO	132	60	87	
										DESVIACION ESTÁNDAR	19.0	8.3	16.9	
										VARIANZA	361.1	68.8	284.9	
										COEFICIENTE DE VAR.	19.1	18.0	26.8	
										VALOR CARACTERISTICO	130.6	59.6		
										VALOR ADMISIBLE	120.0			

Figura 62. Cuadro de deflexiones – Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado derecho)

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 68. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril derecho fue de 132×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 68+820 – 68+920.

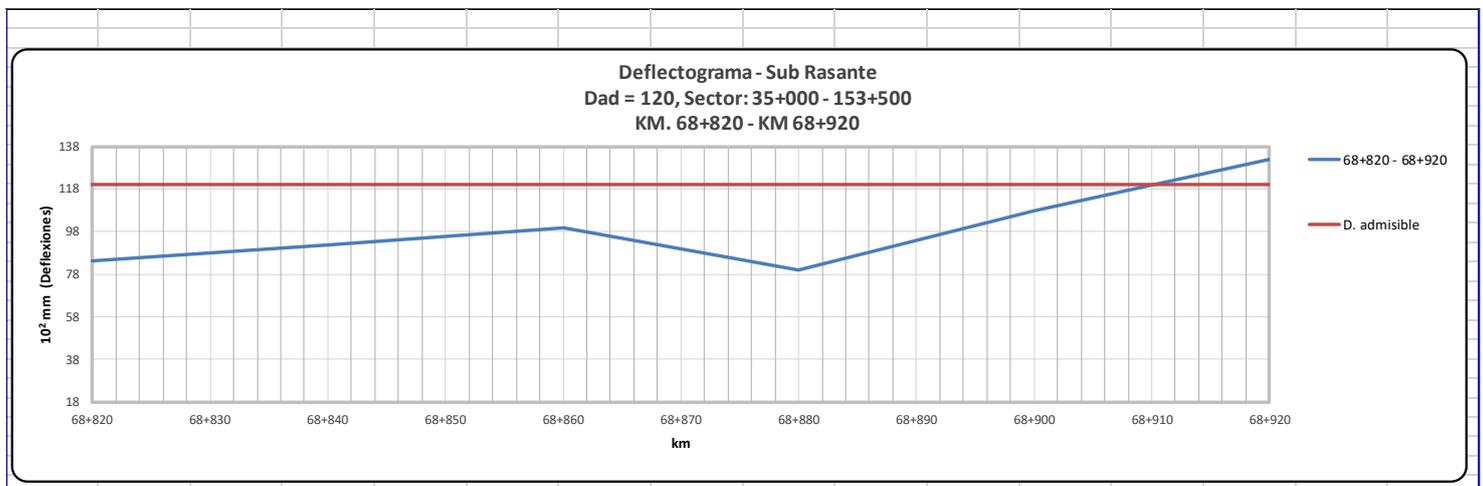


Figura 63. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado derecho).

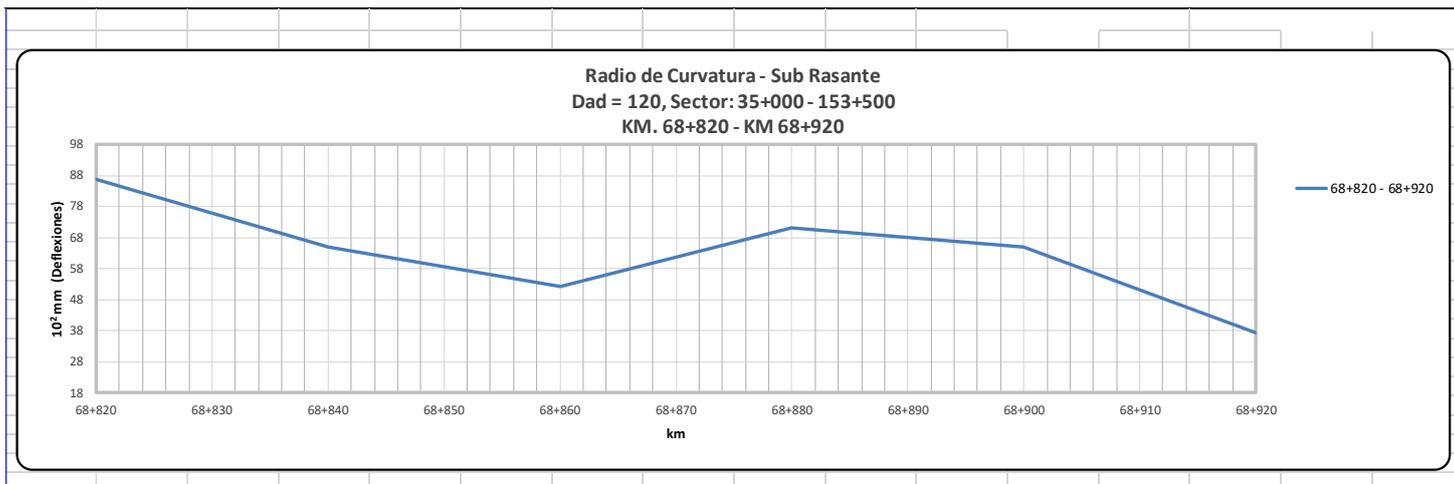


Figura 64. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado derecho).

LADO IZQUIERDO

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.40m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Carga Eje:	4160	Kg	
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500										Presión:	80	PSI	
VIA :	Moquegua - Arequipa										Factor Conversión:	4		
Carril :	Izquierdo										Factor Estacional:	1		
PROGRESIVA :	68+820 - 68+920													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
68+820	23-jun.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	21.0	0.0	9.0	84	36	65	25	0.30
68+840	23-jun.-18	0.0	7.0	11.0	15.0	19.0	24.0	0.0	14.0	96	56	78	25	0.30
68+860	23-jun.-18	0.0	6.0	10.0	14.0	18.0	23.0	0.0	11.0	92	44	65	25	0.30
68+880	23-jun.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	26.0	0.0	9.0	104	36	46	25	0.30
68+900	23-jun.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	25.0	0.0	10.0	100	40	52	25	0.30
68+920	23-jun.-18	0.0	7.0	11.0	15.0	19.0	23.0	0.0	15.0	92	60	98	25	0.30
										N	6	6	6	
										Σ	568	272	404	
										PROMEDIO:	94.7	45.3	67.3	
										MINIMO	84	36	46	
										MAXIMO	104	60	98	
										DESVIACION ESTÁNDAR	7.0	10.3	18.6	
										VARIANZA	49.1	106.7	347.1	
										COEFICIENTE DE VAR.	7.4	22.8	27.7	
										VALOR CARACTERISTICO	106.2	62.3		
										VALOR ADMISIBLE	120.0			

Figura 65. Cuadro de deflexiones – Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado Izquierdo)

La evaluación que se le realizó con la viga Benkelman, los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 71. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en el carril derecho fue de 104×10^{-2} mm de deflexión en el tramo Km. 68+820 – 68+920.

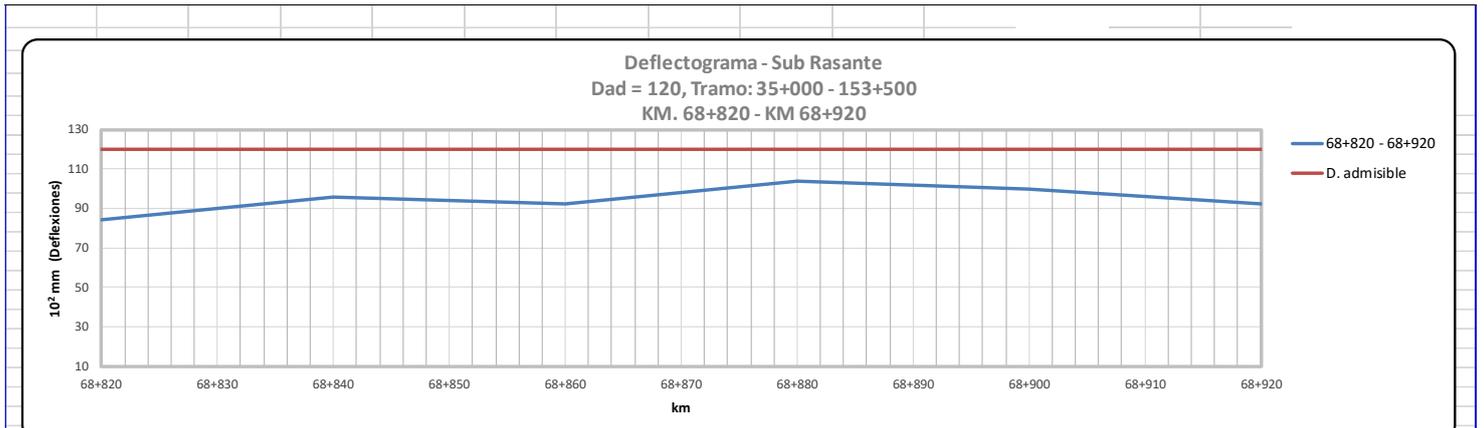


Figura 66. Grafica de la curva de deflexiones - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado Izquierdo).

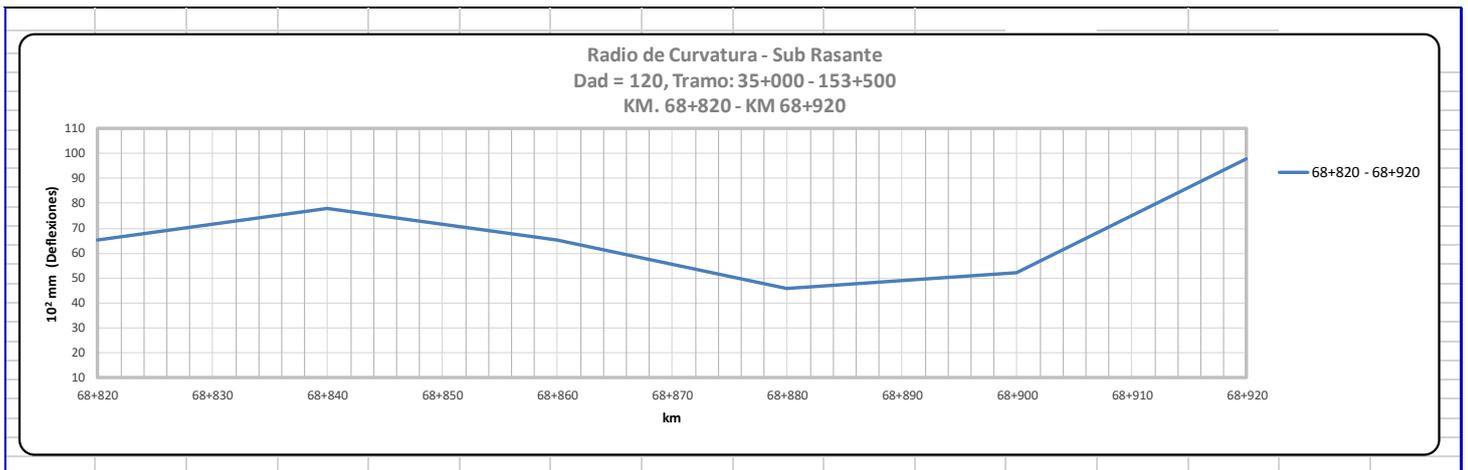


Figura 67. Grafica del radio de curvatura - Tramo: 68+820 – 68+920 (Lado Izquierdo).

N°	Inicio	Final	H (mt)	Suelo a eliminar	Capas de relleno			Deflexión máxima obtenida en campo	Deflexión admisible
1	79+840	79+940	1.00	Ceniza Volcánica	Una capa de 0.40 mt. de piedras de tamaño máximo 0.30 mt.	Una capa de 0.30 mt. de material integral.	Dos capas de 0.15 mt. de material de corona de tamaño Max. 3".	48×10^{-2} mm	120×10^{-2} mm
2	86+120	86+170	0.80	Ceniza Volcánica	Dos capas de 0.25 mt. de material granular zarandeado de tamaño Max. 4"	Dos capas de 0.15 mt. de material granular zarandeado de tamaño Max. 3"	*****	56×10^{-2} mm	120×10^{-2} mm
3	54+550	54+660	0.60	Ceniza Volcánica	Una capa de 0.30 mt. de material integral	Dos capas de 0.15 mt. de material granular zarandeado de tamaño Max. 3"	*****	108×10^{-2} mm	120×10^{-2} mm
4	68+820	68+920	0.40	Ceniza Volcánica	Dos capas de 0.20 mt. de material granular zarandeado de tamaño Max. 3"	*****	*****	132×10^{-2} mm	120×10^{-2} mm

Figura 68. Cuadro resumen de las deflexiones obtenidas para cada tramo de prueba.

- **Objetivo Específico 3:** Evaluar cómo me asegura el control de calidad en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.

Tramo: 79+840 – 79+940 (H= 1.00 MT mejoramiento)



Figura 69. Calicata del suelo inadecuado (ceniza volcánica)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	05
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector:	79+840 - 79+940	Calicata :	M 01	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Material :	CENIZA VOLCANICA	Prof. :	De 0.00 m a 1.00 m	Ing. Control Calidad :-	
Km:	79+890 P.C.	Estrato		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

Tamces ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000	0.0	0.0	0.0			1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 920.3
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Maximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	37.0	4.0	4.0	96.0		Grava (%) 12.6
1/2"	12.700	18.1	2.0	6.0	94.0		Arena (%) 87.4
3/8"	9.520	7.1	0.8	6.8	93.2		Finos (%) 4.9
1/4"	6.350						Modulo de Finez a (%)
N° 4	4.750	54.0	5.9	12.6	87.4		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	116.6	12.7	25.3	74.7		Limite Liquido (%) 22.87
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) NP
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.600						Clasificacion SUCS SP
N° 40	0.420	413.8	45.0	70.3	29.7		Clasificacion AA SHTO A-1-b (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	228.4	24.8	95.1	4.9		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		45.3	4.9	100.0			

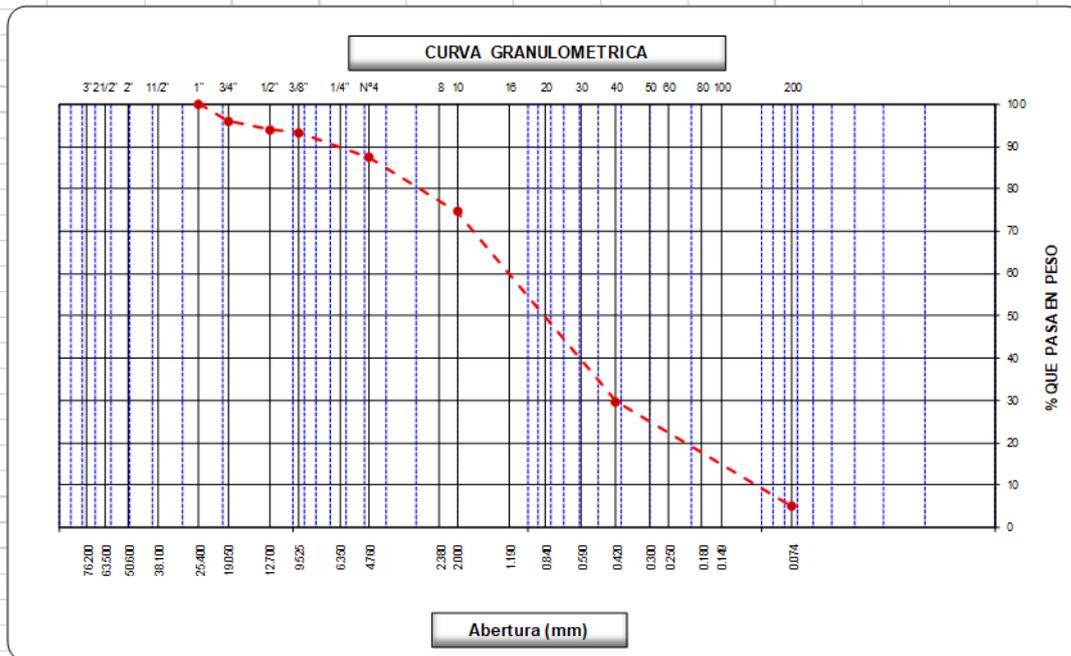


Figura 70. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, primero se debe saturar por una semana ya que el material (ceniza volcánica) no se desintegra con facilidad. Por último se tamiza. En este caso es 4.9% (Ceniza volcánica), y su clasificación según SUCS es SP Y según AASHTO es A-1-b(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.



Figura 71. Tamizado de la ceniza volcánica.



Figura 72. Equipo de granulometría.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																																	
FORMATO																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD																																	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)																																	
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Código Ensayo N° :	05																								
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																																
Sector:	79+840 - 79+940	Calicata :	M	01			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.																									
Material :	CENIZA VOLCANICA		Prof. :	De 0.00 m a 1.00 m		Fecha :	13/06/2018		Ing. Control Calidad :	-																							
Km:	79+890.0	P.C.	Estrato				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.																									
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripcion</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td>156.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>1237.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td>1076.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>161.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>920.30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>17.49</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td>17.49</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)	156.2		Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1237.5		Peso de la tara + muestra seca (gr)	1076.5		Peso del agua contenida (gr)	161.00		Peso de la muestra seca (gr)	920.30		Contenido de Humedad (%)	17.49		Contenido de Humedad Promedio (%)	17.49	
Descripcion	1	2																															
Peso de tara (gr)	156.2																																
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1237.5																																
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1076.5																																
Peso del agua contenida (gr)	161.00																																
Peso de la muestra seca (gr)	920.30																																
Contenido de Humedad (%)	17.49																																
Contenido de Humedad Promedio (%)	17.49																																
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripcion</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td>88.38</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)	88.38		Peso de la tara + muestra húmeda (gr)			Peso de la tara + muestra seca (gr)			Peso del agua contenida (gr)			Peso de la muestra seca (gr)			Contenido de Humedad (%)			Contenido de Humedad Promedio (%)		
Descripcion	1	2																															
Peso de tara (gr)	88.38																																
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)																																	
Peso de la tara + muestra seca (gr)																																	
Peso del agua contenida (gr)																																	
Peso de la muestra seca (gr)																																	
Contenido de Humedad (%)																																	
Contenido de Humedad Promedio (%)																																	

Figura 73. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 -79+940.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de

compactación. En este caso la humedad óptima 19.20 es mayor a la humedad natural 17.49, por lo tanto, se pondrá compactar más el suelo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																		
LIMITES DE CONSISTENCIA																		
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)																		
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa					Codigo Ensayo N° :	63											
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																	
Sector:	79+840 - 79+940	Calicata :	M	01	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.												
Material :	CENIZA VOLCANICA	Prof. :	De 0.00 m a 1.00 m		Fecha :	13/06/2018												
Km:	79+890.0 P.C.	Estrato			Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.												
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO																		
N° de Tarro			35	36	37													
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	44.67	37.45	44.69														
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	41.15	33.67	40.42														
Peso de Tarro	gr.	27.25	17.67	21.22														
Peso de Agua	gr.	3.52	3.78	4.27														
Peso del Suelo Seco	gr.	13.90	16.00	19.20		Limite Liquido												
Contenido de Humedad	%	25.32	23.63	22.24		22.87												
Numero de Golpes		15	22	28														
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD																		
N° de Tarro																		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	N.P.																
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.																	
Peso de Tarro	gr.																	
Peso de Agua	gr.																	
Peso de Suelo seco	gr.																	
Contenido de Humedad	%	NP	NP			Limite Plastico												
						NP												
						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Constantes Físicas de la Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limite Liquido</td> <td>22.87</td> </tr> <tr> <td>Limite Plastico</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Observaciones</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Pasante Tamiz N° 40</td> </tr> </tbody> </table>	Constantes Físicas de la Muestra		Limite Liquido	22.87	Limite Plastico	NP	Indice de Plasticidad	NP	Observaciones		Pasante Tamiz N° 40	
Constantes Físicas de la Muestra																		
Limite Liquido	22.87																	
Limite Plastico	NP																	
Indice de Plasticidad	NP																	
Observaciones																		
Pasante Tamiz N° 40																		

Figura 74. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.

El ensayo Limites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no plástico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla.

Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante. La ceniza volcánica tiene poca cohesión, por lo tanto no tiene plasticidad.

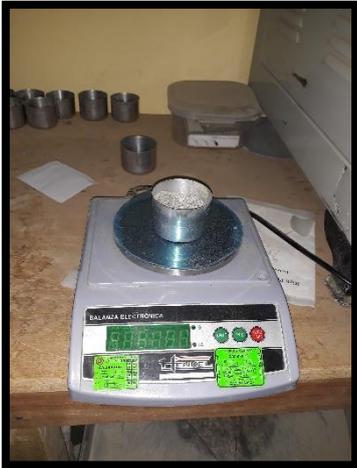


Figura 79. Balanza.



Figura 77. Ceniza volcánica alterada con agua.



Figura 78. Ensayo de Límites.



Figura 76. Agua embotellada.



Figura 75. Casa grande, ranuradora y espátula.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO								
FORMATO								
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)								
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D698 / AASHTO T-180)								
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>						Codigo Ensayo N° : <i>05</i>		
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>								
Sector : <i>79+840 - 79+940</i>		Calicata : <i>01</i>		Fecha : <i>13/06/2018</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>		Prof. : <i>De 0.00 m a 1.00 m</i>				Ing. Control Calidad :		
Km: <i>79+890.0 P.C.</i>		Estrato				Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		
Molde N° 1	Diametro Molde	4"		Volumen Molde	945	m ³	N° de capas	5
	Metodo	A		Peso Molde	3696	gr.	N° de golpes	25Glp.
NUMERO DE ENSAYOS				1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde				gr. 4,830	4,900	4,937	4,915	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr. 1,134	1,204	1,241	1,219	
Peso Volumetrico Humedo				gr. 1,200	1,274	1,313	1,290	
Recipiente Numero				-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara				gr. 504.80	480.30	428.40	413.20	
Peso Suelo Seco + Tara				gr. 455.30	430.20	380.90	366.00	
Peso de la Tara				gr. 132.50	142.80	135.40	146.30	
Peso del agua				gr. 49.5	50.1	47.5	47.2	
Peso del suelo seco				gr. 323	287	246	220	
Contenido de agua				% 15.3	17.4	19.3	21.5	
Densidad Seca				gr/cc 1.040	1.085	1.100	1.062	
RESULTADOS								
Densidad Máxima Seca				1.101	(gr/cm ³)	Humedad óptima		19.20
								%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA								

Figura 80. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.



Figura 82. Ensayo de Proctor estándar.



Figura 81. Mezcla homogénea de la ceniza volcánica con agua.



Figura 84. Suelo inadecuado (ceniza volcánica).



Figura 83. Ceniza volcánica, adicionando agua.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO															
FORMATO															
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)															
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Codigo Ensayo N° :					
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
Sector: 79+840 79+940		Calicata : 01		Fecha : 13/06/2018		Ing. Responsable : Percy Quispe S.									
Material : CENIZA VOLCANICA		Prof. : De 0.00 m a 1.00 m		Ing. Control Calidad :											
Km: 79+890.0 P.C.		Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.											
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	26			27			28								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11820.0				11558.0				11385.0						
Peso de molde (g)	8380.0				8306.0				8312.0						
Peso del suelo húmedo (g)	3440.0				3252.0				3073.0						
Volumen del molde (cm³)	2114.0				2107.0				2101.0						
Densidad húmeda (g/cm³)	1.627				1.543				1.463						
Tara (N°)															
Peso suelo húmedo + tara (g)	586.90				571.10				602.10						
Peso suelo seco + tara (g)	522.60				509.00				535.70						
Peso de tara (g)	110.80				110.30				110.70						
Peso de agua (g)	64.30				62.10				66.40						
Peso de suelo seco (g)	411.80				398.70				425.00						
Contenido de humedad (%)	15.61				15.58				15.62						
Densidad seca (g/cm³)	1.407				1.335				1.265						
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
NO EXPANSIVO															
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-26		MOLDE N°		M-27		MOLDE N°		M-28	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		36	36.00			25	25.00			17	17.00			
1.270	0.050		78	78.00			55	55.00			33	33.00			
1.905	0.075		140	140.00			86	86.00			68	68.00			
2.540	0.100	70.455	223	223.00	250.11	17.7	136	136.00	162.41	11.5	96	96.00	101.98	7.2	
3.810	0.150		356	356.00			224	224.00			147	147.00			
5.080	0.200	105.68	468	468.00	493.98	23.3	322	322.00	356.87	16.9	205	205.00	216.94	10.2	
6.350	0.250		596	596.00			433	433.00			263	263.00			
7.620	0.300		691	691.00			524	524.00			321	321.00			
10.160	0.400		800	800.00			665	665.00			414	414.00			
12.700	0.500		865.0	865.00			740.0	740.00			468.0	468.00			

Figura 85. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

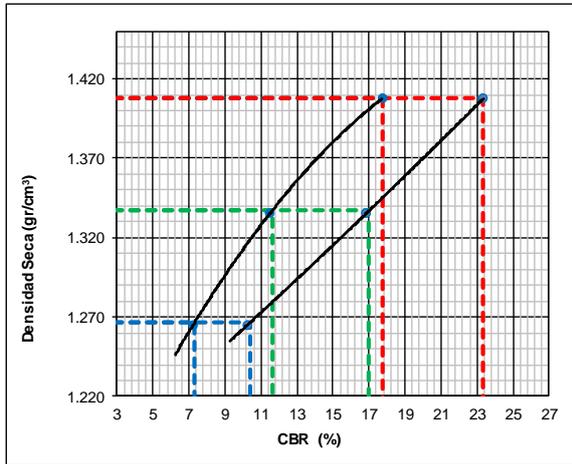
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector: 79+840 79+940	Calicata : 01	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.	
Material : CENIZA VOLCANICA	Prof. : De 0.00 m a 1.00 m		Ing. Control Calidad :	
Km: 79+890.0 P.C.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.	

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

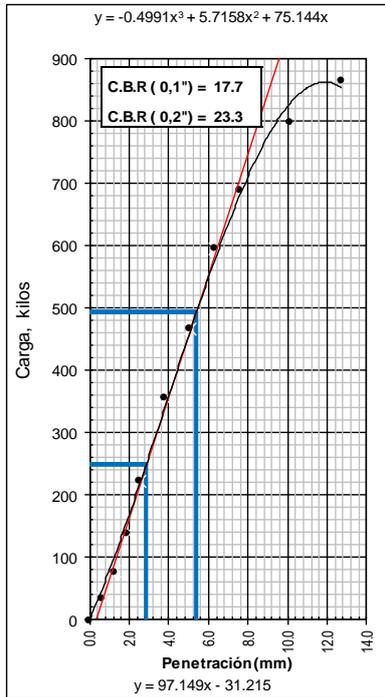


METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.101
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	19.20
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.045
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	0.991

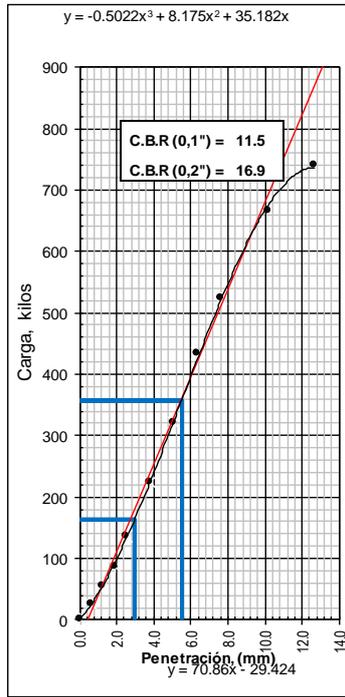
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	17.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	11.6 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	=	7.3 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	23.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	17.0 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	=	10.4 %

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

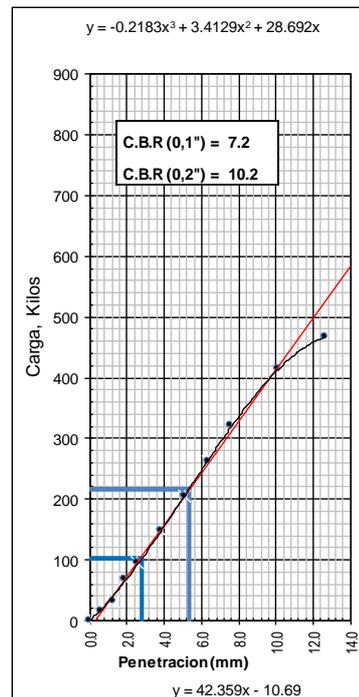


Figura 86. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 79+840 – 79+940.

Tramo: 86+120 – 86+170 (H= 0.80 MT mejoramiento)

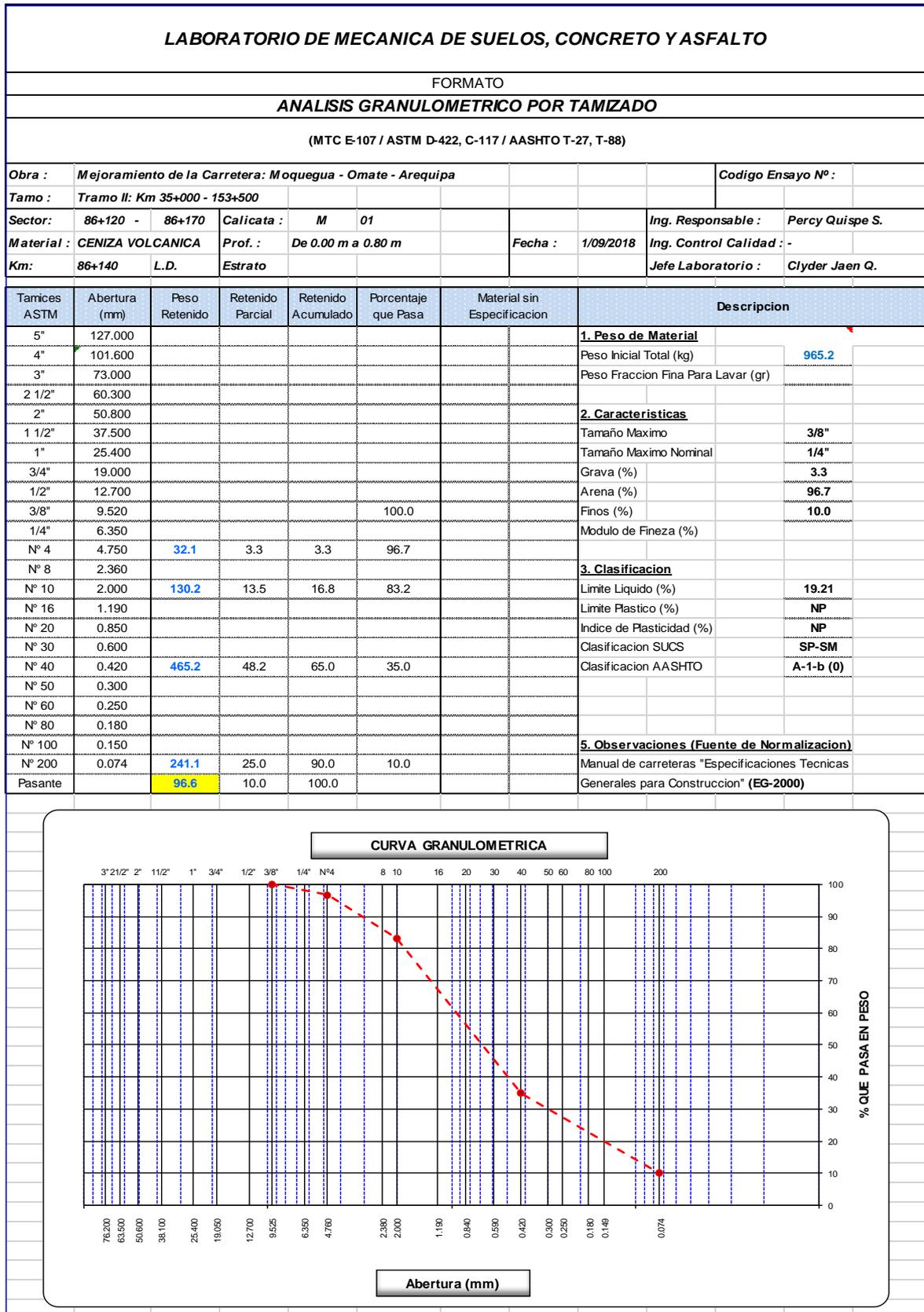


Figura 87. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, el porcentaje que pasa de finos debe ser 15% a más. En este caso es 10.0% (Ceniza volcánica), y su clasificación según SUCS es SP-SM Y según AASHTO es A-1-b(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																																	
FORMATO																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD																																	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)																																	
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Código Ensayo Nº :																									
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																																
Sector:	86+120 - 86+170	Calicata :	M	01			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.																									
Material :	CENIZA VOLCANICA		Prof. :	De 0.00 m a 0.80 m		Fecha :	1/09/2018		Ing. Control Calidad :	-																							
Km:	86+140.0	L.D.	Estrato				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.																									
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Descripcion</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td style="text-align: center;">59.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td style="text-align: center;">630.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td style="text-align: center;">598.7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td style="text-align: center;">31.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td style="text-align: center;">538.90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">5.88</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td style="text-align: center;">5.88</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)	59.8		Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	630.4		Peso de la tara + muestra seca (gr)	598.7		Peso del agua contenida (gr)	31.70		Peso de la muestra seca (gr)	538.90		Contenido de Humedad (%)	5.88		Contenido de Humedad Promedio (%)	5.88	
Descripcion	1	2																															
Peso de tara (gr)	59.8																																
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	630.4																																
Peso de la tara + muestra seca (gr)	598.7																																
Peso del agua contenida (gr)	31.70																																
Peso de la muestra seca (gr)	538.90																																
Contenido de Humedad (%)	5.88																																
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.88																																
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Descripcion</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)			Peso de la tara + muestra húmeda (gr)			Peso de la tara + muestra seca (gr)			Peso del agua contenida (gr)			Peso de la muestra seca (gr)			Contenido de Humedad (%)			Contenido de Humedad Promedio (%)		
Descripcion	1	2																															
Peso de tara (gr)																																	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)																																	
Peso de la tara + muestra seca (gr)																																	
Peso del agua contenida (gr)																																	
Peso de la muestra seca (gr)																																	
Contenido de Humedad (%)																																	
Contenido de Humedad Promedio (%)																																	

Figura 88. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 -86+170.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de

compactación. En este caso la humedad óptima 19.83 es mayor a la humedad natural 5.88, por lo tanto, se propondrá compactar más el suelo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
FORMATO									
LIMITES DE CONSISTENCIA									
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)									
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>							Código Ensayo N° :		
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>									
Sector: <i>86+120 - 86+170</i>		Calicata : <i>M 01</i>					Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>		Prof. : <i>De 0.00 m a 0.80 m</i>		Fecha : <i>1/09/2018</i>		Ing. Control Calidad :			
Km: <i>86+140.0 L.D.</i>		Estrato					Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO									
N° de Tarro			62	60	56				
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		40.82	33.43	29.68				
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.		37.97	30.49	26.67				
Peso de Tarro	gr.		22.71	15.25	11.65				
Peso de Agua	gr.		2.85	2.94	3.01				
Peso del Suelo Seco	gr.		15.26	15.24	15.02	Limite Liquido			
Contenido de Humedad	%		18.68	19.29	20.04	19.21			
Numero de Golpes			31	24	18				
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD									
N° de Tarro									
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.					NP			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.								
Peso de Tarro	gr.								
Peso de Agua	gr.								
Peso de Suelo seco	gr.								
Contenido de Humedad	%		NP	NP		Limite Plastico			
						NP			
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						Constantes Fisicas de la Muestra			
						Limite Liquido		19.21	
						Limite Plastico		NP	
						Indice de Plasticidad		NP	
Observaciones						<i>Pasante Tamiz N° 40</i>			

Figura 89. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.

El ensayo Límites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no plástico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :		
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector: <i>86+120 - 86+170</i>	Calicata : <i>01</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.80 m</i>	Fecha : <i>1/09/2018</i>	Ing. Control Calidad :		
Km: <i>86+140.0</i> L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	945	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A		Peso Molde		3706	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	4,723	4,795	4,832	4,800
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,017	1,089	1,126	1,094
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.076	1.152	1.192	1.158
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	524.30	485.40	496.10	477.10
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	452.00	411.00	412.70	390.40
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	72.3	74.4	83.4	86.7
Peso del suelo seco	gr.	452	411	413	390
Contenido de agua	%	16.0	18.1	20.2	22.2
Densidad Seca	gr/cc	0.928	0.976	0.991	0.947

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	0.992	(gr/cm3)	Humedad óptima	19.83	%
----------------------	-------	----------	----------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

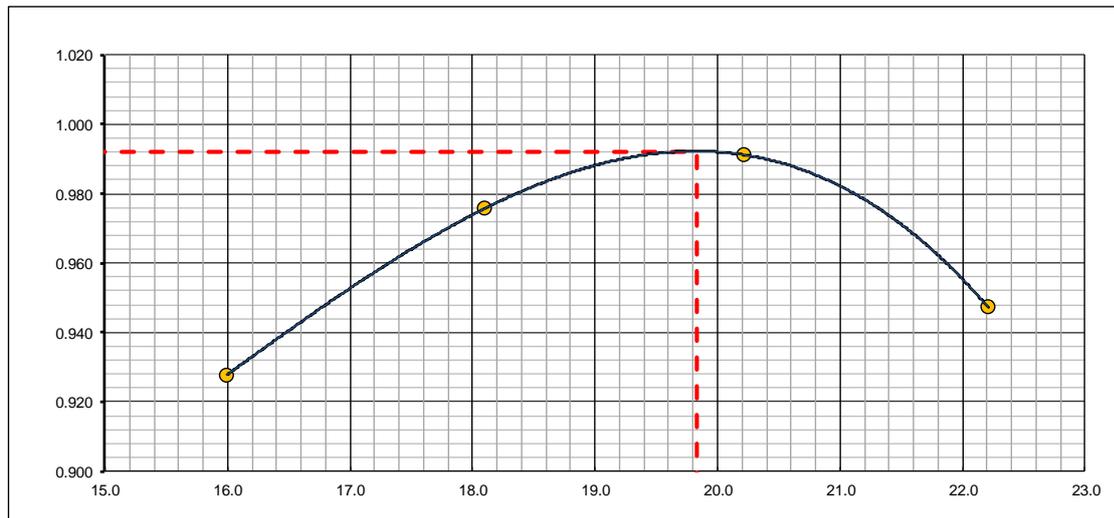


Figura 90. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO														
FORMATO														
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR														
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)														
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Codigo Ensayo Nº :				
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
Sector: 86+120 86+170		Calicata : 01		Prof. : De 0.00 m a 0.80 m		Fecha : 1/09/2018		Ing. Responsable : Percy Quispe S.						
Material : CENIZA VOLCANICA		Estrato						Ing. Control Calidad :						
Km: 86+140.0 L.D.								Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.						
CALCULO DEL CBR														
Molde Nº	37			40			28							
Capas Nº	5			5			5							
Golpes por capa Nº	56			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12420.0				12077.0				11940.0					
Peso de molde (g)	8300.0				8199.0				8245.0					
Peso del suelo húmedo (g)	4120.0				3878.0				3695.0					
Volumen del molde (cm³)	2108.0				2106.0				2106.0					
Densidad húmeda (g/cm³)	1.954				1.841				1.755					
Tara (Nº)														
Peso suelo húmedo + tara (g)	472.10				641.40				632.20					
Peso suelo seco + tara (g)	409.20				549.20				540.70					
Peso de tara (g)	132.50				141.40				132.20					
Peso de agua (g)	62.90				92.20				91.50					
Peso de suelo seco (g)	276.70				407.80				408.50					
Contenido de humedad (%)	22.73				22.61				22.40					
Densidad seca (g/cm³)	1.592				1.502				1.433					
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
29/09/18	14:00:00 p. m.	0	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000			
30/09/18	14:00:00 p. m.	24	0.55	0.014	0.012	0.68	0.017	0.015	0.72	0.018	0.016			
01/10/18	14:00:00 p. m.	48	0.97	0.025	0.021	1.21	0.031	0.027	1.42	0.036	0.031			
02/10/18	14:00:00 p. m.	72	1.33	0.034	0.029	1.52	0.039	0.034	1.68	0.043	0.037			
03/10/18	14:00:00 p. m.	96	1.4	0.036	0.031	1.61	0.041	0.036	1.75	0.044	0.039			
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA	MOLDE Nº		M-37		MOLDE Nº		M-40		MOLDE Nº		M-28	
		STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		6	6.00			4	4.00			2	2.00		
1.270	0.050		13	13.00			9	9.00			6	6.00		
1.905	0.075		20	20.00			14	14.00			11	11.00		
2.540	0.100	70.455	27	27.00	26.57	1.9	19	19.00	18.56	1.3	15	15.00	15.20	1.1
3.810	0.150		40	40.00			27	27.00			22	22.00		
5.080	0.200	105.68	54	54.00	53.54	2.5	37	37.00	38.70	1.8	30	30.00	31.10	1.5
6.350	0.250		66	66.00			48	48.00			38	38.00		
7.620	0.300		79	79.00			58	58.00			46	46.00		
10.160	0.400		103	103.00			77	77.00			61	61.00		
12.700	0.500		121.0	121.00			89.0	89.00			73.0	73.00		

Figura 91. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

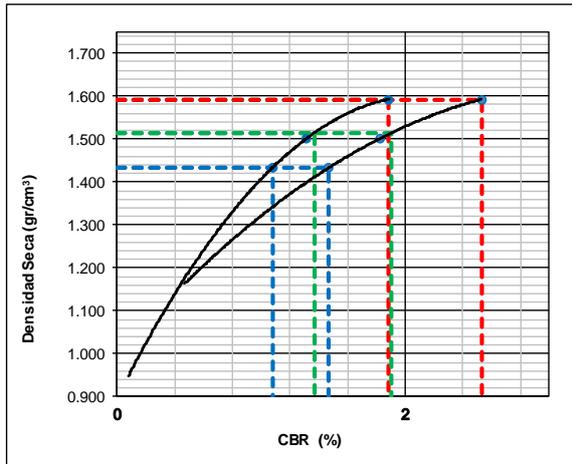
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :		
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 86+120 86+170	Calicata : 01		Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : CENIZA VOLCANICA	Prof. : De 0.00 m a 0.80 m	Fecha : 1/09/2018	Ing. Control Calidad :		
Km: 86+140.0 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

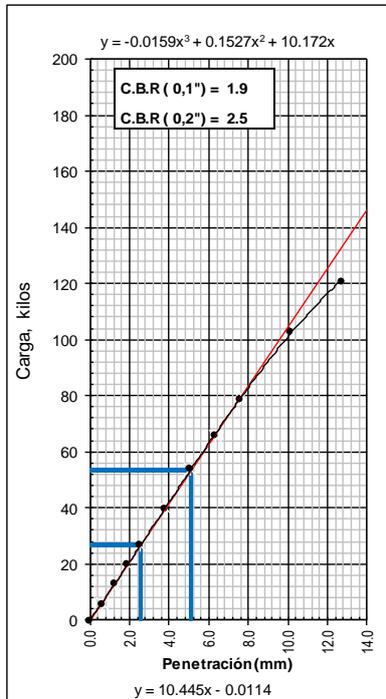


METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	0.992
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	19.83
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	0.943
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	0.893

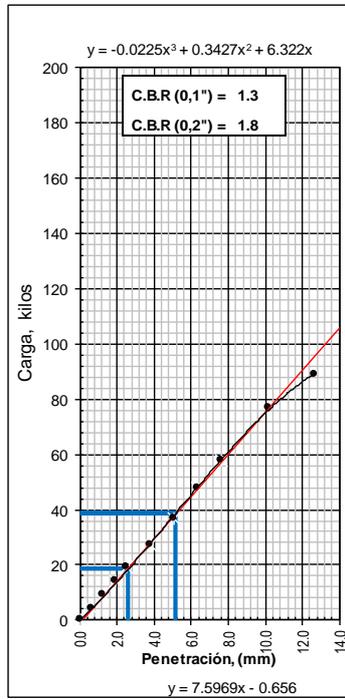
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	1.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	1.4 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	=	1.1 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	2.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	1.9 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	=	1.5 %

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

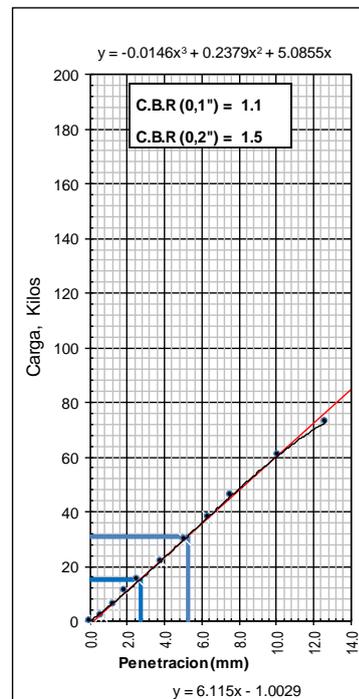


Figura 92. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 86+120 – 86+170.

El ensayo de CBR, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Para que se apoye el afirmado o la estructura del pavimento, se requiere que los últimos 0.60 m de la capa de suelos debajo del nivel de la subrasante tenga un CBR $< 6\%$, se consideran suelos blandos o muy compresibles o con materia orgánica o suelos pobres e inadecuados; el Ingeniero Responsable considerará la estabilización, mejora o refuerzo de los suelos.

Tramo: 54+550 – 54+660 (H= 0.60 MT mejoramiento)

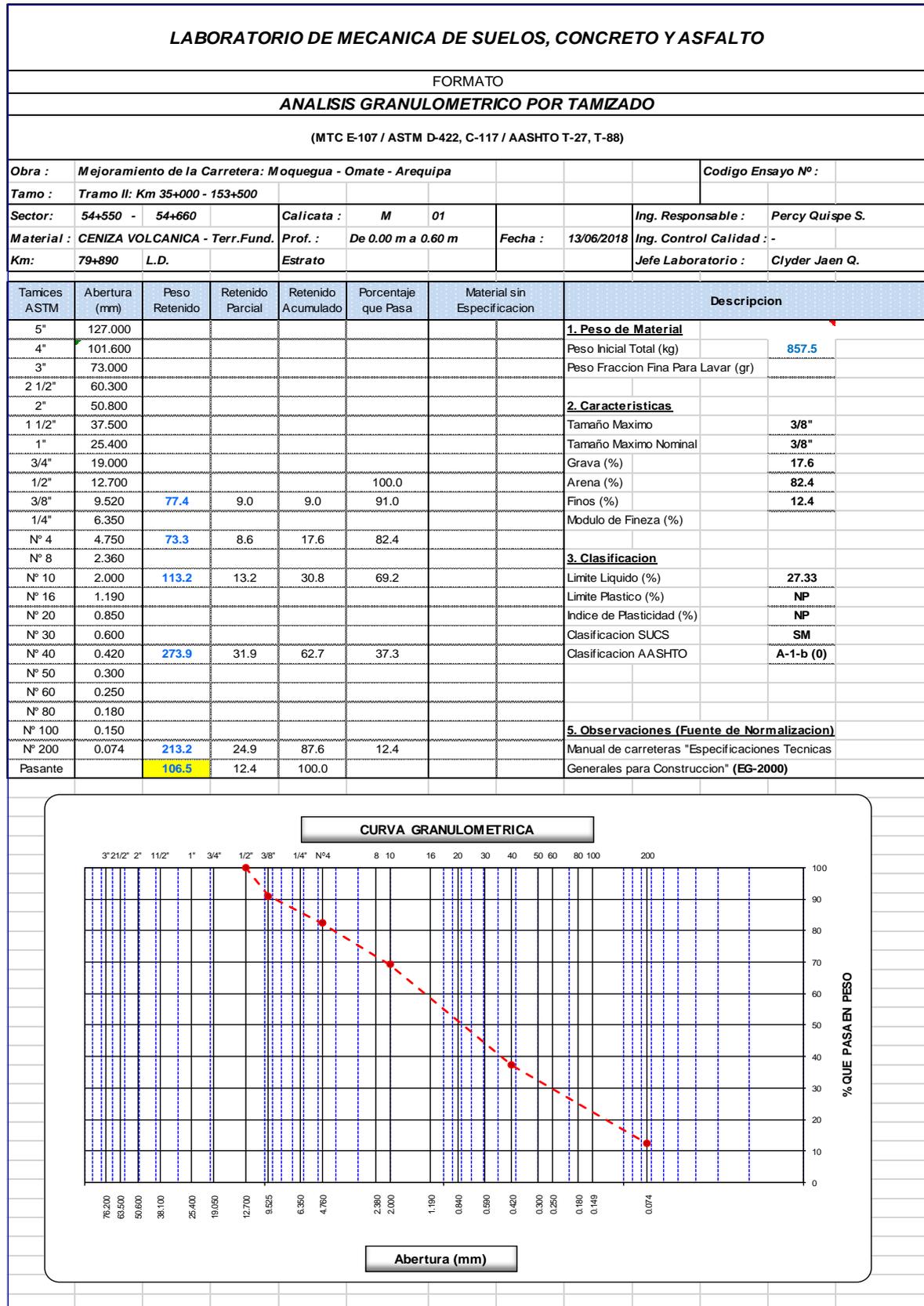


Figura 93. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, el porcentaje que pasa de finos debe ser 15% a más. En este caso es 12.4% (Ceniza volcánica), y su clasificación según SUCS es SM Y según AASHTO es A-1-b(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
FORMATO										
CONTENIDO DE HUMEDAD										
(MTC E-108 / ASTM D-2216)										
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Código Ensayo N°:		
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500									
Sector:	54+550 - 54+570	Calicata :	M			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.			
Material :	CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. :	De 0.00 m a 0.60 m	Fecha :	13/06/2018	Ing. Control Calidad :	-			
Km:	79+890 L.D.	Estrato				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.			
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :										
Descripción				1	2					
Peso de tara (gr)				156.4						
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)				1026.4						
Peso de la tara + muestra seca (gr)				1013.9						
Peso del agua contenida (gr)				12.50						
Peso de la muestra seca (gr)				857.50						
Contenido de Humedad (%)				1.46						
Contenido de Humedad Promedio (%)				1.46						
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :										
Descripción				1	2					
Peso de tara (gr)										
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)										
Peso de la tara + muestra seca (gr)										
Peso del agua contenida (gr)										
Peso de la muestra seca (gr)										
Contenido de Humedad (%)										
Contenido de Humedad Promedio (%)										

Figura 94. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 - 54+660.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación. En este caso la humedad óptima 16.86 es mayor a la humedad natural 1.46, por lo tanto, se propondrá compactar más el suelo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
FORMATO										
LIMITES DE CONSISTENCIA										
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)										
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Codigo Ensayo N° :		
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500									
Sector:	54+550 - 54+570	Calicata :	M				Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Material :	CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. :	De 0.00 m a 0.60 m	Fecha :	13/06/2018	Ing. Control Calidad :	-			
Km:	79+890 L.D.	Estrato				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.			
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO										
N° de Tarro			42	45	50					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		44.98	43.48	34.39					
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.		41.08	37.64	29.58					
Peso de Tarro	gr.		27.58	16.10	10.98					
Peso de Agua	gr.		3.90	5.84	4.81					
Peso del Suelo Seco	gr.		13.50	21.54	18.60	Limite Liquido				
Contenido de Humedad	%		28.89	27.11	25.86	27.33				
Numero de Golpes			18	27	33					
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD										
N° de Tarro										
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		NP							
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.		NP							
Peso de Tarro	gr.		NP							
Peso de Agua	gr.		NP							
Peso de Suelo seco	gr.		NP			Limite Plastico				
Contenido de Humedad	%		NP	NP		NP				
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						Constantes Fisicas de la Muestra				
						Limite Liquido		27.33		
						Limite Plastico		NP		
						Indice de Plasticidad		NP		
Observaciones										
Pasante Tamiz N° 40										

Figura 95. Ensayo de Limites, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.

El ensayo Limites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no plástico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante.

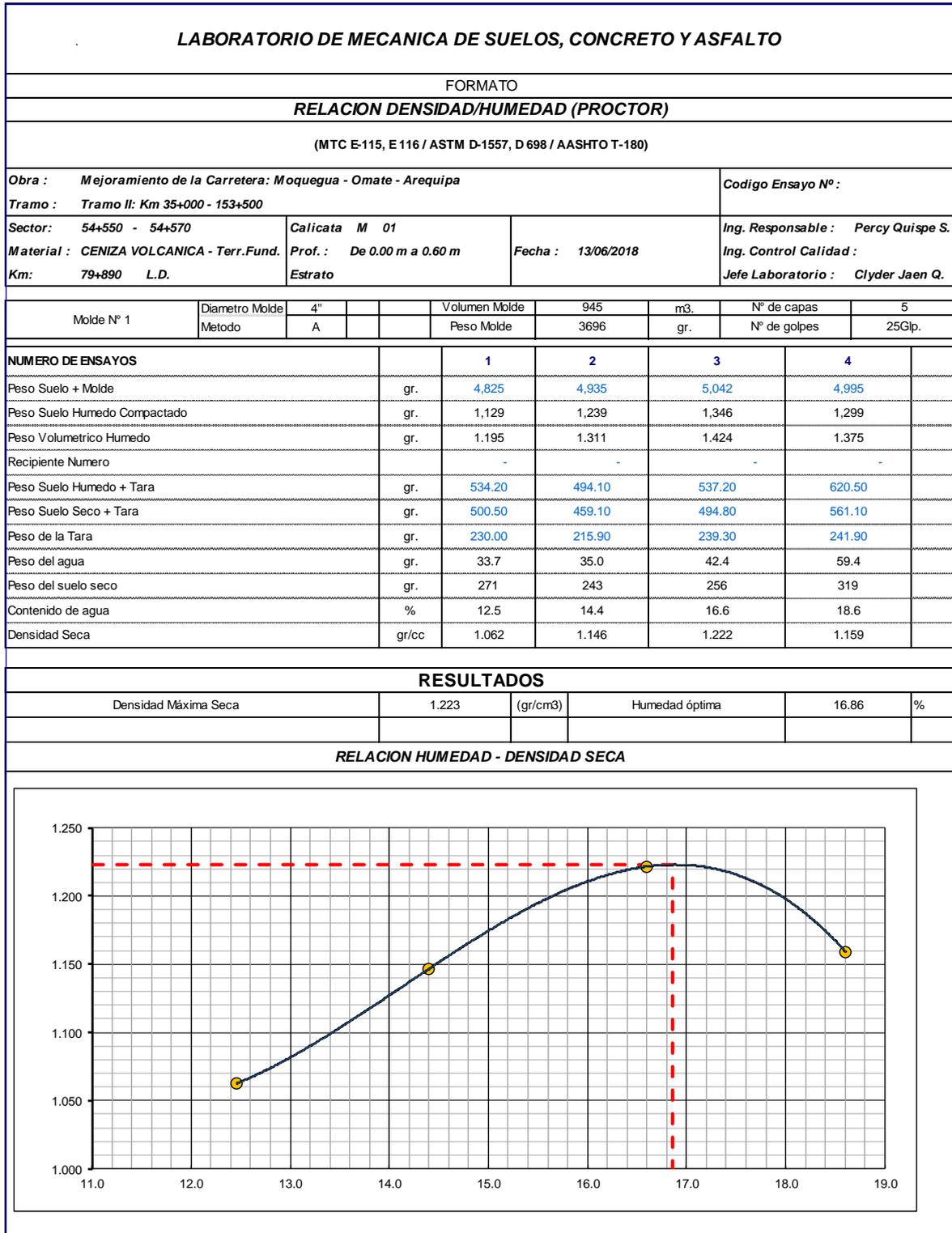


Figura 96. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo Nº :		
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector: <i>54+550 - 54+560</i>	Calicata <i>M 01</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.60 m</i>	Fecha : <i>13/06/2018</i>	Ing. Control Calidad :		
Km: <i>79+890 L.D.</i>	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		

CALCULO DEL CBR

Molde Nº	24		25		26	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11270.0		11102.0		11100.0	
Peso de molde (g)	8245.0		8211.0		8380.0	
Peso del suelo húmedo (g)	3025.0		2891.0		2720.0	
Volumen del molde (cm ³)	2102.0		2114.0		2114.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.439		1.368		1.287	
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	632.50		536.20		610.00	
Peso suelo seco + tara (g)	576.10		479.20		541.20	
Peso de tara (g)	246.60		141.40		132.50	
Peso de agua (g)	56.40		57.00		68.80	
Peso de suelo seco (g)	329.50		337.80		408.70	
Contenido de humedad (%)	17.12		16.87		16.83	
Densidad seca (g/cm ³)	1.229		1.170		1.101	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE Nº		M-24		MOLDE Nº		M-25		MOLDE Nº		M-26	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		35	35.00			28	28.00			15	15.00		
1.270	0.050		77	77.00			52	52.00			29	29.00		
1.905	0.075		140	140.00			85	85.00			55	55.00		
2.540	0.100	70.455	200	200.00	292.06	20.7	150	150.00	248.30	17.6	101	101.00	172.26	12.2
3.810	0.150		350	350.00			281	281.00			191	191.00		
5.080	0.200	105.68	490	490.00	596.86	28.2	420	420.00	523.42	24.7	271	271.00	364.57	17.2
6.350	0.250		650	650.00			560	560.00			361	361.00		
7.620	0.300		820	820.00			702	702.00			465	465.00		
10.160	0.400		1052	1052.00			925	925.00			655	655.00		
12.700	0.500		1220.0	1220.00			1100.0	1100.00			750.0	750.00		

Figura 97. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 54+550 - 54+660	Calicata : M 01	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.60 m		Ing. Control Calidad :
Km: 79+890 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

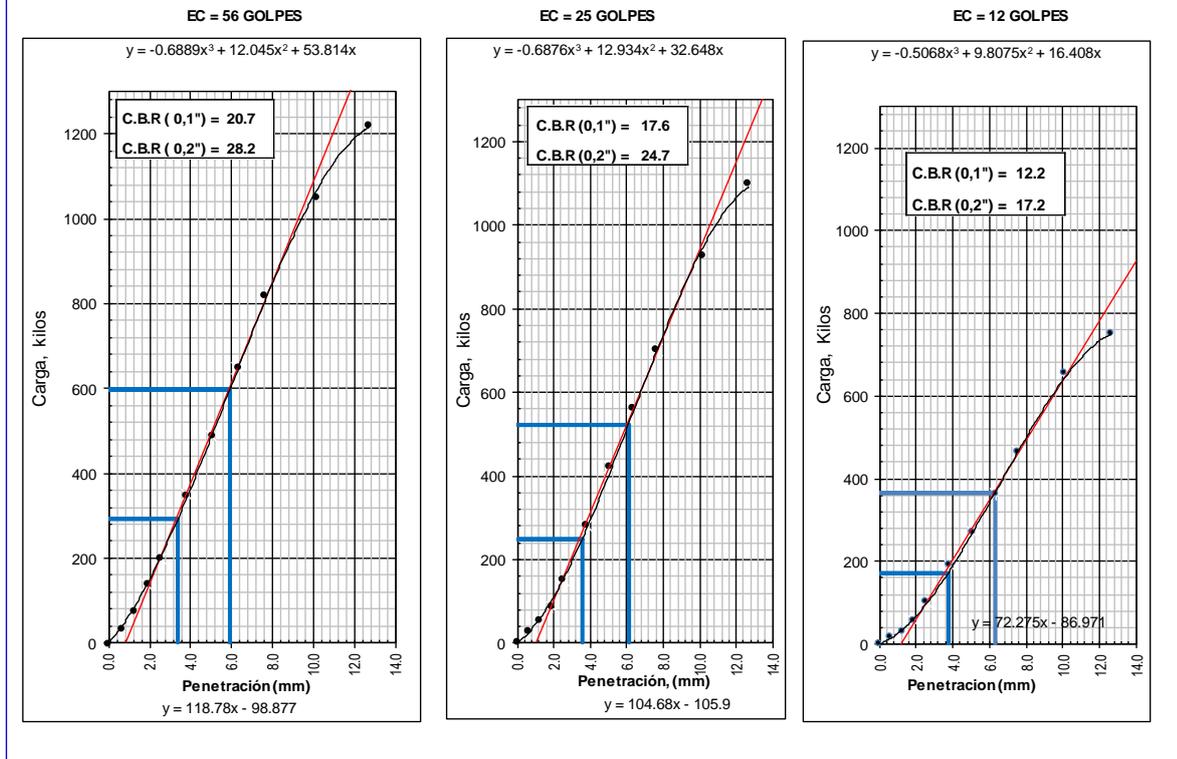
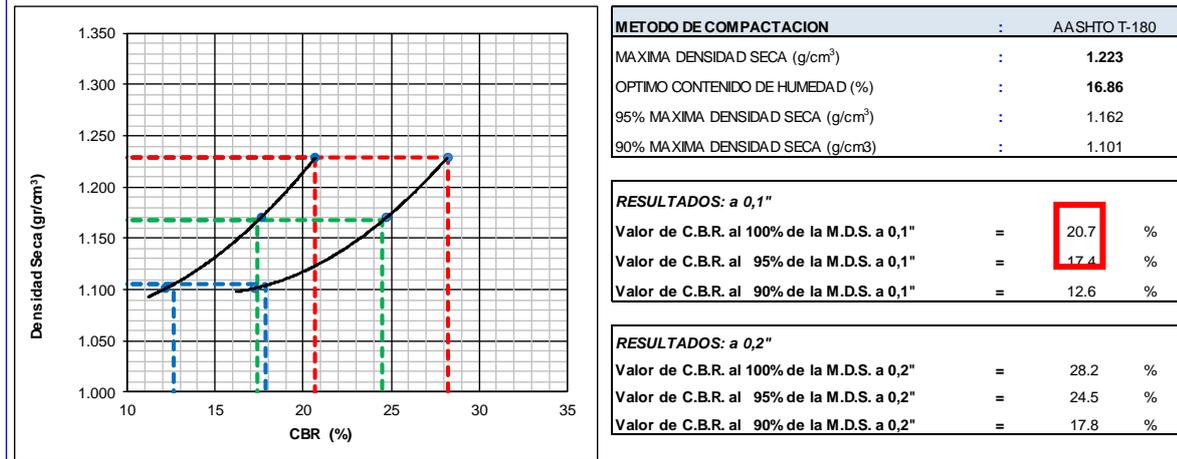


Figura 98. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 54+550 – 54+660.

El ensayo de CBR, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Para que se apoye el afirmado o la estructura del pavimento, se requiere que los últimos 0.60 m de la capa de suelos debajo del nivel de la subrasante tenga un CBR $< 6\%$, se consideran suelos blandos o muy compresibles o con materia orgánica o suelos pobres e inadecuados; el Ingeniero Responsable considerará la estabilización, mejora o refuerzo de los suelos.

Tramo: 68+820 – 68+920 (H= 0.40 MT mejoramiento)

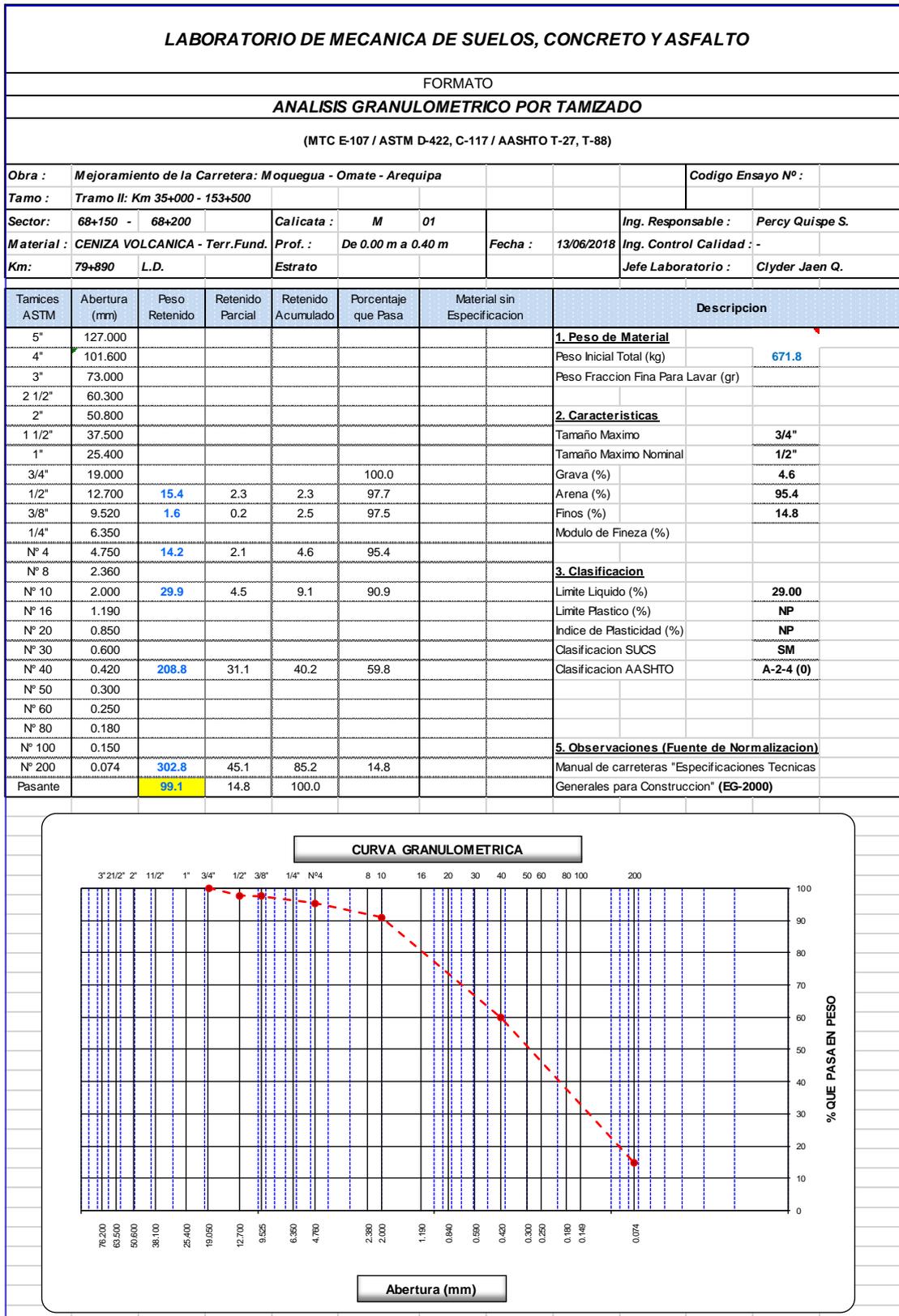


Figura 99. Ensayo de granulometría, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.

El ensayo de granulometría, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, el porcentaje que pasa de finos debe ser 15% a más. En este caso es 14.8% (Ceniza volcánica), y su clasificación según SUCS es SM Y según AASHTO es A-2-4(0), las cual es una subrasante buena según su clasificación.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
FORMATO										
CONTENIDO DE HUMEDAD										
(MTC E-108 / ASTM D-2216)										
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa							Codigo Ensayo N° :		
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500									
Sector:	68+150 - 68+200	Calicata :	M	01			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Material :	CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.		Prof. :	De 0.00 m a 0.40 m		Fecha :	13/06/2018	Ing. Control Calidad :	-	
Km:	79+890.0	L.D.	Estrato				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :										
Descripcion					1	2				
Peso de tara (gr)					145.2					
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)					880.4					
Peso de la tara + muestra seca (gr)					817.0					
Peso del agua contenida (gr)					63.40					
Peso de la muestra seca (gr)					671.80					
Contenido de Humedad (%)					9.44					
Contenido de Humedad Promedio (%)					9.44					
2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :										
Descripcion					1	2				
Peso de tara (gr)										
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)										
Peso de la tara + muestra seca (gr)										
Peso del agua contenida (gr)										
Peso de la muestra seca (gr)										
Contenido de Humedad (%)										
Contenido de Humedad Promedio (%)										

Figura 100. Ensayo de Humedad natural, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 - 68+920.

El ensayo Humedad natural, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía

de compactación. En este caso la humedad óptima 17.22 es mayor a la humedad natural 9.44, por lo tanto, se propondrá compactar más el suelo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						
FORMATO						
LIMITES DE CONSISTENCIA						
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)						
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector:	68+150 - 68+200	Calicata :	M 01	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.	
Material :	CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. :	De 0.00 m a 0.40 m	Ing. Control Calidad :		
Km:	79+890.0 L.D.	Estrato		Fecha :	13/06/2018	
				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.	
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO						
N° de Tarro			42	43	46	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	44.36	45.17	44.15		
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	40.33	41.11	40.25		
Peso de Tarro	gr.	27.58	27.41	26.24		
Peso de Agua	gr.	4.03	4.06	3.90		
Peso del Suelo Seco	gr.	12.75	13.70	14.01	Limite Liquido	
Contenido de Humedad	%	31.61	29.64	27.84	29.00	
Numero de Golpes		16	23	30		
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD						
N° de Tarro						
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	NP				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	NP				
Peso de Tarro	gr.	NP				
Peso de Agua	gr.	NP				
Peso de Suelo seco	gr.	NP			Limite Plastico	
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
Constantes Físicas de la Muestra						
Limite Liquido	29.00					
Limite Plastico	NP					
Indice de Plasticidad	NP					
Observaciones						
		Pasante Tamiz N° 40				

Figura 101. Ensayo de Límites, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.

El ensayo Límites de consistencia, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, si el Índice de Plasticidad es igual a 0 se clasifica en no plástico (NP) y se caracterizan por ser suelos exentos de arcilla. Por lo tanto, es un elemento no riesgoso en un suelo de subrasante.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :		
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector: <i>68+150 - 68+200</i>	Calicata : <i>01</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.40 m</i>	Fecha : <i>13/06/2018</i>	Ing. Control Calidad :		
Km: <i>79+890.0</i>	L.D.	Estrato	Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	945	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	3696	gr.	N° de golpes	25Glp.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	4,850	4,998	5,075	5,055
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,154	1,302	1,379	1,359
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,221	1,378	1,459	1,438
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	582.50	489.50	330.70	364.70
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	531.40	452.00	298.50	324.50
Peso de la Tara	gr.	141.40	203.50	111.10	113.30
Peso del agua	gr.	51.1	37.5	32.2	40.2
Peso del suelo seco	gr.	390	249	187	211
Contenido de agua	%	13.1	15.1	17.2	19.0
Densidad Seca	gr/cc	1.080	1.197	1.245	1.208

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.245	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.22	%
----------------------	-------	----------	----------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

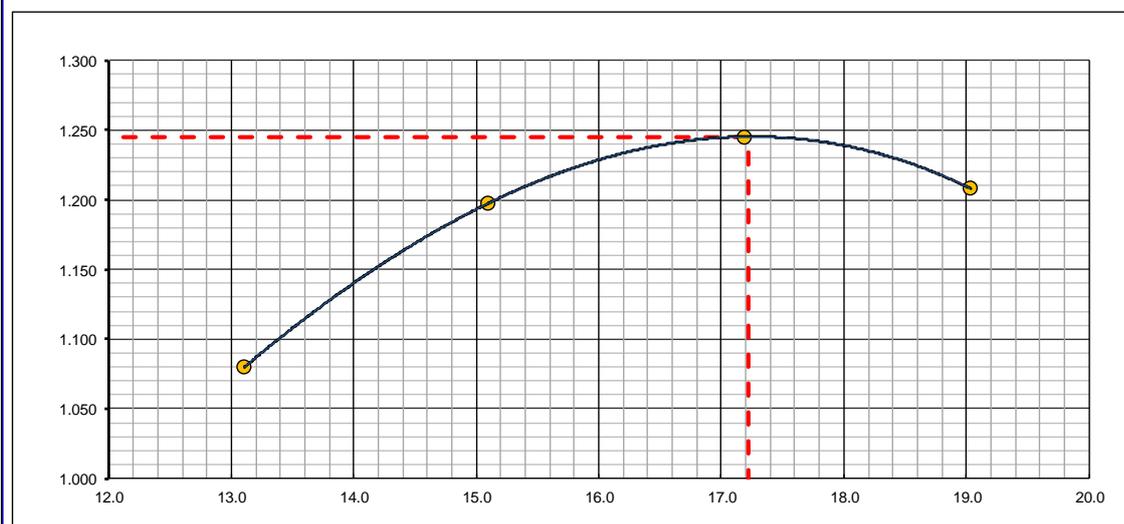


Figura 102. Ensayo de Proctor, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO															
FORMATO															
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)															
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>										Codigo Ensayo N° :					
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>															
Sector: <i>68+150 - 68+200</i>			Calicata : <i>01</i>			Fecha : <i>13/06/2018</i>			Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>						
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>			Prof. : <i>De 0.00 m a 0.40 m</i>						Ing. Control Calidad :						
Km: <i>79+890.0 L.D.</i>			Estrato						Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>						
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	42			45			23								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10735.0				10620.0				11020.0						
Peso de molde (g)	7614.0				7666.0				8264.0						
Peso del suelo húmedo (g)	3121.0				2954.0				2756.0						
Volumen del molde (cm³)	2136.0				2129.0				2103.0						
Densidad húmeda (g/cm³)	1.461				1.388				1.311						
Tara (N°)															
Peso suelo húmedo + tara (g)	478.00				585.40				365.20						
Peso suelo seco + tara (g)	430.60				521.00				320.40						
Peso de tara (g)	154.60				147.00				59.40						
Peso de agua (g)	47.40				64.40				44.80						
Peso de suelo seco (g)	276.00				374.00				261.00						
Contenido de humedad (%)	17.17				17.22				17.16						
Densidad seca (g/cm³)	1.247				1.184				1.119						
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%	mm	%		
NO EXPANSIVO															
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-42		MOLDE N°		M-45		MOLDE N°		M-23	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		35	35.00			25	25.00			15	15.00			
1.270	0.050		105	105.00			85	85.00			50	50.00			
1.905	0.075		205	205.00			140	140.00			85	85.00			
2.540	0.100	70.455	325	325.00	370.06	26.2	235	235.00	268.55	19.0	125	125.00	158.17	11.2	
3.810	0.150		510	510.00			364	364.00			185	185.00			
5.080	0.200	105.68	689	689.00	755.68	35.7	510	510.00	536.46	25.3	260	260.00	327.54	15.5	
6.350	0.250		879	879.00			631	631.00			360	360.00			
7.620	0.300		1064	1064.00			752	752.00			450	450.00			
10.160	0.400		1350	1350.00			976	976.00			620	620.00			
12.700	0.500		1510.0	1510.00			1165.0	1165.00			721.0	721.00			

Figura 103. Ensayo de CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

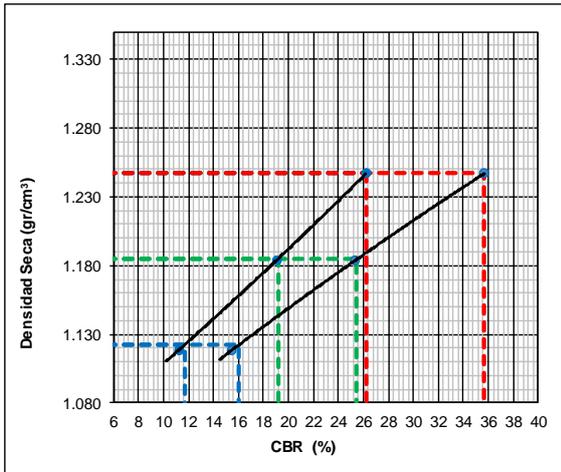
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			
Sector: <i>68+150 - 68+200</i>	Calicata : <i>01</i>	Fecha <i>13/06/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.40 m</i>		Ing. Control Calidad :
Km: <i>79+890.0 L.D.</i>	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

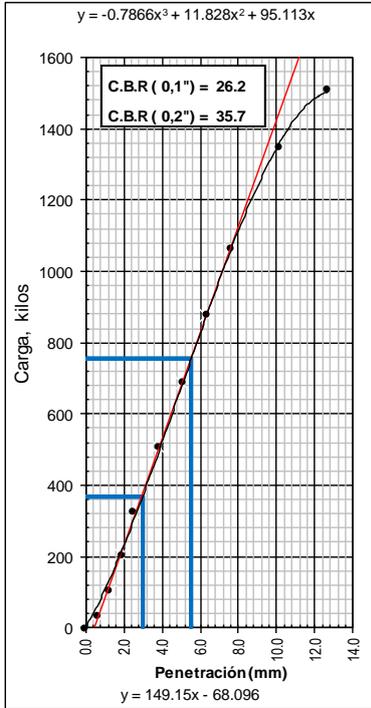


METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.245
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	17.22
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.183
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.121

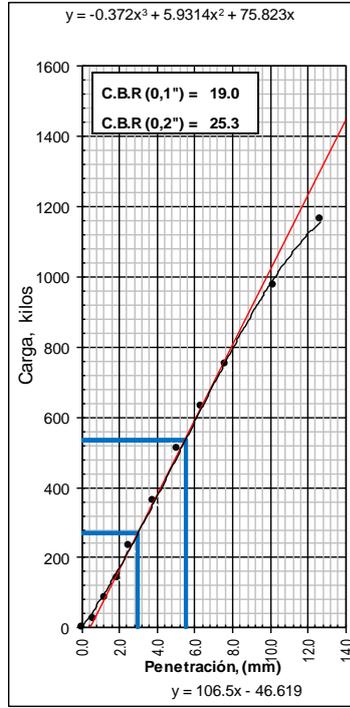
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	26.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	19.1 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	=	11.7 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	35.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	25.5 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	=	16.0 %

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

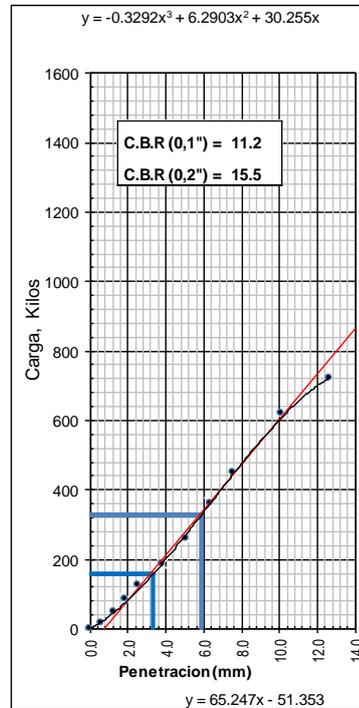


Figura 104. Grafica de las curvas del ensayo CBR, con material ceniza volcánica – Tramo: 68+820 – 68+920.

El ensayo de CBR, determinados según el manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, Para que se apoye el afirmado o la estructura del pavimento, se requiere que los últimos 0.60 m de la capa de suelos debajo del nivel de la subrasante tenga un CBR < 6%, se consideran suelos blandos o muy compresibles o con materia orgánica o suelos pobres e inadecuados; el Ingeniero Responsable considerará la estabilización, mejora o refuerzo de los suelos.

Calificación MTC de la subrasante	¿Se originan problemas estructurales en el pavimento?	Condición del pavimento	Acción en el pavimento
Inadecuada $CBR < 3\%$	Si	Daño en toda la estructura	Reconstrucción del pavimento y mejoras en el terreno de fundación.
Pobre $3\% \leq CBR < 6\%$	Si	Con problemas estructurales	Reconstrucción del pavimento y mejoras en el terreno de fundación.
Regular $6\% \leq CBR < 10\%$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural
Buena $10\% \leq CBR < 20\%$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural
Muy Buena $20\% \leq CBR < 30\%$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural
Excelente $30\% \leq CBR$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural

Figura 105. Clasificación CBR según MTC.

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa																									
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																									
CUADRO RESUMEN DE CALIDAD DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DEL SUELO INADECUADO - MEJORAMIENTO																										
Altura del mejoramiento (mt)	Fecha	Sector		Ubicación Muestreo	CARRIL	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz											L.L.	I.P.	Clasificación		Humedad Natural	MDS	CHO	C.B.R %		
		Inicial	Final			3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200			SUCS	AASHTO				95	100	
H=1.00	13-jun.-18	79+840.0	79+940.0	79+890.0	P.C.	100.0	100.0	100.0	100.0	96.0	94.0	93.2	87.4	74.7	29.7	4.9	22.9	NP	SP	A-1-b (0)	17.49	1.101	19.2	11.6	17.7	
H= 0.80	1-sep.-18	86+120.0	86+170.0	86+140.0	L.D.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	83.2	35.0	10.0	19.2	NP	SP-SM	A-1-b (0)	5.88	0.992	19.8	1.4	1.9	
H= 0.60	13-jun.-18	54+550.0	54+660.0	54+570.0	L.D.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.0	82.4	69.2	37.3	12.4	27.3	NP	SM	A-1-b (0)	1.46	1.223	16.9	17.4	20.7	
H= 0.40	13-jun.-18	68+150.0	68+200.0	68+190.0	L.D.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.7	97.5	95.4	90.9	59.8	14.8	29.0	NP	SM	A-2-4 (0)	9.44	1.245	17.2	19.1	26.2	
Resumen Estadístico	Cantidad					4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0					4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
	Suma					400	400	400	400	396	392	382	362	318	162	42	98					34	5	73	50	67
	Promedio					100.0	100.0	100.0	100.0	99.0	97.9	95.4	90.5	79.5	40.5	10.5	24.6					8.6	1.1	18.3	12.4	16.6
	min					100.00	100.00	100.00	100.00	95.98	94.01	90.97	82.42	69.22	29.74	4.92	19.21					1.46	0.99	16.86	1.37	1.88
	max					100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	96.67	90.91	59.83	14.76	29.00					17.49	1.25	19.83	19.14	26.22
	Des. Estandar					0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	2.83	4.07	6.75	9.53	13.29	4.21	4.43					6.79	0.12	1.46	8.02	10.44

Figura 106. Cuadro resumen de calidad del material inadecuado a eliminar (Ceniza Volcánica).

Podemos concluir que la clasificación de la subrasante según el MTC es buena e inadecuada, ya que uno de ellos no llegó al valor permisible y los demás sí cumplieron. Por lo tanto este tipo de suelo llamado ceniza volcánica no es constante sus valores de CBR. Y al momento de elegir una altura óptima habrá problemas.

IV: DISCUSSION

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi1: La aplicación de control de calidad me asegura en la compactación del suelo en su diseño a nivel de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”. La aplicación de control de calidad influye para asegurar la compactación del suelo en su diseño a nivel de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua. En este sentido, Forero E. en su tesis “Apoyo en la caracterización y control de calidad en canteras y en vía de los materiales utilizados en la construcción de la doble calzada ruta del sol sector 2” en el año 2016 de tipo aplicada y diseño Descriptiva, tuvo como resultado que no cumplen con los parámetros exigidos por el control de calidad, en consecuencia se tomó la decisión de estabilizar con cal para mejorar el suelo. Asimismo Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos, sostiene que en la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado. Con respecto a la evaluación realizada para el desarrollo de esta tesis, se logró determinar que la compactación óptima en el terreno de fundación de la subrasante para los cuatro tramos de prueba no cumple con la compactación requerida según en manual de suelos y pavimentos, según la figura N° 29, N° 35 y N° 38. ya que debería ser como mínimo el 95%MDS; por otro lado cuando se realizaron la compactación después de realizar el mejoramiento cumple con los estándares requeridos por la norma MTC o manual de suelos y pavimentos, según las figuras N° 31, N° 32, N° 33, N° 34, N° 36, N° 37, N° 39.

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi2: La aplicación de control de calidad me asegura en la deformación vertical de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”.

Peche Zegarra, Edwin. En su tesis “Evaluación de espesores de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima - Canta” en el año 2013 de tipo aplicada y diseño Descriptiva, tuvo como resultado que para detectar los tramos de prueba que requieren mejoramiento se realizó dicho ensayo viga Benkelman para determinar con este las deflexiones que se producen en cada tramo, detectando de esta manera que en los tramos en estudio superan la deflexión máxima admisible de $80 \times 10^{-2} \text{ mm}$ concluyendo de esta manera que en dichos tramos se tendría que realizar los mejoramientos.

Según el Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Sostiene que Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar simultáneamente con una viga Benkelman la deflexión recuperable y la curva de recuperación elasto-retardada de un pavimento flexible, producida por una carga estática. A tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de las cubiertas, espaciado entre ruedas duales y presión de inflado están normalizadas.

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi3: La aplicación de control de calidad me asegura en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”.

Flores Gonzáles, Leonardo en la tesis titulada “Evaluación Estructural de Pavimentos Flexibles de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito”, en el año 2012. De tipo aplicada y diseño experimental, llego a la conclusión que se podría calcular el CBR de la subrasante y de esta manera indicar el estado estructural de la misma.

V: CONCLUSIÓN

La conclusión que se obtuvo en la presente tesis está de acuerdo a los objetivos planteados, al marco teórico y al uso que se dio a los instrumentos. Estas conclusiones serán descritas a continuación:

- **Conclusión 1:** En relación al objetivo específico 1 “OE1: Evaluar cómo me asegura el control de calidad la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”. Se logró determinar que con un adecuado control de calidad durante el proceso constructivo, se garantiza que la compactación llega a su óptimo respecto a la máxima densidad seca del material calculado en el laboratorio como se muestra en el cuadro resumen de la figura 92. En los cuales se puede apreciar que las lecturas de compactación con el método nuclear llegó a su % de compactación óptimo para los 4 tramos de prueba, por lo tanto sí cumplen según la norma del MTC E-117 Y E-125.

NORMAS (MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)

N°	Inicio	Final	H (mt)	Laboratorio		%comp. Campo	% comp. Req.	Di > De	SECCIÓN TÍPICA DE LAS CAPAS
				MDS	Hop	Di	De		
1	79+840	79+940	1.00	2.098	6.9	99.7	95	SÍ CUMPLE	
						100.4			
						100.1			
						98.8			
						99.5			
						99.2			
						97.8			
						99.3			
						99.0			
						98.4			
99.8									
2	86+120	86+170	0.80	2.079	9.3	98.5	95	SÍ CUMPLE	
						98.9			
						99.2			
						98.6			
						97.7			
						97.8			
3	54+550	54+660	0.60	2.144	7.3	96.2	95	SÍ CUMPLE	
						96.5			
						96.6			
						95.1			
						95.8			
						97.7			
						95.5			
						95.6			
						95.8			
						96.4			
96.7									
95.8									
4	68+820	68+920	0.40	2.146	7.1	96.3	95	SÍ CUMPLE	
						95.1			
						95.5			
						95.4			
						95.5			
						95.3			
						95.5			
						95.8			
						96.1			
						95.3			
95.6									

Figura 107. Cuadro resumen del porcentaje de compactación.

- **Conclusión 2:** En relación al objetivo específico 2 “OE2: Evaluar cómo me asegura el control de calidad la deformación vertical mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”, Luego de aplicar un adecuado control de calidad durante el proceso constructivo de la subrasante, se realizó el control de deflexiones con la viga Benkelman en cuatro tramos de prueba de diferentes alturas de mejoramiento del suelo de fundación el cual está conformado por ceniza volcánica, a fin de tener parámetros o control de la ceniza volcánica. En consecuencia se determinó lo siguiente:

- **Tramo: Km. 79+840 – 79+940 (H = 1.00 MT mejoramiento)**
 - Terminado la ejecución del mejoramiento de 1.00 mt de profundidad se procedió a evaluar las deflexiones, los resultados fueron óptimos ya que los valores no superaron en el carril derecho el $32 \times 10^{-2} \text{ mm}$ y el carril izquierdo el $48 \times 10^{-2} \text{ mm}$; como se puede apreciar en las figuras N° 93 y N° 94; frente a la deflexión máxima admisible de $120 \times 10^{-2} \text{ mm}$.

 - Además, se controló de forma visual in situ el rebote o vibración el cual fue nulo cuando transita un vehículo pesado (volquetes cargados de 20m3 de capacidad).

- **Tramo: Km. 86+120 – 86+170 (H = 0.80 MT mejoramiento)**
 - Terminado la ejecución del mejoramiento de 0.80 mt de profundidad se procedió a evaluar las deflexiones, los resultados fueron óptimos ya que los valores no superaron en el carril derecho el $56 \times 10^{-2} \text{ mm}$ y el carril izquierdo el $52 \times 10^{-2} \text{ mm}$; como se puede apreciar en las figuras N° 93 y N° 94; frente a la deflexión máxima admisible de $120 \times 10^{-2} \text{ mm}$.

 - Además, se controló de forma visual in situ el rebote o vibración el cual fue nulo cuando transita un vehículo pesado (volquetes cargados de 20m3 de capacidad).

- **Tramo: Km. 54+550 – 54+660 (H = 0.60 MT mejoramiento)**
 - Terminado la ejecución del mejoramiento de 0.60 mt de profundidad se procedió a evaluar las deflexiones, los resultados fueron óptimos ya que los valores no

superaron en el carril derecho el $100 \times 10^{-2} \text{ mm}$ y el carril izquierdo el $108 \times 10^{-2} \text{ mm}$; como se puede apreciar en las figuras N° 93 y N° 94; frente a la deflexión máxima admisible de $120 \times 10^{-2} \text{ mm}$.

- Además, se controló de forma visual in situ el rebote o vibración el cual fue nulo cuando transita un vehículo pesado (volquetes cargados de 20m³ de capacidad).

- **Tramo: Km. 68+820 – 68+920 (H = 0.40 MT mejoramiento)**

- Terminado la ejecución del mejoramiento de 0.40 mt de profundidad se procedió a evaluar las deflexiones, los resultados fueron óptimos ya que los valores no superaron en el carril derecho el $132 \times 10^{-2} \text{ mm}$ y el carril izquierdo el $104 \times 10^{-2} \text{ mm}$; como se puede apreciar en las figuras N° 93 y N° 94; frente a la deflexión máxima admisible de $120 \times 10^{-2} \text{ mm}$.
- Además, se controló de forma visual in situ el rebote o vibración el cual no fue nulo cuando transita un vehículo pesado (volquetes cargados de 20m³ de capacidad).

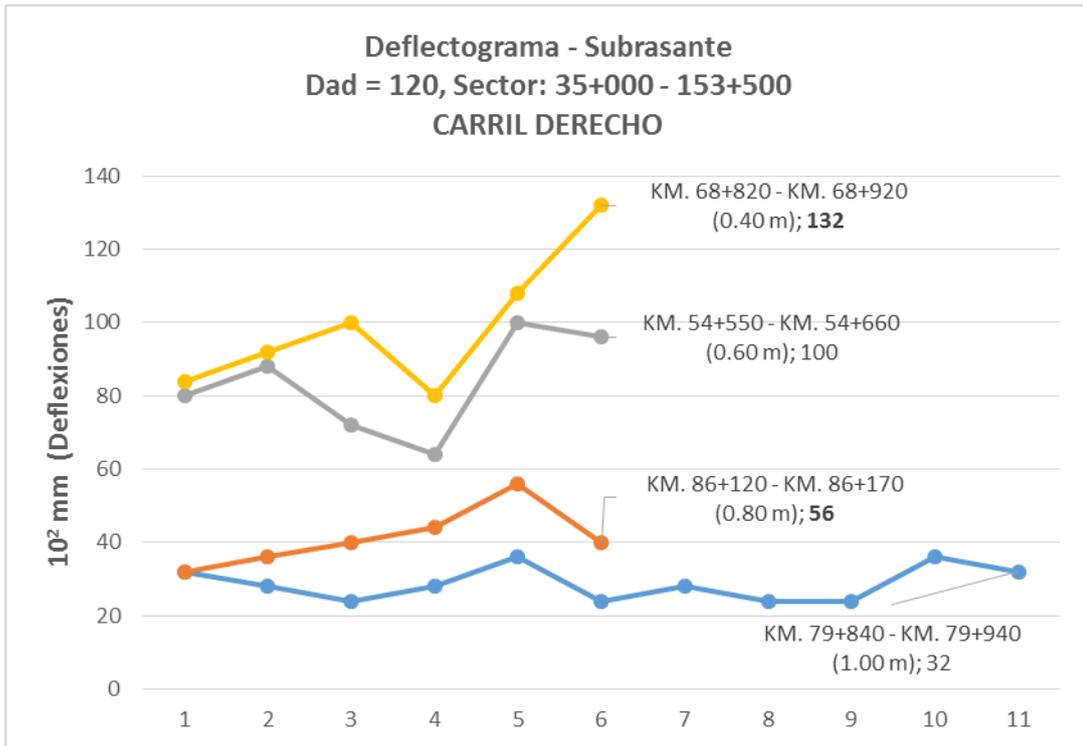


Figura 108. Cuadro resumen de las deflexiones en el carril derecho.

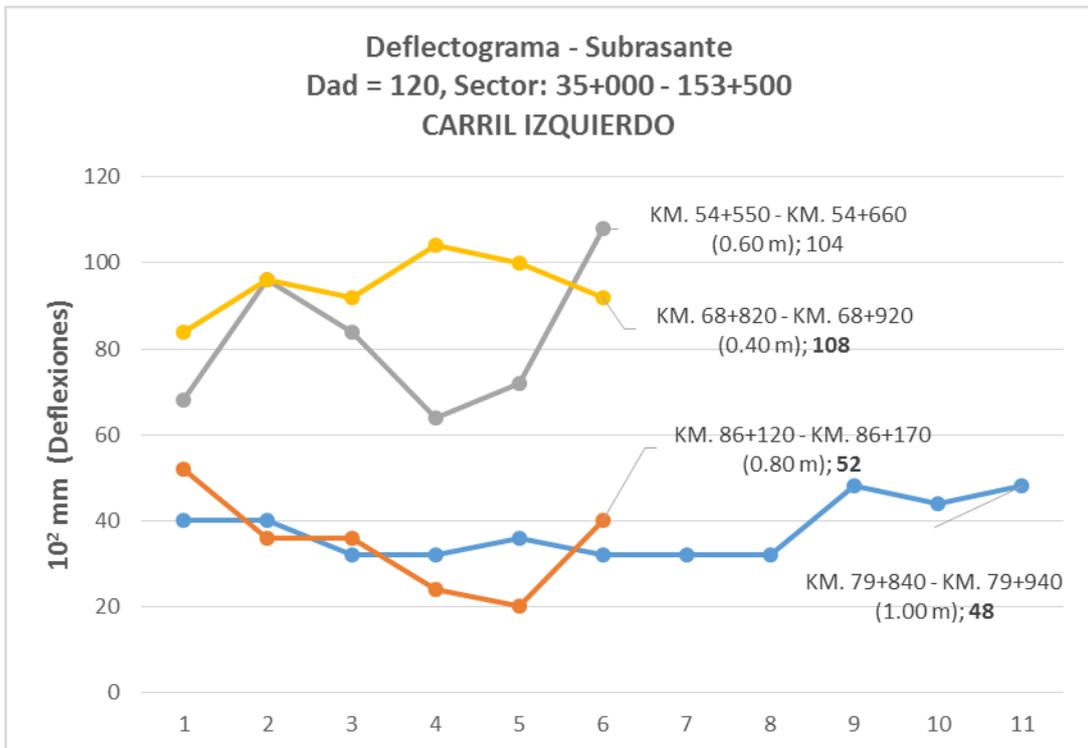


Figura 109. Cuadro resumen de las deflexiones en el carril izquierdo.

- **Conclusión 3:** En relación al objetivo específico 3 “OE3: Evaluar cómo me asegura el control de calidad en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua”, Luego de realizar calicatas en suelo con presencia de cenizas volcánicas se logró visualizar que estos superan los 2 mt de profundidad esto hace que los suelos no reúnan las condiciones apropiadas como soporte de obras viales, por lo tanto se realizaron tramos de pruebas con diferentes alturas de mejoramiento mencionados anteriormente. Determinando que existe una relación inversamente proporcional entre la altura de mejoramiento y los resultados de la deflectometría, en consecuencia se toma como altura optima de mejoramiento el de 0.80 mt debido a que mejora el comportamiento físico (fisuras y asentamiento o ahuellamiento superficial) y mecánico (deflectometría y capacidad portante) de la subrasante frente al tráfico vial; como se puede apreciar en la figura N° 95, el comportamiento de la curva (deflexiones máximas Vs altura de mejoramiento).

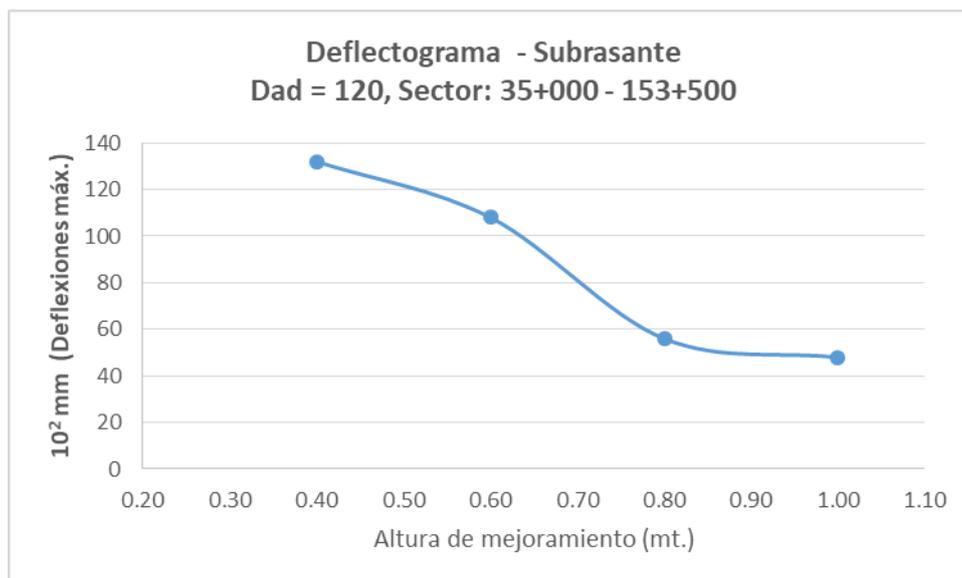


Figura 110. Deflectograma de las lecturas máximas de la viga Benkelman.

VI: RECOMENDACIONES

- **Recomendación 1:** Para tener una mayor precisión se podría utilizar el deflectómetro de impacto (FWD), ya que sus lecturas tienen una mayor precisión a comparación de la viga benkelman.

- **Recomendación 2:** Se debe de tener el cumplimiento de las especificaciones técnicas y las normas que se ameriten durante el proceso constructivo y los ensayos que se deben realizar en laboratorio para la ejecución de los mejoramientos, ya que sin previo evaluación se generaría gastos innecesarios (Horas maquinas (Hm), Horas Hombres (HH)) en consecuencia se elevaría el costo de producción.

- **Recomendación 3:** Para tener un óptimo resultado se recomienda realizar el siguiente proceso constructivo. Primero una cama de enrocado (over) en el fondo de 0.40 mt de espesor, que hace el efecto de losa impidiendo el desplazamiento de la ceniza y además permite alcanzar satisfactoriamente las densidades de compactación de las capas superiores.

- **Recomendación 4:** Se recomienda realizar CBR in situ que sería el valor más representativo del estado de las cenizas.

VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA, Ursula y MACCIOTTA, Renato. Estudios para el desarrollo y construcción de un proyecto inmobiliario. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – construcción). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/173/ACU%C3%91A_URSULA_ESTUDIOS%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UN%20PROYECTO%20INMOBILIARIO.pdf

ALZAVIETA, Ortega. Control de calidad y análisis del material a utilizar para la estabilización de suelos de fundación en una carretera en el proyecto: construcción de la doble vía Rio Seco – Huarina: tramo urbano (construcción de diez carriles): Rio Seco – San Roque km 0+250 a 8+500 prolongación Juan Pablo II. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – construcción civil). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11735/EG-1781-Calle%20Ortega%2c%20Alzavieta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANGULO, Diego y ROJAS, Hember. Ensayo de fiabilidad con aditivo Proes para la estabilización del suelo en el AA. HH El Milagro, 2016. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Iquitos: Universidad Científica del Perú, 2016. Disponible en
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142>

ARIAS, Fideas. El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. 6.ª ed. República Bolivariana de Venezuela: Episteme, 2012. 144 pp.
ISBN: 980-07-8529-9

BALAREZO, Zapata y JAVIER, Ivan. (2017). Evaluación estructural usando la viga Benkelman aplicada a un pavimento. Tesis (Bachiller en ingeniería civil), Piura: Universidad de Piura. Recuperado de:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3135/ICI_241.pdf?sequence=1

BALVIN, Félix. Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de Ayacucho provincia de huamanga departamento de Ayacucho, Tesis (Bachiller en

Ingeniería civil). Lima: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote (ULADECH), 2013. Disponible en http://www.academia.edu/8548394/TRABAJO_PAVIMENTO_FLEXIBLE

BERMUDEZ, Julio. Mejoramiento de la calidad en la gestión de procesos para supervisión de obras. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/817>

BETANCUR, Yuliana, BUILES, Manuel, MILLÁN, Álvaro. *Variación de las propiedades mecánicas de arcillas alófanas en Colombia al variar el grado de saturación*. Revista EIA [en línea]. 10(20). Julio-Diciembre 2013, [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n20/n20a15.pdf>

ISSN 1794-1237

BONIFACIO, Werner y SÁNCHEZ, Junior. Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – Construcción). Pimentel: Universidad Señor de Sipan, 2015. Disponible en:

http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/112/Lizeth_Mercedes_Tesis_Licenciado_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y

GOMEZ, Cesar y CAICOYA, Cesar. Anejo instalación climatización [en línea]. Bilbao, Mayo 2010 [citado 17 enero 2018]. Disponible en: https://www.unirioja.es/servicios/scp/contratacion/Procedimientos_2010/2010_0946_12_1001/Proyecto/6%20Plan%20Control%20Calidad.pdf

CAMPOS, Jaime. Seguimiento y comparación del comportamiento de tramos con mezcla drenante, según zona geográfica y condiciones locales. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil).

Chile: Universidad de Chile, 2008. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/campos_jc/sources/campos_jc.pdf

CARRASCO, Fernanda. Tecnología del Hormigón [en línea]. Santa Fe, Junio 2011 [citado 17 enero 2018]. Disponible en:

<https://www.fceia.unr.edu.ar/~fermar/Apuntes%20Tecnolog%C3%ADa%20del%20Hormig%C3%B3n%20UTN%20FRSF/Unidad%208%20-%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DE%20HORMIGONES.pdf>

CHAPOÑAN, José y QUISPE, Cirilo. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria-nuevo Chimbote. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2017. Disponible en

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2724/42998.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Control de calidad de hormigones [en línea]. Santa fe: Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. [Fecha de consulta: 09 Julio de 2018].

Disponible en <https://www.fceia.unr.edu.ar/~fermar/Apuntes%20Tecnolog%C3%ADa%20del%20Hormig%C3%B3n%20UTN%20FRSF/Unidad%208%20-%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DE%20HORMIGONES.pdf>

CRESPIN, Rafael, SANTA CRUZ, Ismael, TORRES, Pablo. Aplicación del Método Marshall y granulometría superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño. Tesis (Ingeniero Civil), El Salvador: Universidad de el Salvador, 2012.

Disponible en http://ri.ues.edu.sv/1796/1/TESIS_FULL_CORR.pdf

DE LA CRUZ, Lizeth y SALCEDO, Kaite. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en Palian – Huancayo – Junín. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – Construcción). Lima: Universidad Peruana Los Andes, 2016. Disponible en:

http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/112/Lizeth_Mercedes_Tesis_Licenciado_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y

FERNÁNDEZ, Margarita. Experiencias en la supervisión de obra del camino vecinal Lucanas-Pampahuasi. Tesis (Magister en Ingeniería civil – Construcción). Lima: Universidad de Piura, 2013. Disponible en:

https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2621/MAS_ICIV-L_031.pdf?sequence=1

FLORES, Leonardo. Evaluación estructural de pavimentos flexibles de carreteras de bajo volumen de tránsito. Tesis (Magister en Ingeniería civil – Construcción). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en:

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1136/1/flores_gl.pdf

FORERO, Edison. Apoyo en la caracterización y control en cantera y en vía de los materiales utilizados en la construcción de la doble calzada ruta del sol sector 2. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil – Construcción). Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2016. Disponible en:

ftp://ftp.ani.gov.co/Ruta%20del%20Sol%20I/Tramo%20Villetas%20%20-%20Guaduas/ENTREGA%20FINAL/disco55/Capitulo%202_.pdf

HERNÁNDEZ, Adrián. Análisis Comparativo de un material estabilizado con Cal y Cemento. Tesis (Titulo en Ingeniería civil – Construcción). México: Instituto Politécnico Nacional, 2016. Disponible en:

https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19529/Memoria%20de%20Experiencia%20Profesional_AHD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. 599 pp.
ISBN: 9781456223960

LAURENTE, Yoni. Estudio comparativo del mejoramiento de la subrasante y base de la carretera Cañete - Chupaca, tramo: km 220+000 - km 240+000. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – Construcción). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.
Disponible en:

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3483/1/laurente_ry.pdf

LEIVA, Fabricio. Diseño de una estructura de pavimento perpetuo (caso de estudio de una ruta nacional en costa rica). Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006. Disponible en http://www.lanamme.ucr.ac.cr/banco-de-informacion-digital-online/INFORMES/SIN%20FECHA/ESTRUCTURA_PAVIMENTO_PERPETUO.pdf

LEIVA, Roly. Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – Construcción). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1181/Leiva%20Gonzales%20Roly%20Roberth%20-%202016%20-%20Pregrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LORA, Vanessa. Formulación de especificaciones técnicas para proyectos de edificación en la ciudad de Piura. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – construcción). Piura: Universidad de Piura, 2011. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1439/ICI_190.pdf?sequence=1

MALDONADO, Ángel. Guía para el control y el aseguramiento de la calidad de construcción de pavimentos flexibles elaborados con mezclas asfálticas en caliente en El Salvador. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – Construcción), El Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, 2006. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/4423/1/Guia%20para%20el%20control%20y%20el%20aseguramiento%20de%20la%20calidad%20de%20construcci%C3%B3n%20de%20pavimentos%20flexibles.pdf>

Métodos y Materiales [en línea]. Ulloa, Andrea. *Costa Rica: Universidad de Costa Rica*, Diciembre 2011. [Fecha de consulta: 11 Mayo 2018]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/download/8393/7927>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de carreteras: Ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y comunicaciones. 2016. Disponible en https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

MORAN, Gabriela y ALVARADO, Darío. Métodos de investigación. México: Pearson, 2010.
ISBN: 978-607-442-219-1

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. *Revista Investigación educativa*, 11 (20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.
ISSN: 1728 – 5852

MUÑOZ, Chris. Plan de Control de Calidad para la Supervisión del Proyecto San José-Caldera. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil – Construcción), Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008. Disponible en:
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6908/plan_control_calidad_supervision_proyecto.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Norma Técnica Peruana (2001). Análisis granulométrico del agregado fin, grueso y global. (2da ed.). Recuperado de:
http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf

OLARTE, Jorge. Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelos limo-arcillosos aplicado en la carretera Puente Raither – Puente Paucartambo. Tesis (Maestro en Ingeniería civil – Construcción). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2662/1/olarte_pj.pdf

OTTAZZI, Gianfranco. Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1055/OTTAZZI_PASINO_GIANFRANCO_MATERIAL_ENSE%20D%20ANZA_CONCRETO_ARMADO.pdf;jsessionid=EAD96944F2049838417D5B76FA614225?sequence=1

PECHE, Edwin. Evaluación de espesores de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima- Canta. Tesis (título en Ingeniería civil – Construcción). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/463/T%20625.7%20P364%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PÉREZ, Rocío. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub rasante mejorada y/o sub base de pavimentos*. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en:
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1313/1/perez_cr.pdf

PRADA, Daniel. *Control de calidad y seguimiento a los materiales utilizados en la estructura del pavimento flexible*. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, 2011. Disponible en:
<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/1268>

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) [en línea]. RODRÍGUEZ, Marcos. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Enero 2011. [Fecha de consulta: 11 Mayo 2018]. Disponible desde Internet:
http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/boletin_semanal_pitra_12_gestion_vial.pdf

SAAVEDRA, Luis. *Aseguramiento y control de calidad de los elementos de concreto en la obra "mejoramiento y ampliación de espacios educativos para la institución educativa primaria secundaria Sara A. Bullón n° 10110" en dist. Lambayeque - prov. Lambayeque - Dpto. Lambayeque*. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015. Disponible en:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/333>

SITAVÍ, Leonel. *Guía práctica para supervisión y control de calidad en la construcción de puentes para carreteras de primer orden*. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3357_C.pdf

TAMAYO, Carlos. *El proceso de la investigación científica*. 4.ª ed. México: Limusa, 2003. 345 pp.
ISBN: 968-18-5872-7

VARA, Arístides. Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales [en línea]. 3.ª ed. Lima: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres, 2012 [fecha de consulta: 28 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TEISIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

VIII: ANEXOS

8.1. Matriz de consistencia

Tabla 5. Matriz de consistencia (General)

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO: Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante, suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua 2018					
1.- Problema General	1.- Objetivo General	1.- Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera el control de calidad me asegura el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?	Evaluar cómo me asegura el control de calidad para el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	La aplicación del control de calidad me asegura el mejoramiento de subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	CONTROL DE CALIDAD	Clasificación del suelo	Granulometría
					Plasticidad (Límites)
					Proctor Estándar
					Humedad natural
				Evaluación estadística de la calidad	Promedio Aritmético
					Desviación estándar
				Evaluación de procesos constructivos	Especificaciones Técnicas
				Calidad del suelo	grava
					Arena
					Material fino (limo)
Material fino (arcilla)					

Fuente: propia

Tabla 6. Matriz de consistencia (Específicos)

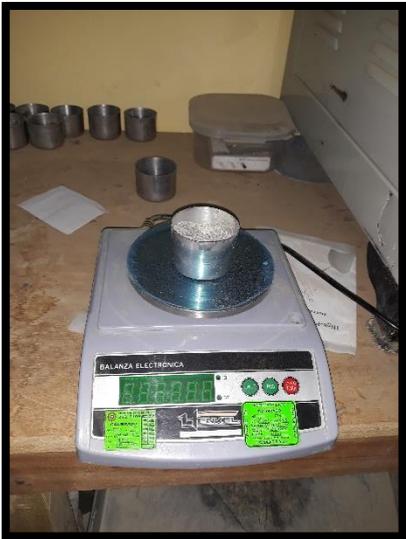
MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO: Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante, suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua 2018					
2.- Problemas Específicos	2.- Objetivos Específicos	2.- Hipótesis Específicos	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo la aplicación del control de calidad me asegura la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?	Evaluar cómo me asegura el control de calidad la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	La aplicación del control de calidad me asegura la compactación mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	SUBRASANTE CON SUELO DE FUNDACIÓN CENIZA VOLCÁNICA.	Compactación del suelo a nivel de subrasante	Máxima densidad seca
					Humedad optima
¿Cómo la aplicación del control de calidad me asegura la deformación vertical mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?	Evaluar cómo me asegura el control de calidad la deformación vertical mínima de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	La aplicación de control del calidad me asegura la deformación vertical de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.		Deformación vertical de la subrasante	Deflexión del suelo
¿Cómo la aplicación del control de calidad me asegura la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua?	Evaluar cómo me asegura el control de calidad en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica- carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	La aplicación del control de calidad me asegura en la elección del espesor óptimo de mejoramiento de la subrasante con suelo de fundación ceniza volcánica-carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua.	Espesor de mejoramiento	Capacidad portante del suelo	

Fuente: propia

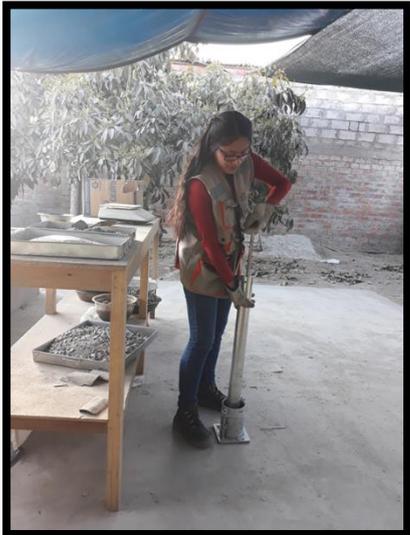
8.2. Panel fotográfico del ensayo granulometría.



8.3. Panel fotográfico de Límites.



8.4. Panel fotográfico del ensayo Proctor estándar.

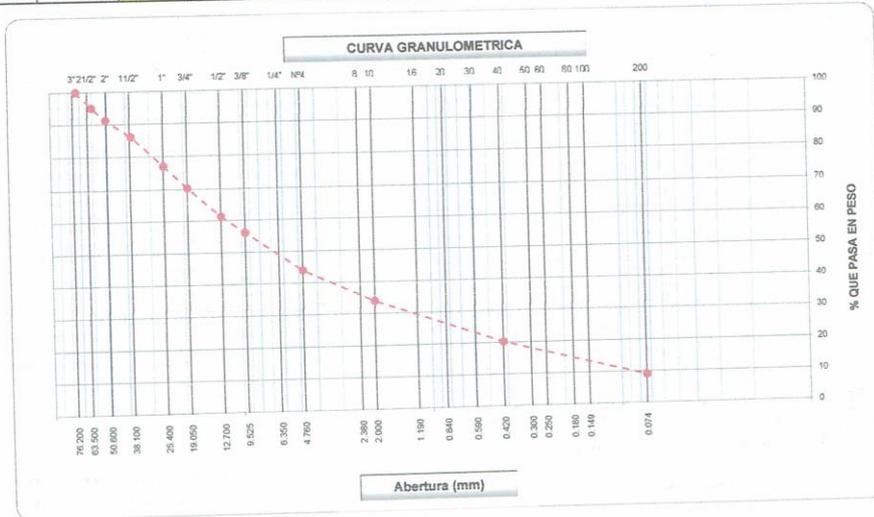


8.5. Panel fotográfico del proceso constructivo de un mejoramiento.



8.6. Ensayos para el material de las canteras (km. 76+500, 84+500, 53+670).

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa						Codigo Ensayo N° :	
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500							
Sector :	86+120 - 86+170	Calicata :	M 01	Fecha :	4/08/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.	
Material :	Acopio	Prof. :	De 0.00 m a 0.80 m			Ing. Control Calidad : -	
Km:	84+500 L.I.	Estrato				Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 38,411.0
3"	73.000				100.0		Peso Fraccion Fina Para Lavár (gr) 752.0
2 1/2"	60.300	1,858.0	4.8	4.8	95.2		2. Características
2"	50.800	1,521.0	4.0	8.8	91.2		Tamaño Maximo 3"
1 1/2"	37.500	1,988.0	5.2	14.0	86.0		Tamaño Maximo Nominal 2 1/2"
1"	25.400	3,425.0	8.9	22.9	77.1		Grava (%) 56.0
3/4"	19.000	2,568.0	6.7	29.6	70.4		Arena (%) 44.0
1/2"	12.700	3,485.0	9.1	38.7	61.3		Finos (%) 9.1
3/8"	9.520	2,011.0	5.2	43.9	56.1		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	4,658.0	12.1	56.0	44.0		Limite Liquido (%) 20.29
N° 8	2.380						Limite Plastico (%) NP
N° 10	2.000	172.0	10.1	66.1	33.9		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.190						Clasificación SUCS GP-GM
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 30	0.600						5. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 40	0.420	232.3	13.6	79.7	20.3		Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074	192.6	11.3	90.9	9.1		
Pasante		155.1	9.1	100.0			



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 86+120 - 86+170	Calicata : M 01	Fecha : 4/08/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : Acopio	Prof. : De 0.00 m a 0.80 m		Ing. Control Calidad : -
Km: 84+500.00 L.I.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	156.4	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1212.3	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1133.8	
Peso del agua contenida (gr)	78.50	
Peso de la muestra seca (gr)	977.40	
Contenido de Humedad (%)	8.03	
Contenido de Humedad Promedio (%)	8.03	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



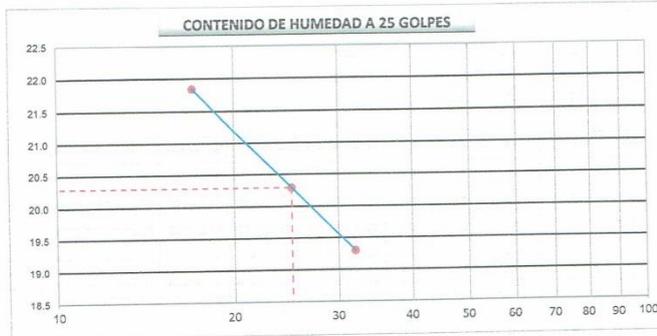
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
FORMATO					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)					
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>					Codigo Ensayo N° :
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector :	<i>86+120 - 86+170</i>	Calicata :	<i>M 01</i>	Fecha :	<i>4/08/2018</i>
Material :	<i>Acopio</i>	Prof. :	<i>De 0.00 m a 0.80 m</i>	Ing. Responsable :	<i>Percy Quispe S.</i>
Km :	<i>84+500.00 L.I.</i>	Estrato		Ing. Control Calidad :	<i>Clyder Jaen Q.</i>

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		41	47	39	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	38.25	40.48	40.25	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	33.84	35.64	35.10	
Peso de Tarro	gr.	10.99	11.79	11.52	
Peso de Agua	gr.	4.41	4.84	5.15	
Peso del Suelo Seco	gr.	22.85	23.85	23.58	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	19.30	20.29	21.84	20.29
Numero de Golpes		32	25	17	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	20.29
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa						Codigo Ensayo N° :	
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500							
Sector: 86+120 - 86+170		Calicata : M 01		Fecha : 4/08/2018		Ing. Responsable : Percy Quispe S.	
Material : Acopio		Prof. : De 0.00 m a 0.80 m				Ing. Control Calidad :	
Km: 84+500.00 L.I.		Estrato				Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.	

Moide N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2121	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	6721	gr.	N° de golpes	56Glp.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,219	11,443	11,556	11,485
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,498	4,722	4,835	4,764
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,121	2,226	2,280	2,246
Recipiente Numero					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	595.00	513.00	442.50	637.50
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	588.60	483.40	415.10	584.40
Peso de la Tara	gr.	113.30	110.80	139.00	115.00
Peso del agua	gr.	26.4	29.6	27.4	53.1
Peso del suelo seco	gr.	455	373	276	469
Contenido de agua	%	5.8	7.9	9.9	11.3
Densidad Seca	gr/cc	2.004	2.062	2.074	2.018

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.079	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.29	%
----------------------	-------	----------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

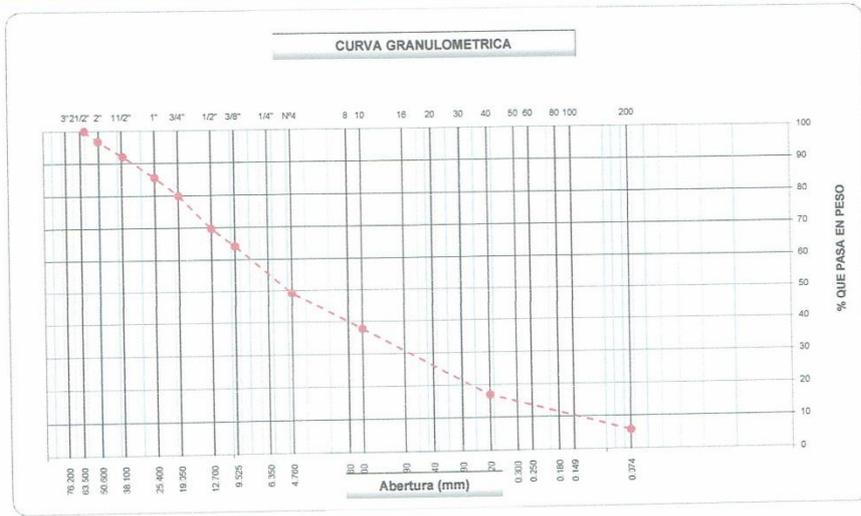
FORMATO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 54+550 - 54+560	Calicata : M 01	Fecha : 4/07/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : Sub rasante	Prof. :		Ing. Control Calidad : -		
Km: 53+670.0 P.C	Cantera : Ceniza		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 35,962.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Levantar (gr) 769.3
2 1/2"	60.300				100.0		
2"	50.800	1,168.0	3.3	3.3	96.8		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	1,692.0	4.7	8.0	92.1		Tamaño Maximo 2 1/2"
1"	25.400	2,334.0	6.5	14.4	85.6		Tamaño Maximo Nominal 2"
3/4"	19.000	2,043.0	5.7	20.1	79.9		Grava (%) 50.9
1/2"	12.700	3,691.0	10.3	30.4	69.6		Arena (%) 49.1
3/8"	9.520	1,972.0	5.5	35.9	64.1		Finos (%) 5.8
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	5,417.0	15.1	50.9	49.1		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	178.0	11.4	62.3	37.7		Limite Liquido (%) 22.85
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) NP
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.600						Clasificacion SUJCS GP-GM
N° 40	0.420	326.6	20.8	83.1	16.9		Clasificacion AASHTO A-1-a (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074	174.5	11.1	94.3	5.8		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
Pasante		90.2	5.8	100.0			Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Código Ensayo N° :
Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: <i>54+550 - 54+660</i>	Calicata : <i>M 01</i>	Fecha : <i>4/07/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Material : <i>Sub rasante</i>	Prof. : <i></i>		Ing. Control Calidad : <i>-</i>
Km: <i>53+670.0</i>	Cantera : <i>Ceniza</i>		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	141.8	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1001.6	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	951.3	
Peso del agua contenida (gr)	50.30	
Peso de la muestra seca (gr)	809.50	
Contenido de Humedad (%)	6.21	
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.21	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



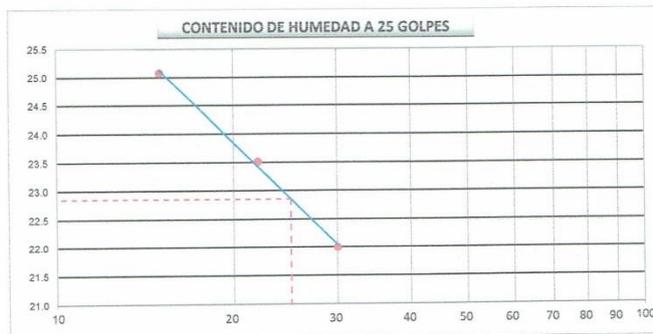
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			
Sector: <i>54+550 - 54+660</i>	Calicata : <i>M 01</i>	Fecha : <i>4/07/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Material : <i>Sub rasante</i>	Prof. : <i></i>		Ing. Control Calidad :
Km: <i>53+670.0</i>	Cantera : <i>Ceniza</i>		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		81	56	50	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.96	35.08	34.47	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.84	30.62	29.76	
Peso de Tarro	gr.	11.11	11.65	10.98	
Peso de Agua	gr.	4.12	4.46	4.71	
Peso del Suelo Seco	gr.	18.73	18.97	18.78	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.00	23.51	25.08	22.85
Numero de Golpes		30	22	16	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	N.P.			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	N.P.			
Peso de Tarro	gr.	N.P.			
Peso de Agua	gr.	N.P.			
Peso de Suelo seco	gr.	N.P.			Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	22.85
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
<i>Pasante Tamiz N° 40</i>	

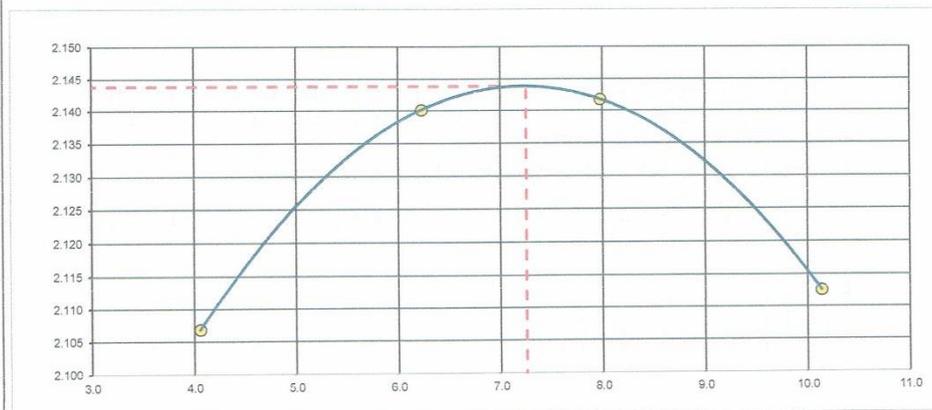


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)			
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)			
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 54+650 - 54+660	Calicata : M 01	Fecha : 4/07/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : Sub rasante	Prof. :		Ing. Control Calidad :
Km: 53+670.0	Cantera : Ceniza		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	6" C	Volumen Molde	2121	m3.	N° de capas	5
			Peso Molde	6685	gr.	N° de golpes	56Glp.
NUMERO DE ENSAYOS			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	11.335	11.507	11.590	11.620		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4.650	4.822	4.905	4.935		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.192	2.273	2.313	2.327		
Recipiente Numero		-	-	-	-		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	521.30	472.40	464.00	482.30		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	506.30	451.20	438.40	448.50		
Peso de la Tara	gr.	136.60	110.80	117.40	115.00		
Peso del agua	gr.	15.0	21.2	25.6	33.8		
Peso del suelo seco	gr.	370	340	321	334		
Contenido de agua	%	4.1	6.2	8.0	10.1		
Densidad Seca	gr/cc	2.107	2.140	2.142	2.113		

RESULTADOS				
Densidad Máxima Seca	2.144	(gr/cm3)	Humedad óptima	7.25 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

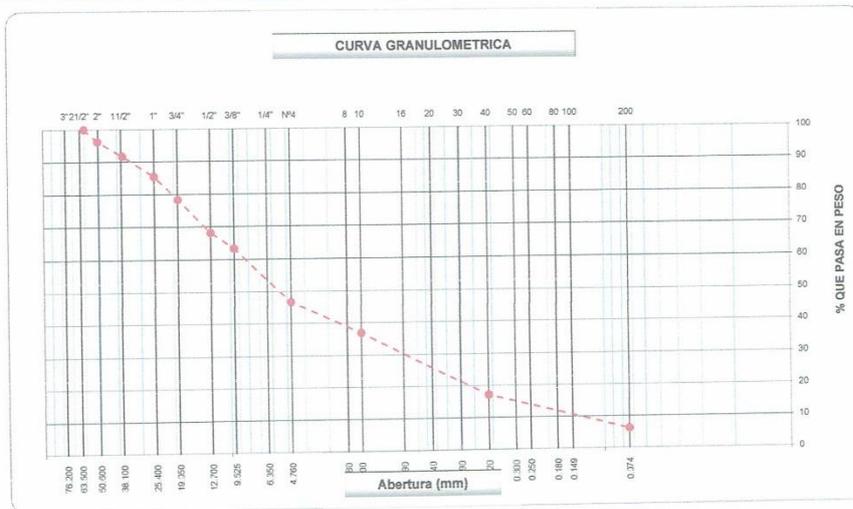
FORMATO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector:	68+820 - 68+920	Calicata :	M 01	Fecha :	6/07/2018
Material :	Sub rasante	Prof. :		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Km:	53+670.0 P.C	Cantera :	Ceniza	Ing. Control Calidad :	-
				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 25,620.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 710.7
2 1/2"	60.300				100.0		
2"	50.800	974.0	3.8	3.8	90.2		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	1,153.0	4.5	8.3	91.7		Tamaño Maximo 2 1/2"
1"	25.400	1,614.0	6.3	14.6	85.4		Tamaño Maximo Nominal 2"
3/4"	19.000	1,819.0	7.1	21.7	78.3		Grava (%) 53.4
1/2"	12.700	2,613.0	10.2	31.9	68.1		Arena (%) 46.6
3/8"	9.520	1,255.0	4.9	36.8	63.2		Finos (%) 6.2
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	4,263.0	16.6	53.4	46.6		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	149.5	9.8	63.2	36.8		Limite Liquido (%) 22.33
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) NP
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%)
N° 30	0.600						Clasificacion SUCS GP-GM
N° 40	0.420	300.4	19.7	82.9	17.1		Clasificacion AASHTO A-1-a (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	166.2	10.9	93.8	6.2		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		94.6	6.2	100.0			



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa		Codigo Ensayo N° :
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500		
Sector:	68+820 - 68+920	Calicata :	M 01
Material :	Sub rasante	Prof. :	
Km:	53+670.0	Cantera :	Ceniza
		Fecha :	6/07/2018
		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
		Ing. Control Calidad :	-
		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	135.5	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	535.5	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	510.7	
Peso del agua contenida (gr)	24.80	
Peso de la muestra seca (gr)	375.20	
Contenido de Humedad (%)	6.61	
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.61	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



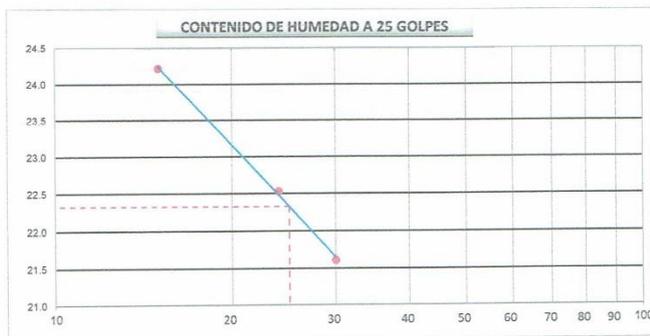
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :
Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 68+920 - 68+920	Calicata : M 01	Fecha : 6/07/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : Sub rasante	Prof. :		Ing. Control Calidad :
Km: 53+670.0	Cantera : Ceniza		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		35	36	37	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	47.87	38.66	39.79	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	43.85	34.80	36.49	
Peso de Tarro	gr.	27.25	17.67	21.22	
Peso de Agua	gr.	4.02	3.86	3.30	
Peso del Suelo Seco	gr.	16.60	17.13	15.27	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	24.22	22.53	21.61	22.33
Numero de Golpes		15	24	30	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	N.P.			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	N.P.			
Peso de Tarro	gr.	N.P.			
Peso de Agua	gr.	N.P.			
Peso de Suelo seco	gr.	N.P.			Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	22.33
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

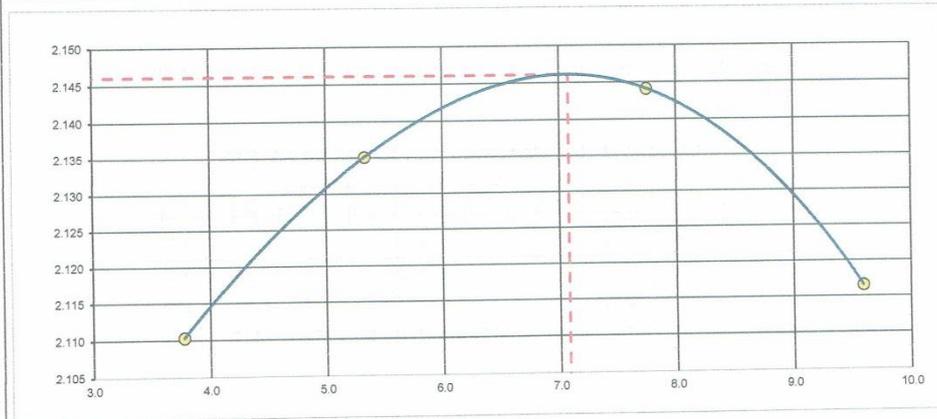
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 68+820 - 68+920	Calicata : M 01	Fecha : 6/07/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : Sub rasante	Prof. :		Ing. Control Calidad :		
Km: 53+670.0	Cantera : Ceniza		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	6" C	Volumen Molde	2121	m3.	N° de capas	5
			Peso Molde	6685	gr.	N° de golpes	56Glp.
NUMERO DE ENSAYOS			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.		11,330	11,455	11,585	11,605	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		4,645	4,770	4,900	4,920	
Peso Volumetrico Humedo	gr.		2,190	2,249	2,310	2,320	
Recipiente Numero			-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		450.00	500.00	600.00	500.00	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		438.60	480.30	565.30	486.30	
Peso de la Tara	gr.		136.60	110.80	117.40	115.00	
Peso del agua	gr.		11.4	19.7	34.7	33.7	
Peso del suelo seco	gr.		302	370	448	351	
Contenido de agua	%		3.8	5.3	7.7	9.6	
Densidad Seca	gr/cc		2.110	2.135	2.144	2.117	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.146	(gr/cm3)	Humedad óptima	7.08	%
----------------------	-------	----------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :



Obra : **Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa**
 Tramo II: **Km 35+000 - 153+500**

CUADRO RESUMEN DE CALIDAD DEL SUELO MEJORADO - MEJORAMIENTO

Altura del mejoramiento (mt)	Fecha	Sector		Ubicación Muestreo	CARRIL	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										L.L.	I.P.	Clasificación		Humedad Natural	MDS	CHO		
		Inicial	Final			SUCS	AASHTO																	
H= 1.00	22-jun-18	79+840.0	79+940.0	76+500.0	L.D	100.0	98.2	94.2	88.0	81.8	73.0	68.3	56.6	47.7	24.1	8.1	16.6	NP	SP-SM	A-1-a (0)	6.76	2.082	5.9	
H= 0.80	1-sep-18	86+120.0	86+170.0	84+500.0	L.I	100.0	91.2	86.0	77.1	70.4	61.3	56.1	44.0	33.9	20.3	9.1	20.3	NP	GP-GM	A-1-a (0)	8.03	2.079	9.3	
H= 0.60	4-jul-18	54+550.0	54+660.0	53+670.0	P.C	100.0	96.8	92.1	85.6	79.9	66.6	64.1	49.1	37.7	18.9	5.8	22.9	NP	GP-GM	A-1-a (0)	6.21	2.144	7.3	
H= 0.40	6-jul-18	68+820.0	68+920.0	53+670.0	P.C	100.0	96.8	92.1	85.6	79.9	66.6	64.1	49.1	37.7	18.9	5.8	22.9	NP	GP-GM	A-1-a (0)	6.61	2.146	7.1	
Resumen Estadístico	Cantidad					4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0					4.0	4.0	4.0	
	Suma					400	383	364	336	312	274	253	199	157	78	29	83					28	8	29
	Promedio					100.0	95.7	91.1	84.1	78.0	68.4	63.2	49.7	39.3	19.5	7.2	20.6					6.9	2.1	7.4
	min					100.00	91.20	86.02	77.10	70.41	61.34	56.10	43.97	33.91	16.88	5.75	16.55					6.21	2.08	5.85
	max					100.00	98.20	94.20	88.00	81.80	73.00	68.30	56.60	47.70	24.10	9.07	22.85					8.03	2.15	9.29
	Des. Estandar						0.00	3.09	3.52	4.76	5.14	4.97	5.11	5.20	5.90	3.44	1.66	2.98					0.79	0.04



8.7. Ensayo de compactación para cada tramo de prueba después de mejorarla.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma						Ing. Responsable : Percy Quispe S.						
Estructura:		Terreno de fundación del mejoramiento						Ing. Control de Calidad :						
Vía :		79+840 - 79+940 Plataforma Completa						Jefe de Laboratorio Clyder Jaen Q.						
Cantera :		Terreno Natural - Ceniza volcánica												
Ubicación prueba	Localización	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	DI > De
					humedad óptima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
79+850	I	01	01-jun.-18	-	19.2	23.2	20.4	1.003	1.101	91.1	92.4	95	-1.2	NO CUMPLE
79+875	D	01	01-jun.-18	-	19.2	22.0	19.5	1.000	1.101	90.8	92.2	95	-0.3	NO CUMPLE
79+900	E	01	01-jun.-18	-	19.2	21.9	19.4	0.992	1.101	90.1	91.6	95	-0.2	NO CUMPLE
79+925	I	01	01-jun.-18	-	19.2	22.3	19.7	1.028	1.101	93.4	94.1	95	-0.5	NO CUMPLE
		N			4	4	4	4	4	4	4			
		SUMA			76.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
		XP			19.20	22.35	19.75	1.01	1.10	91.35	92.59			
		MIN			19.20	21.90	19.40	0.99	1.10	90.10	91.62	95.00	0.00	
		MAX			19.20	23.20	20.40	1.03	1.10	93.37	94.14	95.00	0.00	
		DESVIACION ESTANDAR			0.000	0.592	0.453	0.016	0.000	1.412	1.086			
		COEFICIENTE DE VARIACION			0.000	2.647	2.295	1.545	0.000	1.545	1.173			



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa												
Tramo II: Km 35+000 - 153+500												
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler												
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)												
Descripción:			Relleno de plataforma				Ing. Responsable :				Percy Quispe S.	
Estructura:			Mejoramiento (colocación de over)				Ing. Control de Calidad :					
Vía :			79+840 - 79+940 Plataforma Completa				Jefe de Laboratorio :				Clyder Jaen Q.	
Cantera :			76+500 L.D.									
Localización		Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO
Ubicación prueba	Lado			humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo		
				optima	campo	campo	densimetro		densimetro	corregido a cono		
				%	%	%	(gr/cc)		%	%		
79+840	E	17-jun.-18	0.40	COLOCACIÓN DE OVER								
79+940	E	18-jun.-18	0.40	COLOCACIÓN DE OVER								



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa
Tramo II: Km 35+000 - 153+500
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)

Descripción: Relleno de plataforma **Ing. Responsable :** Percy Quispe S.
Estructura: Mejoramiento **Ing. Control de Calidad :**
Via : 79+840 - 79+940 Plataforma Completa **Jefe de Laboratorio** Clyder Jaen Q.
Cantera : Material Integral, 76+500 L.D.

Localización		N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
Ubicación prueba	Lado				humedad	humedad	humedad	Campo	Laboratorio	Campo	Campo corregido a cono			
					optima	campo	campo corregida	densimetro		densimetro				
					%	%	%	(gr/cc)	%	%				
79+840	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.2	7.4	2.042	2.082	98.1	97.8	95	-1.5	CUMPLE
79+850	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.7	7.8	2.061	2.082	99.0	98.5	95	-1.9	CUMPLE
79+860	I	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.4	7.5	2.099	2.082	100.8	99.9	95	-1.6	CUMPLE
79+870	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.2	7.4	2.049	2.082	98.4	98.0	95	-1.5	CUMPLE
79+880	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.7	7.8	2.038	2.082	97.9	97.6	95	-1.9	CUMPLE
79+890	I	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.4	7.5	2.067	2.082	99.3	98.7	95	-1.6	CUMPLE
79+900	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.0	7.2	2.055	2.082	98.7	98.2	95	-1.3	CUMPLE
79+910	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	7.2	8.1	2.020	2.082	97.0	96.9	95	-2.2	CUMPLE
79+920	I	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.5	7.6	2.080	2.082	99.9	99.2	95	-1.7	CUMPLE
79+930	D	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.0	7.2	2.063	2.082	99.1	98.5	95	-1.3	CUMPLE
79+940	E	02	23-jun.-18	0.30	5.9	6.3	7.5	2.045	2.082	98.2	97.9	95	-1.6	CUMPLE

N	11	11	11	11	11	11	11		
SUMA	64.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
XP	5.90	6.42	7.54	2.06	2.08	98.76	98.29		
MIN	5.90	6.00	7.22	2.02	2.08	97.02	96.95	95.00	0.00
MAX	5.90	7.20	8.14	2.10	2.08	100.82	99.87	95.00	0.00
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.352	0.269	0.021	0.000	1.031	0.793		
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	5.478	3.570	1.044	0.000	1.044	0.807		



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción:			Relleno de plataforma						Ing. Responsable : Percy Quispe S.						
Estructura:			Subrasante (2 capas)						Ing. Control de Calidad :						
Via :			79+840 - 79+940 Plataforma Completa						Jefe de Laboratorio Clyde Jaen Q.						
Cantera :			Material Integral, 76+500 L.D.												
Localización	Ubicación prueba	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densimetro	Laboratorio	Campo densimetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
79+840	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.079	2.098	99.1	98.5	95	-0.6	CUMPLE	
79+850	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.067	2.098	98.5	98.1	95	-0.9	CUMPLE	
79+860	D	03	26-jun.-18	0.15	6.9	7.1	8.1	2.090	2.098	99.6	98.9	95	-1.2	CUMPLE	
79+870	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.062	2.098	98.3	97.9	95	-0.7	CUMPLE	
79+880	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.6	7.7	2.052	2.098	97.8	97.6	95	-0.8	CUMPLE	
79+890	D	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.9	7.9	2.056	2.098	98.0	97.7	95	-1.0	CUMPLE	
79+900	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.046	2.098	97.5	97.3	95	-0.7	CUMPLE	
79+910	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.8	7.8	2.073	2.098	98.8	98.3	95	-0.9	CUMPLE	
79+920	D	03	26-jun.-18	0.15	6.9	7.2	8.1	2.083	2.098	99.3	98.7	95	-1.2	CUMPLE	
79+930	I	03	26-jun.-18	0.15	6.9	7.0	8.0	2.092	2.098	99.7	99.0	95	-1.1	CUMPLE	
79+940	E	03	26-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.102	2.098	100.2	99.4	95	-0.9	CUMPLE	
79+840	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.2	7.4	2.092	2.098	99.7	95.0	95	-0.5	CUMPLE	
79+850	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.106	2.098	100.4	95.0	95	-0.7	CUMPLE	
79+860	I	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.100	2.098	100.1	95.0	95	-0.6	CUMPLE	
79+870	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.073	2.098	98.8	95.0	95	-0.6	CUMPLE	
79+880	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.087	2.098	99.5	95.0	95	-0.9	CUMPLE	
79+890	I	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.3	7.5	2.081	2.098	99.2	95.0	95	-0.6	CUMPLE	
79+900	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.5	7.6	2.052	2.098	97.8	95.0	95	-0.7	CUMPLE	
79+910	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.9	7.9	2.083	2.098	99.3	95.0	95	-1.0	CUMPLE	
79+920	I	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.4	7.5	2.077	2.098	99.0	95.0	95	-0.6	CUMPLE	
79+930	D	04	29-jun.-18	0.15	6.9	6.7	7.8	2.064	2.098	98.4	95.0	95	-0.9	CUMPLE	
79+940	E	04	29-jun.-18	0.15	6.9	7.1	8.1	2.094	2.098	99.8	95.0	95	-1.2	CUMPLE	

	N	22	22	22	22	22	22	22	22		
	SUMA	151.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	XP	6.90	6.66	7.73	2.08	2.10	99.04	96.66		95.00	0.00
	MIN	6.90	6.20	7.38	2.05	2.10	97.52	95.00		95.00	0.00
	MAX	6.90	7.20	8.14	2.11	2.10	100.38	99.38			
	DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.281	0.215	0.017	0.000	0.823	1.758			
	COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	4.213	2.781	0.831	0.000	0.831	1.819			



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción:		Relleno de plataforma				Ing. Responsable : Percy Quispe S.									
Estructura:		Subrasante				Ing. Control de Calidad :									
Via :		86+120 - 86+170 Plataforma Completa				Jefe de Laboratorio : Clydeer Jaen Q.									
Cantera :		Material granular zarandeado, 84+500 L.I.													
Ubicación prueba	Lado	N° CAPAS	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De	
					humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono				
					%	%	%	(gr/cc)		%	%				
86+120	D	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.7	9.3	2.050	2.079	98.6	98.2	95	0.0	CUMPLE	
86+130	I	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.4	9.1	2.056	2.079	98.9	98.4	95	0.2	CUMPLE	
86+140	E	01	03-ago.-18	0.25	9.3	9.0	9.5	2.029	2.079	97.6	97.4	95	-0.2	CUMPLE	
86+150	D	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.7	9.3	2.027	2.079	97.5	97.3	95	0.0	CUMPLE	
86+160	I	01	03-ago.-18	0.25	9.3	7.9	8.7	2.071	2.079	99.6	98.9	95	0.6	CUMPLE	
86+170	E	01	03-ago.-18	0.25	9.3	8.1	8.8	2.048	2.079	98.5	98.1	95	0.5	CUMPLE	
86+120	I	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.1	8.8	2.029	2.079	97.6	97.4	95	0.5	CUMPLE	
86+130	E	02	04-ago.-18	0.25	9.3	9.1	9.6	2.067	2.079	99.4	98.8	95	-0.3	CUMPLE	
86+140	D	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.5	9.1	2.052	2.079	98.7	98.2	95	0.2	CUMPLE	
86+150	I	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.3	9.0	2.069	2.079	98.5	98.1	95	0.3	CUMPLE	
86+160	E	02	04-ago.-18	0.25	9.3	8.9	9.4	2.029	2.079	97.6	97.4	95	-0.1	CUMPLE	
86+170	D	02	04-ago.-18	0.25	9.3	7.9	8.7	2.056	2.079	98.9	98.4	95	0.6	CUMPLE	

N	12	12	12	12	12	12	12		
SUMA	111.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
XP	9.30	8.47	9.11	2.05	2.08	98.45	98.05		
MIN	9.30	7.90	8.68	2.03	2.08	97.50	97.31	95.00	0.00
MAX	9.30	9.10	9.60	2.07	2.08	99.62	98.94	95.00	0.00
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.419	0.321	0.017	0.000	0.728	0.560		
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	4.943	3.517	0.806	0.000	0.740	0.571		



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción: Relleno de plataforma				Ing. Responsable : Percy Quispe S.											
Estructura: Subrasante				Ing. Control de Calidad :											
Via : 86+120 - 86+170 Plataforma Completa				Jefe de Laboratorio : Clyder Jasn Q.											
Cantera : Material granular zarandeado, 84+500 L.I.															
Localización	Ubicación prueba	Lado	N° CAPAS	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
86+120	D		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.6	9.2	2.035	2.079	97.9	97.6	95	0.1	CUMPLE
86+130	I		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.3	9.0	2.048	2.079	98.5	98.1	95	0.3	CUMPLE
86+140	E		03	06-ago.-18	0.15	9.3	9.2	9.7	2.052	2.079	98.7	98.2	95	-0.4	CUMPLE
86+150	D		03	06-ago.-18	0.15	9.3	7.9	8.7	2.069	2.079	99.5	98.9	95	0.6	CUMPLE
86+160	I		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.7	9.3	2.029	2.079	97.6	97.4	95	0.0	CUMPLE
86+170	E		03	06-ago.-18	0.15	9.3	8.5	9.1	2.050	2.079	98.6	98.2	95	0.2	CUMPLE
86+120	I		04	06-ago.-18	0.15	9.3	7.8	8.6	2.051	2.079	98.5	98.1	95	0.7	CUMPLE
86+130	E		04	06-ago.-18	0.15	9.3	8.1	8.8	2.056	2.079	98.9	98.4	95	0.5	CUMPLE
86+140	D		04	06-ago.-18	0.15	9.3	8.6	9.2	2.062	2.079	99.2	98.6	95	0.1	CUMPLE
86+150	I		04	06-ago.-18	0.15	9.3	9.2	9.7	2.050	2.079	98.6	98.2	95	-0.4	CUMPLE
86+160	E		04	06-ago.-18	0.15	9.3	8.8	9.4	2.031	2.079	97.7	97.5	95	-0.1	CUMPLE
86+170	D		04	06-ago.-18	0.15	9.3	7.6	8.5	2.033	2.079	97.8	97.5	95	0.9	CUMPLE

N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
SUMA	111.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
XP	9.30	8.44	9.09	2.05	2.08	98.46	98.05								
MIN	9.30	7.60	8.45	2.03	2.08	97.59	97.39					95.00	0.00		
MAX	9.30	9.20	9.68	2.07	2.08	99.52	98.87					95.00	0.00		
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.518	0.397	0.013	0.000	0.607	0.467								
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	6.134	4.361	0.620	0.000	0.617	0.476								



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción:		Relleno de plataforma					Ing. Responsable : Percy Quispe S.								
Estructura:		Terreno de fundación del mejoramiento					Ing. Control de Calidad :								
Vía :		54+550 - 54+660 Plataforma Completa					Jefe de Laboratorio : Clydier Jaen Q.								
Cantera :		Terreno Natural - Ceniza volcanica													
Localización	Ubicación prueba	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
	54+550	I	01	21-jul.-18	-	16.9	7.0	8.0	1.159	1.223	94.8	95.2	95	8.9	NO CUMPLE
	54+575	D	01	21-jul.-18	-	16.9	6.6	7.7	1.113	1.223	91.0	92.3	95	9.2	NO CUMPLE
	54+600	E	01	21-jul.-18	-	16.9	6.7	7.8	1.171	1.223	95.7	96.0	95	9.1	CUMPLE
	54+625	I	01	21-jul.-18	-	16.9	6.4	7.5	1.138	1.223	93.0	93.9	95	9.3	NO CUMPLE
	54+650	D	01	21-jul.-18	-	16.9	6.6	7.7	1.182	1.223	95.0	95.4	95	9.2	CUMPLE

N	5	5	5	5	5	5	5
SUMA	84.3	33.3	38.6	5.7	6.1	469.6	472.8
XP	16.86	6.66	7.73	1.15	1.22	93.92	94.56
MIN	16.86	6.40	7.53	1.11	1.22	91.01	92.32
MAX	16.86	7.00	7.99	1.17	1.22	95.75	95.97
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.219	0.168	0.023	0.000	1.904	1.464
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	3.290	2.171	2.027	0.000	2.027	1.549
						95.00	0.00
						95.00	0.00



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción:		Relleno de plataforma						Ing. Responsable : Percy Quispe S.						
Estructura:		Mejoramiento						Ing. Control de Calidad :						
Vía :		54+550 - 54+660 Plataforma Completa						Jefe de Laboratorio : Clyder Jaen Q.						
Cantera :		Material Integral, 53+670 L.D.												
Ubicación prueba	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificado	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
					humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densimetro	Laboratorio densimetro	Campo densimetro	Campo corregido a cono			
								(gr/cc)						
54+550	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.3	7.5	2.044	2.144	95.3	95.7	95	-0.2	CUMPLE
54+560	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.5	7.6	2.060	2.144	96.1	96.2	95	-0.3	CUMPLE
54+570	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.2	7.4	2.098	2.144	97.9	97.6	95	-0.1	CUMPLE
54+580	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.3	7.5	2.048	2.144	95.5	95.8	95	-0.2	CUMPLE
54+590	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.8	7.8	2.037	2.144	95.0	95.4	95	-0.5	CUMPLE
54+600	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.5	7.6	2.066	2.144	96.4	96.4	95	-0.3	CUMPLE
54+610	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.1	7.3	2.054	2.144	95.8	96.0	95	0.0	CUMPLE
54+620	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	7.1	8.1	2.045	2.144	95.4	95.7	95	-0.8	CUMPLE
54+630	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.6	7.7	2.079	2.144	97.0	96.9	95	-0.4	CUMPLE
54+640	D	01	24-jul.-18	0.30	7.3	5.9	7.1	2.065	2.144	96.3	96.4	95	0.2	CUMPLE
54+650	E	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.2	7.4	2.071	2.144	96.6	96.6	95	-0.1	CUMPLE
54+660	I	01	24-jul.-18	0.30	7.3	6.4	7.5	2.050	2.144	95.6	95.9	95	-0.2	CUMPLE

N	12	12	12	12	12	12	12
SUMA	87.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
XP	7.30	6.41	7.54	2.06	2.14	96.07	96.22
MIN	7.30	5.90	7.15	2.04	2.14	95.01	95.40
MAX	7.30	7.10	8.07	2.10	2.14	97.85	97.59
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.323	0.248	0.017	0.000	0.805	0.619
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	5.044	3.285	0.838	0.000	0.838	0.643



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción:		Relleno de plataforma						Ing. Responsable : Percy Quispe S.							
Estructura:		Mejoramiento						Ing. Control de Calidad :							
Vía :		54+550 - 54+660 Plataforma Completa						Jefe de Laboratorio : Clyder Jaen Q.							
Cantera :		Material Integral, 53+670 L.D.													
Ubicación prueba	Localización	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificado	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densimetro	Laboratorio	Campo densimetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
54+550	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.4	7.5	2.046	2.144	95.4	95.7	95	-0.2	CUMPLE	
54+560	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.061	2.144	96.1	96.3	95	-0.4	CUMPLE	
54+570	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.1	7.3	2.099	2.144	97.9	97.6	95	0.0	CUMPLE	
54+580	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.0	7.2	2.047	2.144	95.5	95.8	95	0.1	CUMPLE	
54+590	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.046	2.144	95.4	95.7	95	-0.5	CUMPLE	
54+600	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.064	2.144	96.3	96.4	95	-0.4	CUMPLE	
54+610	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.2	7.4	2.052	2.144	95.7	95.9	95	-0.1	CUMPLE	
54+620	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	7.2	8.1	2.040	2.144	95.1	95.5	95	-0.8	CUMPLE	
54+630	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.074	2.144	96.7	96.7	95	-0.5	CUMPLE	
54+640	D	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.0	7.2	2.066	2.144	96.4	96.4	95	0.1	CUMPLE	
54+650	E	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.3	7.5	2.070	2.144	96.5	96.6	95	-0.2	CUMPLE	
54+660	I	02	25-jul.-18	0.15	7.3	6.5	7.6	2.047	2.144	95.5	95.8	95	-0.3	CUMPLE	
54+550	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.062	2.144	96.2	96.3	95	-0.5	CUMPLE	
54+560	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.4	7.5	2.068	2.144	96.5	96.5	95	-0.2	CUMPLE	
54+570	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.2	7.4	2.071	2.144	96.6	96.6	95	-0.1	CUMPLE	
54+580	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.0	7.2	2.039	2.144	95.1	95.5	95	0.1	CUMPLE	
54+590	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	5.9	7.1	2.055	2.144	95.8	96.0	95	0.2	CUMPLE	
54+600	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.3	7.5	2.095	2.144	97.7	97.5	95	-0.2	CUMPLE	
54+610	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.7	7.8	2.048	2.144	95.5	95.8	95	-0.5	CUMPLE	
54+620	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.5	7.6	2.050	2.144	95.6	95.9	95	-0.3	CUMPLE	
54+630	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.1	7.3	2.055	2.144	95.8	96.0	95	0.0	CUMPLE	
54+640	D	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.066	2.144	96.4	96.4	95	-0.4	CUMPLE	
54+650	E	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.4	7.5	2.073	2.144	96.7	96.7	95	-0.2	CUMPLE	
54+660	I	03	26-jul.-18	0.15	7.3	6.6	7.7	2.054	2.144	95.8	96.0	95	-0.4	CUMPLE	

N	24	24	24	24	24	24	24
SUMA	175.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
XP	7.30	6.40	7.53	2.06	2.14	96.10	96.24
MIN	7.30	5.90	7.15	2.04	2.14	95.10	95.47
MAX	7.30	7.20	8.14	2.10	2.14	97.90	97.62
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.309	0.236	0.015	0.000	0.718	0.552
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	4.818	3.137	0.747	0.000	0.747	0.574



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa															
Tramo II: Km 35+000 - 153+500															
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler															
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)															
Descripción: Relleno de plataforma				Ing. Responsable: Percy Quispe S.											
Estructura: Terreno de fundación del mejoramiento				Ing. Control de Calidad:											
Via: 68+820 - 68+920 Plataforma Completa				Jefe de Laboratorio: Cyder Jaen Q.											
Cantera: Terreno Natural - Ceniza volcanica															
Localización	Ubicación prueba	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca Campo densimetro	Laboratorio	% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
						humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida			Campo densimetro	Campo corregido a cono			
						%	%	%	(gr/cc)		%	%			
	68+820	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.9	7.9	1.145	1.245	92.0	93.1	95	9.3	NO CUMPLE
	68+830	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.4	7.5	1.155	1.245	92.8	93.7	95	9.7	NO CUMPLE
	68+840	E	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.6	7.7	1.192	1.245	95.7	96.0	95	9.5	CUMPLE
	68+850	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.3	7.5	1.177	1.245	94.5	95.0	95	9.7	NO CUMPLE
	68+860	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.5	7.6	1.189	1.245	95.5	95.8	95	9.6	CUMPLE
	68+870	E	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.7	7.8	1.173	1.245	94.2	94.8	95	9.4	NO CUMPLE
	68+880	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.5	7.6	1.180	1.245	94.8	95.2	95	9.6	NO CUMPLE
	68+890	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.3	7.5	1.162	1.245	93.3	94.1	95	9.7	NO CUMPLE
	68+900	E	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.8	7.8	1.182	1.245	94.9	95.3	95	9.4	NO CUMPLE
	68+910	I	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.9	7.9	1.182	1.245	94.9	95.3	95	9.3	NO CUMPLE
	68+920	D	01	15-jun.-18	0.20	17.2	6.2	7.4	1.181	1.245	94.9	95.3	95	9.8	NO CUMPLE

N	11	11	11	11	11	11	11
SUMA	189.2	72.1	84.1	12.9	13.7	1037.6	1043.6
XP	17.20	6.55	7.65	1.17	1.25	94.33	94.87
MIN	17.20	6.20	7.38	1.15	1.25	91.97	93.06
MAX	17.20	6.90	7.91	1.19	1.25	95.74	95.96
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.246	0.189	0.015	0.000	1.169	0.899
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	3.760	2.466	1.239	0.000	1.239	0.947



Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa														
Tramo II: Km 35+000 - 153+500														
DENSIDAD IN SITU - Metodología cono de Arena y/o Troxler														
(MTC E-117, E-125 / ASTM D-2922, ASTM D-3017 / AASHTO T-238)														
Descripción: Relleno de plataforma										Ing. Responsable : Percy Quijape S.				
Estructura: Mejoramiento										Ing. Control de Calidad :				
Via : 68+820 - 68+920 Plataforma Completa										Jefe de Laboratorio : Clydeer Jaen Q.				
Cantera : Material Integral, Cantera Ceniza Km. 53+670 L.D.														
Ubicación prueba	Lado	N° Capas	Fecha	Espesor (m)	Contenido de Humedad			Máxima Densidad Seca		% Compactación		% especificación	H. OPTIMA - CAMPO	Di > De
					humedad optima	humedad campo	humedad campo corregida	Campo densímetro	Laboratorio	Campo densímetro	Campo corregido a cono			
					%	%	%	(gr/cc)		%	%			
68+820	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.185	2.146	95.2	95.5	95	9.3	CUMPLE
68+830	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.4	7.5	1.185	2.146	95.2	95.5	95	9.7	CUMPLE
68+840	E	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.6	7.7	1.192	2.146	95.7	96.0	95	9.5	CUMPLE
68+850	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.3	7.5	1.187	2.146	95.3	95.7	95	9.7	CUMPLE
68+860	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.5	7.6	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.6	CUMPLE
68+870	E	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.7	7.8	1.183	2.146	95.0	95.4	95	9.4	CUMPLE
68+880	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.5	7.6	1.194	2.146	95.9	96.1	95	9.6	CUMPLE
68+890	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.3	7.5	1.188	2.146	95.4	95.7	95	9.7	CUMPLE
68+900	E	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.8	7.8	1.190	2.146	95.6	95.8	95	9.4	CUMPLE
68+910	I	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.187	2.146	95.3	95.7	95	9.3	CUMPLE
68+920	D	01	20-jun.-18	0.20	7.1	6.2	7.4	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.8	CUMPLE
68+820	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.4	7.5	1.199	2.146	96.3	96.4	95	9.7	CUMPLE
68+830	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.6	7.7	1.184	2.146	95.1	95.5	95	9.5	CUMPLE
68+840	E	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.3	CUMPLE
68+850	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.1	7.3	1.188	2.146	95.4	95.7	95	9.9	CUMPLE
68+860	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.8	7.8	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.4	CUMPLE
68+870	E	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.7	7.8	1.186	2.146	95.3	95.6	95	9.4	CUMPLE
68+880	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.2	7.4	1.189	2.146	95.5	95.8	95	9.8	CUMPLE
68+890	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.6	7.7	1.193	2.146	95.8	96.0	95	9.5	CUMPLE
68+900	E	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.9	7.9	1.197	2.146	96.1	96.3	95	9.3	CUMPLE
68+910	I	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.4	7.5	1.186	2.146	95.3	95.6	95	9.7	CUMPLE
68+920	D	02	20-jun.-18	0.20	7.1	6.1	7.3	1.190	2.146	95.6	95.8	95	9.9	CUMPLE

N	22	22	22	22	22	22	22
SUMA	156.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
XP	7.10	6.54	7.64	1.19	2.15	95.51	95.78
MIN	7.10	6.10	7.30	1.18	2.15	95.02	95.41
MAX	7.10	6.90	7.91	1.20	2.15	96.31	96.40
DESVIACION ESTANDAR	0.000	0.268	0.205	0.004	0.000	0.322	0.247
COEFICIENTE DE VARIACION	0.000	4.104	2.691	0.337	0.000	0.337	0.258

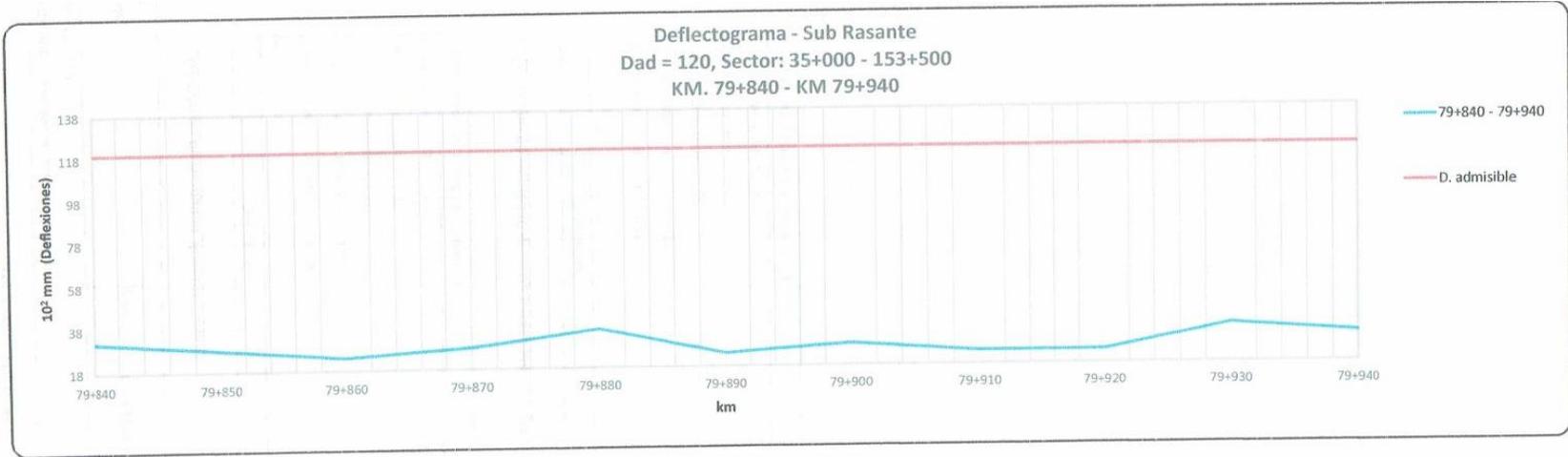


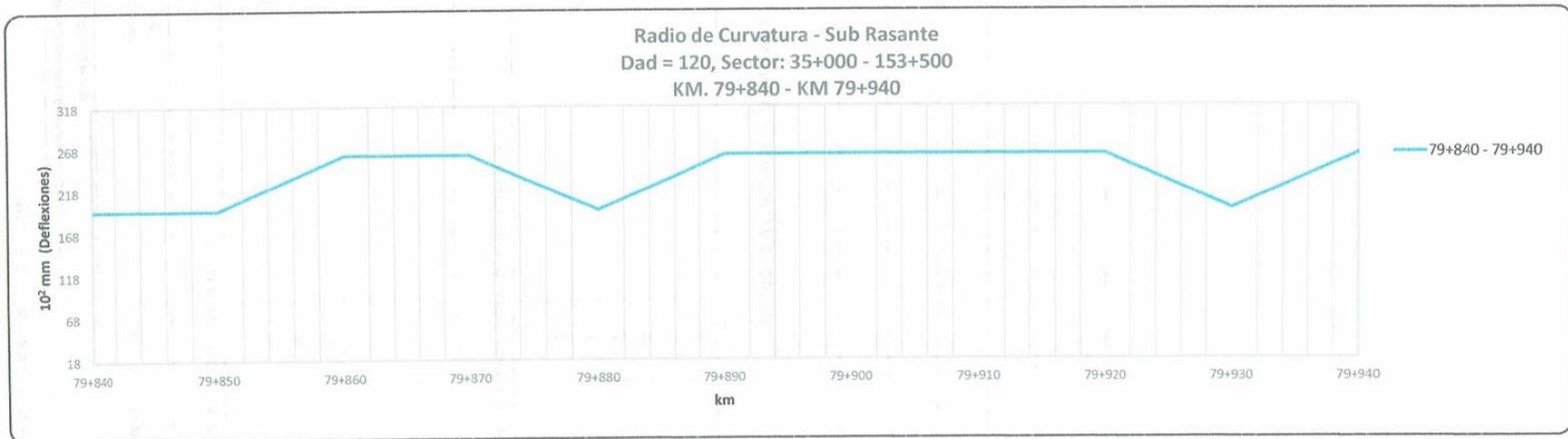
8.8. Ensayo de deflectometría para cada tramo de prueba después de mejorarla.

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 1.00 m)														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Carga Eje:	4160	Kg	
SECTOR :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500										Presión:	80	PSI	
VIA :	Moquegua - Arequipa										Factor Conversión:	4		
Carril :	Derecho										Factor Estacional:	1		
PROGRESIVA :	79+840 - 79+940													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
79+840	05-sep.-18	0.0	2.0	3.0	4.0	7.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	25	0.30
79+850	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	0.0	3.0	28	12	195	25	0.30
79+860	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+870	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	0.0	4.0	28	16	260	25	0.30
79+870	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	0.0	4.0	28	16	260	25	0.30
79+880	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30
79+880	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30
79+890	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+890	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+900	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	0.0	4.0	28	16	260	25	0.30
79+900	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	0.0	4.0	28	16	260	25	0.30
79+910	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+910	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+920	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+920	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	25	0.30
79+930	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30
79+930	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30
79+940	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	0.0	5.0	32	20	260	25	0.30

N	11	11	11
Σ	316	168	2604
PROMEDIO:	28.7	15.3	236.7
MINIMO	24	12	195
MAXIMO	36	20	260
DESVIACION ESTÁNDAR	4.7	3.5	32.8
VARIANZA	21.8	12.2	1078.9
COEFICIENTE DE VAR.	16.3	22.9	13.9
VALOR CARACTERISTICO	36.4	21.0	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 1.00m)

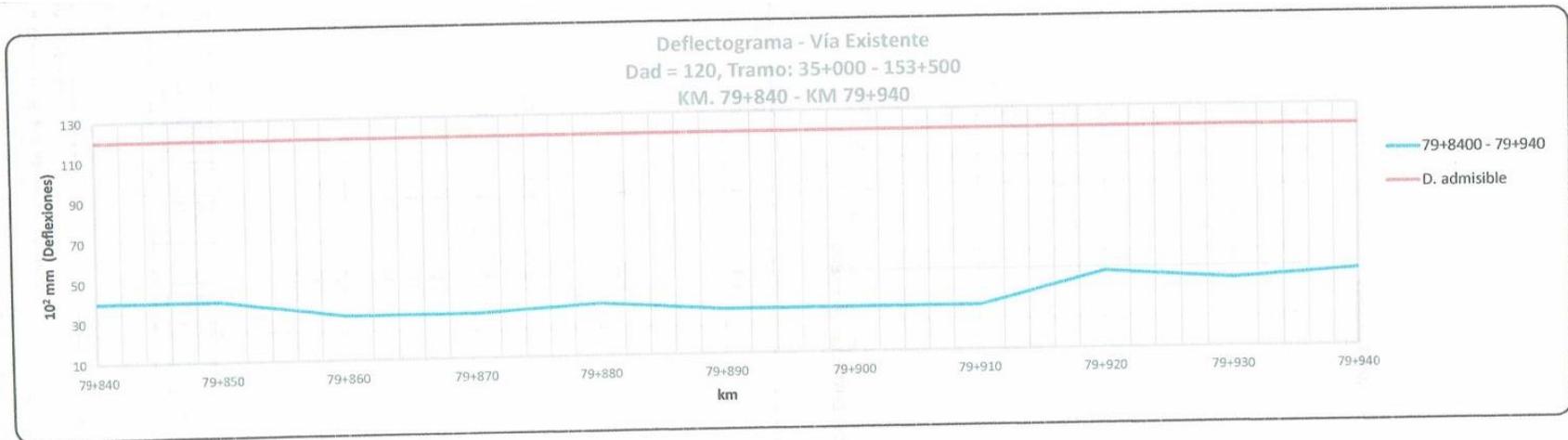
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Izquierdo*
 PROGRESIVA : *79+840 - 79+940*

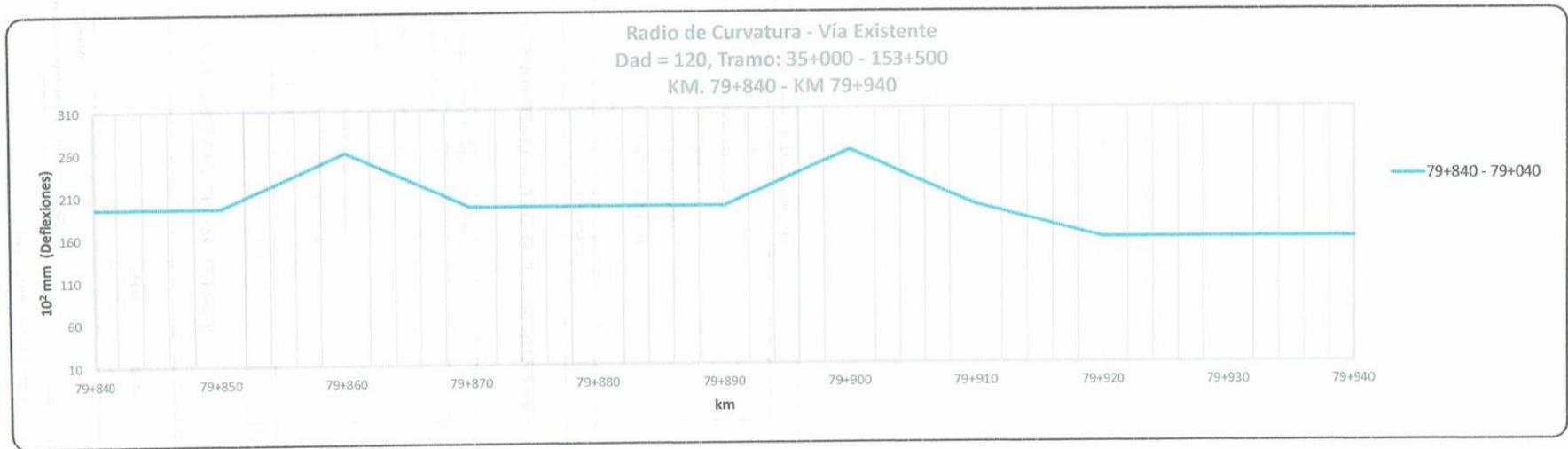
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Esesor SR
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	SR (m)
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
79+840	05-sep.-18	0.0	3.0	4.0	5.0	7.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	25	0.30
79+850	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	26	0.30
79+860	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	6.0	7.0	8.0	0.0	5.0	32	20	260	26	0.30
79+870	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	26	0.30
79+880	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	26	0.30
79+890	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	26	0.30
79+900	05-sep.-18	0.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	0.0	5.0	32	20	260	26	0.30
79+910	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	26	0.30
79+920	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.30
79+930	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	0.0	6.0	44	24	156	26	0.30
79+940	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.30

N	11	11	11
Σ	416	236	2161
PROMEDIO:	37.8	21.5	196.5
MINIMO	32	16	156
MAXIMO	48	28	260
DESVIACION ESTÁNDAR	6.5	4.5	36.1
VARIANZA	42.8	20.1	1303.9
COEFICIENTE DE VAR.	17.3	20.9	18.4
VALOR CARACTERISTICO	48.6	28.8	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.80 m)

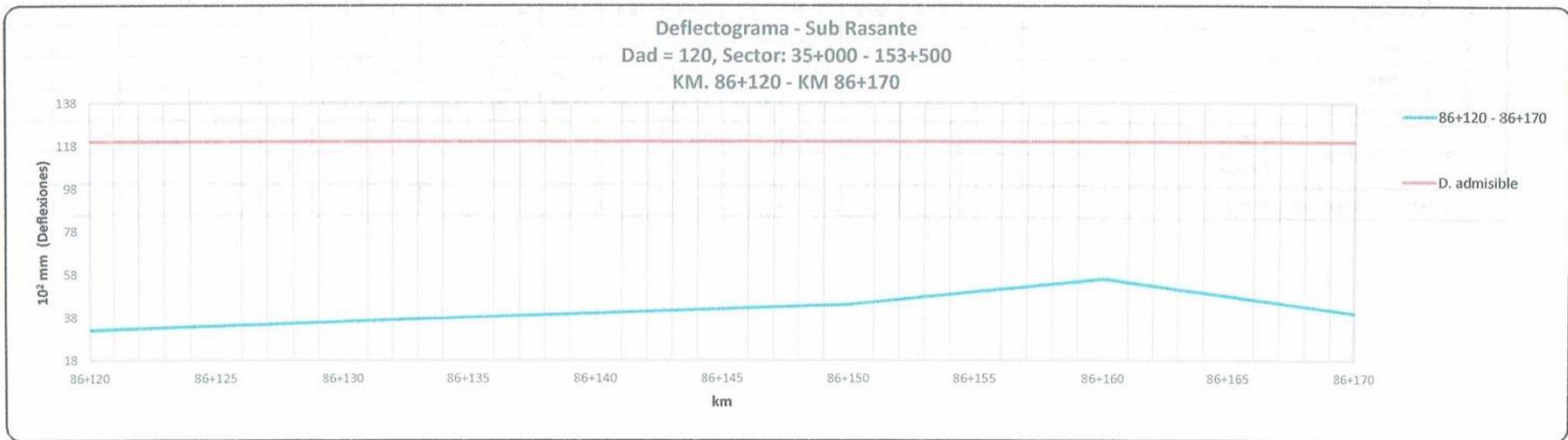
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Derecho*
 PROGRESIVA : *86+120 - 86+170*

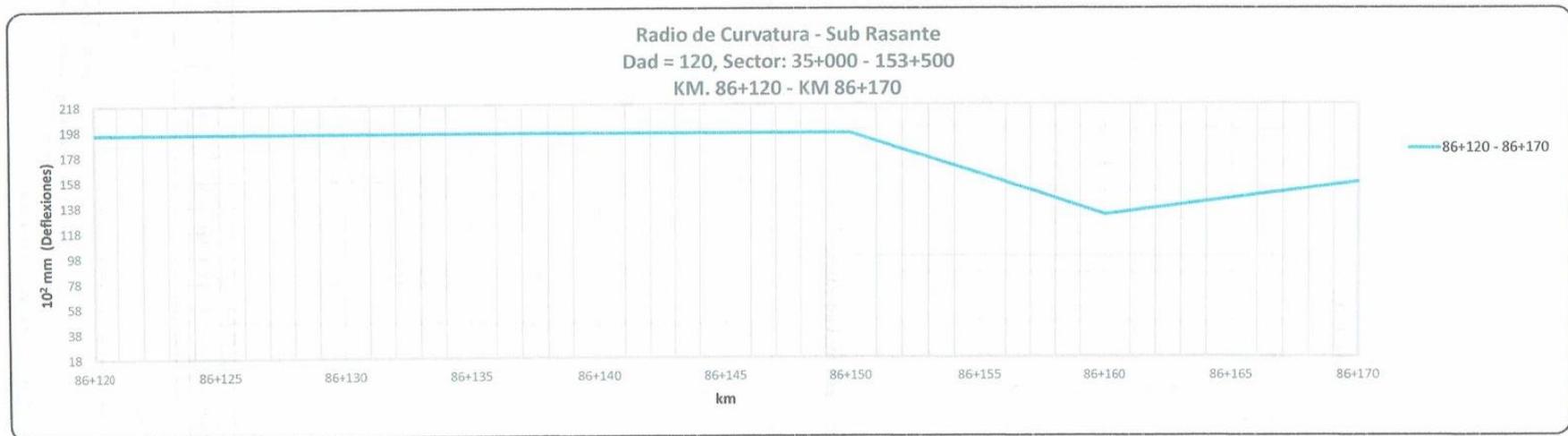
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
86+120	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	0.0	4.0	32	16	195	25	0.30
86+130	05-sep.-18	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	25	0.30
86+140	05-sep.-18	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	25	0.30
86+150	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	0.0	7.0	44	28	195	25	0.30
86+160	05-sep.-18	0.0	3.0	5.0	7.0	10.0	14.0	0.0	8.0	56	32	130	25	0.30
86+170	05-sep.-18	0.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10.0	0.0	5.0	40	20	156	25	0.30

N	6	6	6
Σ	248	140	1068
PROMEDIO:	41.3	23.3	178.0
MINIMO	32	16	130
MAXIMO	56	32	195
DESVIACION ESTÁNDAR	8.3	5.9	28.1
VARIANZA	68.3	34.7	791.2
COEFICIENTE DE VAR.	20.0	25.2	15.8
VALOR CARACTERISTICO	54.9	33.0	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.80m)

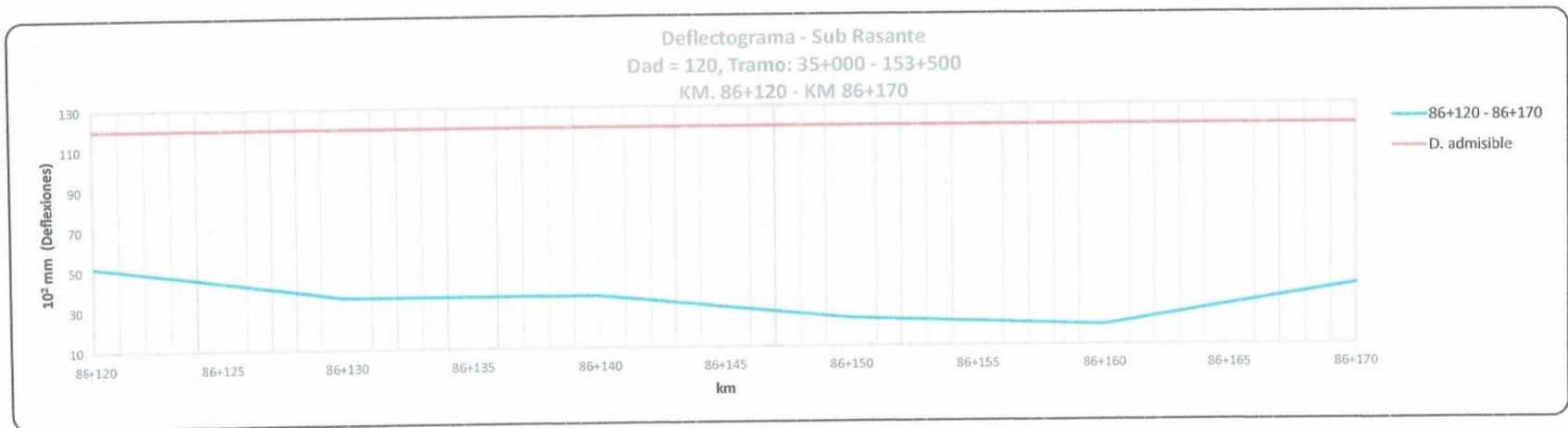
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Izquierdo*
 PROGRESIVA : *86+120 - 86+170*

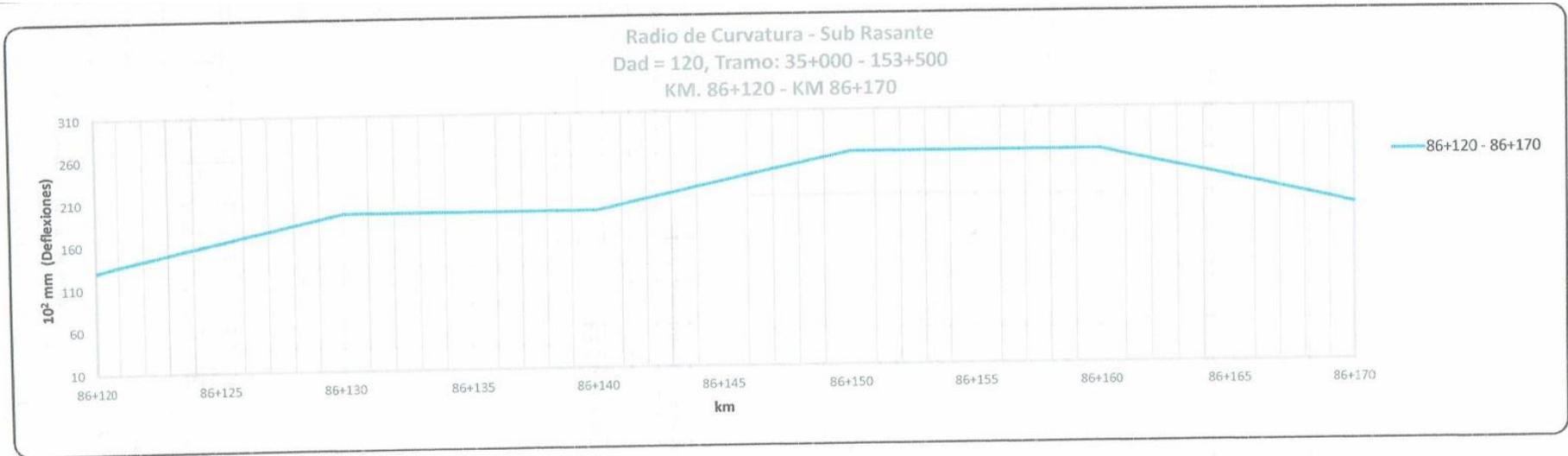
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
86+120	05-sep.-18	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	13.0	0.0	7.0	52	28	130	25	0.30
86+130	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	26	0.30
86+140	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	0.0	5.0	36	20	195	26	0.30
86+150	05-sep.-18	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	0.0	3.0	24	12	260	26	0.30
86+160	05-sep.-18	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	0.0	2.0	20	8	260	26	0.30
86+170	05-sep.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	6.0	40	24	195	26	0.30

N	6	6	6
Σ	208	112	1237
PROMEDIO:	34.7	18.7	206.2
MINIMO	20	8	130
MAXIMO	52	28	260
DESVIACION ESTÁNDAR	11.5	7.4	49.0
VARIANZA	132.3	55.5	2401.8
COEFICIENTE DE VAR.	33.2	39.9	23.8
VALOR CARACTERISTICO	53.6	30.9	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.60 m)

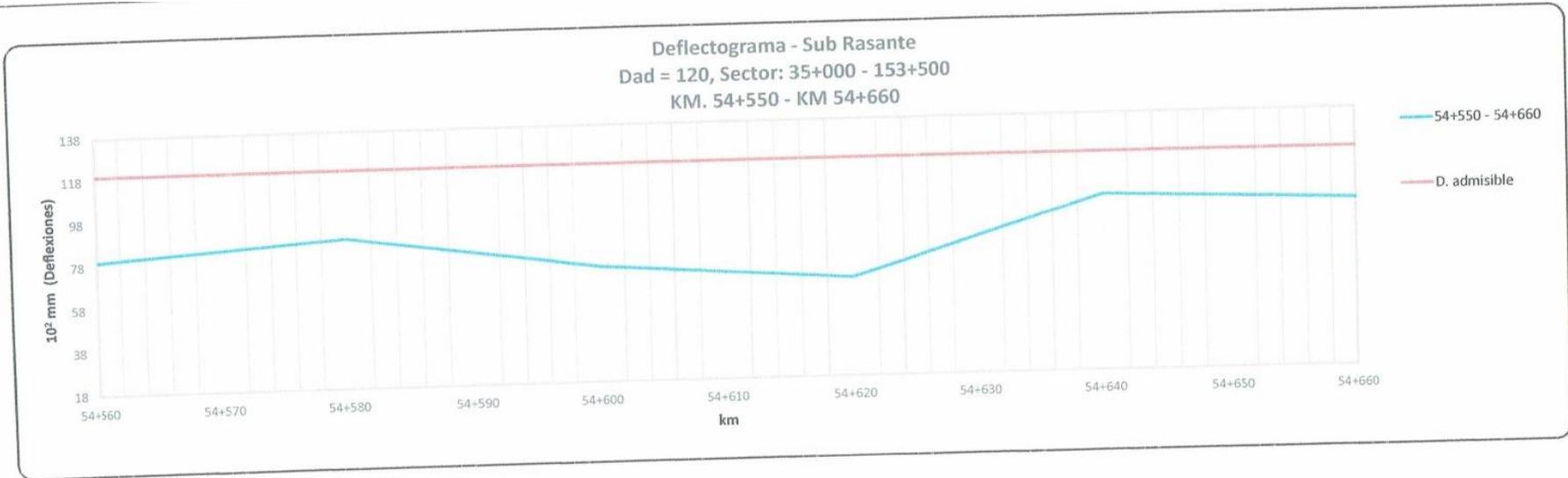
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Derecho*
 PROGRESIVA : *54+550 - 54+660*

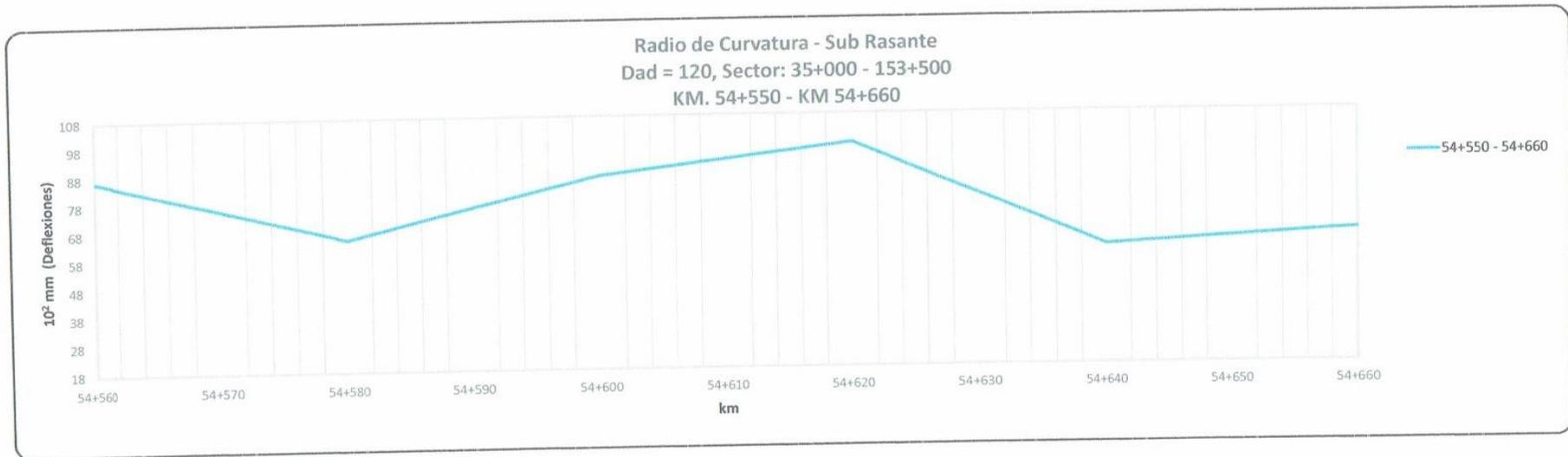
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
54+560	29-jul.-18	0.0	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	0.0	11.0	80	44	87	25	0.30
54+580	29-jul.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	22.0	0.0	10.0	88	40	65	25	0.30
54+600	29-jul.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	14.0	18.0	0.0	9.0	72	36	87	25	0.30
54+620	29-jul.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	16.0	0.0	8.0	64	32	98	25	0.30
54+640	29-jul.-18	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	0.0	12.0	100	48	60	25	0.30
54+660	29-jul.-18	0.0	6.0	11.0	16.0	19.0	24.0	0.0	12.0	96	48	65	25	0.30

N	6	6	6
Σ	500	248	462
PROMEDIO:	83.3	41.3	76.9
MINIMO	64	32	60
MAXIMO	100	48	98
DESVIACION ESTÁNDAR	14.0	6.5	15.4
VARIANZA	194.7	42.7	237.5
COEFICIENTE DE VAR.	16.7	15.8	20.0
VALOR CARACTERISTICO	106.3	52.1	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.60m)

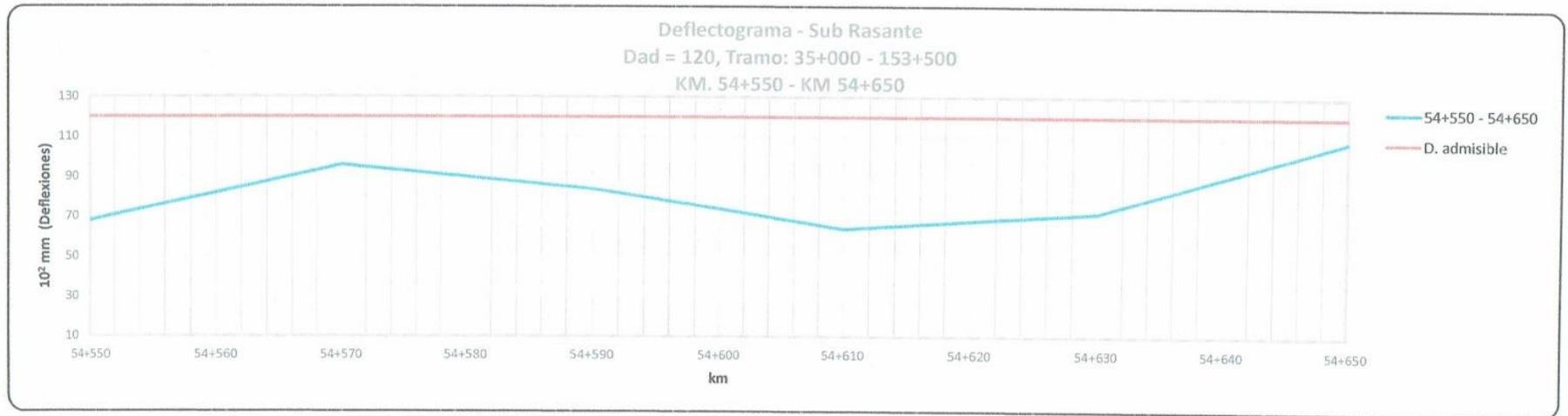
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Izquierdo*
 PROGRESIVA : *54+550 - 54+660*

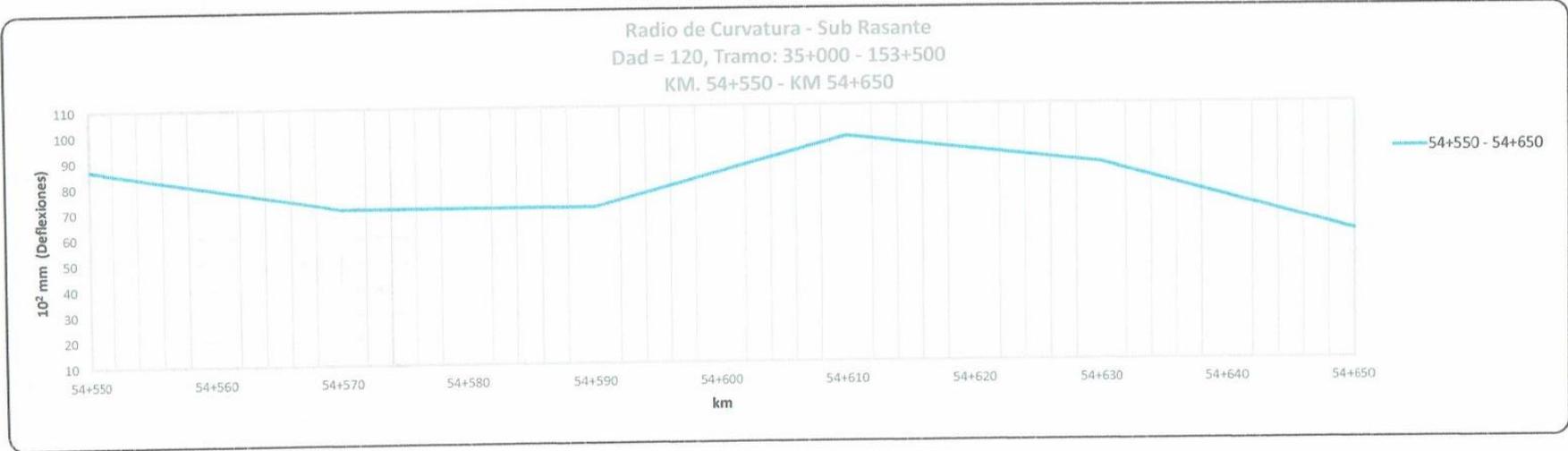
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
54+550	29-jul.-18	0.0	4.0	7.0	11.0	14.0	17.0	0.0	8.0	68	32	87	25	0.30
54+570	29-jul.-18	0.0	6.0	10.0	15.0	20.0	24.0	0.0	13.0	96	52	71	25	0.30
54+590	29-jul.-18	0.0	5.0	10.0	14.0	17.0	21.0	0.0	10.0	84	40	71	25	0.30
54+610	29-jul.-18	0.0	4.0	9.0	11.0	14.0	16.0	0.0	8.0	64	32	98	25	0.30
54+630	29-jul.-18	0.0	4.0	8.0	12.0	15.0	18.0	0.0	9.0	72	36	87	25	0.30
54+650	29-jul.-18	0.0	6.0	12.0	16.0	23.0	27.0	0.0	14.0	108	56	60	25	0.30

N	6	6	6
Σ	492	248	473
PROMEDIO:	82.0	41.3	78.9
MINIMO	64	32	60
MAXIMO	108	56	98
DESVIACION ESTÁNDAR	17.3	10.3	13.8
VARIANZA	299.2	106.7	190.9
COEFICIENTE DE VAR.	21.1	25.0	17.5
VALOR CARACTERISTICO	110.5	58.3	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.40 m)

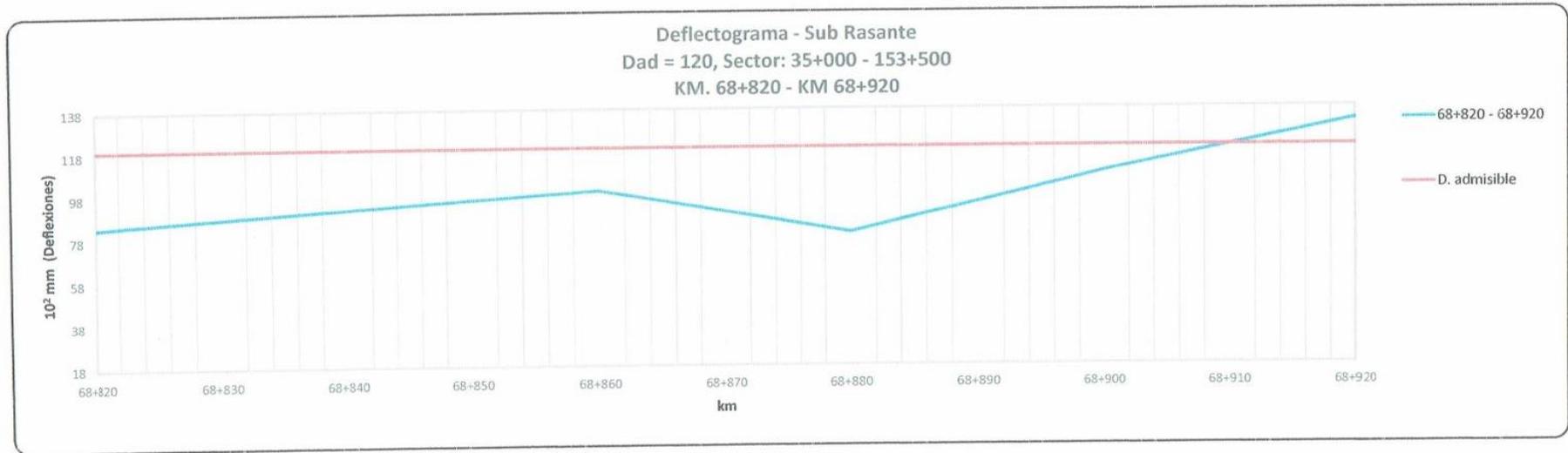
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Derecho*
 PROGRESIVA : *68+820 - 68+920*

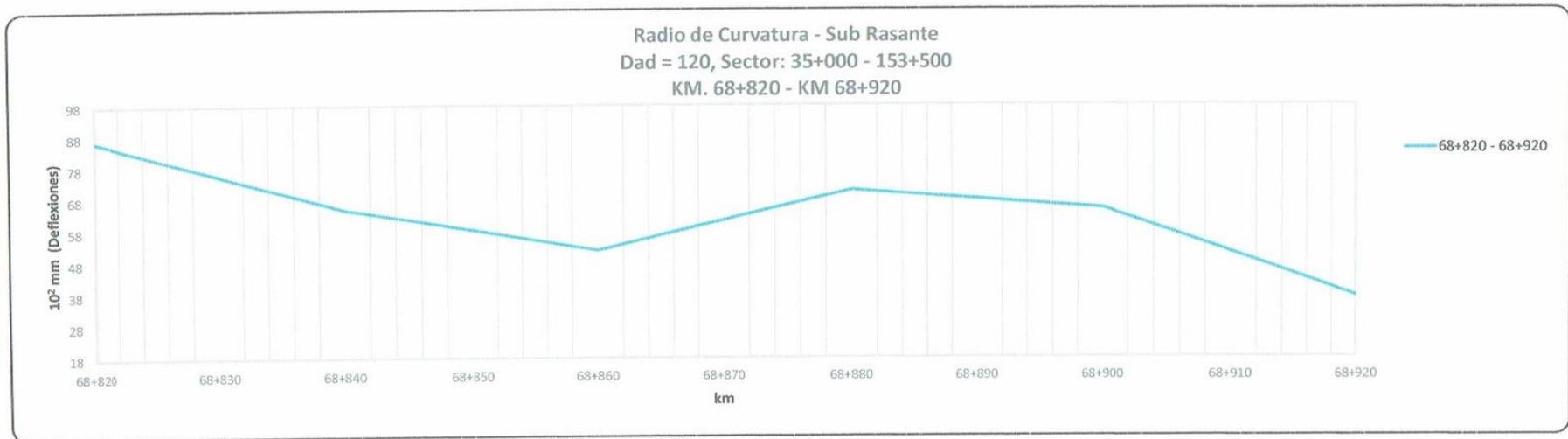
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
68+820	23-jun.-18	0.0	3.0	7.0	11.0	15.0	21.0	0.0	12.0	84	48	87	25	0.30
68+840	23-jun.-18	0.0	4.0	8.0	12.0	16.0	23.0	0.0	11.0	92	44	65	25	0.30
68+860	23-jun.-18	0.0	4.0	7.0	9.0	15.0	25.0	0.0	10.0	100	40	52	25	0.30
68+880	23-jun.-18	0.0	2.0	7.0	8.0	13.0	20.0	0.0	9.0	80	36	71	25	0.30
68+900	23-jun.-18	0.0	7.0	12.0	17.0	22.0	27.0	0.0	15.0	108	60	65	25	0.30
68+920	23-jun.-18	0.0	13.0	18.0	23.0	28.0	33.0	0.0	12.0	132	48	37	25	0.30

N	6	6	6
Σ	596	276	377
PROMEDIO:	99.3	46.0	62.9
MINIMO	80	36	37
MAXIMO	132	60	87
DESVIACION ESTÁNDAR	19.0	8.3	16.9
VARIANZA	361.1	68.8	284.9
COEFICIENTE DE VAR.	19.1	18.0	26.8
VALOR CARACTERISTICO	130.6	59.6	
VALOR ADMISIBLE	120.0		







**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de Subrasante (Tramo de Prueba - Mejoramiento 0.40m)

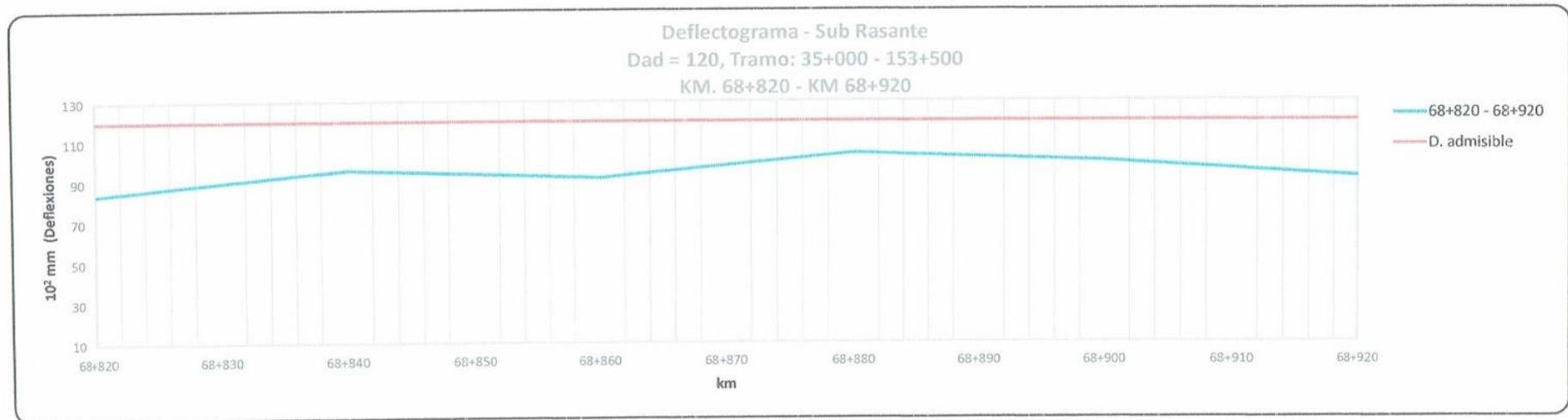
PROYECTO : *Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 35+000 - 153+500*
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Izquierdo*
 PROGRESIVA : *68+820 - 68+920*

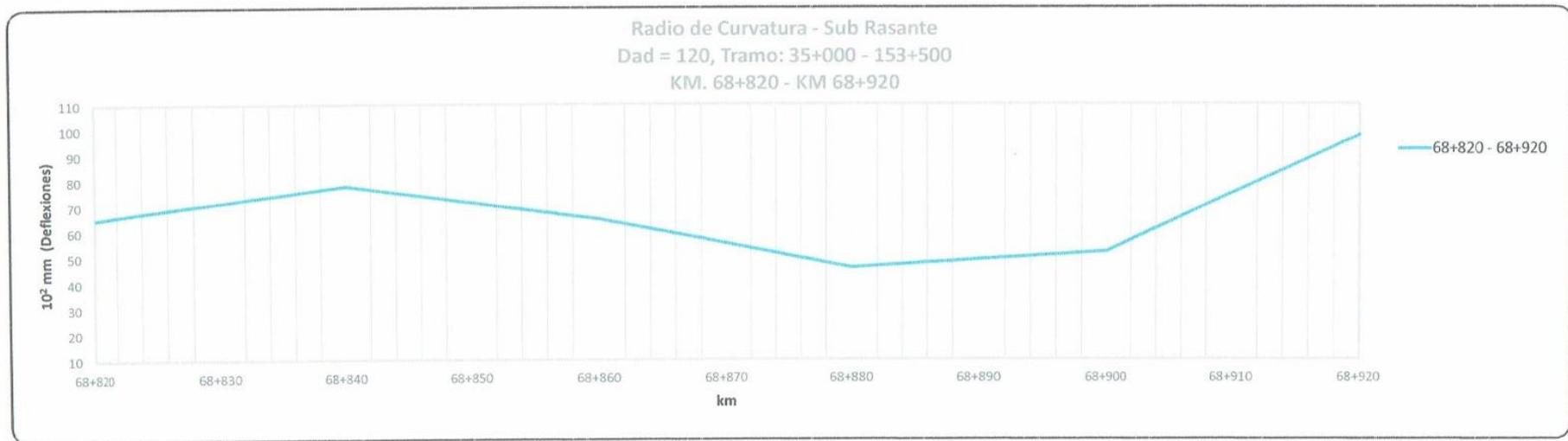
Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
68+820	23-jun.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	21.0	0.0	9.0	84	36	65	25	0.30
68+840	23-jun.-18	0.0	7.0	11.0	15.0	19.0	24.0	0.0	14.0	96	56	78	25	0.30
68+860	23-jun.-18	0.0	6.0	10.0	14.0	18.0	23.0	0.0	11.0	92	44	65	25	0.30
68+880	23-jun.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	26.0	0.0	9.0	104	36	46	25	0.30
68+900	23-jun.-18	0.0	5.0	9.0	13.0	17.0	25.0	0.0	10.0	100	40	52	25	0.30
68+920	23-jun.-18	0.0	7.0	11.0	15.0	19.0	23.0	0.0	15.0	92	60	98	25	0.30

N	6	6	6
Σ	568	272	404
PROMEDIO:	94.7	45.3	67.3
MINIMO	84	36	46
MAXIMO	104	60	98
DESVIACION ESTÁNDAR	7.0	10.3	18.6
VARIANZA	49.1	106.7	347.1
COEFICIENTE DE VAR.	7.4	22.8	27.7
VALOR CARACTERISTICO	106.2	62.3	
VALOR ADMISIBLE	120.0		



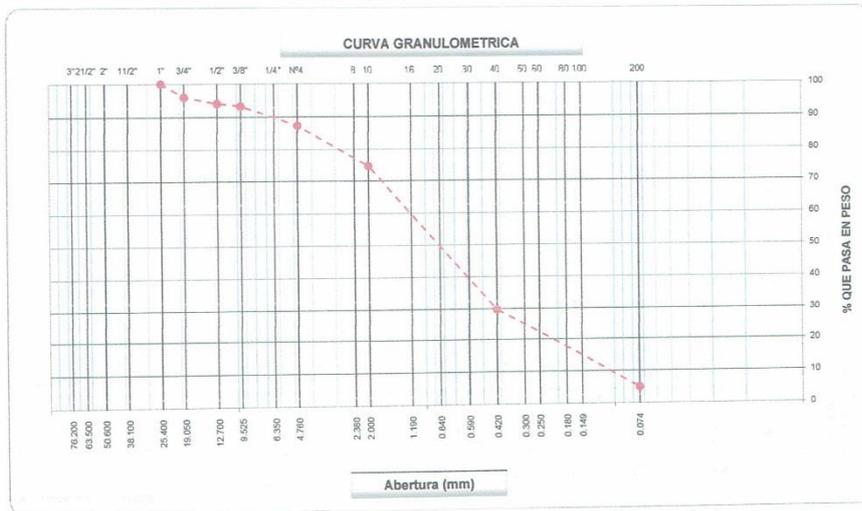




8.9. Ensayo de CBR para cada tramo de prueba antes de mejorarla

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						
FORMATO						
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO						
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)						
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa					Codigo Ensayo N° :	
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500						
Sector: 79+840 - 79+940		Calicata : M 01		Fecha : 13/06/2018		Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : CENIZA VOLCANICA		Prof. : De 0.00 m a 1.00 m				Ing. Control Calidad : -
Km: 79+890 P.C.		Estrato				Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 920.3
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 1"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 3/4"
1"	25.400				100.0		Grava (%) 12.6
3/4"	19.000	37.0	4.0	4.0	96.0		Arena (%) 87.4
1/2"	12.700	18.1	2.0	6.0	94.0		Finos (%) 4.9
3/8"	9.520	7.1	0.8	6.8	93.2		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	54.0	5.9	12.6	87.4		Limite Liquido (%) 22.87
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) NP
N° 10	2.000	116.6	12.7	25.3	74.7		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.190						Clasificación SUCS SP
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	413.8	45.0	70.3	29.7		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074	228.4	24.8	95.1	4.9		5. Observaciones (Fuente de Normalización)
Pasante		45.3	4.9	100.0			Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO
CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>		Codigo Ensayo N° :	
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			
Sector: <i>79+840 - 79+940</i>	Calicata : <i>M 01</i>	Fecha : <i>13/06/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 1.00 m</i>		Ing. Control Calidad : <i>-</i>
Km: <i>79+890.0 P.C.</i>	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	156.2	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1237.5	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1076.5	
Peso del agua contenida (gr)	161.00	
Peso de la muestra seca (gr)	920.30	
Contenido de Humedad (%)	17.49	
Contenido de Humedad Promedio (%)	17.49	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :		
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector: <i>79+840 - 79+940</i>	Calicata : <i>M 01</i>	Fecha : <i>13/06/2018</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>	
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>	Prof. : <i>De 0,00 m a 1,00 m</i>			Ing. Control Calidad :	
Km: <i>79+890,0 P.C.</i>	Estrato			Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>	

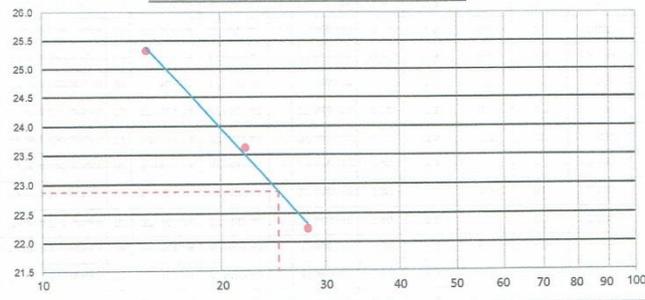
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		35	36	37	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	44.67	37.45	44.69	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	41.15	33.67	40.42	
Peso de Tarro	gr.	27.25	17.67	21.22	
Peso de Agua	gr.	3.52	3.78	4.27	
Peso del Suelo Seco	gr.	13.90	16.00	19.20	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	25.32	23.63	22.24	22.87
Numero de Golpes		16	22	28	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	22.87
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

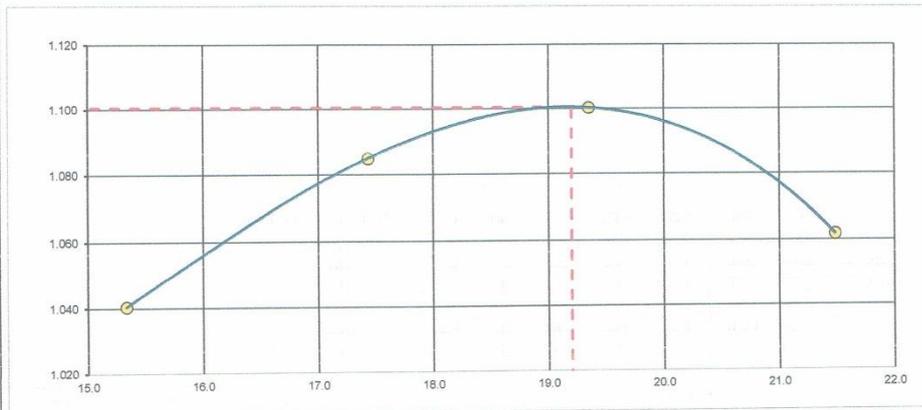
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector : 79+840 - 79+940	Calicata : 01	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : CENIZA VOLCANICA	Prof. : De 0.00 m a 1.00 m		Ing. Control Calidad :		
Km: 79+890.0	P.C.	Estrato	Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde		N° de capas		
			945	m3.	5		
			Peso Molde	3696	gr.	N° de golpes	25Glp.
NUMERO DE ENSAYOS				1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.		4,830	4,900	4,937	4,915	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		1,134	1,204	1,241	1,219	
Peso Volumetrico Humedo	gr.		1,200	1,274	1,313	1,290	
Recipiente Numero			-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		504.80	480.30	428.40	413.20	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		455.30	430.20	380.90	366.00	
Peso de la Tara	gr.		132.50	142.80	135.40	146.30	
Peso del agua	gr.		49.5	50.1	47.5	47.2	
Peso del suelo seco	gr.		323	287	246	220	
Contenido de agua	%		15.3	17.4	19.3	21.5	
Densidad Seca	gr/cc		1.040	1.065	1.100	1.062	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.101	(gr/cm3)	Humedad óptima	19.20	%
----------------------	-------	----------	----------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO															
FORMATO															
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)															
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>										Codigo Ensayo N° :					
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>															
Sector: <i>79+840 79+940</i>		Calicata : <i>01</i>		Fecha : <i>13/05/2018</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>									
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>		Prof. : <i>De 0.00 m a 1.00 m</i>				Ing. Control Calidad :									
Km: <i>79+890.0</i>		P.C.		Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jeen Q.</i>									
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	26			27			28								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11820.0				11558.0				11385.0						
Peso de molde (g)	8380.0				8305.0				8312.0						
Peso del suelo húmedo (g)	3440.0				3252.0				3073.0						
Volumen del molde (cm³)	2114.0				2107.0				2101.0						
Densidad húmeda (g/cm³)	1.627				1.643				1.463						
Tara (N°)															
Peso suelo húmedo + tara (g)	596.90				571.10				602.10						
Peso suelo seco + tara (g)	522.80				509.00				535.70						
Peso de tara (g)	110.80				110.30				110.70						
Peso de agua (g)	64.30				62.10				66.40						
Peso de suelo seco (g)	411.80				398.70				425.00						
Contenido de humedad (%)	15.51				15.58				15.62						
Densidad seca (g/cm³)	1.407				1.335				1.265						
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
NO EXPANSIVO															
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-26		MOLDE N°		M-27		MOLDE N°		M-28	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		36	36.00			25	25.00			17	17.00			
1.270	0.050		78	78.00			55	55.00			33	33.00			
1.905	0.075		140	140.00			86	86.00			68	68.00			
2.540	0.100	70.455	223	223.00	250.11	17.7	136	136.00	162.41	11.5	96	96.00	101.98	7.2	
3.810	0.150		356	356.00			224	224.00			147	147.00			
5.080	0.200	105.68	488	488.00	493.98	23.3	322	322.00	358.87	16.9	205	205.00	216.94	10.2	
6.350	0.250		596	596.00			433	433.00			263	263.00			
7.620	0.300		691	691.00			524	524.00			321	321.00			
10.160	0.400		800	800.00			665	665.00			414	414.00			
12.700	0.500		865.0	865.00			740.0	740.00			488.0	488.00			



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

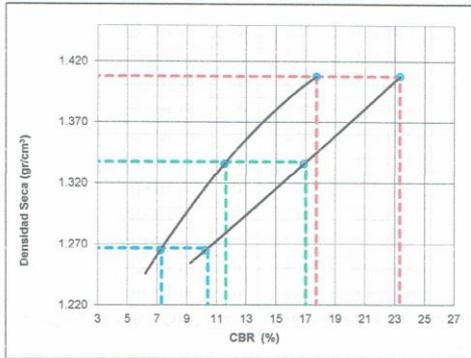
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector :	79+840 79+940	Calicata :	01	Fecha :	13/06/2018
Material :	CENIZA VOLCANICA	Prof. :	De 0.00 m a 1.00 m	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Km:	79+890.0 P.C.	Estrato		Ing. Control Calidad :	
				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

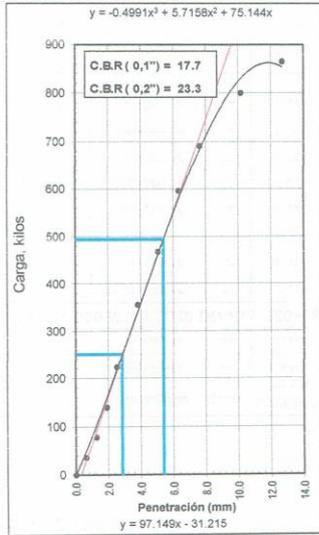


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.101
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 19.20
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.045
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 0.991

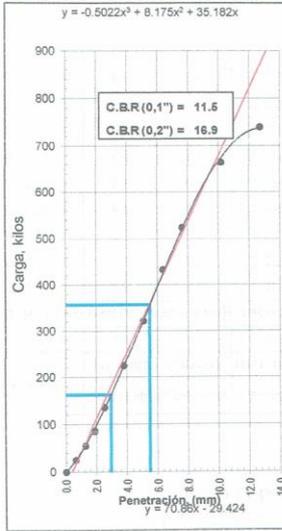
RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 17.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 11.6 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	= 7.3 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 23.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 17.0 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	= 10.4 %

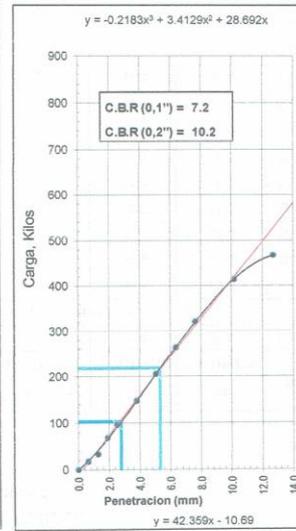
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES

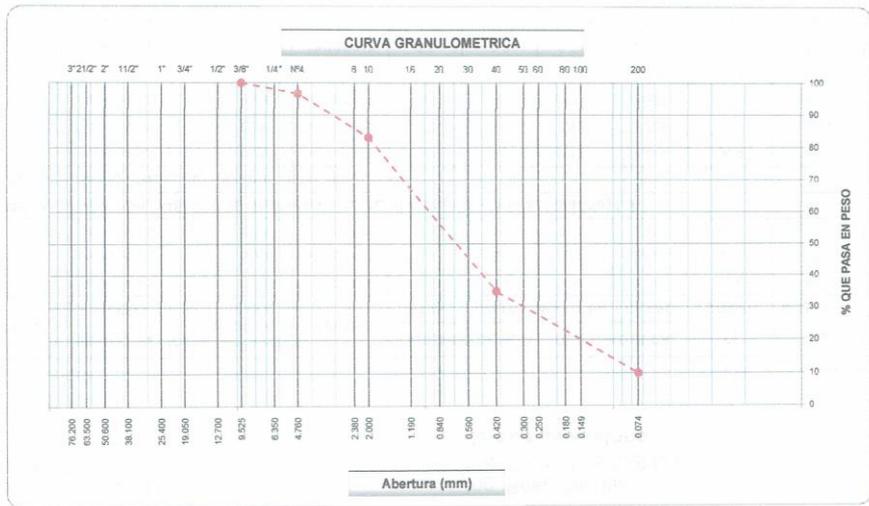


EC = 12 GOLPES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
FORMATO							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>						Codigo Ensayo N° :	
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>							
Sector: <i>86+120 - 86+170</i>		Calicata : <i>M 01</i>		Fecha : <i>1/09/2018</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>	
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>		Prof. : <i>De 0.00 m a 0.80 m</i>				Ing. Control Calidad : <i>-</i>	
Km: <i>86+140 L.D.</i>		Estrato				Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 965.2
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 3.3
3/4"	19.000						Arena (%) 96.7
1/2"	12.700						Finos (%) 10.0
3/8"	9.520				100.0		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750	32.1	3.3	3.3	96.7		Limite Liquido (%) 19.21
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) NP
N° 10	2.000	130.2	13.5	16.8	83.2		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS SP-SM
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-1-b (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	465.2	48.2	65.0	35.0		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	241.1	25.0	90.0	10.0		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		96.6	10.0	100.0			



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :
Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 86+120 - 86+170	Calicata : M 01	Fecha : 1/09/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : CENIZA VOLCANICA	Prof. : De 0.00 m a 0.80 m		Ing. Control Calidad : -
Km: 86+140.0 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	59,8	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	630,4	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	598,7	
Peso del agua contenida (gr)	31,70	
Peso de la muestra seca (gr)	538,90	
Contenido de Humedad (%)	6,88	
Contenido de Humedad Promedio (%)	6,88	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)			
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :
Tramo II: <i>Km 35+000 - 153+500</i>			
Sector: <i>86+120 - 86+170</i>	Calicata : <i>M 01</i>	Fecha : <i>1/09/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Material : <i>CENIZA VOLCANICA</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.80 m</i>		Ing. Control Calidad :
Km: <i>86+140.0 L.D.</i>	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		62	60	56	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	40.82	33.43	29.68	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	37.97	30.49	26.67	
Peso de Tarro	gr.	22.71	15.25	11.65	
Peso de Agua	gr.	2.85	2.94	3.01	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.26	15.24	15.02	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	18.68	19.29	20.04	19.21
Numero de Golpes		31	24	18	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				
Contenido de Humedad	%	NP	NP		Limite Plastico
					NP



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	19.21
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

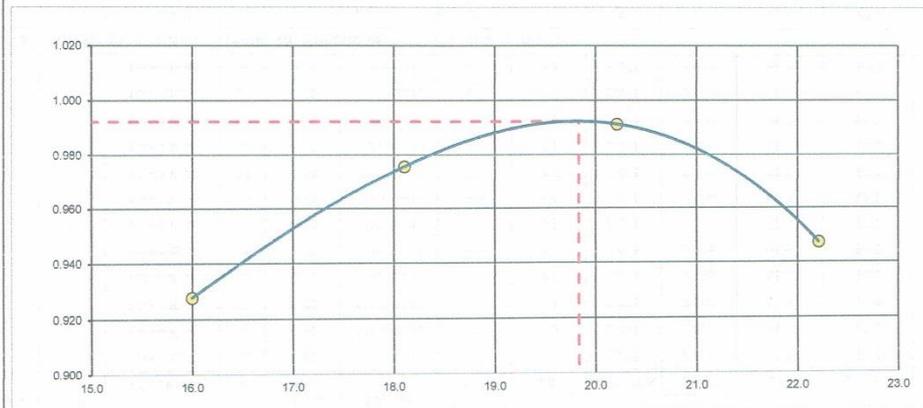
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 86+120 - 86+170	Calicata : 01	Fecha : 1/09/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : CENIZA VOLCANICA	Prof. : De 0.00 m a 0.80 m		Ing. Control Calidad :		
Km: 86+140.0 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4"		Volumen Molde Peso Molde	945 3706	m3. gr.	N° de capas N° de golpes		
		A					5	25Glp.	
NUMERO DE ENSAYOS									
				1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.			4,723	4,795	4,832	4,800		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.			1,017	1,089	1,126	1,094		
Peso Volumetrico Humedo	gr.			1,076	1,152	1,192	1,158		
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.			524.30	485.40	496.10	477.10		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.			452.00	411.00	412.70	390.40		
Peso de la Tara	gr.								
Peso del agua	gr.			72.3	74.4	83.4	86.7		
Peso del suelo seco	gr.			452	411	413	390		
Contenido de agua	%			16.0	18.1	20.2	22.2		
Densidad Seca	gr/cc			0.928	0.976	0.991	0.947		

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	0.992	(gr/cm3)	Humedad óptima	19.83	%
----------------------	-------	----------	----------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 86+120 86+170	Calicata : 01	Fecha : 1/09/2018		Ing. Responsable : Percy Quispe S.	
Material : CENIZA VOLCANICA	Prof. : De 0.00 m a 0.80 m			Ing. Control Calidad :	
Km: 86+140.0 L.D.	Estrete			Jefe Laboratorio : Clyder Jeen Q.	

CALCULO DEL CBR

Molde N°	37	40	28			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12420.0		12077.0		11940.0	
Peso de molde (g)	8300.0		8199.0		8245.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4120.0		3878.0		3695.0	
Volumen del molde (cm³)	2108.0		2106.0		2106.0	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.954		1.841		1.755	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	472.10		641.40		632.20	
Peso suelo seco + tara (g)	409.20		549.20		540.70	
Peso de tara (g)	132.50		141.40		132.20	
Peso de agua (g)	62.90		92.20		91.50	
Peso de suelo seco (g)	276.70		407.80		408.50	
Contenido de humedad (%)	22.73		22.61		22.40	
Densidad seca (g/cm³)	1.692		1.502		1.433	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/09/18	14:00:00 p. m.	0	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
30/09/18	14:00:00 p. m.	24	0.55	0.014	0.012	0.68	0.017	0.015	0.72	0.018	0.016
01/10/18	14:00:00 p. m.	48	0.97	0.025	0.021	1.21	0.031	0.027	1.42	0.036	0.031
02/10/18	14:00:00 p. m.	72	1.33	0.034	0.029	1.52	0.039	0.034	1.68	0.043	0.037
03/10/18	14:00:00 p. m.	96	1.4	0.036	0.031	1.61	0.041	0.036	1.75	0.044	0.039

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-37		MOLDE N°		M-40		MOLDE N°		M-28	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		6	6.00			4	4.00			2	2.00			
1.270	0.050		13	13.00			9	9.00			6	6.00			
1.905	0.075		20	20.00			14	14.00			11	11.00			
2.540	0.100	70.455	27	27.00	26.57	1.9	19	19.00	18.56	1.3	15	15.00	15.20	1.1	
3.810	0.150		40	40.00			27	27.00			22	22.00			
5.080	0.200	105.68	54	54.00	53.54	2.5	37	37.00	36.70	1.8	30	30.00	31.10	1.5	
6.350	0.250		66	66.00			48	48.00			38	38.00			
7.620	0.300		79	79.00			58	58.00			46	46.00			
10.160	0.400		103	103.00			77	77.00			61	61.00			
12.700	0.500		121.0	121.00			89.0	89.00			73.0	73.00			



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

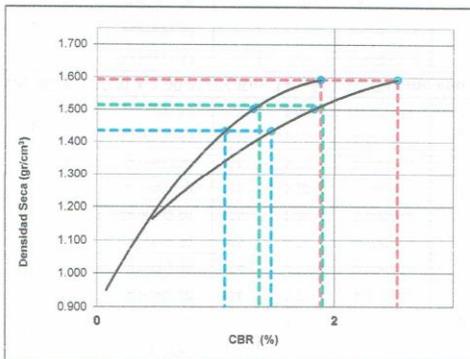
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector:	86+120 86+170	Calicata :	01	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Material :	CENIZA VOLCANICA	Prof. :	De 0.00 m a 0.80 m	Ing. Control Calidad :	
Km:	86+140.0 L.D.	Estrato		Fecha :	1/09/2018
				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

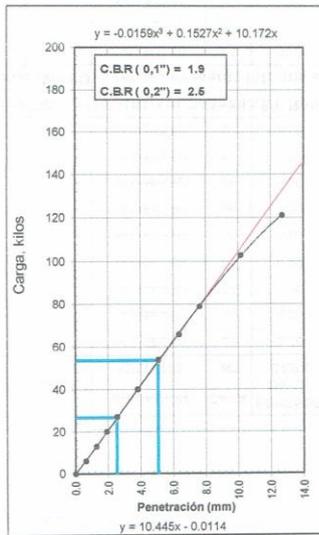


METODO DE COMPACTACION	: AASTHO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 0.992
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 19.83
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 0.943
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 0.893

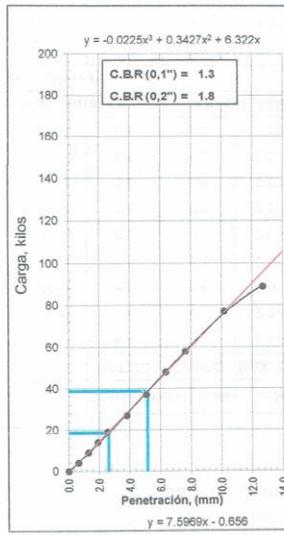
RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 1.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 1.4 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	= 1.1 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 2.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 1.9 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	= 1.5 %

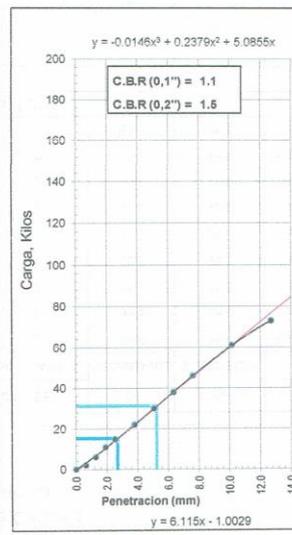
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

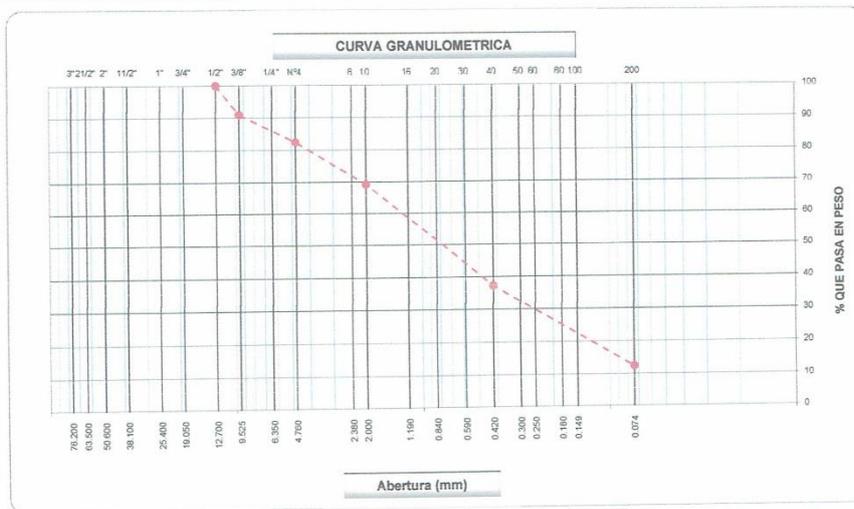
FORMATO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector :	54+550 - 54+660	Calicata :	M 01	Fecha :	13/06/2018
Material :	CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. :	De 0.00 m a 0.60 m	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Km:	79+890 L.D.	Estrato :		Ing. Control Calidad :	-
				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 857.5
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo 3/8"
1"	25.400						Tamaño Maximo Nominal 3/8"
3/4"	19.000						Grava (%) 17.6
1/2"	12.700				100.0		Arena (%) 82.4
3/8"	9.520	77.4	9.0	9.0	91.0		Finos (%) 12.4
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	73.3	8.6	17.6	82.4		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	113.2	13.2	30.8	69.2		Limite Liquido (%) 27.33
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) NP
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.600						Clasificacion SUCS SM
N° 40	0.420	273.9	31.9	62.7	37.3		Clasificacion AASHTO A-1-b (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074	213.2	24.9	87.6	12.4		5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
Pasante		106.5	12.4	100.0			Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Código Ensayo N° :
Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 54+550 - 54+570	Calicata : M	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.60 m		Ing. Control Calidad : -
Km: 79+890 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral:

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	156.4	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1026.4	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1013.9	
Peso del agua contenida (gr)	12.50	
Peso de la muestra seca (gr)	857.50	
Contenido de Humedad (%)	1.46	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.46	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



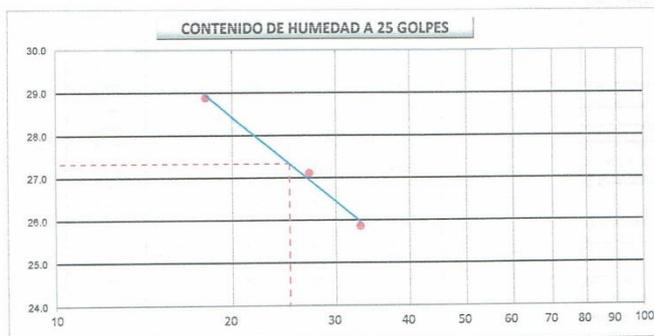
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
FORMATO					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)					
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>					Codigo Ensayo N° :
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector : <i>54+550 - 54+570</i>	Calicata : <i>M</i>	Fecha : <i>13/06/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.60 m</i>		Ing. Control Calidad : <i>-</i>		
Km: <i>79+890 L.D.</i>	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		42	45	50	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	44.98	43.48	34.39	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	41.08	37.64	29.58	
Peso de Tarro	gr.	27.58	16.10	10.98	
Peso de Agua	gr.	3.90	5.84	4.81	
Peso del Suelo Seco	gr.	13.50	21.54	18.60	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	28.89	27.11	25.86	27.33
Numero de Golpes		18	27	33	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	NP			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	NP			
Peso de Tarro	gr.	NP			
Peso de Agua	gr.	NP			
Peso de Suelo seco	gr.	NP			Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	27.33
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-116, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

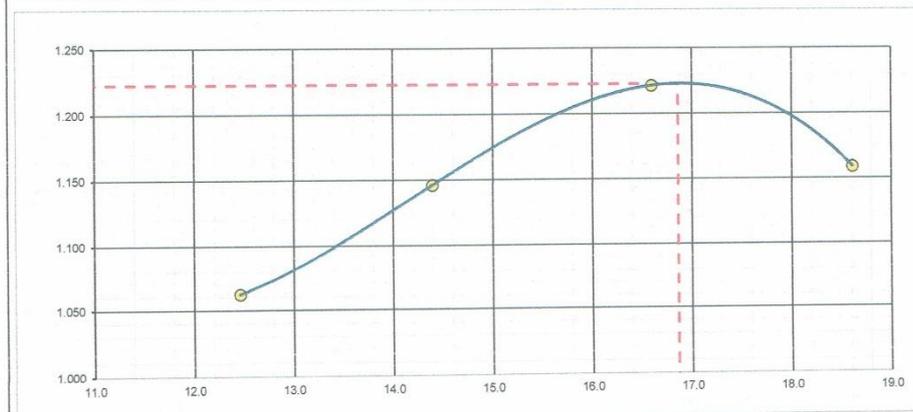
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :		
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 54+550 - 54+570	Calicata : M 01	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Porcy Quispe S.		
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.60 m		Ing. Control Calidad :		
Km: 79+890 L.D.	Estrato :		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

Molde N° 1	Diámetro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde	945 m3.	Peso Molde	3696 gr.	N° de capas	5	N° de golpes	25Glp.
NUMERO DE ENSAYOS			1	2	3	4				
Peso Suelo + Molde	gr.	4.825	4.935	5.042	4.995					
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1.129	1.239	1.346	1.299					
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.195	1.311	1.424	1.375					
Recipiente Numero										
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	534.20	494.10	537.20	620.50					
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	500.50	459.10	494.80	561.10					
Peso de la Tara	gr.	230.00	215.90	239.30	241.90					
Peso del agua	gr.	33.7	35.0	42.4	59.4					
Peso del suelo seco	gr.	271	243	256	319					
Contenido de agua	%	12.5	14.4	16.6	18.6					
Densidad Seca	gr/cc	1.062	1.146	1.222	1.159					

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.223	(gr/cm3)	Humedad óptima	16.86	%
----------------------	-------	----------	----------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :		
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 54+550 - 54+560	Calicata : M 01	Fecha : 13/08/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.60 m		Ing. Control Calidad :		
Km: 79+890 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

CALCULO DEL CBR

Moide N°	24		25		26	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11270.0		11102.0		11100.0	
Peso de molde (g)	6245.0		6211.0		6380.0	
Peso del suelo húmedo (g)	3025.0		2891.0		2720.0	
Volumen del molde (cm³)	2102.0		2114.0		2114.0	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.438		1.368		1.287	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	632.50		536.20		610.00	
Peso suelo seco + tara (g)	576.10		479.20		541.20	
Peso de tara (g)	246.60		141.40		132.50	
Peso de agua (g)	56.40		57.00		68.80	
Peso de suelo seco (g)	329.50		337.60		408.70	
Contenido de humedad (%)	17.12		16.87		16.83	
Densidad seca (g/cm³)	1.229		1.170		1.101	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-24		MOLDE N°		M-25		MOLDE N°		M-26	
mm	pulg.	STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		35	35.00			28	28.00			16	15.00		
1.270	0.050		77	77.00			52	52.00			29	29.00		
1.905	0.075		140	140.00			85	85.00			55	55.00		
2.540	0.100	70.455	200	200.00	292.06	20.7	150	150.00	248.30	17.6	101	101.00	172.26	12.2
3.810	0.150		350	350.00			281	281.00			191	191.00		
5.080	0.200	105.68	490	490.00	596.86	28.2	420	420.00	523.42	24.7	271	271.00	364.57	17.2
6.350	0.250		650	650.00			560	560.00			361	361.00		
7.620	0.300		820	820.00			702	702.00			465	465.00		
10.160	0.400		1052	1052.00			925	925.00			655	655.00		
12.700	0.500		1220.0	1220.00			1100.0	1100.00			750.0	750.00		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

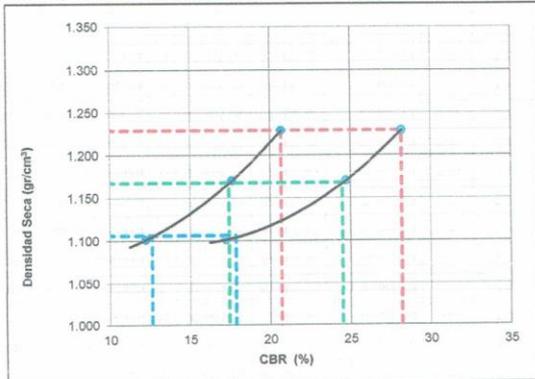
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	
Tamo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500				
Sector :	54+550 - 54+660	Calicata :	M 01	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.
Material :	CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. :	De 0.00 m a 0.60 m	Fecha :	13/06/2018
Km:	79+890 L.D.	Estrato		Ing. Control Calidad :	
				Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

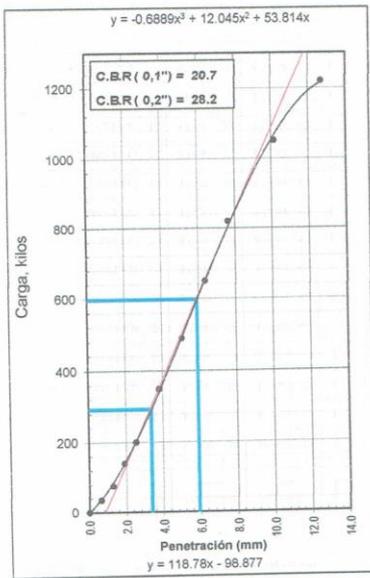


METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.223
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	16.86
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.162
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.101

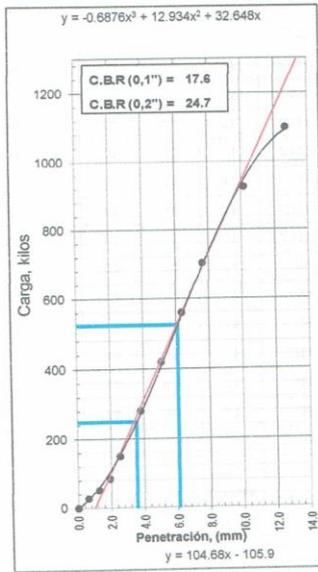
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	20.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	17.4 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	=	12.6 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	28.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	24.5 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	=	17.8 %

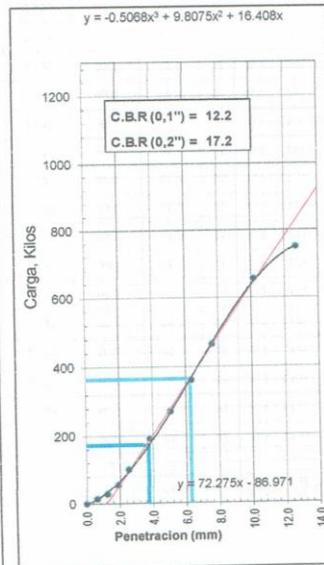
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

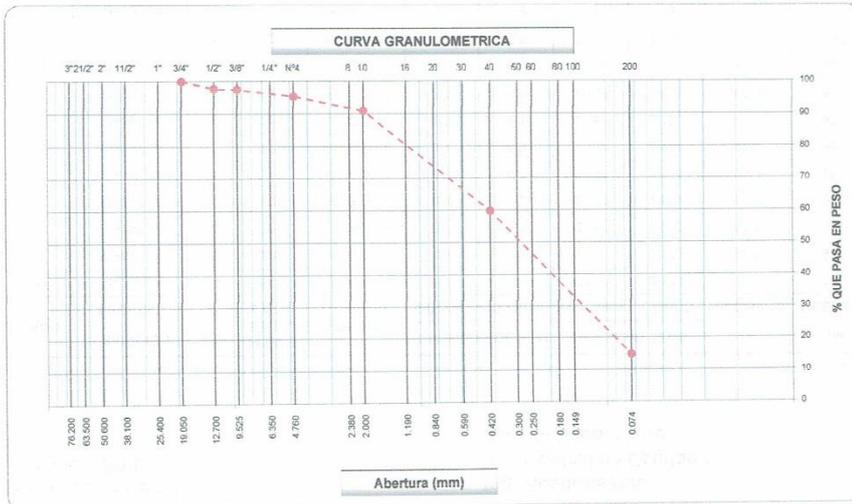
FORMATO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 68+150 - 68+200	Calicata : M 01	Prof. : De 0.00 m a 0.40 m	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.	Ing. Control Calidad : -
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Estrato			Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.	
Km: 79+890 L.D.					

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 671.8
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/4"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 1/2"
1"	25.400						Grava (%) 4.6
3/4"	19.000				100.0		Arena (%) 95.4
1/2"	12.700	15.4	2.3	2.3	97.7		Finos (%) 14.8
3/8"	9.520	1.6	0.2	2.5	97.5		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750	14.2	2.1	4.6	95.4		Limite Liquido (%) 29.00
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) NP
N° 10	2.000	29.9	4.5	9.1	90.9		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS SM
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.600						5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 40	0.420	208.8	31.1	40.2	59.8		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074	302.8	45.1	85.2	14.8		
Pasante		99.1	14.8	100.0			



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 68+150 - 68+200	Calicata : M 01	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.40 m		Ing. Control Calidad : -
Km: 79+890.0 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	145.2	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	880.4	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	817.0	
Peso del agua contenida (gr)	63.40	
Peso de la muestra seca (gr)	671.80	
Contenido de Humedad (%)	9.44	
Contenido de Humedad Promedio (%)	9.44	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



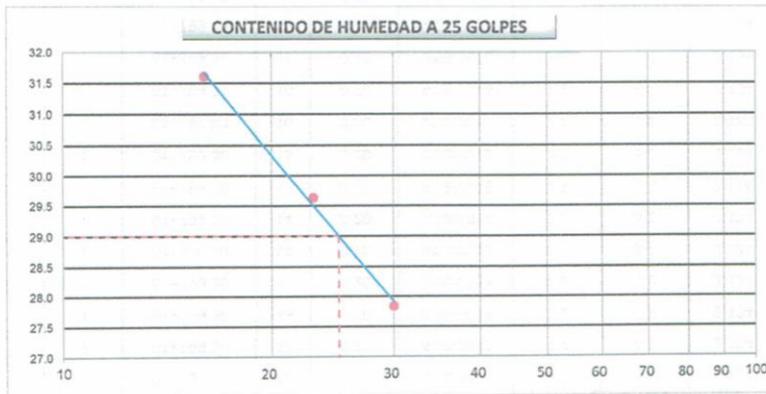
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Código Ensayo N° :
Tamo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Sector: 68+150 - 68+200	Calicata : M 01	Fecha : 13/06/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.40 m		Ing. Control Calidad :
Km: 79+890.0 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		42	43	46	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	44.36	45.17	44.15	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	40.33	41.11	40.25	
Peso de Tarro	gr.	27.58	27.41	26.24	
Peso de Agua	gr.	4.03	4.06	3.90	
Peso del Suelo Seco	gr.	12.75	13.70	14.01	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	31.61	29.64	27.84	29.00
Numero de Golpes		16	23	30	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	NP			
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	NP			
Peso de Tarro	gr.	NP			
Peso de Agua	gr.	NP			
Peso de Suelo seco	gr.	NP			Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	29.00
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :		
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500					
Sector: 68+150 - 68+200	Calicata : 01		Ing. Responsable : Percy Quispe S.		
Material : CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.	Prof. : De 0.00 m a 0.40 m	Fecha : 13/06/2018	Ing. Control Calidad :		
Km: 79+890.0 L.D.	Estrato		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.		

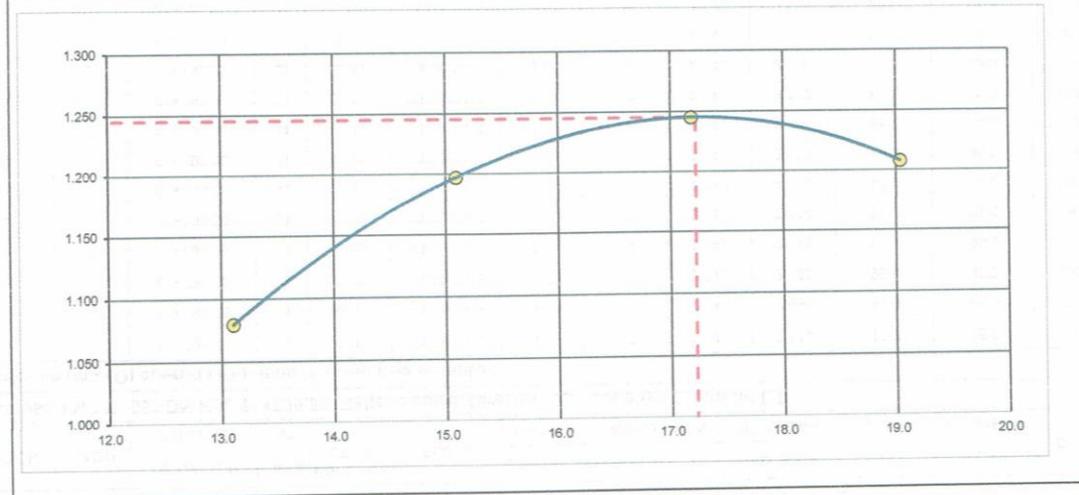
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	945	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	3696	gr.	N° de golpes	25Glp.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	4.850	4.998	5.075	5.055
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1.154	1.302	1.379	1.359
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.221	1.378	1.459	1.438
Recipiente Numero					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	582.50	489.50	330.70	364.70
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	531.40	452.00	298.50	324.50
Peso de la Tara	gr.	141.40	203.50	111.10	113.30
Peso del agua	gr.	51.1	37.5	32.2	40.2
Peso del suelo seco	gr.	390	249	187	211
Contenido de agua	%	13.1	15.1	17.2	19.0
Densidad Seca	gr/cc	1.080	1.197	1.245	1.208

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.245	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.22	%
----------------------	-------	----------	----------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :		
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>					
Sector: <i>68+150 - 68+200</i>	Calicata : <i>01</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>		
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.40 m</i>	Fecha : <i>13/08/2018</i>	Ing. Control Calidad :		
Km: <i>79+890.0 L.D.</i>	Estrato		Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>		

CALCULO DEL CBR

Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Molde N°	42		45		23			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10735.0		10620.0		11020.0			
Peso de molde (g)	7614.0		7666.0		8264.0			
Peso del suelo húmedo (g)	3121.0		2954.0		2756.0			
Volumen del molde (cm³)	2136.0		2129.0		2103.0			
Densidad húmeda (g/cm³)	1.461		1.388		1.311			
Tara (N°)								
Peso suelo húmedo + tara (g)	478.00		585.40		365.20			
Peso suelo seco + tara (g)	430.60		521.00		320.40			
Peso de tara (g)	154.60		147.00		59.40			
Peso de agua (g)	47.40		64.40		44.80			
Peso de suelo seco (g)	276.00		374.00		261.00			
Contenido de humedad (%)	17.17		17.22		17.16			
Densidad seca (g/cm³)	1.247		1.184		1.119			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-42		MOLDE N°		M-45		MOLDE N°		M-23	
mm	pulg.	STAND.	kg/cm2	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
				Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			35	35.00			25	25.00			15	15.00		
1.270	0.050			105	105.00			85	85.00			50	50.00		
1.905	0.075			205	205.00			140	140.00			85	85.00		
2.540	0.100		70.455	325	325.00	370.06	26.2	235	235.00	288.55	19.0	125	125.00	158.17	11.2
3.810	0.150			510	510.00			364	364.00			185	185.00		
5.080	0.200		105.68	689	689.00	755.68	35.7	510	510.00	536.46	25.3	260	260.00	327.54	16.5
6.350	0.250			879	879.00			631	631.00			360	360.00		
7.620	0.300			1064	1064.00			752	752.00			450	450.00		
10.160	0.400			1350	1350.00			976	976.00			620	620.00		
12.700	0.500			1510.0	1510.00			1165.0	1165.00			721.0	721.00		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

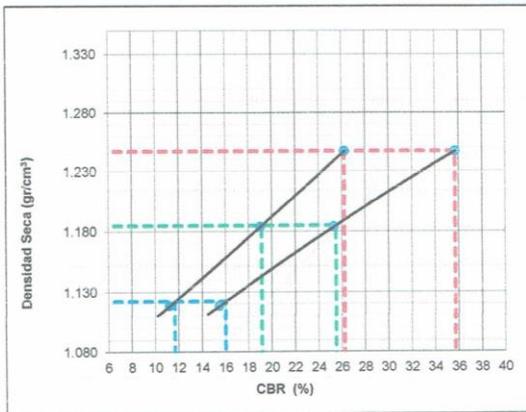
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>			Codigo Ensayo N° :	
Tamo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>				
Sector: <i>68+150 - 68+200</i>	Calicata : <i>01</i>	Prof. : <i>De 0.00 m a 0.40 m</i>	Fecha : <i>13/06/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>
Material : <i>CENIZA VOLCANICA - Terr.Fund.</i>	Estrato			Ing. Control Calidad :
Km: <i>79+890.0 L.D.</i>				Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

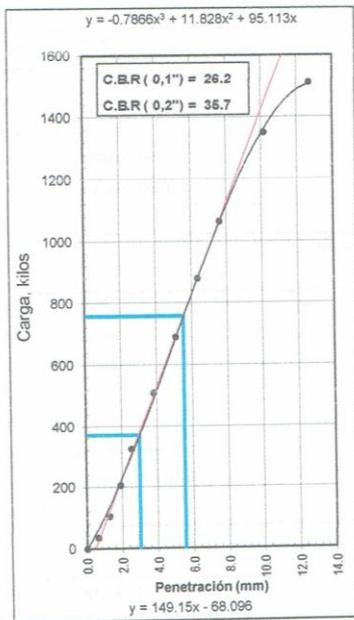


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.245
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 17.22
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.183
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.121

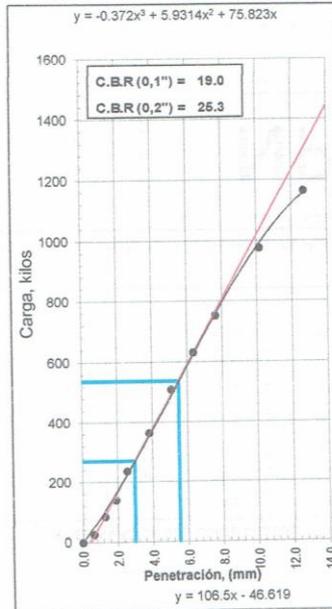
RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 26.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 19.1 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,1"	= 11.7 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 35.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 25.5 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 0,2"	= 16.0 %

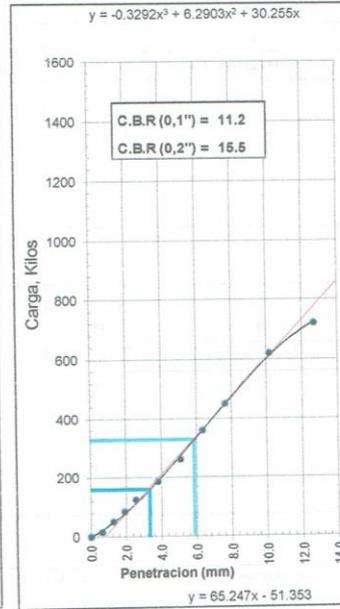
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Obra : **Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa**
 Tramo : **Tramo II: Km 35+000 - 153+500**

CUADRO RESUMEN DE CALIDAD DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DEL SUELO INADECUADO - MEJORAMIENTO

Altura del mejoramiento (mt)	Fecha	Sector		Ubicación Muestreo	CARRIL	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz										L.L.	I.P.	Clasificación		Humedad Natural	MDS	CHO	C.B.R %			
		Inicial	Final			3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40			Nº 200	SUCS				AASHTO	95	100	
		H=1.00	13-jun-18			79+840.0	79+940.0	79+890.0	P.C.	100.0	100.0	100.0	100.0	96.0	94.0			93.2	87.4				74.7	29.7	4.9	22.9
H= 0.80	1-sep-18	86+120.0	86+170.0	86+140.0	L.D.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	83.2	35.0	10.0	19.2	NP	SP-SM	A-1-b (0)	5.88	0.992	19.8	1.4	1.9	
H= 0.60	13-jun-18	54+550.0	54+660.0	54+570.0	L.D.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.0	82.4	69.2	37.3	12.4	27.3	NP	SM	A-1-b (0)	1.46	1.223	16.9	17.4	20.7
H= 0.40	13-jun-18	68+150.0	68+200.0	68+190.0	L.D.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	95.4	90.9	59.8	14.8	29.0	NP	SM	A-2-4 (0)	9.44	1.245	17.2	19.1	26.2
Resumen Estadístico	Cantidad					4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0				4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
	Suma					400	400	400	400	396	392	382	362	318	162	42	98				34	5	73	50	67	
	Promedio					100.0	100.0	100.0	100.0	99.0	97.9	95.4	90.5	79.5	40.5	10.5	24.6				8.6	1.1	18.3	12.4	16.6	
	min					100.00	100.00	100.00	100.00	95.98	94.01	90.97	82.42	69.22	29.74	4.92	19.21				1.46	0.99	16.86	1.37	1.88	
	max					100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	96.67	90.91	59.83	14.76	29.00				17.49	1.25	19.83	19.14	26.22	
	Des. Estandar					0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	2.83	4.07	6.75	9.53	13.29	4.21	4.43				6.79	0.12	1.46	8.02	10.44	



8.10. Certificados de calibración de los equipos.

 **TECPRO ELECTRÓNICA S.A.C.** Av. Paseo de la República N° 4020 - Miraflores
Telf.: (511) 421 - 9398
E-mail: tecpro@tecproelectronica.com
www.tecproelectronica.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 070-2018 -C07 - TE

TECPRO ELECTRONICA S.A.C. declara que éste equipo ha sido calibrado en conformidad con los estándares de calidad sugeridos por TROXLER, y con la respectiva trazabilidad a NIST (The National Institute of Standards and Technology-USA).

DATOS DEL SOLICITANTE
Cliente : COSAPI S.A
RUC : 20100082391
Dirección : AV. República de Colombia 791 - Lima 27

DATOS DEL EQUIPO
Equipo : DENSIMETRO NUCLEAR
Marca : TROXLER
Modelo : 3440 p
Serie : 66463

FECHA DE CALIBRACION
Fecha : 06 de julio del 2018

LUGAR DE CALIBRACION
Calibrado en : Laboratorio de TECPRO ELECTRÓNICA S.A.C.

METODO DE MEDICIÓN UTILIZADO
Se determina el porcentaje de error por comparación con los Blocks Secundarios que son idénticos al Set de Blocks Estándar Primarios de Calibración de Troxler cuyos valores de densidad son traceables a los estándares Master del National Institute of Standard and Technology (NIST), Gaithersburg, MD, USA.

PATRON DE MEDICION
Tres Blocks Secundarios de Calibración de Magnesio, Magnesio/Aluminio y Aluminio.

TEMPERATURA
Esta calibración se realizó en un ambiente con temperatura entre 14.4 °C y 25.6°C.

CONCLUSIÓN
Los errores encontrados no superan el +/-1% establecido por el fabricante.
Se adjuntan datos de las mediciones.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
TROXLER recomienda la calibración anual del equipo.


Félix Uribe Barreto
Gerente General
TECPRO ELECTRONICA SAC
Pág.- 1 de 2





FME-001

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° ML-0101-2018

Fecha de Emisión: 2017-03-05

Expediente: 0569

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : CONSORCIO VIAL DEL SUR
Dirección: : Av. Republica de Colombia Nro. 791 San Isidro, Lima, Lima

2. INSTRUMENTO : VIGA BENKELMAN

Tipo : ANALÓGICO
Marca : PINZUAR
Serie : 126
Modelo : PA-74
Identificación : ML0101 (*)
Procedencia : NO INDICA

3. LUGAR DE Y FECHA DE VERIFICACIÓN

Verificado el 2018-04-26 en el LABORATORIO COGRI.

4. MÉTODO DE VERIFICACIÓN

Se verificó tomando como referencia la Norma INV E 795-07, y las especificaciones del fabricante.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la verificación son trazables a los patrones del INACAL-DM

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Cinta Métrica	L-0793-2017

Los resultados son válidos al momento de la verificación, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de verificación corresponden únicamente al objeto verificado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de verificación no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Alan Araujo Campos
Responsable de Laboratorio
DSI PERU AUTOMATION EIRL



Dirección: Urb. Conpin Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 0561-CLT-2018

Página 1 de 4

FECHA DE EMISIÓN : 2018-10-02
 EXPEDIENTE : 21260

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA

DIRECCIÓN : SUPERVISIÓN DE LA OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II KM. 35+000 AL KM 153+500".

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : ESTUFA

MARCA : A & A INSTRUMENTS

MODELO : STHX-1A

NÚMERO DE SERIE : 161164

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : 5201726 (*)

UBICACIÓN : ÁREA DE SUPERVISIÓN SUELO / CONCRETO / PAVIMENTC

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CADENT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

DESCRIPCIÓN	TERMÓMETRO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	-100 °C a 300 °C
DIVISIÓN DE ESCALA	0,1 °C
TIPO	DIGITAL

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2018-09-28

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se usó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en las instalaciones de JMR-EQUIPOS S.A.C. SUPERVISIÓN DE LA OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II KM. 35+000 AL KM 153+500".



Diego Moreno Prado
Gerente de Operaciones





FME-001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MT-0080-2018

Fecha de Emisión: 2018-05-03

Orden de trabajo: 0147-00

Expediente: 0569

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : CONSORCIO VIAL DEL SUR
Dirección : Av. Republica de Colombia Nro. 791 San Isidro, Lima, Lima

2. EQUIPO

: HORNO ELÉCTRICO
Marca : METROTEST
Modelo : MS-H1
Número de Serie : 827
Identificación : MT0080(*)
Procedencia : NO INDICA
Ventilación : FORZADA
Temperatura de Trabajo : 120 °C ± 10 °C
Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De -50 °C a 1200 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De -50 °C a 1200 °C	0,1 °C

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó del 2018-04-26 al 2018-04-26 en el área: LABORATORIO COGRI.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	LT-077-2018

6. RESULTADOS

Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 120
Posición de la Ventilación : ALTA
Presión de Vacío : NO APLICA
Carga : 2 RECIPIENTES.

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Adriano Gálvez Villaseca
Jefe de Laboratorio
DSI PERU AUTOMATION EIRL



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0767-LM-2018

Página 1 de 3

FECHA DE EMISION : 2018-10-03
EXPEDIENTE : 21260

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA

DIRECCIÓN : SUPERVISIÓN DE LA OBRA:
"MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II
KM. 35+000 AL KM 153+500".

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : NO INDICA
MODELO : KFS-1000
NÚMERO DE SERIE : NO INDICA
ALCANCE DE INDICACIÓN : 1000 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,1 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g (*)
PROCEDENCIA : NO INDICA
IDENTIFICACIÓN : 5201716 (**)
TIPO : ELECTRÓNICA
UBICACIÓN : AREA DE SUPERVISIÓN SUELO /
CONCRETO / HUMEDAD
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2018-09-28

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o con certificado del sistema de calidad de entidad que lo produce.

CADENT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
AREA DE SUPERVISIÓN SUELO / CONCRETO / HUMEDAD de CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA SUPERVISIÓN DE LA OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II KM. 35+000 AL KM 153+500".


Diego Moreno Prado
Gerente de Operaciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 0013-EG-2018

Pág. 1 de 3

MARTILLO PROCTOR ESTÁNDAR DE 5.5 LBS

CLIENTE : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA
DIRECCIÓN : AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 3092 URB. SAN BORJA-LIMA
PROYECTO : SUPERVISIÓN DE LA OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA. TRAMO II KM.
35+000 AL KM 153+500".
LUGAR : AREQUIPA

DATOS DEL EQUIPO

Marca : SHERMAN
Modelo : Sin Modelo
Serie : Sin serie
Estructura : Metálica
Acabado : Zincado
Procedencia : PERÚ
Identificación : 0013-EG-2018
Ubicación : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto.



Fecha de emisión:
Lima, 03 de octubre del 2018



Diego Moreno Prado
Gerente de Operaciones

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Calle Comercio N° 400 Urb. De Nacional Las Olivas Telf: 627.6601

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 0007-EG-2018

Pág. 1 de 4

CELDA DE CARGA PARA PRENSA CBR

CLIENTE : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA
DIRECCIÓN : AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 3092 URB. SAN BORJA-LIMA
PROYECTO : SUPERVISIÓN DE LA OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II KM.
35+000 AL KM 153+500".
LUGAR : AREQUIPA

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca : SIN MARCA, MOD. SIN MODELO, SERIE SIN SERIE
Celda Marca : KELY
Modelo : A-FED
Serie : 5X70864
Capacidad : 5 TN
Procedencia : Perú
Indicador : Digital
Identificación : 0007-EG-2018
Ubicación : Laboratorio de Suelo. Concreto y Asfalto.



Fecha de emisión:

Lima, 03 de octubre del 2018



Diego Moreno Prado
Gerente de Operaciones

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CRUZ QUISPE, KATHERINE EDITH

INFORME TITULADO:

*CONTROL DE CALIDAD PARA ASEGURAR EL MEJORAMIENTO DE
SUBSTRANTE, SUELO DE FUNDACIÓN CENIZA VOLCÁNICA -
CARRETERA - OMASE - ARAHUJO, MORUEGUA 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

15/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (COTBOCE)


Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique,

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

"Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante, suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua 2018"

del (de la) estudiante Katherine Edith Cruz Quispe constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: Lima, 15 de Diciembre.

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Dr. Gerardo Enrique, Cancho Zúñiga

DNI: 01239159

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo KATHERINE EDITH CAZ GUISPE....., identificado
con DNI N° 72526135.....

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

„ Control de calidad para asegurar el mejoramiento de
Subrasante, Suelo de fundación Ceniza Volcánica -
Canetena Moquegua - Omate - Arequipa, Moquegua 2018
.....”;

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA
DNI: 72526135.....

FECHA: 15 de Diciembre del 201....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

OPN Cruz



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subsanante, sueto de fundición ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua, 2018"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:
Cruz Quispe, Katherine Loth

ASESOR:
Dr. Caracho Zúñiga, Gerardo Enrique

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Civil

Lima - Perú
2018



Página: 1 de 249 Numero de palabras: 46572

Resumen de coincidencias

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Nueva)

Coincidencias	
1	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
2	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
3	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
4	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
5	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
6	www.scidaf.com Fuentes de Internet
7	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
8	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
9	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
10	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet
11	repositorio.univallejo.pe Fuentes de Internet

Test-only Report High Resolution Activo

6:59 p. m. 4/02/2018



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
“César Acuña Peralta”

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
Cruz Quispe Katherine Edith
D.N.I. : 72526135
Domicilio : Jr. Progreso n°247
Teléfono : Fijo : Móvil : 924274583
E-mail : ktty.cq2015@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:
[] Tesis de Pregrado
Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniero Civil
[] Tesis de Post Grado
[] Maestría [] Doctorado
Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Cruz Quispe Katherine Edith
Título de la tesis:
Control de calidad para asegurar el mejoramiento de subrasante, suelo de fundación ceniza volcánica - carretera Moquegua-Omate-Arequipa, Moquegua 2018
Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,
Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. []

Firma : [Handwritten Signature]

Fecha: 24/ 04 /2018